

LIQUIDLABS
unterwasser forschungsstation

Diplomarbeit **LIQUIDLABS** - Unterwasser Forschungsstation

Ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom - Ingenieurs
unter der Leitung von

Ao.Univ.Prof.Arch. Dipl.Ing Dr. techn. Manfred Berthold
E253-4 Abteilung Hochbau und Entwerfen

Eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Raumplanung und Architektur

Julia Martin
0226548
Hernstorferstraße 1/35
A-1140 Wien

Wien, den 01.11.2011

Inhaltsverzeichnis			
	Seite		
00_Vorwort	5	05.6_Faltstruktur III	39
01_Die Geschichte des Tauchens	6-11	05.7_MergedModels	40
01.1_Zeittafel	6	05.8_Verdrängungsmodell	41
01.2_Tauchstationen	8	05.9_Gipsschleifenmodell I	42
01.3_Projekte in Planung	10	05.10_Gipsschleifenmodell II	42
02_Physikalische und physiologische Grundlagen	12-19	05.11_Tensegrity	43
02.1_Physikalische Eigenschaften des Wassers	12	05.12_Sinkmodelle	44
02.2_Physikalische Eigenschaften von Gasen	14	06_Digitale Entwicklung	45-53
02.3_Physiologische Auswirkungen	16	06.1_Inspiration	46
02.4_Grafik, Übersicht Größenverhältnisse	18	06.2_Digitalisierte Zellstrukturen	48
03_Optik und Akustik unter Wasser	20-22	06.3_Entwicklung Entwurf	50
03.1_Optik unter Wasser	20	07_Entwurf	54-100
03.2_Akustik unter Wasser	22	07.1_Absinkschema	55
04_Leben und Arbeiten unter Wasser	23-31	07.2_Besatzungsschema	56
04.1_Leben in beengten Verhältnissen	23	07.3_Technische Daten	56
04.2_Psychische Besonderheiten	24	07.4_Ansichten	57
04.3_Forschung unter Wasser	26	07.5_Grundrisse	63
04.4_Pfahlbauten Attersee	27	07.6_Schnitte	67
04.5_Arbeiten unter Wasser	29	07.7_Erschließungsdiagramm	71
04.6_Archäologisches Arbeiten unter Wasser	30	07.8_Innenraum	72
04.7_Arbeiten in Süß- und Salzwasser	31	07.9_Druckregulierung	76
05_Modellstudien	32-44	07.10_Flutungsschema	77
05.1_Tintenstruktur	33	07.11_Plugs	78
05.2_Stoffstudien	34	07.12_robotic arms	80
05.3_Auftriebsmodell	36	07.13_Geräte	81
05.4_Faltstruktur I	37	07.14_Boje	82
05.5_Faltstruktur II	38	07.15_Energiegewinnung	82
		07.16_Standkonstruktion	83
		07.17_Hüllkonstruktion Varianten	86
		07.18_Detail	96
		07.19_Material	97
		07.20_Perspektiven	99
		08_Bibliografie	101-104

04.5_Arbeiten unter Wasser

Berufstauchen Berufstaucher gibt es in verschiedenen Bereichen, zb. als Polizei und Feuerwehrttaucher, Rettungstaucher, Forschungstaucher, Militärttaucher, berufsspezifische Taucher.

Die Arbeiten die unter Wasser durchgeführt werden variieren je nach Aufgabenfeld.

Allen Zweigen gemeinsam ist, dass der Berufstaucher Tätigkeiten ausführt, die sich im Grunde nicht von vergleichbaren Arbeiten an Land unterscheiden.

Durch das Vorherrschen extremer Bedingungen, unter Druck, ohne Luft, in völliger Dunkelheit und bei extremen Wassertemperaturen, ist die Ausbildung dementsprechend spezifisch für das Arbeiten unter Wasser.

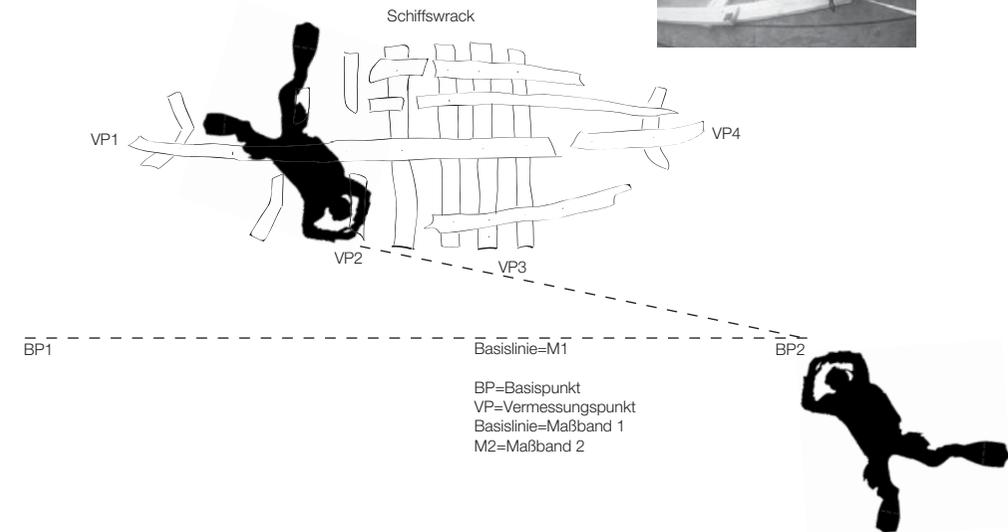
NAS Kurs Wien (NAS - Nautical Archeology Society / Deguwa) 9-11.5.2010

Der Kurs versteht sich als Einführungskurs in den Denkmalschutz und die Unterwasserarcheologie und wurde von mir selbst absolviert.

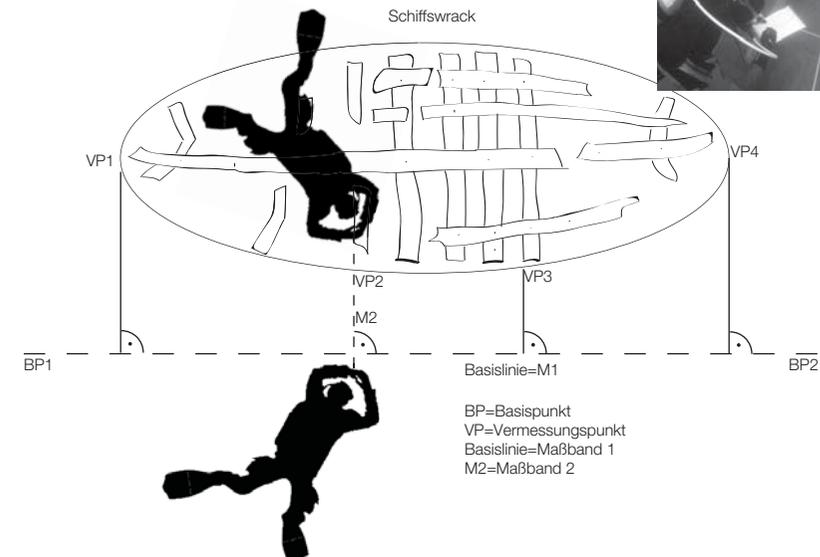
Gelehrt wird unter anderem die Geschichte der Unterwasserarchäologie, Gesetzgebung und Denkmalschutz, Positionsbestimmung einer Fundstelle, Suchmethoden, Vermessungstechniken, Dokumentation und die Altersbestimmung von Funden und Konservierung.



Trilaterations Vermessung



Orthogonal Vermessung



04.6_Archäologisches Arbeiten unter Wasser

Archäologisches Arbeiten unter Wasser bedeutet heute meistens, Informationen über unsere Vergangenheit zu retten bevor sie zerstört werden. Archäologie in Binnengewässern wird vor allem durch die Verfügbarkeit von Luft und durch die Wassertemperaturen begrenzt, während bei der maritimen Archäologie auch die Tauchtiefe einen erschwerenden Faktor darstellt. Diese natürlichen Beschränkungen der Forschung unter Wasser erfordert von den Archäologen einen hohen Grad der Spezialisierung und Verantwortungsbewusstsein sowie geeignete Vorkehrungen im Hinblick auf die Sicherheit der Taucher.

Suchen und Finden In der Regel findet als erster Schritt eine Absuche durch Taucher statt, bei der die Situation beurteilt wird. Die Entnahme von Bohrproben ermöglicht einen Einblick in den Aufbau der Schichten im Boden. Eine große Hilfestellung ist die Luftbildarchäologie, um Anhaltspunkte über die Lage von Siedlungsplätzen, deren Verlauf und über mögliche Zerstörungen zu liefern. Geophysikalische Methoden werden herangezogen, um die Seegrundtopographie zu erfassen und so Aufschlüsse über Landschaftsentwicklungen und Uferlinienverlagerungen zu liefern. Für die Identifizierung und Abgrenzung von Fundstellen müssen diese vermessen werden, wofür heute meistens GPS-Systeme verwendet werden. Für genauere Vermessungen kann auch von Land aus über Totalstationen (auf Bojen und Messstangen) gemessen werden, bzw. werden einfache Methoden mit Maßbändern und Messlinien gewählt.

Bewusstes Beprobieren Durch die Entnahme von Holzproben können Pfahlfelder untersucht und datiert werden. Bevor eine Probe entnommen wird, wird sie unter Wasser genau beschrieben, vermessen und unverwechselbar gekennzeichnet. Bei den Grabungen selber müssen, um klare Sichtverhältnisse unter Wasser zu schaffen und Sedimentteilchen zu entfernen, Strömungs- und Saugrohr („Unterwasserstaubsauger“) eingesetzt werden. Zusätzlich wird der gesamte Arbeitsprozess durch Fotografie und Video festgehalten. Durch die Fülle an organischen Funden, welche die Archäologie unter Wasser zu Tage bringt, entsteht in Folge eine enge Zusammenarbeit mit Nachbardisziplinen wie z.B. der Dendrochronologie, der Archäobotanik oder der Archäozoologie.

Eine typische Handbewegung ein äußerst differenziertes Arbeiten unter Wasser ist durch leichte und gezielte Bewegungen mit der Hand möglich. Dadurch werden minimale Strömungen erzeugt, die eine Freilegung und Bearbeitung von äußerst fein strukturierten Objekten, wie beispielsweise organischen Geflechten, erlauben. Als Hilfsmittel lassen sich wie auch bei traditionellen Landgrabungen

Bürsten und kleine Spatel verwenden.

Zeichnen unter Wasser Da eine archäologische Grabung einen massiven Eingriff in Struktur und Natur einer Fundstelle darstellt, ja diese sogar vollständig zerstören kann, muss diese Methode sehr verantwortungsbewusst eingesetzt werden. Wie auch bei Landgrabungen werden für eine gezielte und systematische Arbeit die Grabungsflächen in kleine überschaubare Einheiten gegliedert, die zusammengesetzt ein Gesamtbild ergeben. Die Dokumentation unter Wasser stellt, abgesehen von der Notwendigkeit einiger Übung beim Zeichnen mit Taucherhandschuhen keine Schwierigkeiten dar. Wasserfestes Spezialpapier und Kunststoffboards ermöglichen eine zufriedenstellende Genauigkeit.



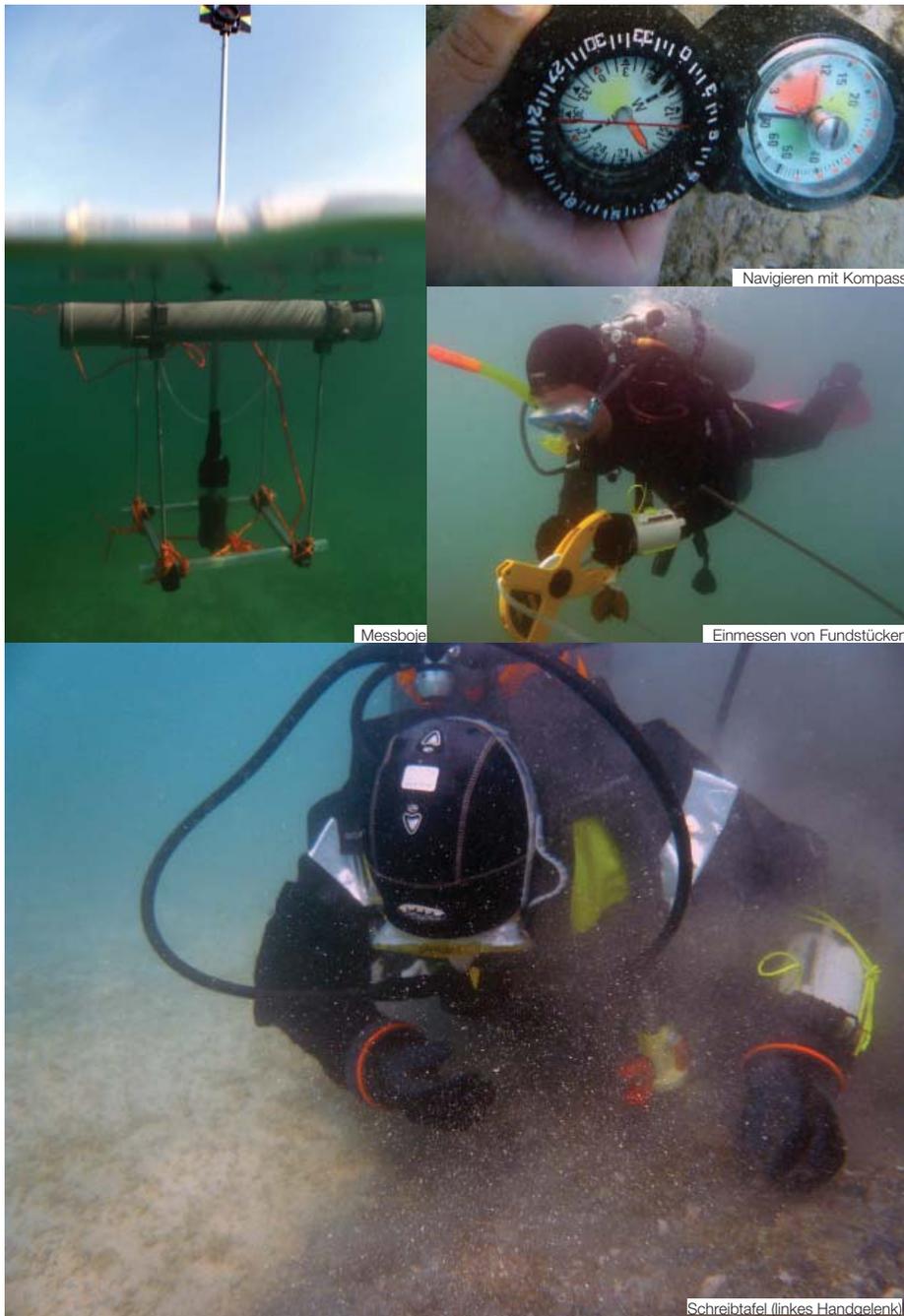
Grabungsarbeit unter Wasser

04.7_Arbeiten in Süß und Salzwasser

Es gibt keine grundsätzlichen Unterschiede zwischen Unterwasserarchäologie im Süß und Salzwasser. Beide bestehen aus der strikten Anwendung archäologischer Untersuchungsmethoden, nur unter Wasser. Eine der Definitionen der Unterwasserarchäologie besagt, sie sei „Archäologie, die in einer überfluteten bzw. Unterwasser-Umgebung angewandt wird. Sie umfasst archäologische Prospektion, Dokumentation und Ausgrabung in Meeren, Seen, Flüssen, Strömen, Marschen und Brunnen genauso wie in Wasserbehältern, Kanälen und anderen von Menschen geschaffene Gewässern. „ Natürlich können einige der Technologien, die von der Unterwasserarchäologie genutzt werden, nur in großen Tiefen der Ozeane oder großen Seen eingesetzt werden, während andere besonders für seichte Gewässer geeignet sind. Doch die Vorgangsweise ist dieselbe.

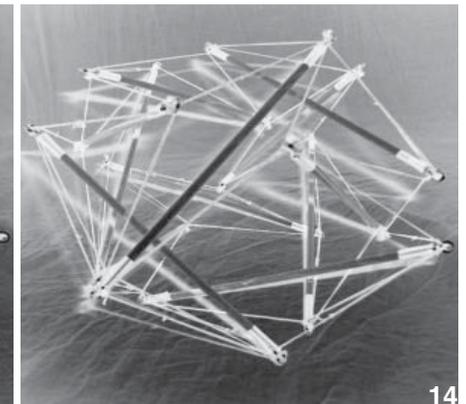
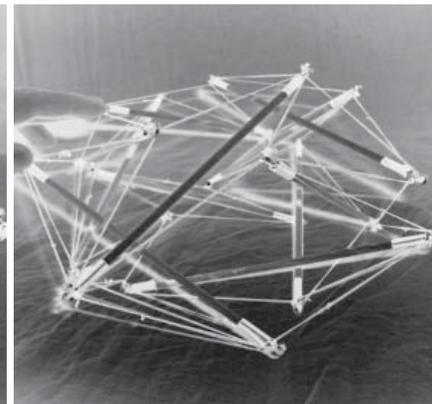
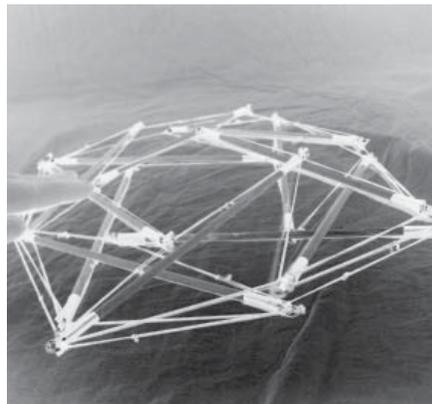
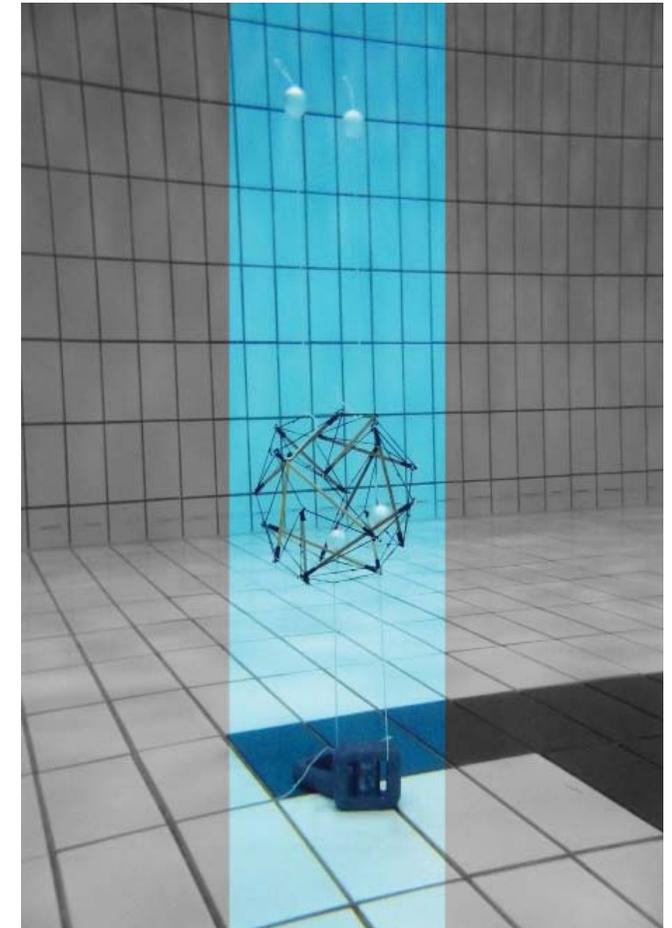
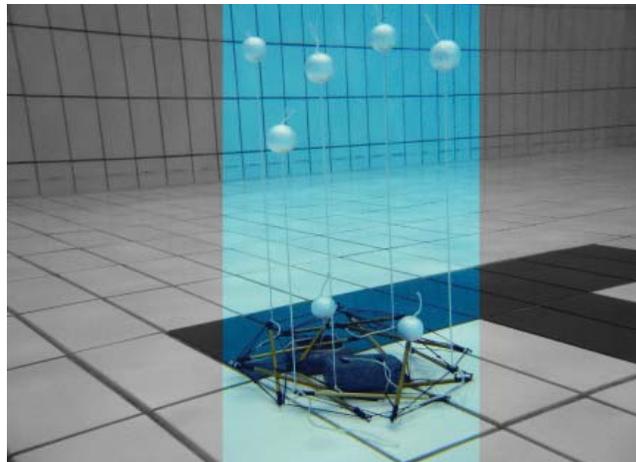
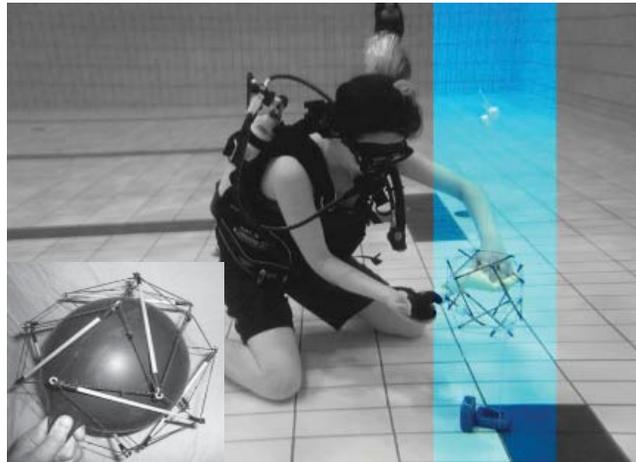
Größere Unterschiede gibt es zwischen verschiedenen archäologischen Fundstellen / Objekten / Funden, die typischerweise oder doch wenigstens häufiger in Süß - oder Salzwasserfundstellen vorkommen. Eine geläufige Assoziation zu einem Meeres- Unterwasserfund ist ein Schiffswrack, und hier denken die Menschen meist an spanische Galleonen, beladen mit königlichen Schätzen und in einem Wirbelsturm gesunken, oder antike griechische, römische oder phönizische Handelsschiffe voller Amphoren, mit Kanonen bestückte Kriegsschiffe oder ein Luxusliner, der tragischerweise auf seiner Jungfernfahrt gesunken ist. Im Gegensatz zu diesen Relikten am Meeresgrund sind die im Süßwasser gefundenen Schiffe kleiner und bescheidener. Aber von einem technischen oder historischen Standpunkt aus sind einfache prähistorische Einbäume als erste Schiffe überhaupt oder jene kleine Barken mit flachem Boden, die einst die Inlandsverbindungen im römischen Reich sicherstellten oder die Sonnenboote der Alten Ägypter, die den Pharao am Nil oder auf seiner Jenseits reise trugen, genauso wichtig.

Ein weiterer Unterschied besteht in den Baumaterialien überfluteter alter Architektur. Wo auf der einen Seite Archäologen an den Meeresküsten die Überreste aus Stein erbauter Fischbecken oder Werften, Häfen und Molen untersuchen, sind im Süßwasser hölzerne Gebäudereste häufig besser erhalten als im Salzwasser. Die Verteilung hölzerner Überreste auf unterschiedliche Zeiten ist auch verschieden. Abgesehen von modernen Gebäuden sind sehr alte Funde in den Meeren selten (z.B. das Uluburun Schiffswrack aus der Bronzezeit oder die mesolithischen Feuchtbodensiedlungen an der Ostsee). Viele Meeresfunde sind mittelalterlich oder jünger. Andererseits stammt eine erstaunlich große Zahl von Süßwasserfundstellen aus der Jungsteinzeit und Bronzezeit.



05.11_Tensegrity

Tensegrity Folgendes Modell ist eine Tensegrity Struktur. Das Tragwerkssystem stabilisiert sich selbst durch Zug und Druck. Die Druckstäbe sind massiv und starr wogegen die Zugseile elastisch sind. Es ist möglich eine Tensegrity- Struktur starr auszubilden, wenn man die Zugseile aus einem nichtelastischen Material ausbildet unter, Berücksichtigung der Grundgeometrie des Objekts. Wählt man die Verbindungen elastisch wie im vorliegenden Objekt, ist die Konstruktion beweglich. Vorliegendes Objekt hat einen Oktaeder als Grundform. Durch die Symmetrie und Elastizität ist es zusammenfaltbar, Siehe Abbildung [14]. Im Folgenden wurde versucht das Modell unter Wasser so auszutari-eren das es die Entfaltung langsam vollzieht. Das heißt durch Anbringen von Schwimmern im oberen Segment und Bleigewichten im unteren Segment. Addiert man nun Schwimmer wird die Struktur langgezogen. Verringert man die Schwimmer bleibt das Modell im Ursprungszustand, da das Holz (Druckstäbe) für einen normalen Auftrieb sorgt. Bringt man nun eine kugelsymmetrische Hüllstruktur im Inneren an und bläst diese mit Luft auf, wird die Konstruktion durch den Auftrieb enorm Auseinandergezogen. Füllt man die Hülle jedoch mit Wasser, expandiert die Konstruktion symmetrisch und es werden mehr Schwimmer für den Auftrieb benötigt.



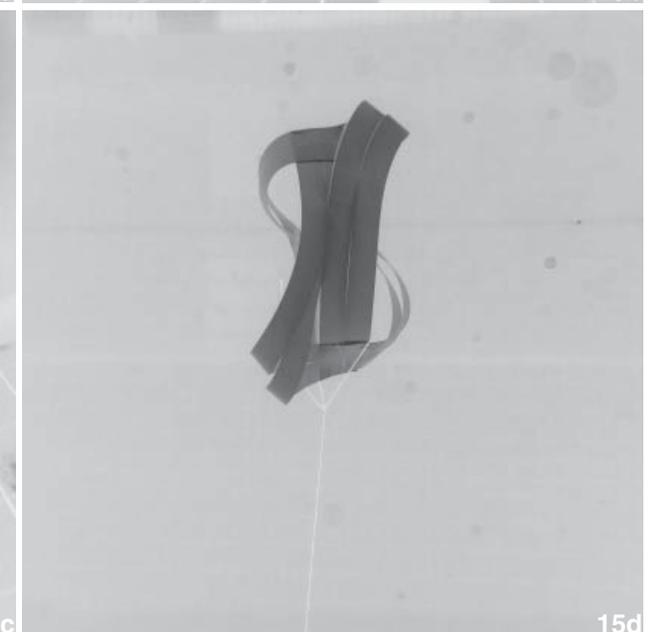
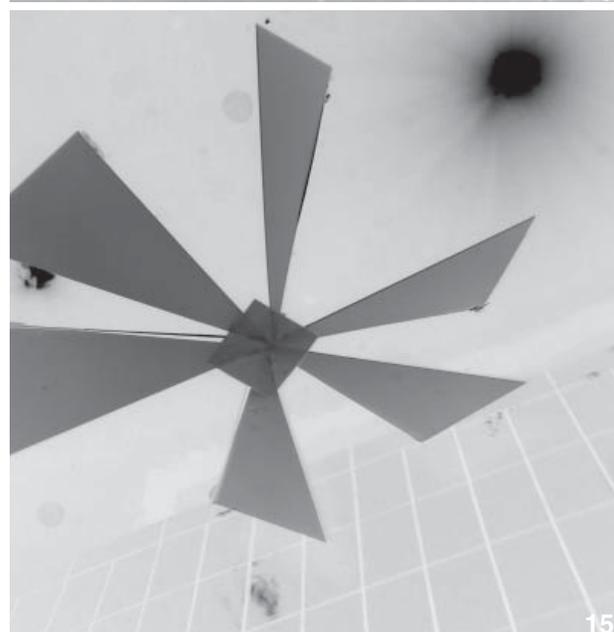
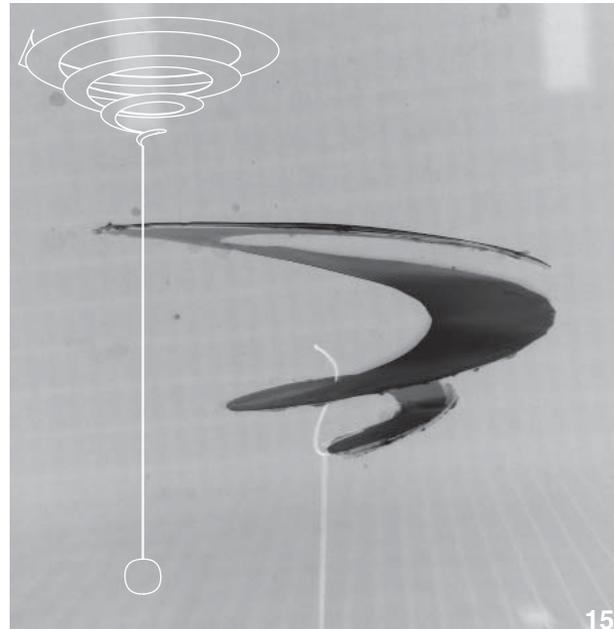
05.12_Sinkmodelle

Sinkmodelle Nachfolgend werden einige Strukturen an deren Sinkverhalten untersucht.

Die Spirale, Abbildung [15a], zeigt ein sehr gutes Sinkverhalten und bleibt trotz Strömung in Ihrer Sinklinie. Durch die Änderung des Ziehgewichts kann man die Sinkgeschwindigkeit bestimmen, oder gegebenenfalls durch Addition von Schwimmern verlangsamen. Beim Aufsteigen weist die Spirale ebenfalls gute Eigenschaften auf, da sie sich so elegant wie sie sich runtergeschraubt hat, auch wieder hinaufziehen lässt. Die Doppelhelixstruktur, Abbildung [15b], weist weniger gute Sinkeigenschaften auf. Durch die geringe Tragfläche fällt das Modell sehr schnell auf den Grund und wird von der Strömung schnell erfasst und driftet ab.

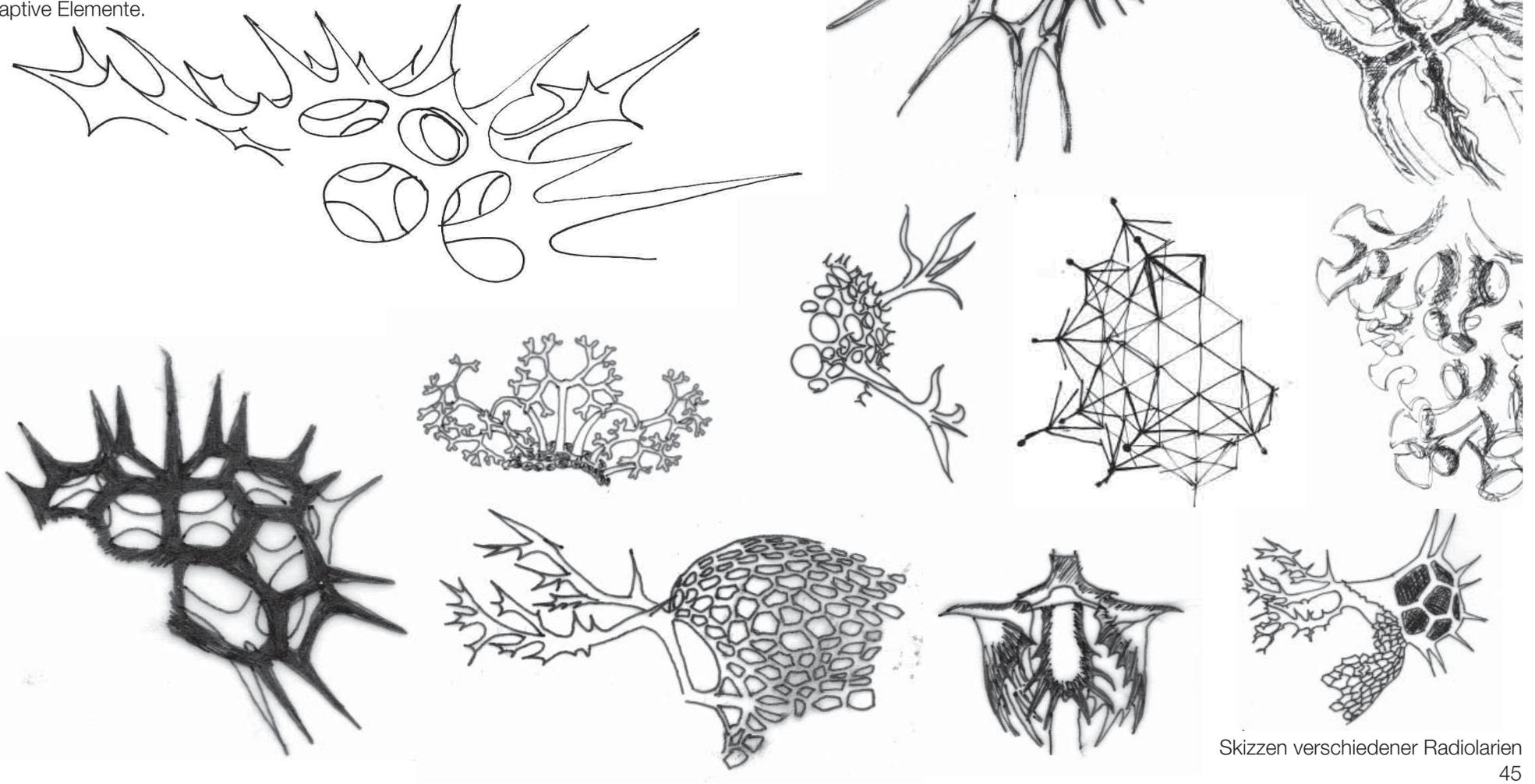
Der Propeller, Abbildung [15c], weist sehr gute Sinkeigenschaften auf, allerdings kommt es hier ebenfalls zu Strömungsproblematiken. Und wenn man das Modell wieder hinauszieht kommt es zu einer schweren Belastung der Rotorblätter, so stark, dass diese zu brechen drohen.

Die Struktur in Abbildung [15d] weist aufgrund ihrer Asymmetrie eine schräge Sinklinie auf. Das heißt das Modell driftet von vorneherein. Es ist desweiteren auch sehr anfällig für Strömungen, wenn es außer Drift gerät hört die Rotation ebenfalls auf. Dadurch hat diese Geometrie auch kein Aufstiegsverhalten da es in einer geraden Linie, also dem direkten Aufstieg nach oben, nicht rotationsfähig ist.



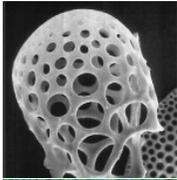
06_Digitale Entwicklung

In diesem Kapitel wird nachfolgend die digitale Entwicklung des Modells dokumentiert. Anfänglich steht die Beschäftigung mit Zellstrukturen im Vordergrund und entwickelt sich hin zu mobilen Strukturen, fix Verankerten Stationen und Bewegungssimulationen. Die Inspiration für die Entwicklung der verschiedenen Modelle sind aus der Natur entnommen. Meist handelt es sich um Struktursymbiosen oder adaptive Elemente.



Skizzen verschiedener Radiolarien

06.1_Inspiration



Mineralisierte Skelette von Radiolarien und Kieselalgen zeigen einen gestaffelten Aufbau von Material, entlang eines zellulären Innengerüsts, als Reaktion auf die extremen Umweltbedingungen.

Die enormen Belastungen durch den Druck auf allen Seiten des Organismus haben diese Semi-Kugelformen ausgebildet. Diese Organismen wurden von dem Biologen Ernst Haeckel im Jahre 1906 untersucht und durch den Ingenieur Frei Otto in den 1960er Jahren wieder aufgegriffen um zu veranschaulichen, wie die Radiolariengeometrie mit Materialität gekoppelt werden kann.



Hirnkorallen haben ihren Namen von ihrer labyrinthartig gerillten Oberfläche. Diese Oberfläche ist ein hartes Skelett aus Kalziumcarbonat, welches durch Polypen die auf der Koralle leben, aus dem Meer extrahiert wird.

Die Rillen dienen dem Schutz der Polypen und ihrer winzigen Tentakel, während die Kämme den Lebensraum für die Alge stellen. Die Polypen und die Alge haben eine symbiotische Beziehung, in der sie Nahrung für einander in der Form von Photosynthese und Abfallrecycling stellen.



Die portugiesische Man-of-war ist kein eigenständiges Individuum, sondern eine Kolonie von vier stark modifizierten Individuen (Polypen). Das Segel, die Tentakel, der Magen und der reproduktive Apparat enthalten alle unterschiedliche DNA aber arbeiten dennoch voneinander abhängig. Die Galeere ist organisch, ihr Körper allerdings provisorisch. Die Polypen sind einzeln nicht mehr lebensfähig, und auf den Zusammenschluss mit anderen Polypen angewiesen.



Oktopusse sind bekannt für Ihre Fähigkeit ihre Farbe der Umgebung anzupassen bis hin zu komplexen bunten Farbmustern. Der mimic Oktopus jedoch ahmt nicht nur visuelle Charakteristiken seiner Umwelt nach, sondern auch Verhaltensmerkmale anderer Arten in seiner Umgebung. Er kann schwimmen und sich verrenken wie ein Plattfisch, kann sich bewegen wie eine Seeschlange oder einen Lionfish imitieren.

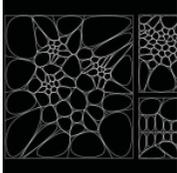


Die Löcherkrake ist ein Tiefseebewohner. Das weibliche Tier wird bis zu 2m lang und 10 kg schwer. Das Männchen hingegen nur 3 cm lang und 1/4 g schwer. Junge Weibchen verwenden einen interessanten Verteidigungsmechanismus: sie benutzen abgerissene Arme der Man-of-war Galeere zur Abwehr, die sie mit ihren Tentakeln halten. Erst später wird ihre "Decke" zur Verteidigung genutzt. Im Englischen bezeichnet man sie deshalb auch als Blanket octopus.

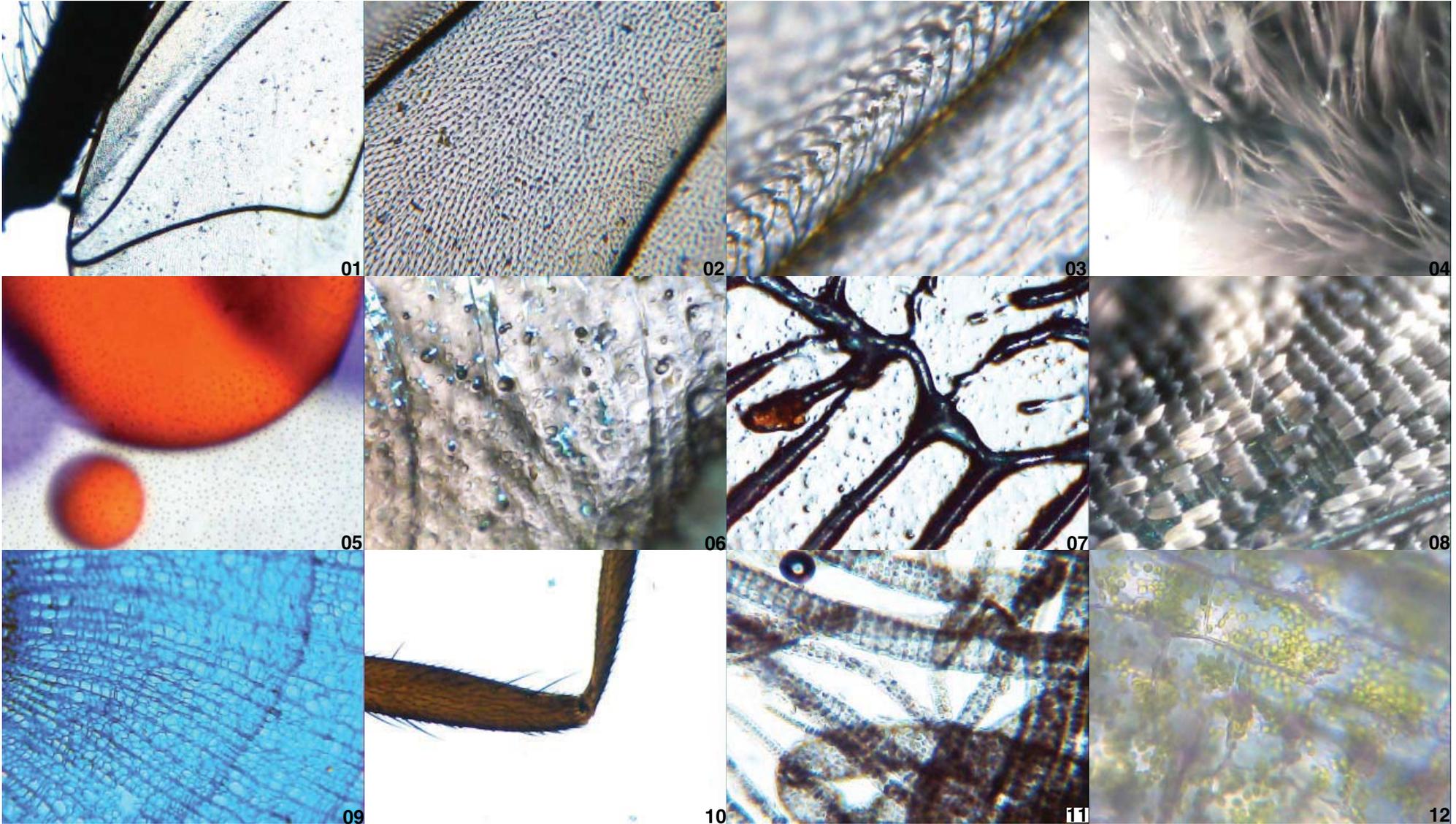


Die "Blood comb" Qualle besteht aus zwei verflochtenen Individuen. Die Qualle selbst ist transparent, die biolumineszenten Bakterien jedoch, die auf den Waben leben, erzeugen ein kaleidoskopisches Farbspektrum.

Die Feinde der Qualle leben in geringeren Tiefen. Durch das Interferenzmuster der Bakterien und die Bewegung Ihrer Kämme funktioniert dieser "stealth"-Tarnmechanismus. Beide Arten profitieren und haben einen einzigen zusammengehörenden Organismus entwickelt.



Mit einem Voronoi-Diagramm wird eine Zerlegung des Raumes in Regionen bezeichnet, die durch eine vorgegebene Menge an Punkten des Raumes, hier als Zentren bezeichnet, bestimmt werden. Jede Region wird durch genau ein Zentrum bestimmt und umfasst alle Punkte des Raumes, die in Bezug zur euklidischen Metrik näher an dem Zentrum der Region liegen, als an jedem anderen Zentrum. Aus allen Punkten, die mehr als ein nächstgelegenes Zentrum besitzen und somit die Grenzen der Regionen bilden, entsteht das Voronoi-Diagramm.



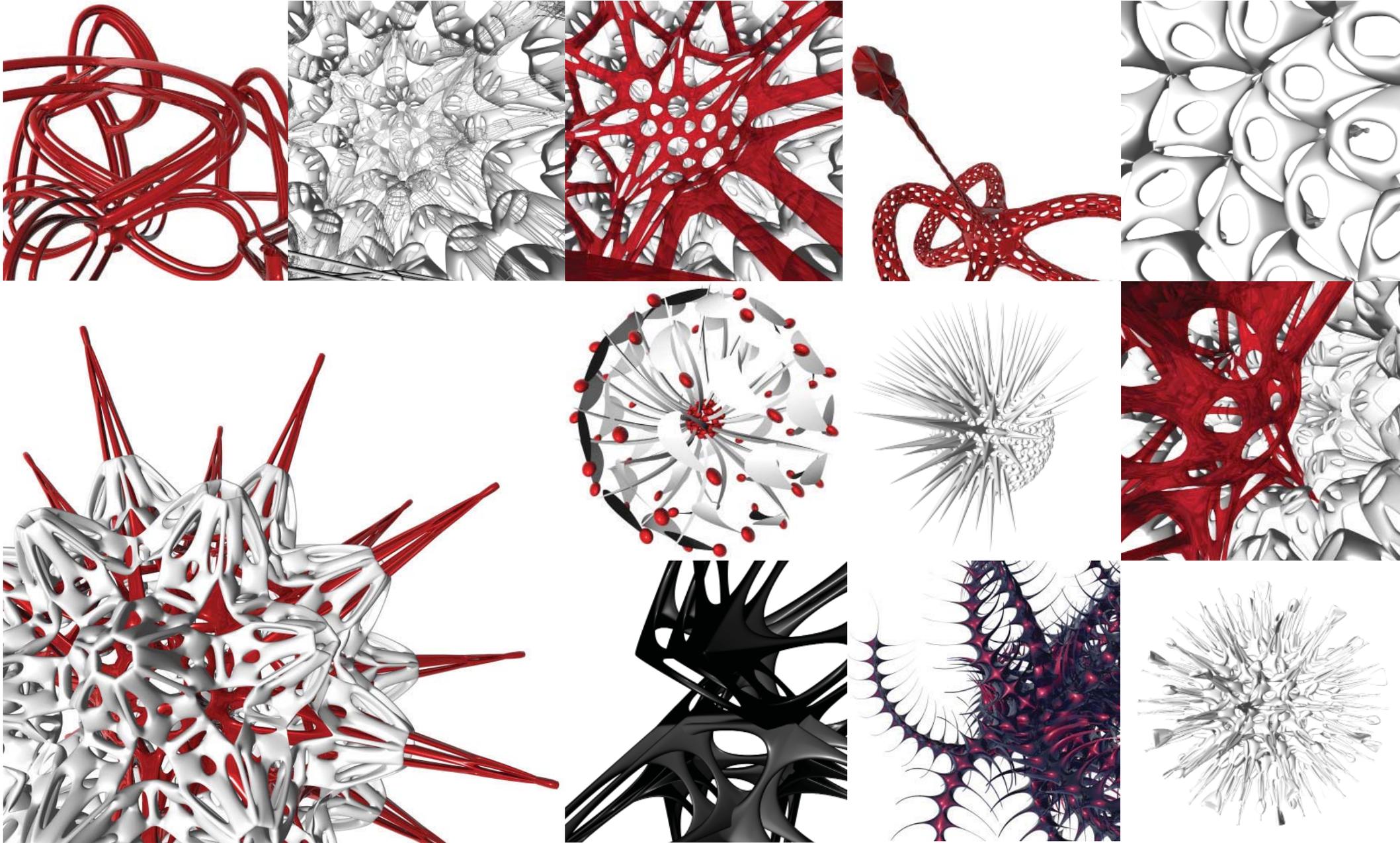
01_ Bienen Flügel
 02_ Bienen Flügel Vergrößerung
 03_ Bienen Flügel Ausschnitt
 04_ Biene Härchen am Körper
 05_ Öl einer Mathmos Scheibe

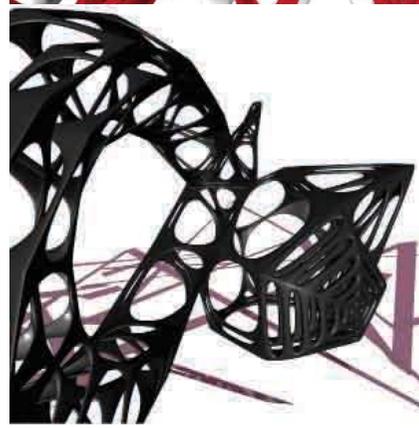
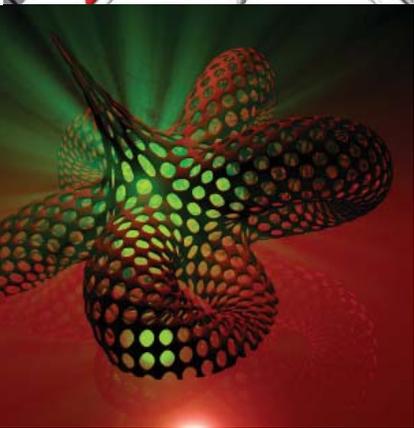
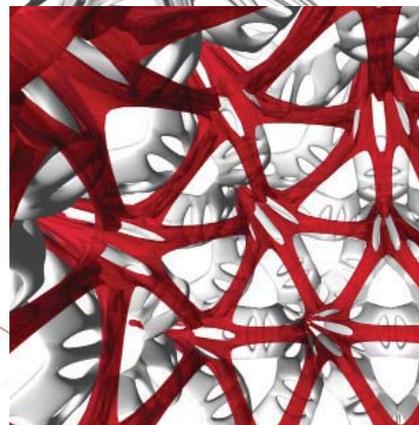
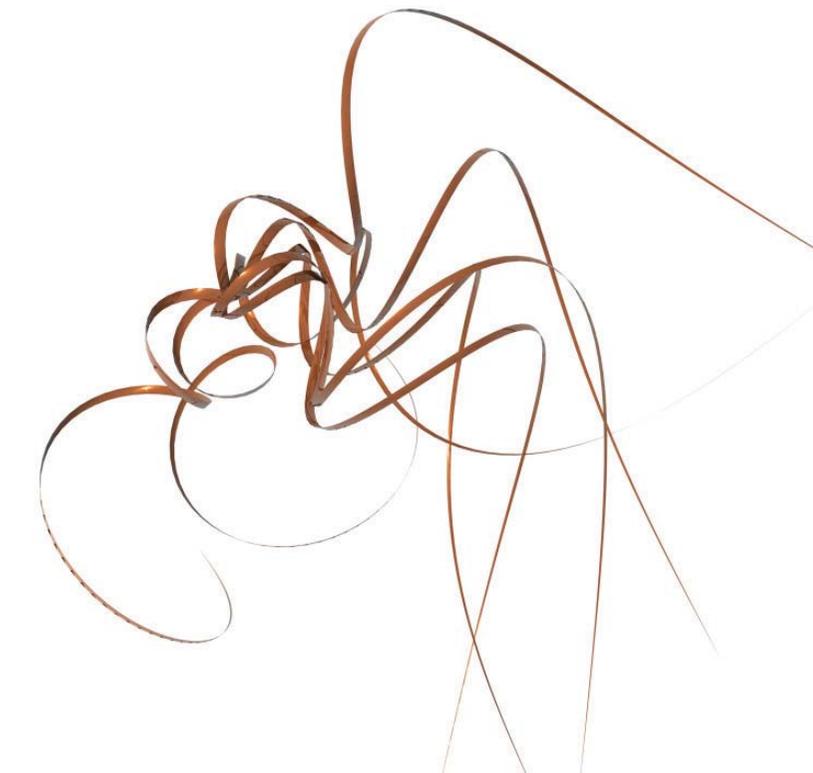
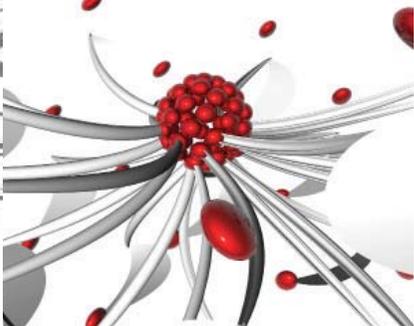
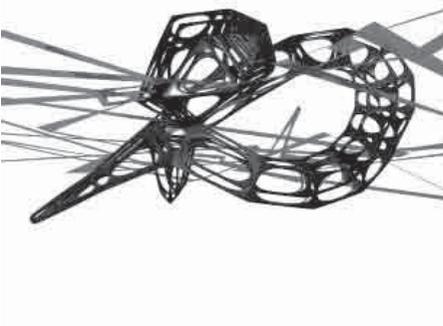
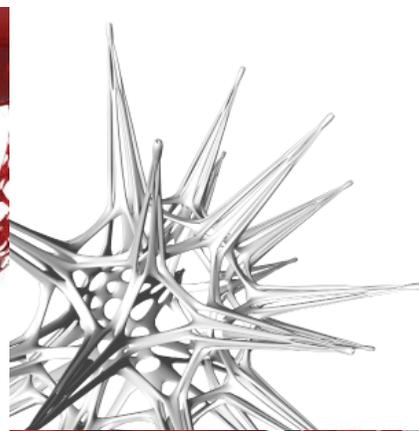
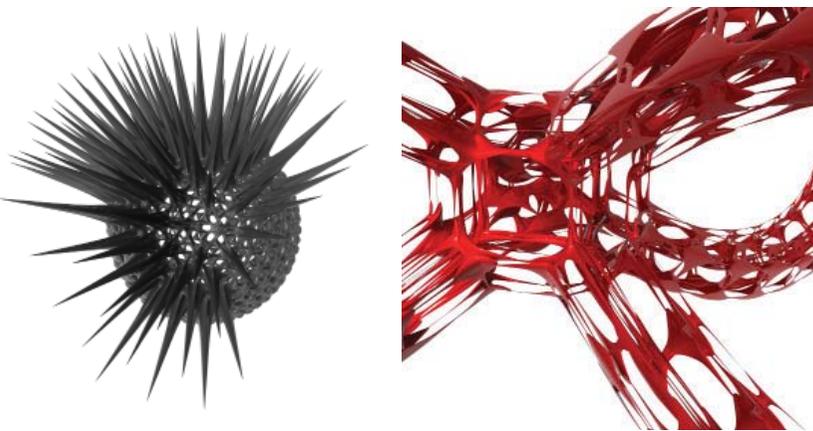
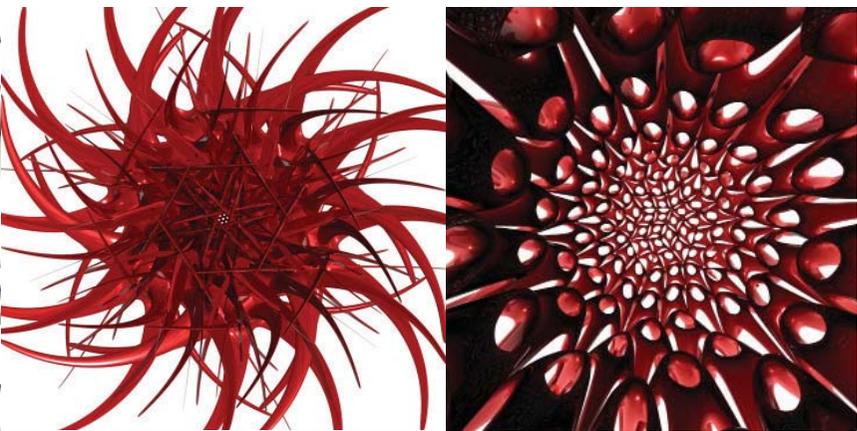
06_ Gummibärchen
 07_ Fettiger Fingerabdruck
 08_ Schmetterlingsflügel
 09_ Stängel einer Wasserpflanze
 10_ Bein einer Hausfliege

11_ Fadenalgen
 12_ Chloroplasten einer Wasserpflanze

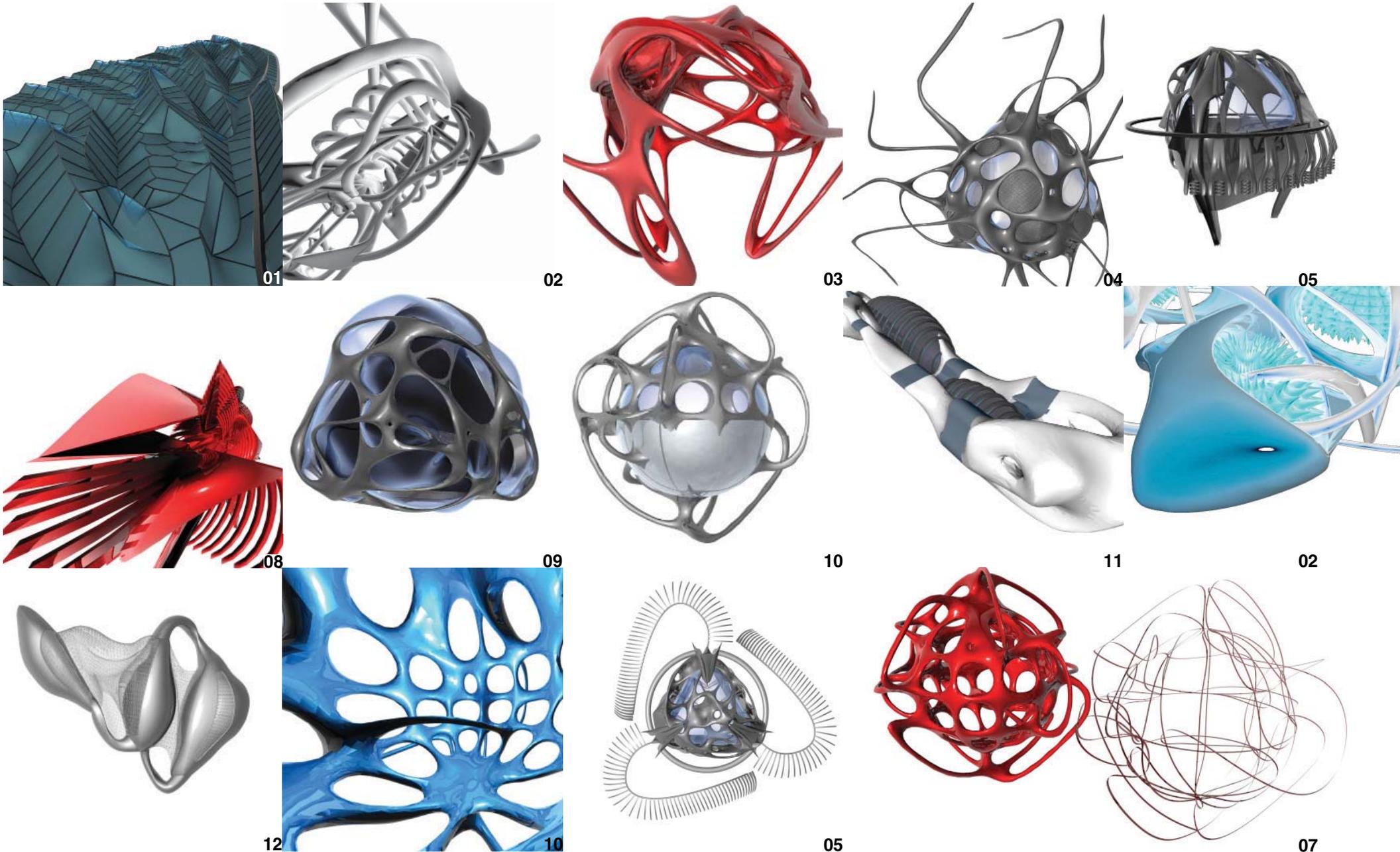
mikroskopische Aufnahmen verschiedener Strukturen
 zur Untersuchung von Formen /Funktionen

06.2 Digitalisierte Zellstrukturen





06.3 Entwicklung Entwurf

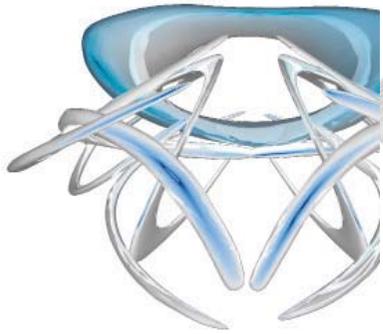


01_ Libellenflügel visualisierung
 02_ offene Struktur
 03_ offene dynamische Struktur
 04_ Rotationsfähige Station
 05_ Station mit Energiegewinnung

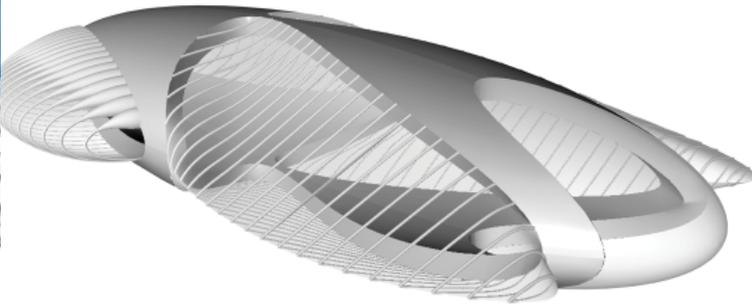
06_ fahrbare Station
 07_ Körperentwicklung
 08_ bewegliche Struktur
 09_ geschlossene Station asymmetrisch
 10_ Kugelförmige Station

11_ Knochenartige fixe, Station
 12_ Fixe Cell Station
 13_ öffnbare Station
 14_ Asymmetrische Station mit Armen
 15_ Offene Struktur mit Oberflächenstruktur

16_ Rotationskörper
 17_ Talkbubble
 18_ semi geschlossene Station
 19_ geschlossene Struktur



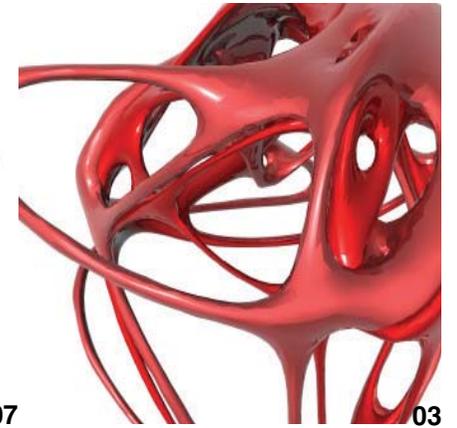
02



06



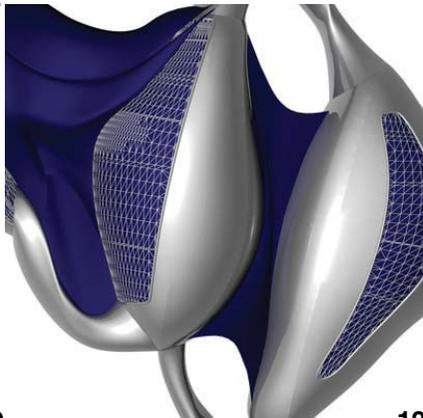
07



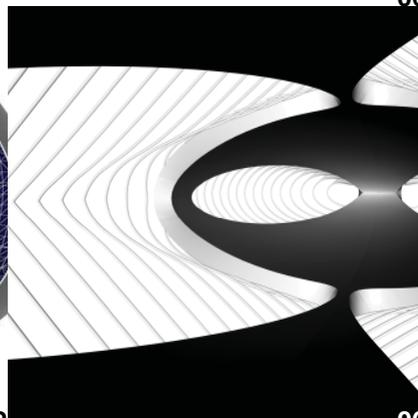
03



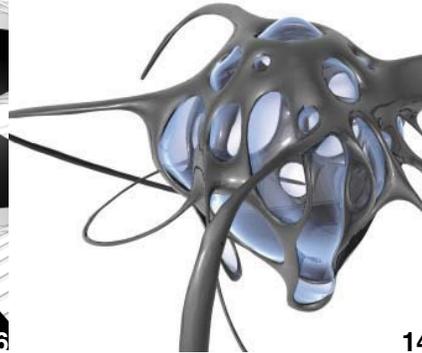
09



12



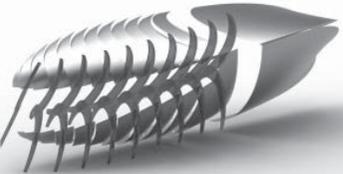
06



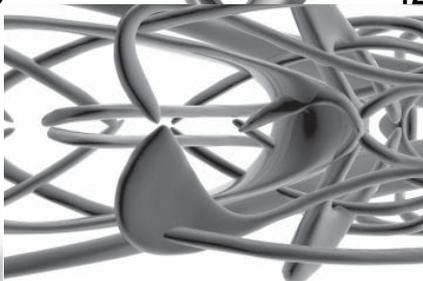
14



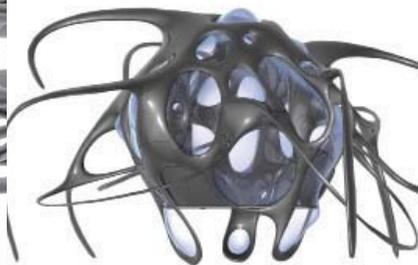
09



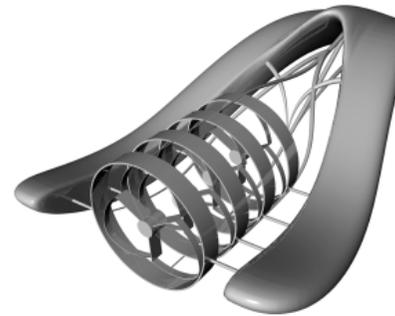
13



02



14



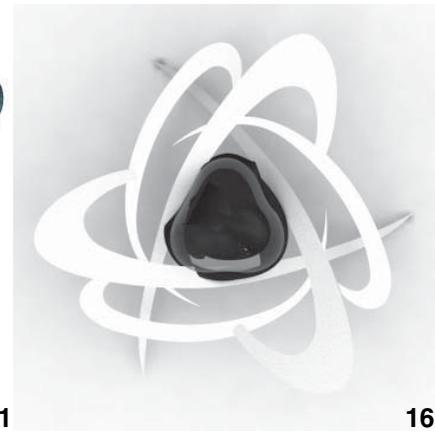
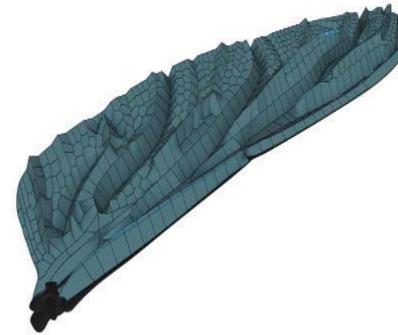
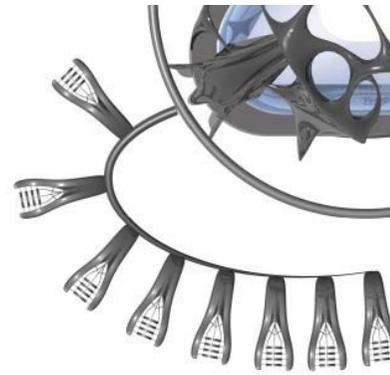
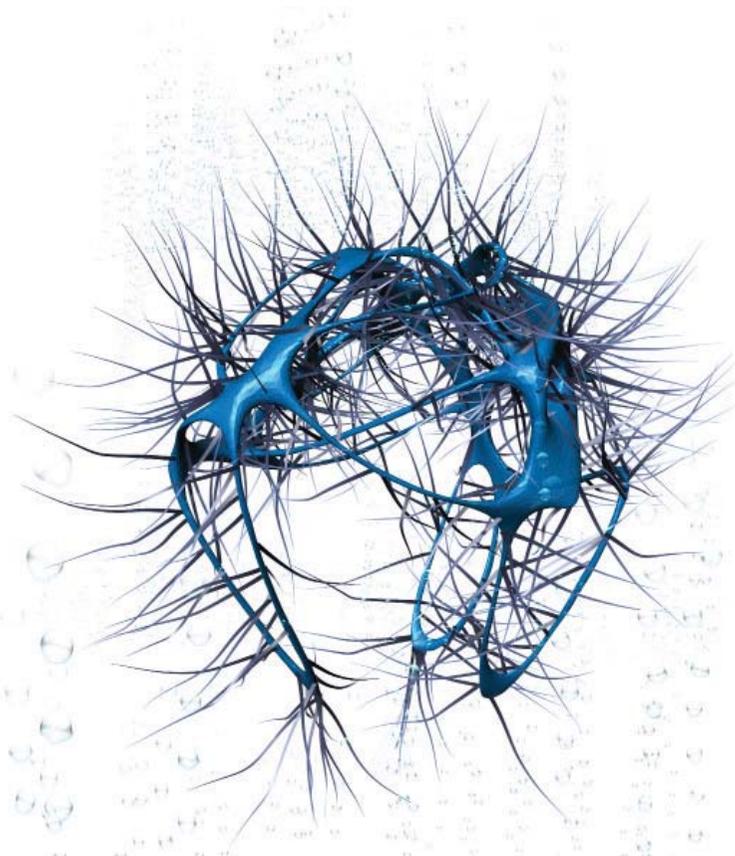
05



14

51

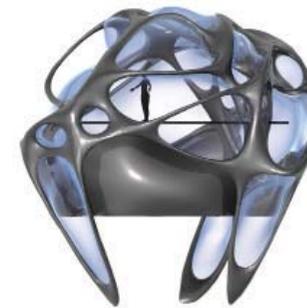
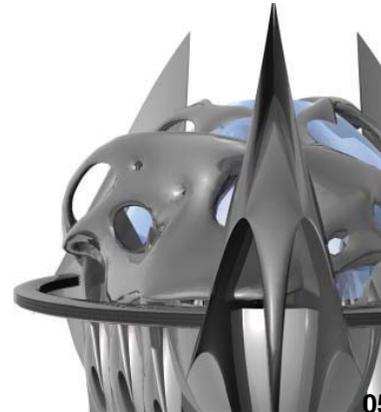
06.3 Entwicklung Entwurf



05

01

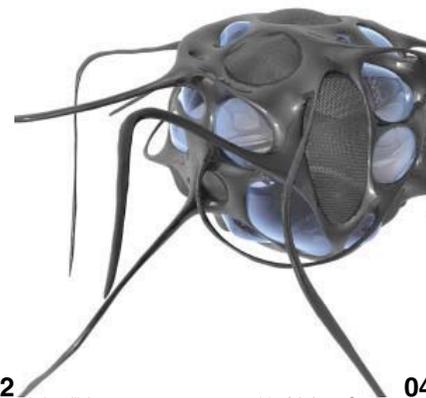
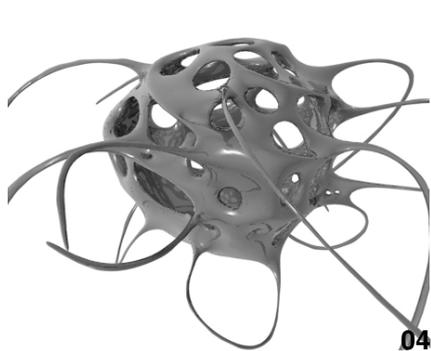
16



15

05

09



04

12

04

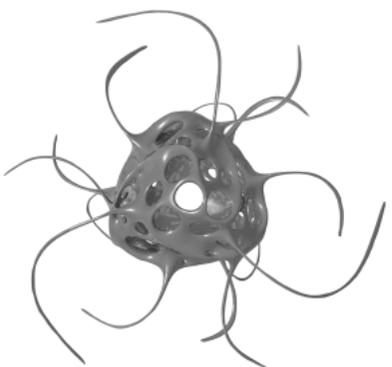
04

01_Libellenflügel visualisierung
02_offene Struktur
03_offene dynamische Struktur
04_Rotationsfähige Station
05_Station mit Energiegewinnung

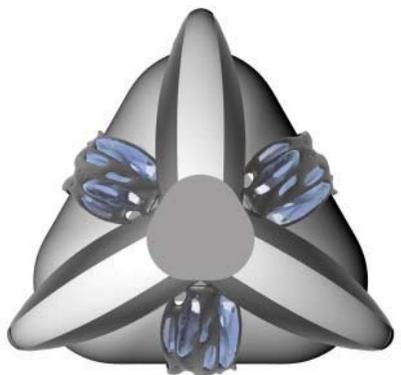
06_fahrbare Station
07_Körperentwicklung
08_bewegliche Struktur
09_geschlossene Station asymmetrisch
10_Kugelförmige Station

11_Knochenartige fixe, Station
12_Fixe Cell Station
13_öffenbare Station
14_Asymmetrische Station mit Armen
15_Offene Struktur mit Oberflächenstruktur

16_Rotationskörper
17_Talkbubble
18_semi geschlossene Station
19_geschlossene Struktur



04



18



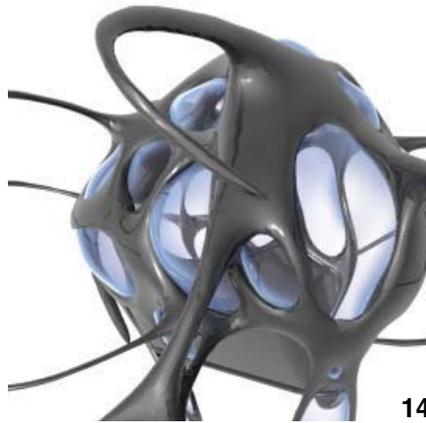
19



19



17



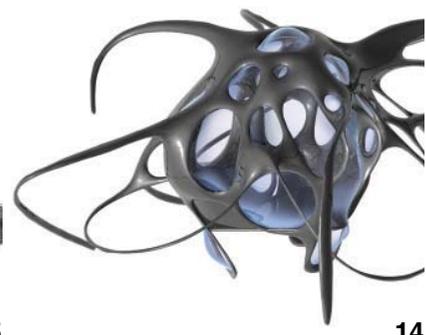
14



09



05



14



18

07_Entwurf

Die Station Liquidlabs wurde nach dem natürlichen Prinzip von Radiolarien entwickelt. Radiolarien haben unter extremen Bedingungen eine Skelettstruktur entwickelt, die sie gegen Druck extrem stabil macht.

Liquidlabs besitzt keinen aktiven Antrieb wie z.B. ein Uboot um sich so minimal-invasiv in der Umwelt zu integrieren. Zusätzlich wurde auf den Antrieb verzichtet um Störungen, z.B. durch Vibration, an Arbeitsgeräten zu vermeiden und das Forschungsfeld von Biologen nicht durch Umwelteinflüsse zu beeinträchtigen. Es sollen so verschiedenen Nutzer durch Liquidlabs angesprochen werden: Biologen, Archäologen, Astronauten, Akustikforscher, interessierte Privatpersonen und weitere.

Wenn eine Forschergruppe (bis max. 6 Personen) zu einer Mission aufbricht, wird der Landungspunkt per GPS ermittelt. Je nach Missionsziel werden die Plugs (Geräte an der Station) ausgewählt, sollte hier im Laufe der Mission weitere benötigt werden, können diese problemlos per Schiff angeliefert und unter Wasser nachträglich montiert werden.

Die Station wird per „Moonpool“ Schiff oder Lastenzepellin angeliefert. Per Sonar wird daraufhin der Landungsgrund und dessen Beschaffenheit analysiert. Je nach Beschaffenheit des Untergrunds (sedimentös) werden noch Vakuumenteller an der Standkonstruktion befestigt.

Die Besatzung kann nun die Station betreten und im Kontrollraum Platz nehmen. Durch den Kontakt mit Wasser werden durch Sensorik die Drehlamellen im unteren Bereich geöffnet und die Station langsam geflutet. Dadurch beginnt die langsame Rotation nach unten. Für diesen Prozess ist eine gleichmäßige Lastverteilung wichtig und muss beim Beladen der Station beachtet werden. Die Hüllkonstruktion ist doppelwandig ausgeführt. Die Hülle kann prinzipiell mitgefutet werden (z.B. bei zu geringer Last), sollte allerdings nur zur Kühlung mit Tiefenwasser eingesetzt werden.

Während des Herunterschraubens steigt der Innendruck äquivalent zur Tiefe. Die Station wurde rotierend konzipiert um so eine höhere Stabilität im Wasser zu erreichen und sie unempfindlich gegen Seitenströmungen zu machen, zusätzlich kommt es durch die Bewegung zu Energiegewinn. Die Rotationsgeschwindigkeit wird durch die Flutung reguliert.

Sobald die Station am Grund angelangt ist wird sie, (je nach Beschaffenheit des Untergrunds) mit Sandheringen oder den Vakuumentellern verankert. Um einen un-

regelmäßigen Untergrund auszugleichen wurden die Standbeine gelenkig konzipiert.

Wenn die Station verankert ist, erreicht auch der Innendruck das geforderte Maß. Die Schleuse kann daraufhin geöffnet werden und die Besatzung mit der Arbeit beginnen.

Die Ausrüstung befindet sich im Nassbereich und Teambesprechungen sind im Kontrollraum oder im Wohnbereich möglich.

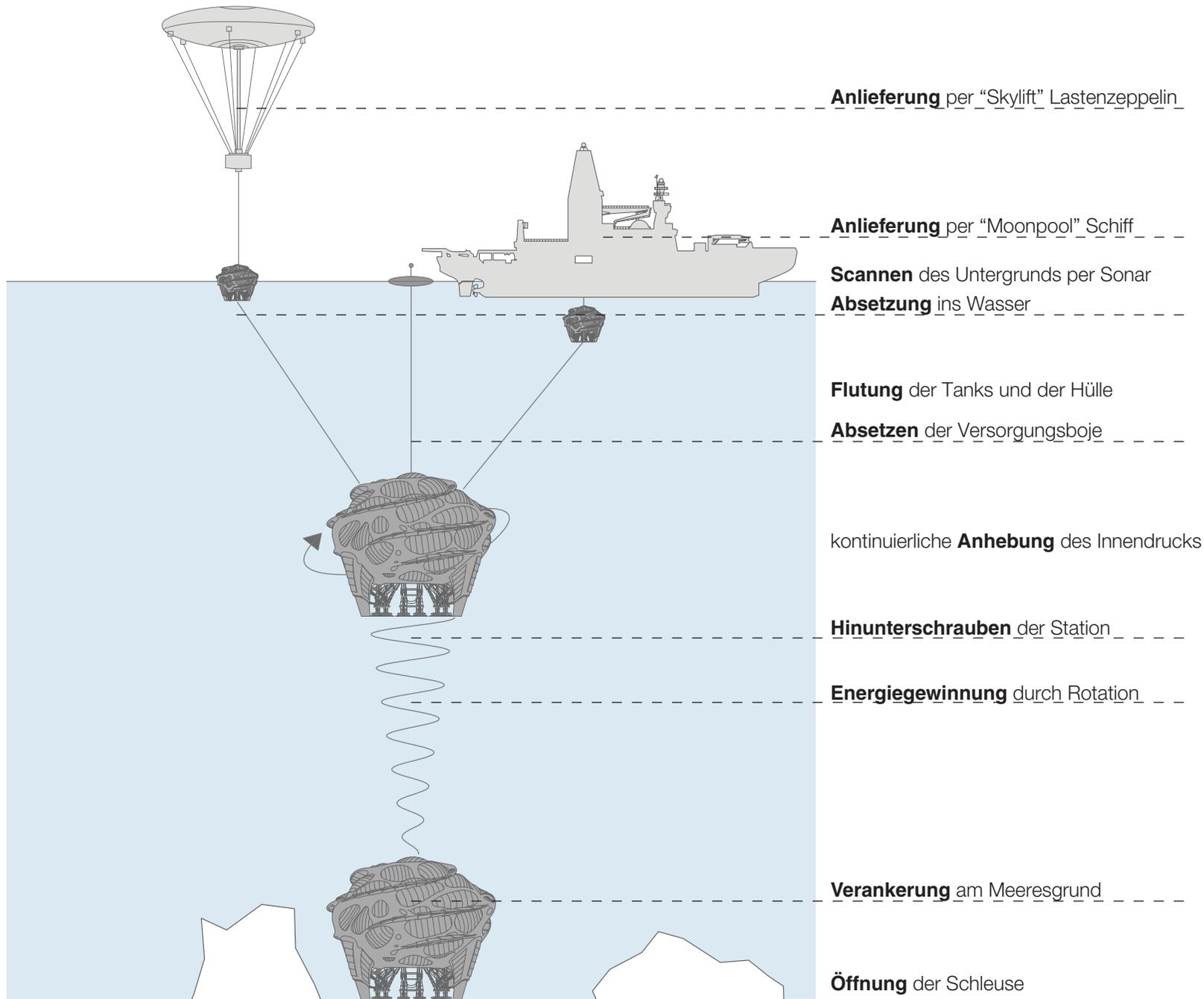
Werden Arbeiten im Außenbereich erledigt helfen die „robotik arms“ bei der Erledigung. Diese Arme können mit diversen Arbeitsgeräten bestückt werden und ein Auswechseln ist durch Manschetten auch unter Wasser möglich. Nach einem Arbeitstauchgang hilft ein Stausystem in Form eines Robotergreifarms beim Heben und Verstauen der Fundstücke.

Ist die Arbeit abgeschlossen, hat die Besatzung die Möglichkeit die Schlafkojen zu benutzen, die so konzipiert sind, dass jedes Besatzungsmitglied die maximale Privatsphäre erhält um so Konfliktsituationen vorzubeugen. Oder man geht zur Teambesprechung in den Kontrollbereich oder Wohnbereich. Unterhaltungsmöglichkeiten in Form von Internet/Fernsehempfang werden durch eine Versorgungsboje gewährleistet.

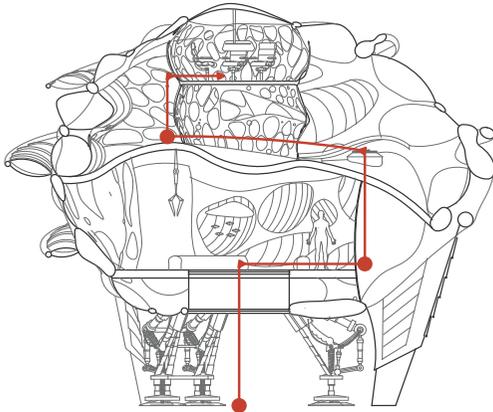
In der Station werden Luft und Süßwasser mitgeführt. Überschreitet die Besatzung die vorgesehene Missionsdauer und somit die Ressourcen, kann man mittels dieser Boje weitere Ressourcen zuführen. Süßwasser kann zusätzlich durch eine Osmoseanlage gewonnen werden.

Ist die Mission abgeschlossen kann die Besatzung sich entscheiden ob sie unter Wasser oder an Land an einem Dock dekomprimieren will. Unter Wasser besteht die Möglichkeit mittels ROV noch weiter zu forschen und Forschungsergebnisse einzuarbeiten. Der Innendruck wird während dieser Phase langsam zurückgedreht. Die Dauer der Phase hängt vom Sättigungsgrad der Besatzung ab und kann von einigen Tagen bis zu mehreren Wochen dauern.

Ist dieser Prozess abgeschlossen, werden die Hülle und die Flutungstanks wieder entflutet und die Station schraubt sich langsam nach oben. An der Oberfläche wird die Station wieder von einem Schiff oder Zeppelin abgeholt.



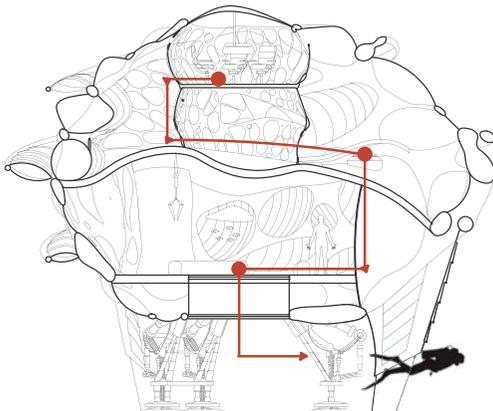
07.2_Besatzungsschema



An Land betritt die Besatzung die Station über eine Leiter durch die untere Schleuse. Daraufhin begeben sich die Personen in den Kontrollraum um das Absinken kontrolliert zu beginnen. Die Schleusen werden geschlossen und die Flutung eingeleitet.

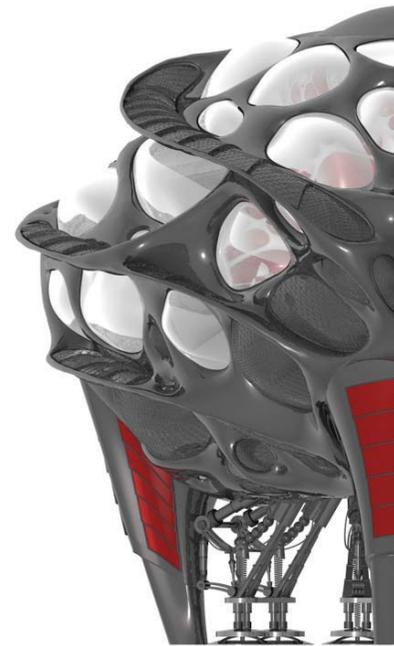


Der Kontrollraum bietet Platz für 6 Personen. Die Konsole in der der Mitte verfügt über 6 Einzelmonitore und Steuerungselemente. Die Konsole kann bei Bedarf durch eine Hydraulik nach oben gezogen werden. Der Raum kann ebenfalls zur barrierefreien Kommunikation genutzt werden.



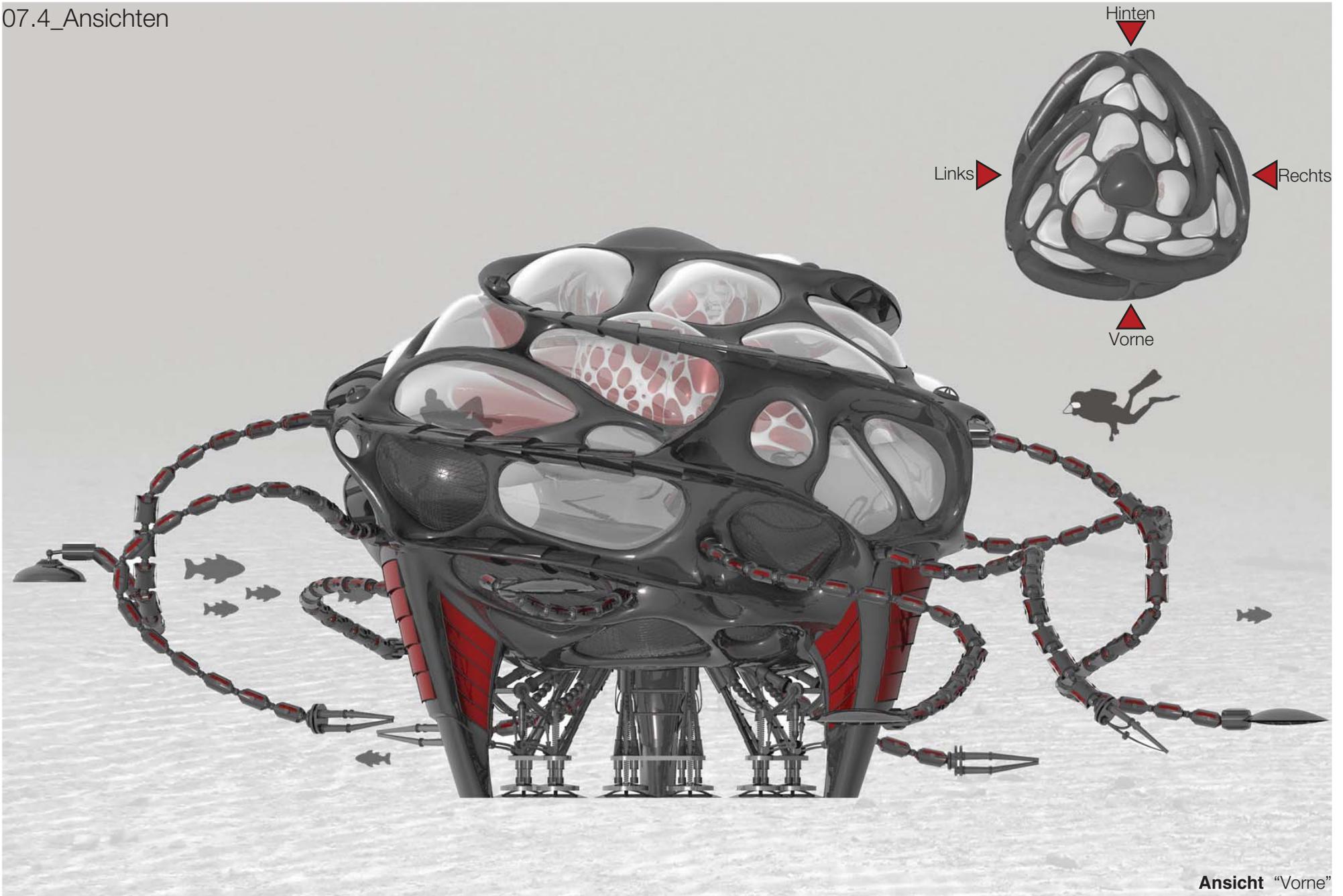
Unter Wasser kann der Kontrollraum verlassen werden und die Besatzung kann erste Taucharbeiten erledigen. Der Innendruck der Station hat sein Niveau erreicht und die Schleusen können geöffnet werden.

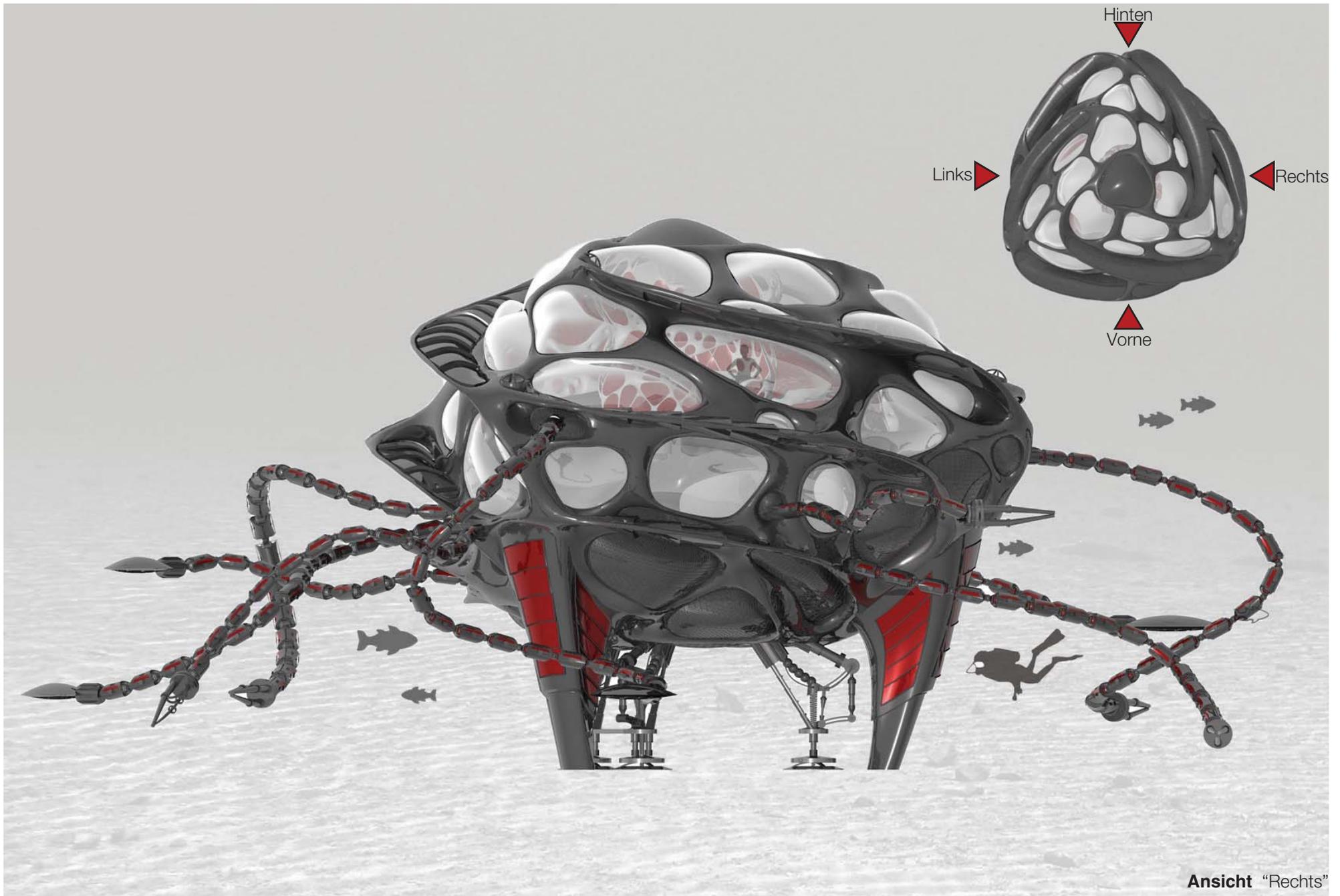
07.3_Technische Daten

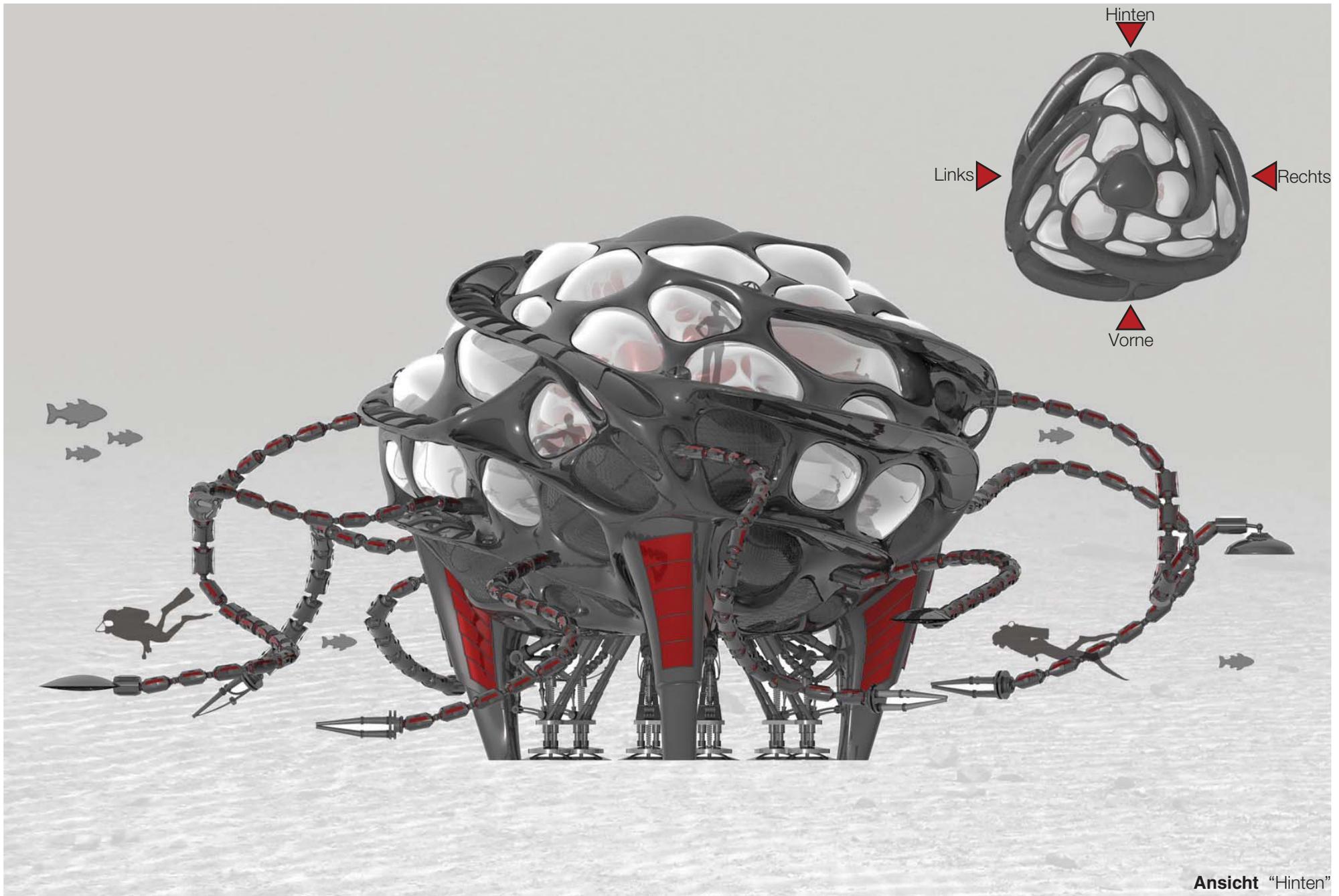


Name: liquidlabs
Prinzip: Überdruckstation
Besatzung: 6 Personen
Tauchtiefe: bis 60m
Tauchzeit: variabel
Innendruck: 1-7 bar
Luft: bis 20 m Druckluft, ab 30m Trimix
Gewicht: ca. 450 t
Höhe: 11,60 m
max. Seitenlänge: 14 m
Gesamtvolumen: 498 m³
Öffnungsflächen: 150 m²
max. Flutungsvolumen: 112 m³
Süßwasserspeicher: 24 m³
Abwasserspeicher: 12 m³
Energiegewinnung: ca. 25 kW
Plugs: bis zu 10 stück
Kontrollraum: 7,6 m²
Wohnfläche: 97,77 m²
Naßraum: 45,75 m²
Technikraum: 42,2 m²

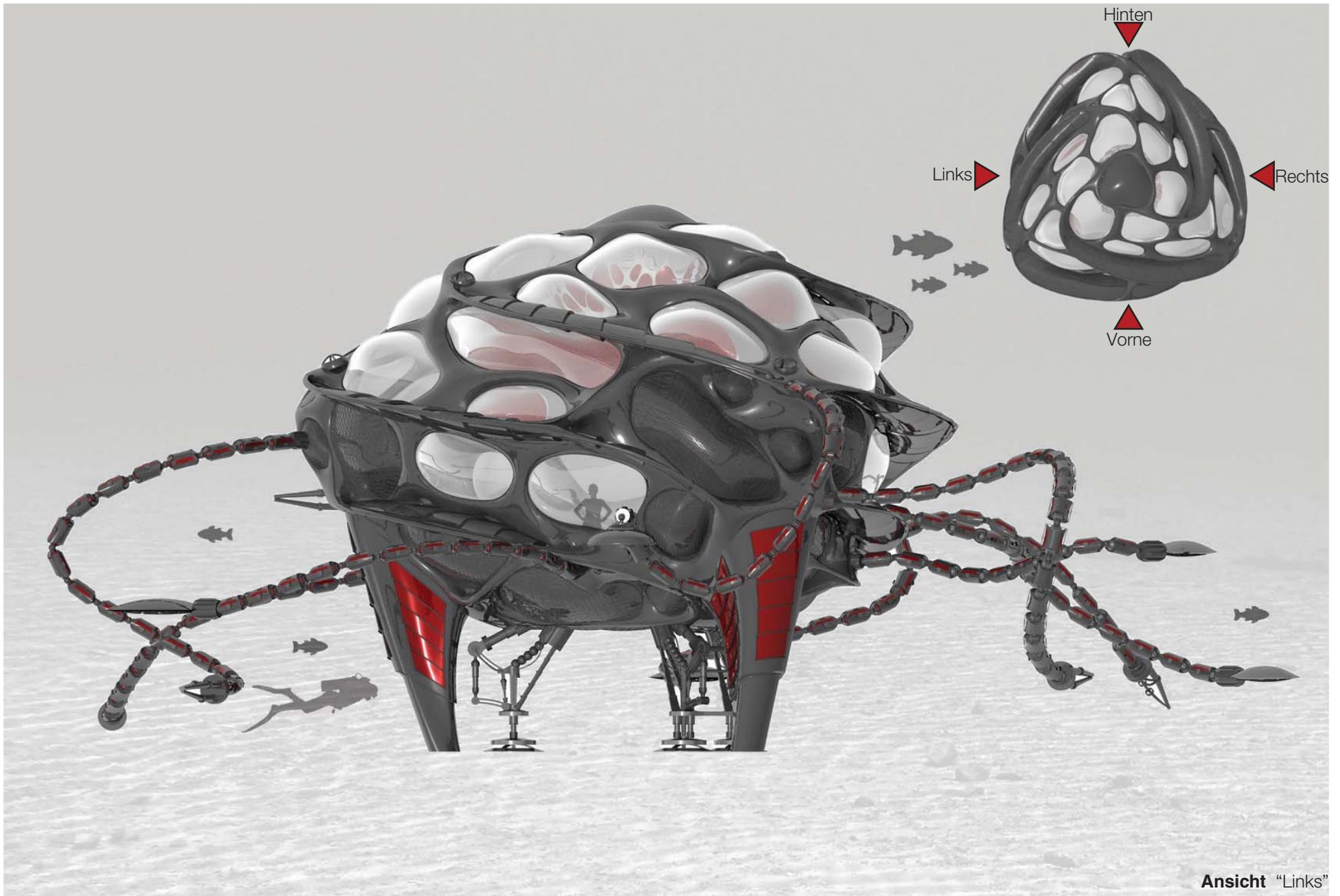
07.4_Ansichten



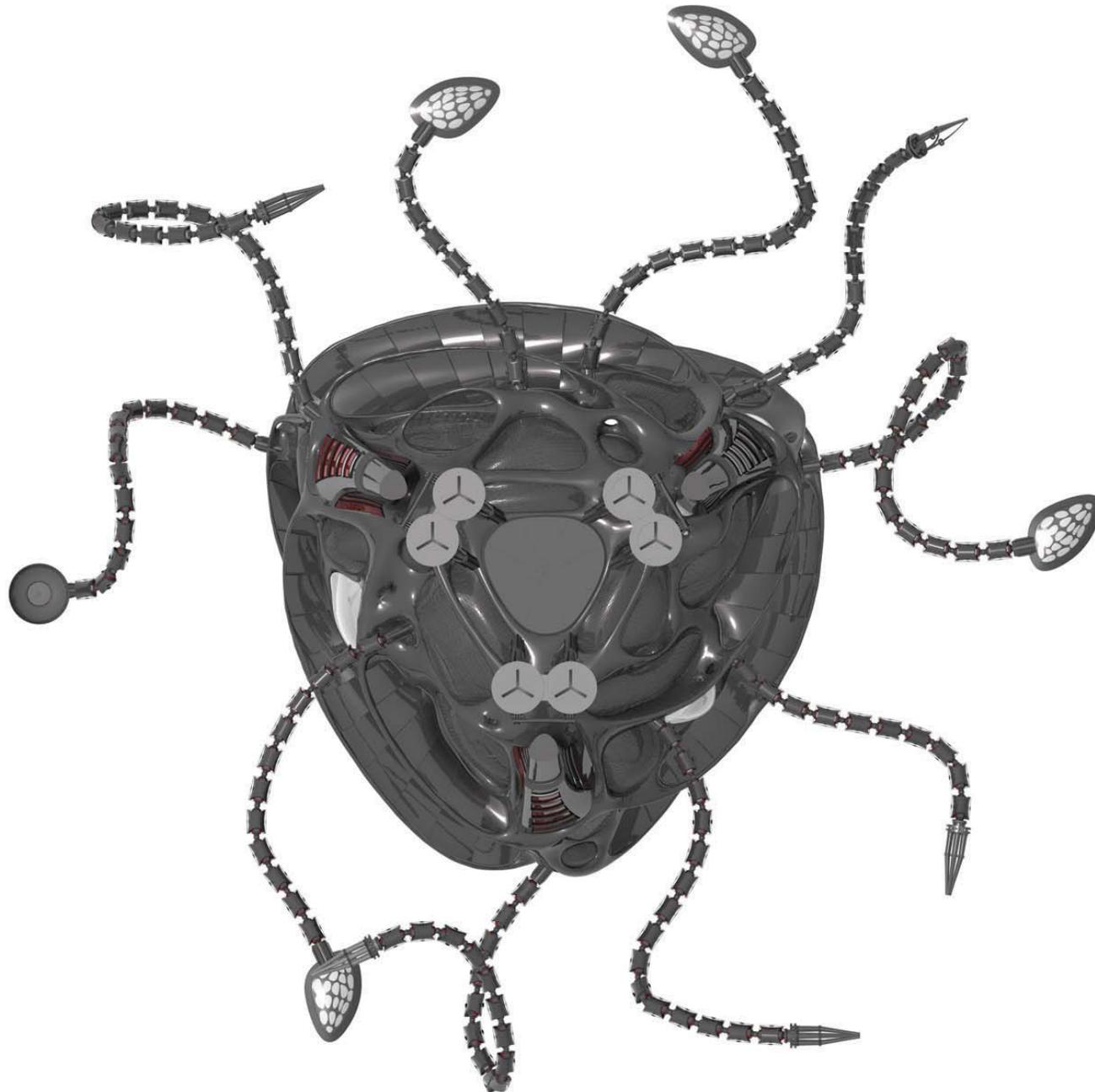




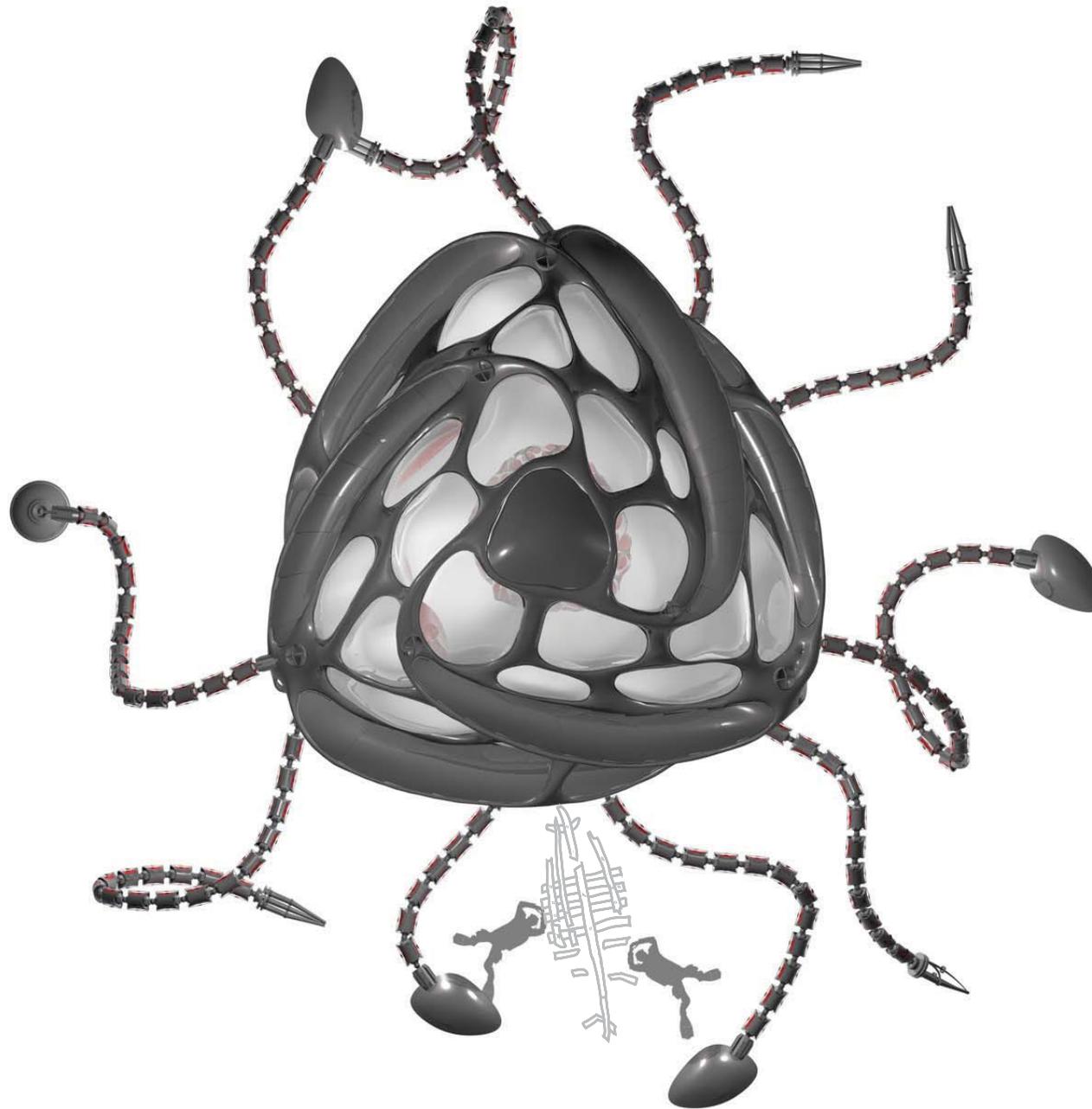
Ansicht "Hinten"



Ansicht "Links"



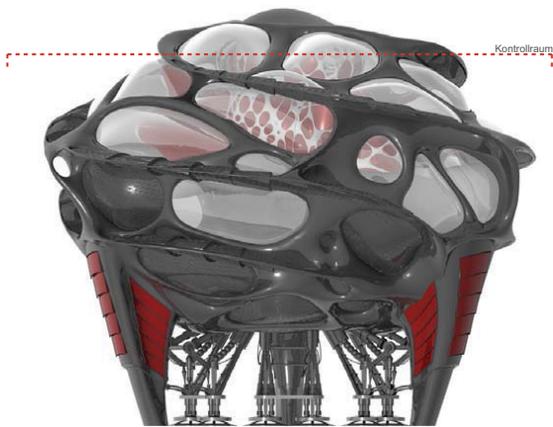
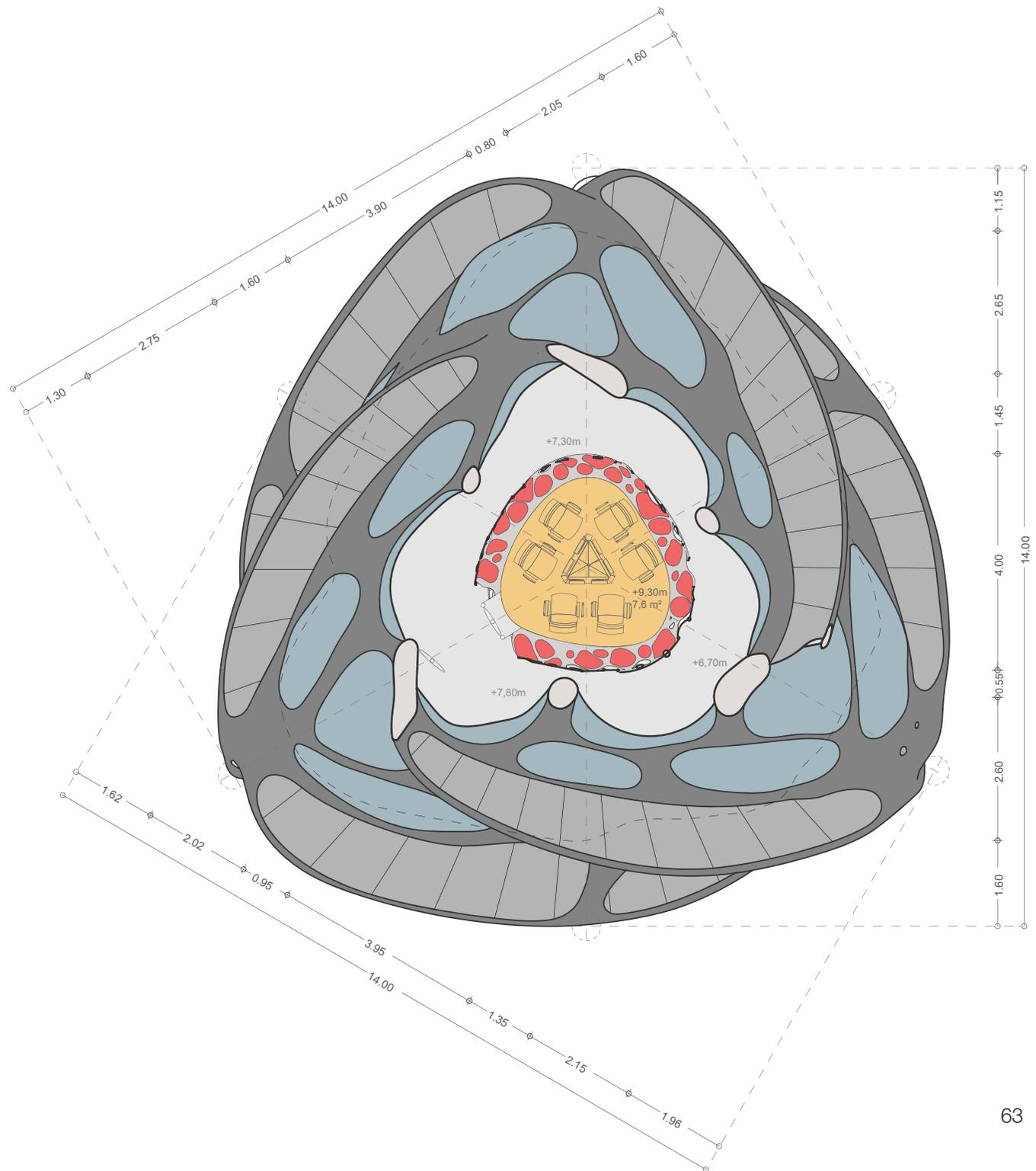
Ansicht "Unten"



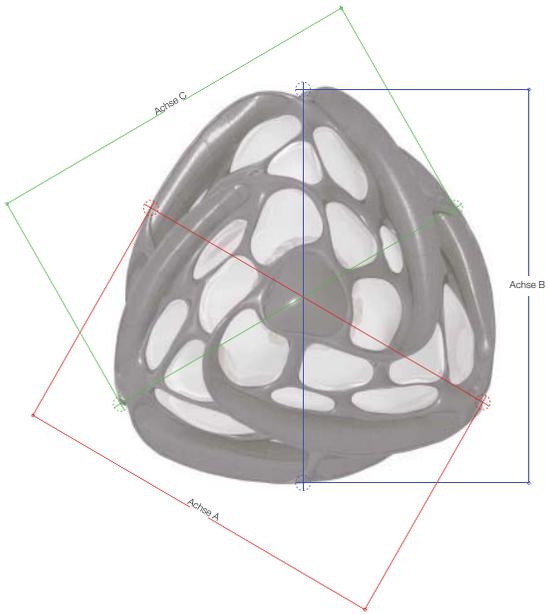
Ansicht "Oben"

07.5_ Grundrisse

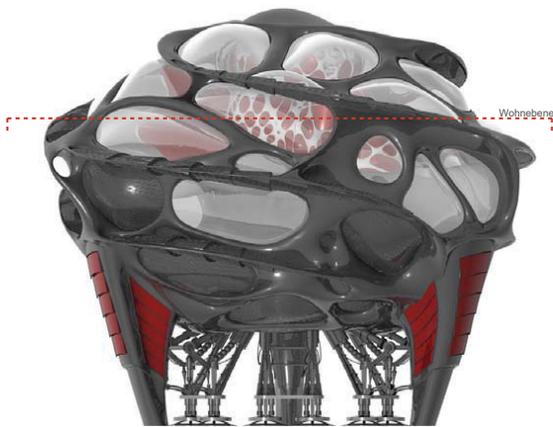
- Hüllstruktur
- Öffnungsflächen
- Seitenflächen
- Schnittflächen
- Boden
- Stauraum
- Schlafkojen
- Wohnflächen
- Innenwände
- Leuchtfolien
- Schleuse
- Ebene
- Technik
- Kontrollraum
- Flutungstanks
- Süßwasser



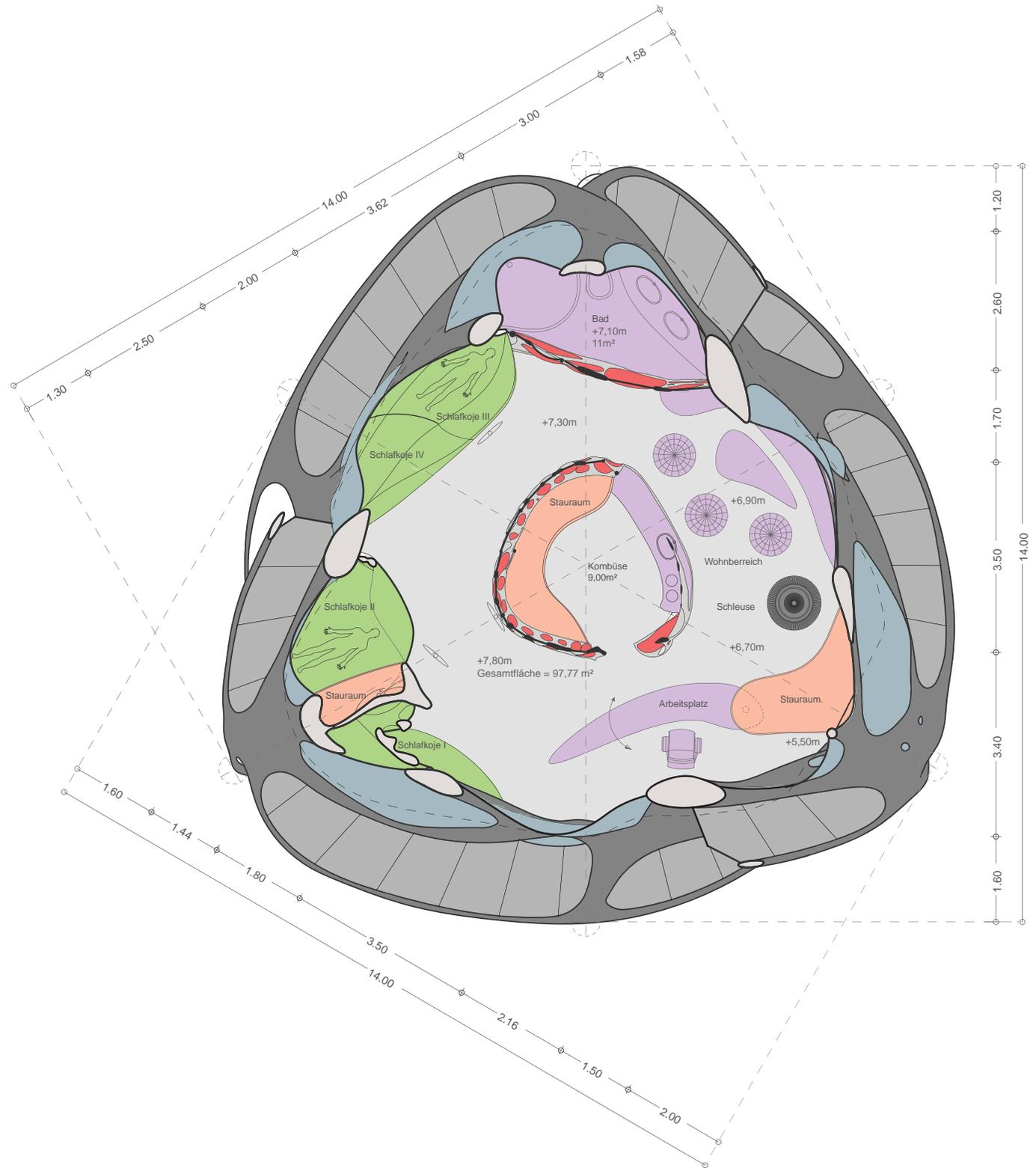
Grundriss Kontrollebene +10,20m



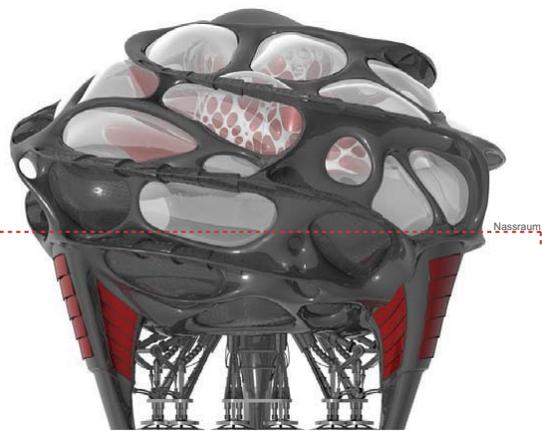
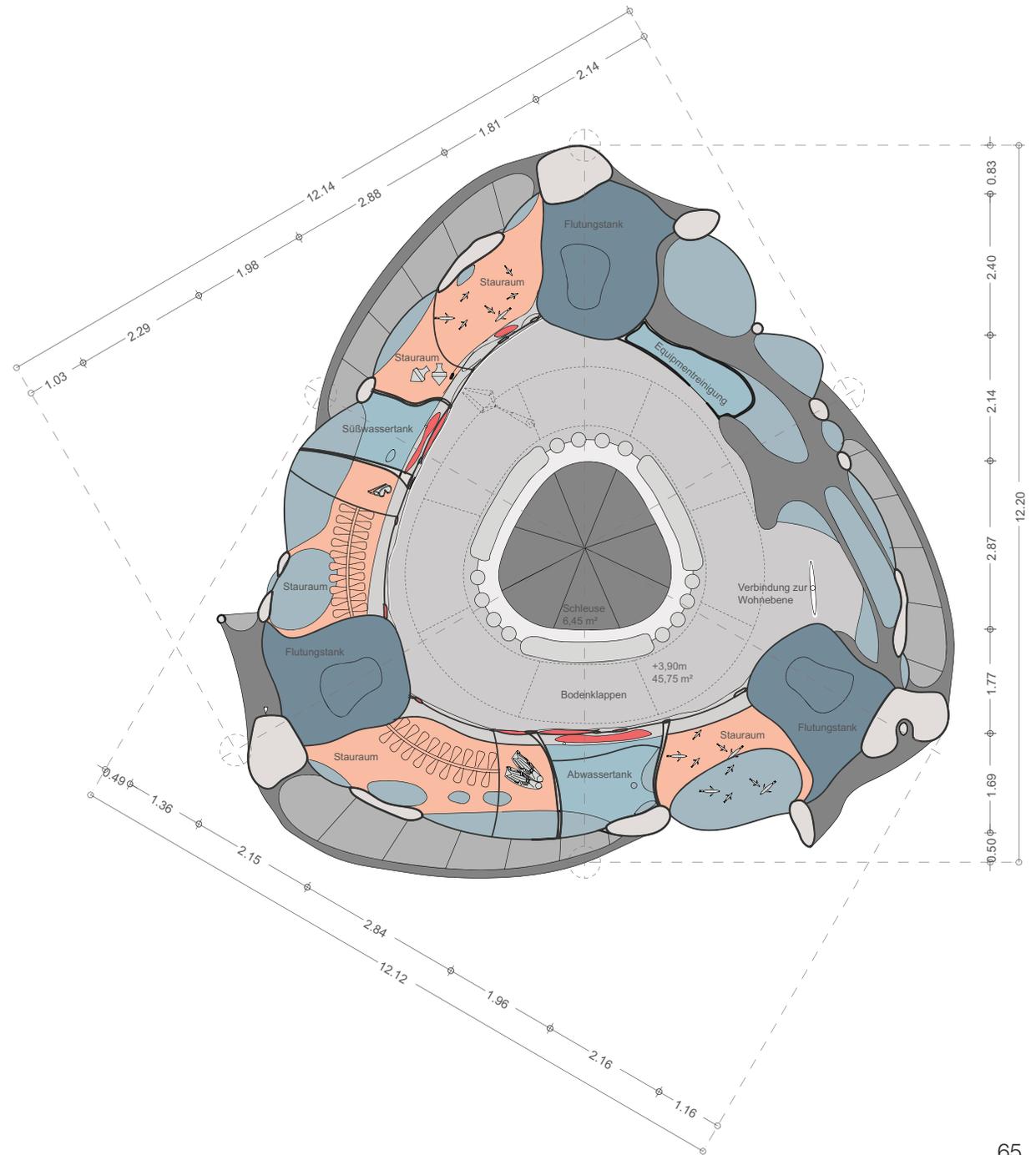
Achseinmaß



Grundriss Wohnebene +8,80m



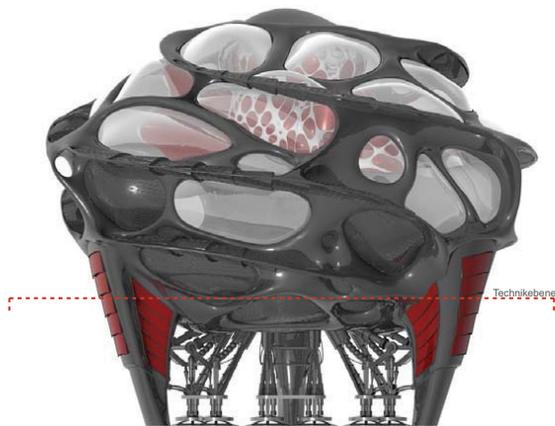
- Hüllstruktur
- Öffnungsflächen
- Seitenflächen
- Schnittflächen
- Boden
- Stauraum
- Schlafkojen
- Wohnflächen
- Innenwände
- Leuchtfolien
- Schleuse
- Technikebene
- Kontrollraum
- Flutungstanks
- Süßwasser



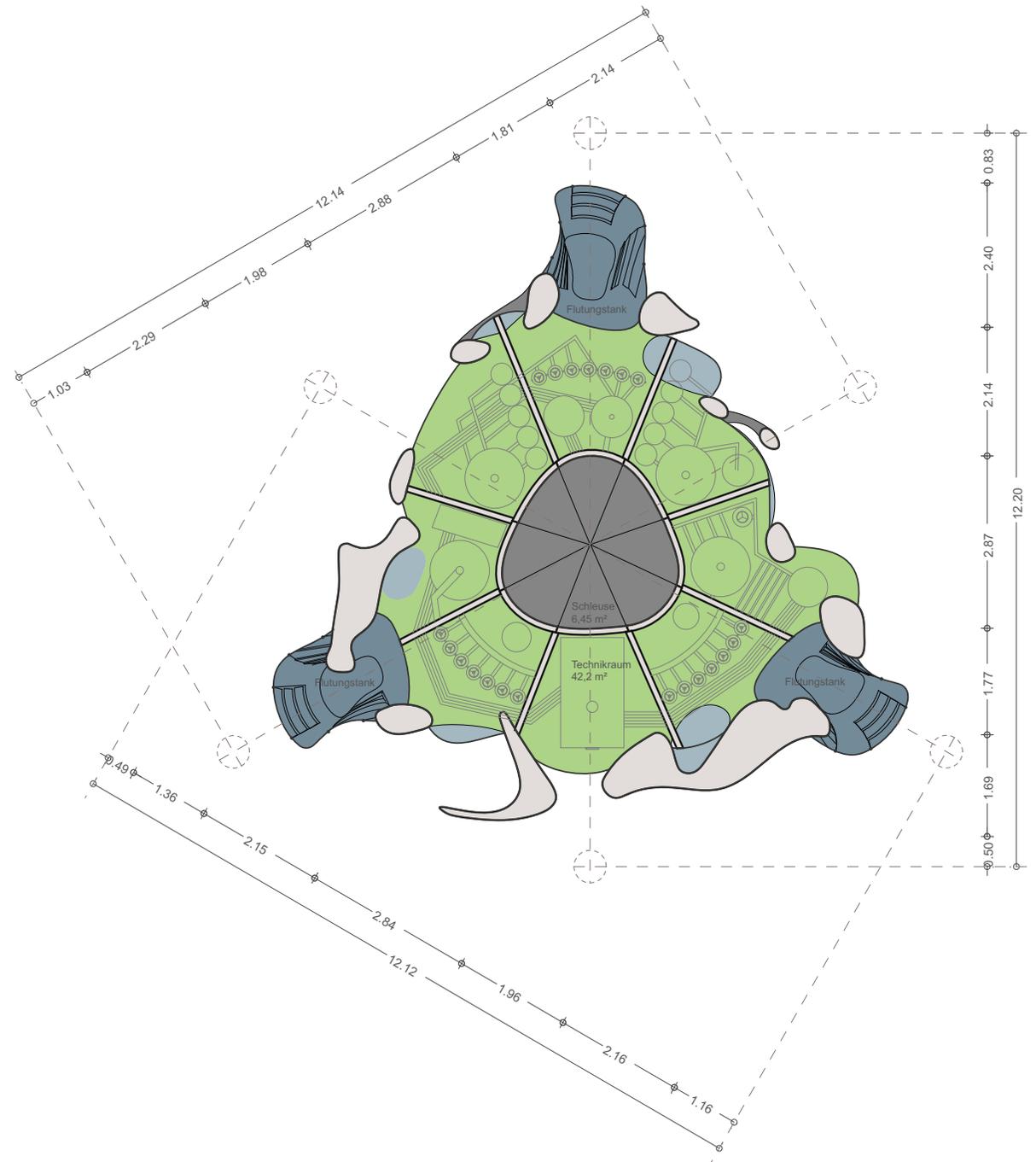
Grundriss Nassraum +5,50m

Raum für:

- Luftaufbereitung
- Lufttanks
- Wasseraufbereitung
- Salzwasserentsalzungsanlage
- Energieaggregate
- Pumpen
- Abwasseranlage
- Notaggregat
- Notausstieg
- Wärmetauscher

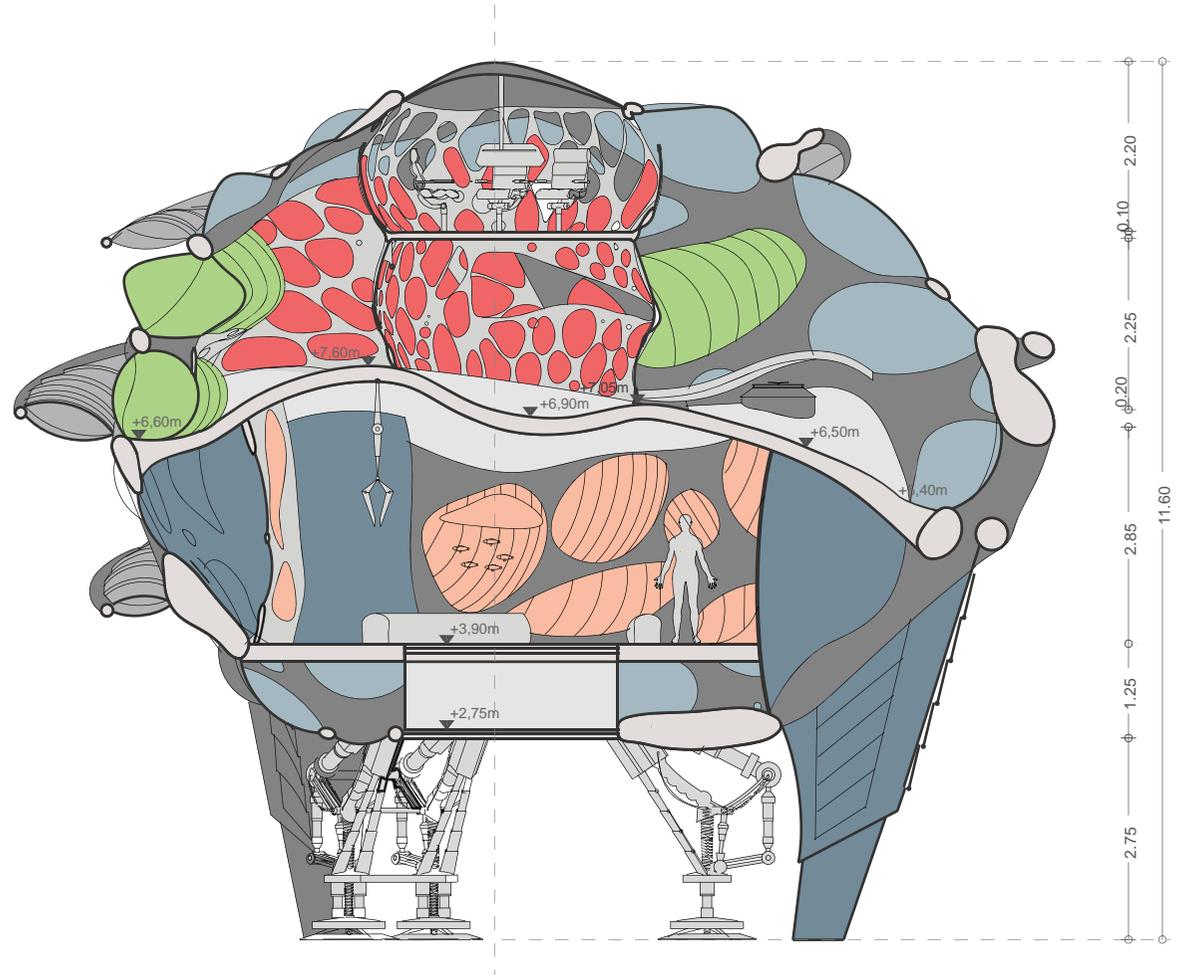
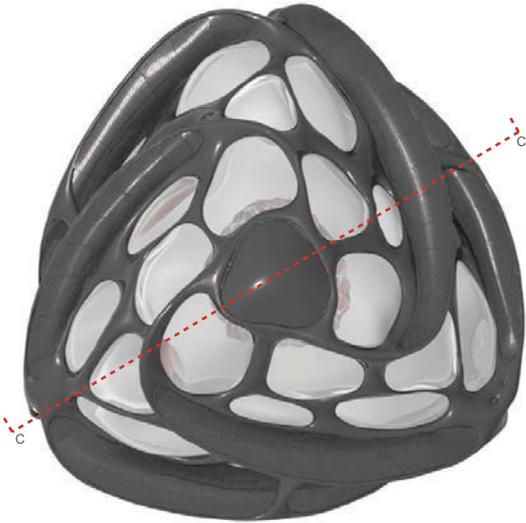


Grundriss Technikebene +3,60m

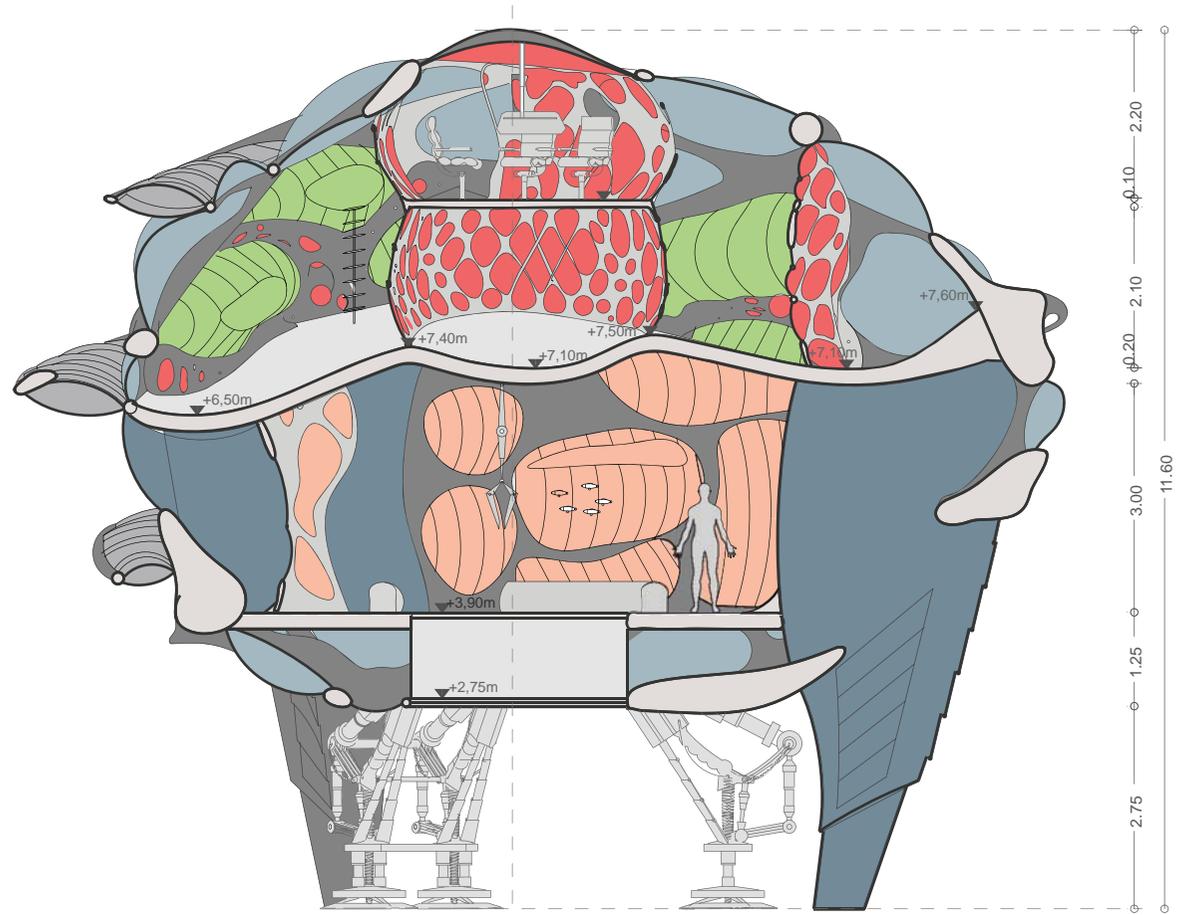
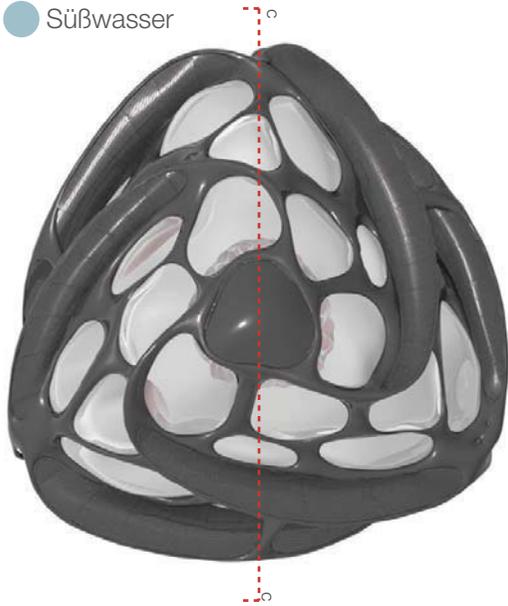


07.6_ Schnitte

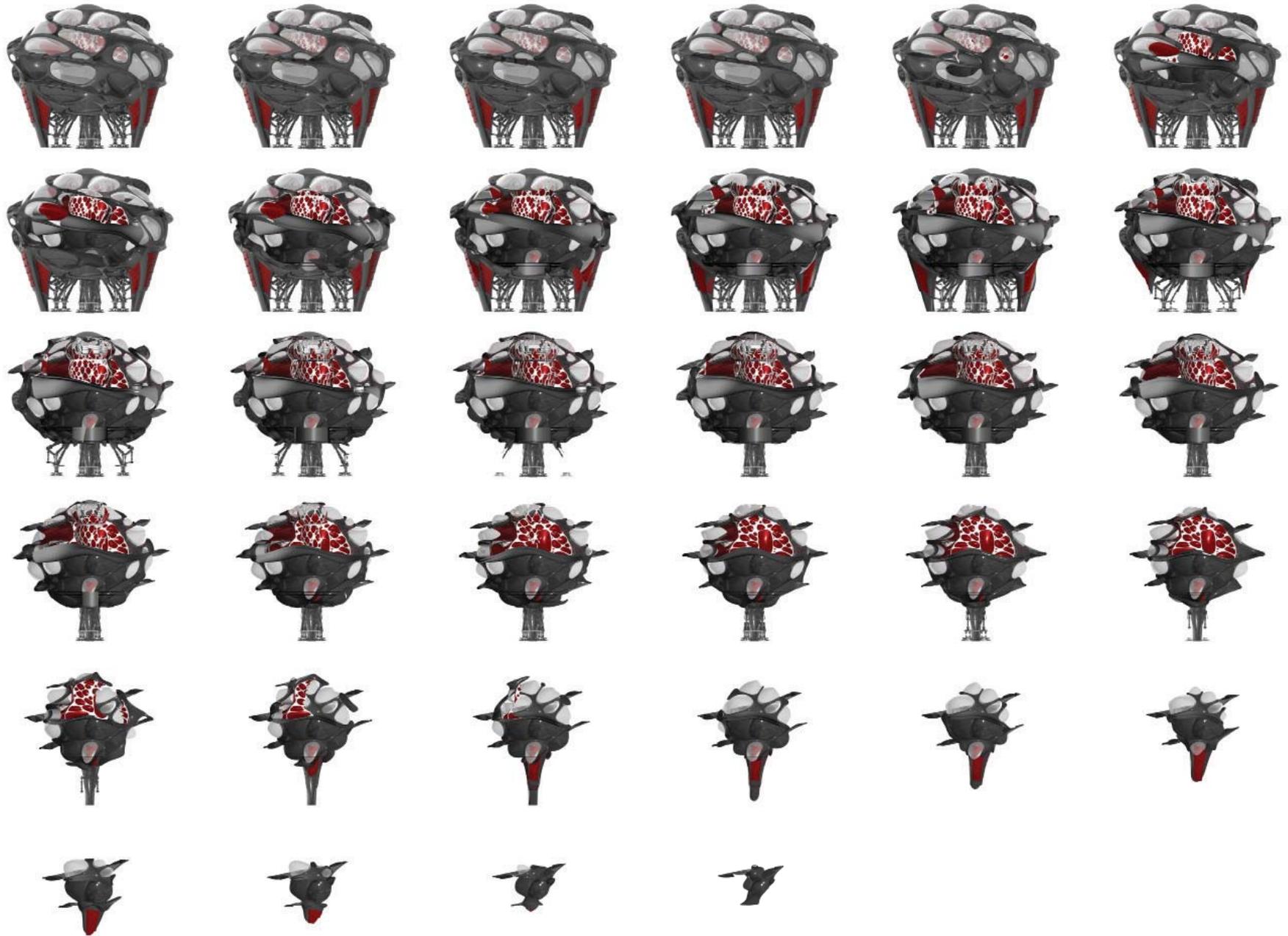
- Hüllstruktur
- Öffnungsflächen
- Seitenflächen
- Schnittflächen
- Boden
- Stauraum
- Schlafkojen
- Wohnflächen
- Innenwände
- Leuchtfolien
- Schleuse
- Ebene
- Technik
- Kontrollraum
- Flutungstanks
- Süßwasser



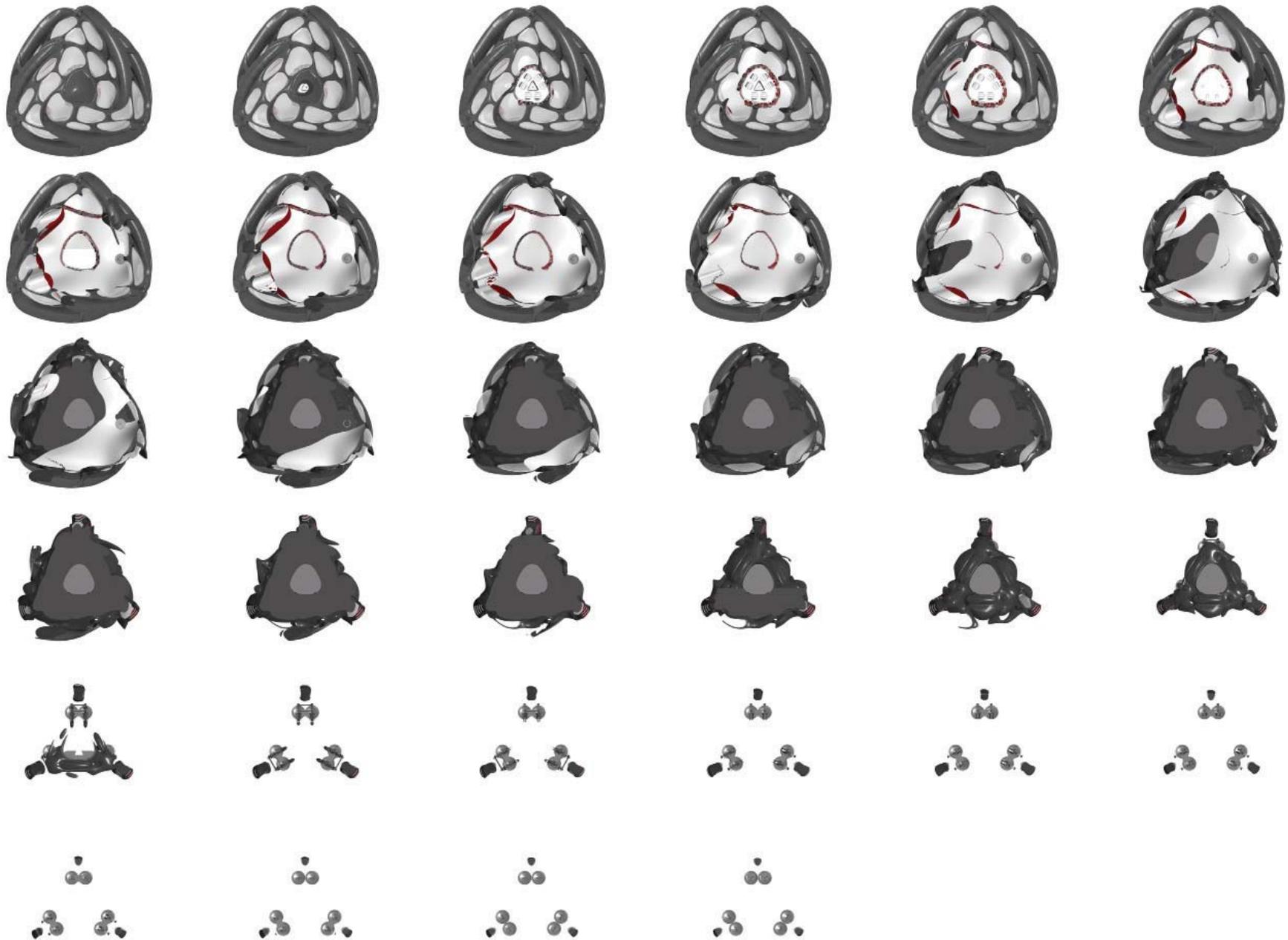
- Hüllstruktur
- Öffnungsflächen
- Seitenflächen
- Schnittflächen
- Boden
- Stauraum
- Schlafkojen
- Wohnflächen
- Innenwände
- Leuchtfolien
- Schleuse
- Ebene
- Technik
- Kontrollraum
- Flutungstanks
- Süßwasser



Schnitt Achse C



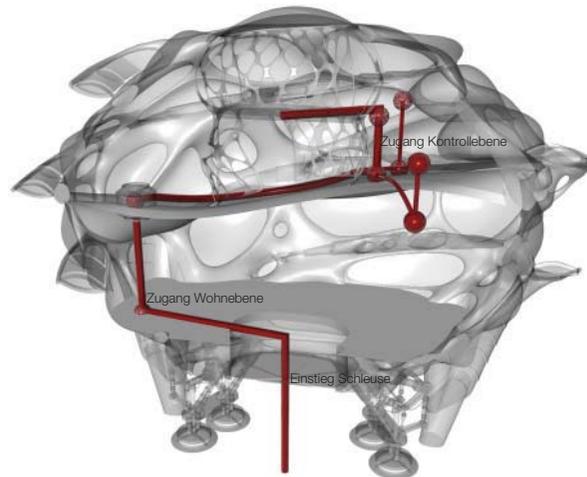
Schnittabwicklung von vorne nach hinten



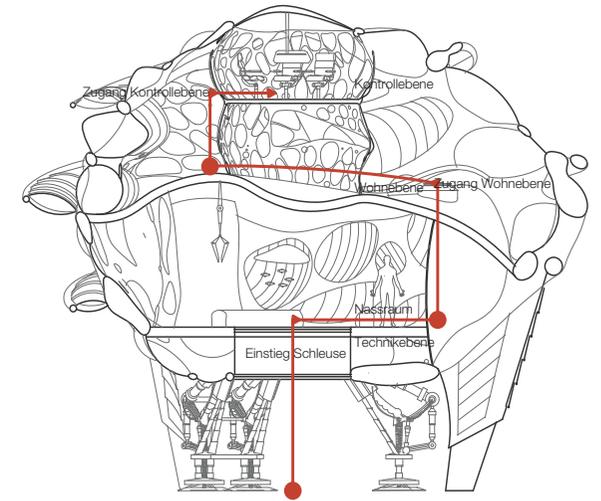
Schnittabwicklung von oben nach unten

07.7_ Erschließungsdiagramm

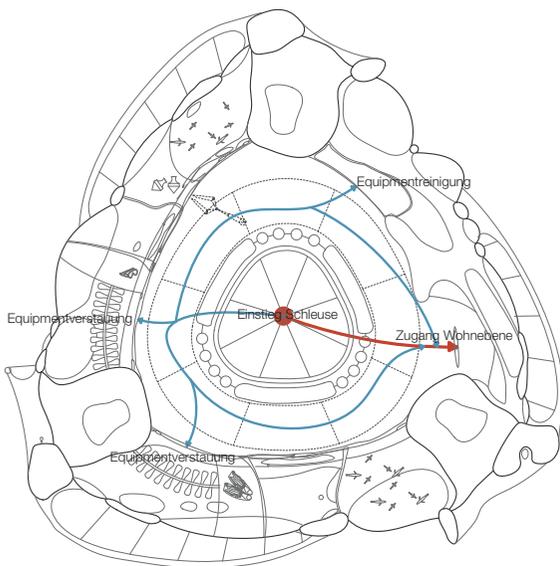
- **Erschließung Hauptwege**
- **Erschließung Nebenwege**



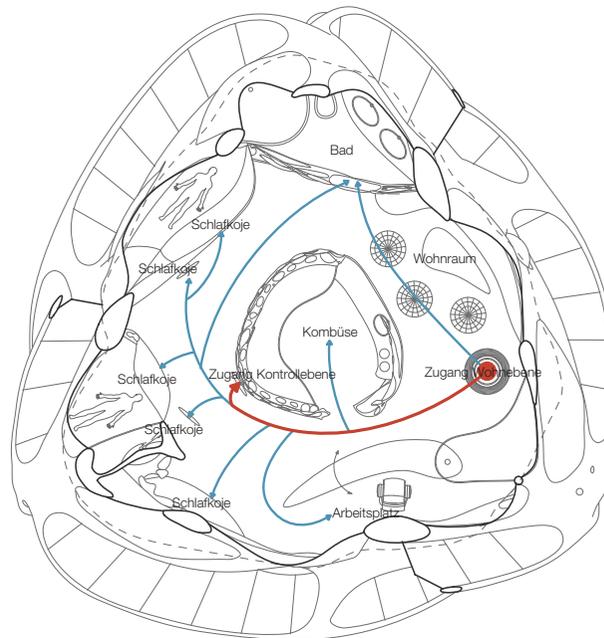
Erschließung Perspektive



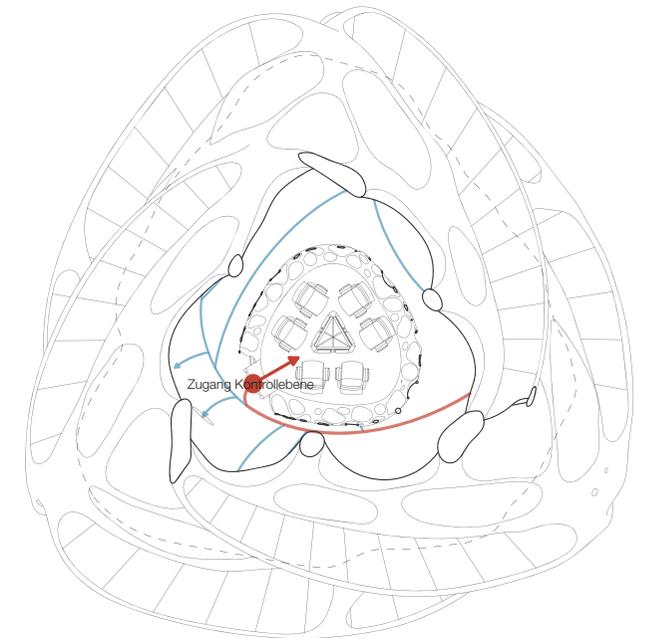
Erschließung Vertikal



Erschließung Nassraum

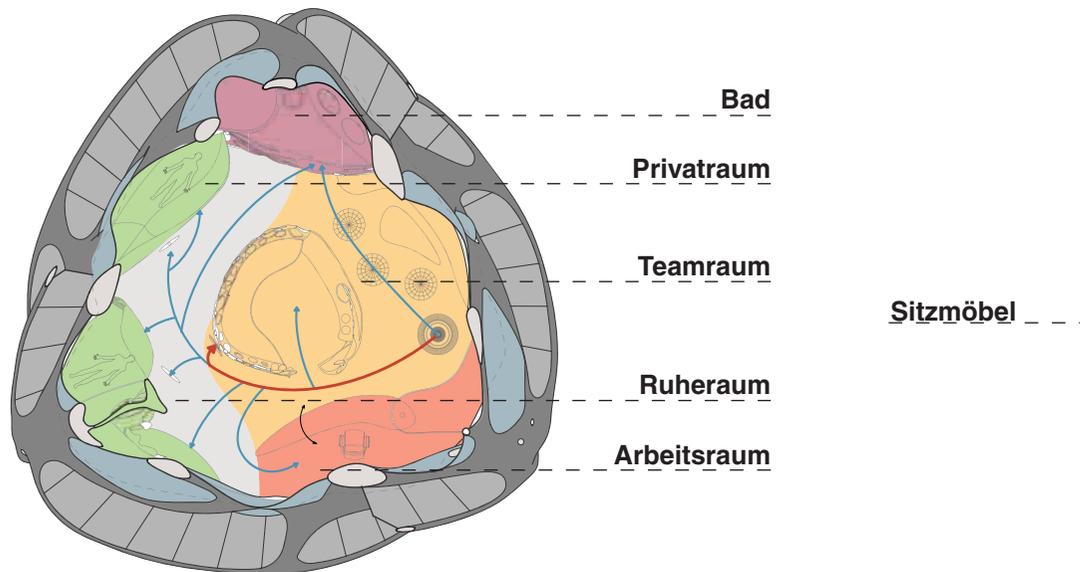


Erschließung Wohnebene



Erschließung Kontrollraum

07.8_Innenraum



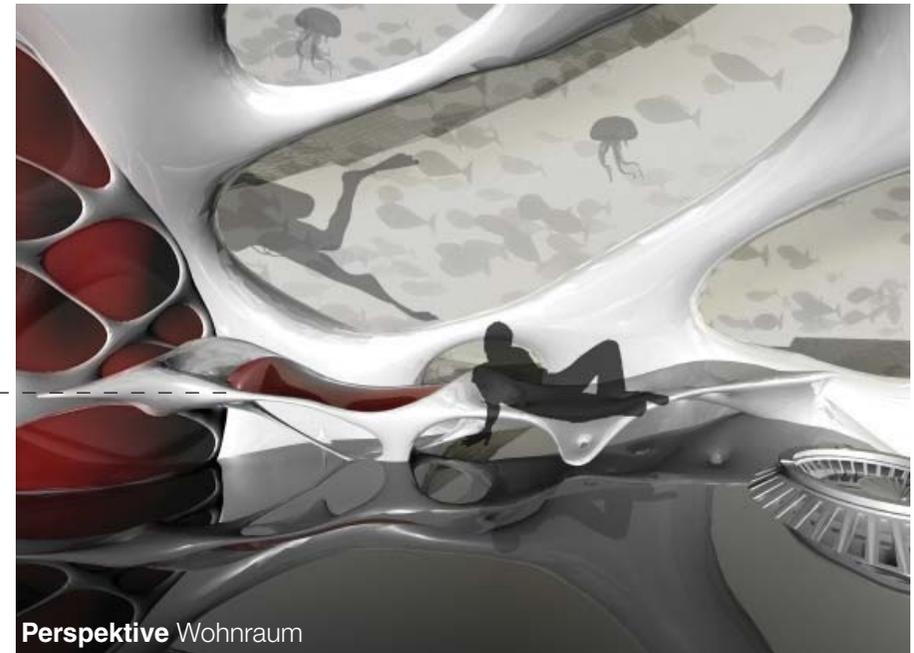
Bad , im Bad sorgen großzügige Fensterflächen für einen aussergewöhnlichen Ausblick. Zur Wahrung der Intimsphäre, für den Fall das ein Teil des Teams sich im Außenbereich befindet sind diese Gläser abtönbar.

Privatraum , abgeschlossene Schlafkojen ermöglichen der Besatzung einen privaten Rückzugsraum um Konfliktsituationen zu vermeiden. Die Kojen sind mit persönlichen Stauraum und Unterhaltungsmöglichkeiten ausgestattet, ebenfalls hat jede Koje einen Bezug zum Außenraum. Es gibt 4 Einzelkojen und 1 Koje mit absenkbarer Trennwand.

Teamraum zu dem gemeinschaftlich genutzten Flächen gehören das Bad, der Wohnraum, die Kombüse und der Kontrollraum. Die Kombüse ist minimal ausgestattet da frische Nahrungsmittel nur am Anfang genutzt werden können. Der Wohnraum dient zur Teambesprechung oder Unterhaltung. Die hängenden Sitzmöbel können an die Decke gezogen werden um so Platz zu schaffen für Bewegung oder Erprobung von Arbeitsschritten.

Ruheraum die Ruhezone trennt den Wohnraum von den privaten Räumen , diese Zone soll gewährleisten das die Störung der privaten Räume so gering wie Möglich ausfällt da die Arbeit unter Wasser sehr fordernd ist und Ausgeruhtheit ein wichtiges Sicherheitskriterium ist.

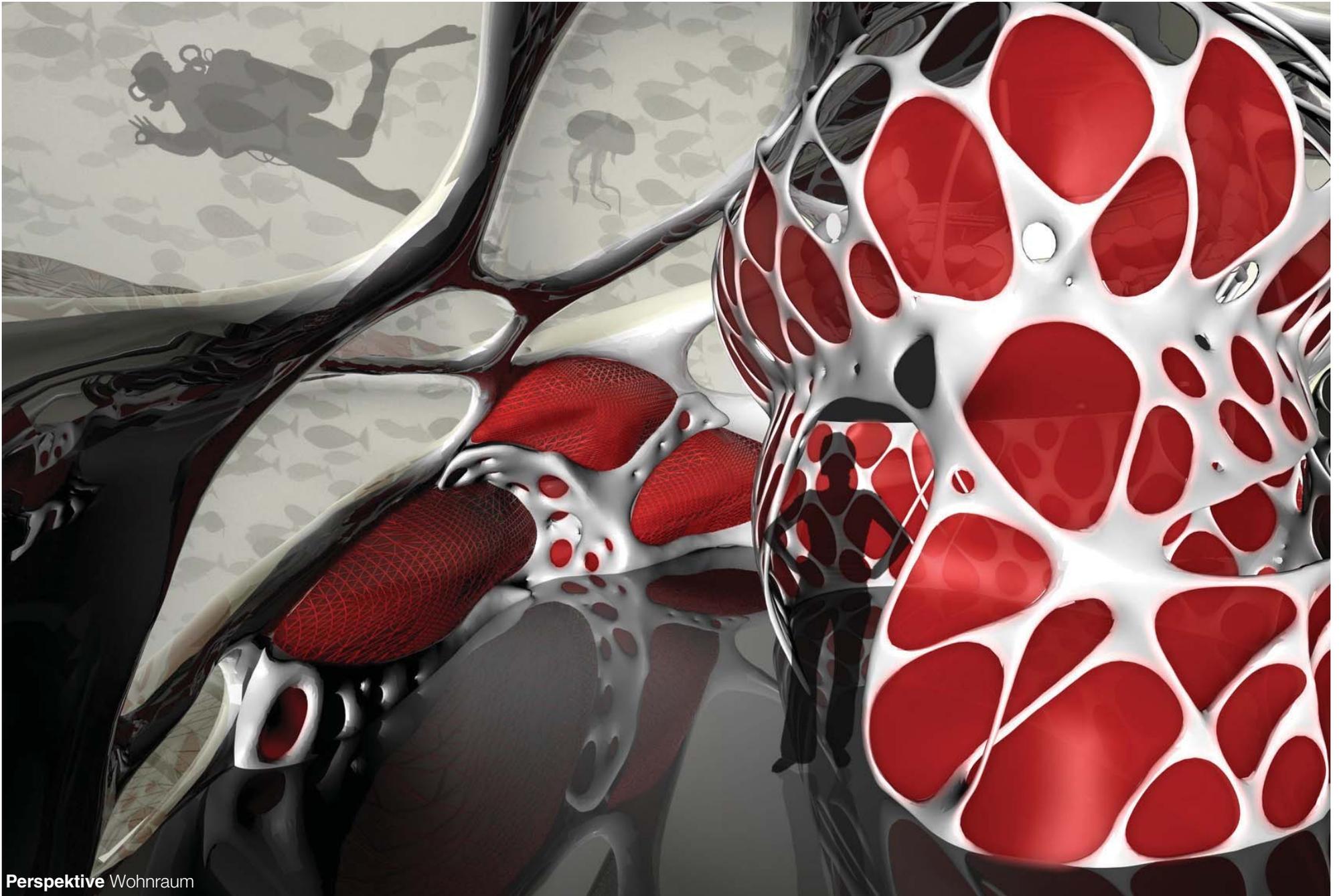
Arbeitsraum der Arbeitsbereich gliedert sich in einerseits Stauraum für zb. zu analysierende Fundstücke und Arbeitsgeräte und einem Arbeitstisch für ca. 2 Personen. Um mehr Platz zu schaffen ist die Platte justierbar und lässt sich in Richtung Außenhülle schieben.

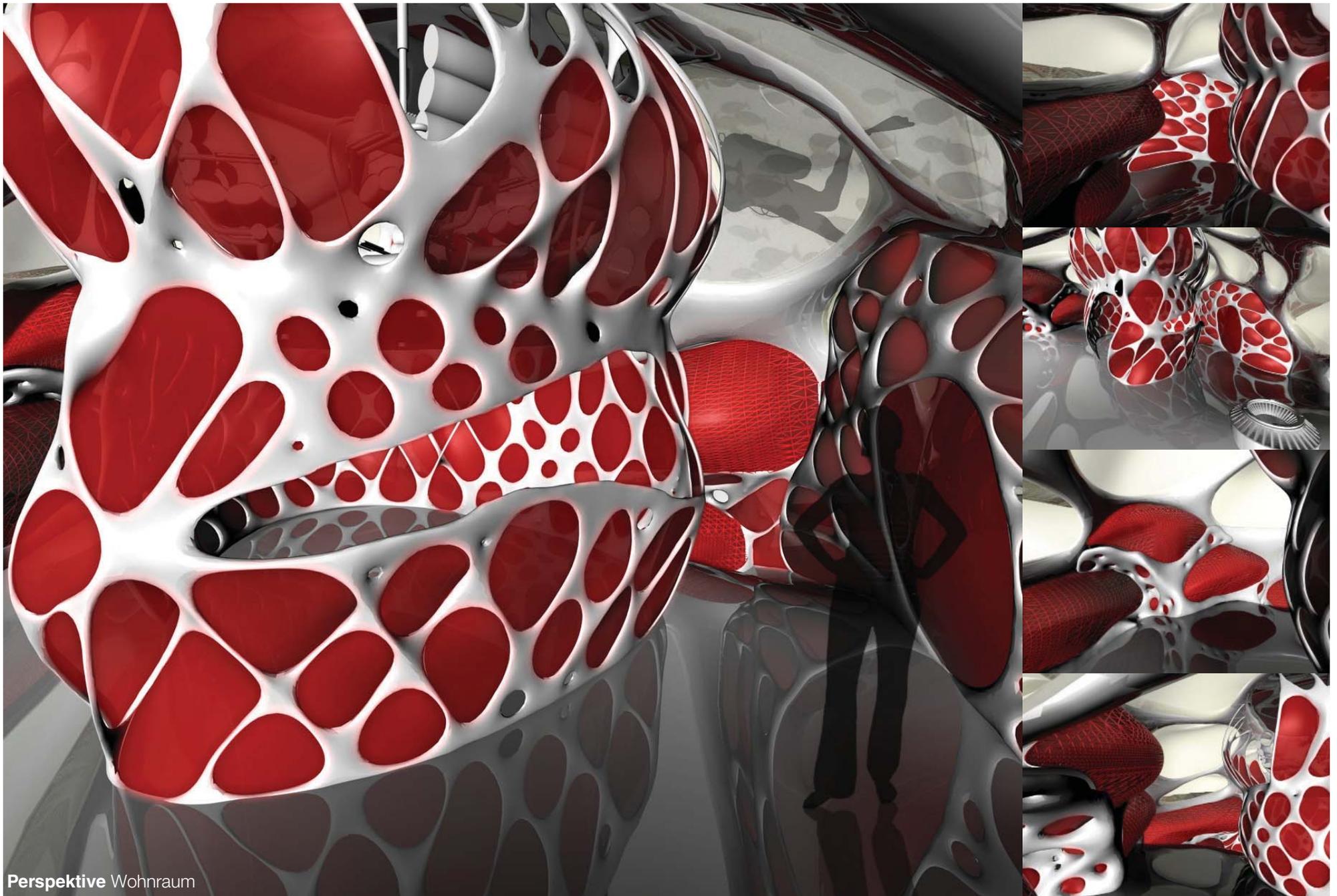


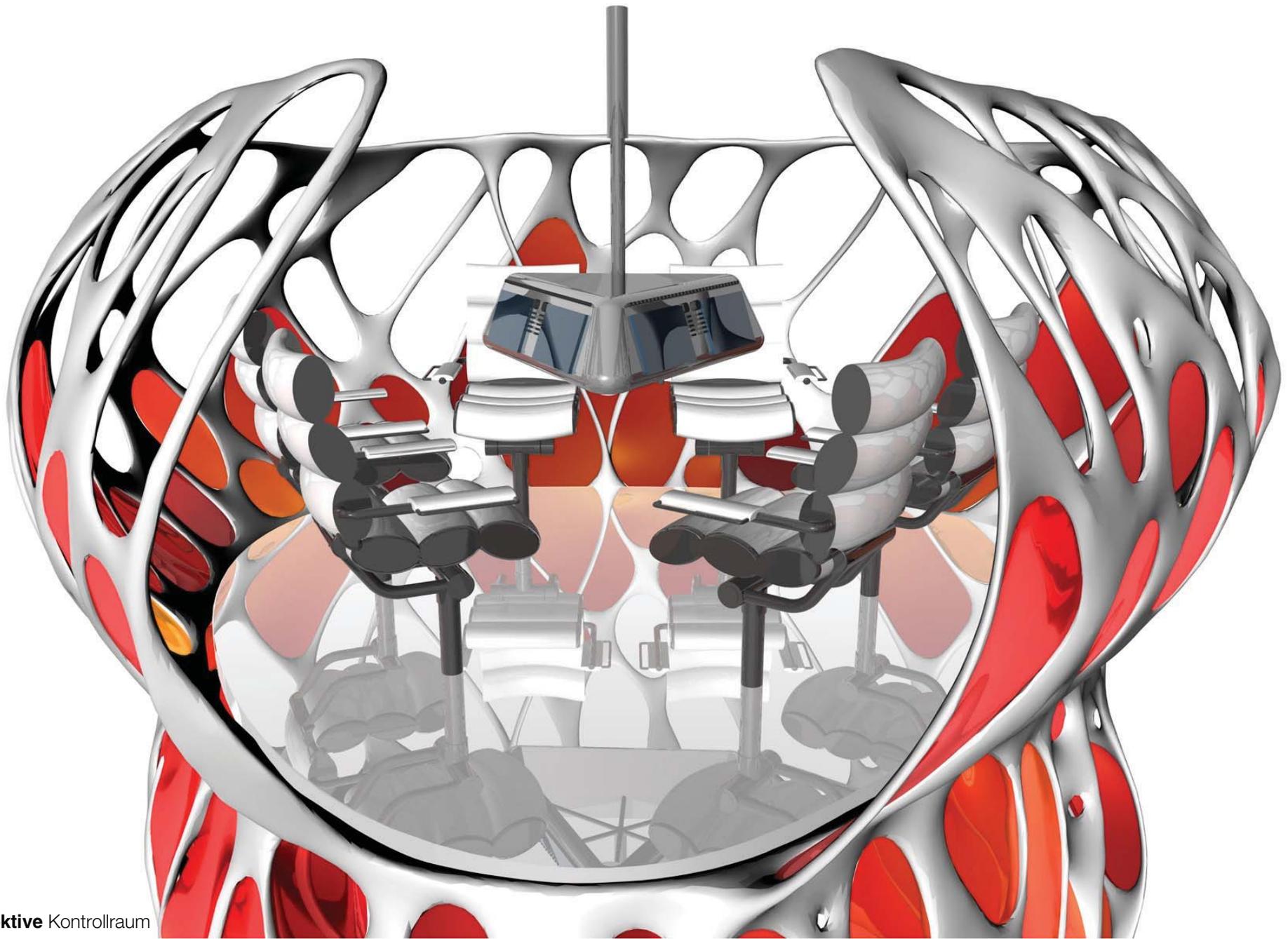
Perspektive Wohnraum



Perspektive Sicht vom Kontrollraum zu den Kojen



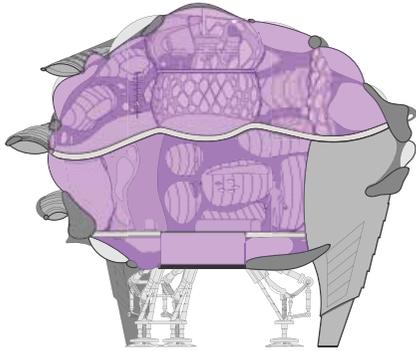




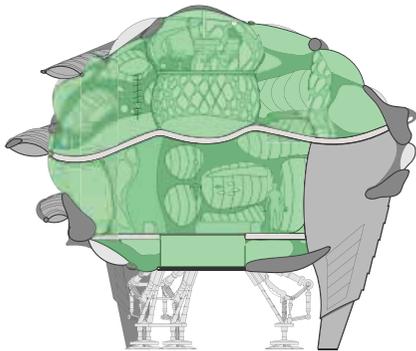
Perspektive Kontrollraum

07.9_ Druckregulierung

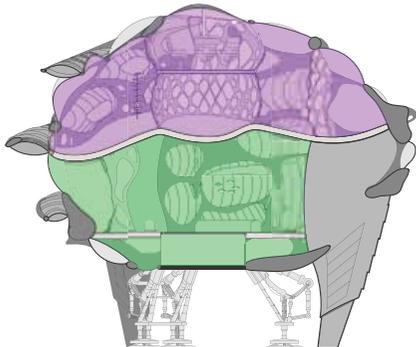
- Station Überdruck
- Station Normaldruck



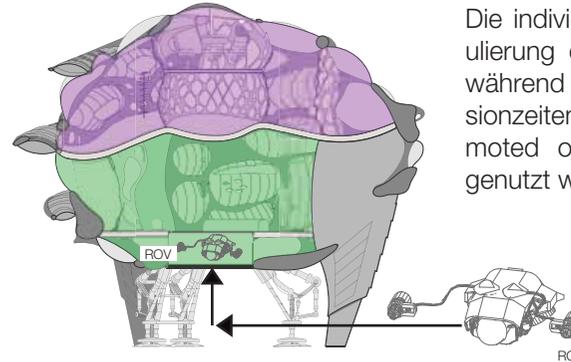
Normaldruck herrscht in der Station an Land, vor dem Abtauchen



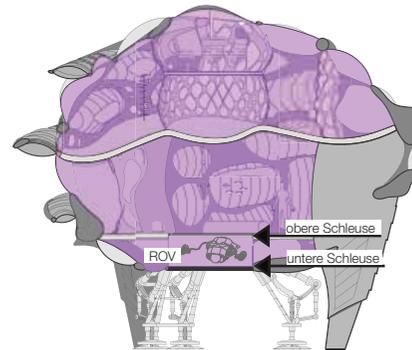
Sobald die Station verankert ist, wird der Druck erhöht, somit herrscht **Überdruck** in der Station und das erlaubt das Öffnen der Schleuse.



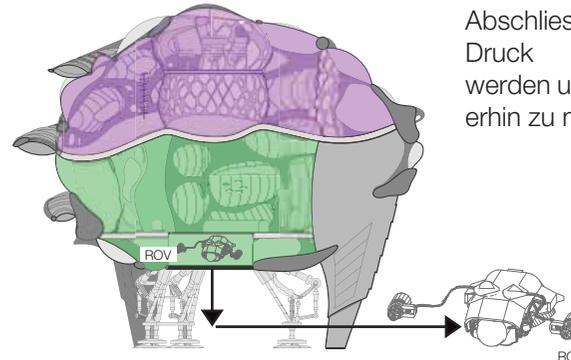
Vor dem Auftauchen müssen die Taucher dekomprimieren, hierzu lässt sich der Druck individuell zwischen den Ebenen anpassen.



Die individuelle Druckregulierung erlaubt es, dass während der Dekompressionzeiten das ROV (remotely operated vehicle) genutzt werden kann.



Zwecks Reparatur/Bestückung des ROVs, oder der Sichtung von geborgenen Fundstücken wird die untere Schleuse geschlossen und der Innendruck kann ohne Gefährdung der Taucher auf den Druck der Wohnenebene gebracht werden.



Abschliessend kann der Druck wieder erhöht werden um das ROV weiterhin zu nutzen.

Die Dekompression der Mannschaft kann ebenfalls an Land erfolgen, hierzu wird die Station zuerst geborgen und dann der Innendruck angemessen an die Sättigungszeit angeglichen.

Die Dekompressionsdauer hängt vom Sättigungsgrad der Mannschaft ab und kann einige Stunden bis zu Wochen betragen.

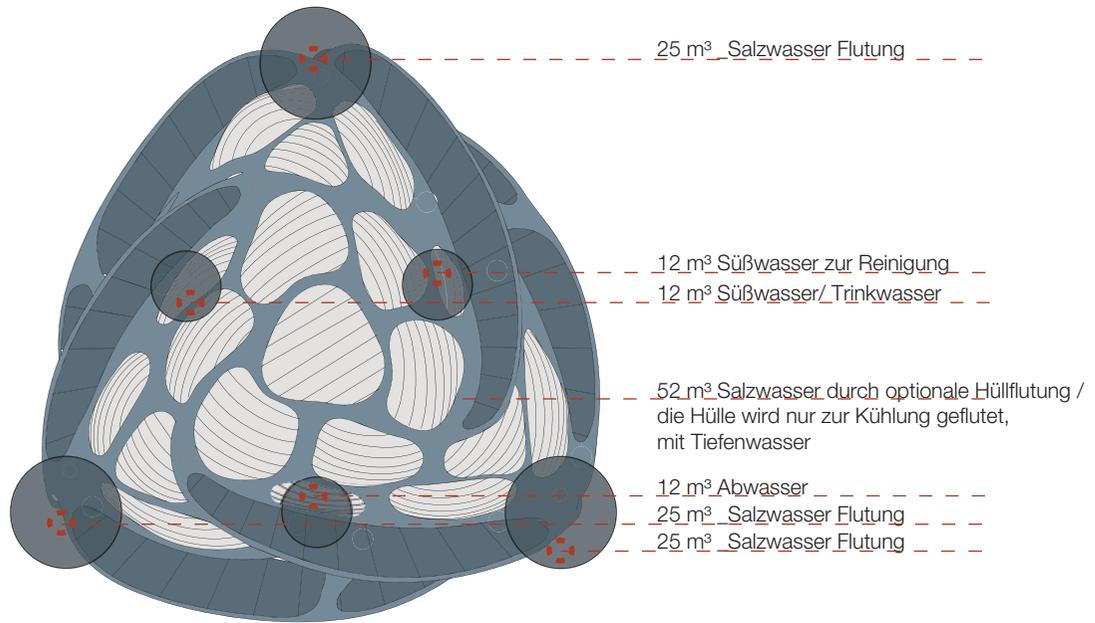
Muss nun ein Teammitglied die Station frühzeitig verlassen besteht die Möglichkeit der Dekompression über Masken. Diese schränken jedoch die Bewegungsfreiheit ein. Das einzelne Verlassen der Station erfolgt über ein Mini-Uboot. Normales Auftauchen wäre auch möglich aber aus Gründen der Sicherheit ist es nicht zu empfehlen.

07.10_ Flutungsschema

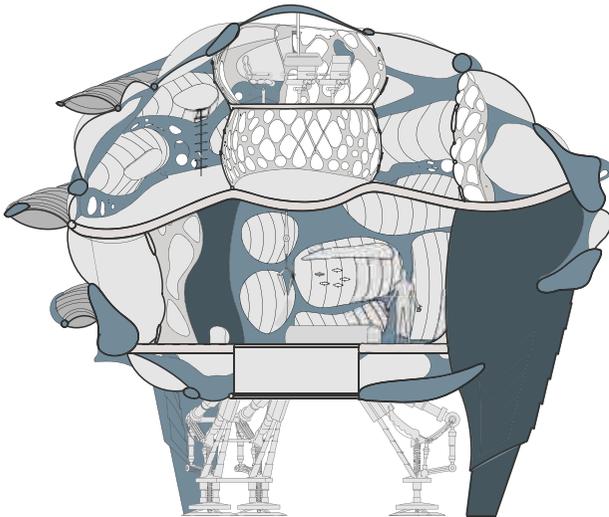
max. Flutungsvolumen: 112 m³



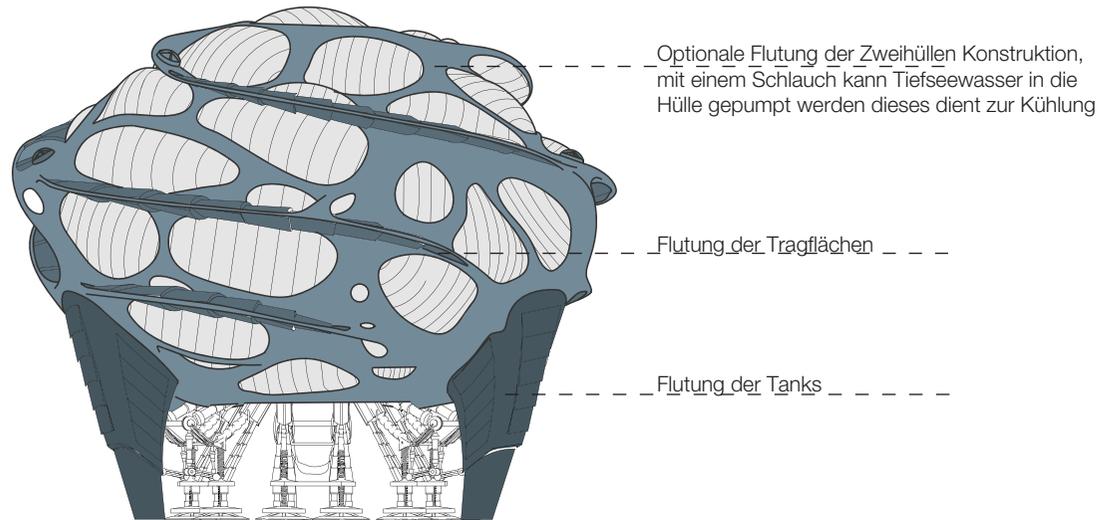
Flutung Perspektive



Flutung Gewichtsverteilung



Flutung Schnitt



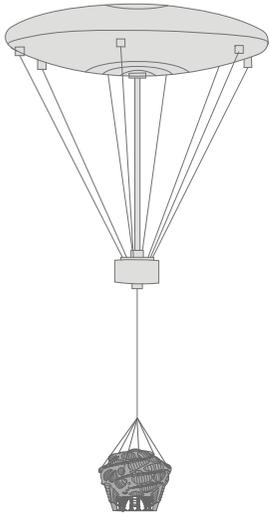
Flutung Ansicht

07.11_Plugs

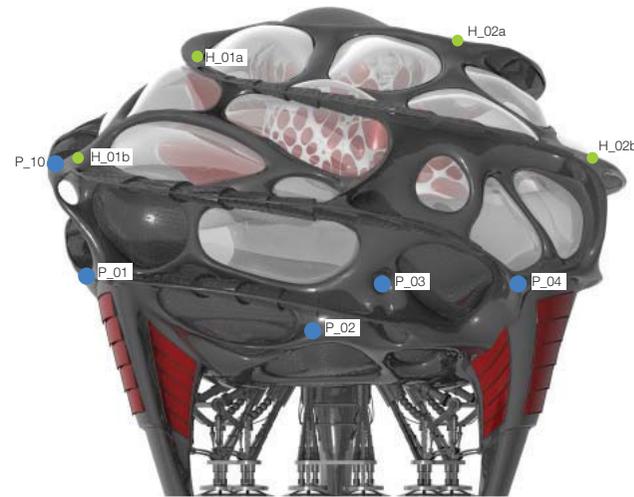
H_01a - H_03b Halterungspunkte

P_01 - P_10 Plugposition

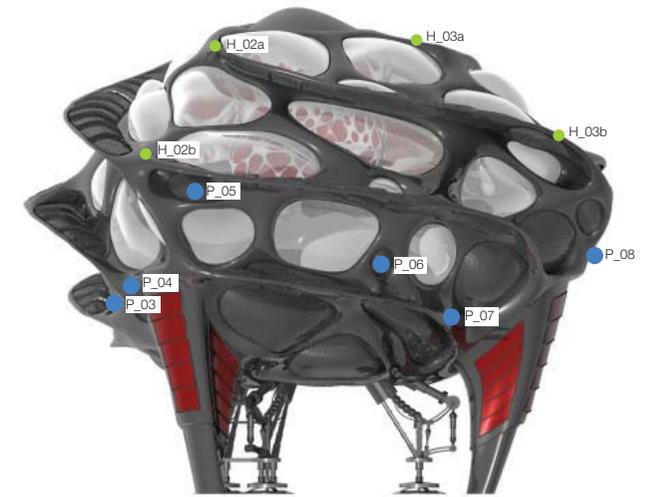
A_01 - A_10 robotic arms



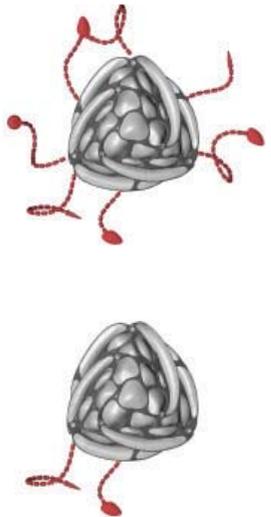
Die Halterungspunkte dienen dem Transport der Station. Zb. der Aufhängung an den Lastenzepelin oder das Heben mit einem Lastenkrane. Oder auch der Abspannung der Station unter Wasser wenn diese im Tarierungsstand gehalten wird.



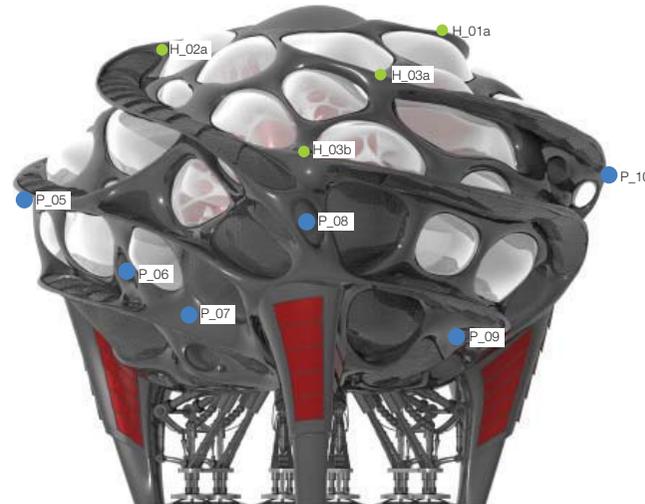
Ansicht Plugs vorne



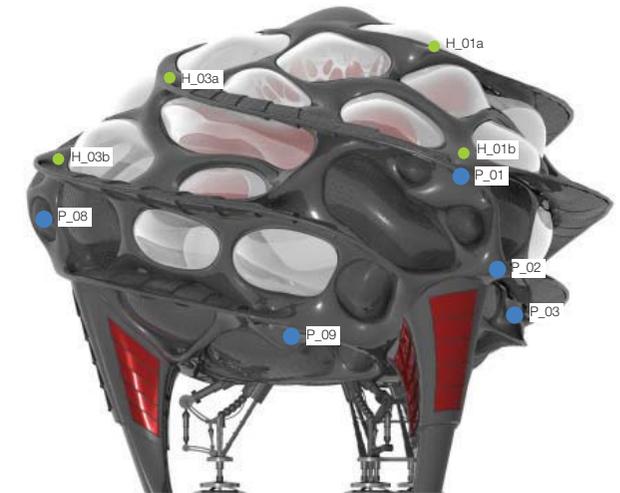
Ansicht Plugs rechts



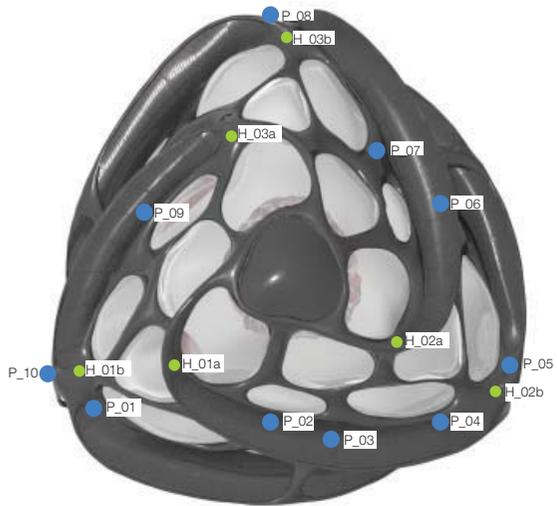
Die Plugs sind an der Station angebracht und ermöglichen so eine variable Anzahl von "robotic arms". Zwischen 1-10 Arme können an der Station angebracht werden. Der Wechsel kann auch unter Wasser durchgeführt werden. Die Punkte sind so gewählt das sie den kompletten Umkreis der Station erfassen.



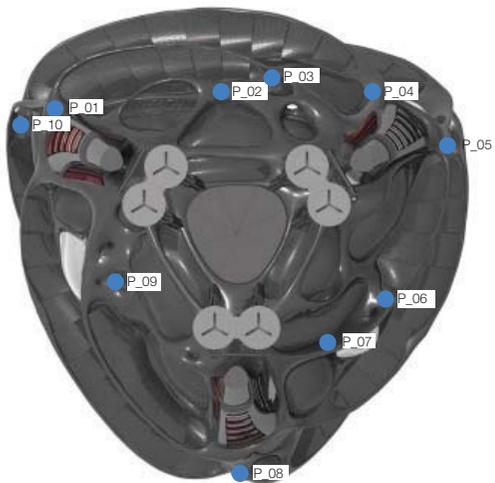
Ansicht Plugs hinten



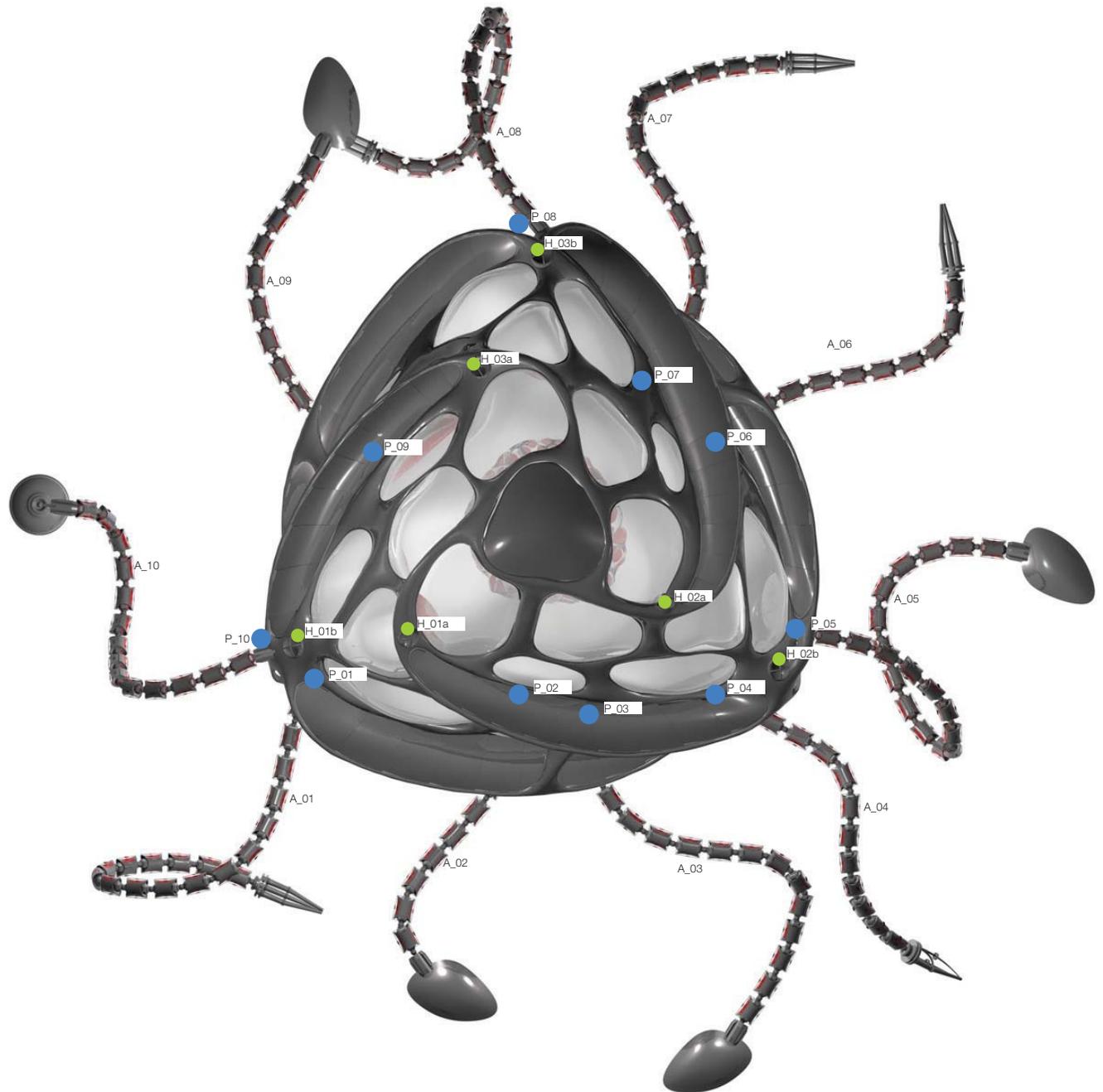
Ansicht Plugs links



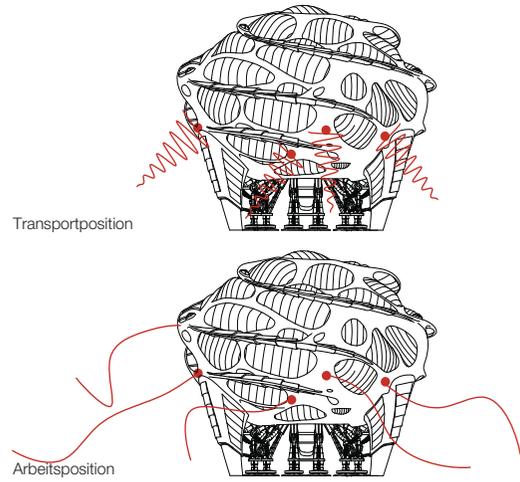
Ansicht Plugs oben



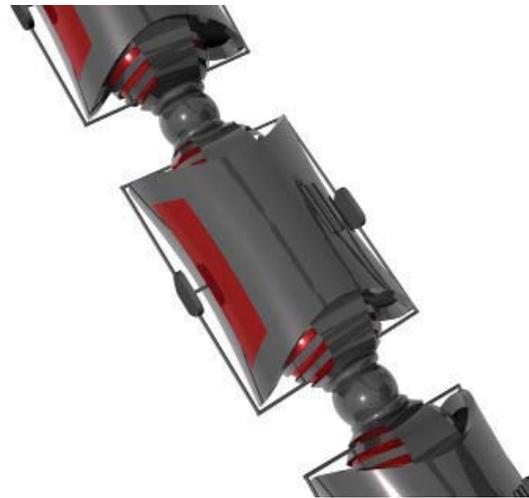
Ansicht Plugs unten



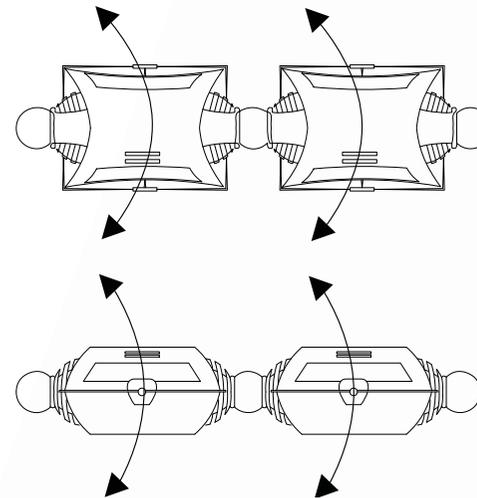
07.12_robotic arms



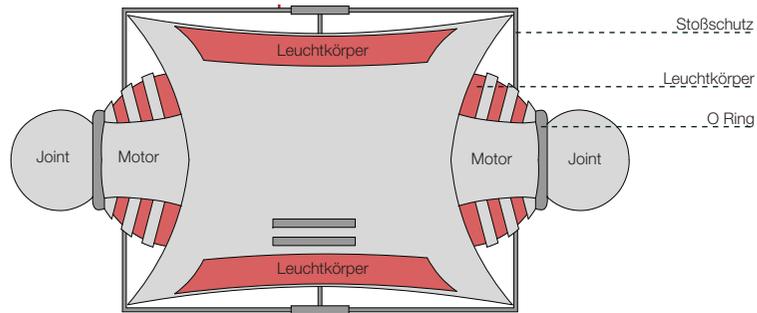
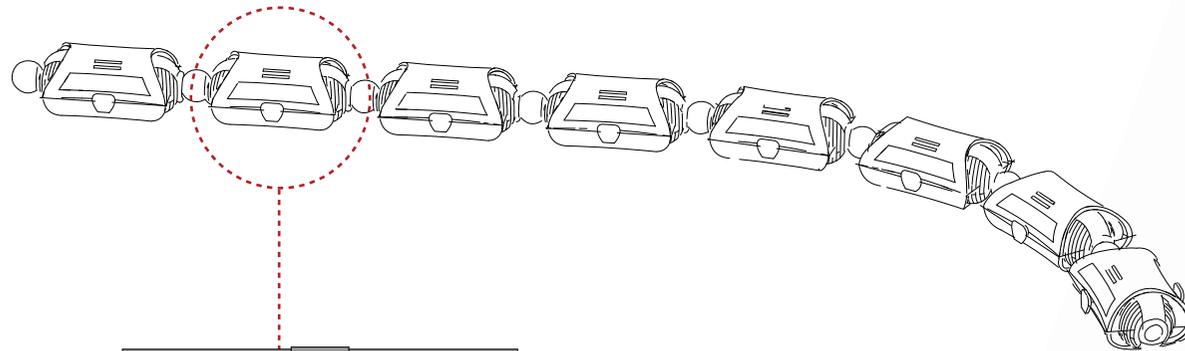
robotic arms Transportschema



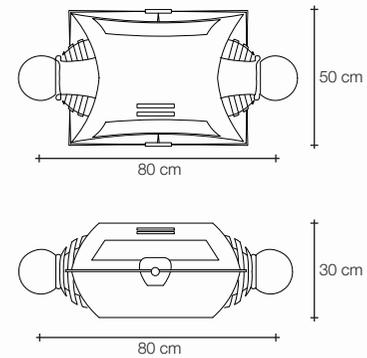
robotic arms Einzelkörper



robotic arms Rotation



robotic arms Aufbauschema

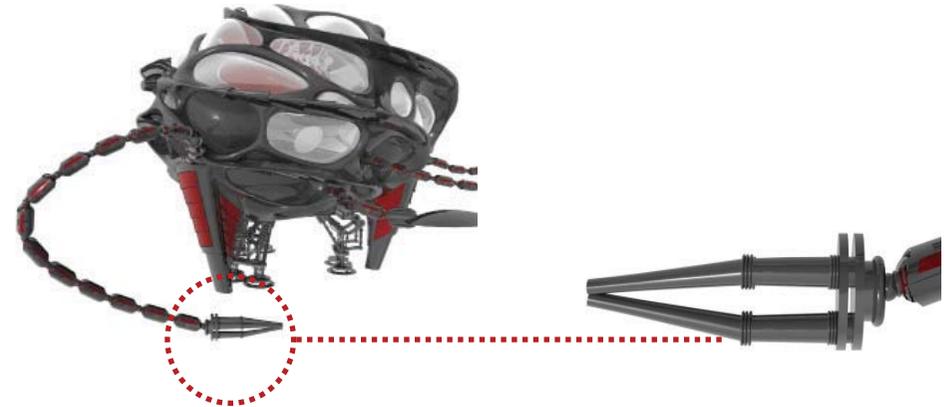


robotic arms Zusammenschluss

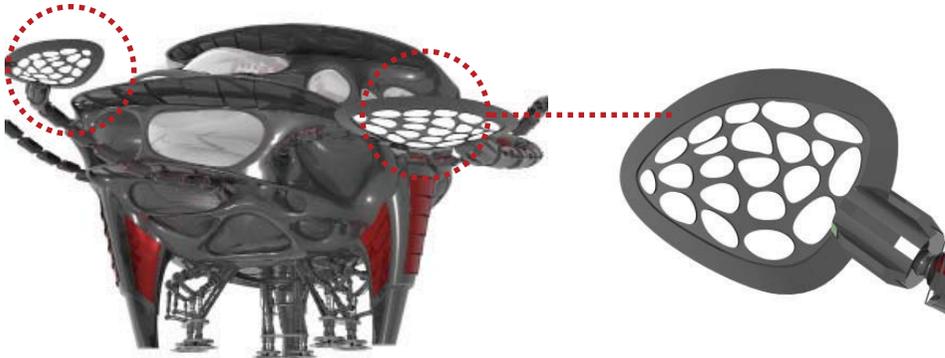
07.13_Geräte



Talkbubble - ermöglicht eine barrierefreie Kommunikation unter Wasser



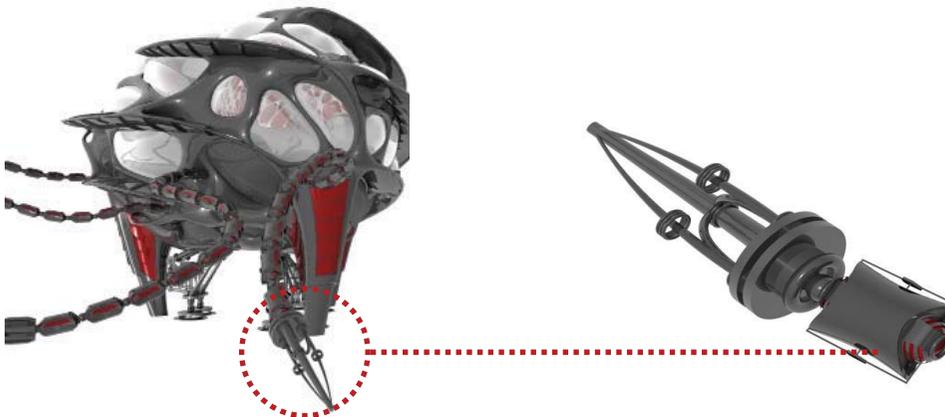
Greifarme zum Bewegen oder versetzen größerer Objekte



Lampen zur Beleuchtung von Fundstellen



Turbinen zur Energiegewinnung wenn der Arm nicht zum Arbeiten genutzt wird



Unter Wasser "Staubsauger" zum Entfernen von größeren Mengen losen Bodens

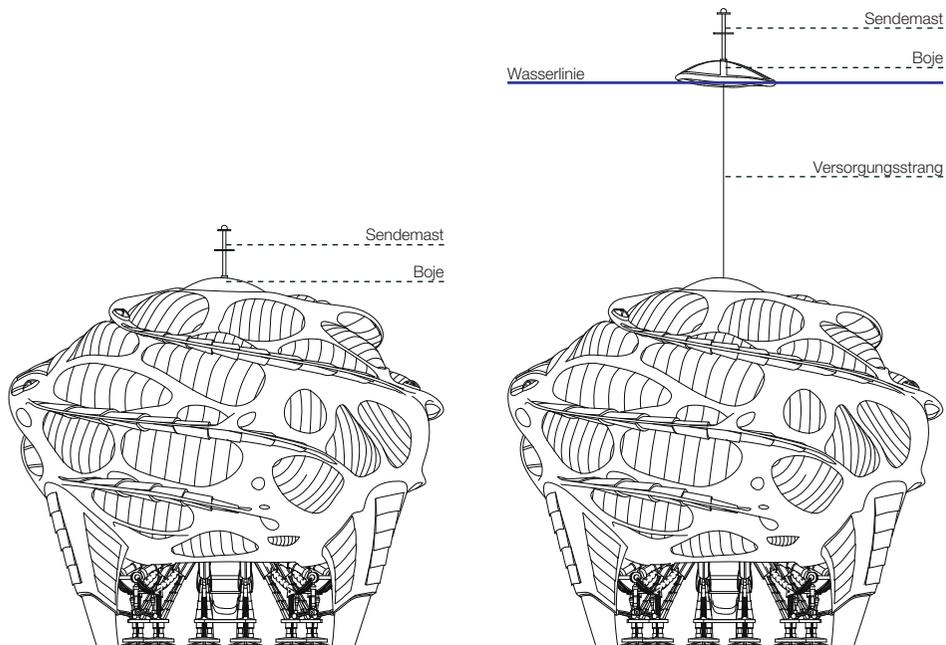


ROV Unter Wasser Roboter

Die Geräte können beliebig adaptiert werden. Zusätzlich zu den visualisierten Geräten sind zb. noch Folgende Geräte sinnvoll für das Arbeiten unter Wasser:

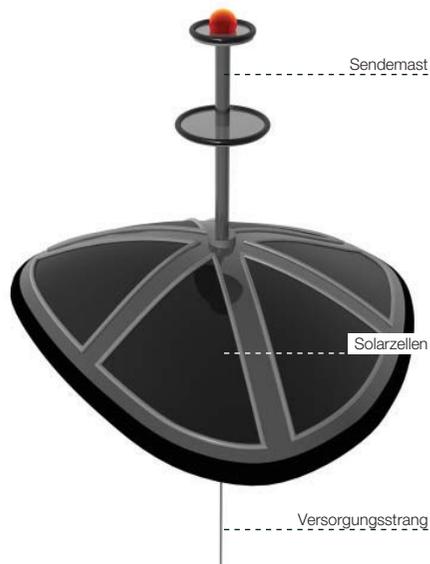
- Sägen
- Schweißgeräte
- Lasermessgeräte
- Fanggeräte (Biologie)
- und weitere

07.14_Boje



Boje Position an Land

Boje Position im Wasser



Die Boje verbindet die Station mit der Oberfläche. Sie ermöglicht die Kommunikation mit der Außenwelt sowie den Empfang von Internet/Fernsehdaten.

Ist die Station an Land, sitzt die Boje fix auf der Station auf. Wird sie ins Wasser gesetzt, löst sich die Boje von der Station ab.

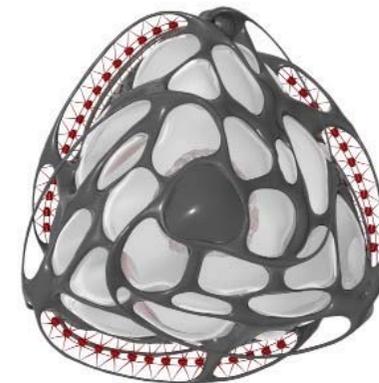
Durch einen Versorgungsstrang kann die Station zusätzlich per Schiff mit Luft/Wasser beliefert werden für den Fall, dass es nötig sein sollte.

Zusätzlich ist die Oberfläche mit Solarzellen bestückt um Energie zu gewinnen.

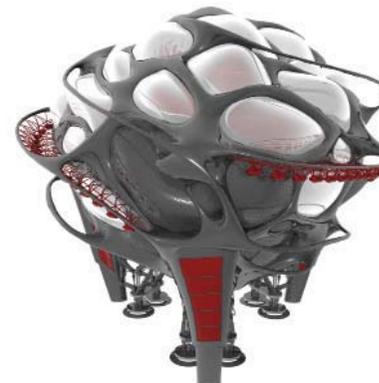
07.15_Energiegewinnung



Die Gleitflächen dienen der Energiegewinnung. Pro Seite gibt es 3 Gleitflächen wovon nur die Mittlere der Energiegewinnung durch Wasserkraft dient. Die obere und untere dient rein der Sinkstabilität.

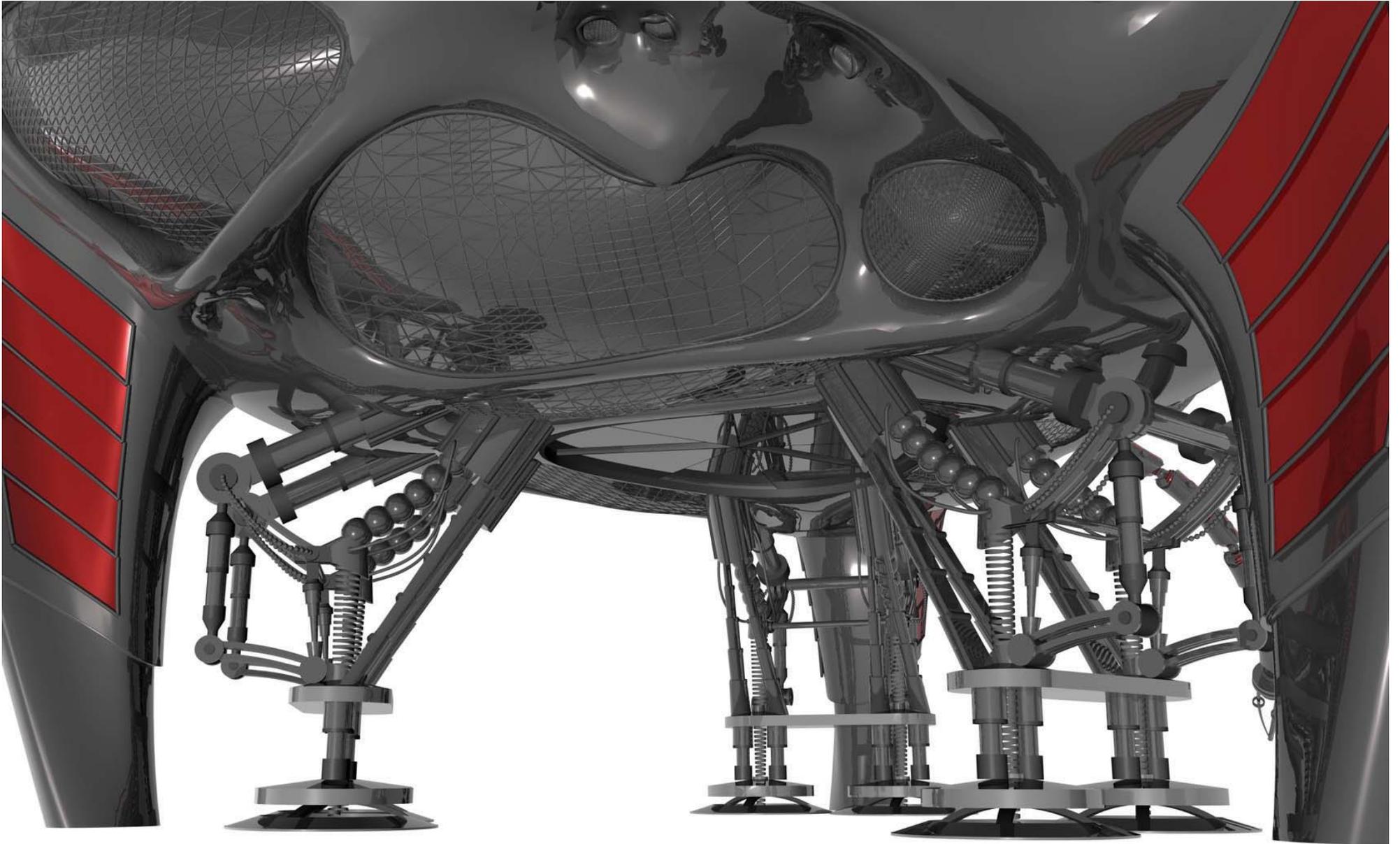


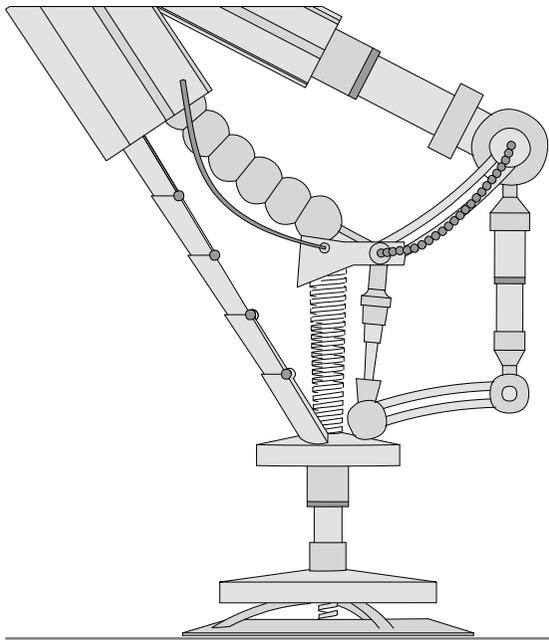
15 Turbinen pro Seite sind in die Gleitkonstruktion eingefasst. Während des Absinkvorgangs, wird so mehr Energie gewonnen, wenn sie zur Flutung und Steuerung benötigt wird. Im Ruhezustand sorgt die natürliche Strömung für die Energiezufuhr.



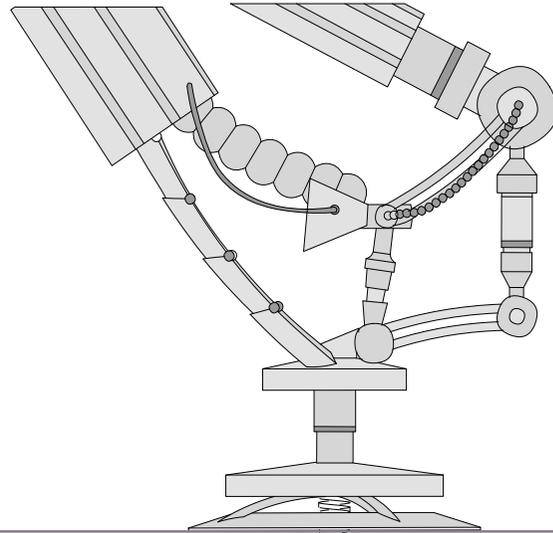
Perspektive Turbinen

07.16_Standkonstruktion

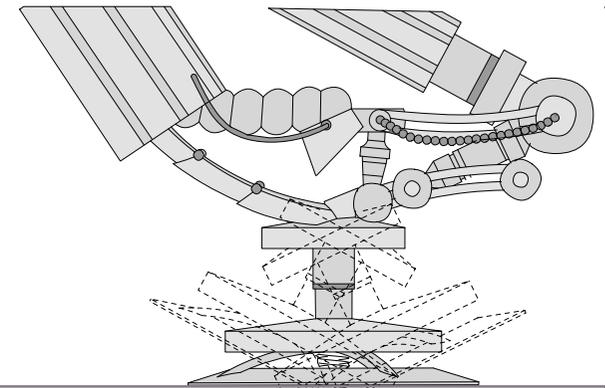




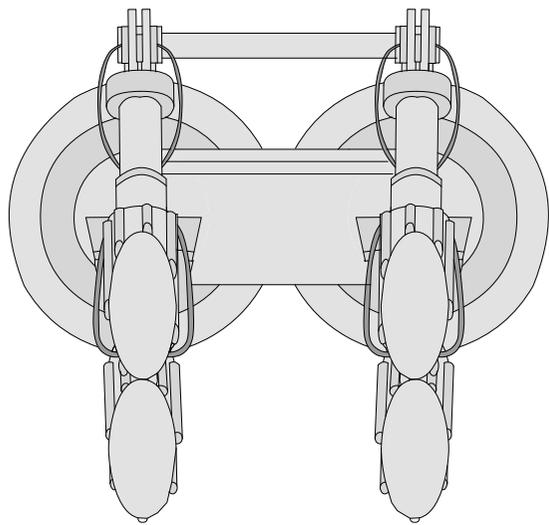
durch Hydrauliken und Gelenke kann der Standfuß an Geländeunebenheiten angepasst werden und in der Größe Angepasst werden.



durch die Schwenkung des Fußes kann der Sandhering auch seitlich eingebracht werden



technische FüÙe Ansicht Seite



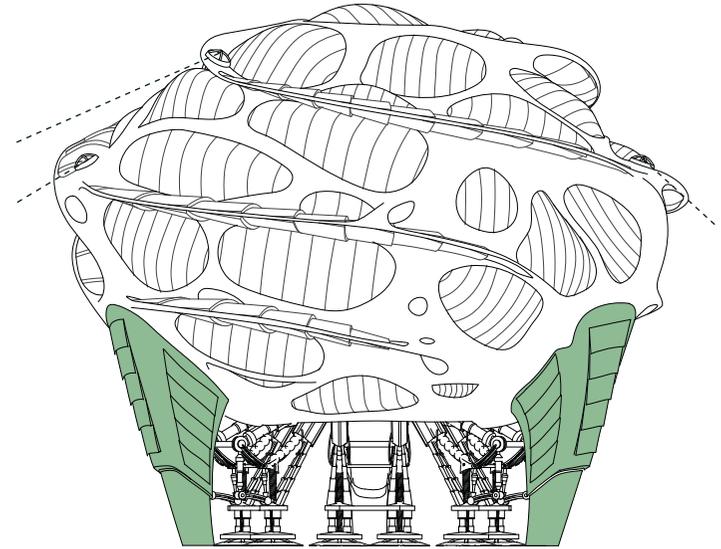
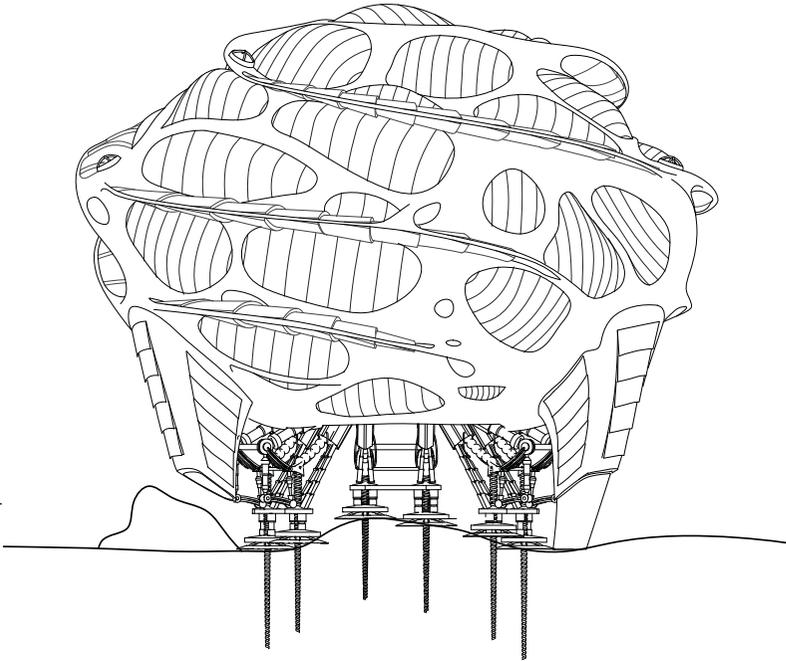
2,40 m

technische FüÙe Ansicht Oben

2,60 m

Standkonstruktion

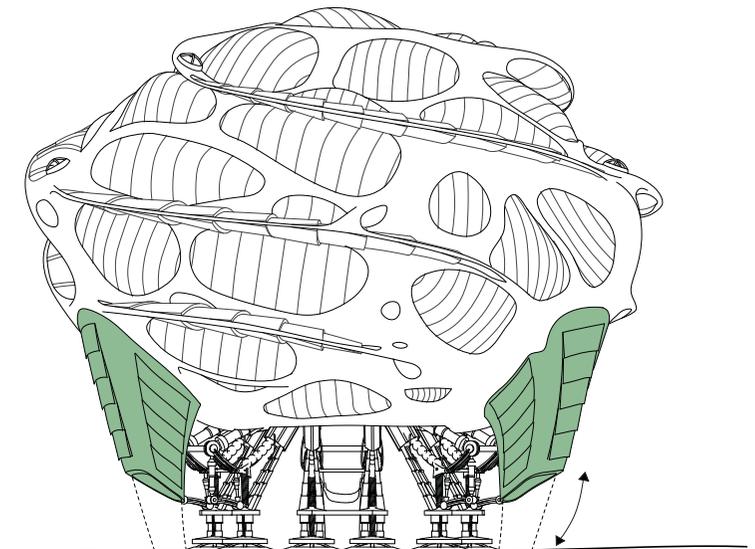
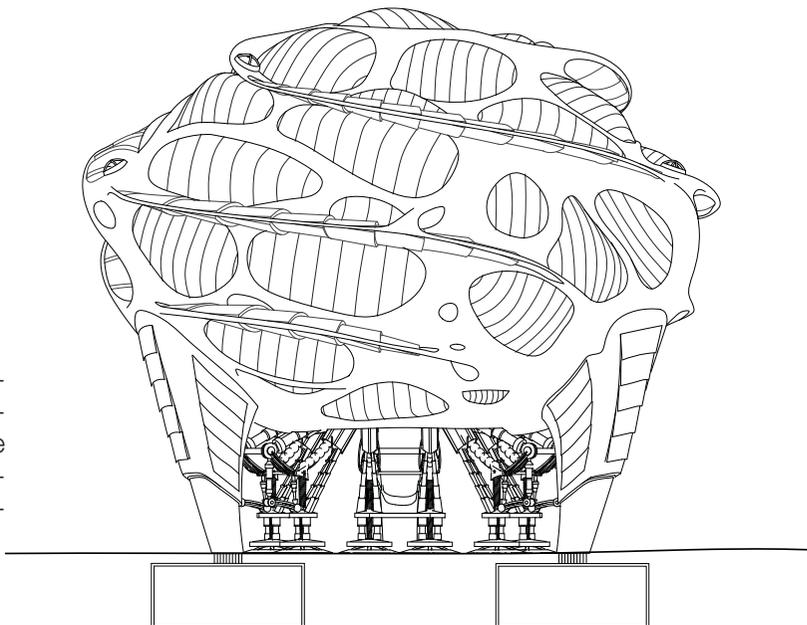
Angleichung an den Untergrund



Standfüße bei geradem Boden oder in Tarierungsposition

Standfüße

bei sehr weichem Untergrund werden Vakuumenteller an die Standfüße angebracht, diese saugen sich an und verankern so die Station

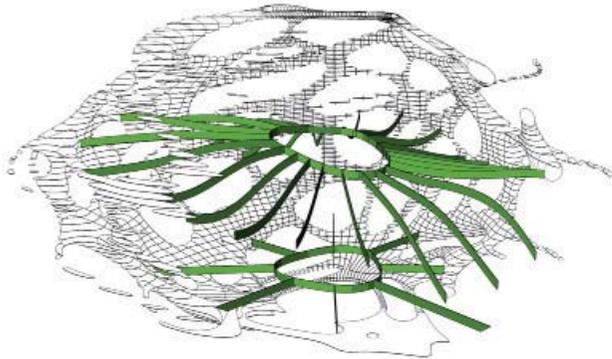


Standfüße Position im Wasser bei ungleichem Gelände

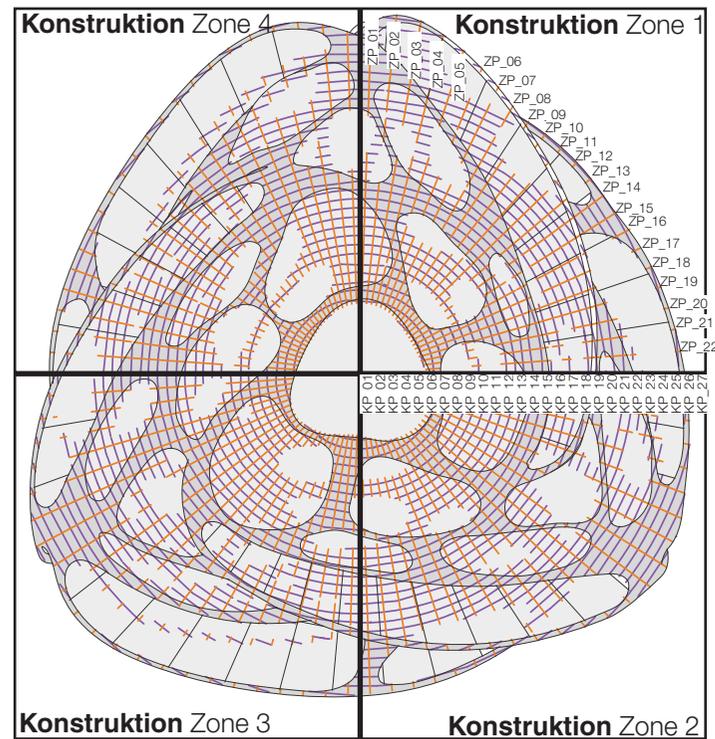
07.17_Hüllkonstruktion Varianten

07.17_Variante 1

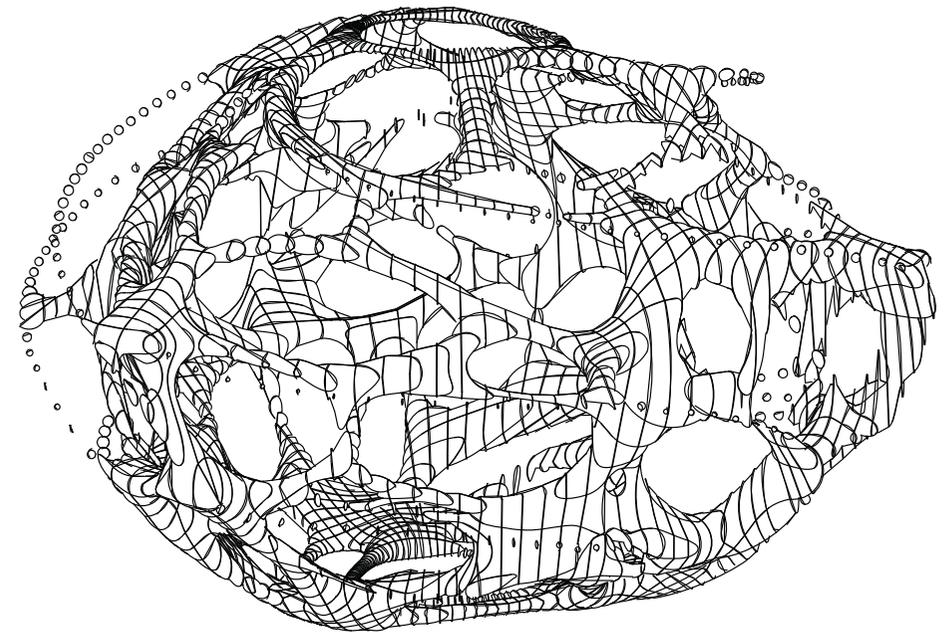
- Spanden Zentrisch (ZP)
- Spanden Kreisförmig (KP)



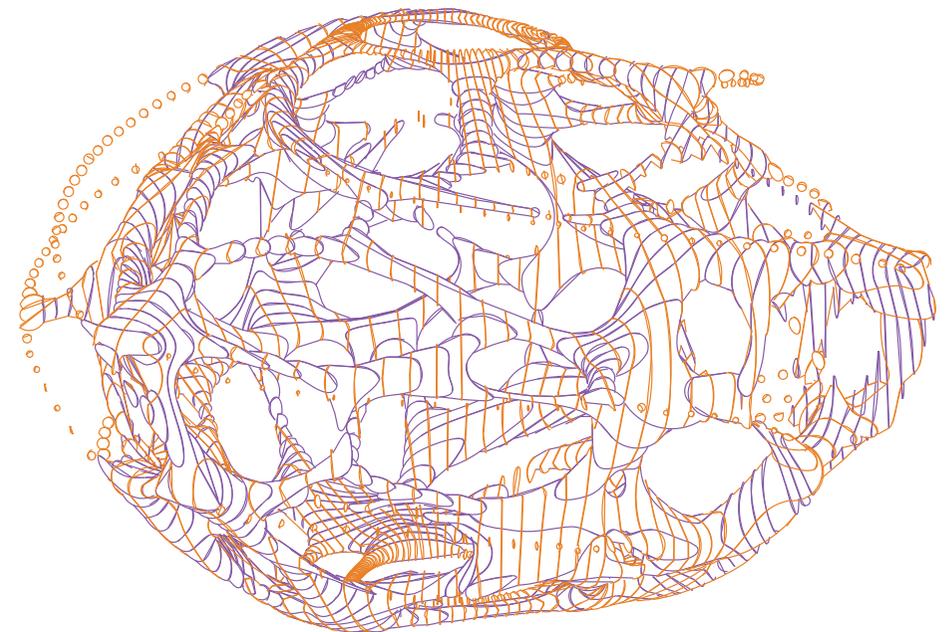
Träger Mittel und Technikebene



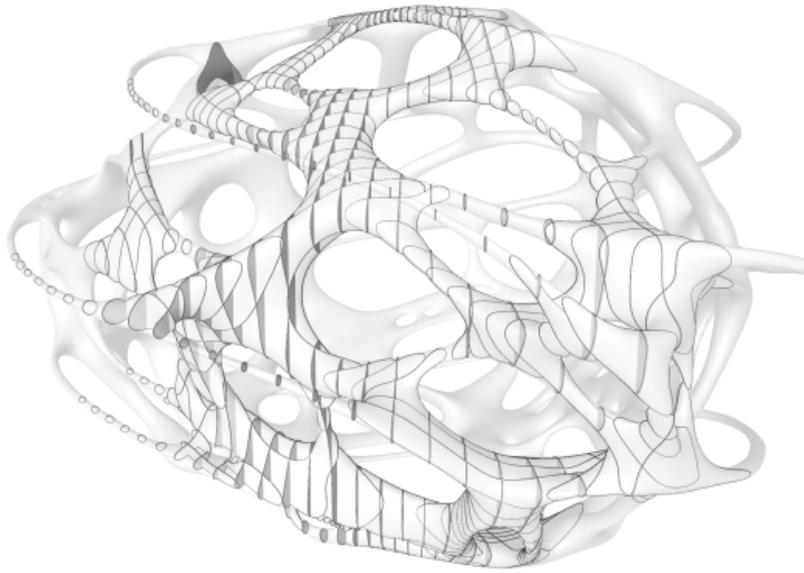
Konstruktionsschema
Ansicht von oben



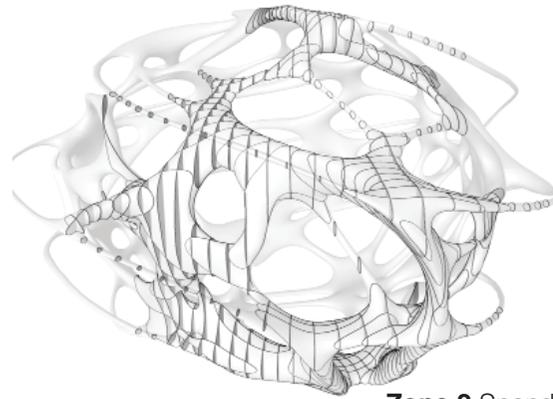
Konstruktion Perspektive



Konstruktion Perspektive Farbschema



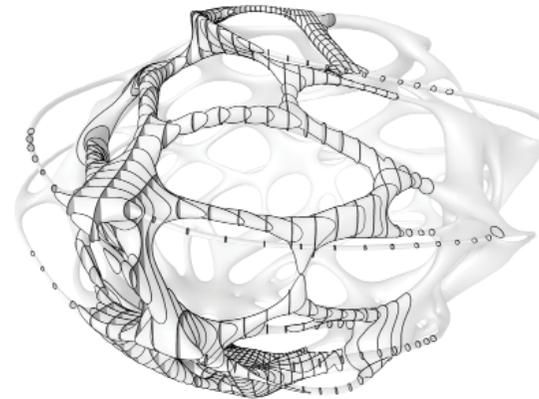
Zone 1 Spanden



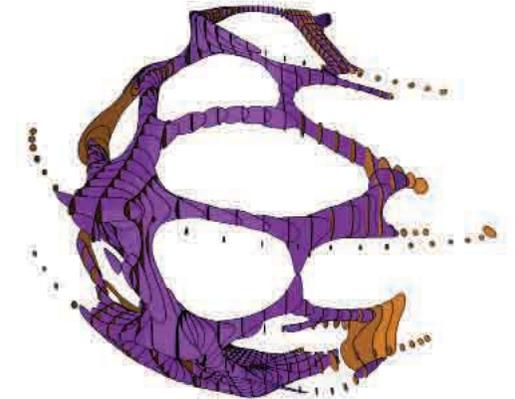
Zone 2 Spanden



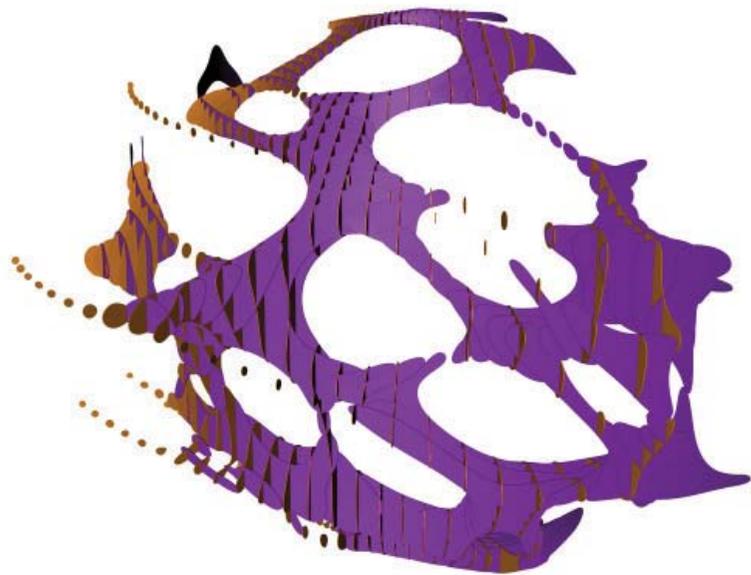
Zone 2 Farbschema



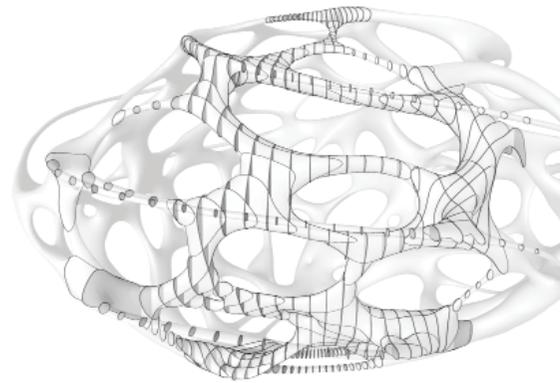
Zone 3 Spanden



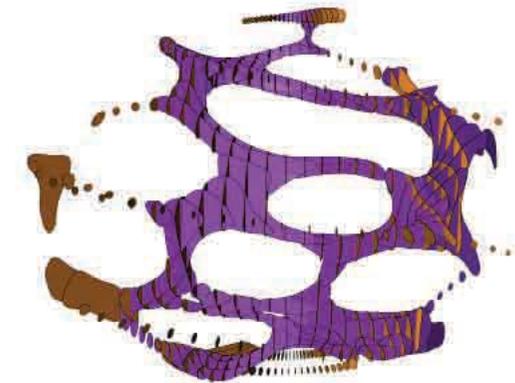
Zone 3 Farbschema



Zone 1 Farbschema

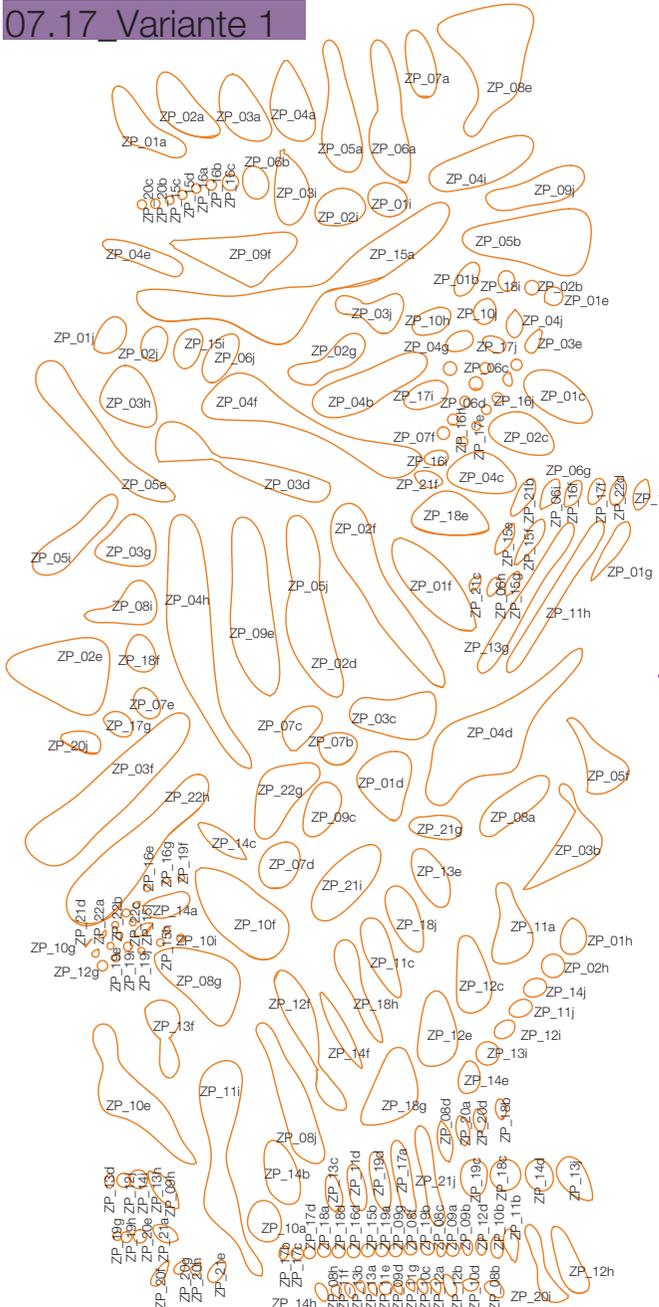


Zone 4 Spanden

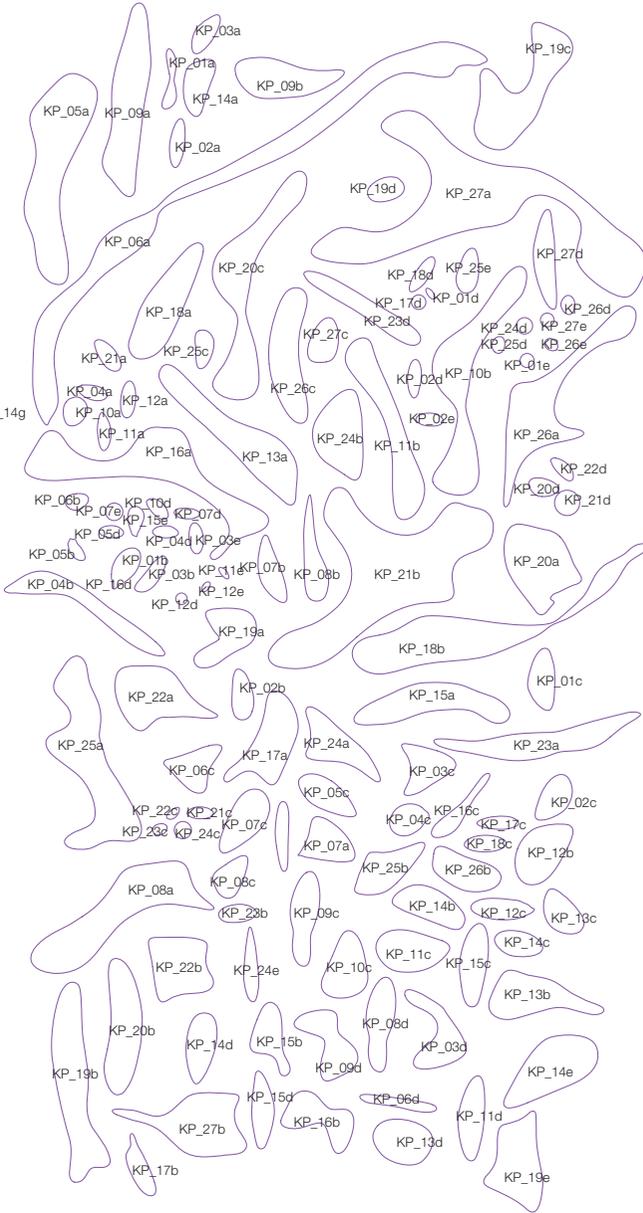


Zone 4 Farbschema

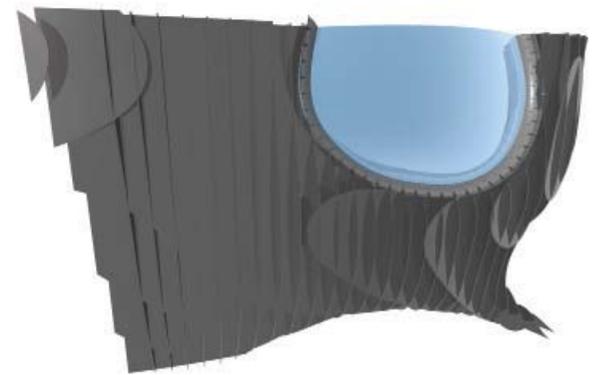
07.17_Variante 1



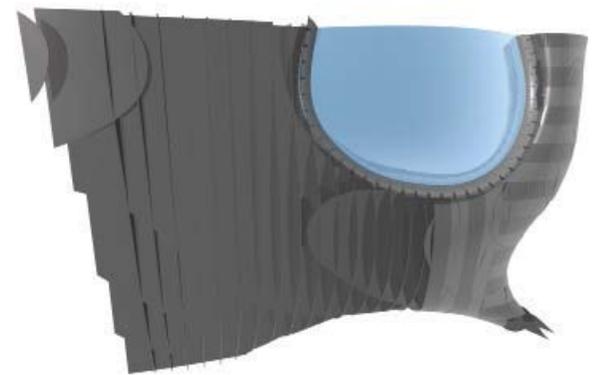
CNC_Plan Zone1 zentrische Spanden siehe S.86



CNC_Plan Zone1 kreisförmige Spanden, abgerollt



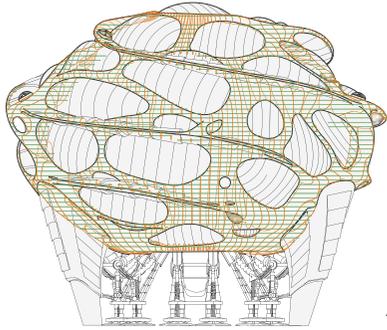
Ausschnitt Spenden/Fenster Detail



Ausschnitt Hüllegerichtung

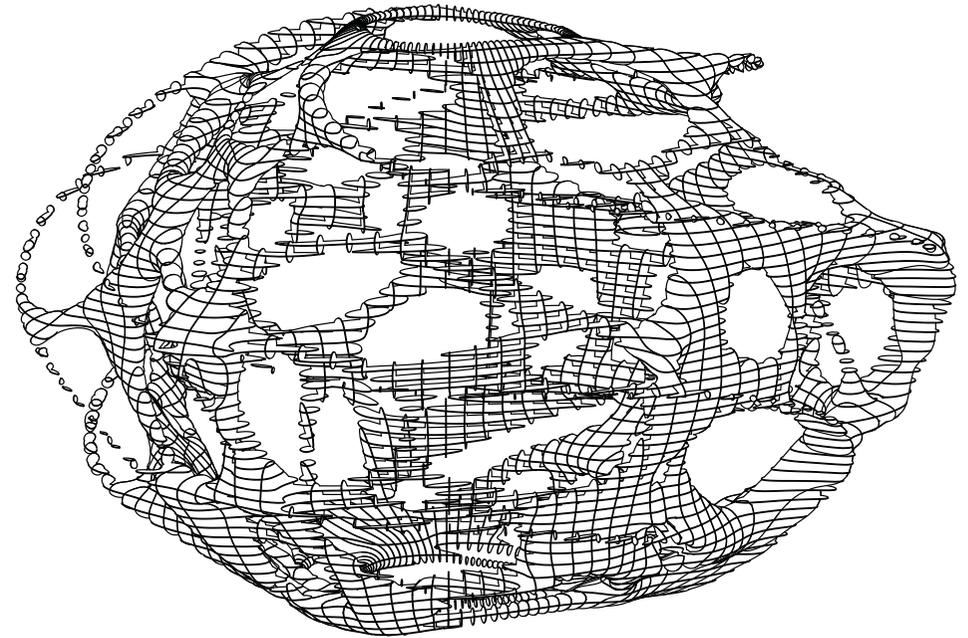
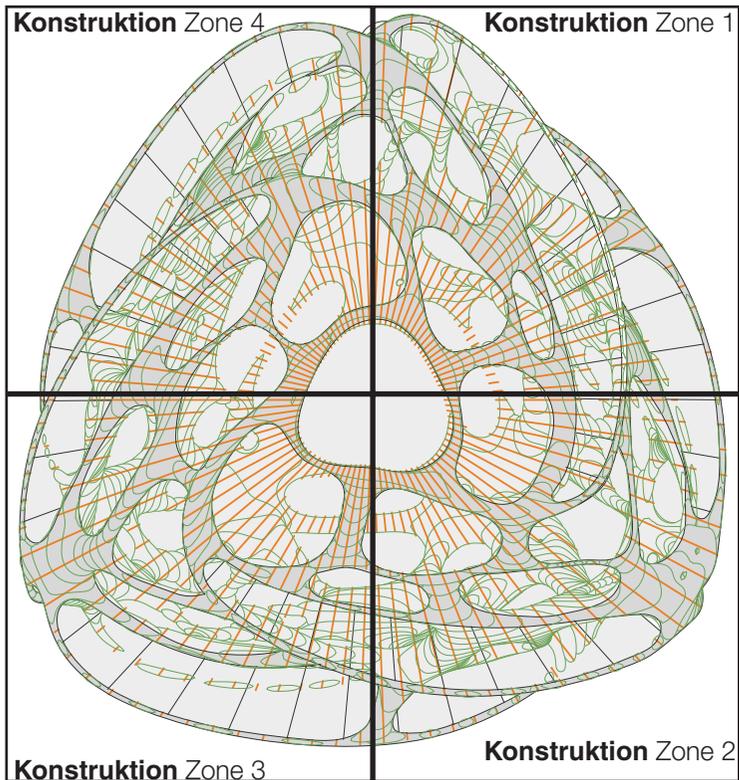
07.17_Variante 2

- Spanden Zentrisch
- Spanden Horizontal

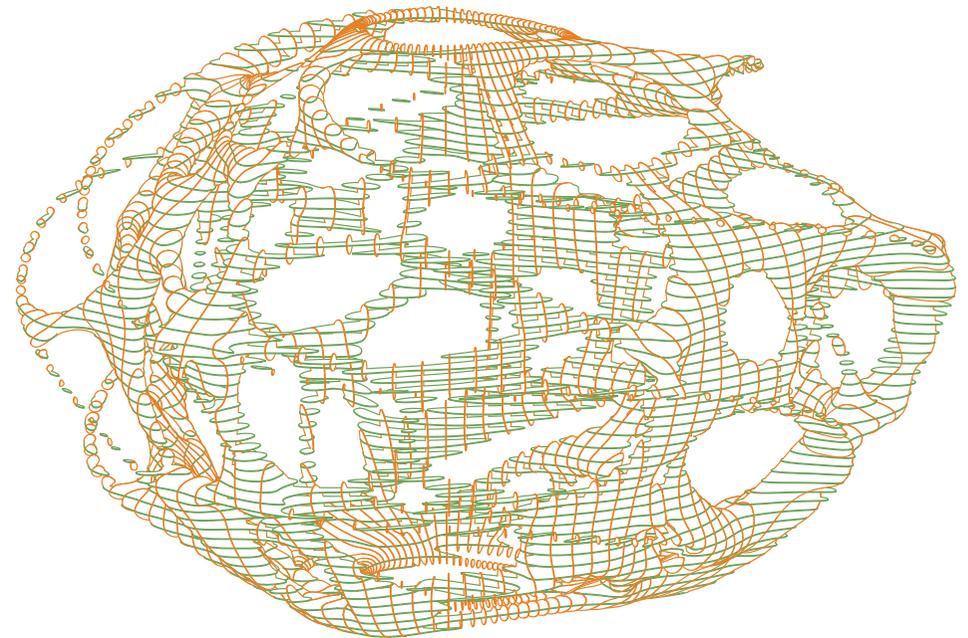


Konstruktionsschema
Ansicht von vorne

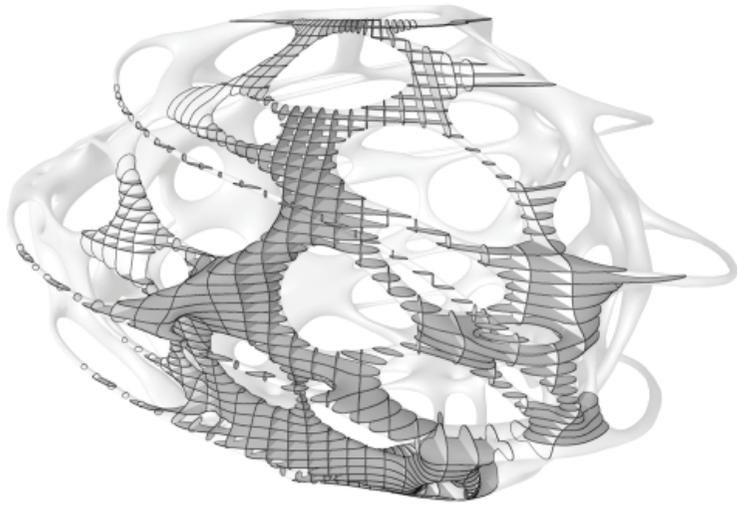
Konstruktionsschema Ansicht von oben



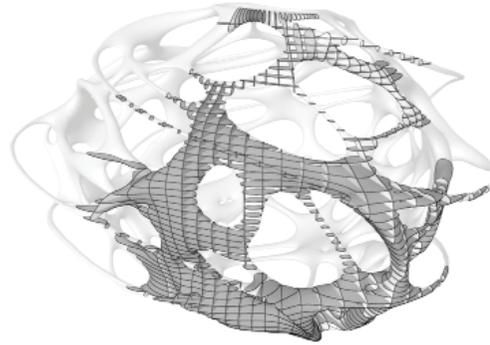
Konstruktion Perspektive



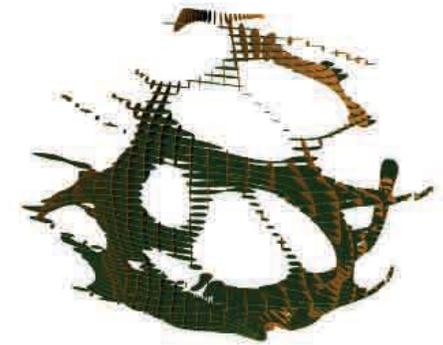
Konstruktion Perspektive Farbschema



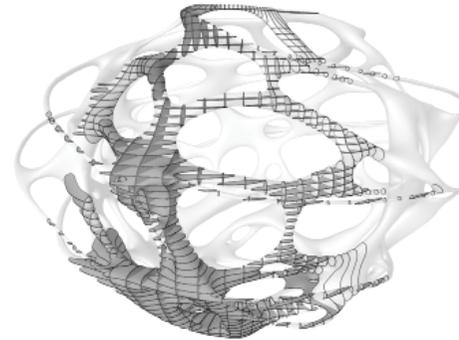
Zone 1 Spanden



Zone 2 Spanden



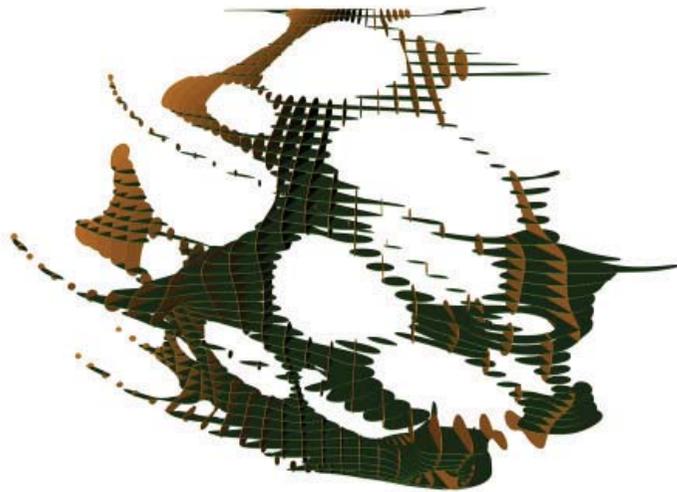
Zone 2 Farbschema



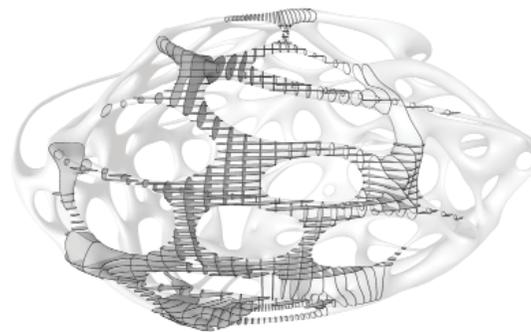
Zone 3 Spanden



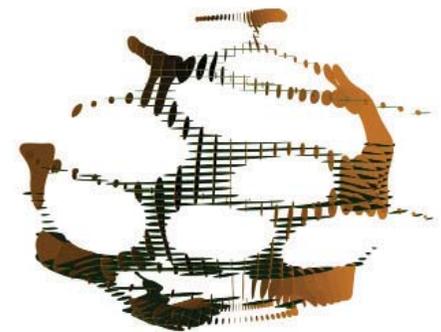
Zone 3 Farbschema



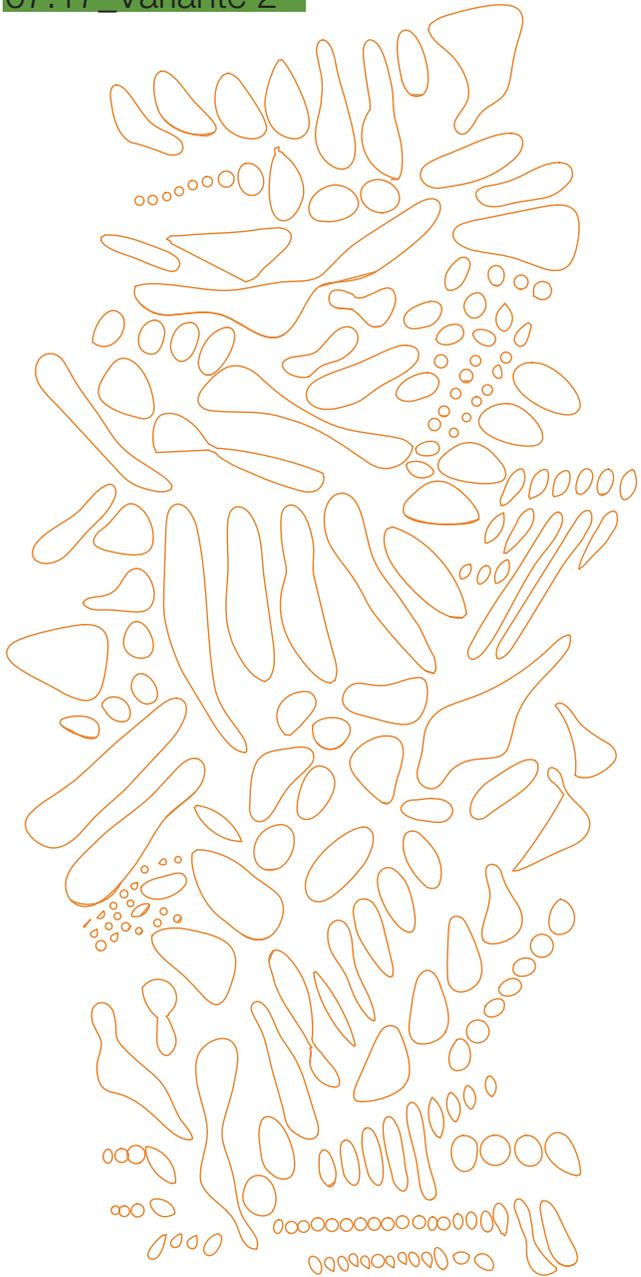
Zone 1 Farbschema



Zone 4 Spanden



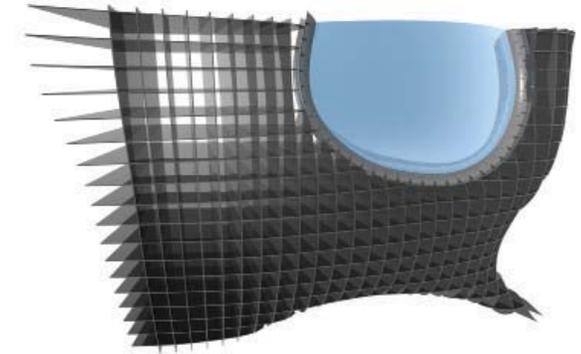
Zone 4 Farbschema



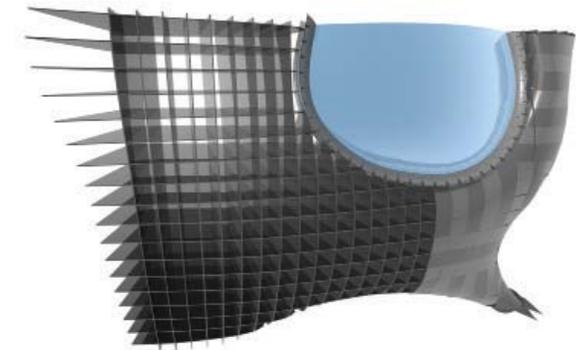
CNC_Plan Zone1 zentrische Spanden



CNC_Plan Zone1 horizontale Spanden



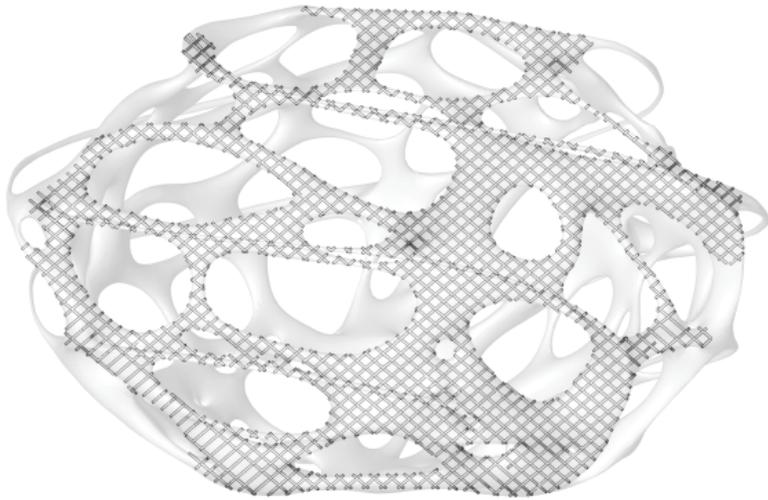
Ausschnitt Spanden/Fenster Detail



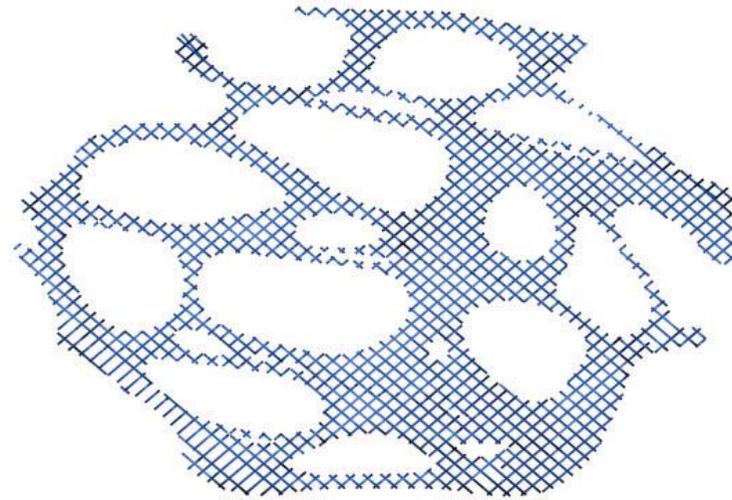
Ausschnitt Hülllegerichtung

07.17_Variante 3

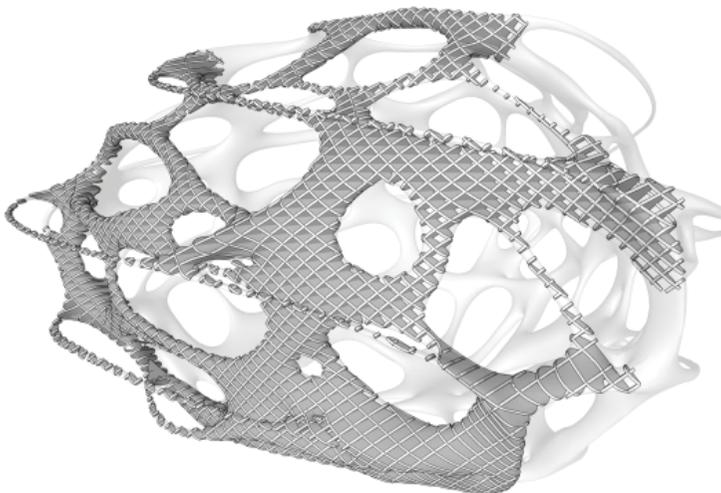
● Spanden 45°



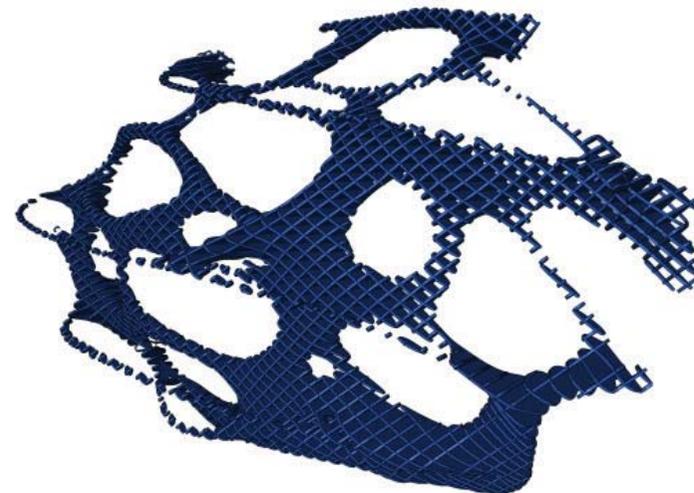
Konstruktion Ansicht Vorne



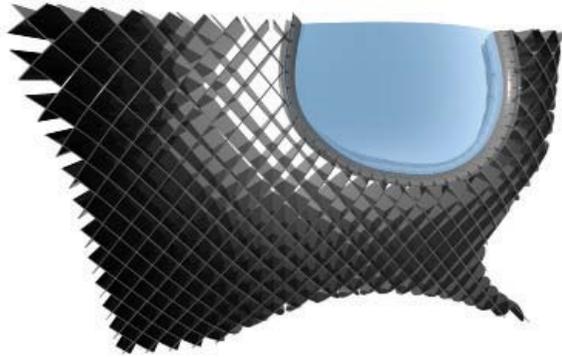
Konstruktion Ansicht Vorne Farbschema



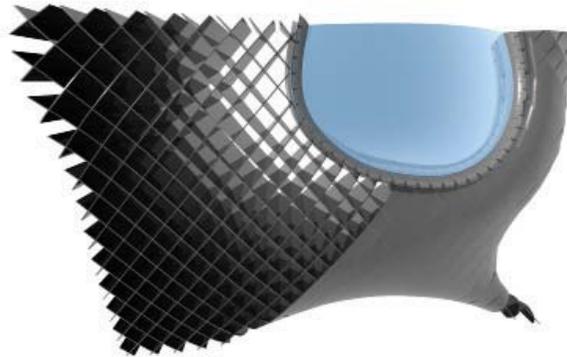
Konstruktion Perspektive



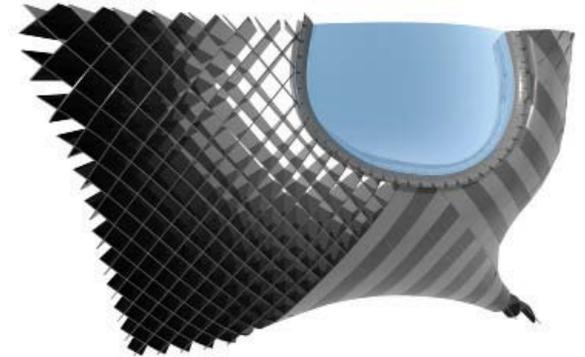
Konstruktion Perspektive Farbschema



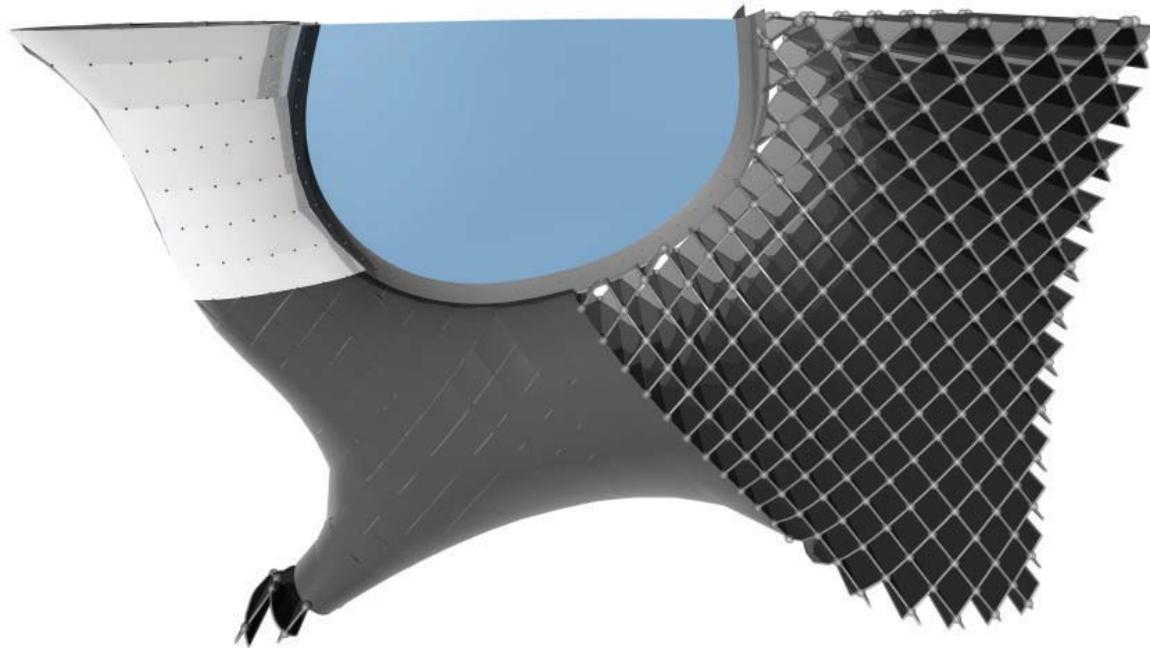
Spanden 45° mit Fenster



Spanden 45° mit Hülle



Spanden 45° Hüllschichten



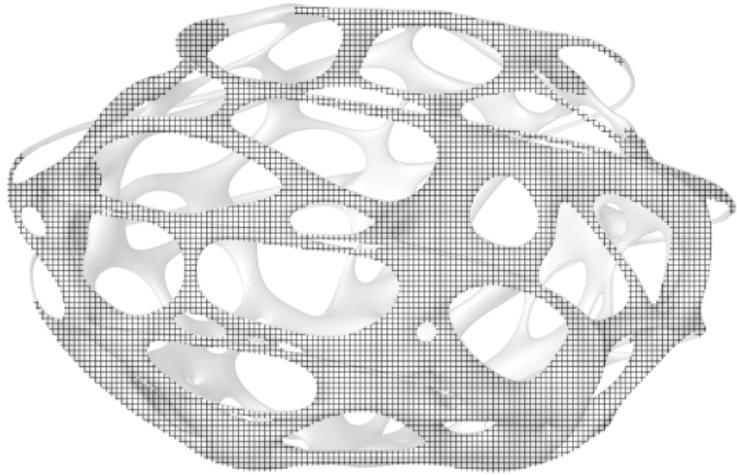
Innenseite Spanden 45° mit Hülle



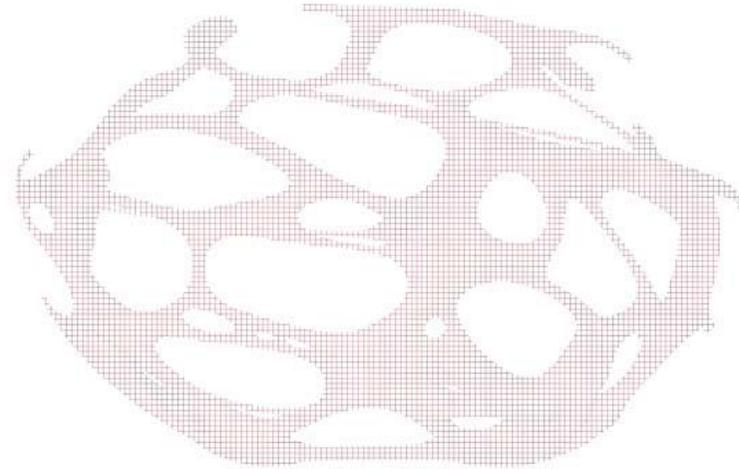
Spanden 45° Perspektive schräg oben
93

07.17_Variante 4

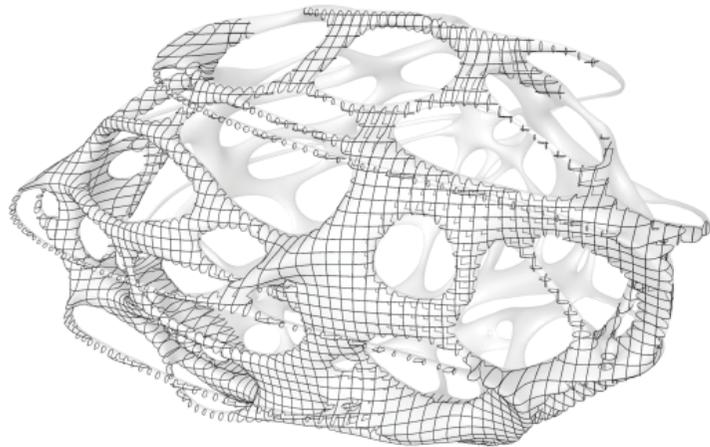
● **Spanden** horizontal und vertikal



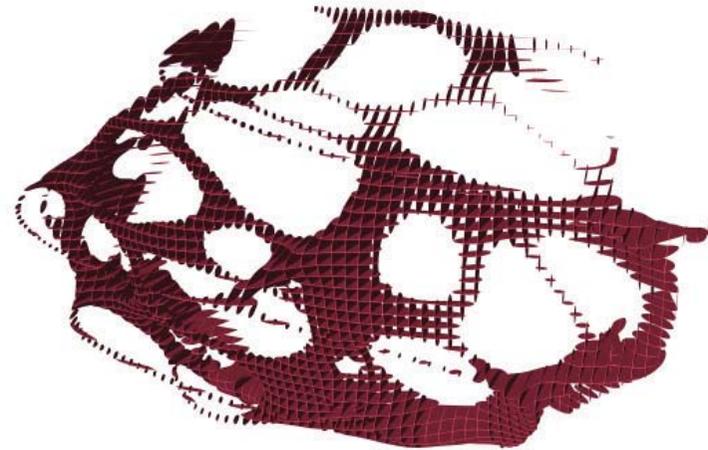
Konstruktion Ansicht Vorne



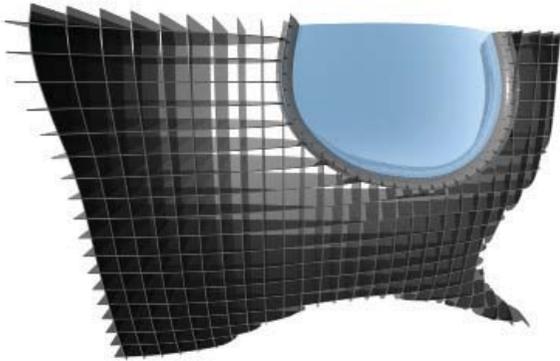
Konstruktion Ansicht Vorne Farbschema



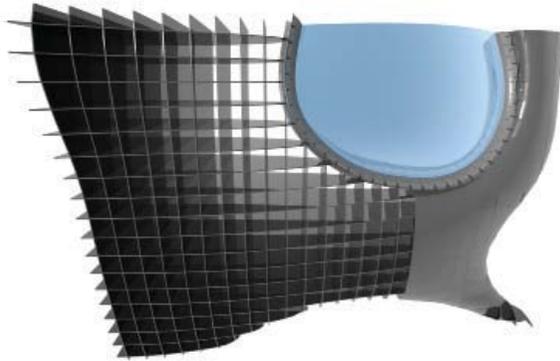
Konstruktion Perspektive



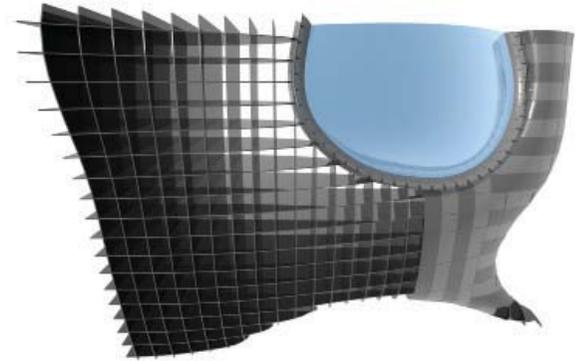
Konstruktion Perspektive Farbschema



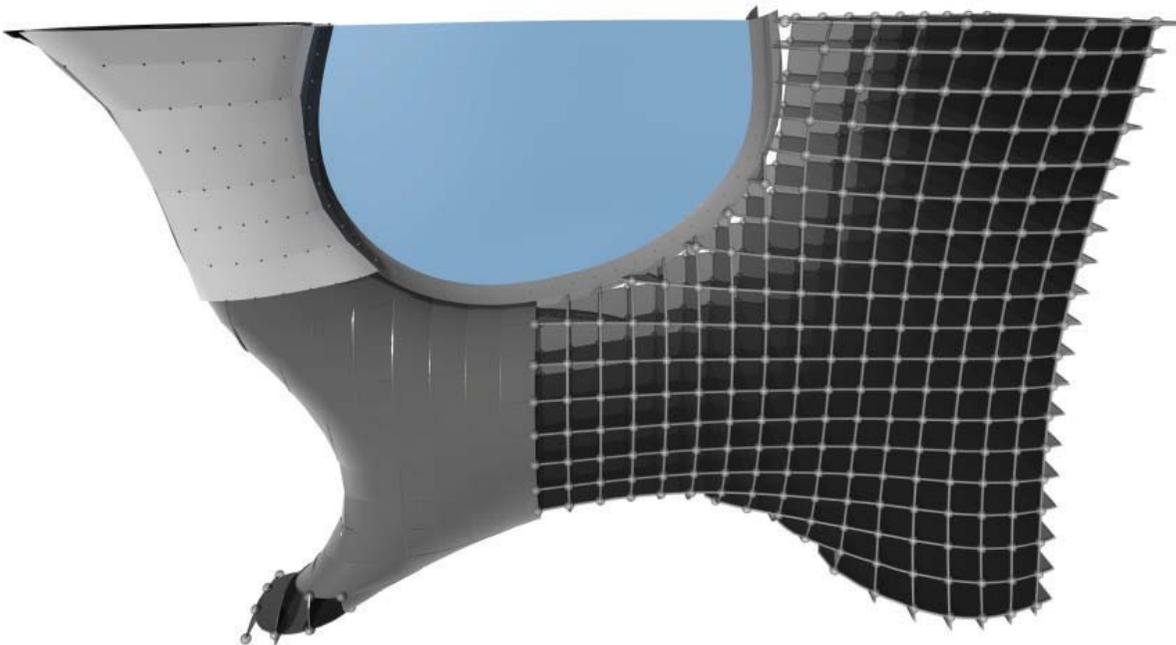
Spanden h/v mit Fenster



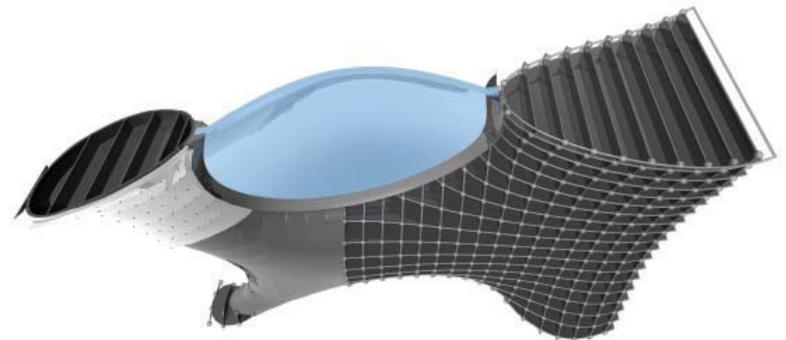
Spanden h/v mit Hülle



Spanden h/v Hüllschichten

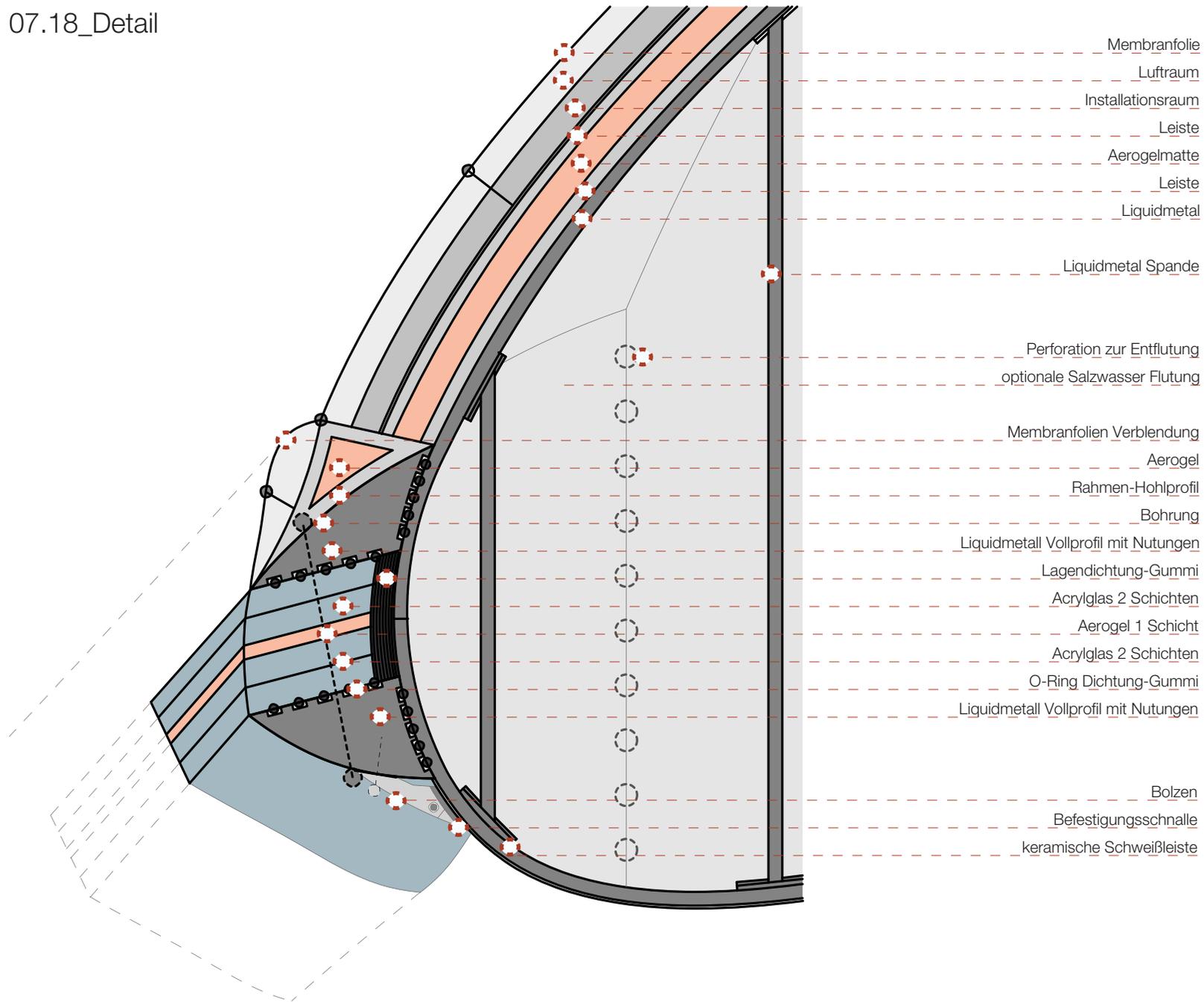


Innenseite Spanden h/v mit Hülle



Spanden h/v Perspektive schräg oben
95

07.18_Detail



Membranfolie

Luftraum

Installationsraum

Leiste

Aerogelmatte

Leiste

Liquidmetal

Liquidmetal Spande

Perforation zur Entflutung
optionale Salzwasser Flutung

Membranfolien Verblendung

Aerogel

Rahmen-Hohlprofil

Bohrung

Liquidmetall Vollprofil mit Nutungen

Lagendichtung-Gummi

Acrylglas 2 Schichten

Aerogel 1 Schicht

Acrylglas 2 Schichten

O-Ring Dichtung-Gummi

Liquidmetall Vollprofil mit Nutungen

Bolzen

Befestigungsschnalle

keramische Schweißbleiste

07.19_Material

Aerogel (mikroporöser Dämmstoff) Aerogele werden seit etwa 1940 hergestellt. Bei der Herstellung Aerogel wird eine Flüssigkeit geliert und das Gel anschließend getrocknet. Durch dieses "Sol-Gel-Verfahren" entstehen die Nanoporen.

Die Eigenschaften des Aerogels werden entscheidend durch die Auswahl der Ausgangsstoffe beeinflusst. Es wird vorwiegend aus Silikaten hergestellt.

Ein Aerogel ist ein extrem leichter, hochporöser Dämmstoff. Er ist extrem hitzebeständig (bis ca. 2000°C) und verändert seine gute Dämmeigenschaft auch bei Druckunterschieden nur geringfügig.

Die hohe optische Transparenz, zusammen mit einer Brechzahl von etwa 1,007 bis 1,24, macht Aerogele auch in optischer Hinsicht interessant.

Diese Dämmung wurde gewählt da sie eine zusätzliche Isolierung der Fenster ermöglicht und bei geringster möglicher Dicke eine Wärmeisolation bietet.

SLIMLIGHT-Leuchtfolien EL-Folien sind so genannte Lambertstrahler. Sie geben ein schmalbandiges Licht ab, beinahe monochromatisch. Diese Folien wurden ursprünglich für militärische Zwecke und für die Flugzeugindustrie entwickelt. Seit mehr als 5 Jahren wird die Leuchtfolie im Bühnentechnischen Bereich eingesetzt.

Die EL-Folie ist stufenlos dimmbar und die Einschaltverzögerungen liegen unter 100 ms. Die Leuchtfolie hat eine Stärke von 0,8mm. Es ist das dünnste Leuchtmittel der Welt.

Da Licht unter Wasser ausgefiltert wird, soll über die Leuchtpaneel im Innenraum ein möglichst breites Farbspektrum dargeboten werden. So kann sich die Besatzung die Farbe aussuchen.

Coelan Bodenbeschichtung ist eine kunststoffhaltige Bodenbeschichtung die Abrieb- und Verschleißfestigkeit, Rutschhemmung und Beständigkeit gegen aggressive Komponenten bietet.

Liquidmetal ist ein Markenname für amorphe Metall-Legierungen, die von der Firma Liquidmetal Technologies entwickelt wurden. Durch ihre nicht-kristalline Struktur sind die verwendeten Zirkonium-Legierungen widerstandsfähiger und elastischer als Legierungen aus Titan oder Aluminium, die in den gleichen Bereichen eingesetzt werden. Die Technologie findet im militärischen und industriellen Bereich vielfach Anwendung.

Liquidmetal ist korrosionsbeständig und verformungsbeständig.

Biokeramik eine Biokeramik ist ein Produkt, das aus einer Kombination von speziell ausgesuchten Keramik- und Mineraloxiden wie Quarz-Oxid, Aluminium-Oxid, Silizium-Oxid, etc. gewonnen wird.

Verwendet werden unter anderem auch pyroelektrische Mineralien, die in der Lage sind, aufgenommene Wärme in elektrische Ladungen umzuwandeln. Diese Mischung aus unterschiedlichen Mineralien wird auf eine Temperatur von rund 1600° erhitzt und verschmolzen. Diese Biokeramik aus unterschiedlichen Mineralien ist nun in der Lage, Fern-Infrarot-Strahlen auszusenden und negative Ionen zu produzieren. Zudem ist sie in der Lage, vom menschlichen Körper abgegebene Infrarot Wärme

aufzunehmen und gleichmäßig wieder abzugeben. Aufgrund der Wellenlänge im Fern-Infrarotbereich erwärmen sie den menschlichen Körper, ohne dabei die Umgebungstemperatur zu erhöhen. Die Biokeramiken sollen für den Innenbereich eingesetzt werden. für die Hüllstruktur der Kombüse des Bades und der Schalfkojen.

Akustikabsorber, das sind transparente und transluzente Folien mit Mikroperforation, die Reflexionsschall und Nachhallzeit senken.

Die Folien werden mit Abstandshaltern und Federn aus Edelstahl individuell an der Decke befestigt.

drapilux-Stoffe Diese Stoffe verfügen über eine ausgeprägte schalldämmende Wirkung und sind bioaktiv, diese werden zur Bedeckung der Schlafkojen benutzt.

Atmungsaktive Membranfolien Platilon M Membranfolien besitzen eine geschlossene Polymerstruktur und weisen keinerlei Mikroporen auf. Durch die hydrophile Eigenschaft wird Feuchtigkeit von der Folie aufgenommen, Wasserdampfmoleküle durch die Folie transportiert und diese nach außen an die Umgebung mit niedrigeren Konditionen abgegeben.

Weitere Eigenschaften sind die hohe chemische und mechanische Beständigkeit und die hohe Flexibilität und Elastizität (bis -40°C). Der Innenraum ist mit diesem Material bekleidet.



Leuchtfolien die Panele können angesteuert werden und so Ihre Farbe verändern , je nach Bedarf.

Die Biokeramische Struktur in der Mitte ist ein natürlicher Wärmetauscher, zusätzlich kann durch kleine Kanäle im Inneren Wasser zur Kühlung oder zum Heizen benutzt werden.



