

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der
Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt
(<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the
main library of the Vienna University of Technology
(<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).

Diplomarbeit

Austothek in der Bretagne
Architektur in Wechselwirkung mit den Gezeiten

Ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
einer Diplom-Ingenieurin
unter der Leitung von

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.sc.techn. Christian KÜHN
Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dipl.-Soz. Harald TRAPP

E253/1
Institut für Architektur und Entwerfen
Abteilung Gebäudelehre und Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von
Elisabeth Mayr
0240309
Kaiserstrasse 107/12
1070 Wien

Wien, am 05.06.2011

Inhaltsverzeichnis

01.0	Themenstellung	4
02.0	engineering ecologies - Konstruieren von Ökologien	6
03.0	Die Gezeitenzone	
03.1	Die Gezeitenzone als ökologische Umgebung - Wirkungsweise der maßgebenden Naturkräfte	11
03.2	Gezeiten und Küstenzone behandelnde Beispiele aus Architektur und Kunst	16
03.3	Technisch wichtige Parameter für schwimmende Konstruktionen	18
04.0	Austernkultivierung	
04.1	Funktionsweise der Austernkultivierung und ihre Anforderungen	26
04.2	Die Vinothek als Vergleichsmodell zur Konzeption einer Austothek	30
04.3	Referenzbeispiele zu Vinotheken und Hotelarchitektur	32
05.0	Entwurf	
05.1	Standortwahl	35
05.2	Konzept	42
05.3	Raumprogramm	44
05.4	Funktionsbeziehungen	45
05.5	Benutzergruppen_Erschließung	46
05.6	Funktionsweise Appartements	48
06.0	Pläne	50
07.0	Konstruktion - Berechnung Schwimmfähigkeit	68
08.0	Schaubilder	72
09.0	Zwischensstudien	80
09.0	Literaturnachweis	
09.1	Literaturverzeichnis	85
09.2	Fußnoten	86
09.3	Abbildungsverzeichnis	87

Austothek in der Bretagne – Architektur in Wechselwirkung mit den Gezeiten

Ausgangspunkt meiner Diplomarbeit ist es, eine Architektur zu schaffen, die einen direkten Bezug zu den Naturkräften ihrer Umgebung herstellt. Diese Wechselwirkung erzeugt eine ständige Wandlung der Strukturen.

Das gewählte Umfeld, die Gezeitenzone, ist charakteristisch für sich kontinuierlich verändernde Zustände und eine periodisch wiederkehrende Bewegung. Durch das Zusammenwirken von Gezeitenkräften und Gebäudekonzeption wandeln sich im Verlauf des Naturrhythmus funktionale Zusammenhänge. Gleichzeitig manifestiert sich die Bewegung einzelner Gebäudeteile in einer räumlichen Veränderung. Die Funktion des Gebäudes ist die einer Austothek, vergleichbar mit dem Konzept einer Vinothek, in der den Besuchenden die Kultur rund um den Austernanbau und Austernverzehr nähergebracht wird. Da sich sämtliche Arbeitsprozesse der Austernkultivierung nach den Gezeiten richten, werden die Zusammenhänge zwischen funktionalen Abläufen und den Vorgaben der Natur nochmals unterstrichen.

Erst die Bewegung des Meeres lässt das Potential des Projekts zur vollen Geltung kommen. Somit steht es für eine Architektur, die sich *mit* den Kräften der Natur entfaltet.

engineering ecologies¹ – Konstruieren von Ökologien^{02.0}

Das benutzerorientierte Verhalten physischer, funktioneller sowie soziologischer und mittlerweile auch dynamischer Natur eines Gebäudes stellt eine der Hauptaufgaben der Architektur dar.

Um dieses zu optimieren werden hauptsächlich immer komplexer werdende technische Systeme bemüht, die einen hohen Grad an extern zugeführter Energie benötigen. Während das technologische Potenzial die Grenzen des Machbaren stets aufs Neue sprengt, stagniert die intellektuelle Auseinandersetzung mit dem Zweck und Ziel von Flexibilität und Performance. Das Konzept eines „Intelligenten Gebäudes“ bleibt fragwürdig solange seine Performance durch Hightech-Prothesen an relativ einfältiger Baumasse erzielt wird.

Im Gegensatz zu der übertechnisierten, aktiv kontrollierten Veränderung des architektonischen Objekts - der alleinigen Veränderung eines geschlossenen Systems in sich selbst -, steht ein Entwurfsprozess, der durch einfache Funktionsweisen eine performative Kapazität durch Wechselwirkung mit der Umgebung erzielt.

Dies kann erreicht werden durch eine in ihre Umwelt eingepasste Architektur, deren Performance im direkten Bezug zu den sie auslösenden und bedingenden äußeren Einwirkungen steht; eine direkte und differenzierte Anpassung an die sich verändernden Anforderungen ohne der Notwendigkeit zusätzlicher elektronischer oder mechanischer Kontrollelemente.

Gleichzeitig wird dadurch auch das Thema der „Nachhaltigkeit“ einer gebauten Struktur neu definiert. Während derzeit hauptsächlich eine Effizienzsteigerung durch Erhöhung der Wärmedämmschicht und Reduktion von Energieverbrauch der Heizungs-, Ventilations-, und Kühlsysteme praktiziert wird, stellt dies genau genommen nur eine Optimierung von herkömmlichen Strukturen dar. Das Bestehende wird in seiner Voraussetzung nicht hinterfragt, sondern allenfalls modifiziert. Dieser Strategie ist es immanent, abgesehen von der hier nicht weiter ausgeführten Fraglichkeit ihrer effektiven „Nachhaltigkeit“ im größeren Kontext, dass ihr Potenzial schnell ausgeschöpft sein wird, ohne das Ausgangsproblem gelöst zu haben. Hier stellt sich die Frage, ob ein Lösungsversuch zu einem früheren Zeitpunkt ansetzen soll:

Kann es möglich sein, dass Anpassungen an die Umwelt nicht durch ein nachgeordnetes Optimierungsverfahren, resultierend in einer zunehmenden Abschottung aller externen Einflüsse, sondern durch eine kontinuierliche Rückkopplung des Objekts mit dieser erreicht werden kann?

Sollte man neben der Ausreizung aller technischen Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung eines für sich stehenden Objektes nicht auch die entscheidende Rolle der Relation zwischen architektonischem Objekt, menschlichen Subjekt und ihrer direkten Umwelt untersuchen?

Kann ein solcher Ansatz ein Umdenken der derzeitigen Auffassung

von bewohntem - besetztem Raum mit seinen zugehörigen sozialen Strukturen bewirken und sie so kulturell sowie sozial zukunftsfähig und stabil machen?

Diese hier aufgeworfenen Fragestellungen bemühen naturgemäß nicht nur die Architektur zur Beantwortung. Gegenteilig sind hier alle Bereiche der Wissenschaften angesprochen: Von Nanotechnologie über Molekularbiologie bis hin zur Makrosoziologie und viele andere.

Auf dem Gebiet der Architektur kann sie eine Auseinandersetzung mit dem Entwurfsprozess an sich bedeuten: Was ist mein Ausgangspunkt? Welche Art der „Performance“ verfolgt mein Entwurf? Leistete er Abschottung gegen äußere Einflüsse, oder steht er mit Ihnen in einem Mehrwert bringendem Austausch? Stehen Wirkung und Ursache in einer einander begünstigenden Relation zueinander, oder in einer sich „bekämpfenden“?

Ein Grundsatz von Energie ist es, dass sie nie verloren geht, sie wechselt lediglich ihre Form.

Nütze ich nun beispielsweise Windenergie um eine Windschutz „aufzublasen“, oder stelle ich der Windenergie eine Wand entgegen, die in weitere Folge Druck, - und Zugkräfte aufnehmen muss?

Ein Ansatz der diese Denkweise verfolgt, ist „engineering ecologies“¹ – das „Konstruieren von Ökologien“. In dem gleichnamigen Artikel bespricht Peter Trummer, Architekt und Leiter des „Associative Design Research Program“ am Berlage Institut in Rotterdam, die kontemporären Entwicklungen, die dieses Prinzip forcieren, sowie seine Potentiale und Möglichkeiten.

-

Bevor näher auf die Praktik des „Konstruierens von Ökologien“ eingegangen werden kann, muss zunächst der Ausgangspunkt dieses Prinzips dargestellt werden:

Peter Trummer stellt seinen Überlegungen zunächst die Feststellung voraus, dass während die Ingenieurwissenschaften, historisch gewachsen, stark durch die Physik geprägt wurden und werden, man zunehmend davon ausgeht, dass die Biologie zur Leitdisziplin des 21. Jahrhunderts wird.

It has become part of the accepted wisdom to say that the twentieth century was the century of physics and the twenty-first century will be the century of biology. Two facts about the coming century are agreed on by almost everyone. Biology is now bigger than physics, as measured by the size of budgets, by the size of the workforce, or by the output of major discoveries; and biology is likely to remain the biggest part of science through the twenty-first century. Biology is also more important than physics, as measured by its economic consequences, by its ethical implication, or by its effects on human welfare.

Freeman Dyson, „Our Biotech Future“, 2007²

-

Er erklärt, dass dieser teilweise Paradigmenwechsel von einem

physikalisch-mechanistischen Leitbild zu einem durch biologische Prozesse determinierten Verständnis der Wirkungsweise unserer Welt, auch eine fundamentale Änderung in der Art wie wir Architektur verstehen und praktizieren hervorrufen wird. Peter Trummer zitiert in seinem Artikel „Engineering Ecologies“ Carl Woese, nach welchem es zunächst unumgänglich ist, von einer rein reduktionistischen Biologie, die sich auf die Erforschung der existierenden Natur beschränkt um biologische Abläufe zu verstehen, zu einer synthetischen Biologie überzugehen. Diese „neue“ Biologie, so Woese, wird auf dem Auftauchenlassen von Mustern der Organisation basieren und es ermöglichen die Natur nicht nur zu verstehen, sondern auch neue Naturen zu schaffen³. Das Verständnis des Begriffs der „Ökologie“, welcher durch Ernst Haeckel, einem deutschen Biologen und Anhänger des Darwinismus, 1866 erstmals definiert wurde, spielt dazu eine entscheidende Rolle:

Unter Oecologie verstehen wir die gesammte Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Aussenwelt, wohin wir im weiteren Sinne alle ‚Existenz-Bedingungen‘ rechnen können. Diese sind theils organischer theils anorganischer Natur.

Ernst Haeckel, „Generelle Morphologie der Organismen“, 1866⁴

Diese Beziehung lässt sich am deutlichsten erklären am Beispiel der Bienen und Blütenpflanzen. Während die Biene die Bestäubung, also Fortpflanzung von Blütenpflanzen sichert, versorgt die Blütenpflanze die Biene mit Nektar zur Ernährung und Pollen zur Aufzucht der Brut. Die Biene und die Blütenpflanze benötigen einander nicht nur, sondern sind Teil des gleichen Entstehungsprozesses und damit untrennbar miteinander verbunden. Zusammenfassend lassen sich folgende Feststellungen treffen:

Ökologie beschreibt die Beziehung zwischen Objekt und Umgebung.

Objekt und Umgebung sind Teil des gleichen Entstehungsprozesses.
Es herrscht also eine ständige Wechselwirkung des Entstehens.

Das Objekt verändert die Umgebung. Die Umgebung verändert das Objekt.

Dies geschieht durch ständige Aktualisierung und Prozesse der Überarbeitung.

Diese Prozesse der Überarbeitung bauen nicht auf der Vorwegnahme des Ergebnisses auf,
sondern auf den Regeln des Ungleichgewichtes oder der Abweichung und den Regeln des Entstehens.

-

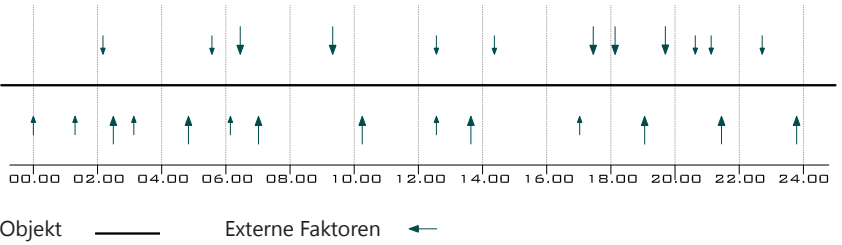
Was heißt das nun für die Architektur?
Bis heute wird eine Entwurfsauffassung vertreten, die hauptsächlich vom Standpunkt des zu entwerfenden Objekts ausgeht. Das erarbeitete Objekt hat in Folge den physikalischen Ansprüchen seiner Umgebung standzuhalten. Externe Einflüsse werden als zu vermeidendes „Übel“ gesehen, und das Objekt muss vor ihnen geschützt werden. Zudem ist das Objekt auch zu jedem Zeitpunkt, gegen alle möglichen eintretenden Kräfte gewappnet. Dass heißt, egal welche Kräfte von außen einwirken, dass Objekt soll unverändert bleiben. Gleichermäßen verhält es sich mit dem Parameter des Benutzers. Das Benutzerverhalten ändert sich ebenso in Abhängigkeit von externen Faktoren, physikalischer oder anderer Natur. Mit dem Ausschluss der verändernden Wirkung dieser Kräfte, muss das Objekt die benötigten Strukturen für sämtliche Benutzerverhalten ständig aufweisen, ohne dass diese zu jedem Zeitpunkt benötigt werden. Der Faktor der Zeit spielt also im herkömmlichen Entwurfsansatz keine Rolle, das Objekt hat zu jedem Zeitpunkt die gleiche Erscheinungsform. Es ist statisch. Angestrebt wird also ein geschlossenes System, dass nicht in Wechselwirkung mit seiner Umwelt steht und daher einen „binnenstabilen Gleichgewichtszustand der Elemente“⁵ ausbildet, der mathematisch eindeutig erfasst werden kann.

Statisches Modell

Ausgangspunkt: Ziel ist die ganzheitliche Performance der Struktur in Bezug auf alle möglichen gestellten Anforderungen

Annahme: zu erwartendes Benutzerverhalten
zu erwartende externe Einflüsse

Ergebnis: Statisches Endprodukt



Verschieden einwirkende Kräfte und Benutzerverhalten ergeben in der Zeitleiste gesehen eine zeitunabhängig fassbare Struktur.

Wie wird es jedoch möglich externe Kräfte als Katalysator für die von ihnen hervorgerufene benötigte „Performance“ zu nutzen?
Die vorher besprochenen Feststellungen zu Ökologien gibt Aufschluss darüber. Im „Prozess der Überarbeitung“ - „process of actualisation“⁶ liegt das eigentliche Potenzial für eine zukunftsweisende Architektur. In jeder bestehenden Ökologie ruhen mögliche Welten, Dinge und Objekte, die noch nicht Gestalt angenommen haben, aber darauf warten durch „Überarbeitung“ zu entstehen. Das virtuelle Potential der Umgebung und seine möglichen Aktualisierungskräfte werden so zum Ausgangspunkt des Entwerfens. Ziel dieses Ansatzes ist es, ein Rahmenwerk - eine Intervention - in die Umgebung zu setzten, das durch die Wechselwirkung mit den dort wirkenden Kräften überarbeitet wird und so die benötigten Strukturen in direkter Übersetzung entstehen lässt. Diesem Modell ist es inhärent, dass sich seine Strukturen in ständiger Anpassung an die äußeren Einflüsse befinden, sowie die Strukturen ständig die Wirkungsweise der äußeren Kräfte umlenken. Das „Bestehende“ ist nur als Momentaufnahme zu einem bestimmten Zeitpunkt fassbar. Es ist dynamisch, ein offenes System, das durch sich ständig verändernde Umwelteinflüsse variable Relationen zwischen den Elementen entfaltet.

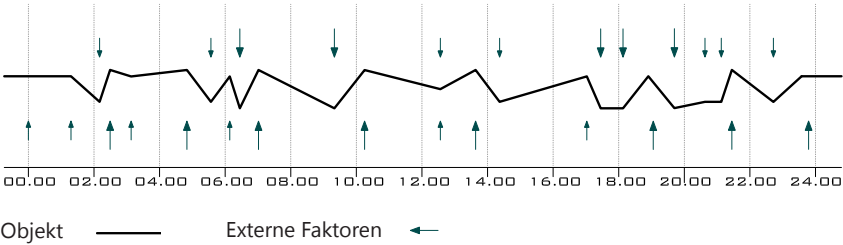
Dynamisches Modell

Ausgangspunkt: Virtuelles Potential der jeweiligen Umgebung
Ziel ist die jeweilig benötigte Performance der Struktur in Bezug auf die gegenwärtig gestellten Anforderungen

Annahme: Mögliches Überarbeitungs- ,
Entstehungspotential durch die spezifische Umgebung

Intervention: Einfügen eines abgestimmten
Rahmenwerkes

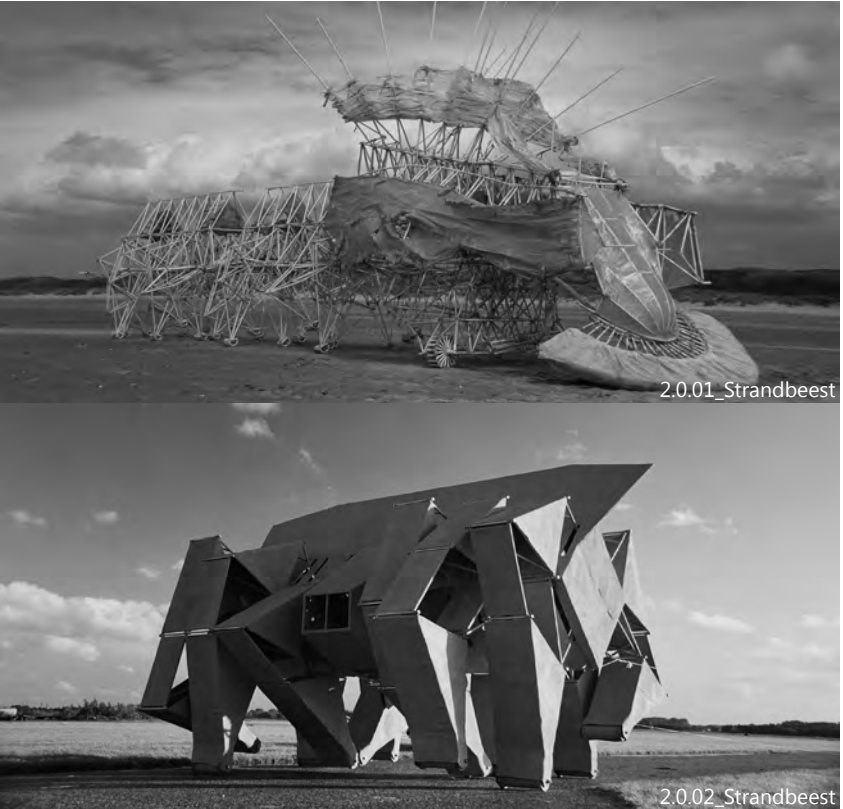
Überarbeitung bewirkt: Dynamisches Endprodukt



Verschieden einwirkende Kräfte und Benutzerverhalten ergeben in der Zeitleiste gesehen eine zeitabhängige nur als Momentaufnahme fassbare Struktur.

Durch sich wandelnde Zuständigkeiten wird eine relative Stabilisierung - ein „Fließgleichgewicht“⁷ - ermöglicht ohne die Systemstrukturen vollständig zu ändern. Die sich ständig neu bildenden Seinszustände der Struktur sind direkt mit ihrer Umgebung verbunden. Versetze ich mein Rahmenwerk von dem maßgebenden Kontext in einen anderen, wird sich das hervorgerufene Ergebnis deutlich ändern und nicht mehr den Regeln meiner Intention folgen.

Naturgemäß steht jedes Gebäude in Wechselwirkung mit seiner Umwelt und ist daher dynamisch, auch wenn damit nur der zunehmend abbröckelnde Putz durch Wettereinflüsse gemeint ist. Ebenso sind diese zwei Entwurfsansätze auch nicht streng voneinander zu trennen, jedwede gebaute Struktur wird stets eine Mischform mit unterschiedlichen Gewichtungen darstellen. Wichtig ist meiner Meinung nach vor allem das bewusst machen solcher Denkweisen, die sehr wohl in weiterer Folge eine Änderung der Architekturauffassung bedingen können. Im Folgenden werden einige Projekte aus verschiedenen Fachbereichen vorgestellt um dieses Entwurfsprinzip zu verdeutlichen:

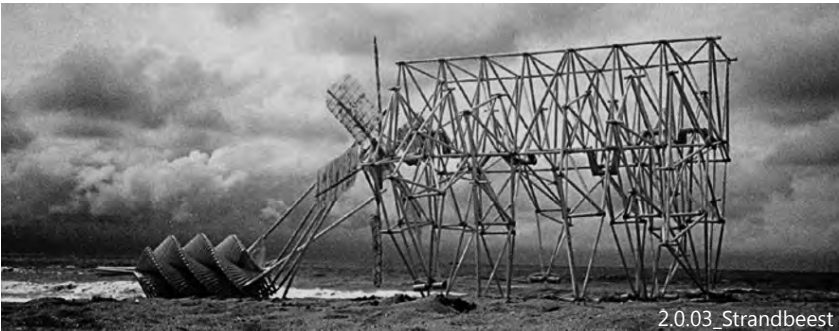


Materielle Organisation

Der Physiker, Forscher und Künstler Theo Jansen entwickelt seit nunmehr 15 Jahren künstliche Organismen. Seine „Strandtiere“, die die Naturkräfte der niederländischen Küste nutzen, können als neue Form der materiellen Organisation gesehen werden. Die kinetischen Objekte wurden aus einfachen gelben Elektroröhren konstruiert. Die sich selbstständig fortbewegende Skelette sind windbetrieben und reagieren in ihren Bewegungen auf die Beschaffenheit des Bodens, von trockenen Sand bis zu Schlamm. Theo Jansen verfeinert die Anpassung der „Tiere“ ständig an ihre Umgebung, so entwickelte er eine Art, die bei erhöhten Windstärken beginnt, ihren schweren „Kopf“ mit der Verlängerung oder „Nase“ voraus in den Sand zu rammen, um ihren „Gesamtkörper“ zu fixieren. Alle so entstandenen „Arten“ verdanken ihre Existenz den Bedingungen ihrer Umgebung und können ohne sie nicht existieren. Sie sind kontextspezifisch - kontextabhängig.

Dynamisches Modell

Ausgangspunkt: Virtuelles Potential der niederländischen Küste
Annahme: Ziel ist die Schaffung künstlicher Organismen
Intervention: Überarbeitungsenergie durch Wind und Bodenbeschaffenheit
Überarbeitung bewirkt: Skelette in Leichtbauweise mit entsprechender Bewegungsmöglichkeit
Fortbewegung, Richtungsänderung, Bewegungsänderung und differenzierte Verhaltensweisen der künstlichen Organismen = autark funktionierende, selbst organisierte Strukturen



Formen des Verhaltens

Tube 6, eine deutsche Forschungsgruppe für neuartige Technologien, erarbeitete ein Konzept, das es ermöglicht, inmitten von München an der Isar Surfen zu gehen. In Zusammenarbeit mit der Technischen Universität München hat es die Gruppe geschafft, eine perfekte „Surfwelle“ in fließenden Gewässern zu generieren. Was zunächst erscheint wie das Ergebnis von aufwendiger externer Energiezufuhr, ist tatsächlich alleinig basierend auf geometrische Eigenschaften, einer Unterwasserstruktur die hydro-dynamische Zustände erzeugt. Die Unterschiedlichkeit der Geometrien von Unterwasserhügelformationen ergibt für jede Wassersportart jeweils die benötigte Wellenform. Dementsprechend hat Tube 6 vier Haupttypen von Wellen, unterscheidbar durch die Beziehung von Wellenkamm und Wellental, erfolgreich künstlich generiert. Eine durch Intervention hervorgerufene Welle ist der gewaltvolle Sturzbrecher, welcher ein tiefes Wellental und einen schnell fortschreitenden Wellenkamm aufweist. Er entspricht dem in der Natur vorkommenden klassischen Riffbrecher und ist ideal für fortgeschrittene Surfer und Berufssportler. Weitere generierte Wellenarten sind die „flache“ Welle ohne Sturzkante, perfekt für „Longboarder“ und Anfänger,

Dynamisches Modell

Ausgangspunkt: Virtuelles Potential eines fließenden Gewässers
Annahme: Ziel ist die Schaffung von bestimmten Wellenarten
Intervention: Überarbeitungsenergie durch Hydrodynamik
Überarbeitung bewirkt: Veränderung der geometrischen Eigenschaften des Flussbettes
„Surf“-wellen



die „schäumende“ Welle, eine Meereswelle mit steilem Wellenkamm, angepasst auf die Ansprüche Kayaks und Shortboards. Die beliebteste Welle hingegen, die man normalerweise auf Sandstränden vorfindet, weißt einen breiten Wellenkamm und eine sanfte Auslaufzone auf. Sie ist am besten geeignet für eine breite Masse und für verschiedenste Level an Fähigkeiten. Ebendiese Welle wurde für den Standort an der Isar ausgewählt. Hier hat die künstliche Modifikation des Flussbettes durch pneumatische Kissen Wellen entstehen lassen, die einen Prozess des „Auftürmens“ und Brechens verfolgen. Das Auftauchen all dieser verschiedenen Erscheinungsformen von Wellen wurde durch das Konstruieren einer künstlichen Umgebung erreicht. In der Natur wäre es undenkbar sie in diesem Kontext vorzufinden, denn jede Wellenart ist ursprünglich das Ergebnis aus Vorgängen in einem speziellen Kontext, sei es der Atlantik mit seiner einzigartigen Meeresbodenbeschaffenheit oder Flussschnellen einer Klamm. In München wurden diese Erscheinungsformen durch das virtuelle Potential der „Konstruierten Ökologie“ möglich.



Auftauchende Landschaften

Historisch gesehen ist der Hochwasserschutz in den Niederlanden stets ein essentielles Thema gewesen. Jedoch hat der Deichbau derzeit sein ingenieurstechnisches Limit erreicht. Immer höhere Schutzdämme gegen die physikalischen Kräfte des Meeres zu bauen, stellt keine mögliche weitere Vorgehensweise mehr dar. Einzig durch naturinhärente Prozesse können die ingenieurstechnischen Leistungen noch übertroffen werden.

Deshalb haben Institute wie Rijkswaterstaat begonnen mit dem zu arbeiten, was wir unter „engineering ecologies“ verstehen. Die Holländer griffen in den natürlichen Prozess der Deichentstehung ein, indem sie die Uferzone mit Schichten von Sand anfüllten. Wind und Wasserströmungen erledigten den Rest. Als Ergebnis des sich selbstaufbauenden dynamischen Prozesses wurde nicht nur die Stärkung existierender Deiche und somit physikalischer Schutz erreicht, sondern entstanden als Nebenprodukt auch neue Formationen von Sandbänken. Der Eingriff in den ökologischen Prozess der Küstenmorphologie hat eine neue Landschaft überarbeitet - aktualisiert - geschaffen. Das Potential der neuen kulturellen Landschaft wurde zwar noch nicht wahrgenommen, wird aber eventuell die ökonomische, umweltspezifische und kulturelle Zukunft der Niederlande prägen.

Alle drei Beispiele können als „engineering ecologies“¹ verstanden werden, als Praktiken des „Entstehenlassens“. Jedoch ist das, was sie entstehen lassen nicht nur ein neues Objekt oder eine neue Landschaft, sondern ein kulturelles Produkt der Kontext spezifischen Intervention in der „natürlichen“ Umgebung. Zukünftig wird Architektur voraussichtlich daran gemessen werden, inwiefern sie virtuelles Potential in künstliche Welten umsetzt.

Dynamisches Modell

Ausgangspunkt:	Virtuelles Potential der niederländischen Uferzone
Annahme:	Ziel ist der natürliche Deichaufbau Überarbeitungsenergie durch Wind, Meeresströmungen, und Umschichtungen
Intervention:	Sandschüttungen an gezielten Stellen
Überarbeitung bewirkt:	Stärkung der existierenden Deiche Entstehung neuer Sandbänke

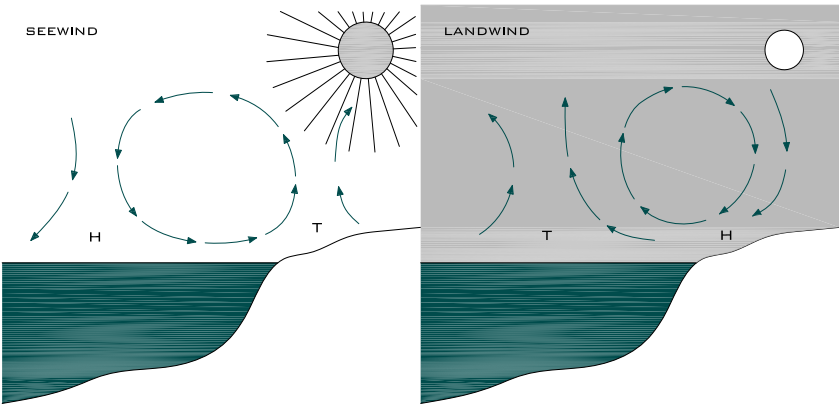
-

Die Gezeitenzone als ökologische Umgebung -
Wirkungsweise der maßgebenden Naturkräfte^{03.1}

Vor dem zuvor erläuterten Hintergrund in „engineering ecologies¹“ ist es zunächst unumgänglich sich mit den umweltspezifischen Bedingungen der gewählten Umgebung, also der Gezeitenzone, genau zu befassen. Die prägnantesten Kräfte stellen hier naturgemäß die Gezeiten und der Wechsel zwischen Land- und Seewind dar.

Land- und Seewind

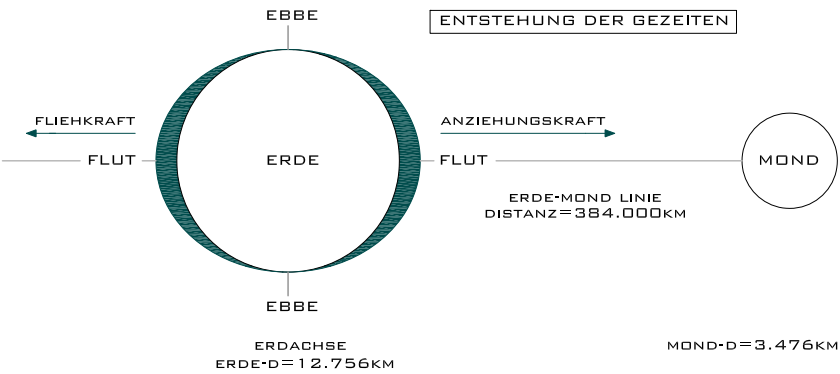
Im näheren Küstenbereich kann man bei ruhiger Großwetterlage deutlich den Wechsel von Land- und Seewind beobachten. Er entsteht dadurch, dass Land und See Wärme in unterschiedlichem Maße speichern. Unter dem starken Sonneneinfluss des Tages erwärmt sich das Land schneller und stärker als das angrenzende Meer. Dadurch erwärmt sich auch die über dem Land liegende Luft. Sie dehnt sich aus und steigt nach oben, da ihr spezifisches Gewicht nun gesunken ist. Dies erkennt man deutlich an der Bildung sommerlicher Haufenwolken über dem Land. In weiterer Folge fällt der Luftdruck und es bildet sich über dem Land ein thermisches Tief, das die über dem Meer stehende kühlere Luft ansaugt. Durch diesen Effekt entsteht tagsüber der Seewind. Nachts ist der umgekehrte Vorgang zu beobachten. Die Luft über dem Wasser ist etwas wärmer als die Luft über dem Land. Das thermische Tief liegt nachts über dem Meer. Von dem über dem Land stehende thermische Hoch strömt die Luft nun zum Meer hin, resultierend im Landwind. Tagsüber herrscht also der auflandige Seewind, nachts über der ablandige Landwind.



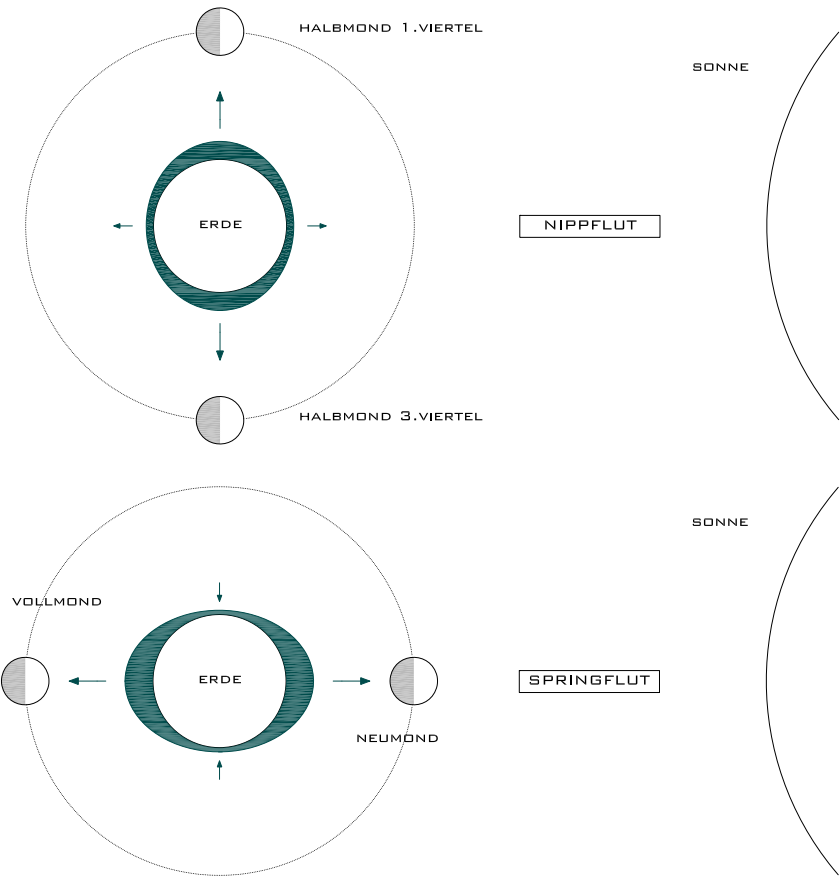
Gezeiten

Die Gezeitenkräfte wirken ständig und auf allen Weltmeere. Ausschlaggebend für ihre Ausprägung ist allein die geographische Lage des Ortes. Die Gezeitenkräfte entstehen durch die Gravitationskräfte, also Anziehungskräfte, die der Mond auf die Erde ausübt. In geringerem Maße trägt auch die Anziehungskraft der Sonne zu den Gezeiten bei. Die Gravitationskraft nimmt mit der Entfernung zwischen den Himmelskörper ab, genauer gesagt, ist sie umgekehrt proportional zum Quadrat der Entfernung. Dementsprechend übt der Mond auf den mondnahen Bereich der Erde die größte Gravitationskraft aus, während diese Kraft auf der entgegengesetzten Seite am geringsten ist. Dies bedeutet, dass die mondabgewandte Seite der Erde am wenigsten von unserem Satelliten angezogen wird und das Wasser hier aufgrund der Fliehkraft verhältnismäßig hoch steht. Stellt man sich die Erde als vollständig mit Wasser bedeckt vor, dann würden die resultierenden Kräfte die Wasserhülle elliptisch verformen.

Im Verlauf von 24 Stunden kann man an den meisten Küsten somit zweimal Ebbe und zweimal Flut, also zwei Gezeitenwechsel, beobachten. Da die Flut stets auf der Linie Mond Erde liegt, kann man sagen, dass sie dem Mond auf seinem Umlauf folgt. Durch die Drehung der Erde und des Mondes um einen gemeinsamen Punkt treten die Gezeiten jeden Tag etwa 50 Minuten später auf als am Vortag. Das Intervall von einer Flut zur nächsten, bzw. von einer Ebbe zur nächsten, beträgt dadurch im Schnitt 12 Stunden und 25 Minuten. Nach 7,5 Tagen, also circa einer Woche, hat sich der Gezeitenzyklus in Bezug auf die Tageszeit umgekehrt, es tritt zum vorherigen Zeitpunkt des Hochwassers Niedrigwasser auf.

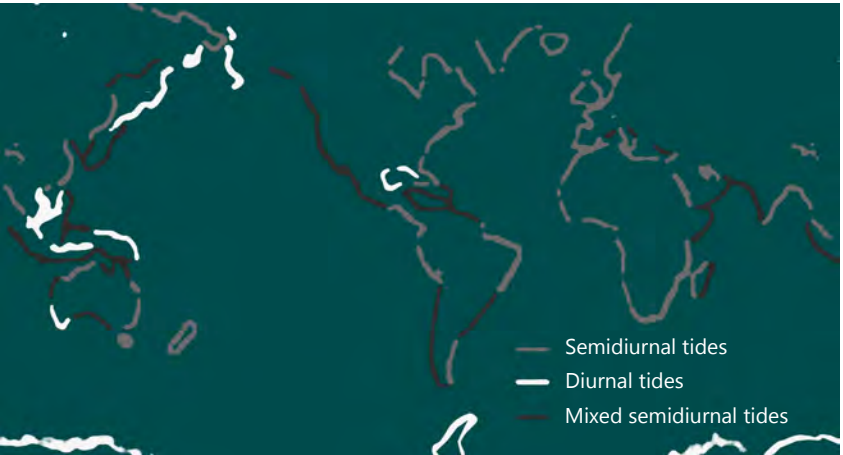
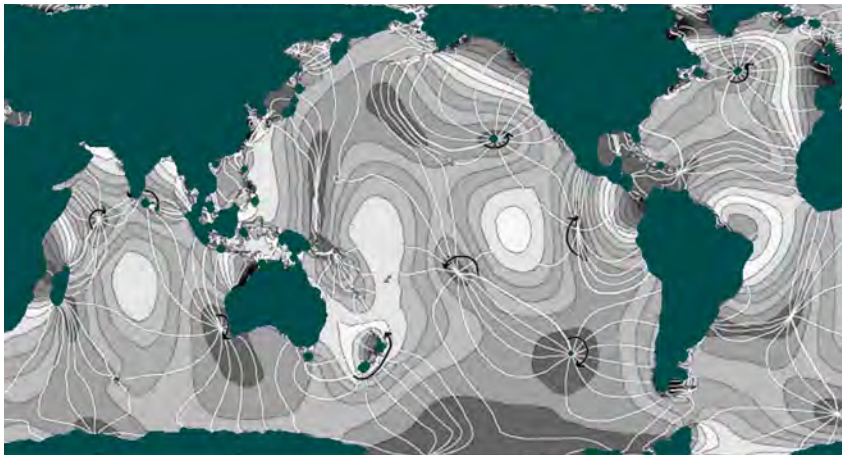


Neben dem Mond hat auch die Sonne einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Gezeiten. Die Anziehungskraft, die die Sonne auf die Erde ausübt, ist aufgrund der großen Sonnenmasse zwar ungefähr 200 Mal so groß wie die des Mondes, da die Sonne aber etwa 400 Mal so weit von der Erde entfernt ist, ist ihre Gezeitenkraft kleiner als die des Mondes. Da der Gradient der Gravitation schneller mit dem Abstand abfällt als die Kraft, beträgt die Gezeitenkraft der Sonne im Vergleich mit unserem Trabanten nur etwa 46 Prozent. Je nachdem, wie Sonne, Mond und Erde zueinander positioniert sind, verstärkt die Sonne die Gezeiten oder schwächt sie ab. Besonders wichtig sind die beiden Konstellationen, bei denen alle drei Himmelskörper auf einer Linie stehen, also Neu- und Vollmond. Dann verstärken sich die Gezeitenwirkungen von Sonne und Mond, und es gibt Springtiden mit einem besonders hohen Flutberg und einem besonders niedrigen Ebbental. Bei Halbmond hingegen gleichen sich beide Einflüsse zum Teil aus. Es kommt zu Nipptiden mit nur schwach ausgeprägter Ebbe und Flut.



Weltweit beträgt die durchschnittliche Höhe der Gezeiten zwischen einem und drei Metern. Sie hängt jedoch auch stark von den geographischen Gegebenheiten des Ortes ab. Kontinente, mittelozeanische Rücken, die Beschaffenheit der Meereszugänge und Unregelmäßigkeiten des Meeresbodens beeinflussen die Gezeitenströmung. Am Atlantischen Ozean wirken hauptsächlich semidiurnal, also halbtägliche, Gezeiten, die einen annähernd gleich hohen Tidenhub aufweisen. Auch Großteile des Pazifischen Ozeans weisen semidiurnale Gezeiten auf, wobei eines der beiden täglichen Hochwasser erheblich stärker ausfällt als das andere. An den Küsten des Golfes von Mexiko, der Antarktis und einiger westpazifischer Landzüge finden Hoch- und Niedrigwasser nur einmal täglich statt. Hier herrschen diurnale, also eintägige Gezeiten. Auch die Mischform dieser beiden Arten, gemischte Gezeiten, kann man an manchen Küsten vorfinden.

Die Gezeiten der Nebenmeere sind fast durchwegs aus dem Mitschwingen mit den Gezeiten des angrenzenden Ozeans zu verstehen. Sie werden hoch, wenn die Zuflussöffnung breit und der dort herrschende Tidenhub hoch ist, und wenn die Eigenperiode des Nebenmeeres nahe der Gezeitenperiode oder einem Vielfachen davon liegt, also bei Resonanz. Ist eine der drei Voraussetzungen nicht erfüllt, so bleiben die Gezeiten der Nebenmeere klein. Im Mittelmeer beispielsweise liegt der durchschnittliche Tidenhub nur bei 0,5m, da die Zugänge zum Ozean klein sind. In der Ostsee bewirken die ebenfalls engen Zugänge und der niedrige Hub im Kattegat eine Differenz von höchstens 0,4m des Wasserstandes. Der gegenteilige Effekt ist bei einseitig zugänglichen Buchten und trichterförmigen Fluss- und Meeresmündungen zu beobachten. Extremfälle stellen hier die Bay of Fundy, gelegen an der Ostküste Kanadas, mit Rekordzahlen von 16m Tidenhub und der französische Ort St. Malo am Ärmelkanal mit durchschnittlich 11,5m Gezeitenunterschied dar.



Begriffsdefinition

Hochwasser (HW) nennt man den höchsten Wasserstand im Verlauf einer Tide. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Kenterpunkt der Tide, auch Stillwasser genannt.

Niedrigwasser (NW) nennt man den niedrigsten Wasserstand im Verlauf einer Tide. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Kenterpunkt der Tide, auch Stillwasser genannt.

Mittelwasser (MW) nennt man den in der Mitte zwischen einem Hochwasserstand und dem vorhergehenden oder folgenden Niedrigwasserstand gelegene Wasserstand im Verlauf einer Tide.

Während der *Flut* steigt das Wasser von einem Niedrigwasser zum folgenden Hochwasser. Der Flutstrom dauert also ca. 6 Stunden.

Während der *Ebbe* fällt das Wasser von einem Hochwasser zum darauf folgenden Niedrigwasser. Der Ebbstrom dauert also ca. 6 Stunden.

Eine *Tide* oder *Gezeit* umfasst Flut und Ebbe. Sie reicht also von einem Niedrigwasser zum darauf folgenden Niedrigwasser. Eine Tide oder Gezeit dauert also ca. 12 Stunden.

Umgangssprachlich wird „Hochwasser“ fälschlicher weise als „Flut“ bezeichnet. Gleiches gilt für „Niedrigwasser“ und „Ebbe“.

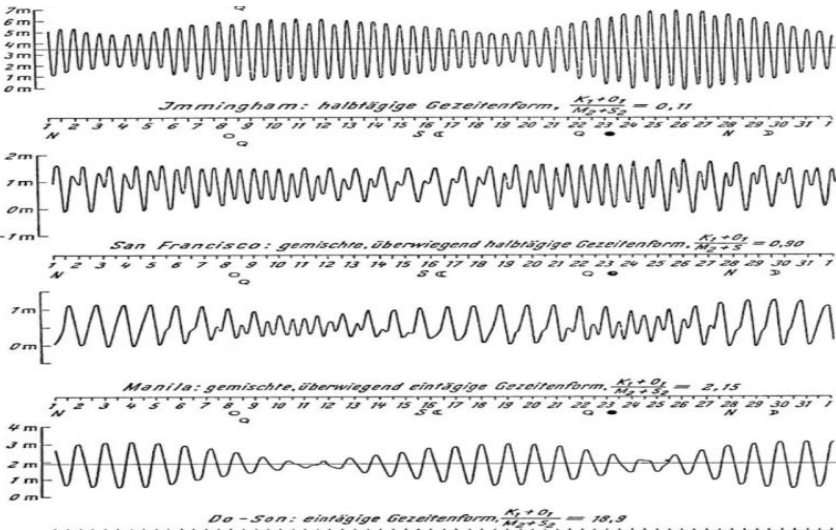


Abb. 35. Gezeitenkurven für den Monat März 1936. (Nach den Deutschen Gezeiten- und Gezeitenkarten für das Jahr 1940, Bd. II, Berlin 1939).
○, ☾, ☿, ☿ : Mondphasen; N: größte nördliche, S: größte südliche Deklination des Mondes; Q: Äquatordurchgang des Mondes.

3.1.05_Gezeitenkurve

Angaben über Hoch- und Niedrigwasserzeiten und den Tidenhub findet man in den Gezeitentafeln oder im Tidenkalender. Gezeitentafeln sind nur für das Herausgabejahr gültig.

Wilhelmshaven (Alter Vorhafen) 1991									
Tag	Juli				Tag	August			
	HW		NW			HW		NW	
	Uhr	Uhr	Uhr	Uhr		Uhr	Uhr	Uhr	Uhr
1 M	4.22	16.27	10.17	22.44	1 D	5.02	17.14	11.02	23.30
2 D	4.54	17.00	10.48	23.17	2 F	5.38	17.52	11.37	
3 M	5.28	17.37	11.20	23.53	3 S 3	6.13	18.28	0.04	12.11
4 D	6.05	18.16	11.56		4 S	6.49	19.13	0.36	12.50
5 F 3	6.44	18.59	0.29	12.36					
6 S	7.28	19.51	1.08	13.24	5 M	7.42	20.19	1.19	13.49
7 S	8.26	20.58	2.00	14.28	6 D	8.56	21.44	2.27	15.11
					7 M	10.23	23.13	3.54	16.42
8 M	9.36	22.12	3.08	15.44	8 D	11.44		5.22	18.06
9 D	10.50	23.27	4.24	17.02	9 F	0.30	12.54	6.38	19.17
10 M		12.00	5.38	18.16	10 S 0	1.36	13.52	7.43	20.18
11 D 0	0.38	13.04	6.48	19.24	11 S	2.31	14.45	8.38	21.12
12 F	1.42	14.01	7.49	20.24					
13 S	2.40	14.56	8.44	21.20	12 M	3.21	15.33	9.26	21.59
14 S	3.35	15.49	9.37	22.13	13 D	4.07	16.18	10.10	22.41
					14 M	4.47	16.57	10.49	23.16
15 M	4.28	16.38	10.26	23.01	15 D	5.21	17.32	11.21	23.47
16 D	5.14	17.21	11.09	23.42	16 F	5.52	18.06	11.52	
17 M	5.54	18.02	11.47		17 S 1	6.24	18.43	0.16	12.25
18 D 1	6.32	18.44	0.20	12.26	18 S	7.00	19.28	0.47	13.03
19 F	7.12	19.29	0.58	13.07					
20 S	7.56	20.21	1.39	13.53	19 M	7.52	20.33	1.30	14.00
21 S	8.52	21.26	2.28	14.54	20 D	9.07	21.57	2.35	15.20
					21 M	10.32	23.21	4.00	16.50
22 M	10.02	22.42	3.33	16.10	22 D	11.47		5.25	18.06
23 D	11.13	23.52	4.47	17.26	23 F	0.28	12.43	6.30	19.00
24 M		12.14	5.56	18.30	24 S	1.17	13.26	7.18	19.44
25 D	0.50	13.05	6.51	19.21	25 S 2	1.56	14.06	7.59	20.24
26 F 2	1.37	13.49	7.38	20.06					
27 S	2.19	14.30	8.20	20.46	26 M	2.33	14.42	8.38	21.00
28 S	2.57	15.06	8.58	21.23	27 D	3.06	15.14	9.11	21.31
					28 M	3.35	15.43	9.40	22.00
29 M	3.32	15.38	9.32	21.56	29 D	4.03	16.14	10.09	22.30
30 D	4.03	16.07	10.02	22.25	30 F	4.34	16.50	10.41	23.04
31 M	4.31	16.38	10.30	22.55	31 S	5.09	17.28	11.15	23.38

0 : Neumond 1 : Erstes Viertel 2 : Vollmond 3 : letztes Viertel

Mitteuropäische Sommerzeit

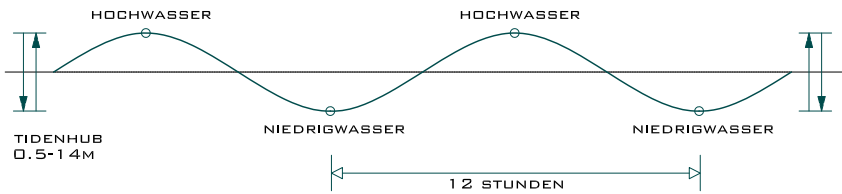
0 : Neumond 1 : Erstes Viertel 2 : Vollmond 3 : letztes Viertel

Mitteleuropäische Sommerzeit

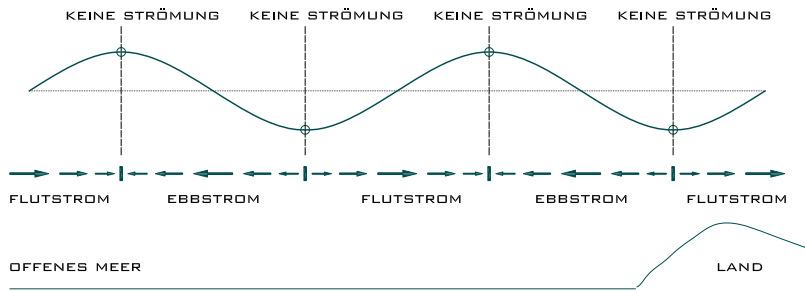
3.1.06_Gezeitentafel

Zusammenfassung der wichtigsten Vektoren

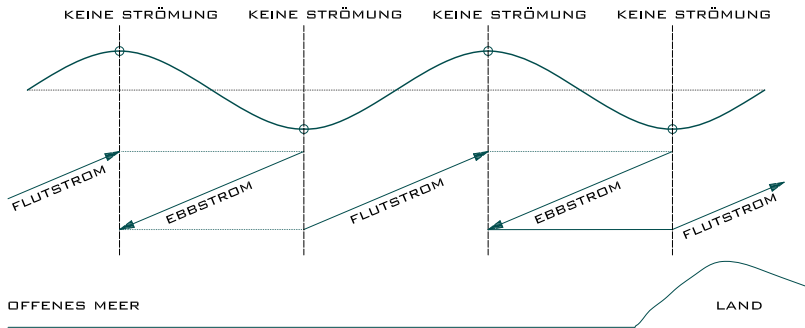
Extrempunkte:
Die Gezeiten definieren sich durch zwei Extrempunkte



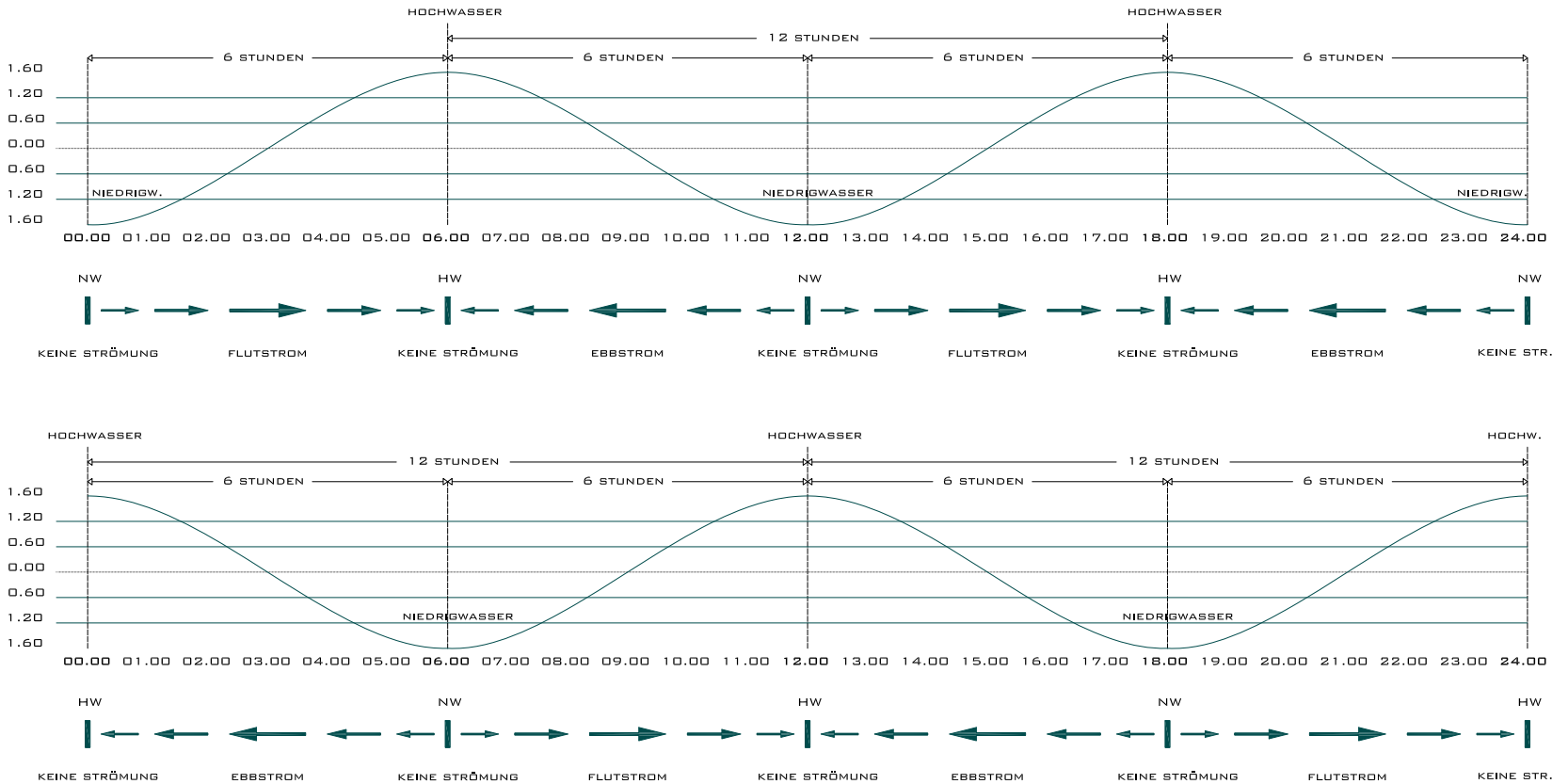
Strömung:
Die Extrempunkte sind gleichzeitig Wendepunkte ohne Strömung



Gesamtbewegung:
Zusammenfassung der Vektoren



Detailschema der Gezeitenbewegung anhand eines Beispiels von 3,20m Tidenhub
Tag 1__Tag 7

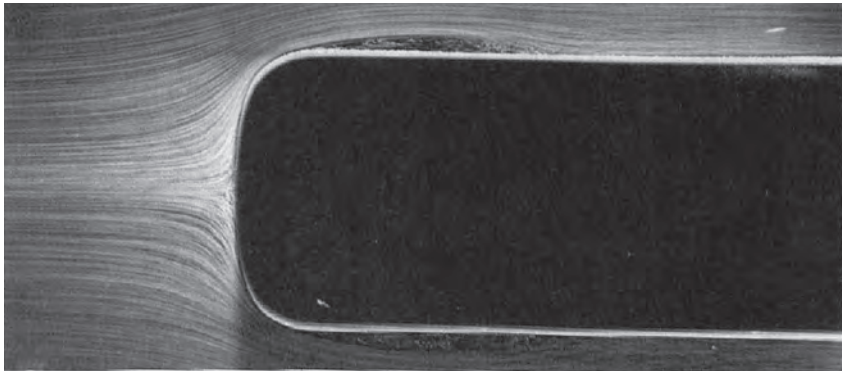


Strömungslehre

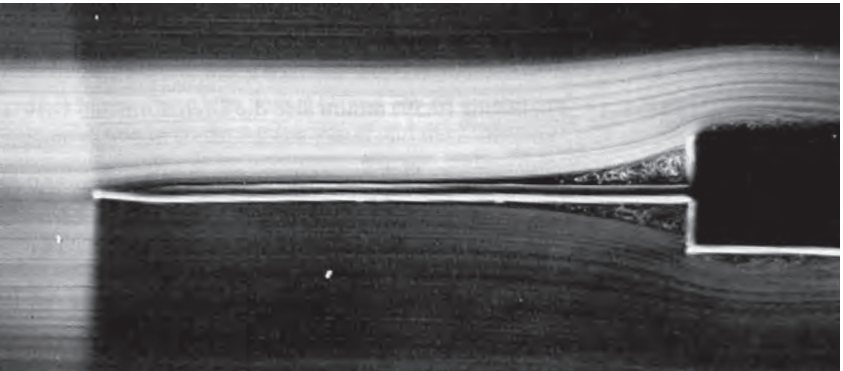
Die Strömungslehre ist die Lehre des physikalischen Verhaltens von Fluiden. Die Form eines Körpers beeinflusst den Verlauf der Stromlinien. In den unten stehenden Strömungsversuchen lässt sich die Ausprägung des turbulente Nachlaufbereichs ablesen. Eine im rechten Winkel zur

Strömung stehende Fläche ruft große Turbulenzen hervor, die durch eine Abrundung reduziert werden können. Die Ablösung der laminaren Grenzschicht und die Bildung des dahinterliegenden Totwassers tritt bei dem Grenzfall von einer 18° zur Strömung geneigten Fläche auf. Im

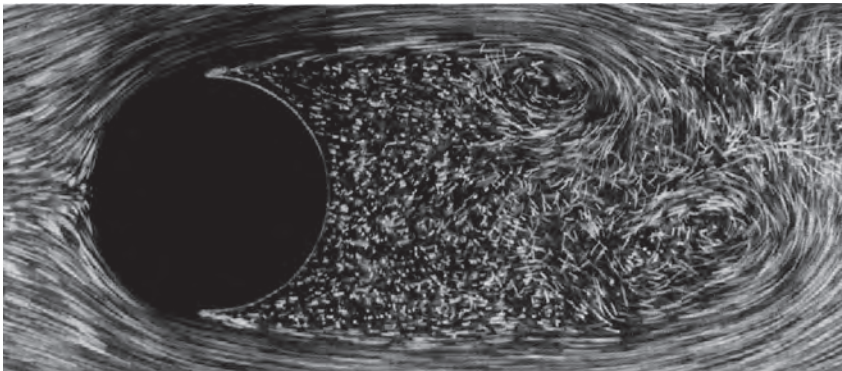
Schiffsbau werden die Erkenntnisse dieser Versuche angewandt um den Reibungswiderstand im Wasser möglichst gering zu halten.



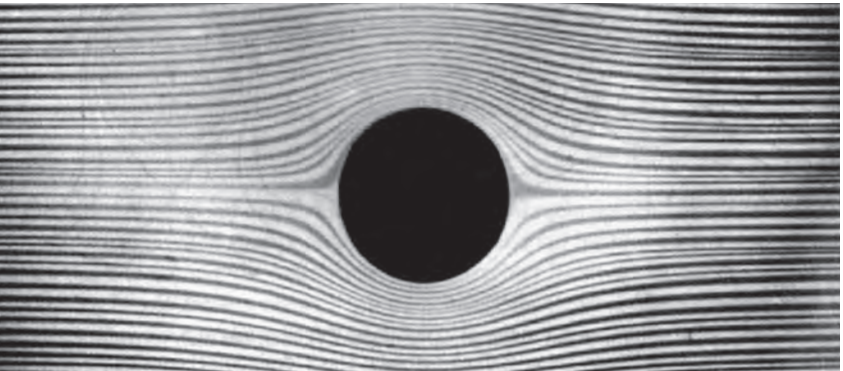
3.1.07_Turbulente Grenzschicht hinter dem Profil einer platten Nase



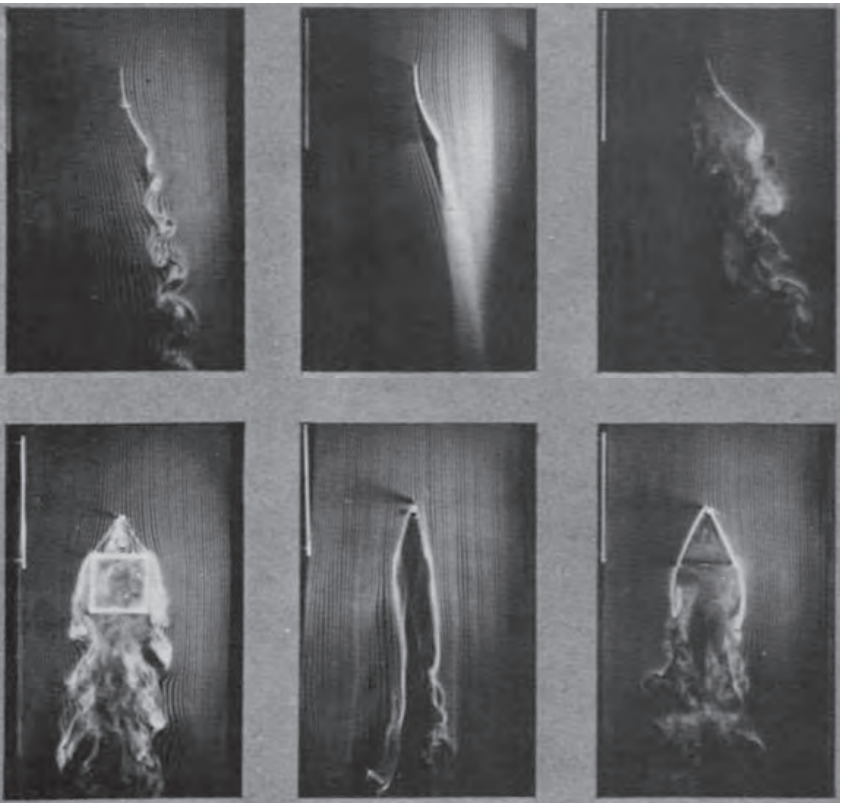
3.1.08_Ablösung der Grenzschicht seitlich einer Wand



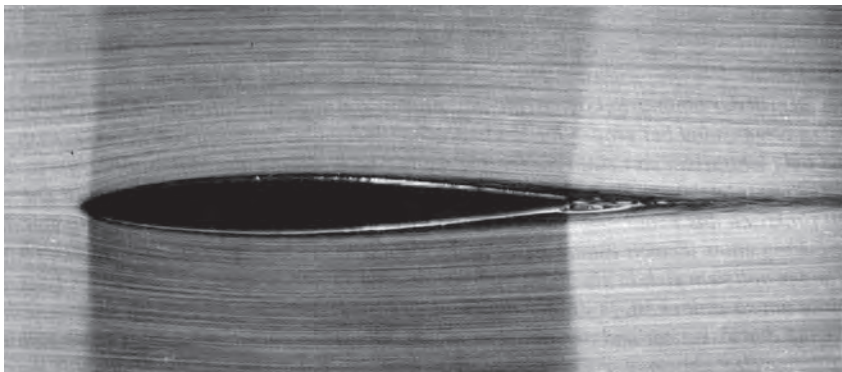
3.1.09_Turbulente Nachlaufströmung bei einem Zylinder



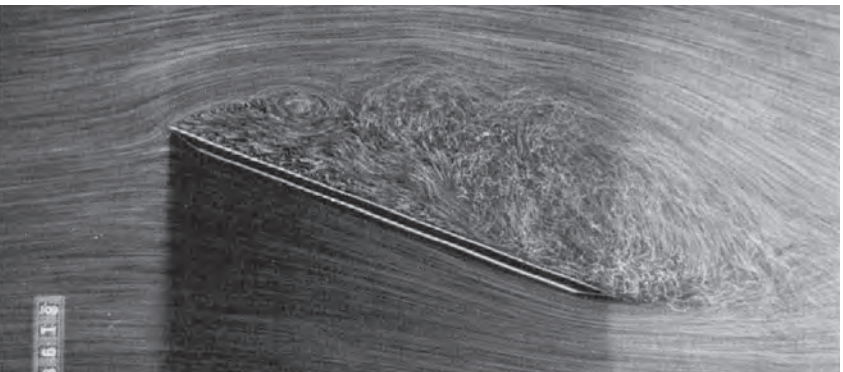
3.1.10_Stromlinien bei unendlich gleichförmiger Strömung



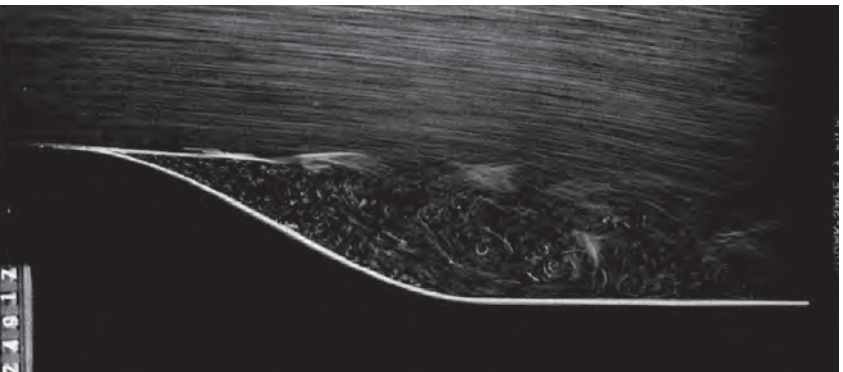
3.1.14_Strömungsversuche mit verschiedenen Körperformen



3.1.11_Grenzschicht und laminarer Nachlauf um ein Flügelprofil



3.1.12_Ablösung der Strömung an einer geneigten Platte



3.1.13_Totwasser an einem Profil mit großer Neigung

Gezeiten und Küstenzone behandelnde Beispiele aus Architektur und Kunst^{03.2}

Vito Acconci - Personal Island - Zoetermeer 1992

Vito Acconci thematisiert in vielen seinen Arbeiten die Grenzzone zwischen Land und Wasser. Das Interesse an diesem Übergang geht bis zur Untersuchung der Begriffe die diesen beschreiben:

[...] In order for discovery to be possible, land has to be considered first as far away; land has to be far off so that it can be seen all at once, as a panorama. Land recedes and becomes „landscape.“ „Landscape“ equals „Land-escape“; the land escapes, out of your reach: the word „landscape“ pulls the land away, or pushes you back away from the land, that land now, unused and unusable by you, is free to expand out in front of you. Once the land is in front of you, it isn't land anymore, it isn't ground: the land becomes landscape, the ground becomes a wall, the wall becomes a picture.

Vito Acconci, 2002⁸

In Liverpool wurde Vito Acconci beauftragt einen stillgelegten Schiffsladeplatz am Mercy River zu bespielen. Der Einschnitt in Uferdamm und Fussgängerzone lässt den Fluss in das Land vordringen. Da in dieser Region der Tidenhub sehr stark ausgeprägt ist – der Wasserstand steigt und sinkt täglich um die 10 Meter – schlug der Künstler ein Projekt vor, das die Gezeiten nutzt: Eine Geh-, und Sitzmaschine, ein schwimmendes System, eine Brücke die sich mit den Gezeiten hebt und senkt. Die schwimmende Brücke verläuft von einem Ende des Einschnittes zum anderen. Sie besteht aus Einzelstufen, die sich mit den Gezeiten auf und ab bewegen können. In der Mitte der Brücke befindet sich ein Baum, der sich gleichfalls mit den Gezeiten hebt und senkt. Dort wird die Brücke von einer hohlen Säule gestützt, die sich innerhalb eines am Boden fixierten Zylinders bewegen kann. An der Säule ist ein Schwimmkörper befestigt, der die Brücke Stufe für Stufe hebt und senkt. Bei Niedrigwasser steigt man in den Einschnitt hinab, kann sich auf den Bänken niederlassen und den Baum betrachten. Man befindet sich sozusagen in einem Park. Bei Mittelwasser wird aus den Stufen eine ebene Passage. Bei Hochwasser bietet die nun über das Uferniveau erhobene Brücke einen Ausblick über die gesamte Stadt und fungiert so als Aussichtsplattform.

Ein weiteres Projekt realisierte Vito Acconci während einer Ausstellung in den Niederlanden. Unter dem Titel „Allocations“ stellten Künstler in einem öffentlich zugänglichen Park Arbeiten zu der Relation zwischen „künstlicher“ und „natürlicher“ Umgebung aus. Vito Acconcis Installation

„Personal Island“ besteht aus einer versetzbaren Insel.

An Land versinkt ein Ruderboot im Boden. Sein Rumpf ist mit Erde gefüllt, Gras und ein kleiner Baum wachsen darin. Die Paddel liegen auf der Wiese auf und suggerieren ein mögliches Rudern an Land. Steigt man in das Boot hinab und lässt sich dort nieder, nimmt das Land eine stellvertretende Position für das fehlende Wasser ein. Von diesem Ort aus blickt man auf das konzeptuelle Spiegelbild des Bootes an Land: Ein Ruderboot versenkt in eine begrünte Scheibe. Es vereinigt sich mit der Umgebung, ebenso wie das Boot an Land. Der Rumpf ist in gleicher Weise mit Erde gefüllt, Gras und ein kleiner Baum wachsen darin. Man kann die Landscheibe betreten, ins Boot steigen und wegrudern. Das Boot nimmt das Stück Land mit hinaus aufs Wasser und hinterlässt einen halbkreisförmigen Einschnitt in der Küste. So wird das Boot zur Insel, die hinaus aufs Meer bewegt werden kann.

Die Installation lässt die genaue Definition von Standort „an Land“- „auf See“ und von künstlicher und natürlicher Umgebung „gewachsene Landschaft“ – „erschaffenes Fahrzeug“ verschwimmen.



3.2.01_Personal Island



3.2.02_Personal Island

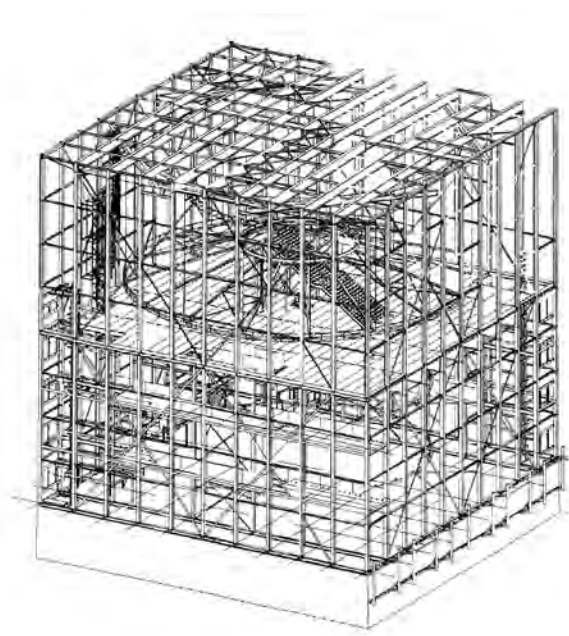
Jean Nouvel - Monolith - Murten 2002

Der Monolith von Murten wurde als Bestandteil der Expo.02 zu einem der bedeutsamsten Instrumente der Inszenierung des Themas „Augenblick und Ewigkeit“. Jean Nouvel konzipierte „[...]ein hermetisch verschlossenes Volumen, rätselhaft, beklemmend, umhüllt von Nebel und Dunstschleier, [...]einen präzise gesetzten ruhigen Körper, der aussieht, als wäre er schon immer da gewesen und für immer gebaut.“⁹

Seine rostige Metallfassade ruft Assoziationen an Industrie, Häfen und Wracks hervor. Ebenso werden sich viele Besucher an den Schwarzen Stein von Mekka oder an Stanley Kubricks Film „2001: A Space Odyssey“ erinnert fühlen. Tatsächlich ist der Solitär im Wasser jedoch eine Anspielung auf Arnold Böcklins Gemälde „Die Toteninsel“. Versetzt in die spezifische Umgebung des Murtensees schafft der fremd wirkende Körper eine neue Landschaft.

Erschlossen wird der scheinbar unzugängliche Kubus per Solarboot. Die schmale Eingangspassage mündet in eine mächtige Erdgeschosshalle, welche lediglich durch die Projektion des multimedialen Panoramas „Schweiz Version 2.1“ erhellt wird. Im Zwischengeschoss öffnet sich der Blick durch die Lochblechfassade über den See, während im Obergeschoss das historische „Panorama der Schlacht von Murten“ ausgestellt ist. Der Grundriss des Monolithen organisiert sich um die beiden Bildträger von 23 bzw. 30m Durchmesser. Treppen und Lifte sind seitlich angeordnet, Lüftungsaggregate und Logistik befinden sich gegenüber dem Eingang. Im Schnitt ist das Volumen in zwei Räume von je 16m Höhe aufgeteilt.

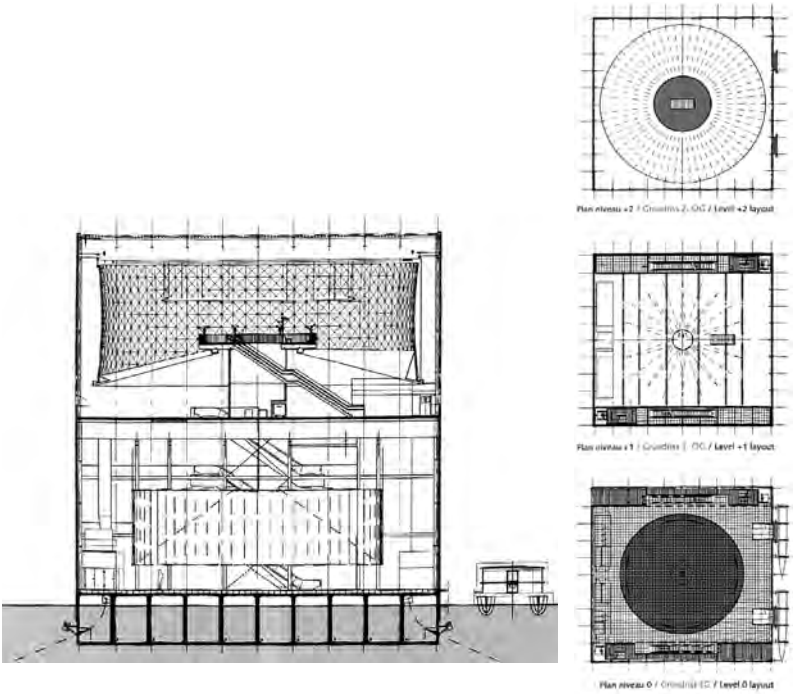
Die Errichtung des Monolithen kam einer technischen Meisterleistung nahe. Der Würfel von jeweils 34m Seitenlänge „schwimmt“ auf einer Plattform aus hundert vorgefertigten Betonhohlkörpern. Die 3,30m breiten und 4,75m hohen, je 29,5t schweren Betonkuben wurden einzeln zum Hafen transportiert, ins Wasser gelassen und provisorisch aneinandergeschraubt. Später wurde die bis auf eine Höhe von 2,50m ins Wasser getauchte Plattform durch auf 20t gespannte Vorspannkabeln zusammengehalten und mit Drahtseilen im Seegrund verankert. Das Stahltragwerk des Kubus liegt auf Fassadenstützen auf und wurde mit natürlich rostendem, 3mm starkem Blech verkleidet.



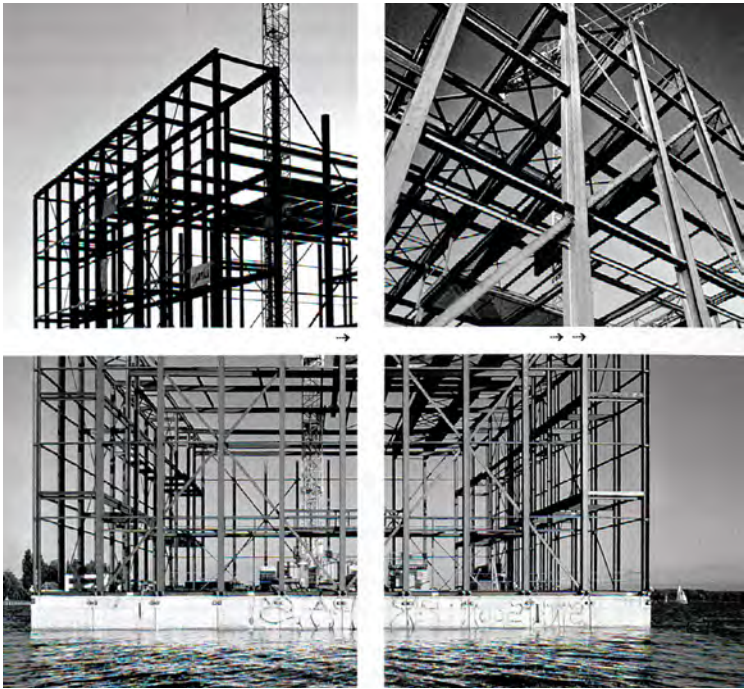
3.2.03_Tragwerk_Metallgerüst



3.2.04_Monolith und Murtensee



3.2.05_Schnitt und Grundrisse des Monolithen



3.2.06_Errichtung des Monolithen

Technisch wichtige Parameter für schwimmende Konstruktionen^{03.3}

Aufgrund der Aufgabenstellung des Entwurfes wird in diesem Kapitel besonders auf ruhende, also Schwimmkörper ohne Antriebsanlage, Bezug genommen. Schwimmkörper genutzt als Fahrzeuge, die sich mit hohen Geschwindigkeiten durch ein Element bewegen, und Transportmittel, die Ladungsunterschiede von Tonnen aufnehmen müssen, stellen andere Anforderungen als Schwimmkörper, die passiv durch die Strömung bewegt werden und als funktionalen Hauptanspruch einen differenzierten Bewegungsraum für nur wenige Nutzer verfolgen.

Schwimmfähigkeit und Stabilität

Die Hydrostatik einer schwimmenden Konstruktion, also ihr Verhalten im ruhenden Zustand auf dem Wasser und im statischen Gleichgewicht, ist ausschlaggebend für ihre Sicherheit. Die Notwendigkeit von Schwimmfähigkeit und angemessener Stabilität wirken sich direkt auf den Entwurf aus, wobei die Anforderungen an die Stabilität von der jeweiligen Nutzung abhängig sind.

Schwimmfähigkeit

Das archimedische Prinzip, welches die Schwimmfähigkeit von Körpern physikalisch erklärt, besagt:

Die Auftriebskraft eines Körpers in einem Medium ist genauso groß wie die Gewichtskraft des vom Körper verdrängten Mediums.

Damit ein Körper schwimmt muss seine Auftriebskraft $F \uparrow$ größer sein als seine Gewichtskraft $G \uparrow$.

Auftriebskraft > Gewichtskraft = Der Körper schwimmt.
Auftriebskraft = Gewichtskraft = Der Körper schwebt.
Auftriebskraft < Gewichtskraft = Der Körper sinkt.

Ob Objekte schwimmen können oder nicht, hängt vom Verhältnis zwischen Auftriebskraft und Gewichtskraft ab. Taucht man einen Gegenstand in Wasser ein, können die oben genannten Fälle auftreten.

Die Auftriebskraft $\uparrow$ errechnet sich durch das verdrängte Wasservolumen, je mehr Volumen verdrängt wird, umso mehr Auftrieb entsteht.

Auftriebskraft = Dichte Wasser x verdrängtes Volumen x Erdanziehung

$$F \uparrow = \rho \times V \times g$$
$$M = \rho \times V$$

$$\text{Auftriebskraft} = N = \frac{\text{kg} \times \text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \text{m}^3 \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$
$$\text{Masse} = \text{kg} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \text{m}^3$$

Diese Regel zeigt bereits auf, dass die Form des schwimmenden Körpers für das Erreichen von möglichst viel verdrängter Wassermasse ausschlaggebend ist. Um dieselbe Auftriebskraft zu erreichen muss ein hoher und schmaler Körper dementsprechend tiefer eintauchen als ein breiter niedriger Körper.

Die Gewichtskraft $G \uparrow$ errechnet sich durch das Gesamtvolumen multipliziert mit der Dichte der Materialien. Je weniger Gesamtvolumen und je weniger dichte Materialien, umso niedriger ist die Gewichtskraft.

Gewichtskraft = Dichte Material x Gesamtvolumen x Erdanziehung

$$G \uparrow = \rho \times V \times g$$
$$M = \rho \times V$$

$$\text{Gewichtskraft} = N = \frac{\text{kg} \times \text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \text{m}^3 \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$
$$\text{Masse} = \text{kg} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \text{m}^3$$

Bei einem massiv ausgefüllten Körper bestimmt allein die Dichte des Materials im Vergleich zur Dichte der Flüssigkeit, ob er schwimmt oder nicht. Die spezifische Dichte von Wasser beträgt 1000 kg/m³, die von Kork 480 kg/m³ und die von Eisenstahl durchschnittlich 7.700 kg/m³. Dementsprechend schwimmt ein Korkstöpsel und ein Stahlblock nicht. Ein Stahlschiff schwimmt nur dadurch, da mit verhältnismäßig wenig effektivem Material ein Hohlkörper von großer Verdrängungskraft gebildet wird. Zur Berechnung der Gewichtskraft eines Schiffes wird also logischerweise nicht sein Volumen mal der Dichte von Stahl gerechnet, sonder nur das Volumen der effektiven Stahlbauteile. Im Gegensatz dazu wird das „Negativvolumen“ des Schiffes, also das verdrängte Volumen, sehr wohl als Ganzes mal der Dichte von Wasser gerechnet. So ist es möglich auch tonnenschwere Konstruktionen zum Schwimmen zu bringen.

Die Eintauchtiefe erhält man durch die Berechnung des benötigten Verdrängungsvolumens. Je weniger Gewichtskraft und je mehr Verdrängungsfläche, desto kleiner ist die Eintauchtiefe.

Gewichtskraft = Auftriebskraft = Der Körper schwebt

$$F \uparrow = G \uparrow$$
$$\rho_{\text{salzwasser}} \times V_{\text{verdrängung}} \times g = \rho_{\text{material}} \times V_{\text{gesamt}} \times g$$
$$V_{\text{verdrängung}} = A_{\text{verdrängung}} \times t_{\text{eintauchtiefe}} = \frac{\rho_{\text{material}} \times V_{\text{gesamt}}}{\rho_{\text{salzwasser}}}$$
$$t_{\text{eintauchtiefe}} = \frac{\rho_{\text{material}} \times V_{\text{gesamt}}}{\rho_{\text{salzwasser}} \times A_{\text{verdrängung}}}$$

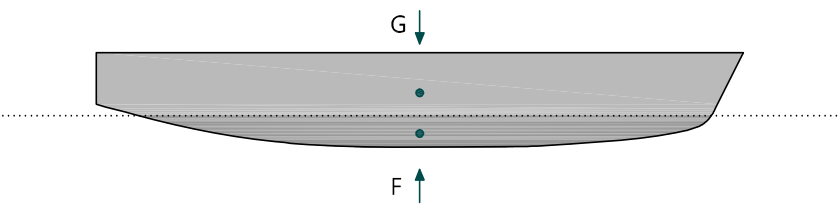
Nachdem die Gewichtskraft des Körpers errechnet wurde, wird diese mit der Auftriebskraft gleichgesetzt. Die bekannte spezifische Dichte des Wassers und das bekannte Volumen des Körpers ergeben in weiterer Folge als Ergebnis die Eintauchtiefe. So kann ermittelt werden, ob die gewünschte Eintauchtiefe erreicht wurde, oder ob an Form und Gewicht des Körpers noch nachgebessert werden muss.

Konstanten:	Erdanziehung,g		9,81	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
	Dichte Wasser, ρ		1000	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
	Dichte Salzwasser, ρ		1025	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
	Dichte Kork, ρ		480	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
	Dichte Beton, ρ		1.800	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
	Dichte Aluminium, ρ		2.710	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
	Dichte Eisenstahl, ρ		7.700	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
	Dichte Holz, ρ		500	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Stabilität

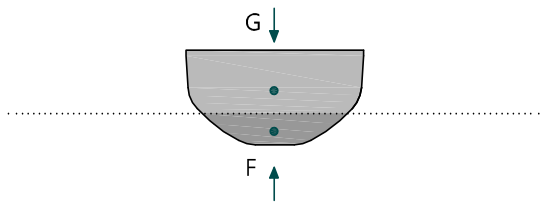
Stabilität ist die Fähigkeit eines Schwimmkörpers, sich aus einer geneigten Lage, Krängung, wieder selbstständig aufzurichten. Das Vorhandensein von Stabilität stellt sicher, dass die schwimmende Konstruktion nicht umkippt beziehungsweise, im schiffsbaulichen Sprachgebrauch, nicht kentert.

Ausschlaggebend für die Stabilität eines schwimmenden Körpers ist vor allem das Verhältnis von Gewichtsschwerpunkt zu Verdrängungsschwerpunkt.



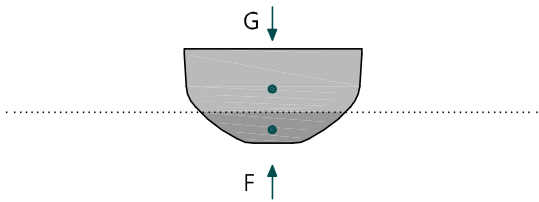
- $G \downarrow$ = Gewichtsschwerpunkt
Schwerpunkt des Gewichts des Gesamtvolumens
- $F \uparrow$ = Verdrängungsschwerpunkt
Schwerpunkt des Gewichts des verdrängten Volumens

Gewichtsschwerpunkt und Verdrängungsschwerpunkt sollen in einer Senkrechten liegen.

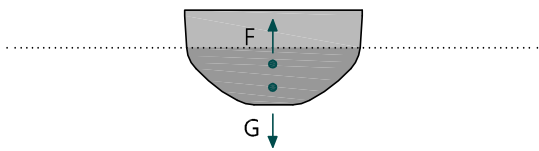


- $G \downarrow$ = Gewichtsschwerpunkt
Schwerpunkt des Gewichts des Gesamtvolumens
- $F \uparrow$ = Verdrängungsschwerpunkt
Schwerpunkt des Gewichts des verdrängten Volumens

Seitlich auf den schwimmenden Körper angreifende Kräfte bewirken ein Drehmoment.
Man unterscheidet zwischen aufrichtendem und kippendem Drehmoment.

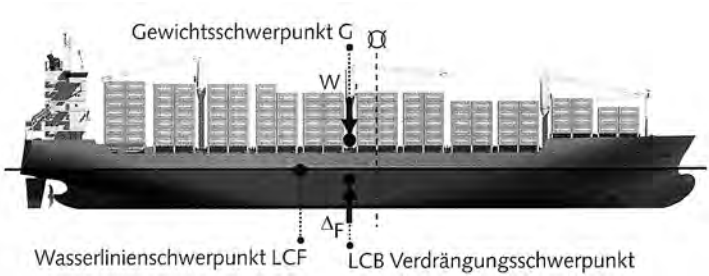


Wenn $F \uparrow$ tiefer liegt als $G \downarrow$ und beide Schwerpunkte in der Mittelachse liegen, wirkt je nach Belastungsfall ein aufrichtendes Moment bzw. ein kippendes Moment. Diese Art der Stabilität nennt man Formstabilität. Der Schwimmkörper ist kenterbar, aber nicht sinkbar. Schwertboote = leichte Segelschiffe, Handelsschiffe, Überwasserkriegsschiffe, Katamarane

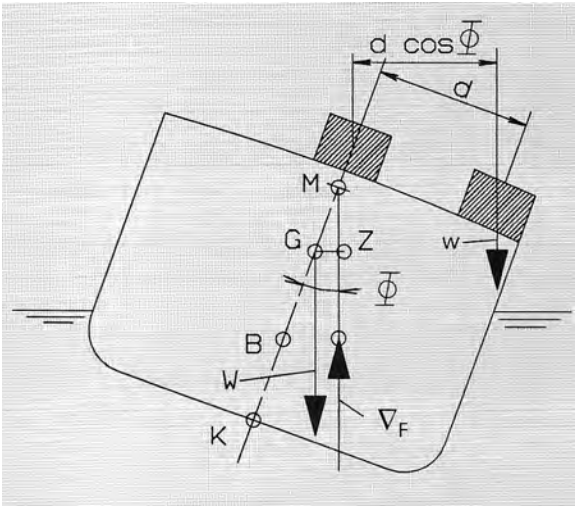


Wenn $G \downarrow$ tiefer liegt als $F \uparrow$ und beide Schwerpunkte in der Mittelachse liegen, wirkt stets ein aufrichtendes Moment. Diese Art der Stabilität nennt man Gewichtsstabilität. Mit zunehmender Krängung wird der Hebelarm des aufrichtenden Moments immer größer. Der Schwimmkörper ist unkenterbar, aber sinkbar. Kielboote = Segelyachten, U-Boote, Rettungsboote

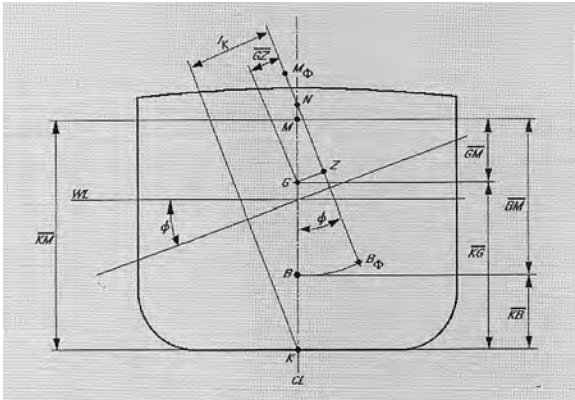
Nach der Lage der Drehachse unterscheidet man zwischen der *Querstabilität*, Drehung um die Längsachse – „krängen“ genannt, und der *Längsstabilität*, Drehung um die Querachse – „trimmen“ genannt. Weiteres unterscheidet man zwischen statischer und dynamischer Stabilität. Die *statische Stabilität* meint dass Moment mit dem sich der Schwimmkörper nach Einwirkung eines krängenden Momentes, erzeugt durch Wind und Wellen, wieder in die aufrechte Lage zurückdreht. Die *dynamische Stabilität* meint die Arbeit, die das Schiff nach der Einwirkung eines krängenden Momentes aufwendet, um den Schwimmkörper bis zu einem bestimmten Winkel zu neigen. Dabei wird die Bewegung des Körpers betrachtet.



3.3.01_Schwimmfähigkeit



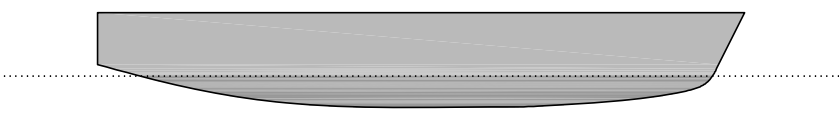
3.3.02_Krängungsversuch



3.3.03_Querstabilität bei kleinen Krängungswinkeln

Dimensionierung des Schwimmkörpers

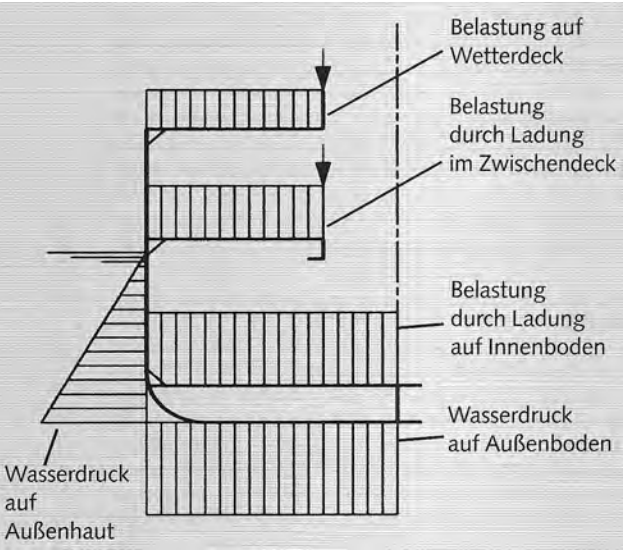
Generell relevante Werte eines schwimmenden Körpers sind dessen Unterwasservolumen, das verdrängte Volumen, und die Lage der Wasserlinie, auch genannt Konstruktionslinie.



Wasserlinie (Konstruktionslinie)
Unterwasservolumen (verdrängtes Volumen)

Für die Dimensionierung des Schwimmkörpers, also dessen erlaubte Eintauchtiefe und daraus folgender Wasserverdrängung, sind zwei Faktoren ausschlaggebend. Einerseits konstante Werte, bestehend aus der Eigenmasse der Konstruktion und veränderliche Werte, also die benötigte Tragfähigkeit, abhängig von der Besatzung, Ladung und eventueller Wasserreserven und Treibstoff.

Die Kräfte, die auf eine schwimmende Konstruktion wirken, setzen sich zusammen aus den zuvor genannten vom Entwerfer beeinflussbaren dynamischen und statischen Massenkraften, den hydrodynamischen Kräften und den Bodenreaktionen. Zu den hydrodynamischen Kräften zählen der hydrostatische Wasserdruck, der fallweise gleichmäßig oder ungleichmäßig auf den Rumpf wirkt, Wellen und Wind. Unter Bodenreaktionen versteht man Stapellauf, Docken und Stranden.



3.3.04_Belastungsschema eines Schiffquerschnittes

Alle Kräfte zusammen erzeugen Längs-, Quer-, und örtliche Biegebeanspruchungen, die als Zug-, Druck-, Schub-, Biege-, und Torsionsspannung auftreten. Um die größten auftretenden Spannungen zu ermitteln, muss zunächst das Biegemoment berechnet werden. Ein Schwimmkörper kann für die Festigkeitsbetrachtung entweder als beweglich gelagerter Balken oder als beidseitig eingespannter Balken angenähert werden. Fügt man an den seitlichen Enden der Schwimmkonstruktion Kniebleche ein, die sie mit einer festen Konstruktion, meist dem ersten Deck, steif verbinden, wird wie die Abb. 33 zeigt das Biegemoment verringert. Der Schwimmkörper ist steif eingespannt und die größten Spannungen treten an den Enden der Konstruktion auf. Das maximal auftretende Biegemoment ist um Zweidrittel geringer als in dem frei gelagerten „Balken“. Die Konstruktion kann so weniger stark dimensioniert werden und Gewicht und Materialkosten verringern sich, was den Mehraufwand des Einbaus von Knieblechen auf jeden Fall sinnvoll macht.

Theoretische Untersuchungen zeigen, dass die neutrale Faser sich genau im Flächenschwerpunkt des Balkenquerschnittes einstellt. Dies bedeutet, dass alles Material auf der einen Seite des Flächenschwerpunktes eine Zugspannung erfährt, während alles Material auf der anderen Seite unter Druck steht. Zur Ermittlung des Flächenschwerpunktes des Rumpfes werden nur Teile der Rumpfstruktur herangezogen, die direkt zur Biegefestigkeit des Rumpfes beitragen, also Bauteile die ohne Unterbrechung von vorne bis achtern durchlaufen.

Da der Schiffsboden zumeist mehr Bauteile als das Deck enthält, liegt die neutrale Faser näher zum Boden als zum Oberdeck.

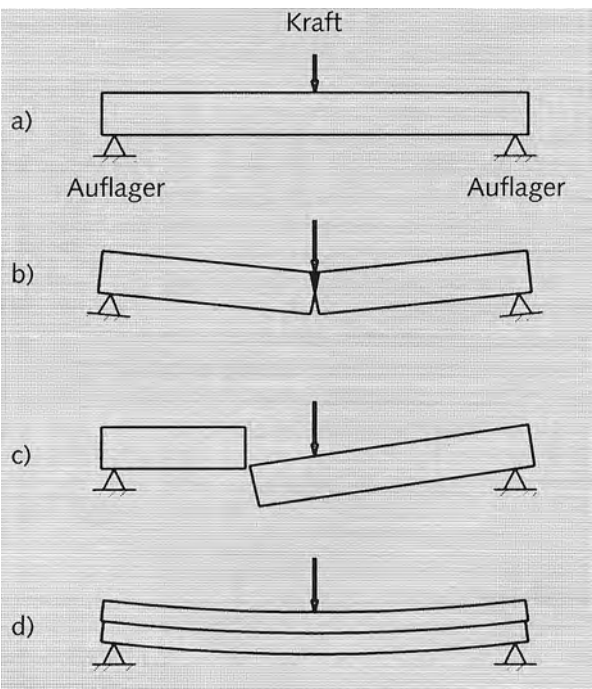
Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse, wird klar, auf welche Weise man das Material am Besten in der Rumpfstruktur verteilen sollte. Man muss das stärkste bzw. das meiste Material in den Teilen der Rumpfstruktur konzentrieren, die am weitesten von der neutralen Faser entfernt sind.

Die Konstruktion wird im obersten durchlaufenden Deck und in der Bodenplatte am stärksten dimensioniert.

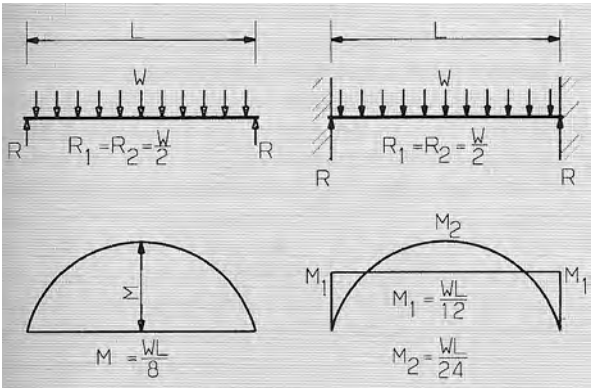
Das stärkste Material ist in den Bauteilen anzuordnen die von vorne nach hinten durchlaufen.

Die höchste Stärke ist im Mittschiffsbereich auf halber Schiffslänge vorzusehen und die Materialstärke dann bis zum Schiffsende hin zu vermindern.

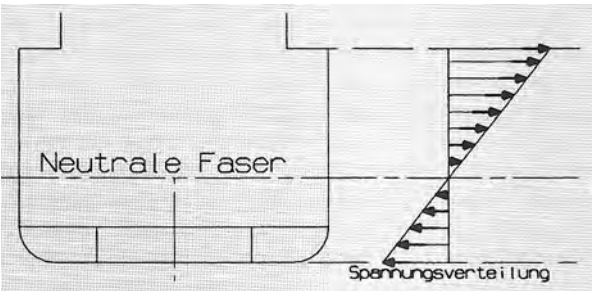
Wasserdichte Unterteilungen sind eine notwendige Maßnahme um den Wassereintrich zu vermindern und den Untergang zu verhindern. Dies kann erreicht werden durch wasserdichte Decks oder Doppelböden, durch Doppelhüllbauweise der Seitenwände oder durch wasserdichte Quer- und Längsschotte.



3.3.05_Belastung eines Balkens



3.3.06_Balkendiagramm



3.3.07_Verteilung des Biegemoments_Neutralen Faser

Pontonkonstruktionen und Schwimmkörper

Schwimmende Konstruktionen kann man generell unterteilen in Pontonkonstruktionen, der auftriebsgebende Teil der Konstruktion ist unzugänglich und in seiner Funktionalität mit einem Fundament zu vergleichen, und Konstruktionen mit einem Schwimmkörper, in seiner Funktionalität mit einem Schiffsrumpf zu vergleichen, also begehbar und als zusätzlicher Raum genutzt.

Pontonkonstruktionen

Als Ponton wurden ursprünglich die bootsähnlichen Tragelemente einer schwimmenden Brücke bezeichnet. Ihre Anwendungsgebiete sind der traditionelle Hausbootbau und der Einsatz als schwimmende Fundamente in überschwemmungsgefährdeten Regionen und in Gebieten, wo Gründungen nur schwer möglich oder unwirtschaftlich sind. Weiteres werden sie zur Erstellung temporärer schwimmender Konstruktionen herangezogen, wie beispielsweise Eventpontos, Arbeitsbühnen, Behelfsbrücken und militärische Einrichtungen. Anders als beim Schwimmkörper ist die auftriebsgebende Konstruktion normalerweise nicht zugänglich. Das Ponton dient rein als „Fundament“.

Die darüber liegenden Aufbauten sind hauptsächlich als herkömmliche „An-Land-Bauten“ ausgebildet. Pontonkonstruktionen sind vor allem auf stationär liegende Bauten ausgelegt und weisen daher schlechte hydrodynamische Eigenschaften auf. Bei der Konstruktion ist ein besonderes Augenmerk auf eine hohe Stabilität beim Verhalten im Leckfall zu legen. Um Sinksicherheit zu erreichen werden meist Schotten eingesetzt.

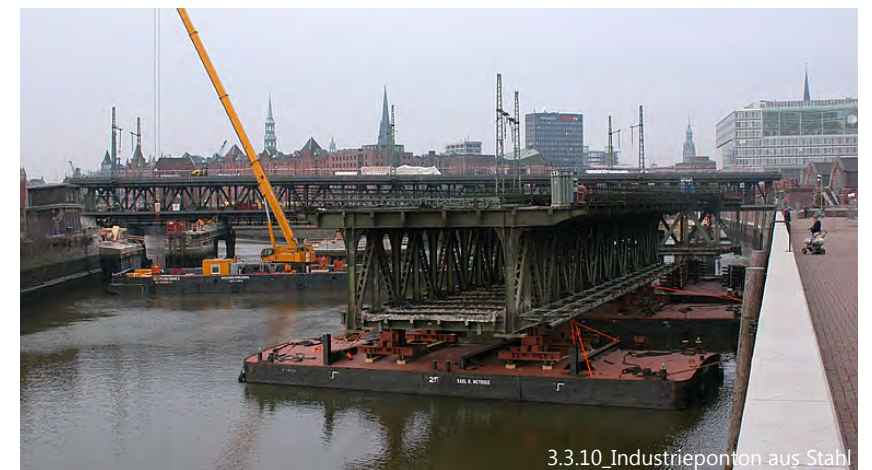
Die am häufigsten vertretenen Pontonkonstruktionen sind Stahlbetonpontos, Stahlpontos, Pontos zusammengesetzt aus gleichartigen Kunststoffmodulen oder aus Sonderformen von Modulen.



3.3.08_Hausboote mit Stahlbetonpontos



3.3.09_Wohnhaus mit Stahrohrponton



3.3.10_Industrieponton aus Stahl



3.3.11_Hausboot mit Stahlbetonponton



3.3.12_Wohnhaus mit Stahrohrponton



3.3.13_Arbeitsponton aus Stahl

Materialien des Pontonbaus

In der Regel stehen Hausbootkonstruktionen auf Stahlbetonpontons, die dann an einer bestimmten Stelle verzurrt werden und dort über längere Zeit verbleiben.
Stahlpontons kommen vor allem bei Arbeitspontons, Kranpontons und Taufpontons zum Einsatz.
Kunststoffmodule werden in einer Vielzahl an Formen und Systemen von verschiedensten Firmen angeboten. Durch den modularen Aufbau der Unterkonstruktion, bestehend aus Einzelelement mit beweglichen Verbindungen, wird eine starre Oberfläche vermieden. So kann sich das System dem aufgetragenen Lastfall anpassen. Diese Flexibilität gewährleistet auch einen Einsatz bei starkem Wellengang. So ist das Modulsystem vielseitig anwendbar, beispielsweise für Steganlagen, Yachthafen, Bade- und Tauchplattformen, in der Marine und für Militärzwecke.

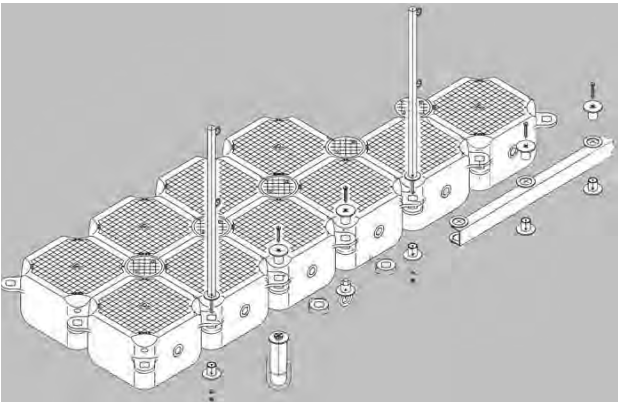
Aufbau eines Modulsystems

Jetfloat ist eine österreichische Firma die Kunststoffmodule herstellt. Ihr Produkt wurde bei der Trampolinplattform nahe der Reichsbrücke an der Donau Wien, angewandt. Sie stellen drei Arten von Modulelementen her. Das Konstruktionsmaterial ist der Kunststoff Lupolen 5261, hochmolekular und temperaturbeständig von -60°C bis +80°C.

Beschreibung	Gewicht	Tragfähigkeit			Maße lxbxh
		einlagig	zweilagig	dreilagig	
Jetfloat Einzelelement schwarz, hellblau, hellgrau	6 kg	350kg/m²	700kg/m²	1.050kg/m²	50cmx50cmx40cm
Jetfloat Doppelelement schwarz, hellblau, hellgrau	11 kg	350kg/m²	700kg/m²	1.050kg/m²	100cmx50cmx40cm
Jetfloat Einzelelement niedrige Version, schwarz	5 kg	220kg/m²	440kg/m²	660kg/m²	50cmx50 cmx25cm



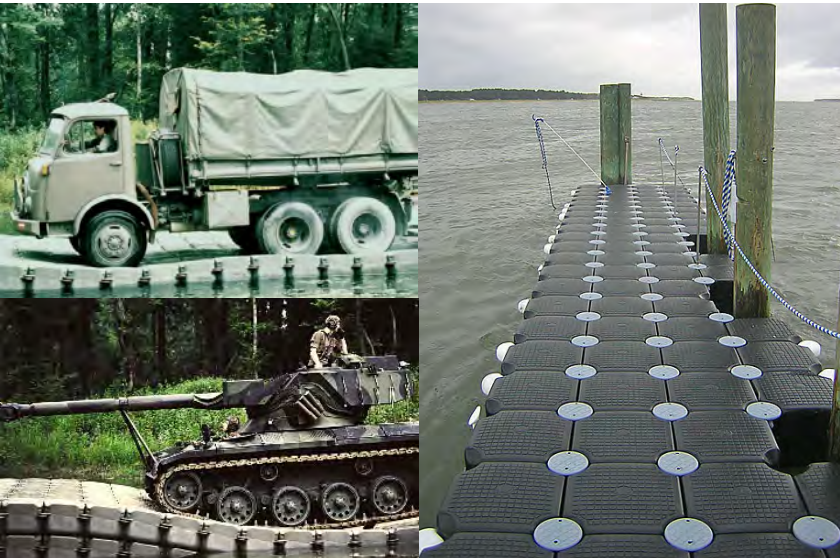
3.3.15_Modulelemente



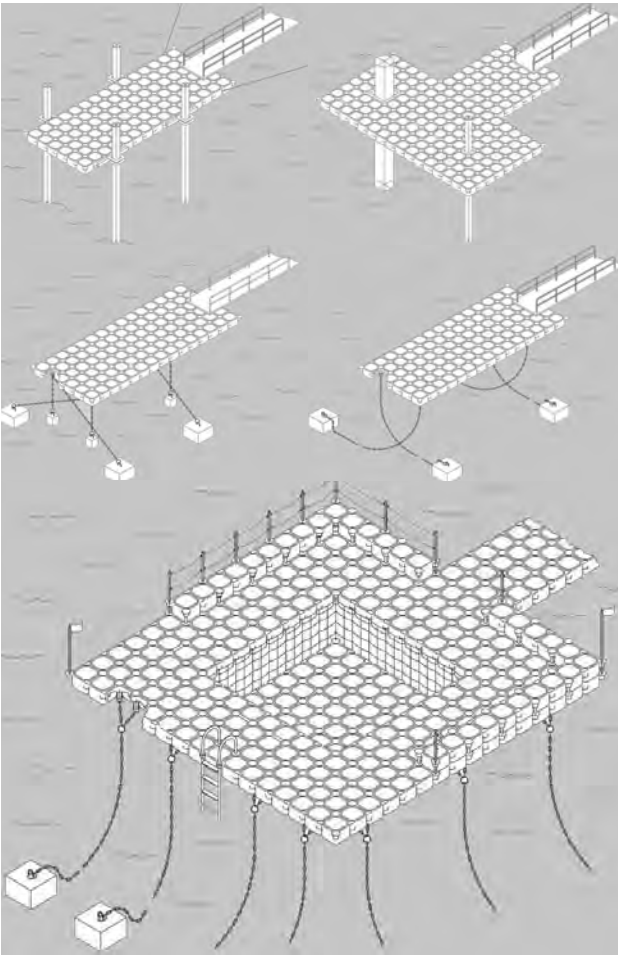
3.3.17_Modulsystem



3.3.14_Kran auf Stahlpontons



3.3.16_Anwendung des Modulsystems



3.3.18_Verankerungssysteme

Schwimmkörper

Schwimmkörper, in ihrer Funktionalität ähnlich einem Schiffsrumpf, finden hauptsächlich Anwendung im Bootsbau, bei modernen Hausbootkonzepten und bei schwimmenden Veranstaltungseinrichtungen. In der Regel ist der Schwimmkörper begehbar. Rumpfkonstruktion und Aufbau bilden häufig eine konstruktive Einheit, was in einer Mischform zwischen Boots- und Haustypus resultiert. Ein Schwimmkörper kommt meist bei nomadisch angelegten Projekten zum Einsatz und weist daher gute hydrodynamische Eigenschaften auf. Ausgenommen einiger Sonderformen kommen beim herkömmlichen Schiffsbau vor allem Stahl-, Aluminium-, Holz-, und Sandwichkonstruktionen zum Einsatz.

Schiffbaumaterialien

Im Allgemeinen ist der wichtigste Werkstoff im Schiffbau Stahl. Für den Bau von kleineren Fahrzeugen oder Aufbauten kommt auch häufig Aluminium zum Einsatz. Sein geringeres Gewicht ist ideal zur Erreichung eines niedrigen Gewichtsschwerpunktes des gesamten Schiffes, auch wenn es etwa sechsmal teurer ist als Stahl.

Holz, faserverstärkte Kunststoffe und Kompositwerkstoffe sind für den Marineschiffsbau und Bootsbau von Bedeutung.

Normalfeste Schiffbaustähle sind unlegierte kohlenstoffarme Stähle und gehören zu den sogenannten Baustählen, während die höherfesten Schiffbaustähle durchwegs zu den legierten Qualitätsstählen gehören. Die beiden wichtigsten Materialeigenschaften im Schiffbaustahl sind Streckgrenze und Zähigkeit. Normalfester Schiffbaustahl ist das am häufigsten verwendete Material im Handelsschiffbau, da er überall verfügbar, preisgünstig und leicht zu verformen und schweißen ist. Jedoch muss für gewisse Anwendungen Material mit höherer Zähigkeit verwendet werden, also höherfester Stahl. Dieser ist von besserer Güte, teuer und muss sorgfältiger bearbeitet werden. Vor allem dort wo eine Verminderung des Strukturgewichtes Priorität besitzt, kann er bei hoher Belastung von großem Vorteil sein. Daher wird höherfester Stahl häufig in den oberen und unteren Gurtungen von Schiffen verwendet. Nachteile des Stahls sind sein hohes Gewicht und die Korrosionsanfälligkeit im Meereswasser.

Ein Korrosionsschutz, dessen Ausmaß in den verschiedenen Bereichen wie Rumpf, Außendecks und Deckswände variiert ist unbedingt von Nöten.

Dieser wird durch verschiedene Beschichtungssysteme erreicht. Nichtrostender Stahl als Baumaterial für Schiffsrümpfe wäre denkbar, ist jedoch sehr teuer.

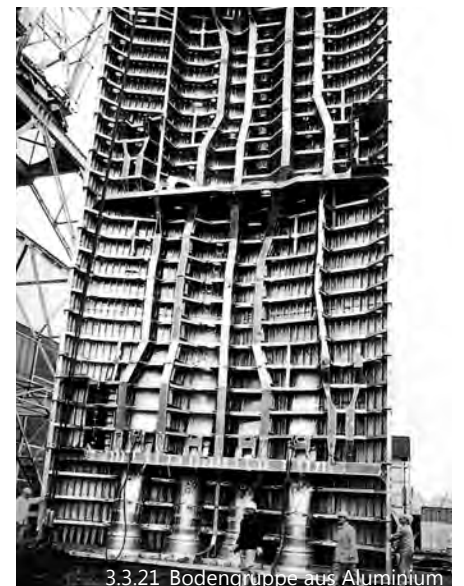
Manche Aluminiumlegierungen reichen an ihrer Streckengrenze gemessen fast an die von Schiffbaustahl heran. Die wichtigste Eigenschaft von Aluminiumlegierungen sind ihre geringe Dichte und somit ihre Leichtigkeit, die nur ein Drittel von Stahl beträgt. Der Elastizitätsmodul von Aluminiumlegierungen hingegen erreicht ebenfalls nur ein Drittel von dem des Stahls. Daher ist ihr Widerstand gegen ein Versagen aufgrund von Beulung auch geringer im Vergleich zu Stahl. Im Allgemeinen erreichen Schiffe aus Aluminiumlegierung etwa die Hälfte des Gewichts gleichgroßer Stahlschiffe. Sie finden Anwendung bei dem Bau von Yachtrümpfen, schnellen Schiffen sowie Aufbauten von Passagierschiffen. Aluminiumlegierungen haben einen niedrigen Schmelzpunkt und müssen daher gegen Brand isoliert werden.



3.3.19_Transport einer Bodensektion



3.3.20_Biegepresse und Spantbiegemaschine



3.3.21_Bodengruppe aus Aluminium

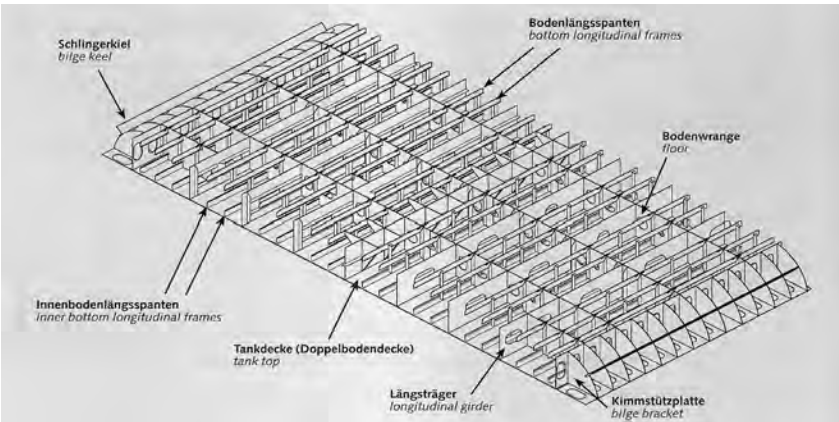
Aufbau eines Schiffkörpers

Vereinfacht gesehen besteht ein Schiffsrumpf aus einer Außenhülle, einem primären Aussteifungssystem, den Querspanten- und Längsspanten, und sekundären Aussteifungssystemen. Die obere und untere Gurtung eines Schiffes bezeichnen die starken durchlaufenden Längsverbände im Bereich des Bodens und des Hauptdecks, den wie zuvor im Kapitel „Dimensionierung des Schwimmkörpers“ besprochenen hauptbeanspruchten Teilen der Konstruktion.

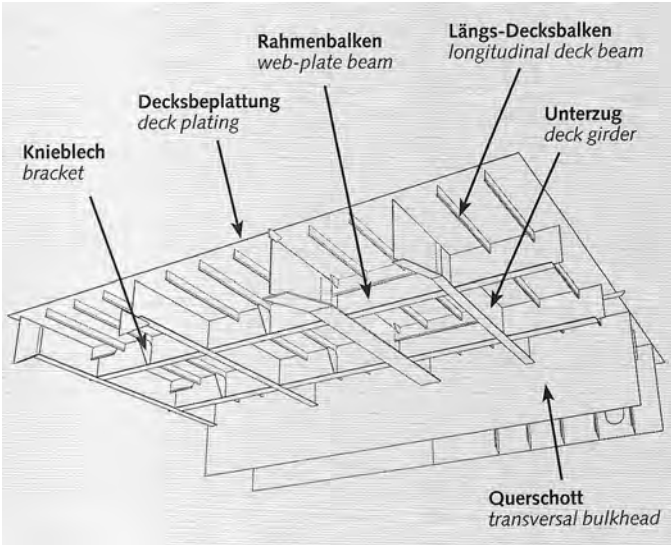
Die Außenhülle setzt sich zusammen aus Schiffsboden und Außenhaut. Schiffsböden sind entweder als Einfachboden, kleine Schiffe und Binnenschiffe, oder als Doppelboden bestehend aus Längs- und Querverbänden ausgeführt. Die Außenhaut ist die äußere untere und seitliche Beplattung eines Schiffes. Sie ist druckfest und wasserdicht ausgeführt. Gleichzeitig ist sie ein wesentlicher Teil des Längsverbandes. Die Außenhautplatten eines Schiffes besitzen nicht überall die gleiche Dicke, vielmehr wird sie von den Belastungen des Schiffskörpers bestimmt. Zusammen mit dem primären und sekundären Aussteifungssystem nimmt die Außenhülle die örtlichen und globalen Belastungen auf.

Die Art des primären Aussteifungssystems richtet sich nach dem Verwendungszweck und der Größe des Schiffes. Bei einem Querspantensystem werden Außenhaut und Decks durch in Querschiffsrichtung angeordnete Profile ausgesteift, welche durch Stringer, Längsverbände, ergänzt werden. Bei einem Längsspantensystem werden Außenhaut und Decks durch in Längsrichtung angeordnete Profile ausgesteift, welche durch Rahmenspanten, gebaute Spanten mit hohem Steg und Gurt, ergänzt werden.

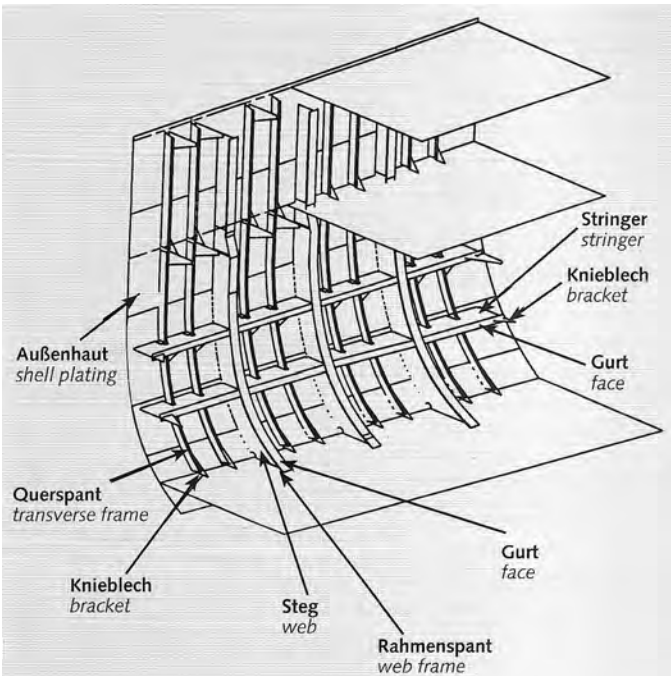
Zumeist wird Längs- und Querspantenbauweise in Kombination eingesetzt, normalerweise Längsspantenbauweise im Mittelschiff und Querspantenbauweise im Vor -und Hinterschiff, wo die einlaufende Schiffsform die Umsetzung einer Längsspantenbauweise erschwert.



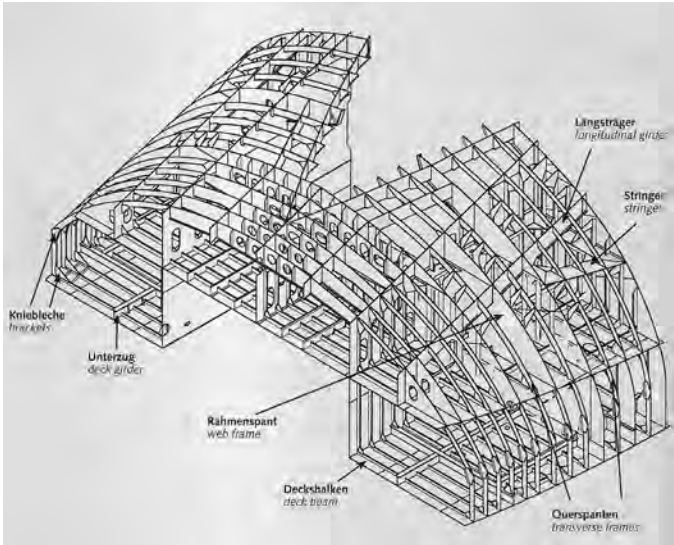
3.3.22_Doppelboden in Längsspantenbauweise



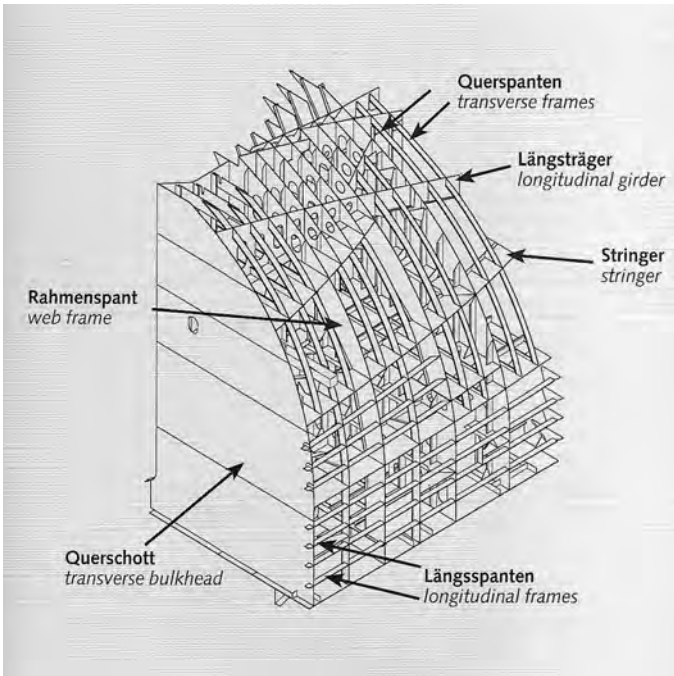
3.3.23_Deck mit Versteifungen und Unterzügen



3.3.24_Außenhaut und anschließende Bauteile



3.3.25_Hecksektion in Querspantensystem



3.3.26_Seitensektion in kombinierter Bauweise

Austernkultivierung^{04.0}

Um eine perfekt an ihre Anforderungen angepasste Performance des zu entwerfenden Gebäudes zu erreichen, muss zunächst die maßgebende Funktion, also der Austernanbau, eingehend analysiert und verstanden werden.

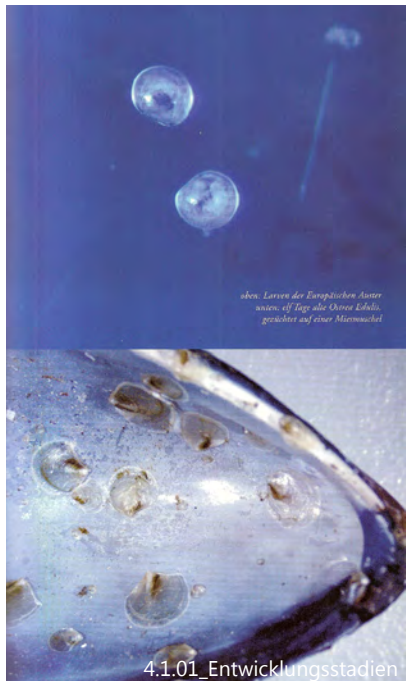
Die Begriffe „Austernzucht“ und „Austernkultivierung“ bezeichnen umgangssprachlich das Gleiche. In der Austernwirtschaft gibt es jedoch drei Hauptbetätigungsfelder, Kultivierung, Fischerei und Zucht, die sich zwar untereinander mehr oder minder ergänzen, jedoch in sich grundverschieden sind. Austernbauern kaufen zunächst in der Regel große Mengen junger Austern, die bis zu einem Jahr alt sind, und kultivieren diese anschließend mittels einer oder mehrerer Methoden bis hin zur Marktreife. Austernbaby-Bauern spezialisieren sich auf den gezielten „Fang“ der natürlich im Meer vorkommenden Austernlarven durch ein geeignetes Substrat, beispielsweise gekalkte Dachziegel. Die herangewachsenen Austernbabys, auch Spat genannt, werden schließlich geerntet, sortiert und anschließend in unterschiedlichen Größen an die Austernbauern verkauft. Meeresbiologische Zuchtlabore schaffen künstlich optimale Voraussetzungen in Wasserbecken, um fast jede beliebige Austernart zur Vermehrung anzuregen. Sowohl wachstumsmäßig fortgeschrittenen Larven wie auch Austernbabys in verschiedenen Größen werden dann letztlich zuverlässig und nach Plan in enormen Mengen an Austernbauern verkauft.



4.0.01_Austernplatte



4.0.02_Feldarbeit



4.1.01_Entwicklungsstadien



4.1.02_Artenvielfalt



4.1.03_Lebensraum



4.1.04_Schalenstruktur

Funktionsweise der Austernkultivierung und ihre Anforderungen^{04.1}

Lebenszyklus der Auster

Freilebenden Austern laichen im Sommer. Die abgegebenen Eizellen werden durch die ebenfalls freischwimmenden Samen befruchtet. Innerhalb von 48 Stunden entwickeln sich die befruchteten Eier zu Larven. Zwischen dem 10ten und 20ten Tag ihres Wachstums entwickeln die Larven Wimpern, die ihnen eine gezielte Fortbewegung ermöglichen. In Folge bilden sich ein primitives „Auge“, eine hauchdünne Schale und ein winziger „Fuß“. Mit einer Länge von ca. 0.3mm suchen sie sich einen passenden Untergrund, das Substrat, um mit Hilfe des Fußes sesshaft zu werden. Ab diesem Zeitpunkt beginnt eine Metamorphose in Form eines Gestalt- und Funktionswandel. Die Larven werden nun als „Austernbabys“, „Spat“, „Naissain“ oder Saataustern bezeichnet. Nach etwa zwei Monaten erreichen die Austernbabys eine Größe von 10 bis 15 Millimetern. Das weitere Wachstum hängt von den Umweltbedingungen, vor allem dem Nahrungsangebot, ab. In Europa erreichen die Austern nach drei bis vier Jahren eine Größe von 8 – 14 cm und sind dann für Menschen von kommerziellem Interesse.

Da Austern keine Möglichkeit zur Fortbewegung haben, sind sie darauf angewiesen, dass die Nahrung zu ihnen kommt. Sie leben daher vorzugsweise in der Gezeitenzone, wo die permanente Bewegung des

Wassers stets frisches Plankton heranbringt. Bei Ebbe schließen sie ihre Schale um sich vor Austrocknung zu schützen, bei Flut öffnen sie diese wieder um Nahrung aufnehmen zu können. Um ausreichende Nährstoffe zu erhalten, filtert eine Auster bis zu 240 Liter Wasser pro Tag. Sie klären das Wasser in ihrer Umgebung und sind diesbezüglich ökologisch wertvoll. Austern sind durch den hohen Wasserdurchsatz jedoch auch die ersten Meeresbewohner, die durch die zunehmende Verschmutzung von Umweltgiften sterben. So kann das Ausmaß der vorhandenen Austernpopulation als Indikator für die Sauberkeit des Meeres herangezogen werden.

Zuchtzyklus

Le captage – Brutfang
ist der gezielte Fang freischwimmender Austernlarven mittels geeigneten Substrats

In Frankreich wird vor allem der Wildfang von Austernlarven betrieben. Austernbabybauern nutzen einen geeigneten Untergrund, den sie den freischwimmenden Austernlarven zum Festsetzen bieten, als „Falle“. Als Substrat, also Nährboden, eignen sich gekalkte Ziegel, PVC-Plastikröhren, Holzpfähle, Muschelschalen oder gekalkte Gitter. Dieses Material zum Larvenfang bezeichnen die Austernbauern als „Collecteurs“. Sie werden ca. 20 cm über dem Meeresboden in Kästen aufgestellt. Acht bis Zehn Monate nach dem „Festsetzen“ der Austern sind diese bereits vier bis sechs Zentimeter groß. Die „Collecteurs“ werden nun samt den noch zarten Austernbabys vorsichtig wieder eingesammelt und zum Hafen gebracht.

Le détroquage - Saaternte
ist die Entfernung der Austernbabys vom Kultivierungs-Substrat

In dieser arbeitsintensiven Phase werden die Austernbabys einzeln mit einem speziellen Messer vom Nährboden abgemeißelt. Es ist wichtig die Schale der Austernbabys dabei nicht zu beschädigen. Die danach folgende Einteilung erfolgt in zwei Größen. Größere Austernbabys sind im Handel wertvoller als Kleinere, zumal sie den Austernbauern in den eigenen Kultivierungsparks Wachstumszeit sparen und eine höhere Überlebenschance gegenüber natürlichen Feinden besteht.

L'élevage – Aufzucht
ist die Kultivierung und Pflege der heranwachsenden Austern bis zur Marktreife

Nach dem Kauf der Saataustern, beginnt mit der Aufzucht die eigentliche Hauptaufgabe der Austernbauern. Je nach Bodenbeschaffenheit der Anbaugelände und Austernart werden unterschiedliche Kultivierungsmethoden eingesetzt. Man unterscheidet zwischen Bodenkultivierung, Tischkultivierung, Leinenkultivierung und Floßkultivierung. Bei der Leinen- und Floßkultivierung wird die Schale der Austern durch die enge Lagerung unansehnlich, sie werden ausschließlich als „Fleischastern“ weiterverwendet. Nur durch Boden- und Tischkultivierung entstehen wohlgeformte „Schlürfastern“. Nach einem Zeitraum von circa drei bis vier Jahren Aufzucht, hat die Auster schließlich Handelsreife erreicht. Sie kann nun entweder direkt „frisch vom Feld“ als „huîtres de parc“, die eine typische „meerige“ Geschmacksnote aufweisen, verzehrt werden, oder in zusätzlichen Schritten weiter verfeinert werden.

L'affinage – Verfeinerung
ist die Veredelung der marktreifen Auster durch Aussetzung in besondere Gewässer bzw. Becken

Um eine Verfeinerung des Geschmacks, der Schalenform, der Fleischfestigkeit und der natürlichen Fleischfärbung zu erhalten, werden Austern oft zusätzlich noch Wochen bis Monate lang vom Austernbauern gepflegt. Dazu werden diese in besonderen Becken, den sogenannten *Clares* oder bestimmten Gewässern ausgesetzt. Die mit Plankton und Mikroalgen angereicherten *Clares* bewirken neben der Reinigung der Auster, die so ihren oft ausgeprägten Meeresgeschmack verliert, fleischigere und geschmackvollere Endprodukte. Das Geheimnis liegt teilweise in der Süßwassermischung. Deswegen werden manche Austern zur Verfeinerung auch in ans Meer angrenzenden Flussmündungen ausgesetzt, wie beispielsweise die weltberühmten „Huîtres Plates affinées sur nos Parcs en rivièr de Bélon“. Sie stammen aus den Gewässern des Flusses Bélon in der Südbretagne. Ebenfalls weltbekannt sind die Marennes-Oléron-Austern. In Marennes-Oléron befinden sich großflächig angelegte differenzierte Verfeinerungsbecken, in denen Austern aus ganz Frankreich ausreifen.

Fines de Claires nennt man Austern die zwischen zwei bis vier Wochen in Becken mit maximal 40 Auster pro Quadratmeter ausreifen. *Spéciale de Claires* nennt man Austern die zwischen zwei bis vier Monaten in Becken mit maximal 5 bis 10 Austern pro Quadratmeter ausreifen.

Label Rouge nennt man Austern die zwischen vier bis acht Monaten in Becken mit maximal 5 (!) Austern pro Quadratmeter ausreifen.

Alle Verfeinerungsgrade werden zusätzlich in normaler Färbung, *blanche*, oder mit grüner Färbung, *verte*, angeboten. Die ursprünglich der klassischen Marennes-Oléron-Auster vorbehaltene Besonderheit der smaragdgrünen Farbe, entsteht durch das Filtern der Mikroalge „Blaue Navicula“. Die zuvor zufällig in den westfranzösischen Becken entstandene Alge wird nun auch labortechnisch hergestellt und weiterverkauft. Durch die Unterschiedlichkeit der Anbaugewässer, der Verfeinerungsgrade, der Algenzugabe, des Süßwasseranteils und der Austernart an sich, gibt es eine Vielzahl an Sorten auf dem Markt zu entdecken, die jeglichen Geschmack bedienen.

L'expédition – Versand
ist der nach Vorbereitung und Verpackung folgende Weiterverkauf der Austern

Die reifen Austern werden entweder direkt an den Endkunden in der Umgebung verkauft, im Inland oder international verschickt. Die reifen Austern werden 10 Tage vor dem Versand in Becken der seichteren Gezeitenzone oder in Becken mit einer Wasserpegelkontrolle umgesiedelt,

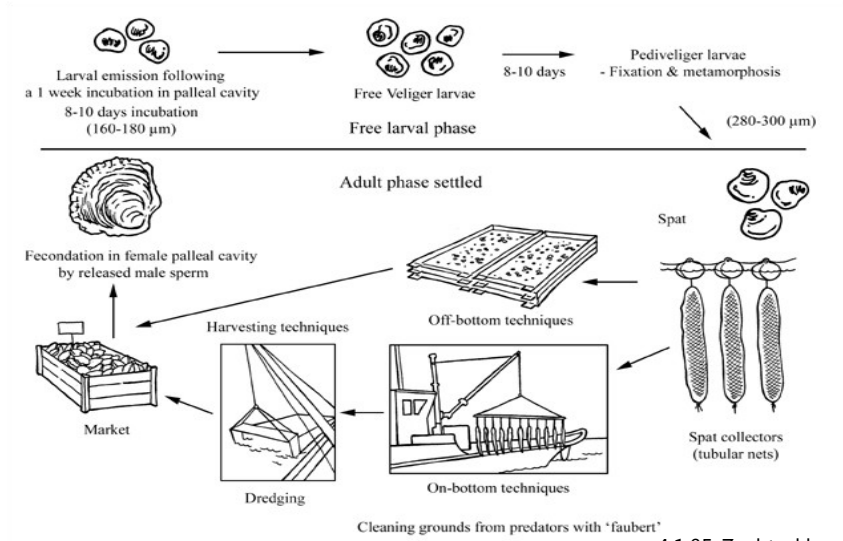
um sie an längere Zeiten an der Luft zu gewöhnen und ihren Schließmuskel zu stärken. So wird gewährleistet, dass sich die Austern während dem Versand nicht ungewollt öffnen. Vor dem Verpacken müssen die reifen Austern zunächst von dem größten Schmutz befreit werden. Schließlich werden sie in Weidekörben, sogenannten „Bourriches“, zu circa 100-144 Stück versandt.

La dégustation – Verkostung
ist der schlussendliche Verzehr der Auster

Austern schmecken am Besten wenn sie möglichst frisch sind. Verfeinert werden sie in Rohform maximal mit einem Schuss Zitronensaft oder einer feinscharfen Soße abgerundet mit einem kühlen, trockenem Weißwein und frischen Brot. Daneben entwickeln Haubenköche stets neue anspruchsvolle Rezepte, in denen auch die gekochte Auster eine Hauptrolle spielt.

La réutilisation – Weiterverwendung
ist die Nutzung der übergebliebenen Austernschale

Die Austernschale wird im gemahlenen Zustand einerseits als das Medikament „Calcium carbonicum Hahnemann“, andererseits in der Viehzucht als Futterkalk angewandt. Da die Austernschalen auch im zerbrochenen Zustand wasserabweisend sind werden sie besonders in Austernzuchtgebieten und vor Austernfarmen im Straßenbau eingesetzt. Oftmals dienen naturgebleichte Austernschalen den Austernbabybauern auch als Substrat zum Festsetzen der Austernlarven.



4.1.05_Zuchtzyklus

Tischkultivierung

Nachdem zur Aufzucht von „Schlürfaustern“ und durch die regionalen Bedingungen die Tischkultivierung die passendste Methode des Anbaus darstellt, wird diese hier nochmals detaillierter beschrieben.

Der Hauptvorteil der Tischkultivierung besteht darin, dass die Austern durch ständige Pflege eine gut aussehende Schale erhalten. Dies ist vor allem wichtig, wenn sie als „Schlürfaustern“ in den Handel kommen. Die Methode ist daher in Frankreich vorherrschend.

Bei der Tischkultivierung werden niedrige Tische, genannt *tables à caire-voie*, meist konstruiert aus Moniereisen oder Betonstahl, in der Gezeitenzone aufgestellt. Sie sind circa 3m lang und 50 cm breit. Auf diese Tische werden die mit den Austern befüllten Netztaschen, die sogenannten *poches*, gelegt. Die grobmaschigen Säcke bestehen meist aus Polyethylen und enthalten im Durchschnitt 200 Austern. Die Austern sind somit nicht dem verschlackten Wasser unmittelbar über dem Meeresboden ausgesetzt und vor bodenlebenden Räubern geschützt. Sie sind sicher vor starken Strömungen oder Stürmen und genießen obendrein einen sehr guten Wasser- und Sauerstoffaustausch. Nachteilig sind der große Flächenbedarf der Austernzucht und der hohe Arbeitsaufwand. Austern aus Tischkultur sind daher relativ teuer.

Die Tischkultivierung ist nur an flachen Küsten mit einer ausreichend breiten Gezeitenzone möglich. Bei Flut liegen die Tische Unterwasser, bei Ebbe im Trockenen und sind so fußläufig bewirtschaftbar.

Die Gezeitenzone, auch Litoral genannt, weist verschiedene Bereiche auf, die in der Austernzucht unterschiedlich gut genutzt werden können. Vom Land aus gesehen ist die oberste Zone das Supralitoral, die mittlere Zone das Eulitoral und die unterste Zone die Sublitoral.

Die Supralitoral Zone ist die „Spritzwasser Zone“. Sie kommt nur bei Flut kurzzeitig mit Wasser in Kontakt und ist daher zu trocken für die Austernkultivierung.

Das Eulitoral ist die „Wechselflutzone“. Hier spielt sich eine sehr auffällige Ebbe- und Flutbewegung regelmäßig ab. Die obere Zone ist allgemein weniger „feucht“ und daher geeignet für Frischhaltebecken marktreifer Austern, denen ein längerer Zeitraum im geschlossenen Zustand antrainiert werden soll. Die untere Zone ist sehr feucht, liegt jedoch zweimal pro Tag trocken. Sie eignet sich so perfekt für die Tischkultivierung.

Das Sublitoral ist die ständig mit Wasser bedeckte Zone. Allein der oberste Bereich, die sublitorale Randzone, ist für die Tischkultivierung noch interessant, da sie wenigstens zweimal im Monat, bei Springtide bearbeitet werden kann. Der untere Bereich liegt ständig Unterwasser und ist daher für die Tischkultivierung nicht geeignet.

Neben der Lage der Tische in der Gezeitenzone ist auch ihre Ausrichtung von großer Bedeutung. Die Strömungsrichtung ist wichtig für die Ausprägung der Schalenform. Die Tische werden so immer der parallel zur Strömung gestellt.

Arbeitsaufgaben des Austernbauern

Um eine Auster ernten zu können sind mindestens 35 Arbeitsschritte des Austernbauern erforderlich. Bei der Tischkultivierung müssen die *Poches* regelmäßig durchgerüttelt, gedreht und gewendet werden, damit die Austern in ihrer natürlichen Kalkschalenbildung nicht untereinander oder mit dem Plastikgewebe der Säcke zusammenwachsen oder eine krumme Form bekommen. Zusätzlich muss der Algenbewuchs ständig entfernt werden, damit die Austern „atmen“ können. Ebenfalls wichtig ist der Schutz vor den zahlreichen natürlichen Fressfeinden.

Austernbauer haben einen unregelmäßigen Arbeitsrhythmus, da sie von den Gezeiten abhängig sind. Ihr Zeitfenster zur Austernpflege richtet sich nach der Ebbe und ist so auf maximal sechs Stunden pro Tag beschränkt. Nachdem sich der Gezeitenzyklus täglich um 50 min. verschiebt, können auch Nachtschichten keine Seltenheit sein.

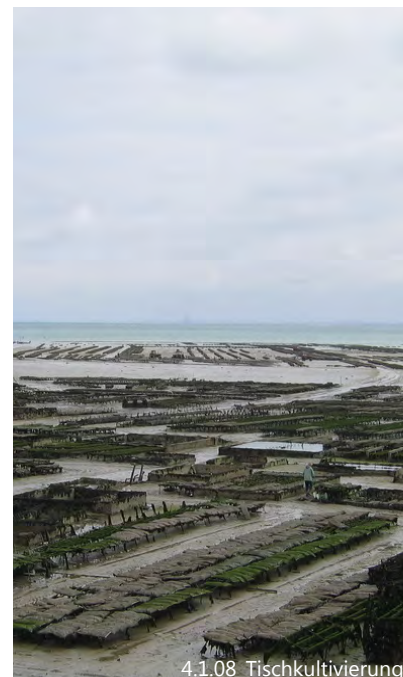
Für uns stellt die Auster ein Luxusprodukt dar, trotzdem kann nicht die Rede davon sein, dass Austernanbau ein lukratives Geschäft ist. Vielmehr ist es durch sehr harte Arbeit und ein eher bescheidenes, bürgerliches Dasein geprägt. Viele Austernfarmen werden als traditioneller Familienbetrieb geführt, bei dem zur Einkommenssicherung oft die ganze Familie mithelfen muss. Viele Austernbauer nehmen einen Zweitjob an, der ihnen das Überleben sichert. Verbunden mit den naturgegebenen unregelmäßigen Arbeitszeiten des Hauptberufs führt dies schnell zum Erreichen der Belastbarkeitsgrenze.



4.1.06_Felder bei Hochwasser



4.1.07_Felder bei Niedrigwasser



4.1.08_Tischkultivierung



4.1.09_Kultivierung in der Rivière d'Etel



4.1.10_Poches auf Metalltischen



4.1.11_Netztaschen

Stichwortartig kann man die Aufgaben eines Austernbauern folgendermaßen zusammenfassen:

Der Feldarbeit vorausgehende Arbeitsschritte:

- Ankauf von Saataustern - Austernbabys
- Herstellen und Zuschneiden der Poches
- Umfüllen der Saataustern in Poches

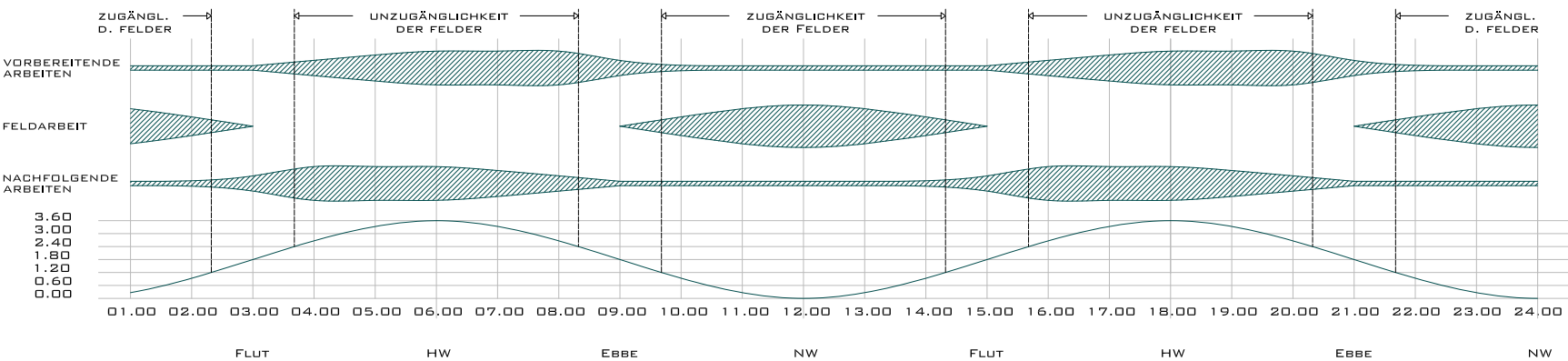
Die Arbeit auf den Feldern, welche nur bei deren Zugänglichkeit, also bei Ebbe, möglich ist:

- Transport der Poches auf die Tische
- Pflege der Poches - Durchrütteln, Drehen, Wenden der Poches alle zwei Wochen - Vermeidet das Zusammenwachsen und Algenwuchs
- Reinigen der Poches von Algen - Ermöglicht die Nahrungszufuhr
- Schlagen der Poches - Vermeidet das Zusammenwachsen
- Einschränkung der Fressfeinde - Vermeidet die Bestandsminderung
- Umverteilung der Austern - Nachdem die Austern gewachsen sind werden sie von einer Poches in zwei bis drei Poches umverteilt
- Ernten der Poches mit reifen Austern

Der Feldarbeit nachfolgende Arbeitsschritte:

- Entfernen der reifen Austern aus den Poches
- Umfüllen der reifen Austern in verschiedene Claires zur Verfeinerung
- Umfüllen der reifen Austern in Frischhaltebecken
- Umfüllen der reifen Austern in Becken der seichten Gezeitenzone oder in Becken mit Wasserpegelkontrolle zehn Tage vor Versand zur Stärken des Schließmuskels
- Grobe Reinigung der Austern - Einteilen der Austern nach Größe
- Verpacken der Austern in Weidekörben zum direkten Verkauf vor Ort oder Versand

ARBEITSRHYTHMUS IN ABHÄNGIGKEIT VON DEN GEZEITEN



Aus diesen Arbeitsschritten werden Funktionsbeziehungen und das notwendige Raumprogramm für eine Austernzucht verständlich:

Außenbereich

- Felder:
 - Tischkulturen, „Aufschneideplatz“ Poches, Verfeinerungsbecken, Frischhaltebecken
- Fahrzeugstellplatz:
 - Kraftfahrzeug für den Pochestransport
- Anlieferung: Saataustern, Pochesmatten

Innenbereich

- Werkstatt:
 - Anfertigung der Poches, benötigte Maschinen
- Umfüllen der Saataustern in Poches, Säuberungsbereich, Verpackungsbereich
- Lager:
 - Saataustern, Pochesmatten, Werkzeuge für die Feldarbeit, Verpackungsmaterial



4.1.12_Feldarbeit



4.1.13_Pflege der Poches



4.1.14_Reinigung der Austern



4.1.15_Auswahl der Saataustern



4.1.16_Verpackung in Weidekörben



4.1.17_Qualitätskontrolle

Die Vinothek als Leitmodell der Konzeption einer Austothek^{04.2}

Zwischen Wein und Austern gibt es viele essentielle Parallelen. Beide sind Kulturgüter, die eine lange traditionelle Entwicklung vorweisen können. Beide avancierten zu Luxusprodukten und bieten dem Kenner eine breit gefächerte Auswahl an Geschmacksrichtungen, Sorten und Verfeinerungsgraden. Ebenso wie sich die Weinkultur aus einer Summe mehrerer Einzelkulturen – der Kultur der Landschaft, der Rebkultur, der Kellerkultur und der Trinkkultur – zusammensetzt, kann man auch die „Austernkultur“ als eine Summe aus der Kultur der Landschaft mit ihrem ständigen Gezeitenwechsel, der Kultur der orthogonal angeordneten, endlos wirkenden Felder und der Verkostungskultur verstehen. Während die Weinbauern das Potential ihres Produktes erkannt und fast zur Gänze ausgereizt haben, abzulesen am Imagewechsel des Weines zum Lifestyle-Objekt, besteht bei der Austernkultivierung noch Ausbaufähigkeit an der Präsentation und Vermarktung des gesamten Landwirtschaftszweiges.

-

Weinbau wie Austernkultivierung sind ein Traditionsgeschäft. In Österreich fand die Weinkultivierung in der Römerzeit ihre Anfänge, während in Südirak bereits 5000 v. Chr. Weinreben kultiviert wurden. Auch die Helden der griechischen Antike stärkten sich mit dem vergorenen Traubensaft. Römische Soldaten tranken den Wein unter anderem auch aus hygienischen Gründen. Auch die Austernkultivierung kann eine lange Geschichte vorweisen. Bereits die alten Griechen setzten große Mengen an Scherben zerbrochener Tongefäße mit winzigen Austernbabys in Bereiche anderer Meere, wo sie wesentlich schneller an Größe und Geschmack gewannen. Bald wurde die Auster mit der griechischen Liebesgöttin Aphrodite in Verbindung gebracht, die der Legende nach „vom Schaum des Meeres geboren“ sogar einer Auster entsprungen war. Im römischen Reich war der Mythos der Auster als Aphrodisiakum bereits fest verankert, wobei sie dort der Liebesgöttin Venus zugeordnet wurde. Bei Festmahle oder Orgien der Schönen und Reichen, sowie bei der Vorbereitung der Kriegerschaft - Austern wurde nachgesagt, dass sie die Manneskraft stärken würde und förderlich sei für Mut und Entschlossenheit am Schlachtfeld – dürfte sie nicht fehlen. Da die Auster trotzdem eine kulinarische Rarität war, wurde ihr Gewicht zu den Zeiten von Julius Caesar in Gold aufgewogen.

-

Die Kultur des Weines hat in den letzten Jahren eine erstaunliche Neudefinition erlebt, für die eine Vielzahl an Faktoren ausschlaggebend war. Einerseits übernahm eine neue Generation von Weinmachern, die ihre Lehr- und Wanderjahre in den besten Weinbaugebieten der Welt

absolviert hatten, die Betriebe von Ihren Vätern und entschlossen sich in die Qualitätsverbesserung zu investieren. Neubauten entsprangen einer weltlichen Notwendigkeit, da viele Betriebe mit längst überholter Weinberg- und Kellertechnik produzierten. Gleichzeitig veränderte sich die Rezeption des Weines. Spätestens in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre wurde der österreichische Wein zu einem Lifestyle-Produkt. Wo früher ausschließlich zwischen „rot“ oder „weiß“ unterschieden wurde, sind den Gästen nun mindestens die Namen der zwanzig bekanntesten Winzer Österreichs geläufig. Hier lässt sich bereits erkennen, dass das Thema der Personalisierung eine wichtige Rolle im Imagewechsel des Weinbaus gespielt hat. Der Winzer wurde zum Publikumsmagneten. Kein Weinverkauf ohne dass ein Winzer ein paar Worte beisteuern würde. Wo früher als anonyme Person im Hintergrund „Doppler“ und Wein aus dem Tankwagen an Zwischenhändler geliefert wurde, avancierte der Weinmacher nun selbst zur „Marke“. Er wurde von den immer wichtigeren Lifestyle-Medien entdeckt und nutzt seine neue Berühmtheit um die Philosophie seiner Produktion ausführlich und präzise zu erläutern und vor allem um seinen Wein zu verkaufen.

In der Austernkultivierung wurde das Potential der „Personalisierung“ des Produktes noch nicht zur Gänze ausgereizt, wobei auch hier eine Vielzahl an unterschiedlichen Verfeinerungsgraden, ausgeklügelten Geschmacksrichtungen und tonangebenden Hauptsorten vorgefunden werden können. Jede Austern trägt einen geschützten Namen, der meist Herkunftsort, Länge der Nachreifung und Farbgebung beschreibt (s.04.1 Zuchtzyklus, L'affinage – Verfeinerung). Lediglich eine besonders edle Sorte aus Marennes-Oléron trägt bereits den Namen des Austernbauern der hinter ihr steht.

-

Die Weinerzeugung ist derzeit noch die einzige Sparte der Landwirtschaft, in der das Produkt als mit Charakter, Individualität und Seele begabt angesehen wird. Im Milieu des Weines geraten gewöhnliche Vorgänge, Handlungen und Zustände schnell zum Ausdruck von Philosophie, Konzept und Programm. Wein ist nicht „Alkohol“, er ist Kultur. Er wird nicht bloß konsumiert, sondern in entsprechender Qualität gleichberechtigt zum Essen genossen. Komplexe Degustationsveranstaltungen lösten die einfache Verkostung ab und wurden zum gesellschaftlichen Ritual. Der wahre Weinkenner genießt den Wein ebenso sehr, wie er es genießt von anderen als solcher erkannt und anerkannt zu werden. Das richtige Fachvokabular zu kennen ist dabei von großer Wichtigkeit. Ein Wein „schmeckt“ nicht nur, er besticht fallweise durch seinen „frisch ausgeprägten Körper“ oder durch ein „leicht blumiges Aroma“. Zur Charakterisierung des Weines werden häufig poetische Metaphern aus

der Pflanzenwelt verwendet, um Farbe, Struktur, Geruch, Alkoholgehalt und Alter zu beschreiben. Im Gegensatz dazu gibt es nach über 2.000 Jahren des Austerngenusses bislang überraschenderweise noch keine offizielle Methode der Austernverkostung. Dennoch findet man in vielen Städten der Welt sogenannte „Austernbars“ bzw. „Oyster bars“ vor, die ihren Gästen eine Auswahl an mindestens einem Dutzend verschiedener Austernsorten bieten.

-

Der Imagewechsel des Weinbaus hatte auch wirtschaftliche Auswirkungen. Während nach dem zweiten Weltkrieg eine ständige Vergrößerung der Rebfläche und der Ernte angestrebt wurde - ganz nach dem Motto „Quantität vor Qualität“ - , fand ab den achtziger Jahren ein Paradigmenwechsel zu „Qualität statt Quantität“ statt. Diese Devise machte den österreichischen Wein international konkurrenzfähig und erfolgreich. In den letzten 20 Jahren hat sich der Export von 45.000 auf 764.180 Hektoliter gesteigert. Manche Winzer verkaufen 20-40% ihres Weines außerhalb Österreichs. Einzelne sogar bis zu 80%. Die französischen Austern haben sich bereits seit Jahrhunderten einen besonderen Status am internationalen Markt aufgebaut. Im Gegensatz zu China, das vor allem Fleischaustern in rauen Mengen produziert, wird in Frankreich an der ständigen Verbesserung der perfekten „Schlürfauster“ als Luxusprodukt gearbeitet.

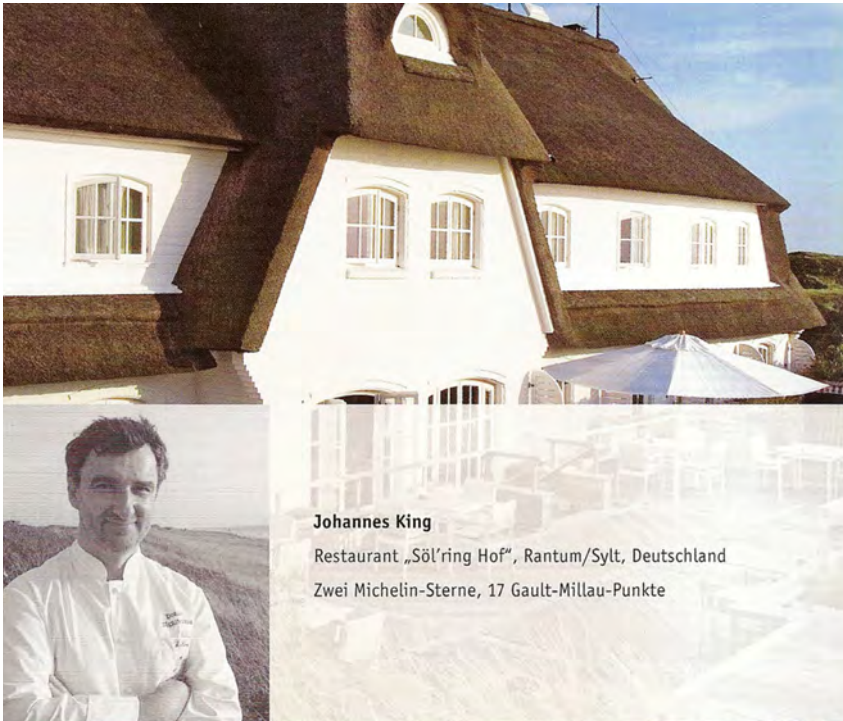
-

Eine weitere wichtige Entwicklung, die am Erfolgszug der Weinkultur teilhatte, stellt die Musealisierung dar. Besonders konsequent verfolgte der Winzer Robert Mondavi in den 80igern dieses Konzept. Er initiierte Kulturveranstaltungen, Vernissagen und Sommerfeste, mit dem Ziel, den Wein und seine Winzer gesellschaftsfähig zu machen. Die Verschränkung von Kunstgenuss und Ästhetisierung der Weinproduktion ging Hand in Hand. Jahre später bauten findige Weinmacher diesen Ansatz weiter aus: Sie ergänzten die Produktions- und Kellerräumen um eine Erlebniswelt des Weines. Mit attraktiven Präsentations- und Degustationsräume, einem Shop sowie Vip-Bereichen gelang es den Winzern ein völlig neues Publikum für ihre Weine zu begeistern. Der Schritt in Richtung eines Weingutes mit Unterhaltungsanspruch war getan. Bei Austernzuchten findet man derzeit keines dieser Zusatzangebote vor, lediglich Führungen für Schulklassen werden abgehalten. Leicht könnte man die Vorgehensweise der Winzer auf den Zweig der Austernkultivierung anwenden.

Im Einklang mit der gesellschaftlichen und kulturellen Aufwertung des Weines wurde erstmals auch die zeitgemäße Architektur des Weinguts ein Thema. Selbstdarstellung und Vermarktung verlangte nach einem entsprechenden architektonischen Erscheinungsbild. Die Einmaligkeit und Unverwechselbarkeit des Weines sollte sich in der Einmaligkeit und Unverwechselbarkeit des Gebäudes widerspiegeln. In Folge kam es zu einer interessanten Annäherung von Weinkultur und zeitgenössischer Architektur. International gesehen stellte der Bau der Dominus Winery, die die Schweizer Architekten Jacques Herzog und Pierre de Meuron in Kalifornien planten, den Auftakt dieser Entwicklung dar. 1997 eröffnet war sie das erste architektonische Landmark einer neuen Weinkultur und zudem ein Zeichen der Globalisierung: Der Bauherr Christian Moueix hatte sein Weingut in Frankreich verlassen um neue Möglichkeiten des Weinmarktes in den USA auszuloten. In Österreich hat sich mittlerweile die Kultur des Weines und die Architektur zu einer einzigartigen, gemeinsamen Kulturleistung verdichtet. Ihr Ergebnis ist die formschöne Umsetzung von Zweckbauten, die für sich selbst und für das darin entstehende Produkt die beste Werbung machen. Ebenso können das Überdenken der architektonischen Hülle und die Erweiterung um ergänzende Funktionen einer Austernzucht zu dem Ergebnis einer Austothek führen.



4.2.01_Austernbar im Berliner KaDeWe



4.2.02_Restaurant „Söl'ring Hof“



oben: Die Austernbar im Berliner KaDeWe bietet täglich eine große Auswahl verschiedener Austersorten an.
unten: Mit der „Austernguillotine“ können viele Austern in kurzer Zeit geöffnet werden.

4.2.03_Austernguillotine



4.3.04_Spezialität des Söl'ring Hofes

Referenzbeispiele zu Vinotheken und Hotelarchitektur^{04.3}

Mónica Rivera, Emiliano López - Hotel Aire - Tudela 2007

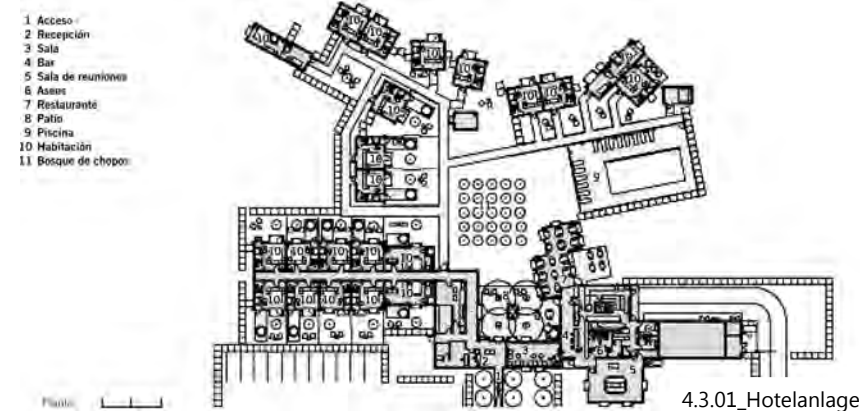
Mónica Rivera und Emiliano López ließen sich in ihrem Entwurf für das Hotel Aire de Bardenas in Spanien von der traditionellen mediterranen Architektur inspirieren. Durch die präzise Analyse der Bedürfnisse der heutigen Gesellschaft erreichten sie einen positiven Bruch mit den Stereotypen und Irrwegen der Hotelarchitektur. Sie erforschten wie man das Maximum an Potential aus jedem Quadratzentimeters an Raum erzielt und wie man Funktionalität mit einer den Benutzer ansprechenden Architektur gleichschließt. So gelang ihnen ein innovativer und effizienter Entwurfsansatz.

Das Hotel Aire fügt sich bewusst sanft in die Landschaft ein, in die es gesetzt wurde. Seine Strukturierung bezieht sich auf die traditionelle Bauweise vor Ort, bei der durch die Anordnung um einen zentralen Platz ein natürlicher Witterungsschutz erreicht wird. Das Hotel orientiert sich zu einem Pappelbestand im Südosten und wehrt gleichzeitig durch seine Rückseite den Nordostwind, genannt Cierzo, ab. Den Innenhof des Hotels bildet eine Serie an einfachen, monochromen, orthogonalen Strukturen, welche frei auf dem Gelände verstreut sind und den Hotelgästen eine saubere und ruhige Atmosphäre bieten. Die Baukörper bilden eine Einheit mit der herben Schönheit der umgebenden Wüste von Bardena. Die Freiflächen wurden mit der lokalen rotbraunen Erde und Geröll vom Standort gestaltet. Eine systematische Anordnung an Kirschbäumen leitet den Besucher zu dem Hauptgebäude des Hotels, in dem Rezeption, Foyer, Bar, Restaurant sowie 10 Hotelzimmer untergebracht sind. Jedes dieser Hotelzimmer weist einen privaten Innenhof mit Obstbaum und Wasserbecken auf.

Die restlichen Zimmer befinden sich in freistehende Pavillons, welche durch einen im Freien liegenden Fußweg, der die natürliche Landschaft durchschneidet, erschlossen werden. Der polierte Betonboden in Innen-, und Außenraum wurde mit kleinen Kieselsteinen versehen, wodurch eine Art Terrazzoefekt hervorgerufen wird, der an die Bodenstruktur der Wüste Bardenas erinnert.

All diese Elemente zeigen die präzise kontextuelle Auseinandersetzung der Architekten mit dem Ort auf, welche das Erlebnis des Wohnens bereichert. Das Hauptmerkmal der eleganten, funktionalen und einladenden Innenräume sind die großzügigen Fenster, die den Blick über die Landschaft freigeben und sorgfältig ausgerichtet wurden um den Einfall von direkter Sonneneinstrahlung zu vermeiden. Die geschützten Ausblickposten werden zum bewohnbaren Raum: Der in die Tiefe gezogene Fensterrahmen kann als Sitzgelegenheit oder als ganzes Bett genutzt werden.

López und Rivera geben in ihrer Konzeption dem Parameter des „Wohlfühlens“ eine Vormachtstellung gegenüber allen anderen. Ihre Architektur ist eine gebaute Definition von „Wohlbefinden“ in ihrer grundlegendsten aber auch komplexesten Form, dem „Zur-Ruhe-Kommen“ des Geistes und der Sinne.



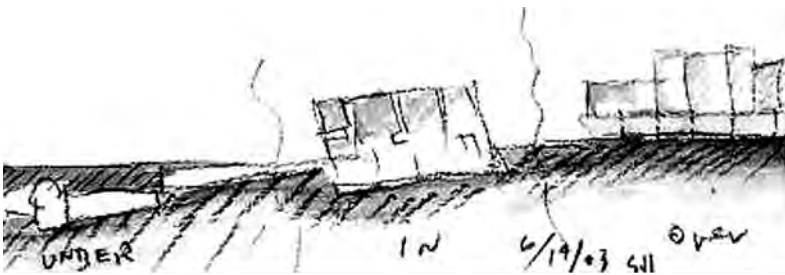
Steven Holl - Loisium - Langenlois 2003

Das bekannteste Beispiel in Österreich zum Thema Weinarchitektur stellt der Entwurf des Architekten Steven Holl für das „Loisium“ dar. Aus der ersten Entwurfsskizze geht bereits hervor, dass der Architekt eine Gliederung des Loisiums in 3 Teile anstrebte: Den bestehenden Kellergewölben, die für die Besucher zugänglich gemacht werden sollen, dem Weinzentrum und einem Hotel. Das Konzept verfolgt eine Transformation bzw. Abstraktion der historischen Lage und Geometrie der Keller zum lichtgebenden Fassadenmuster am Kubus des Weinzentrums. Folglich wurde das verzweigte System der unterirdischen Kellergänge auf die Abwicklung des Neubaus übertragen und ist nun an seinen Fensteröffnungen ablesbar.

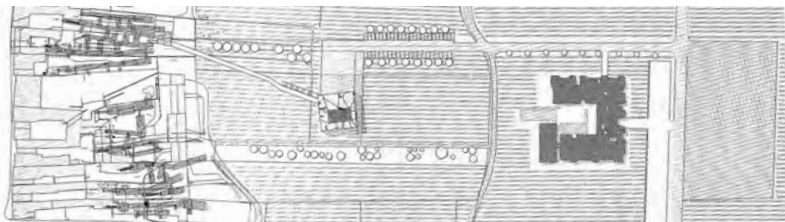
Das imposante Empfangsgebäude wurde leicht geneigt in den Hang gesetzt und steht dort im Diskurs mit der frühgotischen Stadtpfarrkirche zum Hl. Laurentius auf dem Langenloiser Kirchenplatz. Seine Außenhaut besteht aus gebürsteten Aluminiumplatten, die entlang der Vertikalen räumliche Knickungen erfahren. Der facettierte Solitär wird zum Landmark.

Die inhaltliche Konzeption und die räumliche Ausstattung des Besucherzentrums stehen ganz im Zeichen des Grünen Veltliners. Das vielschichtige Formenspiel in den offenen Innenräumen nimmt mit seinen Fensterscheiben aus grünem Flaschenglas und Wandverkleidungen aus hellem Kork optisch und haptisch Bezug auf den hier präsentierten Wein. Auf einer Nutzfläche von 1.280m² werden die Produkte von annähernd 90 niederösterreichischen Winzern und 30 regionalen Selbstvermarktern präsentiert und verkauft. Der Weg zum Einstieg in die sogenannten „Kellerwelten“ führt entlang eines langgestreckten Wasserbeckens. In dem unterirdischen Rundgang von knapp einem km Länge wird den Besuchern das Thema Wein durch diverse Inszenierungen anschaulich nähergebracht. Einzelstationen des Weges bilden die Besichtigung der 900 Jahre alten Kellergewölbe sowie der Besuch einer hochmodernen Produktionsanlage.

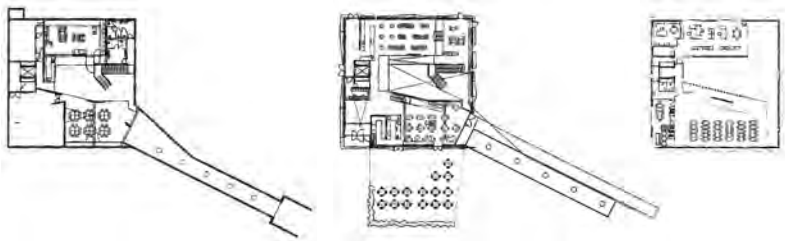
1997 begann man mit den Planungsarbeiten für das neue Besucherzentrum in der größten Weinstadt Niederösterreichs. Der Entwurf wurde vor Ort von den Architekten Franz Sam und Irene Ott-Reinisch umgesetzt. So konnte das Loisium nach einer nur neunmonatigen Bauzeit im September 2003 eröffnet werden. Die Wände und Decken des Bauwerks bestehen aus Stahlbeton, das Dach aus Stahlträgern mit Trapezblech und Aufbeton. Die räumlichen Knicke der Fassade wurden in Form einer vorgehängten Aluminiumfassade umgesetzt.



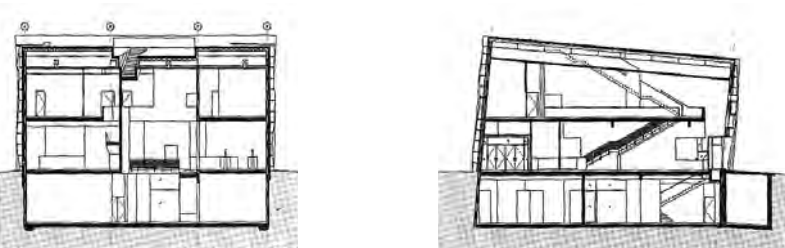
4.3.05_Entwurfsskizze



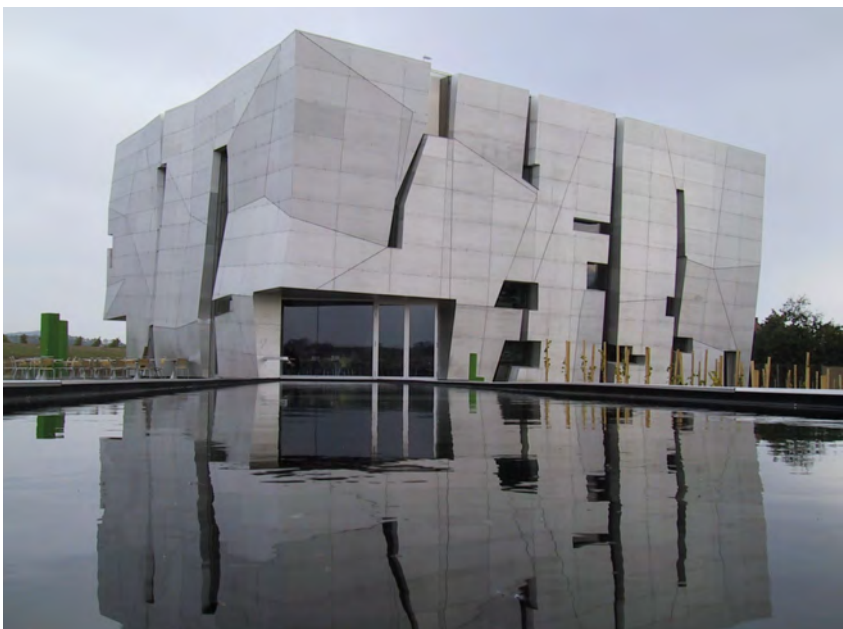
4.3.06_Lageplan



4.3.07_Grundrisse



4.3.08_Schnitte



4.3.09_Loisium mit vorgelagerter Wasserfläche



4.3.10_Innenraum mit eingeschnittenen Fensterbändern

Standortwahl^{05.1}

In diesem Kapitel werden aufgrund der zuvor ausgearbeiteten Parameter für den Standort einer Austothek verschiedene Bauplätze gegeneinander abgewogen. Einerseits soll das Anbaugebiet eine wichtige traditionelle und kulturelle Stellung in Bezug auf die Austernzucht und den Austernverzehr einnehmen, andererseits bereits einen Grad an Bekanntheit als solches aufweisen. Ebenso wichtig sind die schon vorhandene touristische Erschließung sowie das Angebot an genügend ergänzenden Attraktoren in der Region. Weiteres ist ein ausreichender Tidenhub wesentlich, der genügend Wechselwirkungspotenzial mit der Umgebung gewährleistet.

Austernzuchtgebiete in Frankreich

Während die Austernzucht weltweit erfolgreich betrieben wird und China im Vergleich den Welthandel anführt, war und ist Frankreich nach wie vor das bedeutendste Herkunftsland der Auster. Die Austernzucht und der Austernverzehr sind traditionell nirgendwo anders so eng mit der Kultur des Landes verbunden wie in Frankreich. So werden beispielsweise vor allem in den Anbauregionen zu Weihnachten Austern „geschlürft“. 125.000 Tonnen Austern werden jährlich in Frankreich produziert, damit kommen 88% aller europäischen Austern aus Frankreich. Generell gesehen wird Frankreich hinsichtlich der Austernkultivierung in acht Regionen eingeteilt. Von Norden her beginnend zählen dazu:

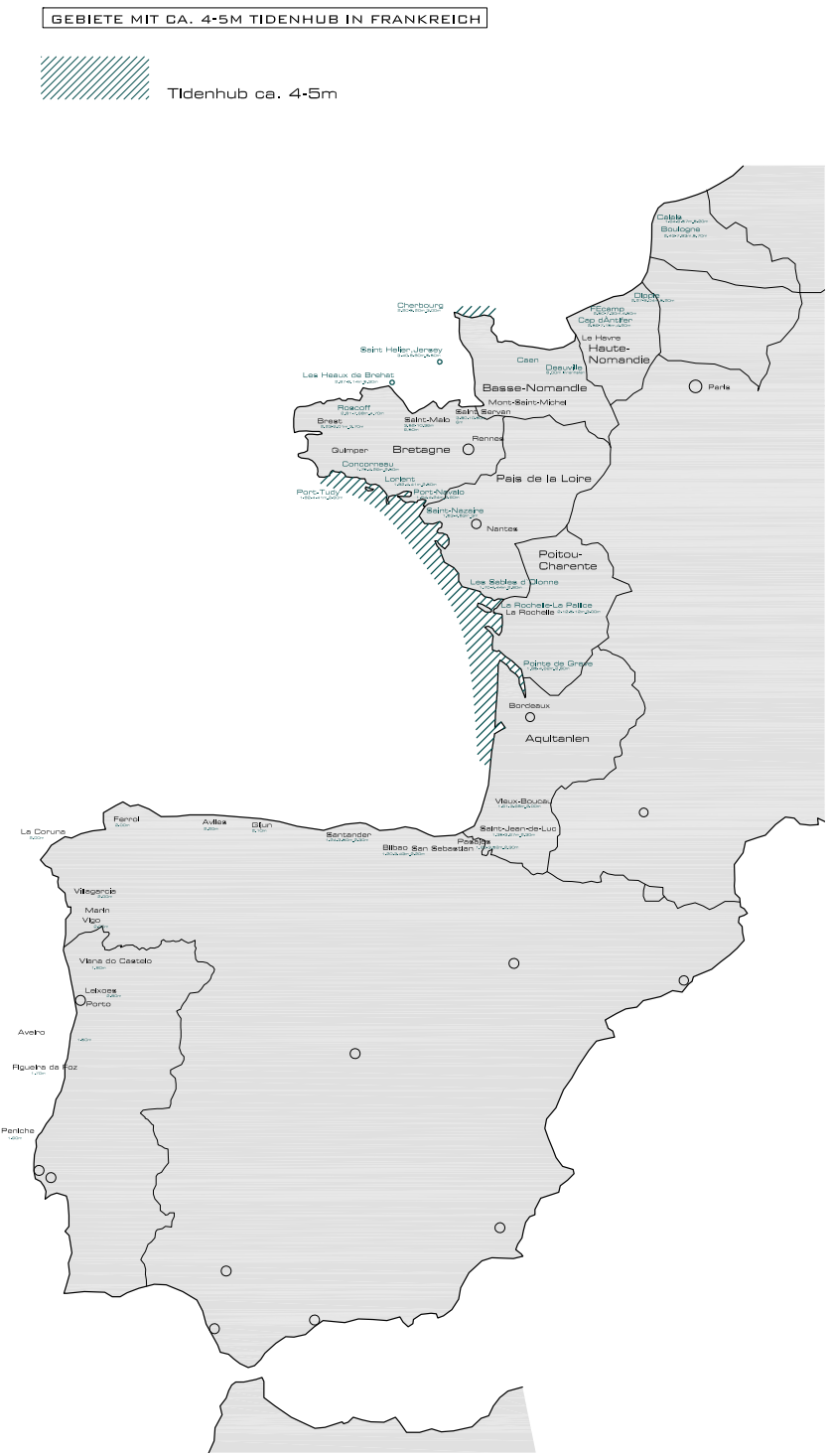
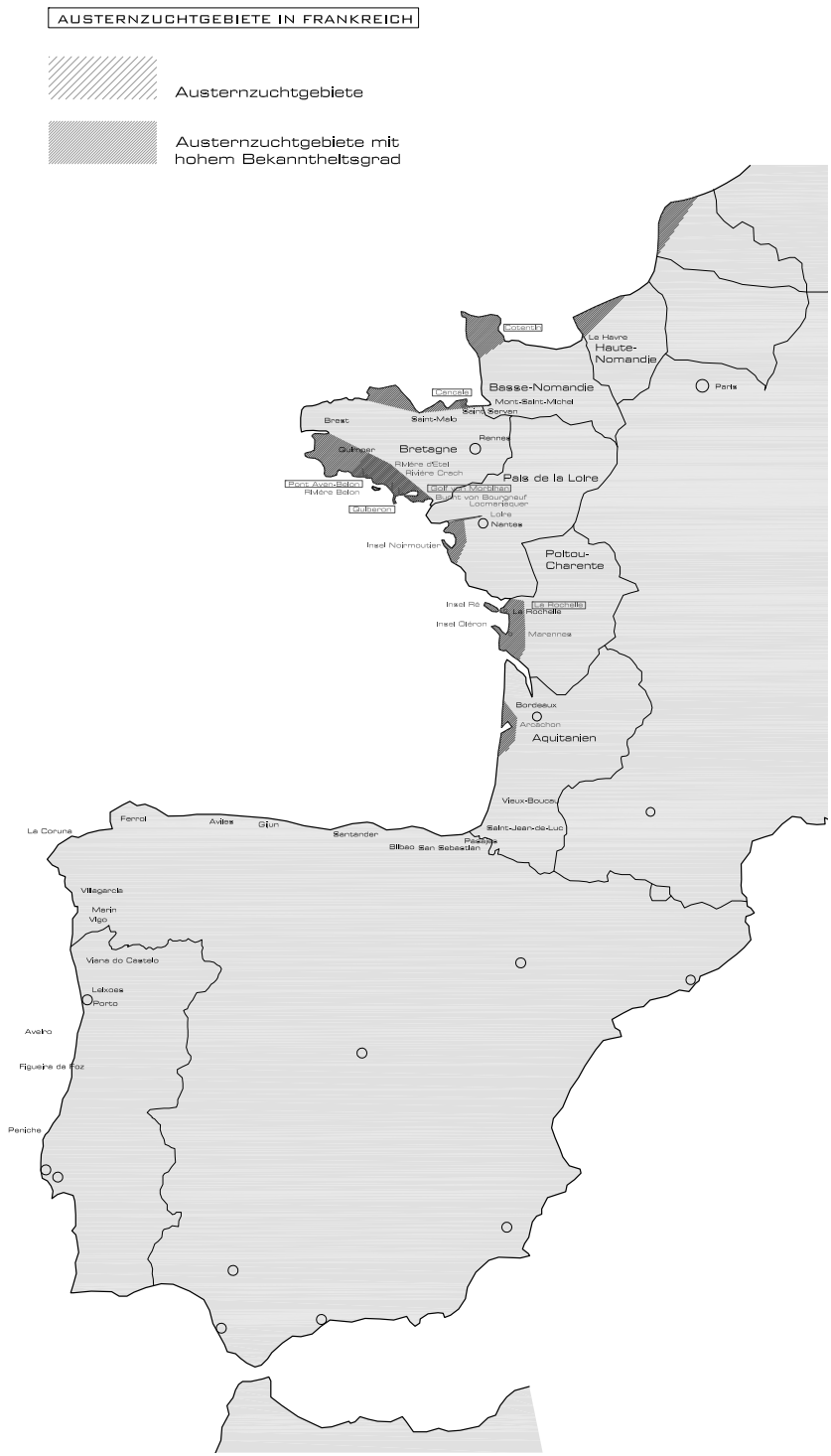
Die Normandie. Sie ist mengenmäßig zwar die zweitwichtigste Region jedoch der Allgemeinheit als solche wenig geläufig.

Die nördliche Bretagne, die durch ihre „Austernhauptstadt“ Cancale bekannt wurde.

Die südliche Bretagne, als eines der berühmtesten Austernzuchtgebiete Frankreichs. Von dort stammen die besonders geschätzten *Creuses* vom Rivière d’Etel, von der Halbinsel Quiberon und vom Golf von Morbihan sowie die weltbekannten *Belon Austern*, gezüchtet in der Mündung des Flusses Belon, südlich der Stadt Pont-Aven.

Das Pays de Loire, welches südlich der Loire-Mündung an der Atlantikküste liegt.

Poitou Charentes, welches mit 30.000 Tonnen jährlich das ertragreichste Anbaugebiet darstellt. Zu ihm gehört auch das Gebiet „Marennes-Oléron“, das die mit Abstand zahlreichsten und differenziertesten Verfeinerungsanlagen aufweist.



Arcachon. Die Bedeutung dieser Region liegt weniger in der Produktion fertiger Austern als in der Aufzucht junger Saataustern, die sich im reinen und relativ warmen Wasser der Bucht von Arcachon besser entwickeln als im kühleren Norden.

Das Mittelmeer. Obwohl die überwiegende Mehrheit aller französischen Austern aus dem Atlantik stammt, kommt auch ein kleiner Teil, ca. 8 % der Jahresproduktion aus dem Mittelmeer, genauer aus der Gegend zwischen Bézier und Montpellier.

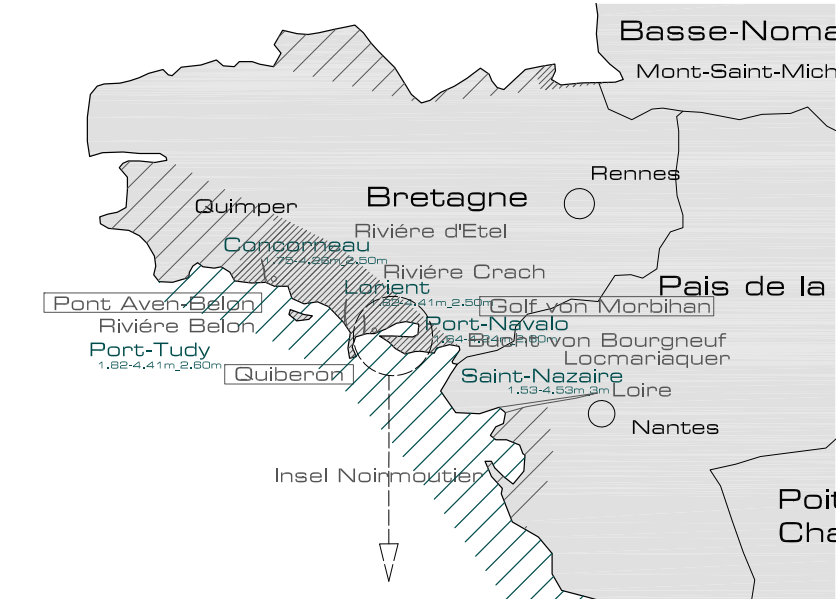
Korsika. Napoléon Bonaparte war, als Lokalpatriot, ein großer Liebhaber korsischer Austern. Er ließ sich zweimal pro Woche eine Lieferung kommen. Heute ist die Austernproduktion in Korsika wenig bedeutend.

Im Vergleich auf der Karte wird ersichtlich, dass besonders in der südlichen Bretagne eine hohe Dichte an kulturell wichtigen und durchwegs bekannten Anbaustandorten vorzufinden ist. Zudem ist dort auch ein ausreichender Tidenhub gegeben, der das nötige virtuelle Potenzial der Umgebung liefert. In weiterer Folge wurde das Gebiet rund um den Golf von Morbihan ausgewählt, da es die Größte Attraktivität als Tourismusstandort aufweist.

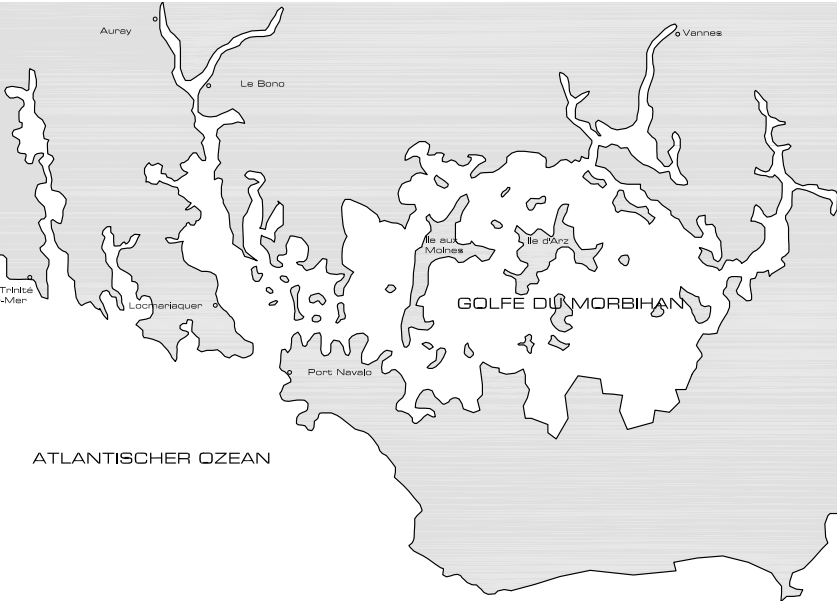
ÜBERSCHNEIDUNGSPUNKTE DER ENTSCHEIDENDEN PARAMETER



AUSWAHL DES STANDORTES



GOLF VON MORBIHAN



Bauplatzanalyse

Der Golf von Morbihan

Der Golf von Morbihan ist ein inselreiches Binnenmeer im Süden der Bretagne, das über eine schmale Passage mit dem Atlantik verbunden und daher salzwasserhaltig ist. Der Haupterwerbszweig der Region ist der Tourismus. Die Zahl an Ferienwohnung, Hotels und Campingplätze hat sich in den letzten Jahrzehnten deutlich erhöht und in Folge zu einer ausgeprägten touristischen Infrastruktur geführt.

Der Golf von Morbihan ist vor allem als Segelrevier beliebt. Die geschützten Buchten der zahlreichen Inseln - volkstümlich wird behauptet, dass es im Golf so viele Inseln wie Tage im Jahr gäbe, nach der offiziellen Definition sind es jedoch tatsächlich circa 40 - bieten eine abwechslungsreiche Segelroute. Zudem findet man hier ein ganzjährig ungewöhnliches mildes, fast schon mediterranes Klima und eine geradezu südländische Vegetation vor. Deshalb wird im Golf von Morbihan das ganze Jahr Segelsport betrieben. Die kilometerlangen Sandstrände, die sich mit den Steilküsten abwechseln, bieten aber auch für den herkömmlichen Strandurlauber ein attraktives Reiseziel.

Der Name *mor bihan* leitet sich vom Bretonischem ab und bedeutet „kleines Meer“. Der keltische Hintergrund der Region lässt sich auch an den zahlreichen vorgeschichtlichen Zeugnissen ablesen, die dort

vorzufinden sind. Die megalithischen Denkmäler, in Form von Menhiren, Dolmen, Hügelgräbern oder Steinkreisen, wurden teilweise auf das Jahr um 3300 v. Chr. zurückdatiert und sind somit älter als Stonehenge. Besonders sehenswert sind die kilometerlangen Steinalleen von Carnac, die Ganggräber auf der Insel Gavrinis und der *Grand Menhir Brisé*, der weltweit größte gefundene Menhir in Locmariaquer.

Die wirtschaftliche Grundlage des Golfes von Morbihan bildeten in der Vergangenheit die Landwirtschaft und die Austernzucht, die auch nach wie vor von Bedeutung sind. Durch die Gezeitenströmung, die ständig gewaltige Planktonmengen heranträgt, und die Süßwasserzuflüsse vom Festland entstehen besonders schmackhafte, feste Austern. Das idyllische Städtchen Locmariaquer gilt als morbihanische Austernhauptstadt und begrüßt gleich am Eingang zum Golf die zahlreichen Austernliebhaber. Als kultureller Fixpunkt gilt das jährliche Austernfest, das unter Einheimischen und Touristen gleichermaßen beliebt ist. Ebenso sehenswert sind die Regattaveranstaltungen, bei denen noch mit dem *Sinagot*, einer für diese Region typischen traditionellen Bootsart, gefahren wird. Der kleine Schoner weißt einen besonders flachen Rumpf auf, da er ebenso wie der *Forban*, speziell für die Austernfischerei im Golf entwickelt wurde.

Der Golf von Morbihan ist durch seine ausgeprägten Wattflächen ein besonderer Lebensraum für Fauna und Flora. Insgesamt 20.609 Hektar wurden im Jahr 2000 unter Naturschutz gestellt und bieten vor allem Wasservögeln, wie Gänsen, Flüggen, Stelzvögeln und verschiedenen Möwenarten eine ungestörte Brutsaison. Besonders für freizeitlich oder wissenschaftlich betriebene Vogelkunde sind diese weitläufigen Vogelreservate bestens geeignet.



5.1.01_Traditioneller Sinagot



5.1.02_Hinterland des Golfes von Morbihan



5.1.03_Megalithische Denkmäler in Carnac

Die größte Stadt am Golf von Morbihan ist Vannes, die im Norden über einen Flusslauf mit dem Golf verbunden ist. Mehrere Fährrouen und Hauptstraßen gewährleisten auf See und an Land eine gute verkehrstechnische Anbindung der restlichen größeren Städte zu denen Le Bono, Aurey, Le Trinite sur Mer, Locmariaquer und Port Navalo zählen.

In Port Navalo liegt nach Vannes der größte Yachthafen und Industriehafen der Region. Das Hinterland ist geprägt durch privaten Wohnbau, die touristische Infrastruktur wurde hier nicht sehr stark entwickelt. Locmariaquer hingegen ist durch seine Stellung als „Austernhauptstadt“ und idyllisches Fischerdorf, den sehenswerten Ausgrabungsstätten und anderen touristischen Anziehungspunkten eines der beliebtesten Ausflugsziele im Golf von Morbihan.

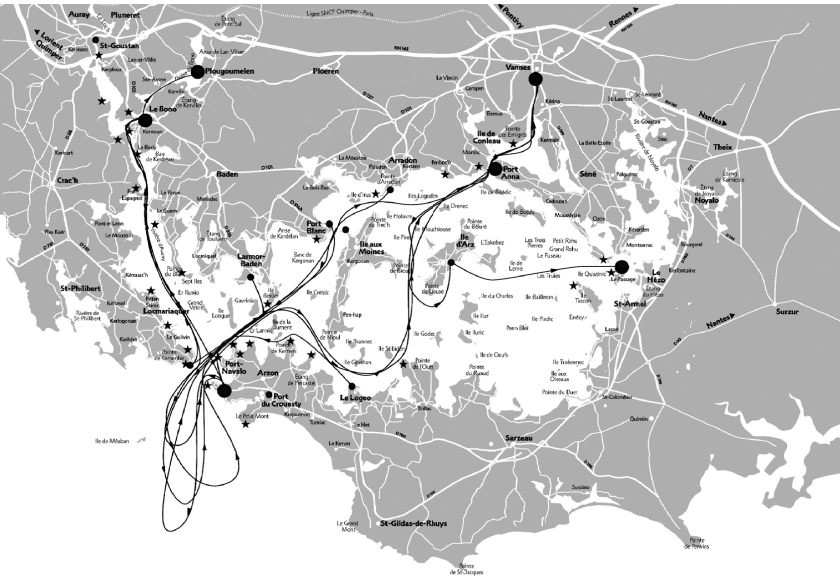
Zwischen den beiden Städten liegt die Einfahrtschneise zum Atlantik, genauer gesagt zwischen der *Pointe de Kerpenhir* auf der Halbinsel Locmariaquer im Westen und der Landspitze von Port Navalo der Halbinsel Rhuy im Osten.

Der gesamte Golf ist durch diese schmale Verbindung mit dem Atlantik den Gezeiten seines „Hauptmeeres“ unterworfen. Die Landschaft, wie zum Beispiel flache Sandstrände, Zufahrtswege an Land und auf dem Wasser, kleine Inseln und deren Buchten, ändert ihre Gestalt im Verlauf der Gezeiten ständig. So ist ein Drittel der Fläche des Golfes nur bei Flut mit Wasser bedeckt und liegt bei Ebbe trocken. Der Tidenhub im Golf von Morbihan beträgt durchschnittlich um die 4,80 Meter. Mit jeder Tide fließen circa 400 Millionen Kubikmeter an Meereswasser in und aus dem Golf, die gerade in der Zuflußöffnung Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 5 Knoten pro Stunde erreichen können, ein wichtiger Parameter bei der Durchschiffung der nur 0,9 m breiten Passage.

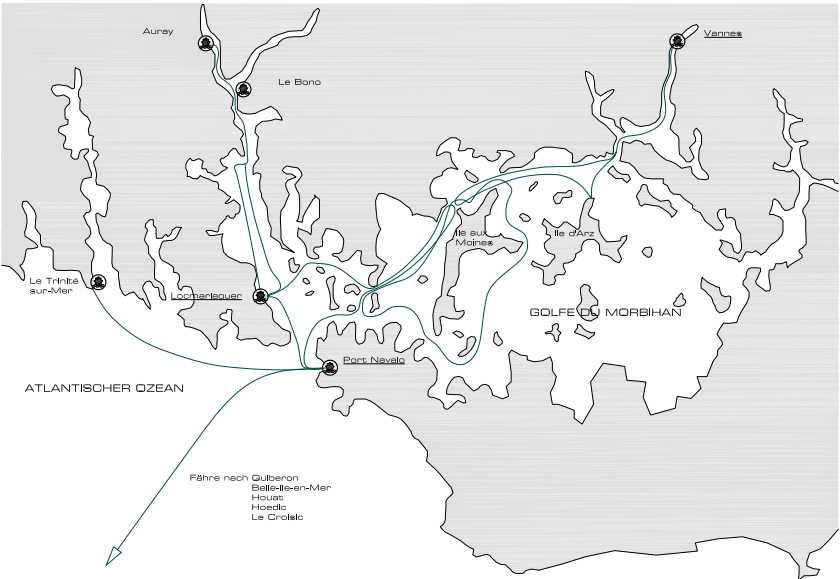
Die angrenzenden Ufer des Zufahrtsbereiches bilden beliebte Aussichtsstandorte, da hier das Ein-, und Auslaufen von Segelschiffen in und aus dem Atlantik sowie der alltägliche Fährbetrieb beobachtet werden kann. Zudem führen dort die meisten Segelregattarouten vorbei, in einer Wendeschleife raus auf den Atlantik und wieder zurück.

In ebendieser Einfahrtschneise zum Golf von Morbihan, per Land verbunden mit der *Pointe de Kerpenhir* der westlichen Halbinsel, liegt der Standort des Projekts.

SEGELREGATTAROUTE

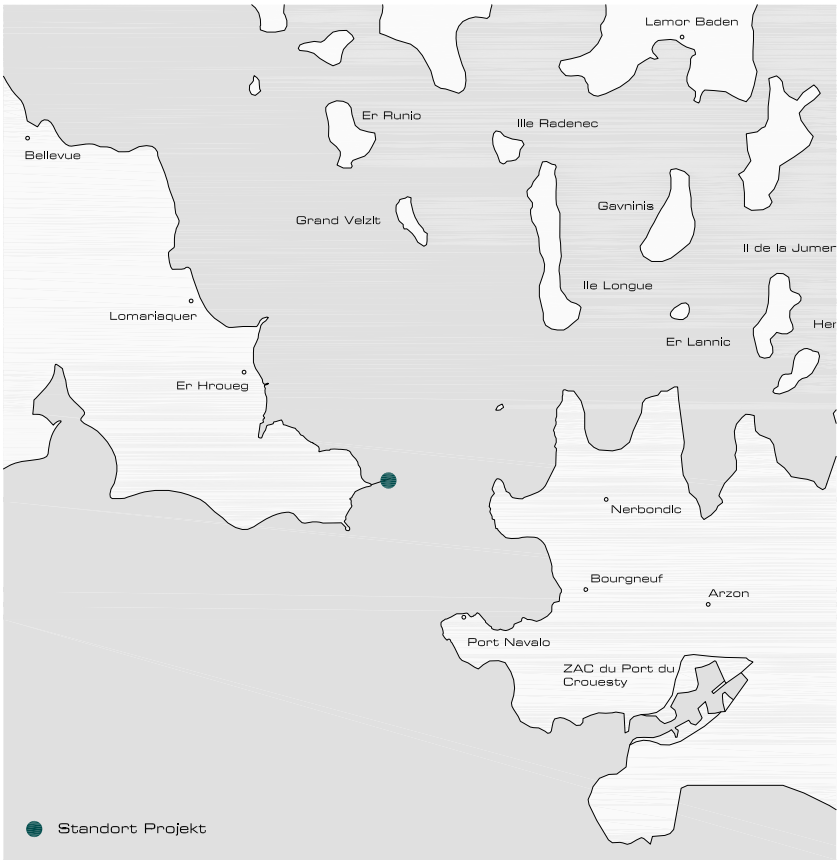


VERKEHRSTECHNISCHE ANBINDUNG



5.1.04_Route

STANDORT BEI HOCHWASSER



STANDORT BEI NIEDRIGWASSER



Standort



5.1.05_Luftbild_Einfahrtsschneise



5.1.06_Luftbild_Austernfelder



5.1.07_Luftbild_Tischkulturen



5.1.08_Luftbild_Golf von Morbihan



5.1.09_Luftbild_Point du Kerpenhir



5.1.10_Luftbild_Port Navalo



5.1.11_Ausblickspunkt _Point du Kerpenhir



5.1.12_Segelschule_Kerpenhir

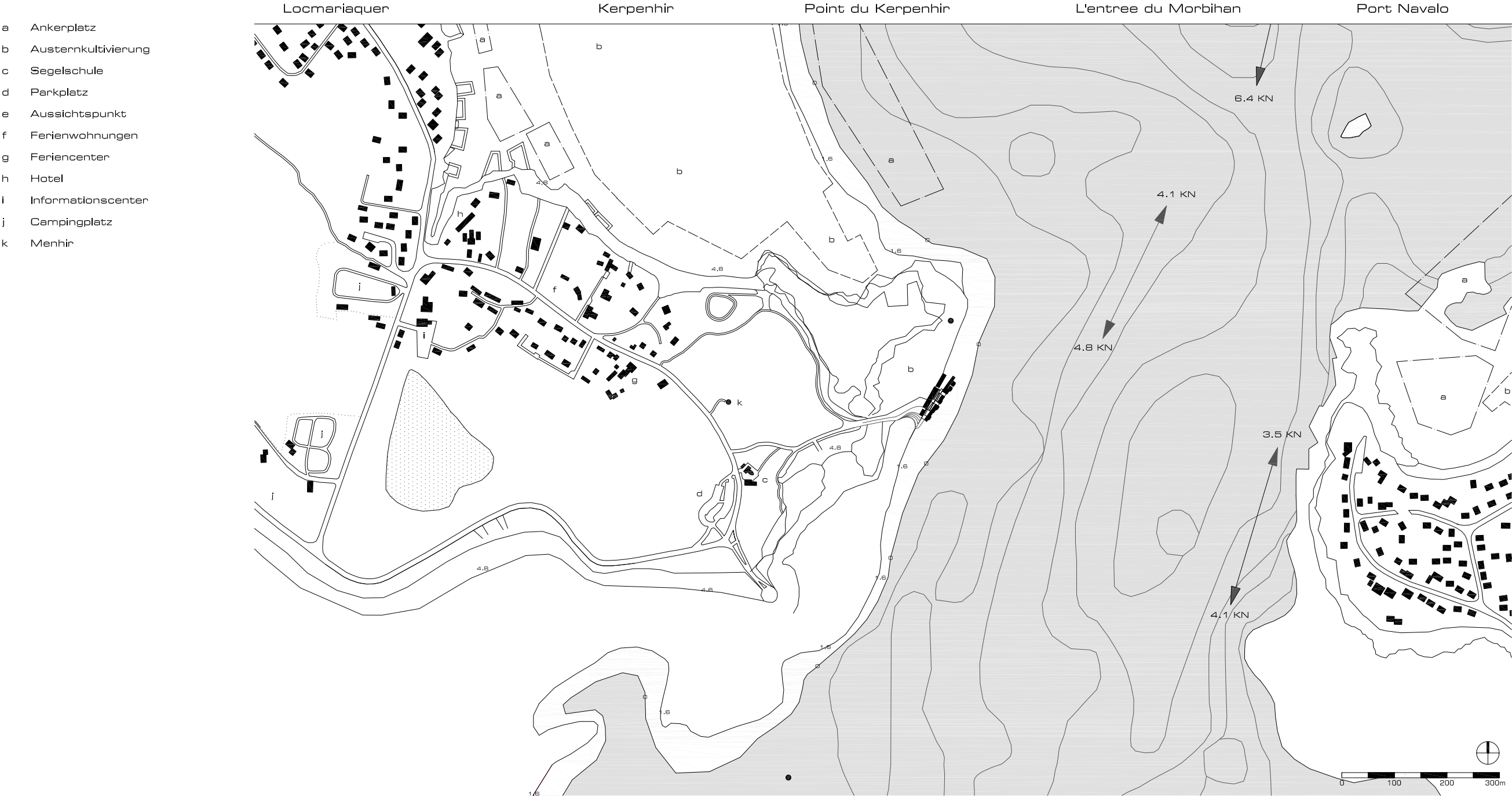


5.1.13_Statue an der Einfahrtsschneise

Schwarzplan_Hochwasser

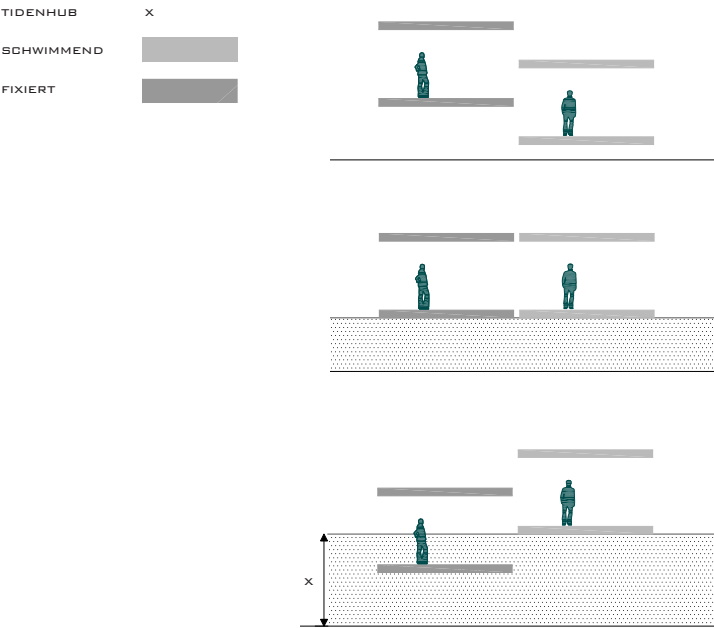


Schwarzplan_Niedrigwasser

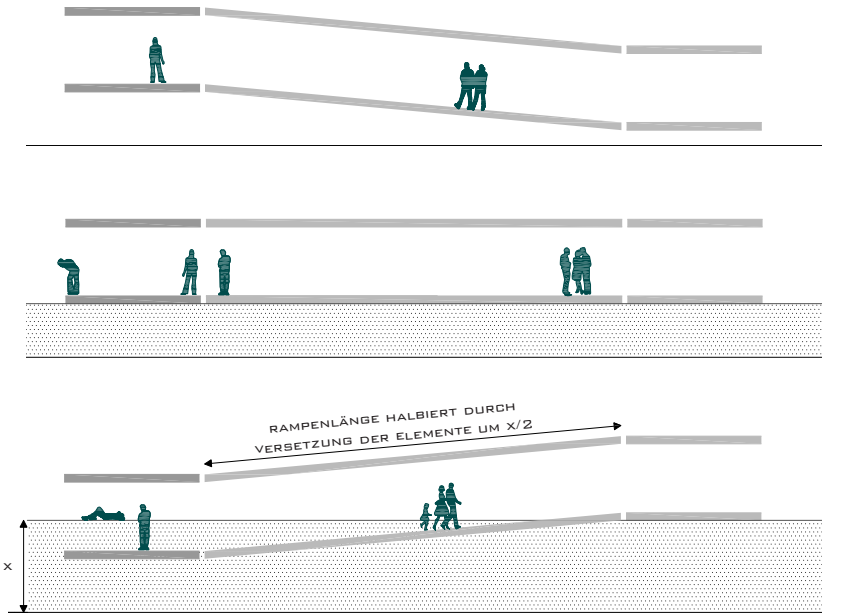


Wechselwirkung zwischen Objekt und Umgebung: Da sich sämtliche Arbeitsprozesse der Austernkultivierung nach den Gezeiten richten, ist ein Anspruch des Entwurfes, das gesamte Gebäude in Wechselwirkung mit eben diesem Zyklus zu stellen und ihn so sichtbar und erlebbar zu machen. Um die kontinuierliche Veränderung der Umwelt aufzunehmen werden schwimmende und fixierte Elemente zueinander in Beziehung gesetzt und durch bewegliche Teile verbunden.

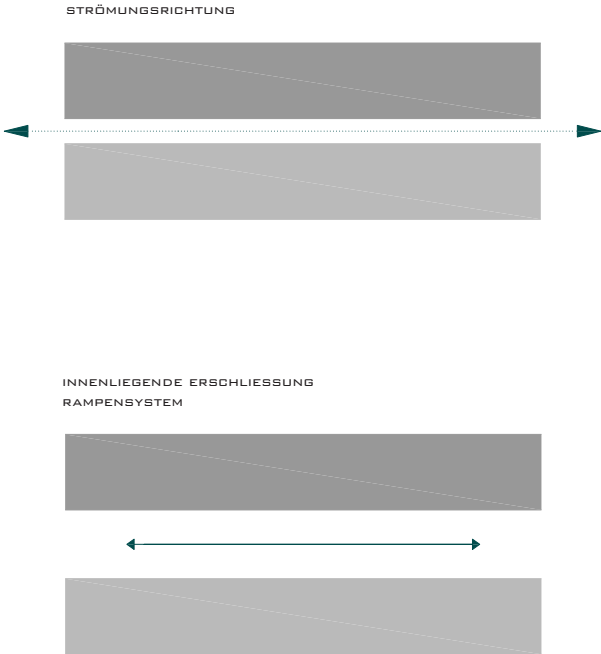
Beziehung zwischen schwimmenden und fixierten Elementen



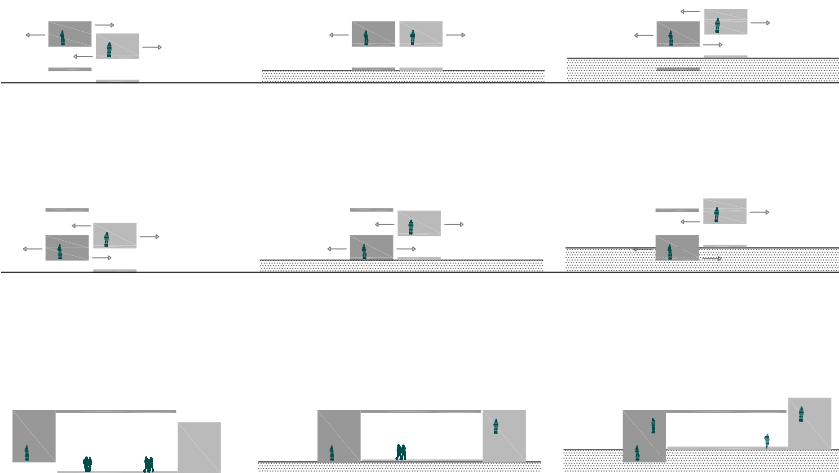
Verbindung zwischen schwimmenden und fixierten Elementen durch bewegliche Rampen



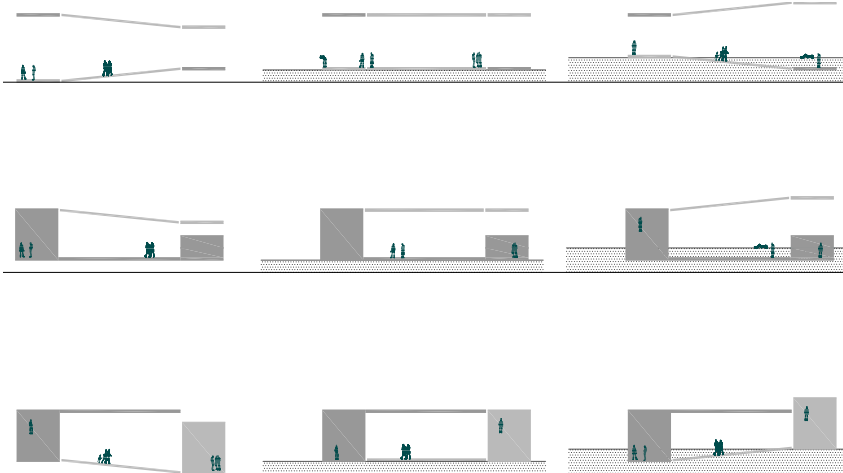
Anordnung von Fixteil und Schwimmteil entlang der Gezeitenströmung mit mittig liegender Erschließungszone



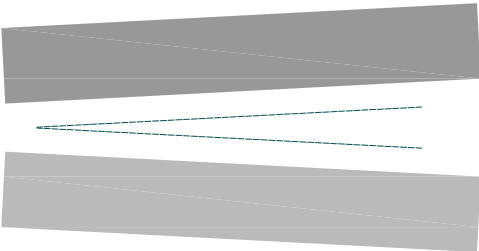
Auswirkung auf Sichtbeziehungen und Raumabmessungen



Auswirkungen auf die Ausrichtung des Raumes und die Raumnutzung



ÖFFNUNG DES ZWISCHENRAUMES
ERWEITERUNG DES BLICKFELDES



the oblique function - Die Funktion der Schräge

Paul Virilio und Claude Parent stellen in ihrer Abhandlung *architecture principe* 1966 als Hauptelement der anzustrebenden Weiterentwicklung der Architektur die schiefe Ebene voran. Nach der Horizontalität der ländlichen Agrarkulturen und der Vertikalität der späteren Städte, steht ihrer Meinung nach als logische Folge die Schräge. Ihrer Ansicht nach führten die in die Vertikale wachsenden Städte zu einem „Übereinanderstapeln“ von „micro-ghettos“, einzelner Zellen, zwischen denen der Interaktionsraum mit anderen auf das ökonomisch minimal gehaltene Erschließungssystem reduziert wird. Der Aufzug als bedingendes Mittel der Entwicklung in die Höhe, stellt im Gegensatz zu der vorhergegangenen Stiege, einen selbstbewegten Trägerraum dar, in dem der Passagier statisch bleibt. Die zunehmende Einführung von „dynamischen Bewegungsapparaten“ in die industrielle Stadt, wie Automobil, Lift und Rolltreppe, hat den Menschen zu einem passiven Mitfahrenden gemacht und die bewusste Wahrnehmung der Distanzüberwindung verkümmern lassen. Zusätzlich erzeugt die künstlich erschaffene horizontale Ebene einen Bewegungsraum der vollkommen neutral und ungerichtet ist. Es herrscht ein Gleichgewicht, eine Stabilität, die dem Menschen nicht mehr abverlangt als statisch in ihr zu existieren. Die Gravitationskraft, also die ständig auf ihn wirkenden Anziehungskräfte der Erde, wird auf

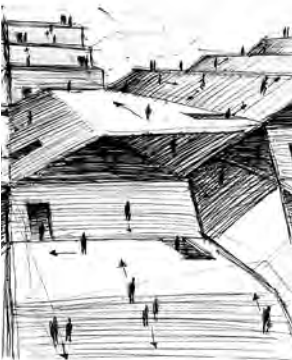
der Horizontalen als stets gleiche Konstante nicht mehr wahrgenommen. Der Mensch verbleibt in diesem gleichförmigen, reizreduzierten Raum ungefordert, reaktionslos und gleichgültig. Die Einführung der Schräge führt zu einer Vielzahl an Veränderungen der zuvor besprochenen Gegebenheiten. Die Rampe als „statischer Bewegungsapparat“ zur Überwindung von Höhe schafft nicht nur ein Kontinuum zwischen Erschließung und Funktion, sondern lässt beide ineinanderfließen zu einem kontinuierlichen Funktionsraum, einer *habitable circulation*. Räumliche Differenzierung geschieht nicht mehr durch Aufteilung und Trennung, sondern durch eine ständige Entfaltung aneinander gereihter Bereiche. Naturgemäß wird so der soziale Interaktionsraum vergrößert, sowie Austausch und Kommunikation untereinander gefördert.

Implementing the generalization of ramps was [...] the realization of a new type of vehicular complex which could significantly modify the organization and use of space common to men [...].

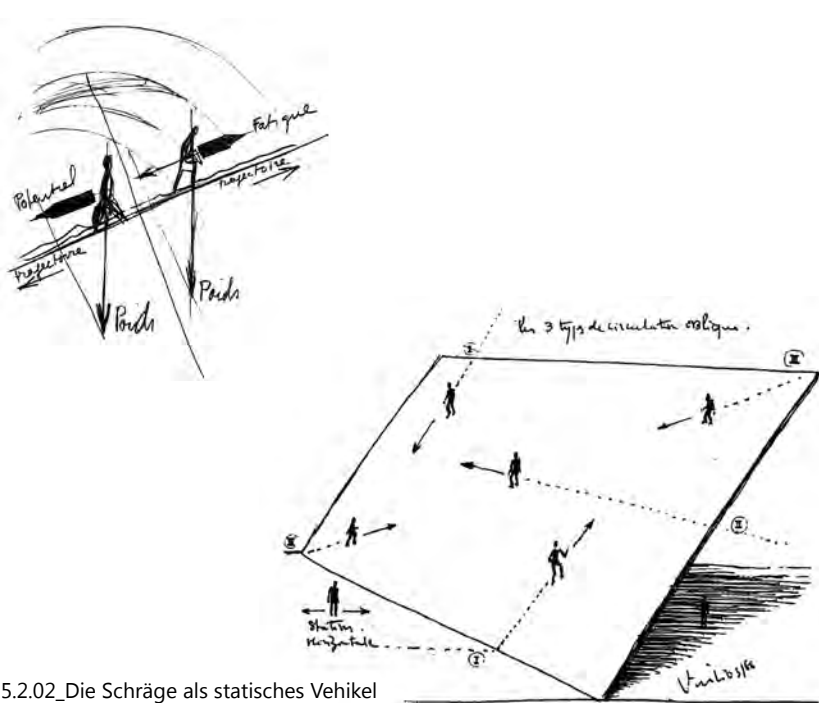
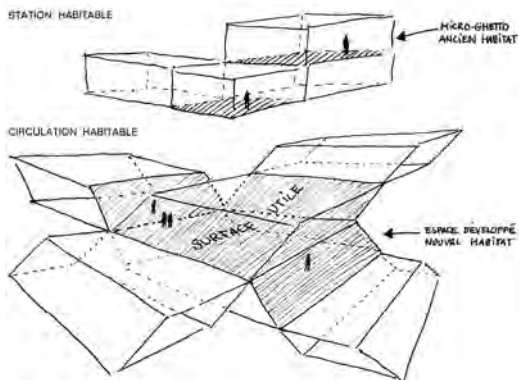
Paul Virilio, "architecture principe", 1996¹⁰

Die Rampe als „statisches Vehikel“ fordert einen sich bewegenden Körper der diese begeht. Sie gibt dem Menschen seinen Stellenwert als

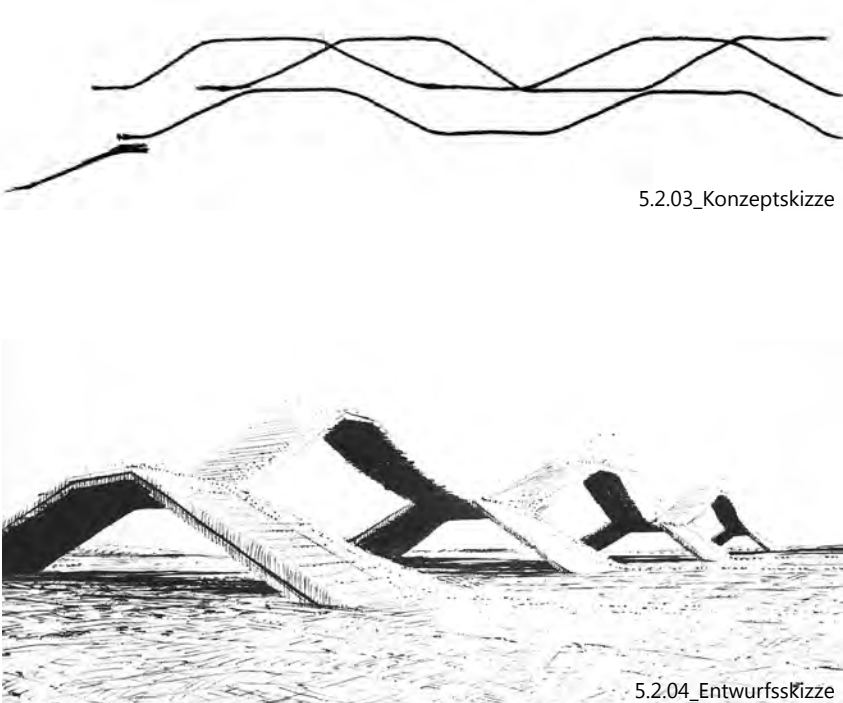
selbstagierender Körper mit vitaler Dynamik zurück, der physikalische Mensch als metabolischer Bewegungsapparat. Die durch die Schräge eingeführten Vektoren von Anstrengung - Aufstieg und Schwung – Abstieg wirken der Neutralität entgegen und geben dem okkupierten Raum eine Richtung. Die schiefe Ebene zwingt den Menschen zur bewussten Partizipation durch die Einführung des Parameters der Bewegungsenergie. Die Aktivierung geschieht durch das Potenzial der Gravitationskräfte, je nach Bewegungsrichtung entsteht eine Aufladung oder eine Aufwendung von Energie. In einem Ungleichgewicht tendiert ein Individuum eher dazu intensiver von sich selbst Gebrauch zu machen, sich gezielter mit seinen potentiellen Kräften auseinanderzusetzen. Die Schräge als Erzieher zur Partizipation. Zudem ist das Erklimmen und Bezwingen von Anhöhen ein urtypisches Bedürfnis des Menschen und der Blick über die hinter sich gelassene Ebene weit über die nachfolgenden Landschaften hinaus mit dem Gefühl der Freiheit verbunden. Das „besteigbare Hindernis“ als Mittel einer anzustrebenden Transformation der Architektur. Das Prinzip der *oblique function*, aufgestellt von Paul Virilio und Claude Parent, erklärt so die schräge Ebene als Katalysator für die Mobilisierung von Mensch und Habitat.



5.2.01_habitable circulation



5.2.02_Die Schräge als statisches Vehikel



5.2.03_Konzeptskizze

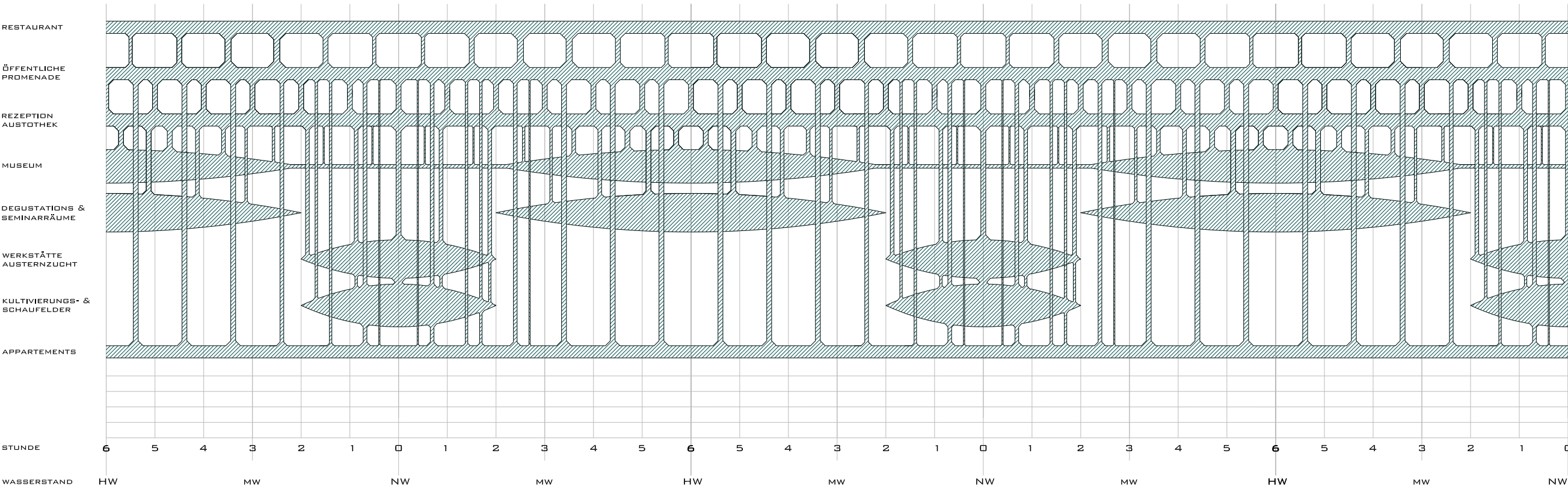
5.2.04_Entwurfsskizze

Raumprogramm^{05.3}

Das Nutzungsangebot der Austothek ist von den Gezeiten abhängig. Ergänzende Funktionen sind ein Hotel und ein Restaurant.

Rezeption Austothek	-	Anmeldung zu Führungen und Seminaren, Ausgabe Gummistiefel für die Felder	Öffentliche Promenade	-	Aussichtsplattform Atlantik, Golf von Morbihan, Segelregatten, Rampensystem
Schaufelder	-	Besichtigung spezieller Austernarten	Restaurant	-	Verkostung lokaler Austernspezialitäten
Werkstätte Austernzucht	-	Kennenlernen des Arbeitsalltages des Austernbauerns: Verteilung der Saataustern, Pochesbearbeitung, Austernbearbeitung	Frühstücksbar	-	Buffet für Hotelgäste und Seminarteilnehmer
Kultivierungsfelder	-	Austern selbst ernten, Felder besichtigen	Rezeption Hotel (24h)	-	„Check-in“ der Hotelgäste
Museum	-	Historie der Austernkultivierung, Lebenszyklus der Auster, Besichtigung der Felder unter Wasser	Appartements	-	Wohnen am Golf von Morbihan
Seminarraum / Degustationsraum	-	Austernverkostung, Kochseminare zu den Spezialitäten von Morbihan	Verwaltung	-	zentrale Administration
Veranstaltungssaal	-	Vorträge, Filmvorführungen, mietbar für Events	Lager/ Haustechnik	-	für Restaurant, Hotel und Austothek
Austernmarkt	-	Stände der Austernbauern	Tiefgarage	-	für Hotelgäste und Personal

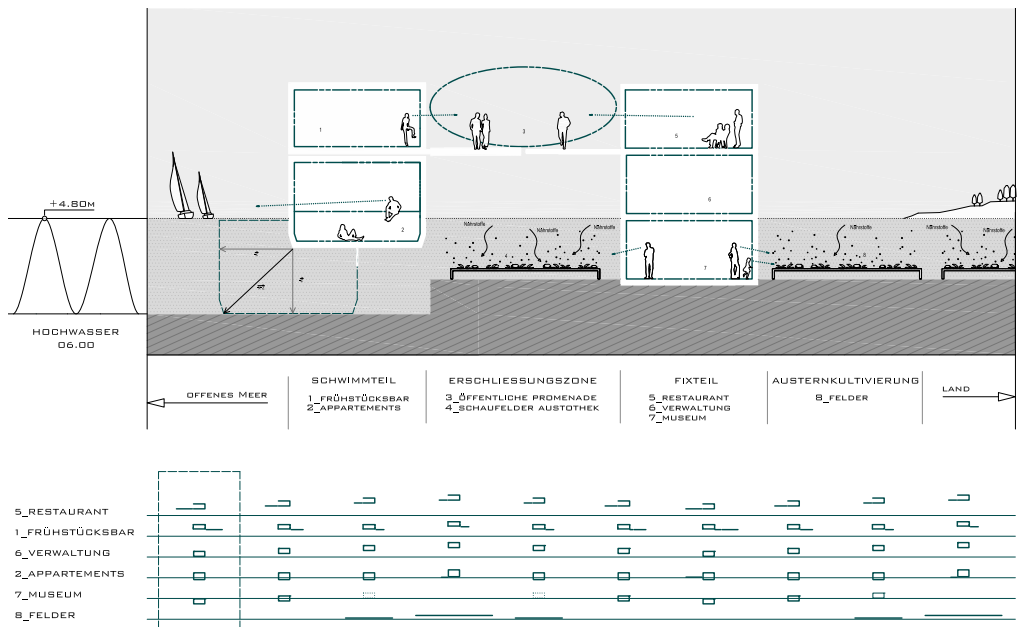
Die Gezeiten beeinflussen die Verteilung der Benutzer im Gebäude und deren Aktivitäten.



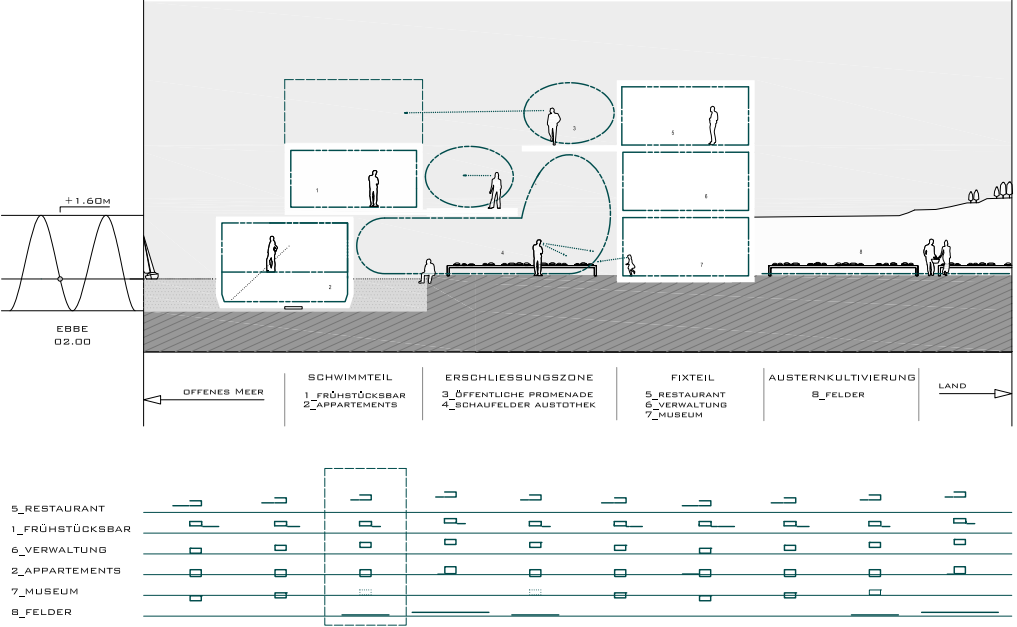
Funktionsbeziehungen^{05.4}

Im Verlauf der Gezeiten verändern sich die Beziehungen der Funktionen zueinander. Es entsteht eine Koppelung zwischen Aktivität, Aufenthaltsort, Struktur und Umfeld.

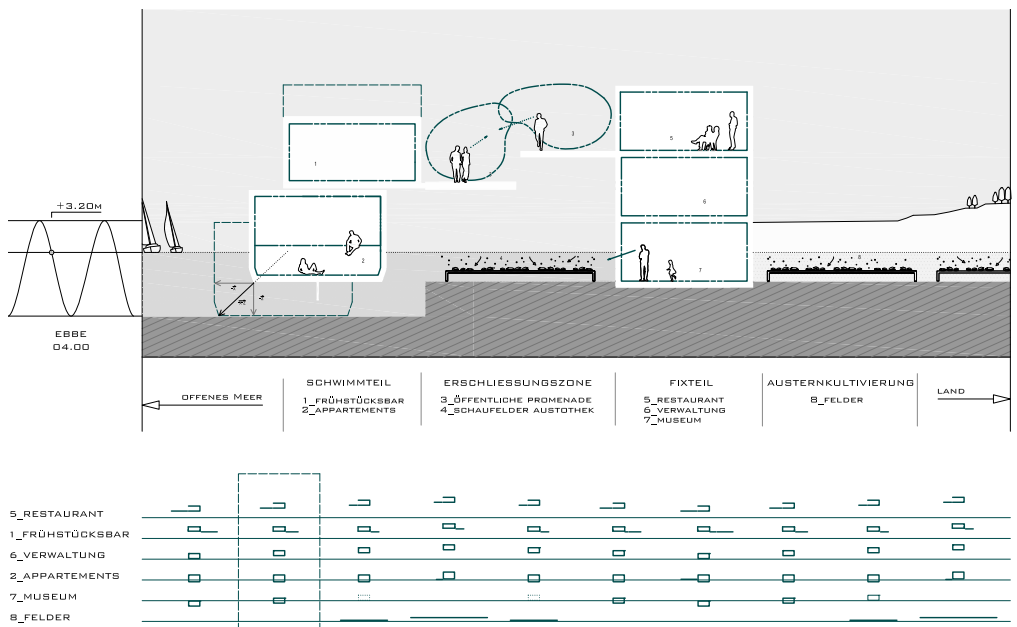
HOCHWASSER
STUNDE 6



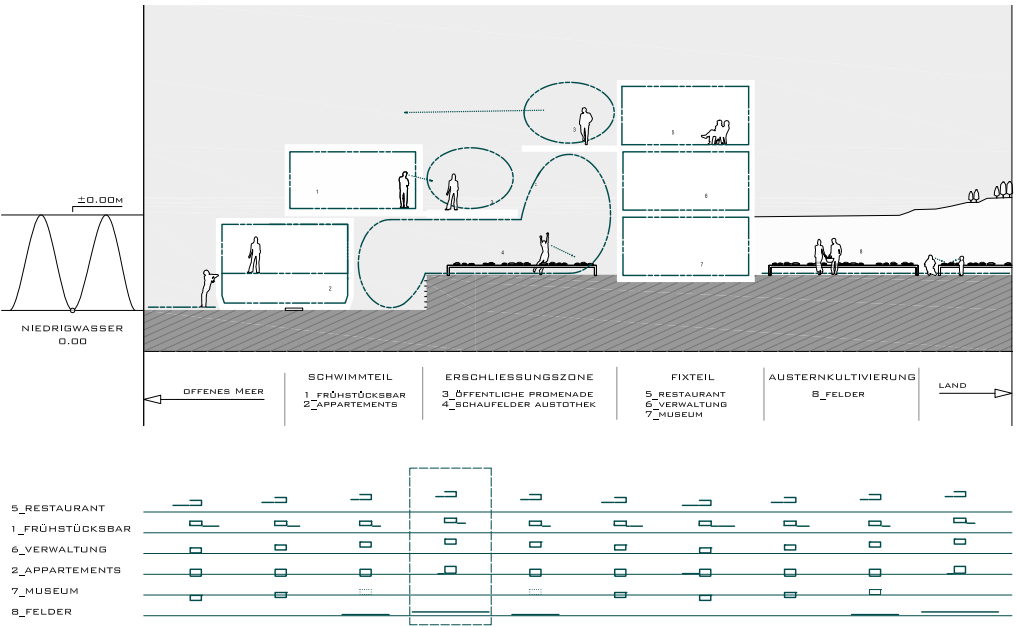
EBBE
STUNDE 2



EBBE
STUNDE 4



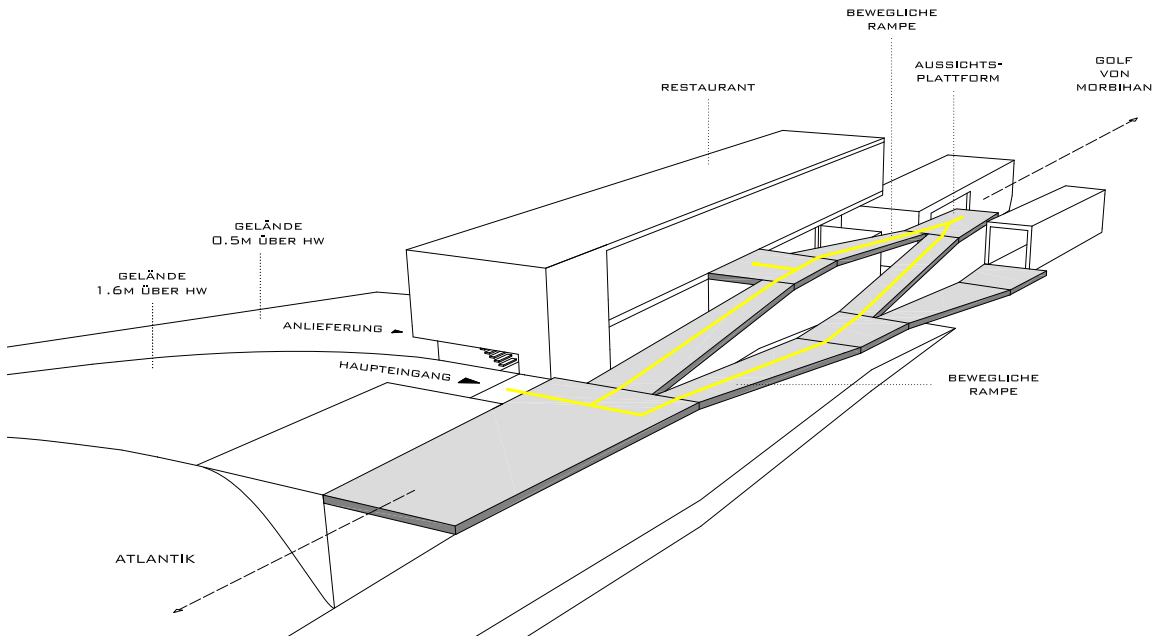
NIEDRIGWASSER
STUNDE 0



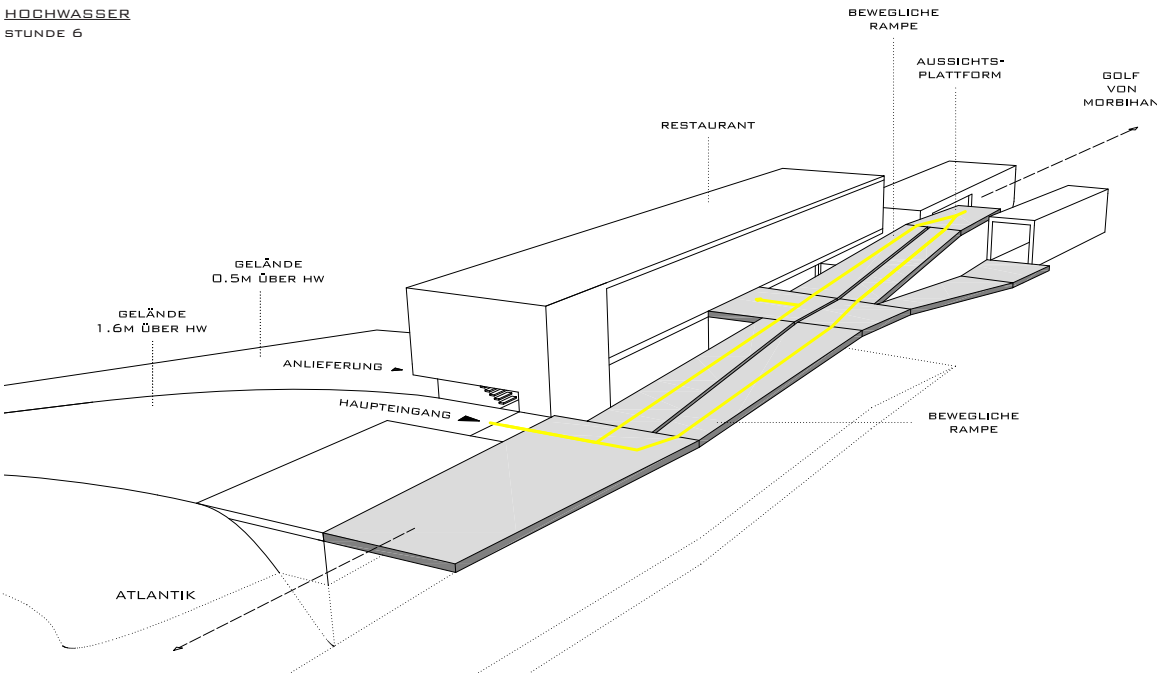
Benutzergruppen_Erschließung^{05.5}

STRANDSPAZIERGÄNGER

NIEDRIGWASSER
STUNDE 0

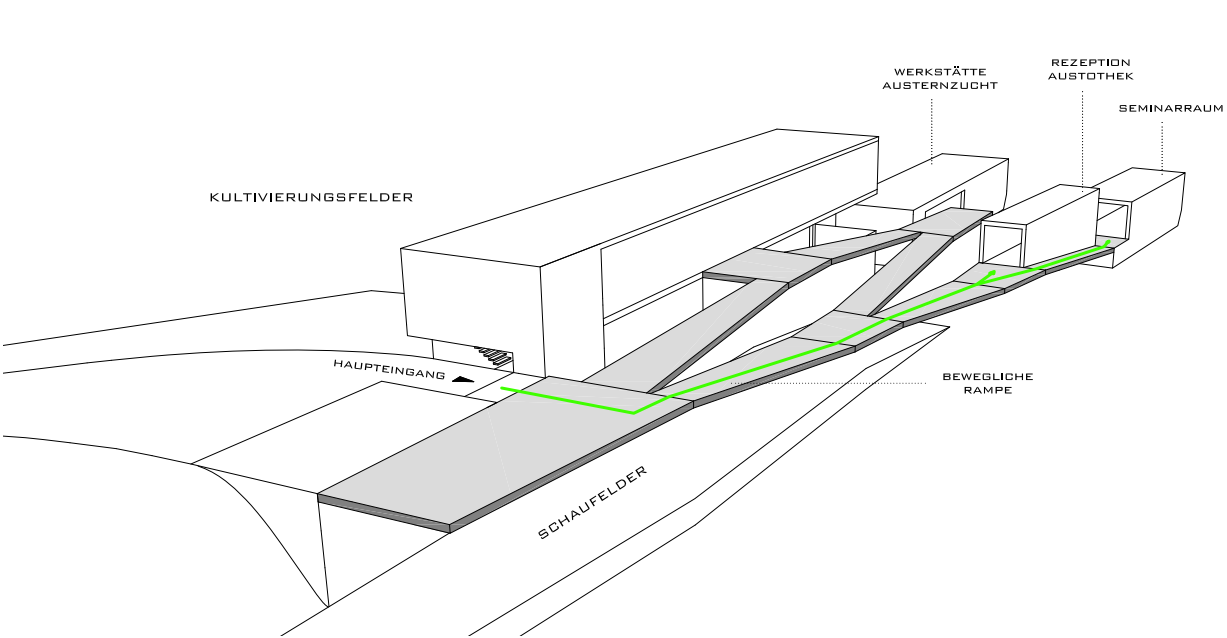


HOCHWASSER
STUNDE 6

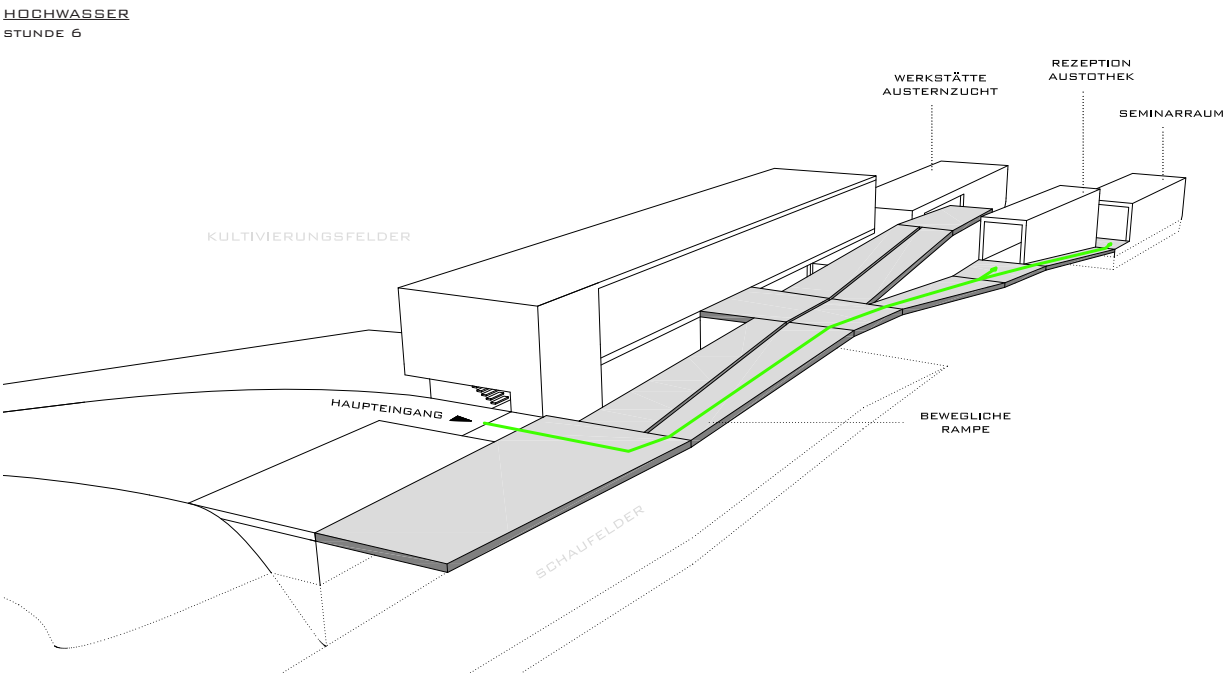


BESUCHER AUSTOTHEK

NIEDRIGWASSER
STUNDE 0

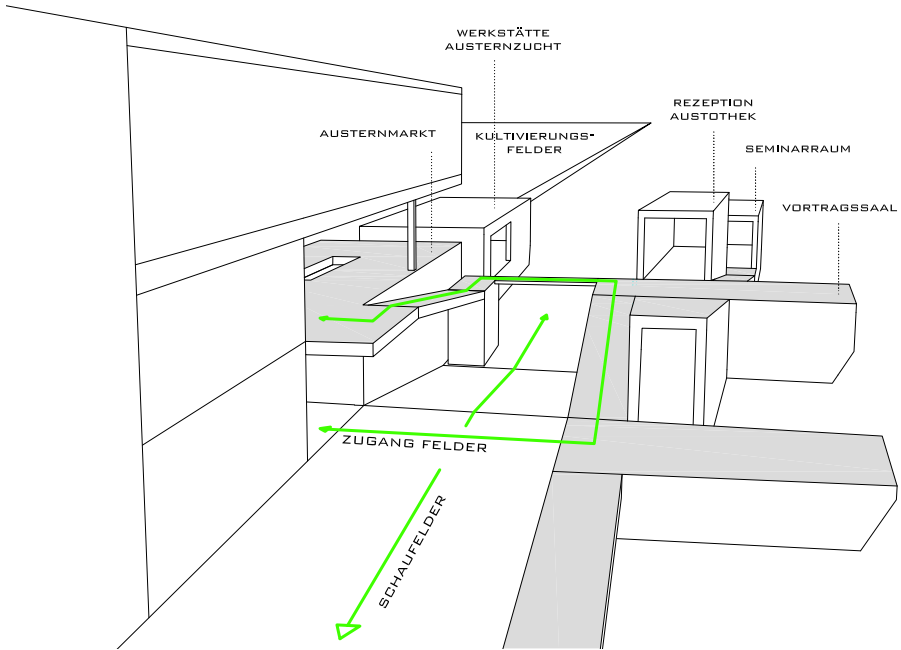


HOCHWASSER
STUNDE 6

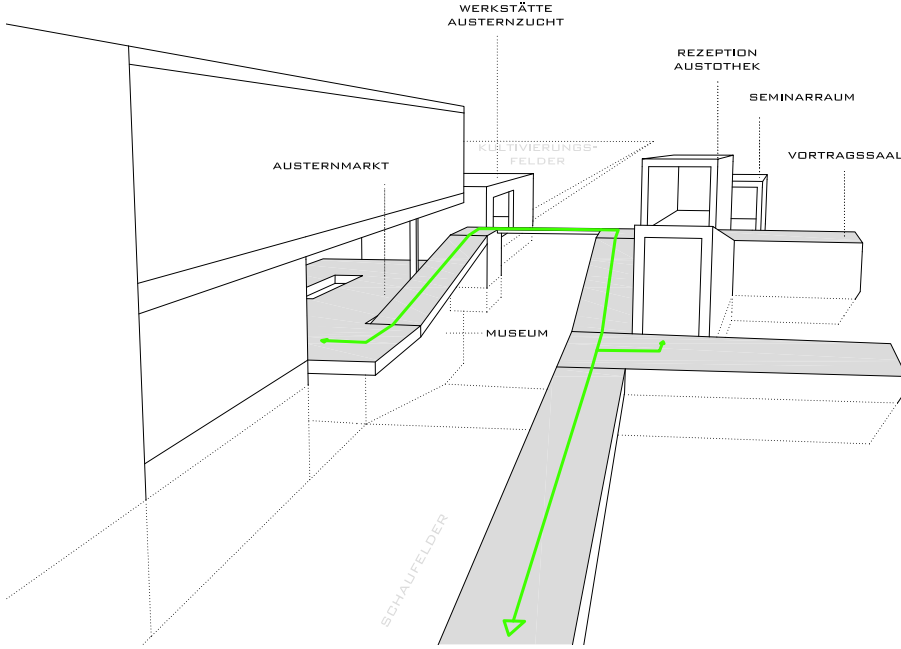


BESUCHER AUSTOTHEK

NIEDRIGWASSER
STUNDE 0

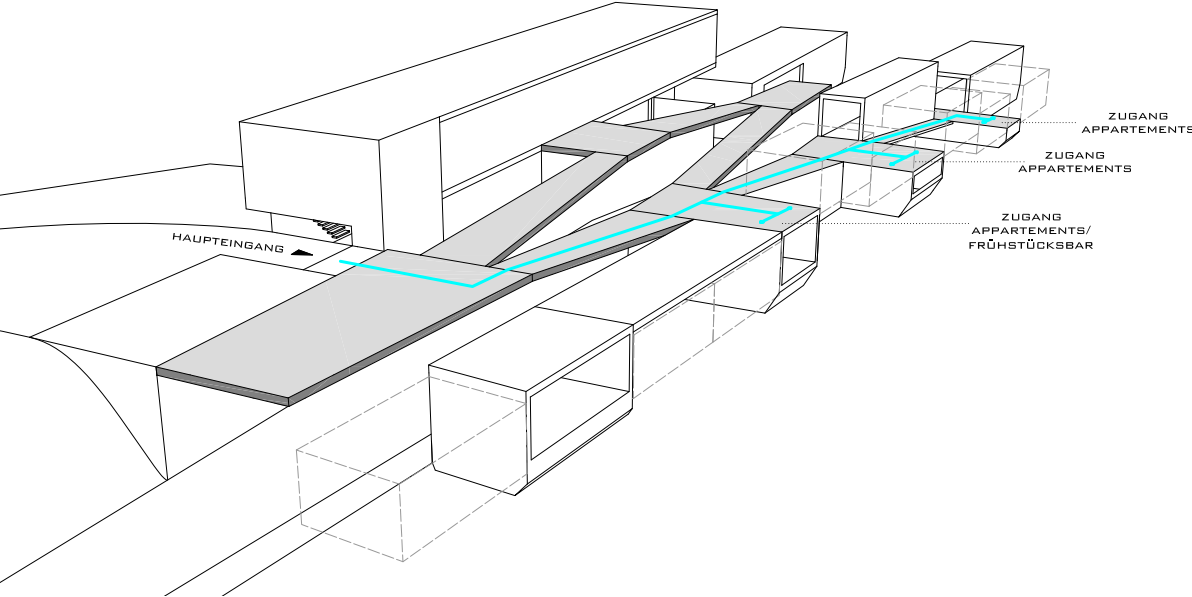


HOCHWASSER
STUNDE 6

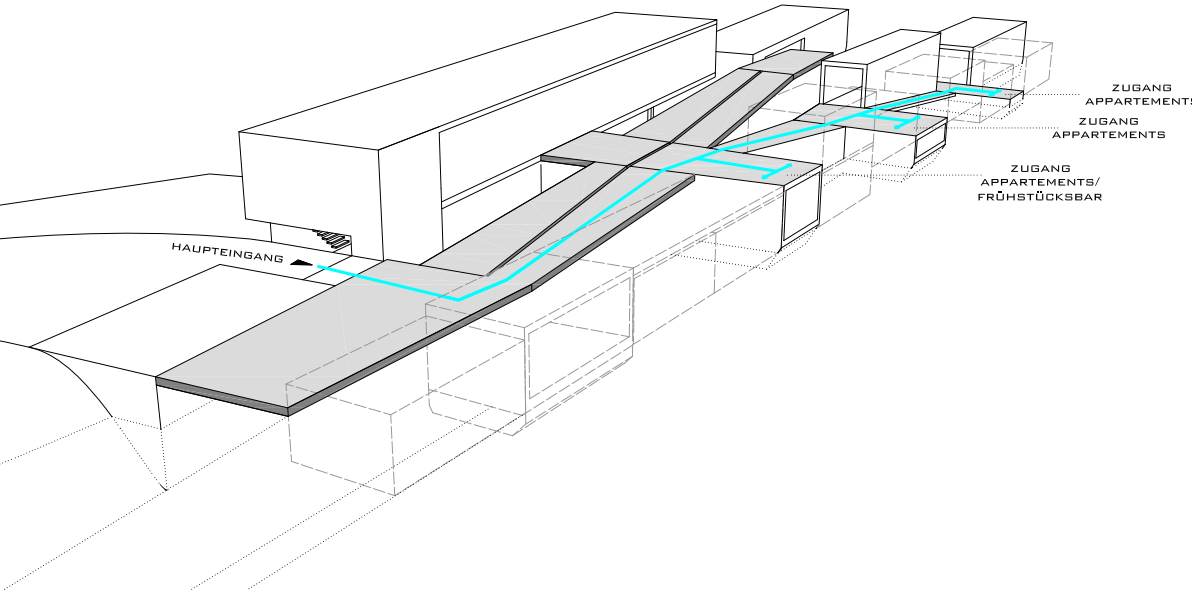


HOTELGAST

NIEDRIGWASSER
STUNDE 0



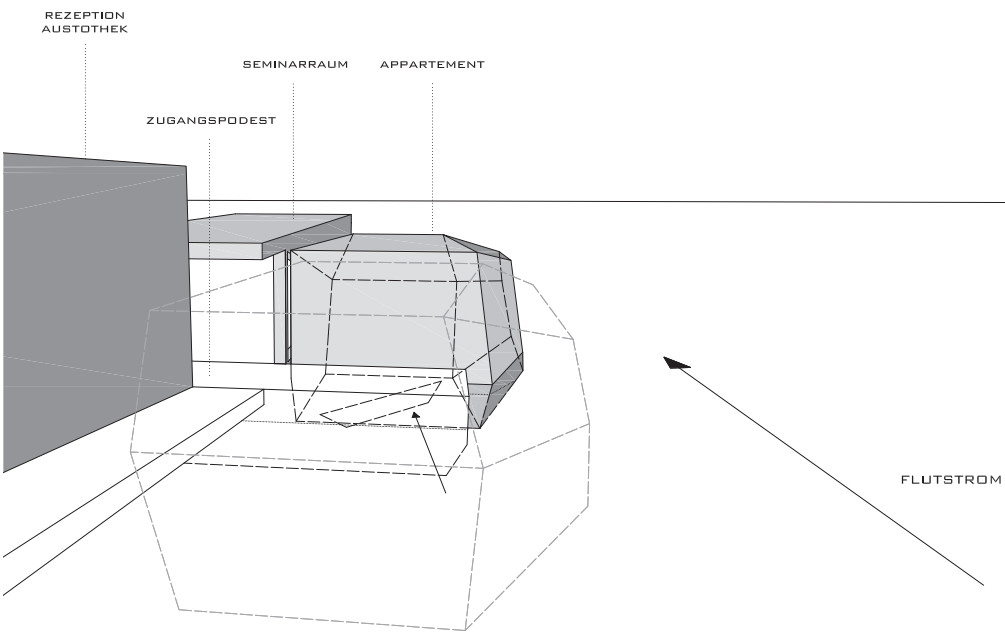
HOCHWASSER
STUNDE 6



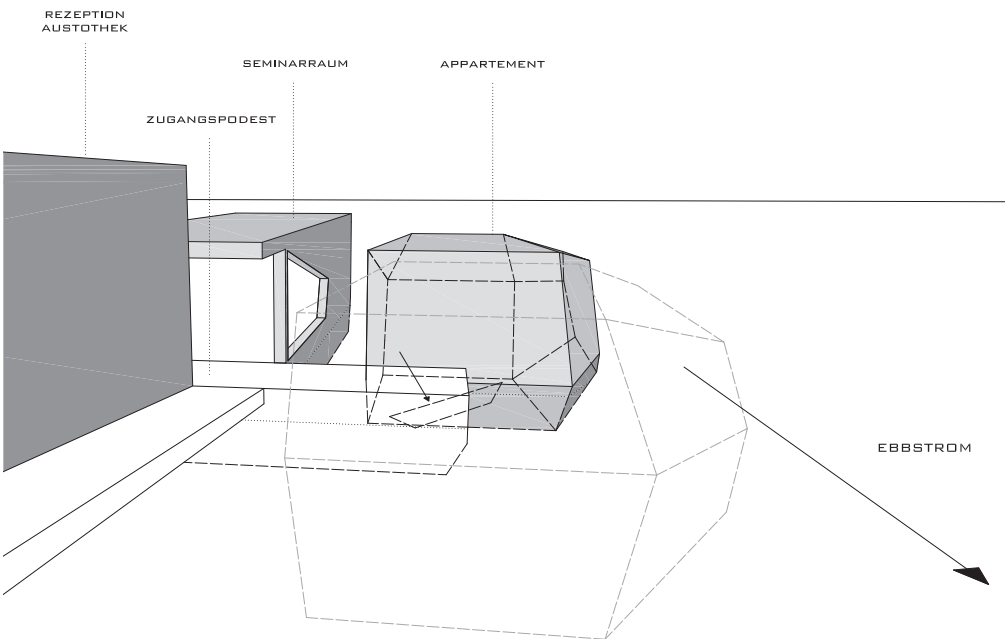
Funktionsweise Appartements^{05.6}

Die Gezeitenströmung bewirkt die Verschiebung der Appartements entlang der Zugangspodeste.

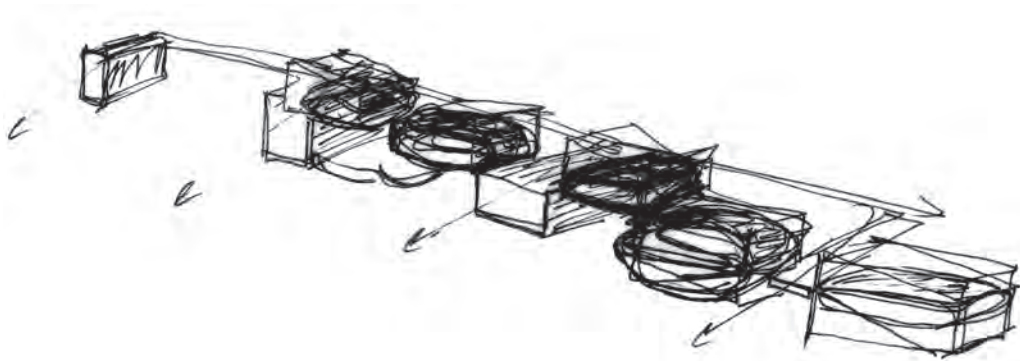
HOCHWASSER
STUNDE 6



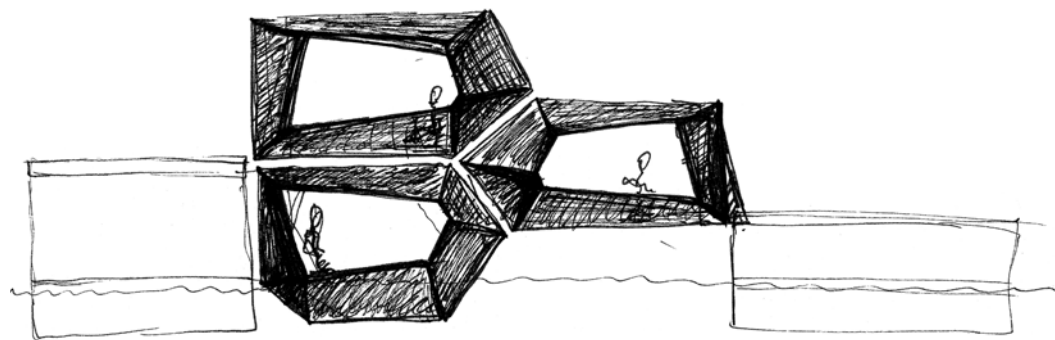
NIEDRIGWASSER
STUNDE 2



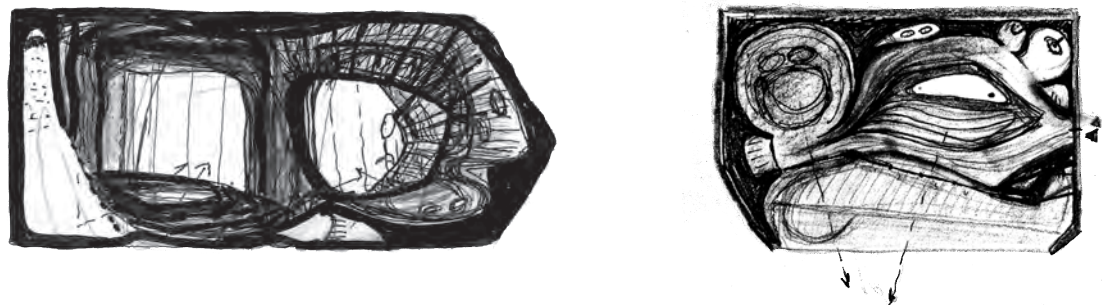
SKIZZE ANORDNUNG

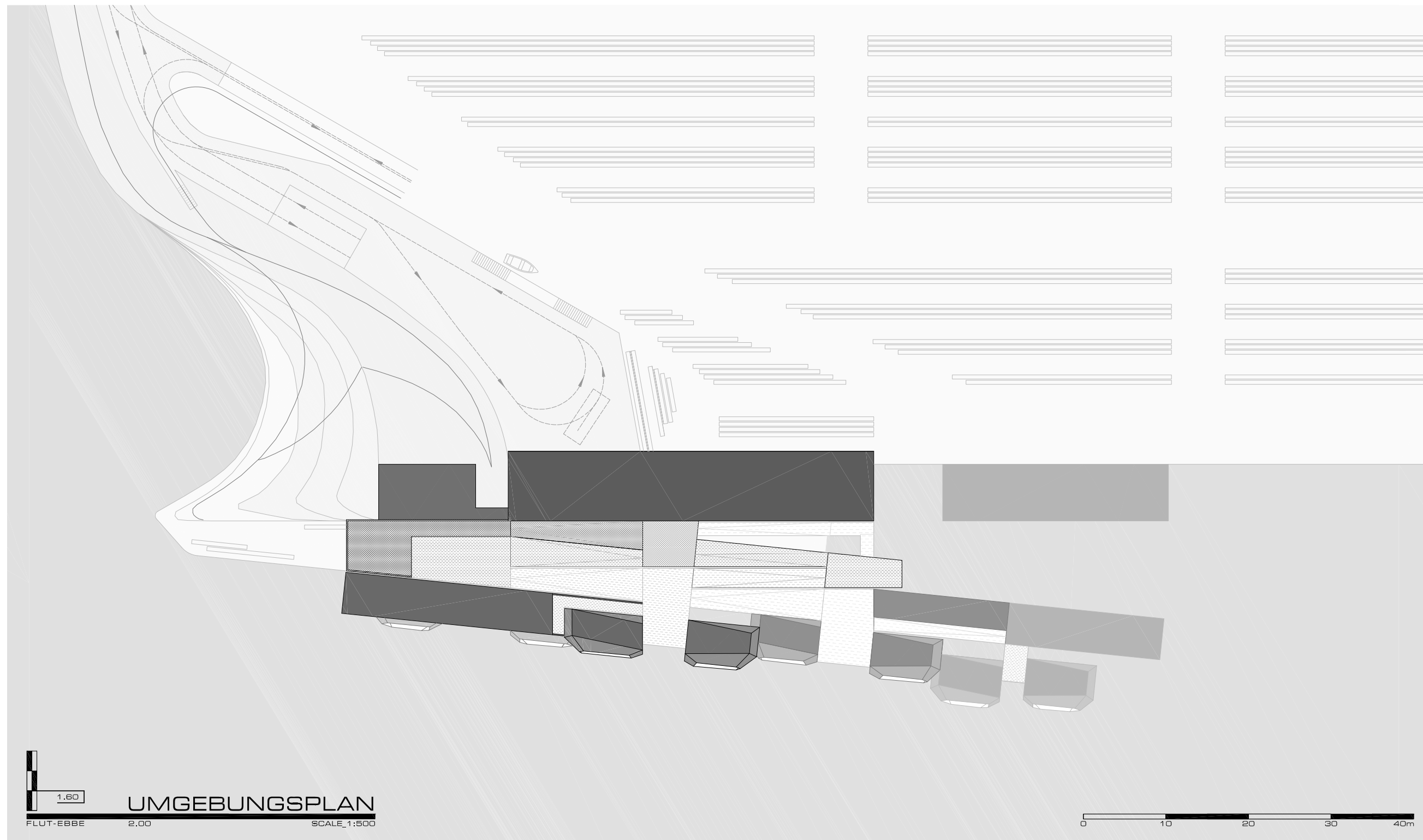


SKIZZE STAFFELUNG

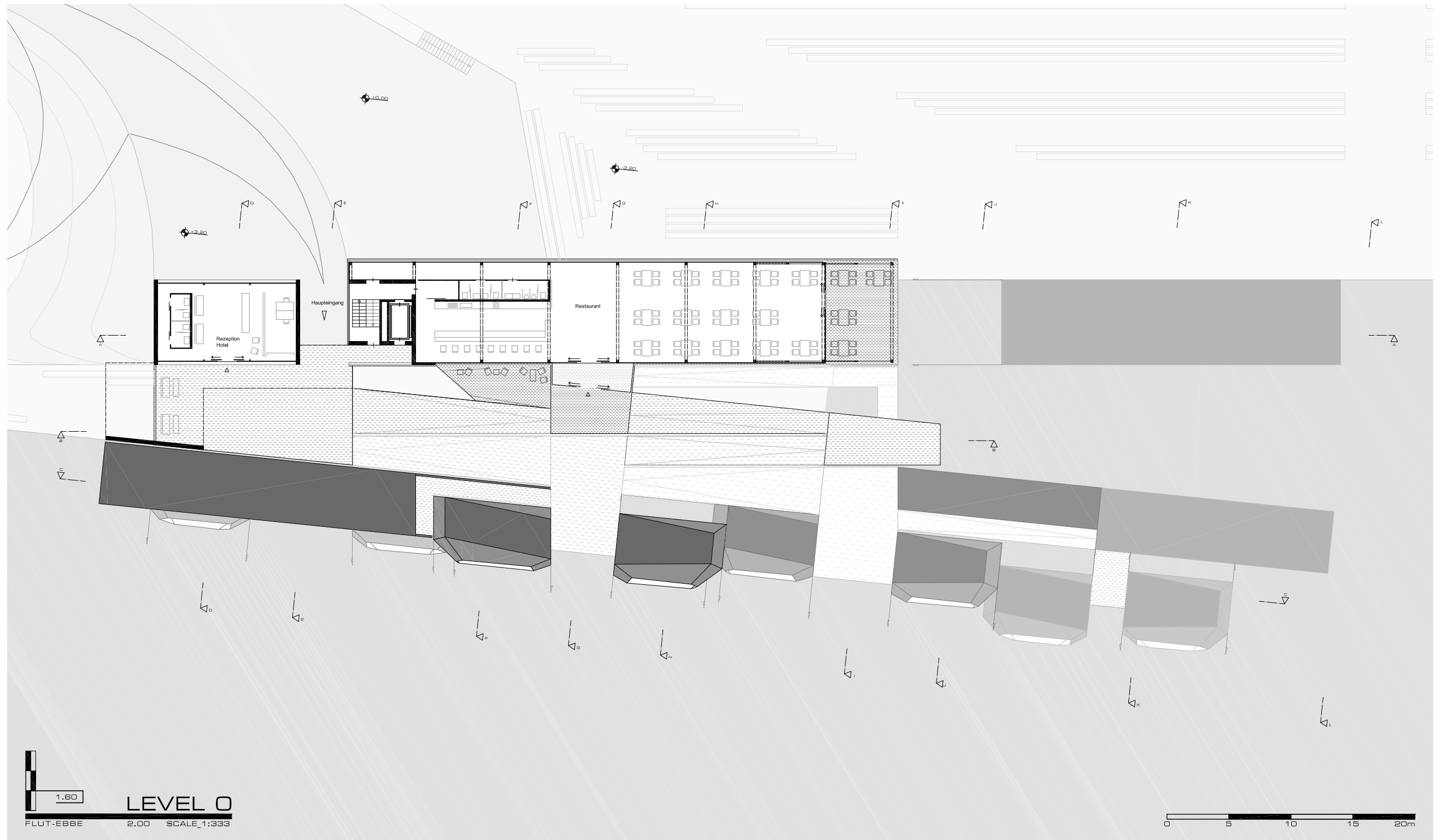


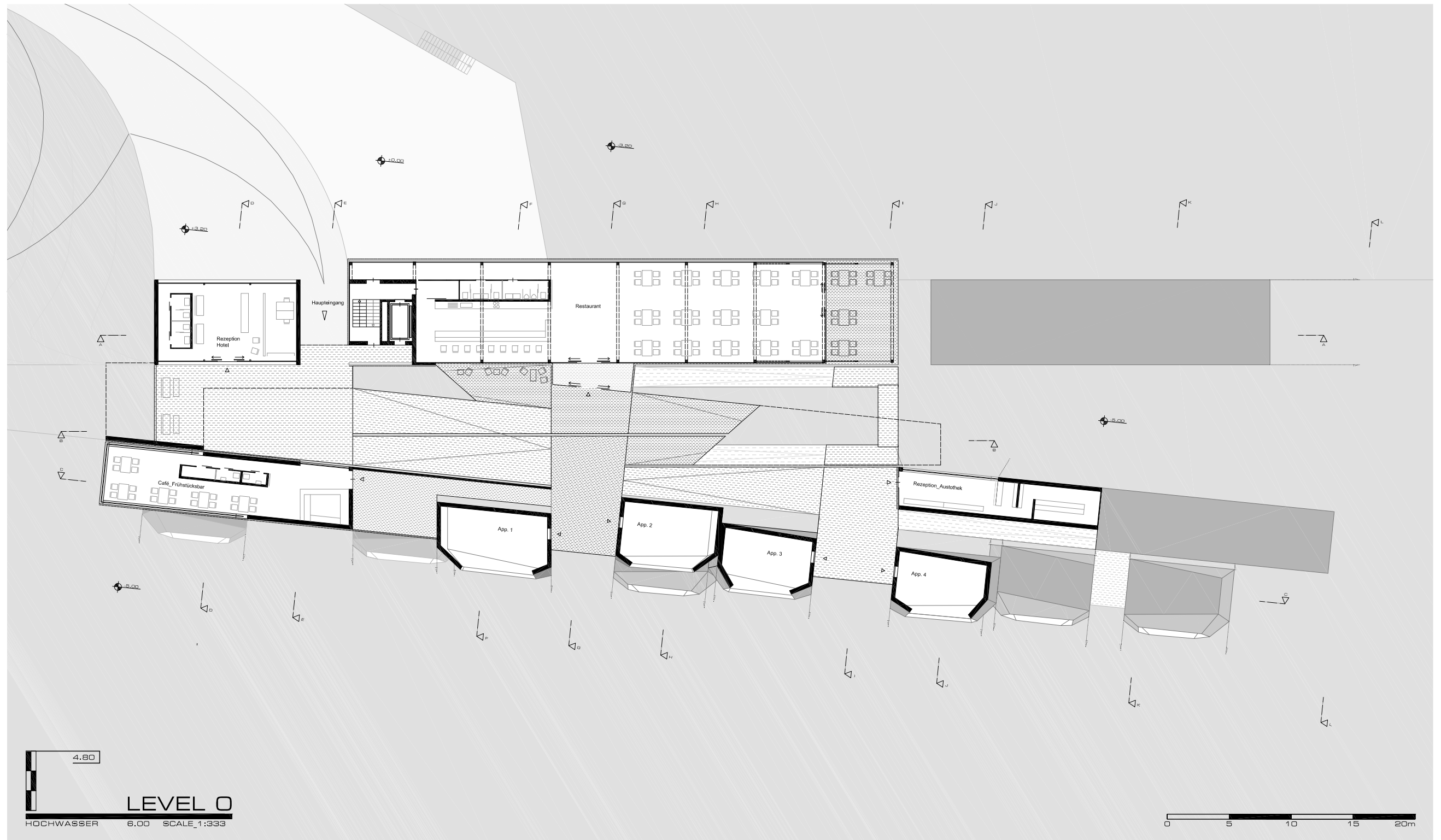
SKIZZE INNENRAUM

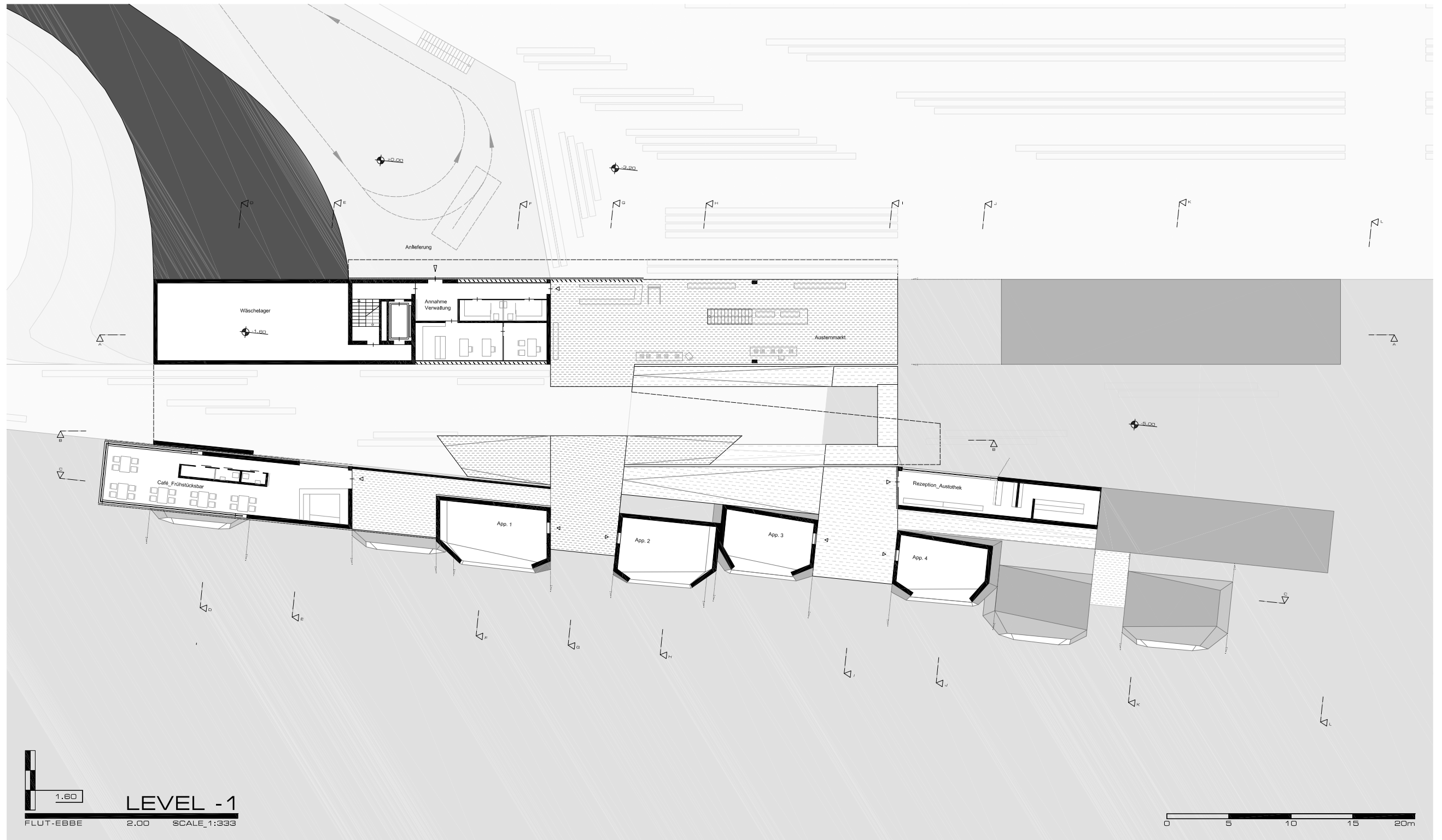


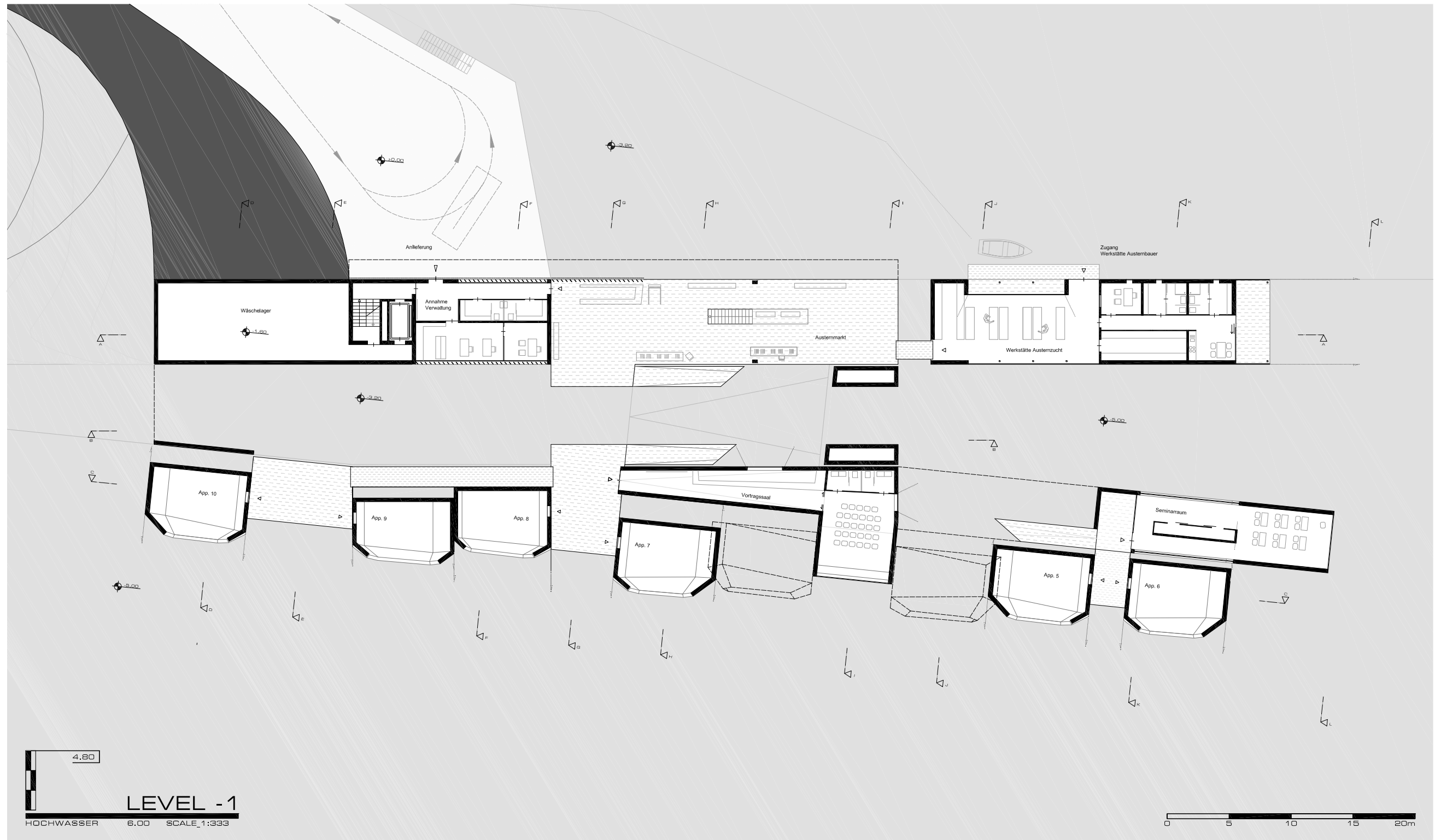




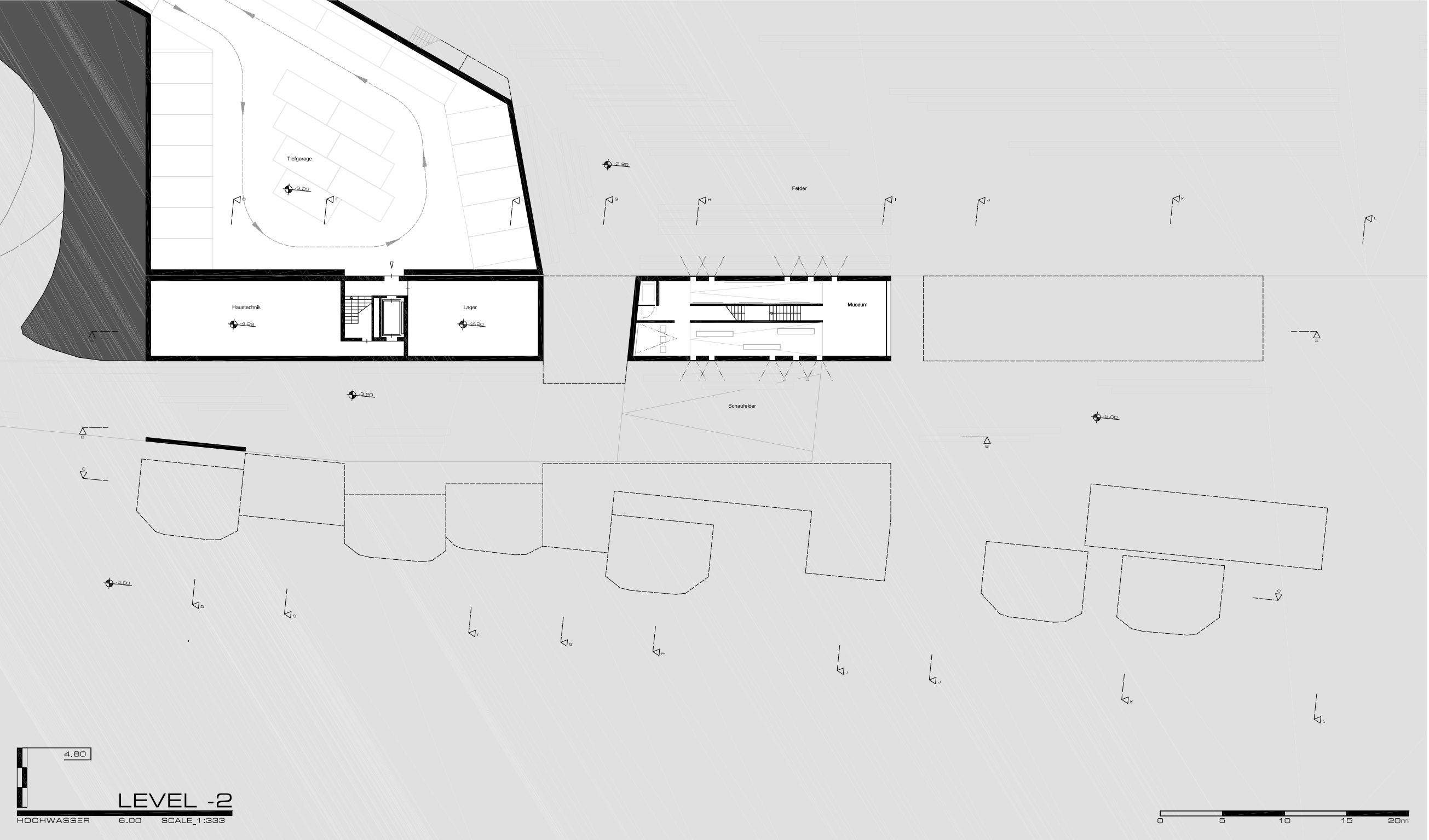


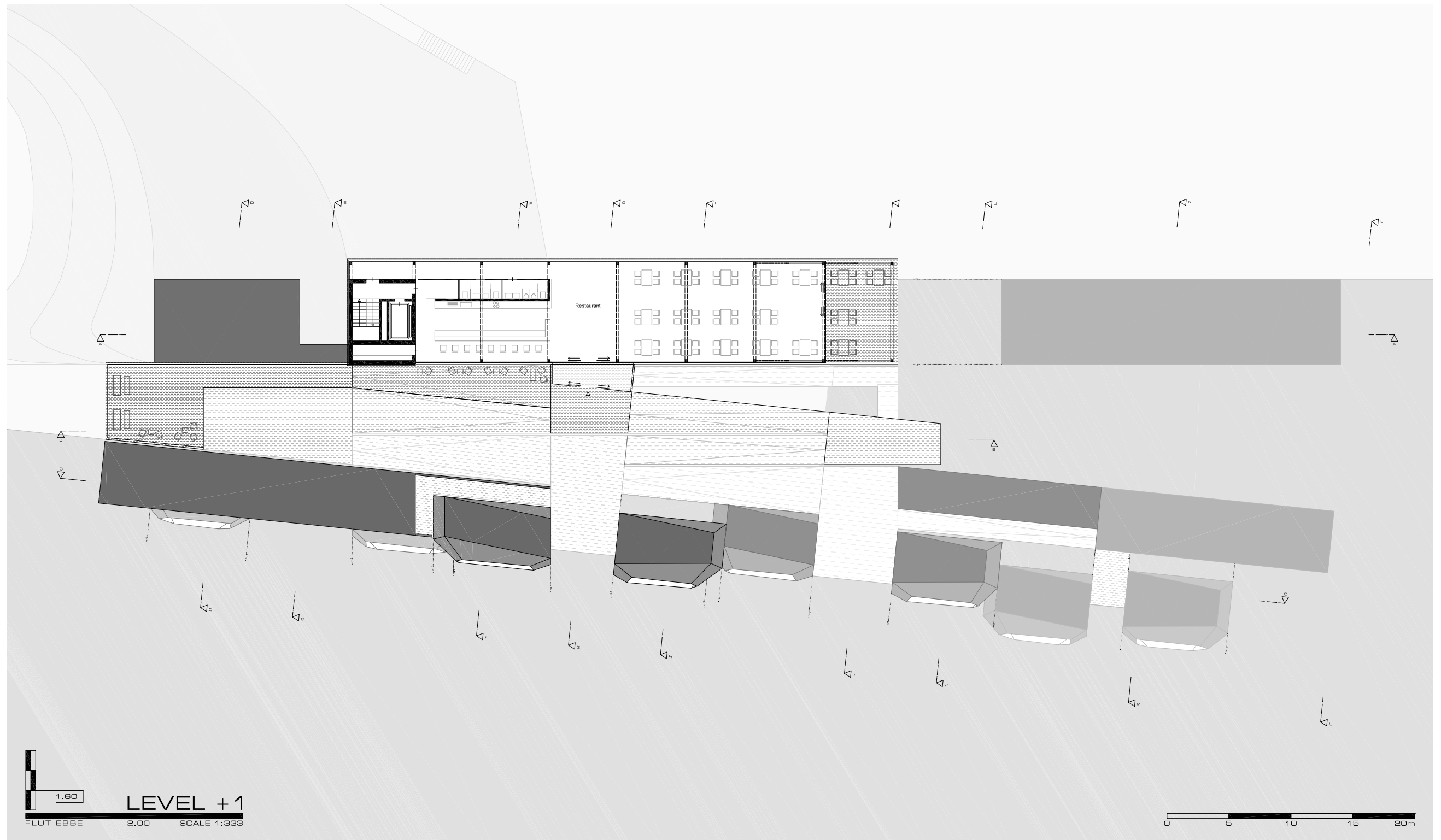


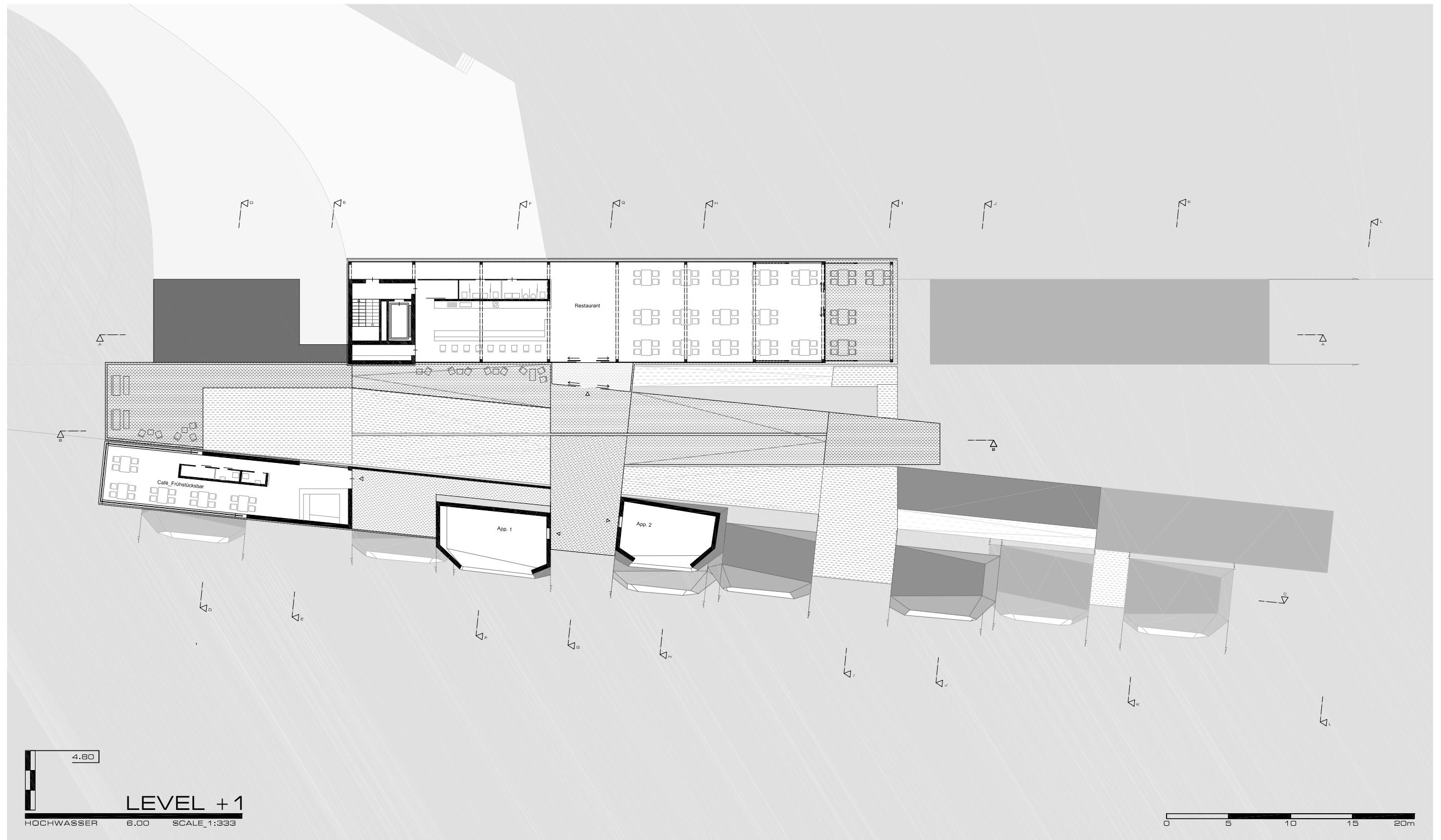




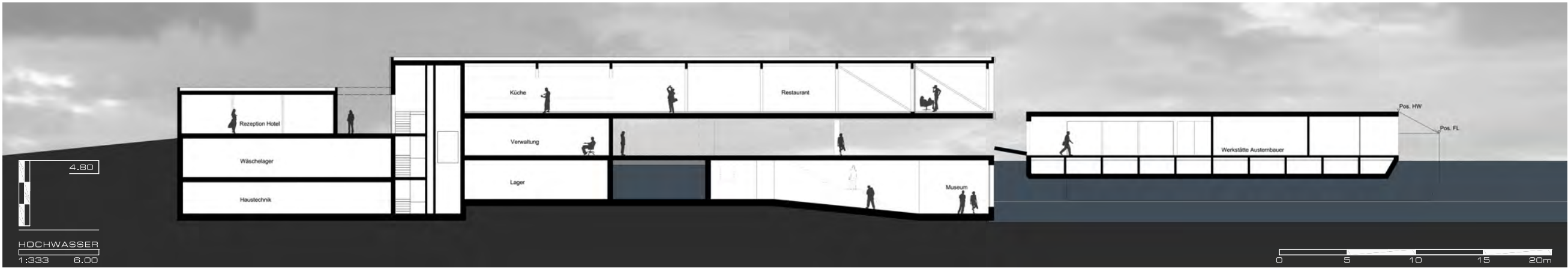
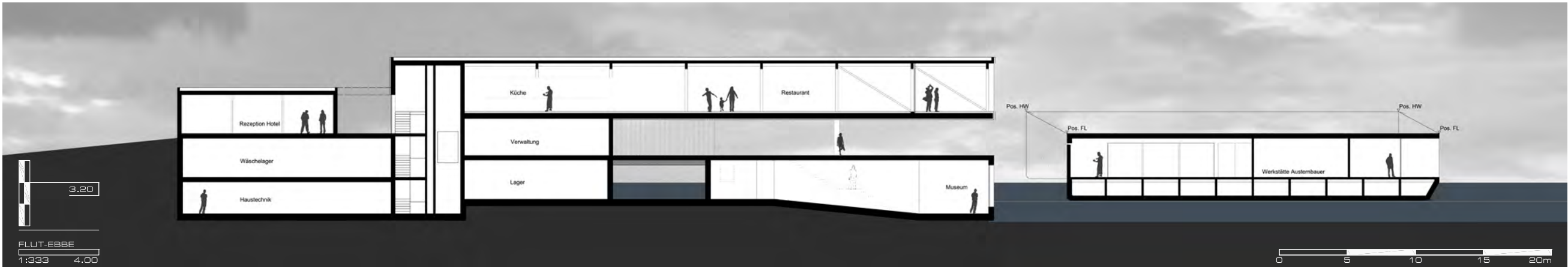
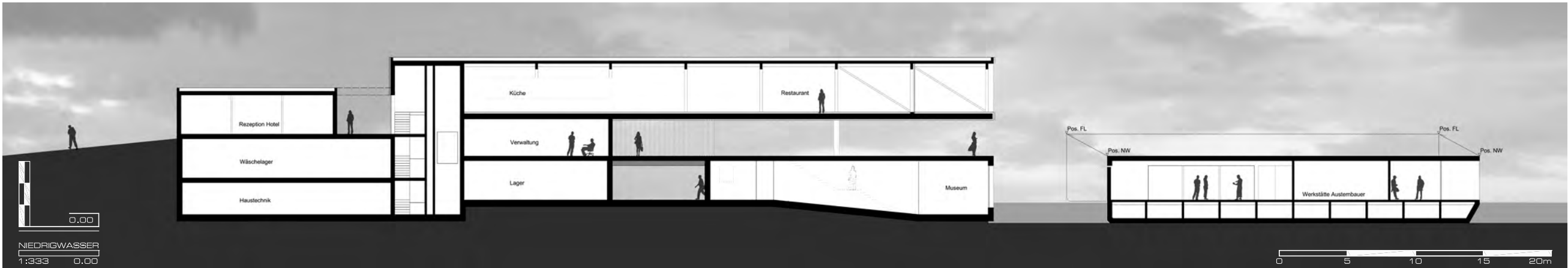




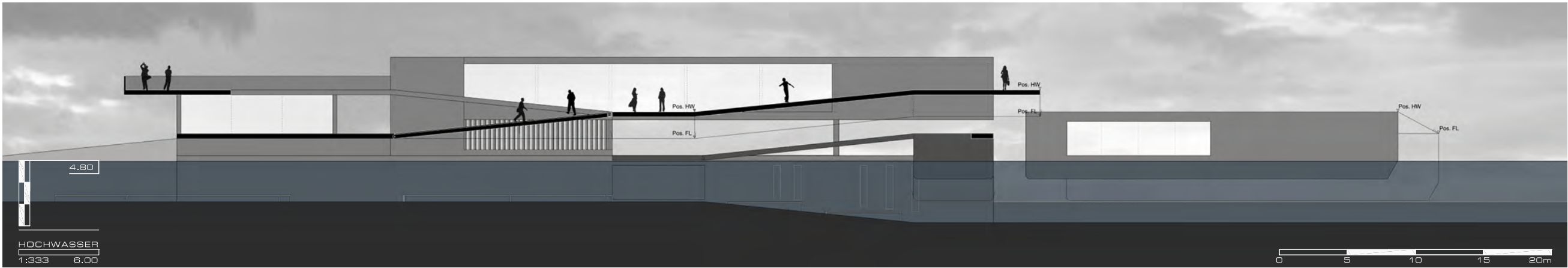
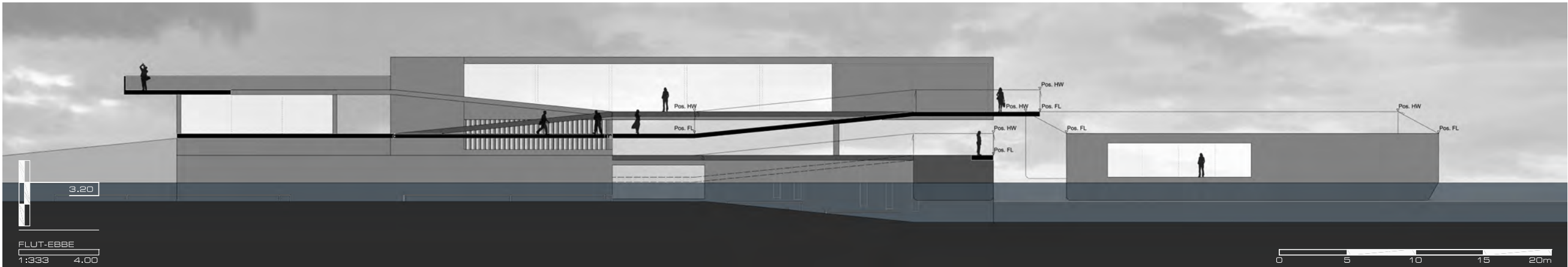
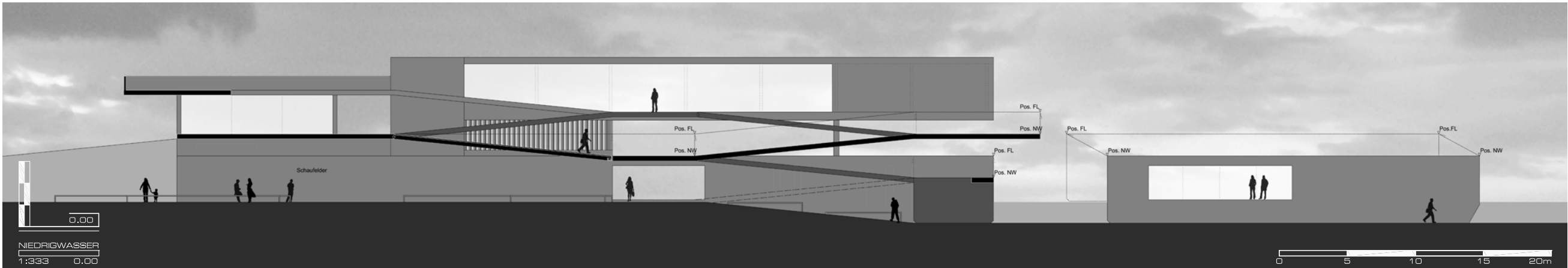




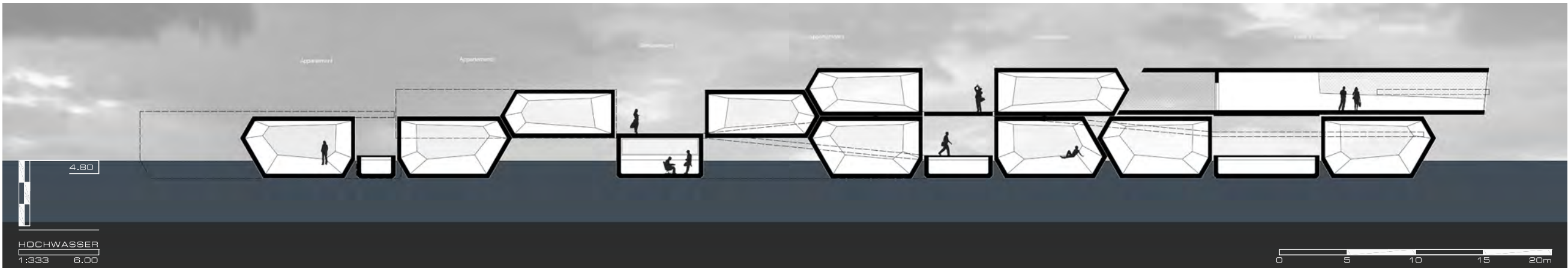
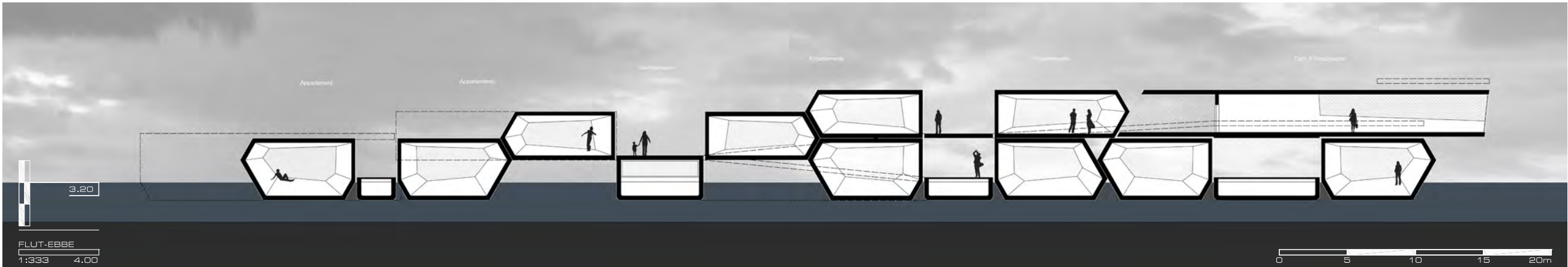
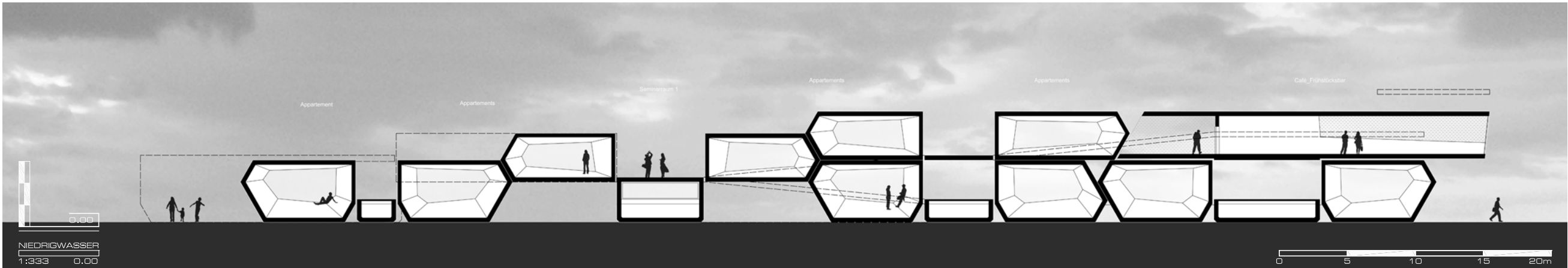
SCHNITT A-A



SCHNITT B-B

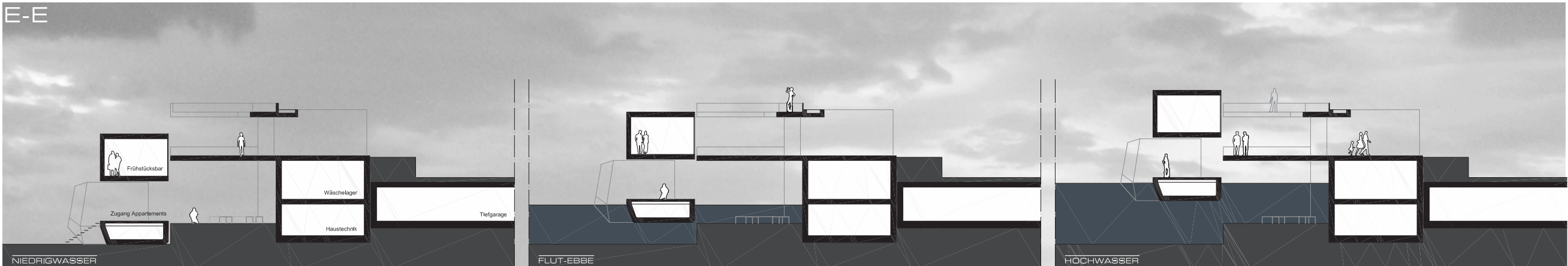
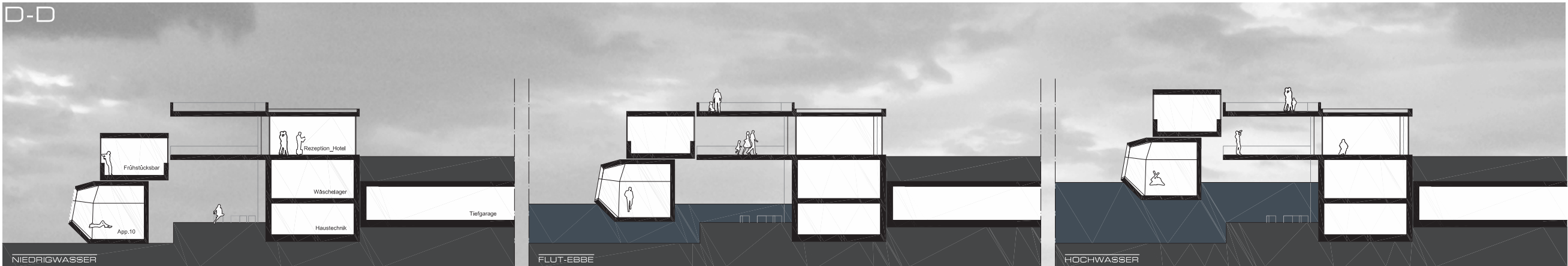


SCHNITT C-C



QUERSCHNITTE

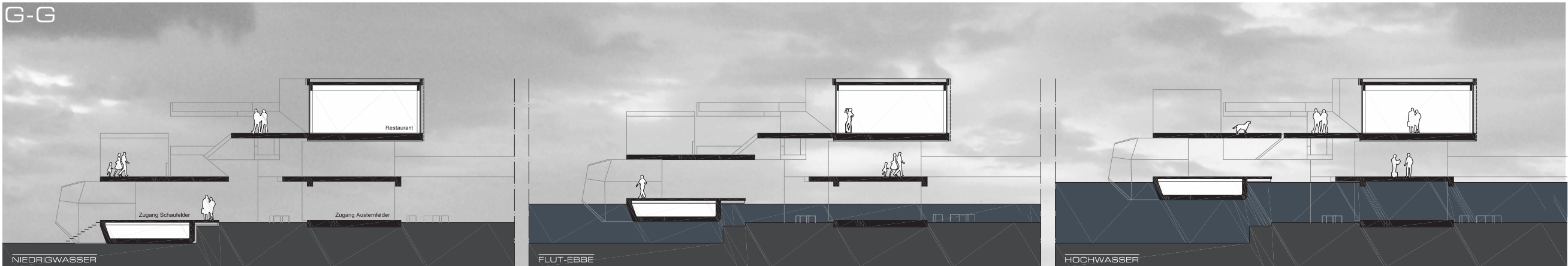
0 5 10 15 20m



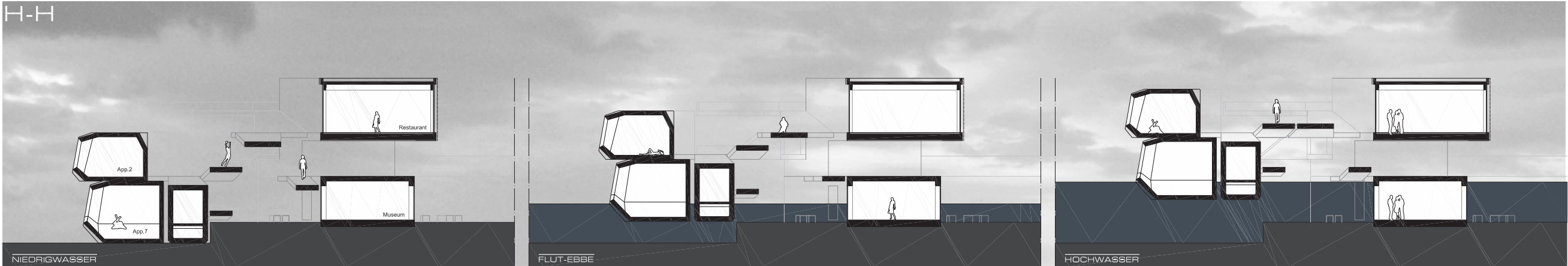
QUERSCHNITTE



G-G



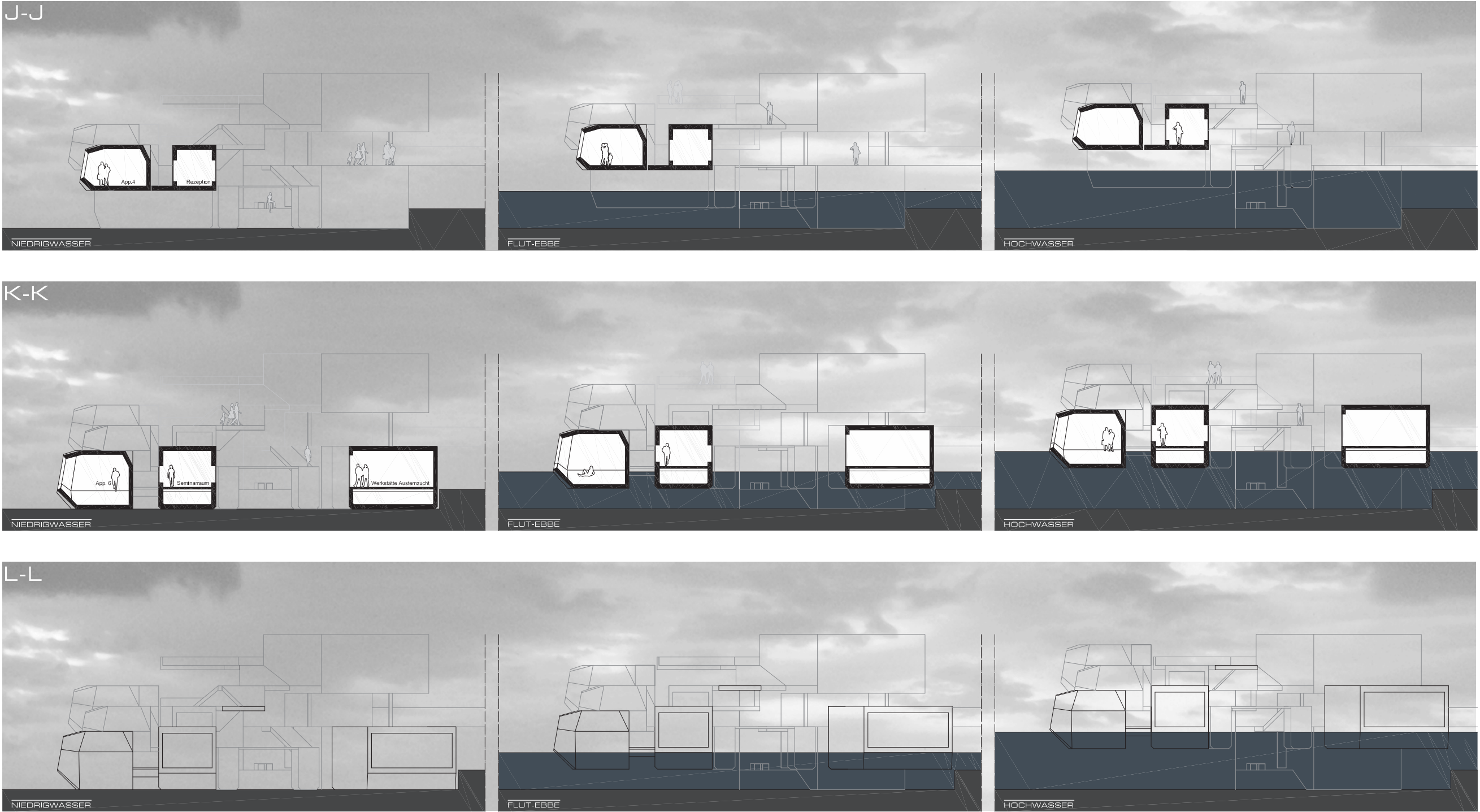
H-H



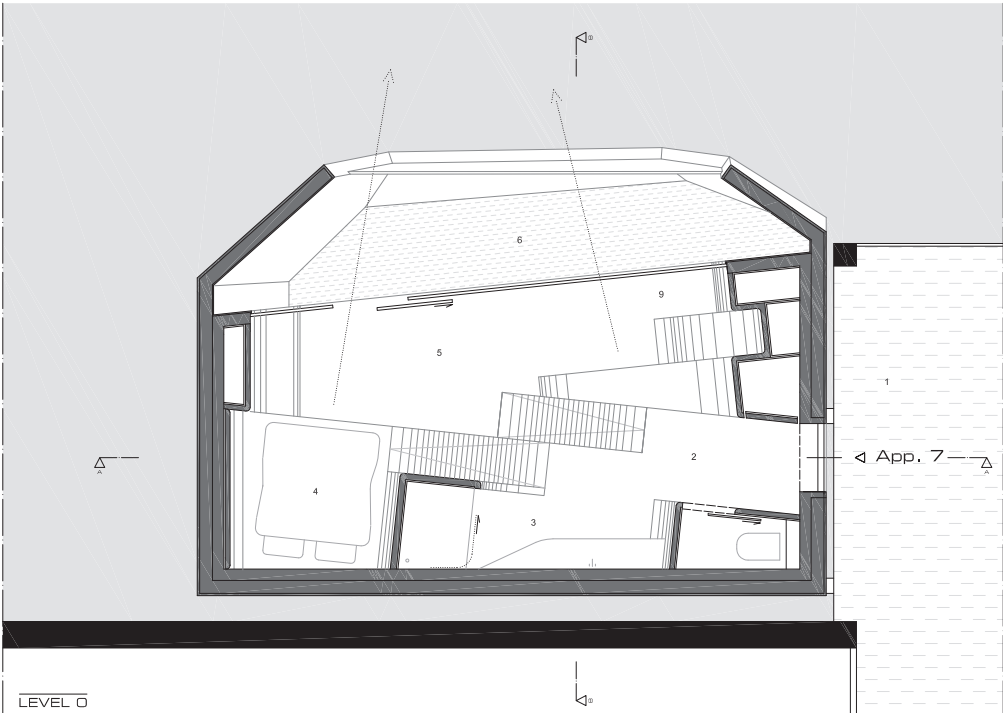
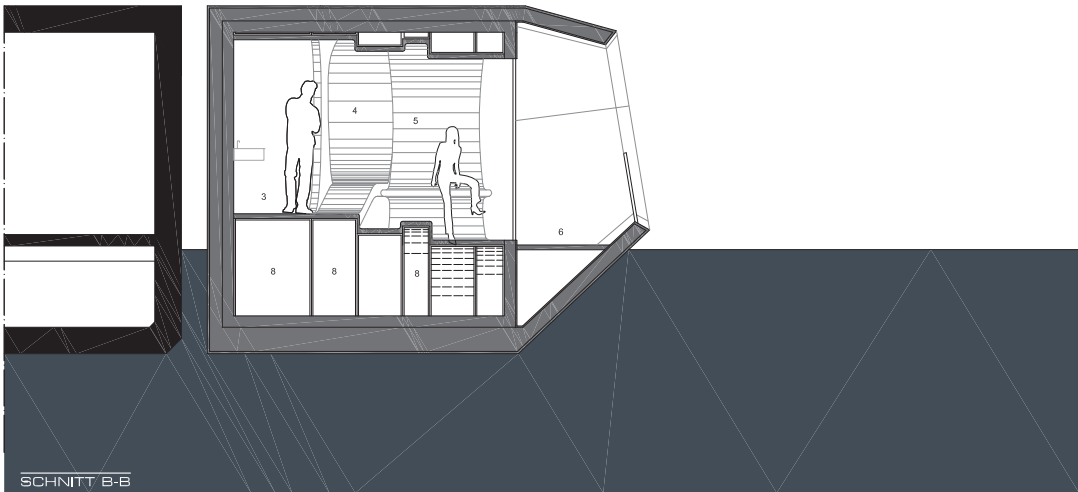
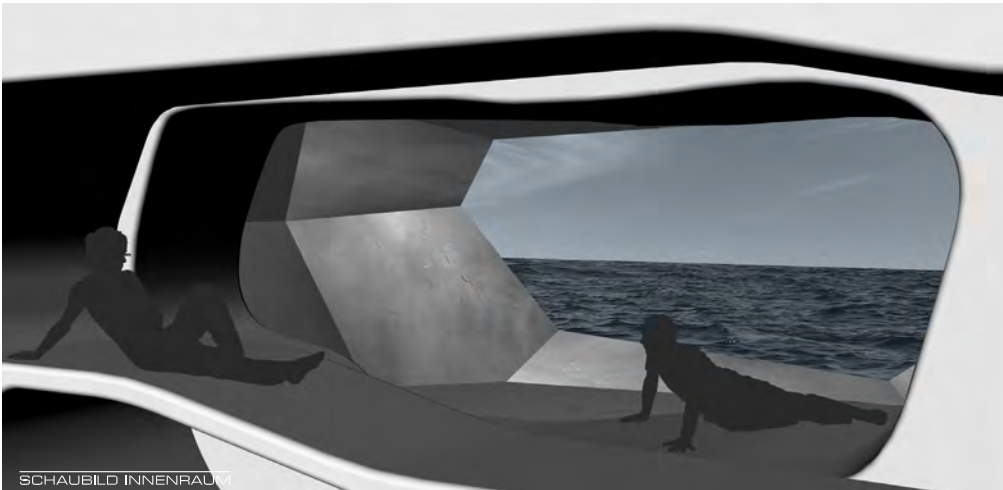
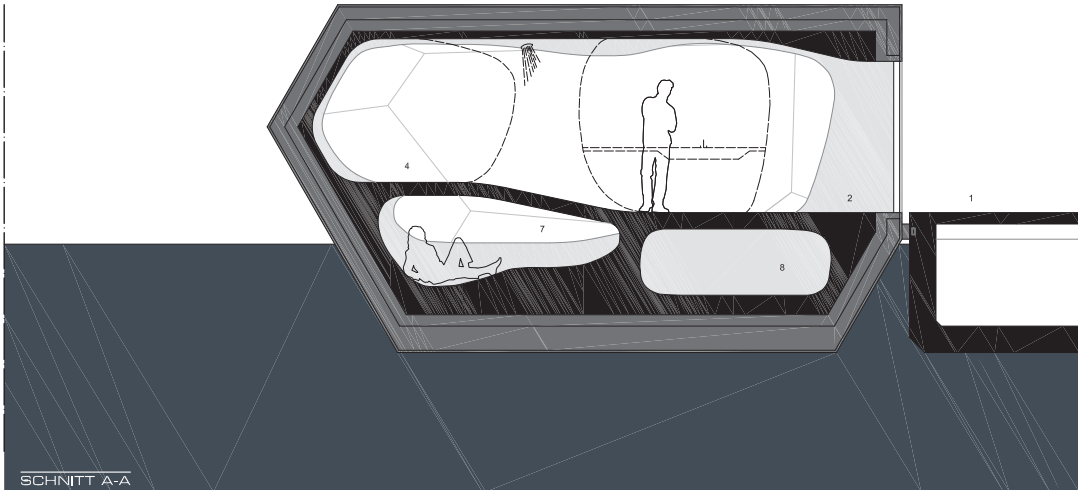
I-I



QUERSCHNITTE

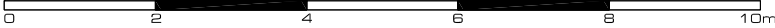


PLÄNE APPARTEMENTS



- 1 Zugangspodest_ ±0,00
- 2 Verteilerrzone_ ±0,00
- 3 Sanitärzone_ ±0,00
- 4 Schlafzone_ +0,40
- 5 Wohnbereich_ -0,35
- 6 Deck_ -0,40
- 7 Höhle
- 8 Technik
- 9 Sitzelemente

AUFBAU SCHWIMMKÖRPER

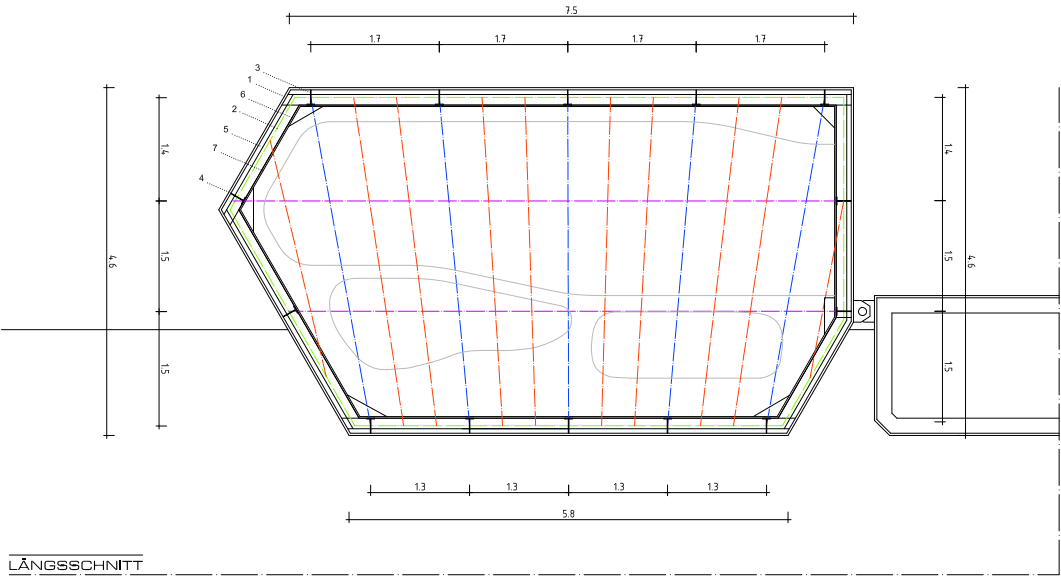


SCHEMADARSTELLUNG AUFBAU

- 1 Außenhülle: Stahlblech voroxidiert 7mm
- 2 Rahmenspanten_längs: Stahlprofil T 200
- 3 Rahmenspanten_quer: Stahlprofil T 200
- 4 Horizontale Verstärkung: Stahlprofil T 200
- 5 Stringer_längs: Winkelstahl 60x6
- 6 Knieblech
- 7 Beplankung Innen: Pressspanplatte 2,5cm

Trägerachsen:

- Rahmenspanten_längs: R1,2
- Rahmenspanten_quer: R2,5
- Horizontale Verstärkung: R3,1-R3,2
- Stringer_quer: S2,1-S2,10



AUFBAU_EIGENGEWICHT SCHWIMMKÖRPER

0.70cm	Außenhülle, Stahlblech voroxidiert	97,98 kN	9.797,59 kg
20.00cm	Spanten, Stahlprofil T 200	61,89 kN	6.189,26 kg
	dazw. Wärmedämmung, 20cm Steinwolle	21,40 kN	2.139,60 kg
	Stringer, 60x6 Winkelstahl	12,04 kN	1.204,15 kg
-	Dampfsperre, Aluminiumfolie	- kN	- kg
2.50cm	Beplankung innen, Pressspanplatte beschichtet	25,84 kN	2.584,40 kg
GESAMT		219,15 kN	21.914,99 kg

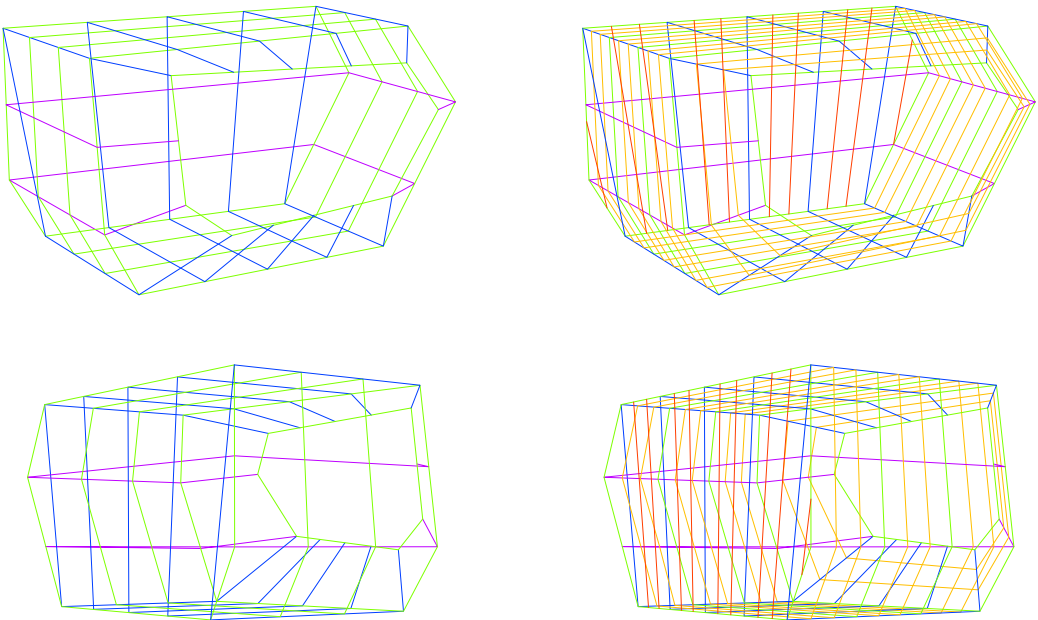
SCHEMADARSTELLUNG KONSTRUKTION

Spanten, Stahlprofil T 200:

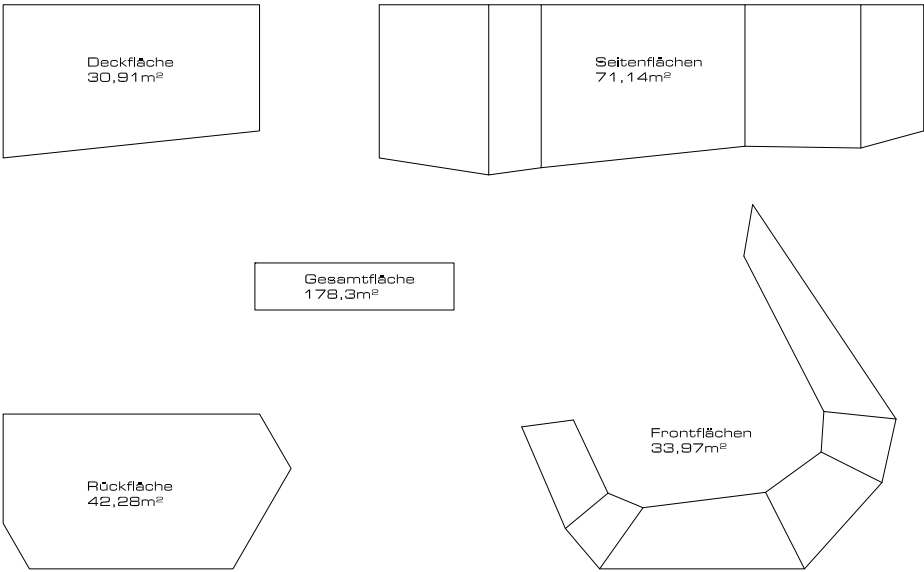
- Rahmenspanten_längs: R1,1-R1,5
- Rahmenspanten_quer: R2,1-R2,7
- Horizontale Verstärkung: R3,1-R3,2

Stringer, Winkelstahl 60x6:

- Stringer_längs: S1,1-S1,8
- Stringer_quer: S2,1-S2,10



ABWICKLUNG HÜLLE



DETAILAUFSTELLUNG EIGENGEWICHT GESAMTKONSTRUKTION

Bauteil		Oberfläche	Materialstärke	Volumen	spezifische Dichte	Masse	Gewichtskraft
Außenhülle, Stahlblech voroxidiert 7mm		178,30 m²	0,007 m	1,2481 m³	7.850 kg/m³	9.797,59 kg	97,97585 kN

Bauteil		Lfm	Querschnittsfläche	Volumen	spezifische Dichte	Masse	Gewichtskraft
Spanten, Stahlprofil T 200							
Rahmenspanten_längs:							
	R_1.1	23,54 lfm	0,00334 m²	0,08 m³	7.850 kg/m³	617,20 kg	6,17 kN
	R_1.2	23,55 lfm	0,00334 m²	0,08 m³	7.850 kg/m³	617,46 kg	6,17 kN
	R_1.3	23,62 lfm	0,00334 m²	0,08 m³	7.850 kg/m³	619,29 kg	6,19 kN
	R_1.4	23,73 lfm	0,00334 m²	0,08 m³	7.850 kg/m³	622,18 kg	6,22 kN
	R_1.5	15,47 lfm	0,00334 m²	0,05 m³	7.850 kg/m³	405,61 kg	4,06 kN
Gesamt		109,91 lfm		0,37 m³		2.881,73 kg	28,82 kN
Rahmenspanten_quer:							
	R_2.1	17,13 lfm	0,00334 m²	0,06 m³	7.850 kg/m³	449,13 kg	4,49 kN
	R_2.2	16,65 lfm	0,00334 m²	0,06 m³	7.850 kg/m³	436,55 kg	4,37 kN
	R_2.3	16,50 lfm	0,00334 m²	0,06 m³	7.850 kg/m³	432,61 kg	4,33 kN
	R_2.4	16,81 lfm	0,00334 m²	0,06 m³	7.850 kg/m³	440,74 kg	4,41 kN
	R_2.5	6,03 lfm	0,00334 m²	0,02 m³	7.850 kg/m³	158,10 kg	1,58 kN
	R_2.6	6,98 lfm	0,00334 m²	0,02 m³	7.850 kg/m³	183,01 kg	1,83 kN
	R_2.7	4,61 lfm	0,00334 m²	0,02 m³	7.850 kg/m³	120,87 kg	1,21 kN
Gesamt		80,10 lfm		0,27 m³		2.221,01 kg	22,21 kN
Horizontale Versteifung:							
	R_3.1	20,93 lfm	0,00334 m²	0,0699062 m³	7.850 kg/m³	548,76 kg	5,49 kN
	R_3.2	20,51 lfm	0,00334 m²	0,0685034 m³	7.850 kg/m³	537,75 kg	5,38 kN
Gesamt		41,44 lfm		0,1384096 m³		1.086,52 kg	10,87 kN

Spanten Gesamt						6.189,26 kg	61,89 kN
----------------	--	--	--	--	--	-------------	----------

Bauteil		Lfm	Querschnittsfläche	Volumen	spezifische Dichte	Masse	Gewichtskraft
Stringer, Winkelstahl 60x6							
Stringer_längs:							
	S_1.1	23,53 lfm	0,000691 m²	0,02 m³	7.850 kg/m³	127,63 kg	1,28 kN
	S_1.2	23,54 lfm	0,000691 m²	0,02 m³	7.850 kg/m³	127,69 kg	1,28 kN
	S_1.3	23,57 lfm	0,000691 m²	0,02 m³	7.850 kg/m³	127,85 kg	1,28 kN
	S_1.4	23,59 lfm	0,000691 m²	0,02 m³	7.850 kg/m³	127,96 kg	1,28 kN
	S_1.5	23,65 lfm	0,000691 m²	0,02 m³	7.850 kg/m³	128,29 kg	1,28 kN
	S_1.6	23,69 lfm	0,000691 m²	0,02 m³	7.850 kg/m³	128,50 kg	1,29 kN
	S_1.7	20,91 lfm	0,000691 m²	0,01 m³	7.850 kg/m³	113,42 kg	1,13 kN
	S_1.8	18,15 lfm	0,000691 m²	0,01 m³	7.850 kg/m³	98,45 kg	0,98 kN
Gesamt		180,63 lfm		0,12 m³		979,80 kg	9,80 kN
Stringer_quer:							
	S_2.1	2,46 lfm	0,000691 m²	0,00 m³	7.850 kg/m³	13,34 kg	0,13 kN
	S_2.2	4,60 lfm	0,000691 m²	0,00 m³	7.850 kg/m³	24,95 kg	0,25 kN
	S_2.3	4,57 lfm	0,000691 m²	0,00 m³	7.850 kg/m³	24,79 kg	0,25 kN
	S_2.4	4,55 lfm	0,000691 m²	0,00 m³	7.850 kg/m³	24,68 kg	0,25 kN
	S_2.5	4,55 lfm	0,000691 m²	0,00 m³	7.850 kg/m³	24,68 kg	0,25 kN
	S_2.6	4,55 lfm	0,000691 m²	0,00 m³	7.850 kg/m³	24,68 kg	0,25 kN
	S_2.7	4,55 lfm	0,000691 m²	0,00 m³	7.850 kg/m³	24,68 kg	0,25 kN
	S_2.8	4,57 lfm	0,000691 m²	0,00 m³	7.850 kg/m³	24,79 kg	0,25 kN
	S_2.9	4,59 lfm	0,000691 m²	0,00 m³	7.850 kg/m³	24,90 kg	0,25 kN
	S_2.10	2,37 lfm	0,000691 m²	0,00 m³	7.850 kg/m³	12,86 kg	0,13 kN
Gesamt		41,36 lfm		0,03 m³		224,35 kg	2,24 kN

Stringer Gesamt						1.204,15 kg	12,04 kN
-----------------	--	--	--	--	--	-------------	----------

Bauteil		Oberfläche	Materialstärke	Volumen	spezifische Dichte	Masse	Gewichtskraft
Wärmedämmung, Steinwolle, 20cm		178,30 m²	0,2 m	35,66 m³	60 kg/m³	2.139,60 kg	21,40 kN

Bauteil		Oberfläche	Materialstärke	Volumen	spezifische Dichte	Masse	Gewichtskraft
Beplankung innen, Pressspanplatte 2,5 cm		147,85 m²	0,025 m	3,69625 m³	700 kg/m³	2.587,38 kg	25,87 kN

Bauteil						Masse	Gewichtskraft
Gelenksverbindung / zusätzl. Aussteifungen						1.200,00 kg	12,00 kN

Bauteil						Masse	Gewichtskraft
Bodenaufbau						1.700,00 kg	17,00 kN

Bauteil						Masse	Gewichtskraft
Innenausbau						1.120,00 kg	11,20 kN

Bauteil		Oberfläche	Materialstärke	Volumen	spezifische Dichte	Masse	Gewichtskraft
Verglasung		41,76 m²	0,008	0,33408 m³	2500 kg/m³	835,20 kg	8,35 kN

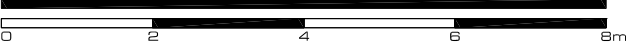
Bauteil						Masse	Gewichtskraft
Technikraum						2.600,00 kg	26,00 kN

Bauteil			Volumen	spezifische Dichte	Masse	Gewichtskraft
Ballasttank			1,2 m³	1000 kg/m³	1.200,00 kg	12,00 kN

Bauteil			Volumen	spezifische Dichte	Masse	Gewichtskraft
Fixballast, Beton			0,83 m³	2400 kg/m³	2.000,00 kg	20,00 kN

GESAMTGEWICHT						31.373,17 kg	313,73 kN
---------------	--	--	--	--	--	--------------	-----------

SCHWIMMFÄHIGKEIT



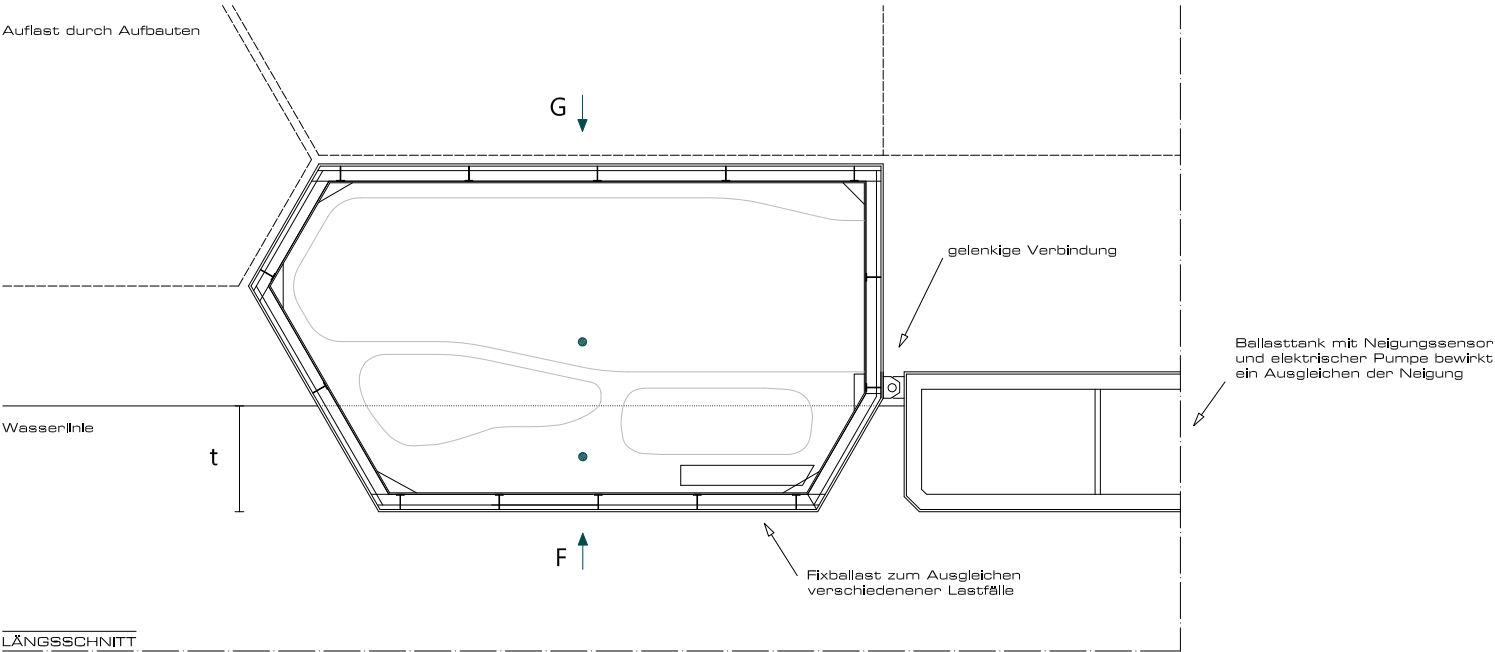
GESAMTAUFSTELLUNG GEWICHTSKRAFT

Berechnung Gewichtskraft G ↑

Eigengewicht	313,73 kN	31.373,17 kg
Auflasten	155,00 kN	15.500,00 kg
Gesamtlast=Gewichtskraft	468,73kN	46.873,17 kg

Die Gewichtskraft zusammengesetzt aus Eigengewicht und Auflasten beträgt 468,73kN bzw. 46.873,17kg.

SCHEMADARSTELLUNG SCHWIMMFÄHIGKEIT



G ↓ = Gewichtsschwerpunkt = Schwerpunkt des Gewichts des Gesamtvolumens
F ↑ = Verdrängungsschwerpunkt = Schwerpunkt des Gewichts des verdrängten Volumens

BERECHNUNG EINTAUCHTIEFE

Die Eintauchtiefe erhält man durch die Berechnung des benötigten Verdrängungsvolumen.

$F \uparrow = G \downarrow \rightarrow \rho_{\text{salzwasser}} \times V_{\text{verdrängung}} \times g = \rho_{\text{material}} \times V_{\text{gesamt}} \times g$
 $V_{\text{verdrängung}} = A_{\text{verdrängung}} \times t_{\text{eintauchtiefe}} = \frac{\rho_{\text{material}} \times V_{\text{gesamt}}}{\rho_{\text{salzwasser}}}$
 $t_{\text{eintauchtiefe}} = \frac{\rho_{\text{material}} \times V_{\text{gesamt}}}{\rho_{\text{salzwasser}} \times A_{\text{verdrängung}}}$

$F \uparrow = G \downarrow \rightarrow 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times V_{\text{verdrängung}} \times g = 468,73 \text{ kN}$
 $V_{\text{verdrängung}} = 46.873 \text{ kg} / 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
 $A_{\text{verdrängung}} \times t_{\text{eintauchtiefe}} = 45,73 \text{ m}^3$
 $33,00 \text{ m}^2 \times t_{\text{eintauchtiefe}} = 45,73 \text{ m}^3$
 $t_{\text{eintauchtiefe}} = 1,39 \text{ m}$

Die Eintauchtiefe bei einem Verdrängungsvolumen von 45,73m³ beträgt 1,39m.

Die Auftriebskraft errechnet sich durch das verdrängte Wasservolumen.

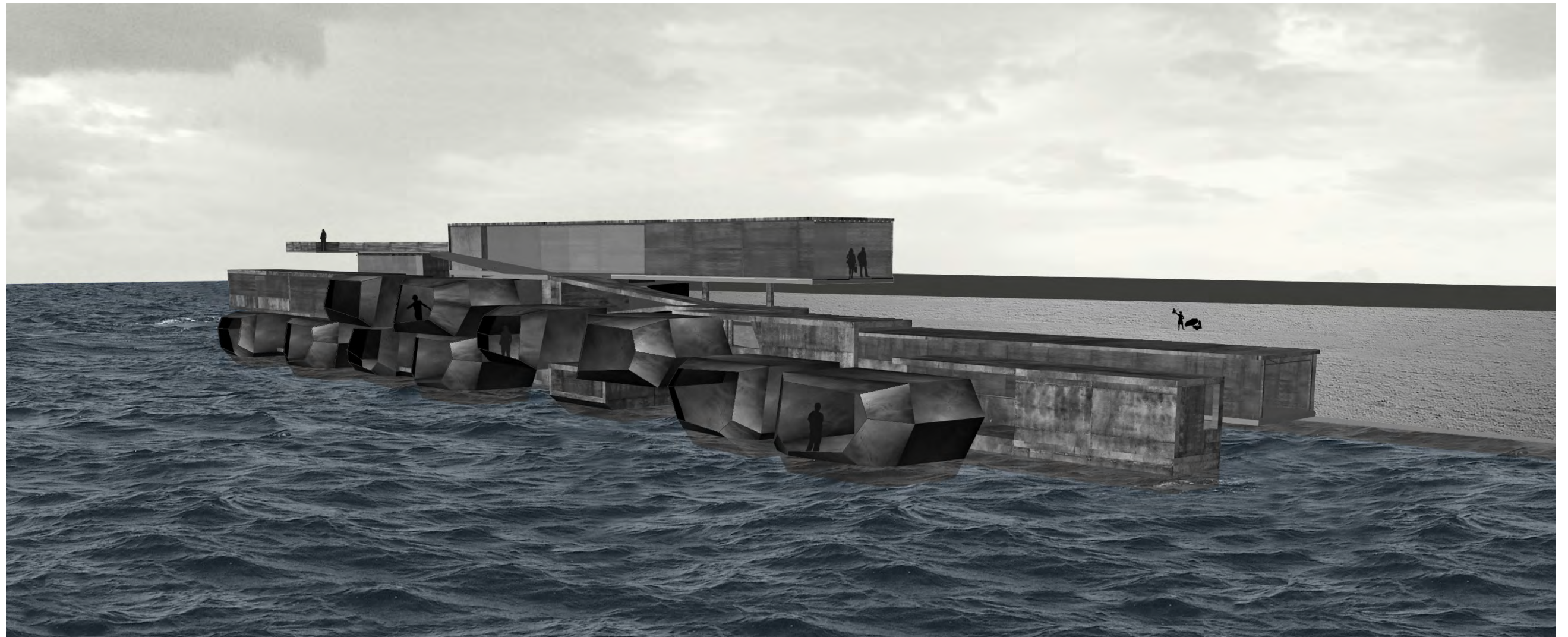
Auftriebskraft = Dichte Wasser x verdrängtes Volumen x Erdanziehung

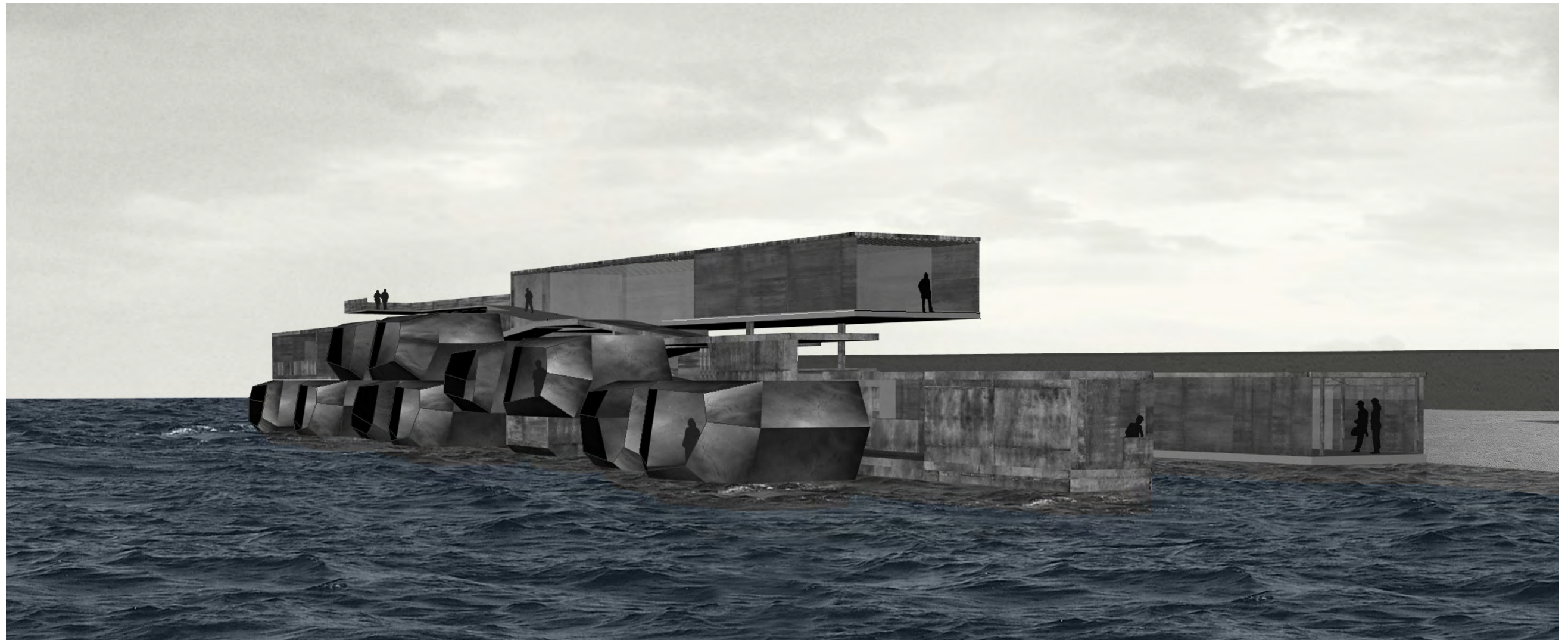
$F \uparrow = \rho \times V \times g$
 $M = \rho \times V$
 $\text{Auftriebskraft} = N = \frac{\text{kg} \times \text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \text{m}^3 \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 $\text{Masse} = \text{kg} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \text{m}^3$
 $\text{Auftriebskraft} = 45,73 \text{ m}^3 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times g$
 $\text{Auftriebskraft} = 468,73 \text{ kN}$

Konstanten: Dichte Salzwasser, ρ 1025 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Erdanziehung,g 9,81 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

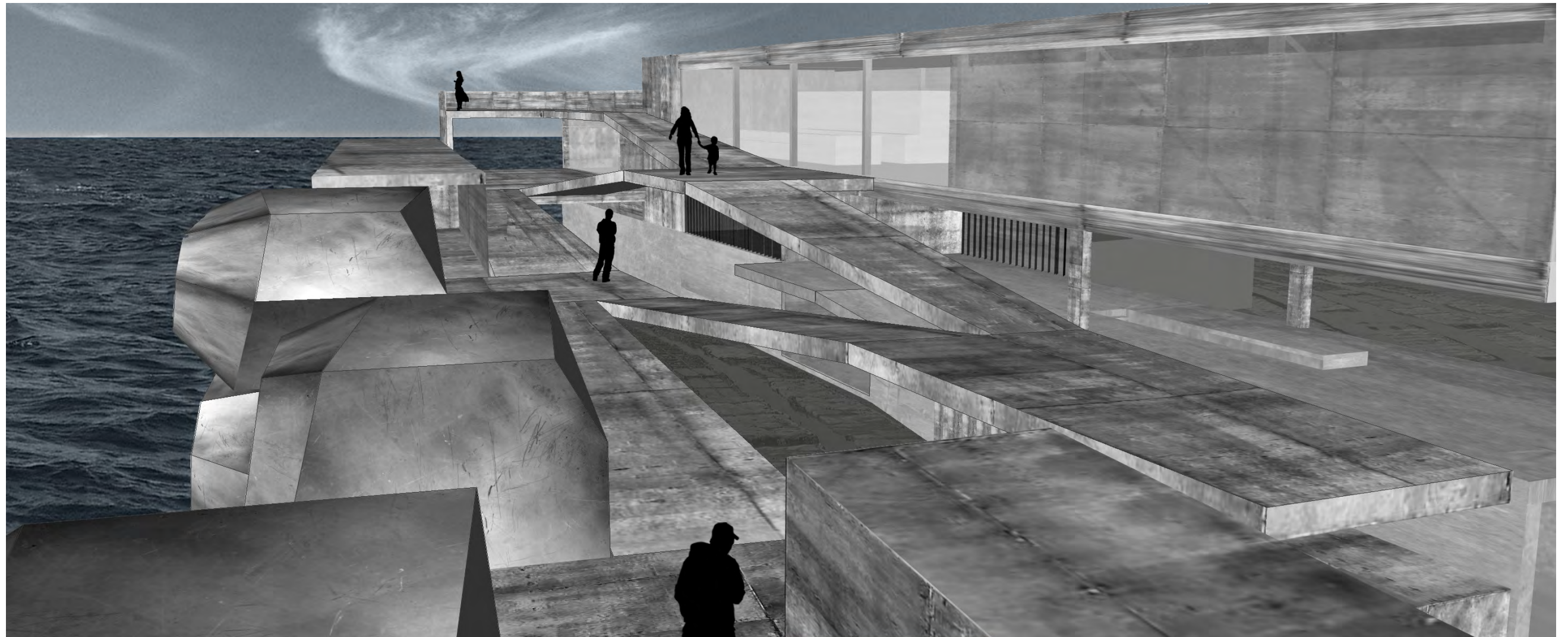
Einfahrtsschneise in den Golf von Morbihan

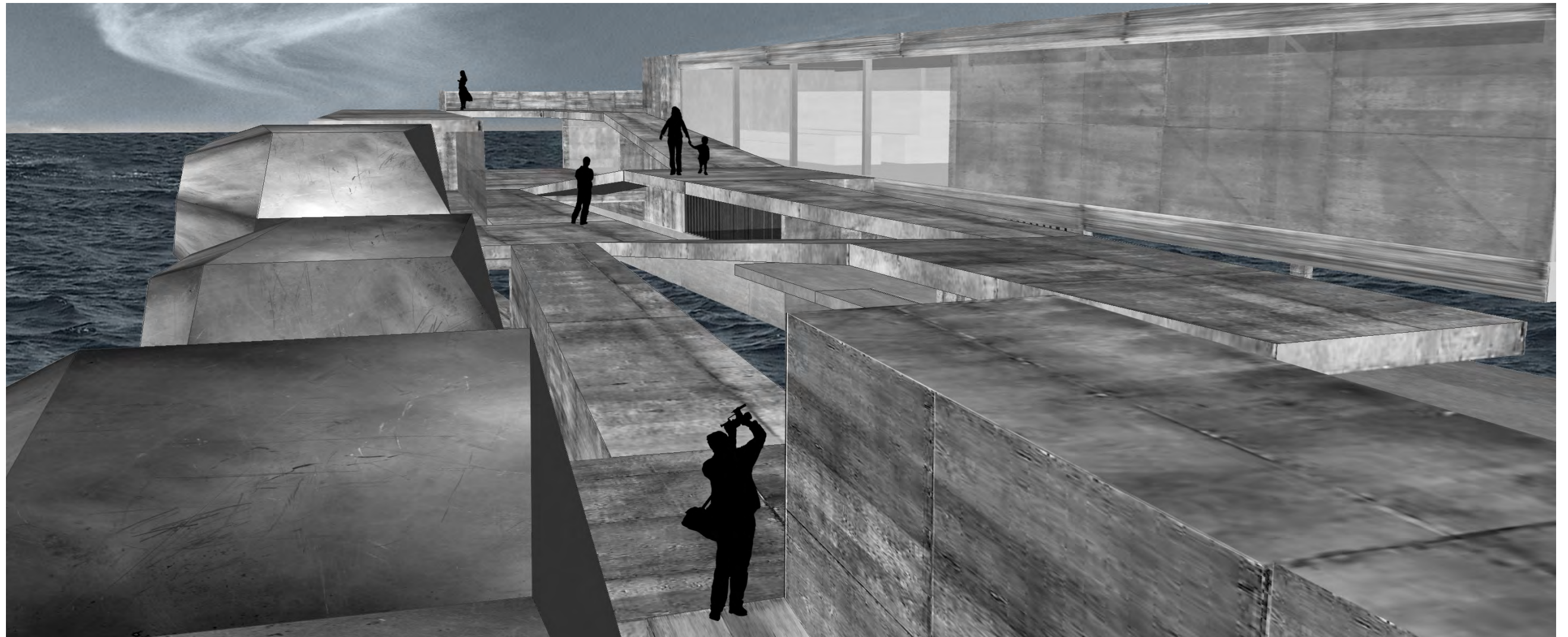






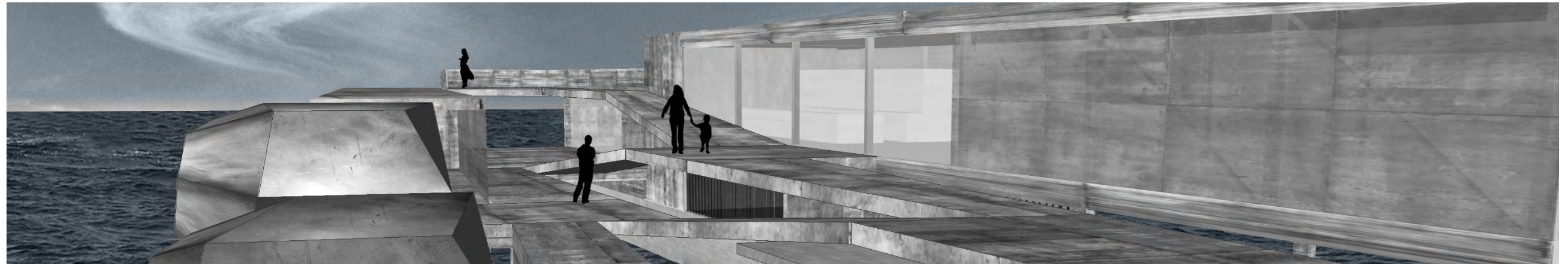
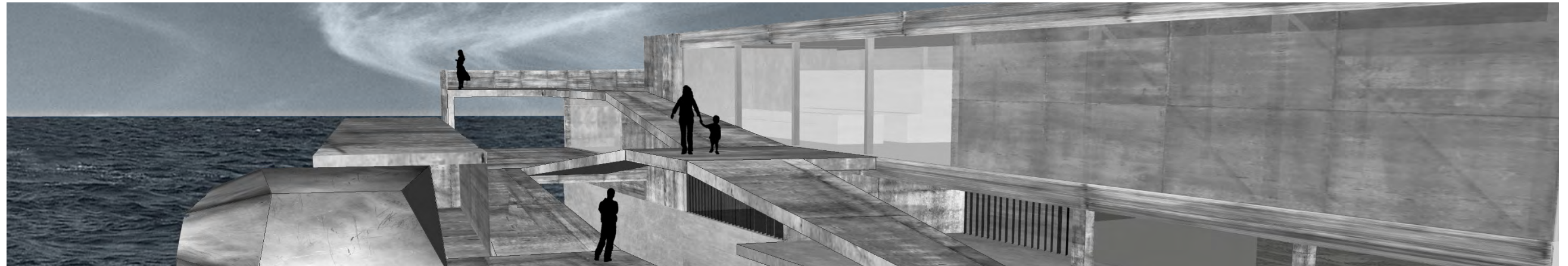




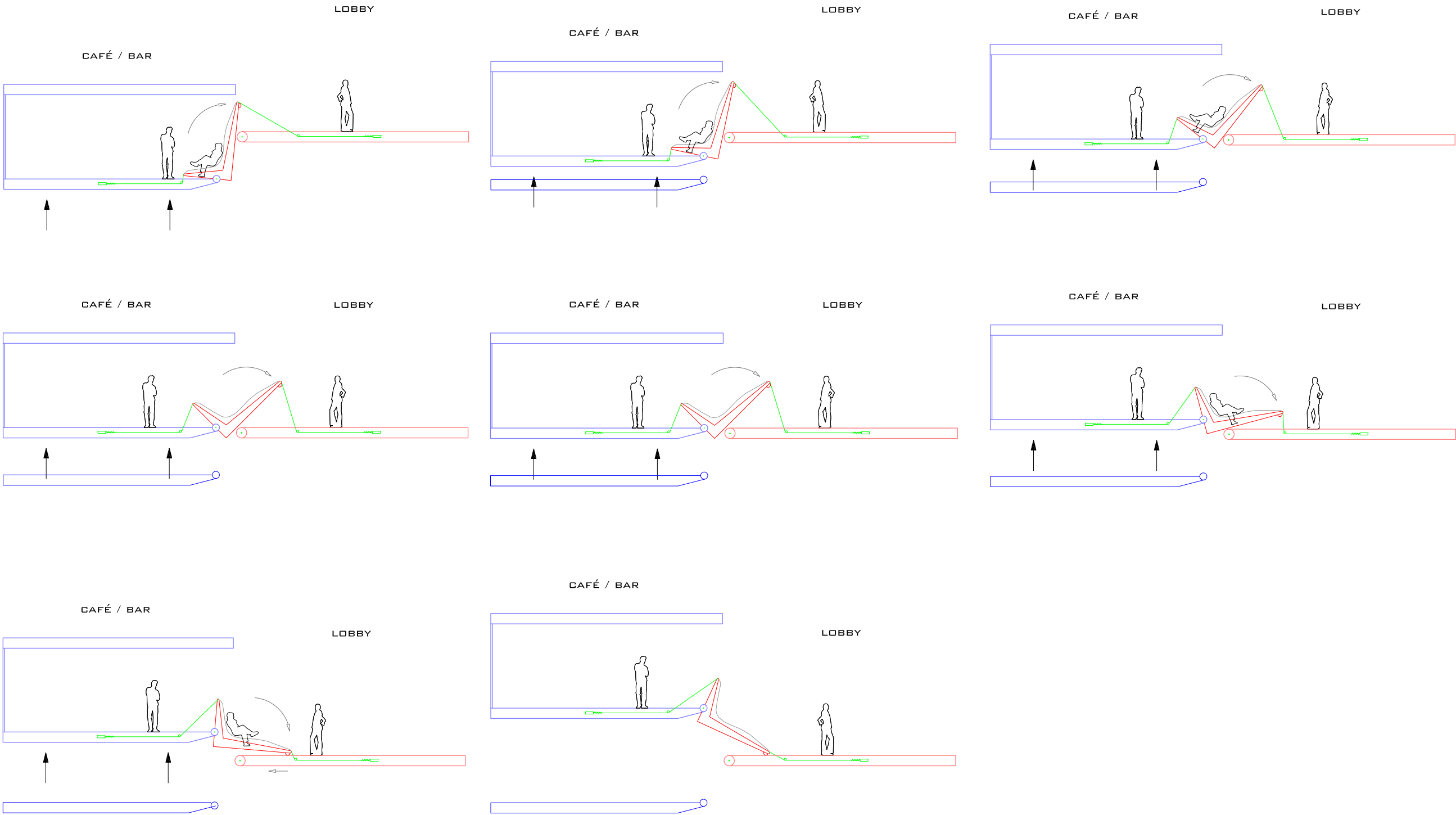




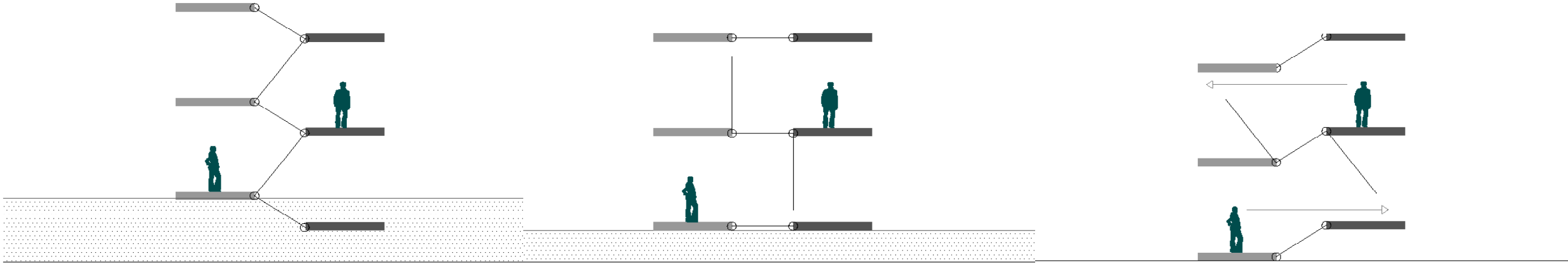
Öffentliche Promenade_Ablauf



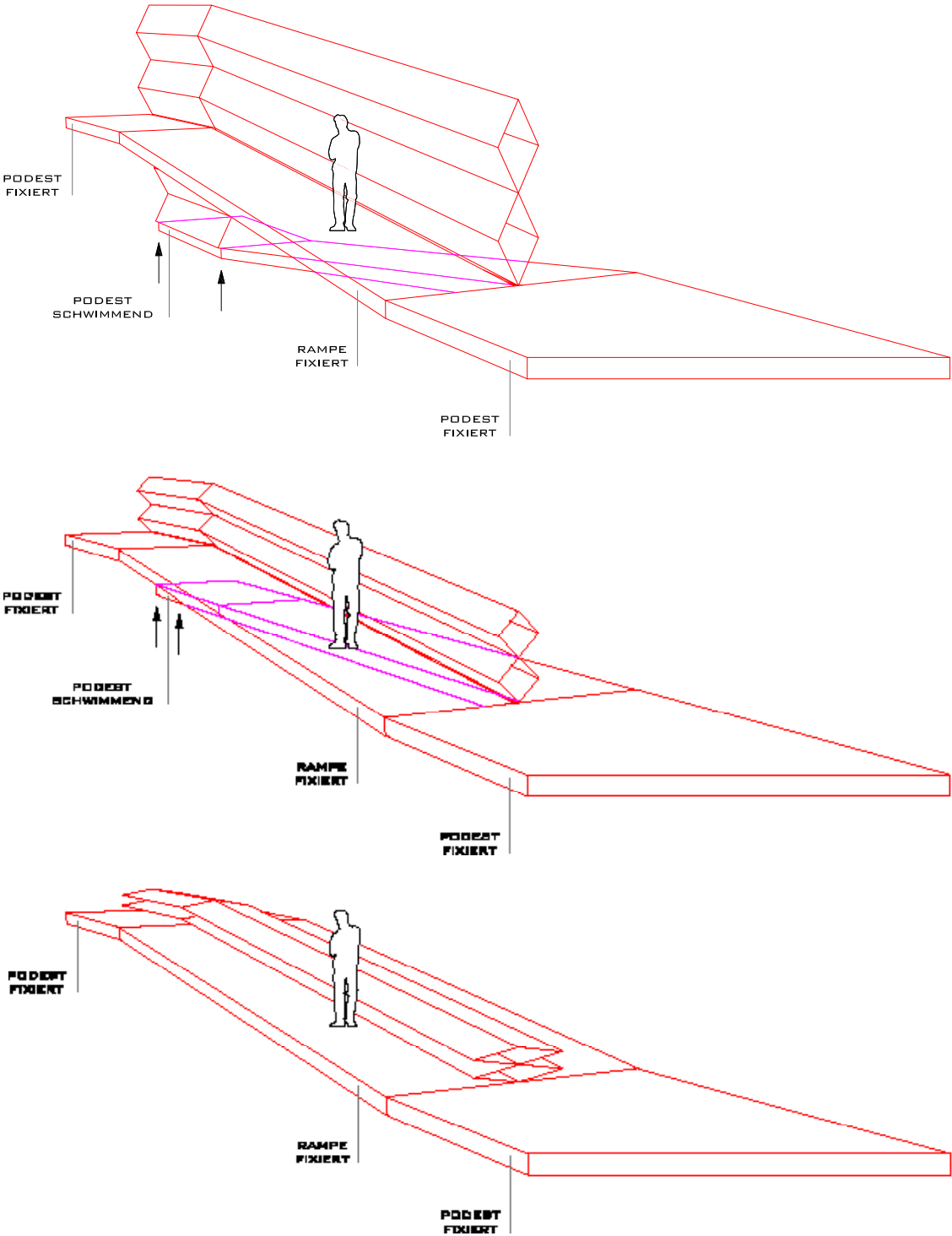
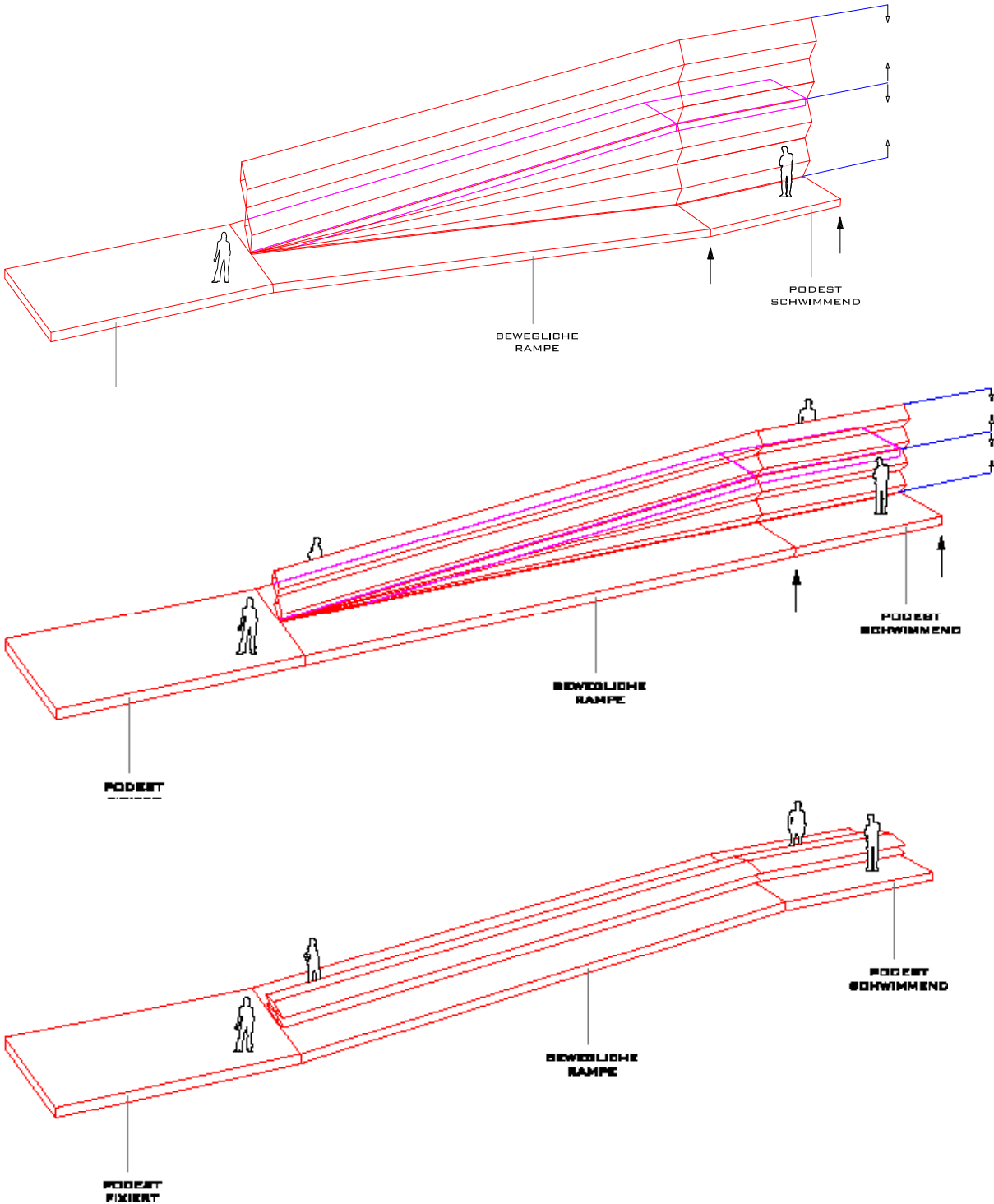
Drehelement Zwischenpodeste



Faltelement Fassade



Faltbares Trennelement Rampensystem



Literaturverzeichnis^{09.1}

Hensel, Michael / Menges, Achim: „Versatility and Vicissitude. An Introduction to Performance in Morpho-Ecological Design“, in: Hensel, Michael / Menges, Achim (Hrsg.): Versatility and Vicissitude. Performance in Morpho-Ecological Design. AD 78-2. Architectural Design. Chichester [u.a.]: Wiley 2008, S. 6-11

Pedreschi, Remo: „Form, Force and Structure. A Brief History“, in: Hensel, Michael / Menges, Achim (Hrsg.): Versatility and Vicissitude. Performance in Morpho-Ecological Design. AD 78-2. Architectural Design. Chichester [u.a.]: Wiley 2008, S. 12-19

Trummer, Peter: „Engineering Ecologies“, in: Hensel, Michael / Menges, Achim (Hrsg.): Versatility and Vicissitude. Performance in Morpho-Ecological Design. AD 78-2. Architectural Design. Chichester [u.a.]: Wiley 2008, S. 96-101

Kraft, Sabine / Kuhnert, Michael / Uhlig, Günther (Hrsg.): Form Follows Performance. Zur Wechselwirkung von Material, Struktur und Umwelt. ARCH+ 188. Zeitschrift für Architektur und Städtebau. Aachen: Arch+-Verl. 2008, S. 3-39

Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co (Hrsg.): Thema : Experimentelles Bauen. Detail. Zeitschrift für Architektur und Baudetail. Jg. 49, Nr. 12. München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co 2009, S. 1343-1347

Grimmer, Vera (Hrsg.): Ogris. Magazine for Architecture and Culture. Nr. 64, Jg 12. Zagreb: Arhitekst 2010, S. 146-153

Kumm, Werner: Gezeitenkunde. 2. Auflage. Bielefeld: Delius Klasing Verlag, 1996.

Brockhaus - die Enzyklopädie : in vierundzwanzig Bänden. Band 8. 20. überarbeitete und aktualisierte Auflage. Leipzig [u.a.] : Brockhaus Verl., 1997

Ebner, Christian: Schulungsunterlagen für den Sportbootführerschein Küste St. Peter: Schiffsführerschule Ebner, 2008

Mayer, Claus F.: Verband für Schiffbau und Meerestechnik: Schiffstechnik und Schiffbautechnologie 2. überarbeitete und erweiterte Auflage Hamburg: Seehafen Verl., 2006

Damer, Birgit: Austern. Perlen des Meeres. Zwickau: Haedeker Verl., 2008
Virilio, Paul / Parent, Claude: architecture principe. 1966 and 1996. Engl. Übersetzung v. Georg Collins Besancon: Les Éditions de L'Imprimeur, 1997

Steiner, Dietmar: Ausstellung WeinArchitektur: WeinArchitektur.Vom Keller zum Kult. Ostfildern-Ruit: Hatje Cantz Verl., 2005

Rast, Rudolf (Hrsg.): Schweizerische Landesausstellung <6, 2002, Biel u.a.> : Architecture.Expo.02. Basel [u.a.] : Birkhäuser 2003

Virilio, Paul / Parent, Claude: architecture principe. 1966 and 1996. Engl. Übersetzung v. Georg Collins Besancon: Les Éditions de L'Imprimeur, 1997

Guyon, Etienne : Hydrodynamik Braunschweig [u.a.] : Vieweg, 1997

<http://www.world-bays.com/gulf-of-morbihan/-bay-of-quiberon-47-33.html>

http://www.airedebardenas.com/galeria/eng_aire.html

<http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/532963>

http://www.morbihan.fr/UserFile/Survol/Golfe_du_Morbihan/

<http://www.ot-locmariaquer.fr/index.php>

www.austern.com

<http://de.wikipedia.org/wiki/Austernzucht>

Fußnoten^{09.2}

- 1 Trummer, Peter: „Engineering Ecologies“, in: Hensel, Michael / Menges, Achim (Hrsg.): Versatility and Vicissitude. Performance in Morpho-Ecological Design. AD 78-2. Architectural Design. Chichester [u.a.]: Wiley 2008, S. 96
Im Folgendem: Trummer, Peter: „Engineering Ecologies“. 2008
- 2 Dyson, Freeman: „Our Biotech Future“, in: The New York Review, Vol. LIV, Nr. 12. New York: NYREV 2007, S. 4-8
- 3 Woese, Carl R: „A new biology for a new century“, in: Microbiology and Molecular Biology Reviews, Vol. 68, Nr. 2. o.A.: 2004, S. 173-86
- 4 Haeckel, Ernst: Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte Descendenz-Theorie. Berlin 1866, S. 286
- 5 Hensel, Michael / Menges, Achim: „Performance als Forschungs- und Entwurfskonzept“, in: Michael HenselKraft, Sabine / Kuhnert, Michael / Uhlig, Günther (Hrsg.): Form Follows Performance. Zur Wechselwirkung von Material, Struktur und Umwelt. ARCH+ 188. Zeitschrift für Architektur und Städtebau. Aachen: Arch+ -Verl. 2008, S.31
Im Folgendem: Hensel, Michael / Menges, Achim: „Performance als Forschungs- und Entwurfskonzept“. 2008
- 6 Trummer, Peter: „Engineering Ecologies“. 2008, S.98
- 7 Hensel, Michael / Menges, Achim: „Performance als Forschungs- und Entwurfskonzept“. 2008, S.31
- 8 <http://www.undo.net/cgi-bin/openframe.pl?x=/facts/Eng/facsonci.htm>; 31.01.2011
- 9 Rast, Rudolf (Hrsg.): Schweizerische Landesausstellung <6, 2002, Biel u.a.> : Architecture.Expo.02. Basel [u.a.] : Birkhäuser 2003, S. 246
- 10 Virilio, Paul / Parent, Claude: architecture principe. 1966 and 1996. Engl. Übersetzung v. Georg Collins Besancon: Les Éditions de L'Imprimeur, 1997, S.9

Abbildungsverzeichnis^{09.3}

2.0.01 – 2.0.03	http://www.strandbeest.com				http://www.strandbeest.com
2.0.04 – 2.0.06	http://www.tube6.de	3.3.09, 3.3.12	http://dornob.com/prefabricated-floating-home-reinvents-houseboat-design/	4.3.06 - 4.3.08	Steiner, Dietmar: Ausstellung WeinArchitektur: WeinArchitektur.Vom Keller zum Kult. Ostfildern-Ruit: Hatje Cantz Verl., 2005, S. 41, S. 40
3.1.01	http://www.srh.noaa.gov	3.3.10, 3.3.13, 3.3.14	http://www.taucher-heros.de		
3.1.02, 3.1.03	http://www.geogebra.org	3.3.15 - 3.3.18	http://www.jetfloat-international.com		
3.1.04	http://canada.blog.uvm.edu	3.3.19 - 3.3.26	Mayer, Claus F.: Verband für Schiffbau und Meerestechnik: Schiffstechnik und Schiffbautechnologie 2. überarbeitete und erweiterte Auflage Hamburg: Seehafen Verl., 2006, S. 116, S. 96, S. 89, S. 40, S. 9, S. 42, S. 38, S. 39	4.3.07	http://www.euphalt.at/wp-content/uploads/2008/11/referenz-2003-loisium-1.jpg
3.1.05 - 3.1.06	Ebner, Christian: Schulungsunterlagen für den Sportbootführerschein Küste St. Peter: Schiffsführerschule Ebner, 2008, S. 12, S. 16			4.3.08	http://www.nextroom.at/building.php?id=3701
3.1.07 - 3.1.13	Guyon, Etienne : Hydrodynamik Braunschweig [u.a.] : Vieweg, 1997, S. 385, S.358, S.377, S. 219, S. 376, S.381	4.0.01, 4.0.02	Damer, Birgit: Austern. Perlen des Meeres. Zwickau: Haedcke Verl., 2008, S. 19, S.57	05.1.01	http://www.flickr.com/photos/affleurements/30923216/
3.1.14	http://de.wikipedia.org/wiki/Str%C3%B6mungslehre	4.1.01 - 4.1.04	Damer, Birgit: Austern. Perlen des Meeres. Zwickau: Haedcke Verl., 2008, S. 21, S. 15, S. 11, S. 07	05.1.02	http://www.flickr.com/photos/docnico/45664525/in/photostream/
3.2.01	http://cavs.mit.edu	4.1.05	ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5720e/y5720e05.pdf	05.1.03	http://www.flickr.com/search/?s=int&w=all&q=carnac&m=text#page=2
3.2.02	http://leslieann.wordpress.com	4.1.06 - 4.1.08		05.1.04	http://www.ycca.net
3.2.03, 3.2.05, 3.2.06	Rast, Rudolf (Hrsg.): Schweizerische Landesausstellung <6, 2002,Biel u.a.> : Architecture.Expo.02. Basel [u.a.] : Birkhäuser 2003, S. 249, S. 252	4.1.09, 4.1.10	http://photography.nationalgeographic.com	05.1.05 - 05.1.07	http://www.geoportail.fr/5069711/visu2D/afficher-en-2d.htm
3.2.04	http://static.panoramio.com	4.1.11 - 4.1.17	Damer, Birgit: Austern. Perlen des Meeres. Zwickau: Haedcke Verl., 2008, S. 61, S. 23, S. 37, S. 61, S. 37, S. 81	05.1.08 - 05.1.10	http://www.morbihan.fr/UserFile/Survol/Golfe_du_Morbihan/
3.3.01 - 3.3.07	Mayer, Claus F.: Verband für Schiffbau und Meerestechnik: Schiffstechnik und Schiffbautechnologie 2. überarbeitete und erweiterte Auflage Hamburg: Seehafen Verl., 2006, S. 5, S. 7, S. 6, S. 18, S. 19, S. 20	4.2.01 - 4.2.04	Damer, Birgit: Austern. Perlen des Meeres. Zwickau: Haedcke Verl., 2008, S. 83, S. 32	05.1.11	http://en.wikipedia.org/wiki/Locmariaquer
		4.3.01	http://www.airedebardenas.com/galeria/prensa/THE_ARCHITECTURAL_REVIEW.pdf	05.1.12	http://www.flickr.com/photos/franceline/3869188033/
3.3.08	http://www.hausboot-ostsee.de	4.3.02 - 4.3.04	http://www.airedebardenas.com/galeria	05.1.13	http://www.flickr.com/photos/franceline/3869187729/
3.3.11	http://www.hamburg.de	4.3.05	http://media.images-tiscover.com/at/images/	05.2.01 - 05.2.04	Virilio, Paul / Parent, Claude: architecture principe. 1966 and 1996. Engl. Übersetzung v. Georg Collins Besancon: Les Éditions de L'Imprimeur, 1997, S. 71, S. 77, S. 46, S.50, S.52, S.91
					Alle nicht bezeichneten Abbildungen stammen vom Verfasser