

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/
Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Tech-
nischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<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/eng>



DIPLOMARBEIT

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

Manfred Berthold

Prof Arch DI Dr

unter Mitbetreuung von

Christoph Müller

Univ Lektor DI Dr

und

Norbert Krouzecky

Ao Univ-Prof DI Dr

E253 - Institut für Architektur und Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

Wien, am _____
Datum

Shaping Water

Strömungsmanipulation für ein Flussbad in der Donau

Flow manipulation for a danube river bath

Harald Wettstein

Matr. Nr. 01225910

A 1180 Wien

Gersthofer Straße 8/11

+43 680 50 65 875

e1225910@student.tuwien.ac.at

Unterschrift

Abstract

Deutsch

Diese Arbeit hat den Entwurf eines Flussschwimmbades im Hauptstrom der Donau auf Höhe des Handelskais zum Thema. Dieses Schwimmbad soll gezielt die vorhandene Strömung leiten, um so Wasserbereiche mit unterschiedlichen Qualitäten zu erzeugen.

Dadurch soll sich das Bad klar von den schon bestehenden Frei- & Hallenbädern der Stadt Wien abheben. Gleichzeitig soll es der Bevölkerung Anreiz zur Belegung des öffentlichen Raumes des rechten Donauufers bieten.

Zuerst wird die Beziehung zwischen Wien und der Donau geschichtlich aufgearbeitet. Aus dieser geht auch der gewählte Projektstandort hervor, der genauer überprüft wird.

Zur Präzisierung des Entwurfes werden numerische Strömungsanalysen durchgeführt und die Schwimmbarkeit der Konstruktion überprüft. Ein Vergleich mit anderen Fluss- & Naturbädern größerer Städte setzt das Projekt in einen geräumlicheren Kontext.

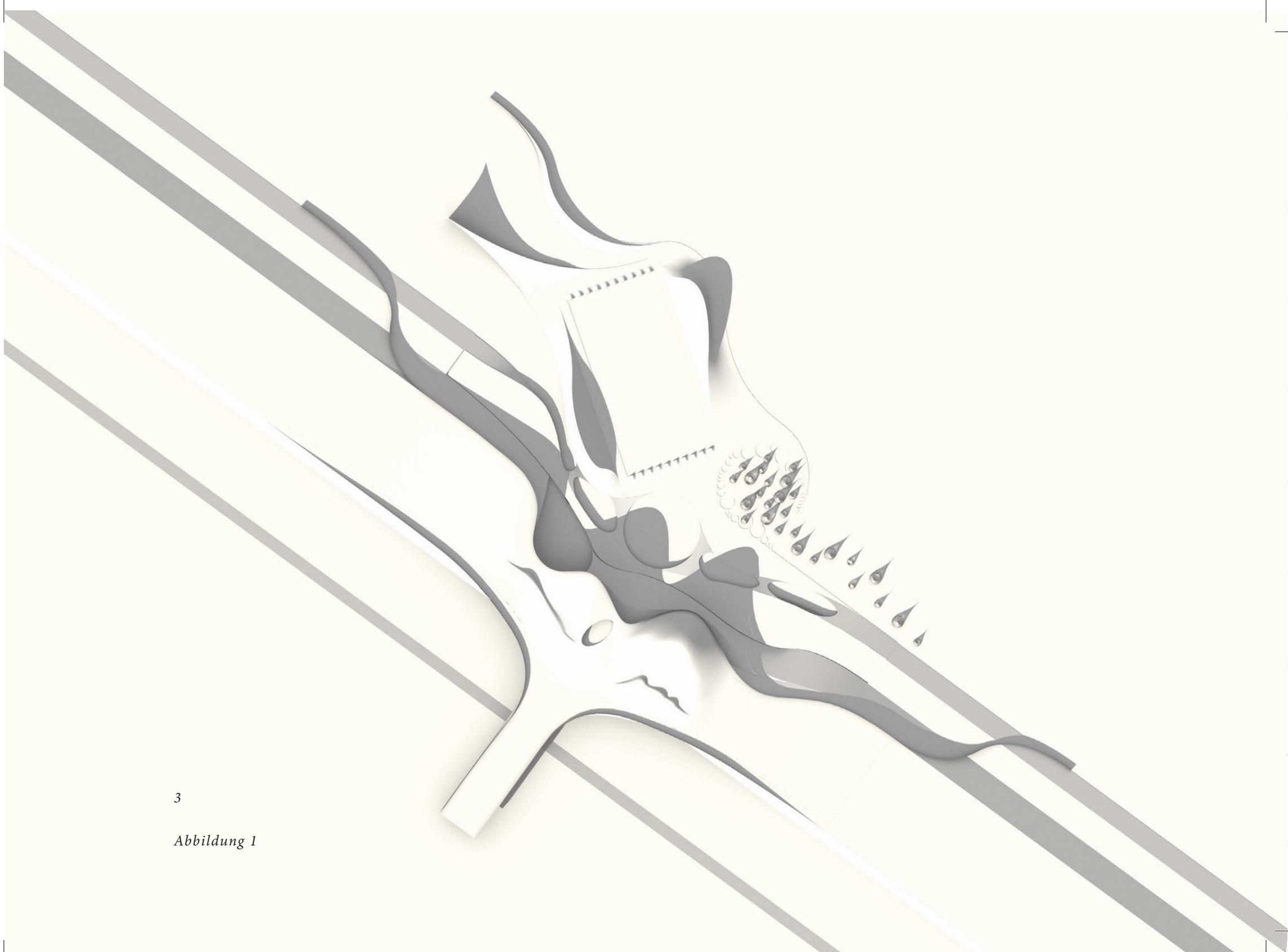
English

This thesis formulates a design for a river swimming facility in the danube near Handelskai. Swimming areas of different qualities should be created through specific channeling of the existing water current.

This feature lets the facility stand out between the existing in- and outdoor baths of vienna. At the same time it should stimulate the acceptance and use of the public space at the righthanded riverside of the danube.

First of all the history between the city vienna and the river danube is analised. As a conclusion the chosen project location is further examined.

Numeric flow analysis enrich the design process. The floatability of the construcion is checked to achieve a concrete project. Contextualisation at a broader level is given by comparison with other river and sea baths in large cities.



3

Abbildung 1

Verzeichnis	Conclusio	Resultat	Diskussion	Material & Methodik	Ziele der Arbeit	Situations-analyse	Einleitung
-------------	-----------	----------	------------	---------------------	------------------	--------------------	------------

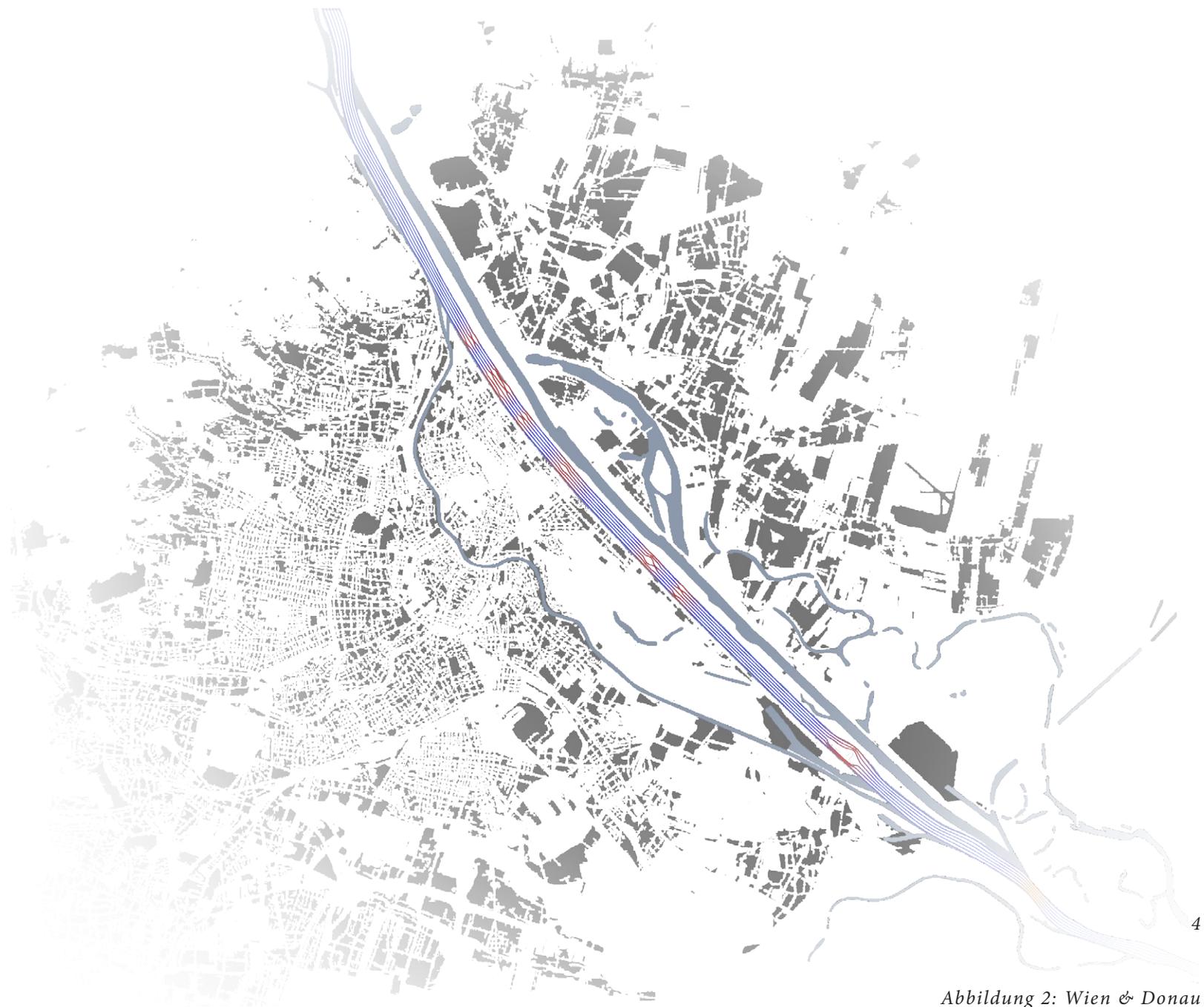


Abbildung 2: Wien & Donau

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	7	5 Diskussion	99
1.1 Projektidee	8	5. 1Entwicklung der Hafen- und Flussschwimmbäder	100
2 Situationsanalyse	13	6 Resultat	105
2.1 Historische Entwicklung	14	6.1 Lageplan	106
2.2 Projektstandort	28	6.2 Organisation	114
2.3 Baden in der Donau	30	6.3 Grundrisse	122
2.4 Wasserqualität	32	6.4 Ansicht Nordost	128
3 Ziele der Arbeit	39	6.5 3D-Schnitt	130
3.1 Überblick	41	6.6 Wasserbereiche	132
3.2 Vielfältige Schwimmbereiche	42	6.7 Statisches Konzept und Konstruktion	134
3.3 Neuartiges Baderlebnis	43	6.8 Aktuelle Schwimmweltrekorde	140
3.4 Aufwertung der Umgebung	44	6.9 Schaubilder	144
3.5 Qualität durch Strömungsmanipulation	45	7 Conclusio	151
4 Material & Methodik	47	7.1 Zusammenfassung und Ausblick	152
4.1 Grundlagen	48	8 Verzeichnisse	155
4.2 Entwurfsmethodik	56	8.1 Literaturverzeichnis	156
4.4 Prinzipien der Strömungsmanipulation	58	8.2 Abbildungsverzeichnis	159
4.4 Genaue Situierung	76		
4.5 Umgang mit der Uferzone	78		
4.6 Bebauungsstruktur	82		
4.7 Konstruktives Prinzip	84		
4.8 Numerische Strömungsanalyse	88		

Einleitung
Situations- analyse
Ziele der Arbeit
Material & Methodik
Diskussion
Resultat
Conclusio
Verzeichnis

1 Einleitung

Zu einem guten Ende gehört auch ein guter Beginn. - Konfuzius¹

1.1 Projektidee

Das Projekt der Donauinsel war und ist ein Leuchtturm in der Entwicklung Wiens. Sie vereint Hochwasserschutz auf einzigartige Weise mit einem Naherholungsgebiet für die Stadt.

Doch während die neue Donau ins Rampenlicht gerückt wurde, ist der verbleibende Donaustrom zu einem reinen Verkehrsweg degradiert und von der Bevölkerung Wiens als Stadtkante empfunden.

Allem voran das rechte Donauufer wird als problematisch gesehen. An der einen Seite die Donau, an der anderen die ÖBB-Gleise, wirkt der Fluss hier als Störelement, der verbleibende Grünraum isoliert von den angrenzenden Bezirken. Dabei würden gerade die westlich angrenzenden Bezirke von der Donau als Naherholungsgebiet immens profitieren.

Während die transdanubischen Bezirke guten und vielfältigen Zugang zur Alten und Neuen Donau haben, ist die Verbindung der restlichen Bezirke zur Donau kaum vorhanden.

Der Fluss wird wortwörtlich zwiagespalten. Auf der einen Seite wird er als Einschnitt in die Stadt gelesen, auf der anderen als deren Bereicherung.



Aber muss das so bleiben? Kann das Fließgewässer Donau ebenso attraktiv für die Bevölkerung sein wie das stehende Gewässer Donau?

Kann es Qualitäten des Wassererlebnisses bieten, die über das Angebot der Neuen Donau hinausgehen?

Diese Arbeit ist ein Versuch, die Wahrnehmung der Donau am rechten Donauufer zu verändern. Die vorhandene Strömung soll der Bevölkerung durch architektonische Manipulation zugänglich gemacht werden.

Die Kraft des Wassers soll gezielt gebündelt, zerstreut und gelenkt werden, die Donau damit auf eine Weise erlebbar gemacht werden, wie es keines der stehenden Gewässer kann.

Mit einer neuartigen Wassersport- & Badewelt soll das rechte Donauufer auf Höhe des Millenium Towers durch Nutzung der Donau aufgewertet werden.

Zur Flucht ins Grüne kommt Wien auf die Donauinsel. Wien soll einen Anlass bekommen, zur Flucht ins Blaue zum rechten Donauufer zu kommen.

Abbildung 3: Panorama Donauinsel



Wasser lag in Wien von Beginn an im Spannungsfeld zwischen Lebensspender, Transportweg, Gefahr durch Hochwasser und seit jüngerer Vergangenheit auch Freizeitnutzung.

So wird seit einiger Zeit die Annäherung der Stadt ans Wasser fokussiert. In Bereichen wie der Alten und Neuen Donau ist dies bereits gelungen, beim Donaukanal gerade am Entstehen.

Vernachlässigt bleibt das rechte Donauufer im Bereich des Handelskais. Das Wasser wird aufgrund der vorhandenen Strömung als nicht bade-tauglich betrachtet.

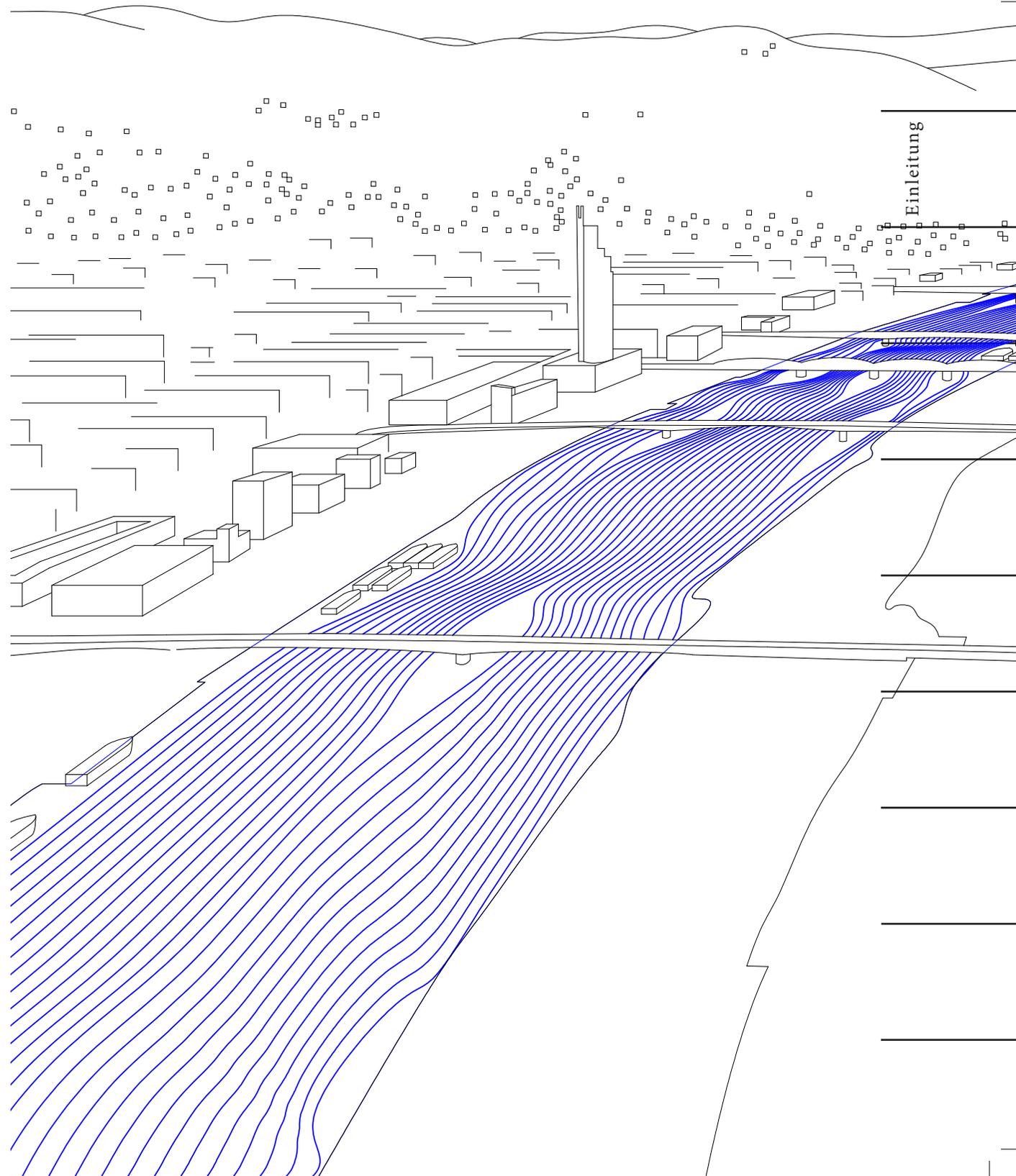
Genau diese Strömung bietet für die Freizeitnutzung des Flusses eine besondere Situation in Wien. In Hallenbädern und Thermen wird Wasser mit viel Aufwand und Energie zum Erlebnis gemacht. Ob Wellenbecken, Schwimmreifenbahn oder Gegenstromanlage, die Strömung muss künstlich erzeugt werden.

Das Gegenmodell sind die wiederentdeckten Fluss-, Hafen- und Strombäder. Sie sollen das Schwimmen in natürlichen Gewässern wieder ermöglichen. Das größte Potential der Flüsse wird dabei bestenfalls geduldet... Die Strömung.

Es wird Zeit, und ist der nächste Schritt der Strombäder, den Fluss zu bündeln, zu streuen, zu lenken, um ein einmaliges Badeerlebnis auf natürlichem Wege zu erzeugen.

11

Abbildung 5: Strömung rechtes Donauufer



Situations-
analyse

2 Situationsanalyse

Bei einem Fluß ist das Wasser, das man berührt, das letzte von dem, was vorübergeströmt ist, und das erste von dem, was kommt.
So ist es auch mit der Gegenwart. - Leonardo da Vinci²

2.1 Historische Entwicklung

Die Donau, dann Wien

Es überrascht nicht und ist doch erwähnenswert - die Donau war vor uns hier.

Wie bei vielen Zivilisationen vor uns, ist das Verhältnis des Menschen zur Donau seit seines Ansiedelns geprägt vom heran- & abrücken an den Strom, geleitet von Schutzbedürfnis, fruchtbarem Lebensraum & Handelsvorteil, aber auch Risiko & Gefahr des Wassers.

So gehen die ersten menschlichen Spuren im Wiener Donaubereich ca. 20.000 Jahre zurück. Abhänge des Wiener Waldes wie der Leopoldsberg gelten als früheste Siedlungsorte.³

Während die Kelten noch Abstand zur Donau wahrten, rückten die Römer schließlich näher an sie heran.

Unter Kaiser Augustus im Jahr 15 v. Chr. wurde die Donau zur nördlichen Begrenzung des römischen Reiches.⁴

Das Lager Vindobona ging nördlich unmittelbar bis zur Donau. Vermutungen legen nahe, dass der erste Wiener Hafen in einer Bucht nahe der heutigen Rotenturmstraße angesiedelt war.⁵

Die Römer, bekannt für Ihre strategische Platzierung von Lagern, erkannten bereits den hohen Wert der damals noch ungezügelter Donau.



Abbildung 6: Römische Darstellung des Flussgottes Danuvius

Ohne erwähnenswerte Geschehnisse im Wiener Donauroaum folgt nun ein größerer Zeitsprung.

Der Hafen und Warenverkehr ermöglichte der Stadt Wien im Mittelalter Wohlstand. Dafür mussten regelmäßige Hochwasser in Kauf genommen werden. In weiterer Folge verlandete der Wiener Arm, heutiger Donaukanal im 14. Jahrhundert immer weiter und der Hauptstrom wanderte Richtung Norden⁶

Das mittelalterliche Wien nutzte die Donau hauptsächlich als schiffbaren Transportweg. Die Donau nutzte das mittelalterliche Wien hauptsächlich als Überflutungsgebiet.

Dieser Zwiespalt zwischen Schaden und Nutzen ist der Geschichte Wiens bis heute eingeschrieben.

Durch die weitgehend unberührte Donaulandschaft vor den Toren Wiens verästelten sich Haupt- und Nebenarme des Flusses über Jahrhunderte hinweg.

Mit jedem Hochwasser wurde dieses Gebilde neu geformt, verändert und geleitet.

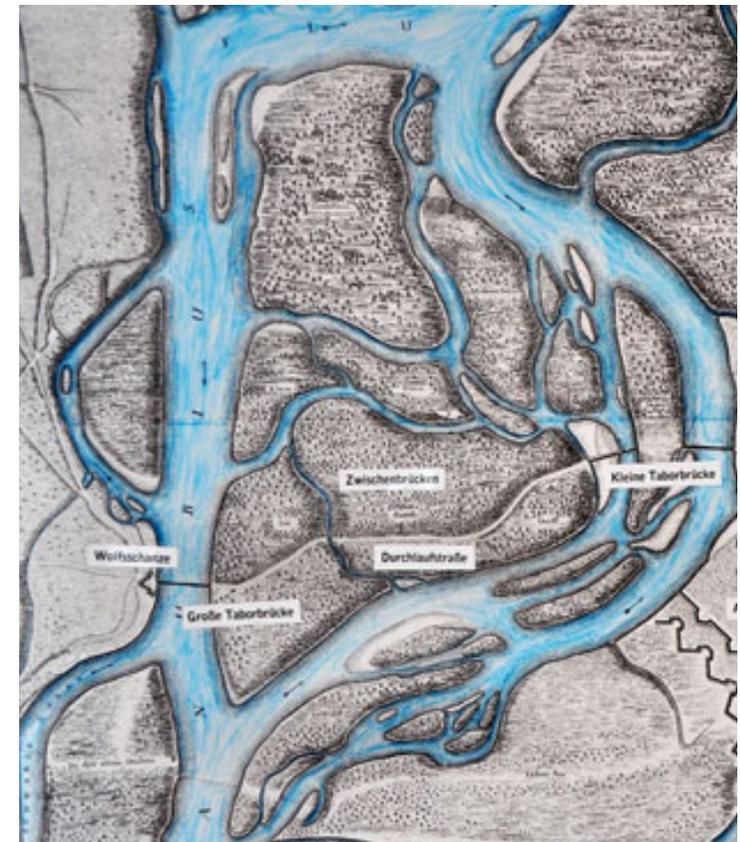
Daher ist es nicht verwunderlich, dass Wien erst relativ spät, in der Mitte des 14. Jahrhunderts, mit dem Bau von Brücken begonnen hat. Hochwasser und Stürme setzten den Brücken stark zu, wodurch deren Erhaltung einen großen Aufwand darstellten.

Während der gesamten Zeit bestanden daher zusätzlich Überfuhren. Diese erwiesen sich als weitaus flexibler, konnten sie doch ihren Standort den Flussbedingungen anpassen und ihre Anzahl an die wirtschaftliche Position Wiens angeglichen werden.⁷

Es lässt sich argumentieren, dass die Brücken, die für die städtische Ausbreitung Richtung Nordosten unabdingbar waren, zu den ersten Schritten gehörten, die früher oder später eine Donauregulierung notwendig machten.

Konnte das umliegende Land außerhalb der Wiener Grenzen bis dahin noch weitgehend ignoriert werden, musste mit der Besiedlung dieser Gründe auch die Domestizierung des Flusses einhergehen. Wien musste nun mit der Donau umgehen.

2.1 Historische Entwicklung Die Donau und Wien



2.1 Historische Entwicklung

Die Donau gegen Wien - Wien gegen die Donau?



Die Aufzeichnungen zu Überschwemmungen beginnen zwar erst im 19. Jahrhundert, doch bieten Hochwassermarken an alten Gebäuden und zeitgeschichtliche Chroniken ein Abbild des jahrhundertelangen Kampfes Wiens mit der Donau.

Das Hochwasser von 1501, das verheerendste des Jahrtausends, spielte wohl bei den frühen Donauregulierungen genau so eine Rolle wie die Schiffbarkeit des Wiener Arms.

Die Bemühungen mittels kleinerer Durchstiche zum heutigen Donaukanal, trugen allerdings immer nur kurzfristig Früchte, da dieser im Vergleich zum Hauptstrom schlichtweg ein zu geringes Gefälle und eine zu lange Fließstrecke aufwies.

Um den Überschwemmungen zu trotzen wurden Maßnahmen mit lokaler Wirkung eingesetzt, aber auch schon großräumigere Überlegungen angestellt.

Es sollte allerdings noch drei gravierende Hochwasser lang dauern, 1787, 1830 und 1862, bis der praktizierte Hochwasserschutz durch die sogenannte „Große Donauregulierung“ ersetzt wurde. Ein Durchstich zwischen Albern und Nußdorf sowie ein riesiges Inundationsgebiet am linken Donauufer waren die Folge. Dieses wurde in den nächsten Jahrzehnten von den Wienern als Erholungsgebiet umgenutzt.⁸

Diese Umnutzung des Überschwemmungsgebietes zeigt schon früh den Drang der Wiener, die Donau mehr als nur als Gefahr zu sehen.

Wie auch später bei dem Projekt der Donauinsel wird ein besonderes Spezifikum des Wiener Donauroumes und seiner Bewohner deutlich. Die Maßnahmen müssen mehr bieten als eine rein passive Abwehrreaktion, sie sollen eine aktive Aufwertung des Umlandes sein.

Durch die massiven Brücken, die im Zuge der „Großen Donauregulierung“ errichtet wurden, sowie des extremen Bevölkerungszuwachses auf über zwei Millionen Bewohner im Jahr 1914, wuchs Wien endgültig und dauerhaft über die Donau in den Nordosten.

Bereits ein Hochwasser 1899 wies die Unzulänglichkeiten des neuen Hochwasserschutzes auf, und machte klar, dass die Dimensionierung auf $11.000\text{m}^3/\text{s}$ Durchfluss zu gering war. Als neue Leitzahl wurden $14.000\text{m}^3/\text{s}$ festgelegt. Die Verbesserung des Schutzes wurde allerdings, bedingt durch zwei Weltkriege, zurückgestellt.

Zu Beginn der 1960er wurde in Kooperation von Stadtbauamt, MA 29 (Brücken- & Wasserbau) und Zivilingenieur Dr. August Zottl schließlich die Idee der Donauinsel geboren.

Ein 160m breites Entlastungsgerinne solle die Donau bei Hochwasser schützen und unter normalen Umständen keinen Zustrom vom Hauptfluss bekommen. Um die zwei Ströme zu trennen sollte die 21km lange und ca. 200m breite Donauinsel geschaffen werden.

Dem Gegenüber stand der weitaus billigere und schnellere Vorschlag des Bundesstrombauamtes, lediglich die Dämme zu erhöhen. Am 12. September 1969 wurde schließlich, nach immensen und langen Diskussionen, das „Mehrzweckprojekt“ Donauinsel mehrheitlich beschlossen.⁹

2.1 Historische Entwicklung Wien mit der Donau

Die Donauinsel wurde anfangs vor allem den technischen Erfordernissen nach geplant, während städtebauliche oder grünraumplanerische Überlegungen Nachrang hatten.

Die Bevölkerung Wiens machte jedoch mit andauernden Aktionen klar, dass dieser künstliche Hochwasserschutz auch als Naherholungsgebiet zu nutzen sein soll. So wurde 1972 ein städtebaulicher Wettbewerb zur Gestaltung des Wiener Donauraums durchgeführt.

Wien bewies damit eindrucksvoll: Für nachhaltige Stadtentwicklung hat der Hochwasserschutz einen Mehrwert für die Bevölkerung zu bieten.



19

Abbildung 8: Das Vorzeigeprojekt Donauinsel

2.1 Historische Entwicklung Wien an die Donau



In der jüngsten Zeitgeschichte investiert die Stadt Wien viel Energie um weite Bereiche der Nebenarme des Flusses ins Bewusstsein der Bevölkerung zu bringen. Das passiert einerseits durch hochkarätige Bauvorhaben entlang der Gewässer, andererseits durch gezielte Veranstaltungen an den Flussarmen.

Die Schiffstation Wien City von fasch&fuchs.architekten zieht den Schwedenplatz bis über den Donaukanal und setzt diesen in Szene. Das Badeschiff in direkter Umgebung bietet Freizeitangebot für heiße Sommertage. Das Donaukanaltreiben ist mittlerweile zu einem Fixpunkt im sommerlichen Eventkalender der jungen Wiener Szene geworden.

Abbildung 9: Motto am Fluss

Die Neugestaltung der Copa Kagrana, ein Projekt das direkt von der Stadt Wien vorangetrieben wird, erhöht die ohnehin hohe Attraktivität der Donauinsel noch weiter.

Während das Donauinsselfest seit Jahren eine Veranstaltung der Superlative in Wien ist, die weit über Österreichs Grenzen für Aufmerksamkeit sorgt, ist die Austragung der Volleyball-WM auf der Insel ein Gewinn aus kürzester Vergangenheit.

All das zeigt eine aktivere Zuwendung der Stadt an die Donauwasser auf, als sie davor betrieben wurde. Die Chancen und Qualität des Wassers mitten in Wien wurden erkannt und forciert.



Abbildung 10: Donauinsselfest

Das Projekt der Donauinsel, sowie die Bemühungen der Wasserzuwendung können nicht hoch genug gelobt werden. Dennoch gab es ein Gebiet, das im ausgearbeiteten Nutzungskonzept von 1977 vernachlässigt wurde.

Das sogenannte rechte Donauufer, ein schmaler Dammstreifen, eingezwängt zwischen Bahngleisen einerseits und Donau-Hauptstrom andererseits.

Im ausgearbeiteten Konzept heißt es:

„Am Rechten Donauufer soll eine durchgehend begehbare Grünzone als Promenade entstehen. Für allgemeine und öffentlich zugängliche Funktionen kann im Uferbereich eine punktuelle Bebauung vorgesehen werden, wenn sie keine Einschränkung der durchgehenden Begehbarkeit bedeutet.“¹⁰

Nicht erst das 2000 im Gemeinderat beschlossene „Stadtstrukturelle Nutzungskonzept Donauraum Wien 2000“ weist aus, dass am rechten Donauufer auf Höhe Brigittenauer Brücke und stromaufwärts vorrangig eine qualitative Aufwertung der Freiräume geschehen solle.¹¹

2.1 Historische Entwicklung Wien oder Donau

Es folgen Auszüge aus den Empfehlungen des Nutzungskonzeptes.

„Weite Bereiche des Rechten Donauufers weisen den Charakter einer urbanen Stadtkante am gehobenen Wasserspiegel auf und übernehmen zum Teil neben ihren stadtbezogenen Funktionen auch Aufgaben als stadtteil- und siedlungsbezogene Freiräume.

Hier sind funktionale Belegungen einzelner Teilbereiche prinzipiell möglich, um eine ganzjährig belebte urbane Uferzone mittelfristig entstehen zu lassen.

Besonderes Augenmerk ist jedenfalls auf die Erhaltung der öffentlich zugänglichen Grünflächen zu legen, die als wichtige Naherholungsflächen für das teilweise dicht bewohnte Hinterland dienen.

Diesbezüglich muss es das Ziel sein, häufigere Querungsmöglichkeiten durch Stege über den Handelskai und die Bahn zu schaffen, um für die dicht besiedelten Wohnbereiche diesseits der Donau optimale und sichere Anbindungen gewährleisten zu können.¹²

„Für das Rechte Donauufer zwischen Nußdorf und Brigittenauer Brücke sollen vorrangig Maßnahmen gesetzt werden, die eine qualitative Aufwertung der stadtteilbezogenen Freiräume herbeiführen.

Die funktionale Belegung einzelner Teilbereiche, die eine ganzjährig belebte urbane Uferzone ermöglicht, soll unter Berücksichtigung der beengten Gegebenheiten der Uferzone und des Grundprinzips der öffentlichen Zugänglichkeit und Nutzbarkeit sowie der Erhaltung als Durchgangsraum erfolgen.¹³

„Aussichts- und Zielpunkte

...Bereiche, die zusätzlich die Funktion als Ziel- und Aussichtspunkt übernehmen wie beispielsweise der Bereich um die U6-Brücke, um die Reichsbrücke, um die Praterbrücke und Wehr 1 sowie um die Steinspornbrücke erhalten ihren Charakter und ihre Prägung durch die vielfältige Nutzungsbelegung.

Einzelmaßnahmen

Aufbauend auf der Bestandsaufnahme und der Problemanalyse sowie der Befragung der Donauinselbesucher ergeben sich folgende Anforderungswünsche, die sich über den gesamten Donauraum erstrecken bzw. sich nicht auf eine spezielle Fläche beziehen (hier sind die am häufigsten angegebenen Wünsche angeführt):

- mehr Trinkwasserstellen
- mehr bzw. bessere Ausstattung von Toilettenanlagen und Sanitäreinrichtungen
- bessere Wasserzugänge und mehr Strände
- mehr Feste und Veranstaltungen
- mehr Kinderspielplätze
- mehr Sportplätze
- mehr Schattenplätze
- mehr Sitz- und Rastplätze
- bessere Orientierungshilfen¹⁴

2.1 Historische Entwicklung Wien an die Donau!

Die Akzeptanz und intensive Nutzung eines Ortes hängen in erster Linie von zwei Faktoren ab. Zum einen die Erreichbarkeit zu Fuß, zu Rad, öffentlich und privat. Während die ersten zwei nur den unmittelbaren Umraum versorgen, ist der öffentliche Verkehr allen dienlich, der Individualverkehr vor allem der Peripherie.

Zum anderen der Anreiz, den der Ort bietet und der Besucher anzieht. Es ist hilfreich, dem Ort ein klares Image zuschreiben zu können. Ein Nutzungsangebot, bestenfalls mit Alleinstellungsmerkmal, erhöht die Erstbesucherfrequenz und etabliert in Folge die Freizeitnutzung des Ortes.

Die fehlende Nutzung und Akzeptanz des rechten Donauufers wird der schlechten Erreichbarkeit angerechnet. Dieses Argument kann allerdings nicht standhalten, da dasselbe auch für die Donauinsel selbst gilt. Die Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln steht mit der Station Handelskai (S-Bahn & U-Bahn) sowie mit Individualverkehr durch zahlreiche Parkgaragen der Donauinsel in nichts nach.

Erreichbarkeit
Öffentlich
Auto
Fahrrad
Fußgänger

Erreichbarkeit
Öffentlich
Auto
Fahrrad
Fußgänger

Anreiz
nicht vorhanden

Abbildung 11: Vergleich der Ausgangssituation am Rechten Donauufer und der Donauinsel

Der markanteste Unterschied bleibt das zusätzliche Sport- und Kulinarikangebot der Donauinsel, wogegen das rechte Donauufer kein spezifisches Nutzungsangebot aufweist.

Die Effektivität der empfohlenen verstärkten Querungsmöglichkeiten über die Bahngleise bleibt fraglich, da auch die Donauinselbesucher hauptsächlich öffentlich, und nur zu einem geringen Teil zu Fuß kommt.

Eine vom IFES durchgeführte weitreichende Besucherbefragung 1997 ergab einen Fußgängeranteil an Inselbesuchern von 8%. Dem gegenüber stehen fast 2/3, die mit PKW oder öffentlich angefahren sind.¹⁵

Die monotone Ufersituation, durchbrochen nur für infrastrukturelle Schiffsanlegestellen, wird nicht erwähnt und erfährt daher auch keine weiteren Empfehlungen.

Ein weiterer unerwähnter Punkt, der den schwachen Besucherandrang beeinflusst, ist die fehlende Nutzbarkeit dieses Donaubereiches.

Jeder Benutzer, der an die Donau möchte, kann das Wasser nur eine Station weiter tatsächlich erleben, nicht nur betrachten.

Solange die Umstände des fehlenden Wasserzugangs und der fehlenden Funktion bestehen, wird das rechte Donauufer in der Bevölkerung weiter als Einschnitt wahrgenommen werden.

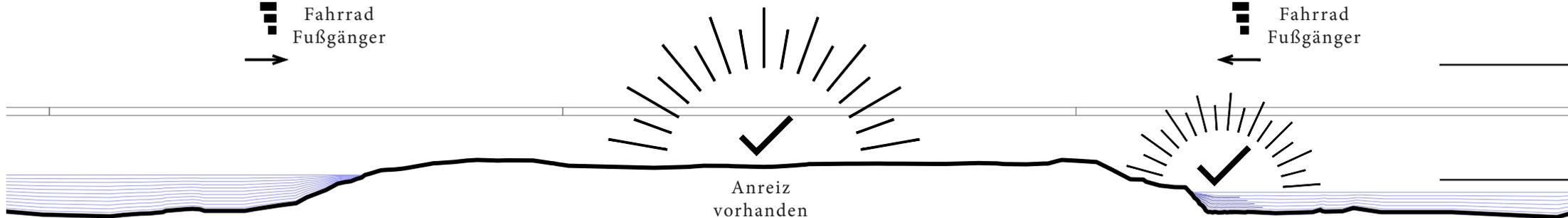




Abbildung 12: Der heutige Verlauf des Donaustroms durch Wien

2.1 Historische Entwicklung

Fazit

Der geschichtliche Abriss des Verhältnisses des Flusses zur Stadt zeichnet ein deutliches, wenig überraschendes Bild.

Die früheste Nutzung der Donau galt dem Transport von Waren & Personen. Dies verhalf der Stadt im Mittelalter zu Reichtum und Wohlstand. Doch allgegenwärtig war die Gefahr von Hochwasser und Überschwemmungen. Bis dahin teilt Wien sein Schicksal mit dem Großteil der an Flüssen gelegenen Städte.

Interessant ist jedoch der Wiener Umgang mit dieser Gefahr. Die Aneignung des Überschwemmungsgebietes des 19. Jahrhunderts durch die Bevölkerung, sowie die Forderung zur Nutzung der Donauinsel als Naherholungsgebiet sind einzigartige Lösungen. Sie zeigen den Willen, mehr als nur die Gefahr zu sehen.

Die jüngsten Entwicklungen am Donaukanal sind ein weiteres Beispiel der Rückeroberung des Donaoraumes in Wien. Hier wurde durch Vorzeigeprojekte wie das „Motto am Fluss“ und Veranstaltungen wie das „Donaukanaltreiben“ der Ort neu programmiert und von der Bevölkerung akzeptiert.

Während die Nebenarme des Flusses damit zum Freizeitgebiet der Wiener wurden, ist der Hauptstrom weiter ein reiner Transportweg geblieben.

Vor Allem das rechte Donauufer wurde dadurch stark vernachlässigt. Dieses Defizit gilt es nun auszugleichen, um auch den Hauptstrom und seine Freibereiche als attraktiven Teil Wiens in die Bevölkerung zu bringen.

Um das zu schaffen bedarf es besserer Zugänge, häufigerer Veranstaltungen, aber Allen voran Leuchtturmprojekte, die das Bild des rechten Donauufers vom notwendigen Hochwasserschutz und Transportweg weg, hin zu einem Aufenthaltsort erzeugt, der Einmaliges zu bieten hat.

2.2 Projektstandort

Die Donauinsel teilt die Stadt und die Donau selbst in zwei sehr ungleich gewichtete Bereiche. Gerade der fehlende Bezug des Alten Wiens zur Donau, allen voran das isolierte rechte Ufer der Donau, steht im Zentrum der Kritik.

Es gibt zum einen die Neue Donau, die großräumlich beruhigte Wasserzonen bietet. Obwohl sie nahezu über die gesamte Insellänge Badequalität aufweist, wird sie gegenüber der Alten Donau von der Bevölkerung vernachlässigt.

Während die Alte Donau mit unterschiedlichen Schwimmbereichen Abwechslung schafft, lädt die Gleichförmigkeit der Neuen Donau und ihrer Ufer nicht zum Baden ein. Alles in allem ist jedoch die Verbindung zwischen Donau und 21. bzw. 22. Bezirk vorhanden und von der Bevölkerung positiv empfunden.

Anders verhält es sich am südwestlichen Ufer. Einerseits wird das Ufer über lange Strecken durch Bahntrassen von der Stadt abgeschnitten, andererseits gibt es kaum Formen der Wassernutzung an der Donau. Vom Baden in ihr wird aufgrund der vorhandenen Strömung abgeraten.



Abbildung 13: Lageplan Handelskai Wien

Gerade die vorhandene Strömung wird in dieser Arbeit als essentieller Vorteil gegenüber den stehenden Gewässern betrachtet, um den Wienern das Donauwasser in all seiner Kraft näher zu bringen.

Entlang des rechten Donauufers gibt es mit der Millennium City nahe der U6- und Schnellbahnstation Handelskai einen gut vernetzten Verkehrsknoten mit hoher Besucherfrequenz der gleichzeitig als Ort der Freizeitaktivitäten etabliert ist. Auf dieser Höhe wird der Projektstandort gewählt, da die Ausgangssituation die besten Chancen bietet, den Brückenschlag zum Ufer zu erzeugen.

Bereits im STEP2005 werden die Herausforderungen für den Donauraum folgend beschrieben:

- Vernetzung der alten und neuen Stadtteile
- Anbindung an das Donauufer, Abbau von Barrieren
- Attraktivierung der Freiräume am Donauufer¹⁶

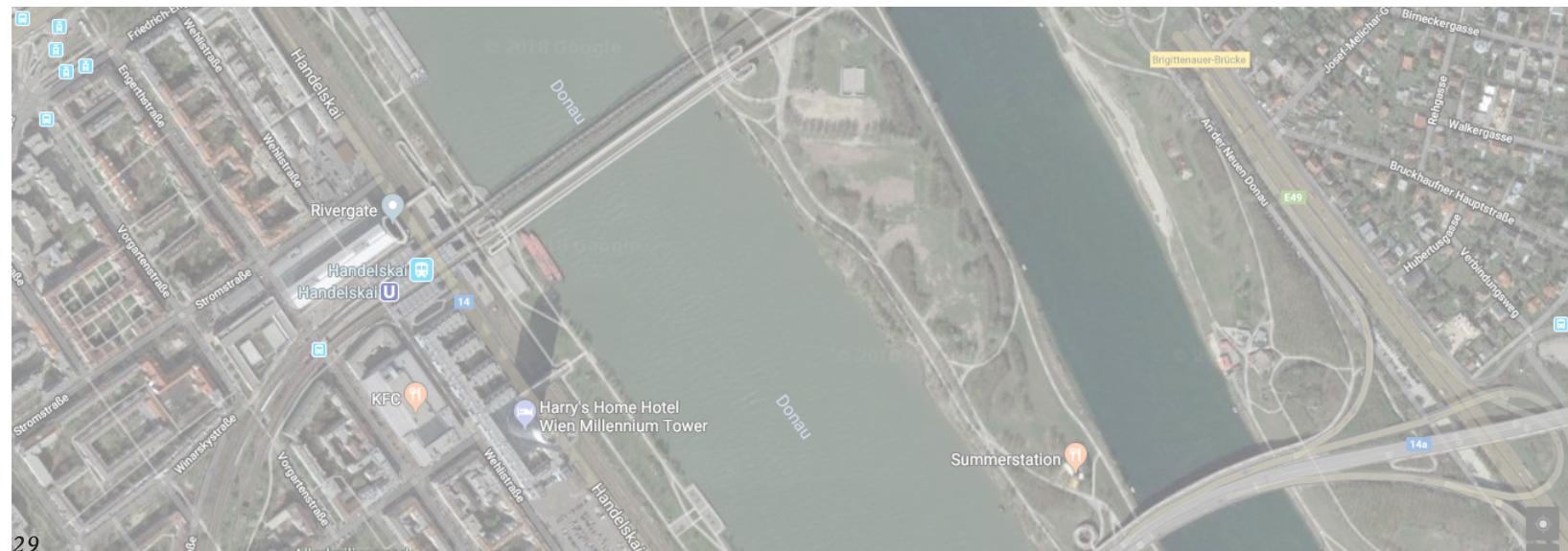


Abbildung 14: Lageplan Handelskai mit Fokus Bauplatz

2.3 Baden in der Donau

Offiziell und Inoffiziell

Baden in der Donau hat in Österreich lange Tradition. So ist das erste dokumentierte Freibad Wiens, genannt Ferro-Bad, bereits 1780 beim Tabor auszumachen.

Es folgten dutzende Strombäder in Wien, unter anderen das Strombad Schwedenbrücke 1922 und Bäder am rechten Donauufer auf Höhe der Nußdorfer Schleuse und der Heiligenstädter Brücke.

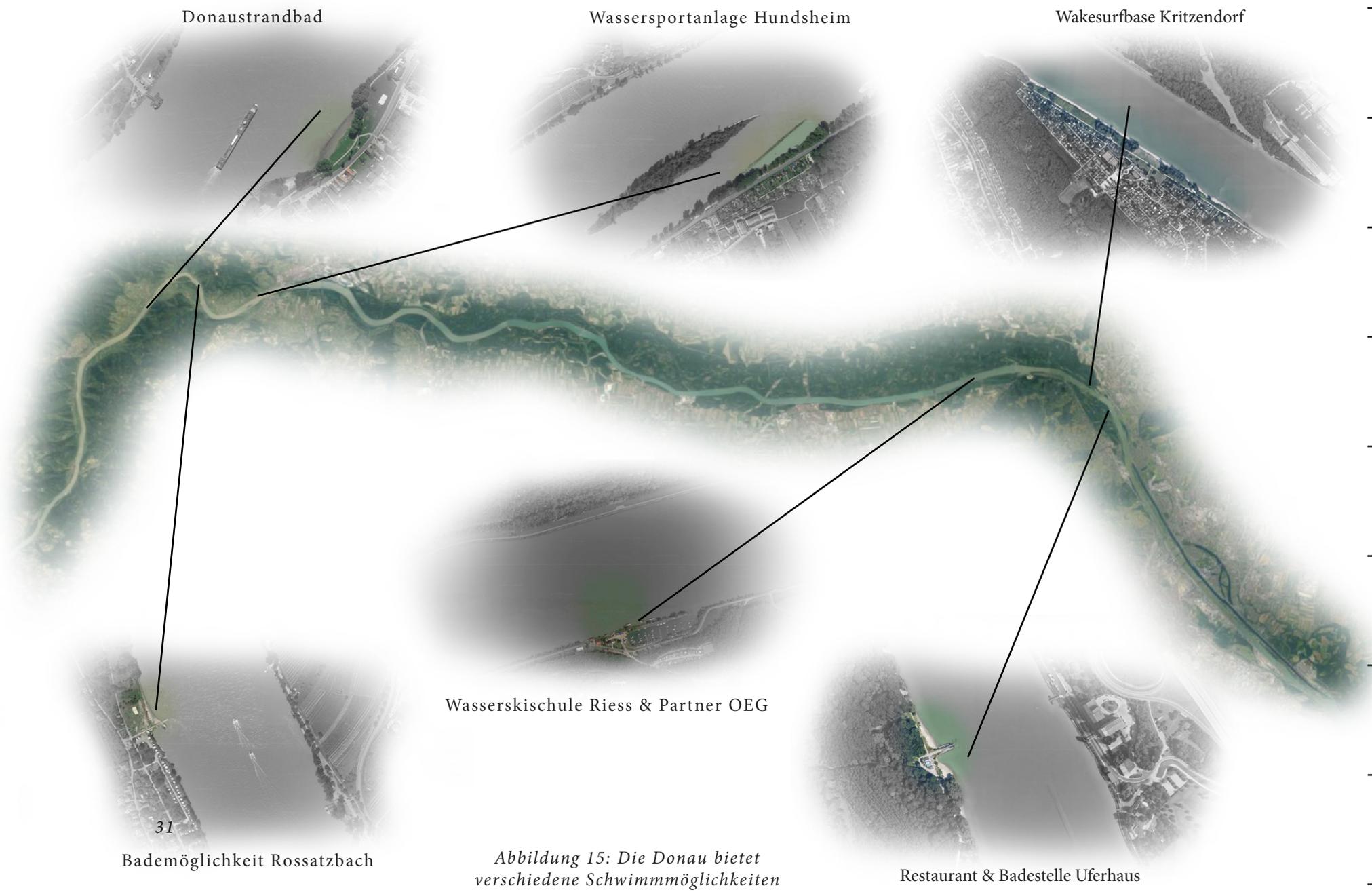
Erst mit Ende des ersten Weltkrieges ging dieses Badeerlebnis in Wien weitgehend verloren.¹⁷

Doch auch heute findet man entlang der Donau viele Flussbäder und Wassersportbereiche in Österreich. Die folgende Grafik zeigt nur einige von Oberösterreich bis zur Wiener Stadtgrenze, die nach wie vor betrieben werden oder öffentlich zugänglich sind.

Zusätzlich zeigt ein Studium der vorhandenen Luftbilder, zusammen mit online verfügbaren Fotografien eine Vielzahl an nicht registrierten Ufereingängen, die zum Baden genutzt werden.

Diese inoffizielle Aneignung der Donau durch ihre umliegenden Nachbarn weist interessante Parallelen zur Nutzung des Überschwemmungsgebietes im 19. Jahrhundert auf.

Die Existenz des Schiffsverkehrs bringt der Badefreude keinen Abbruch, und zeigt ein weiteres Mal, das die Bewohner Österreichs die Donau über alle Notwendigkeit hinaus auch zum Freizeitvergnügen nutzen.



Donaustrandbad

Wassersportanlage Hundsheim

Wakesurfbase Kritzensdorf

Wasserskischule Riess & Partner OEG

31
Bademöglichkeit Rossatzbach

Restaurant & Badestelle Uferhaus

Abbildung 15: Die Donau bietet verschiedene Schwimmöglichkeiten

Situations-
analyse

2.4 Wasserqualität

WISA - Wasser Informationssystem Austria

Bereits die lang bestehende Tradition des Flussbadens in der Donau, sowie die stromaufwärts aufgezeigten Strombäder legen eine grundsätzliche Beschwimmbarkeit der Donau nahe.

Zusätzlich werden auf den folgenden Seiten die erstellten Wasserkarten des WISA auf die Qualitäten des Donauwassers überprüft.

„Das Wasserinformationssystem Austria - WISA ist die zentrale Plattform, über die der Zugang zu Daten und Informationen über die österreichische Wasserwirtschaft ermöglicht werden soll.“¹⁸

Als wichtiger Bestandteil der Überprüfung der Wasserqualität aller österreichischen Flüsse und Bäche wird der NGP - Nationale Gewässerbewirtschaftungsplan - veröffentlicht. Der aktuellste ist aus dem Jahr 2015. Daher sind auch die begutachteten Wasserkarten von 2015.

2.4 Wasserqualität

Ökologischer Zustand des Donauwassers

„In dieser Karte ist der ökologische Zustand der natürlichen Oberflächengewässer und der erheblich veränderten oder künstlichen Oberflächengewässer in Bezug auf chemische Komponenten und sonstige (national geregelte) Schadstoffe, dargestellt.“¹⁹

Der gewählte Bereich der Donau ist grün gekennzeichnet, die ökologische Wasserqualität daher gut und damit unbedenklich.

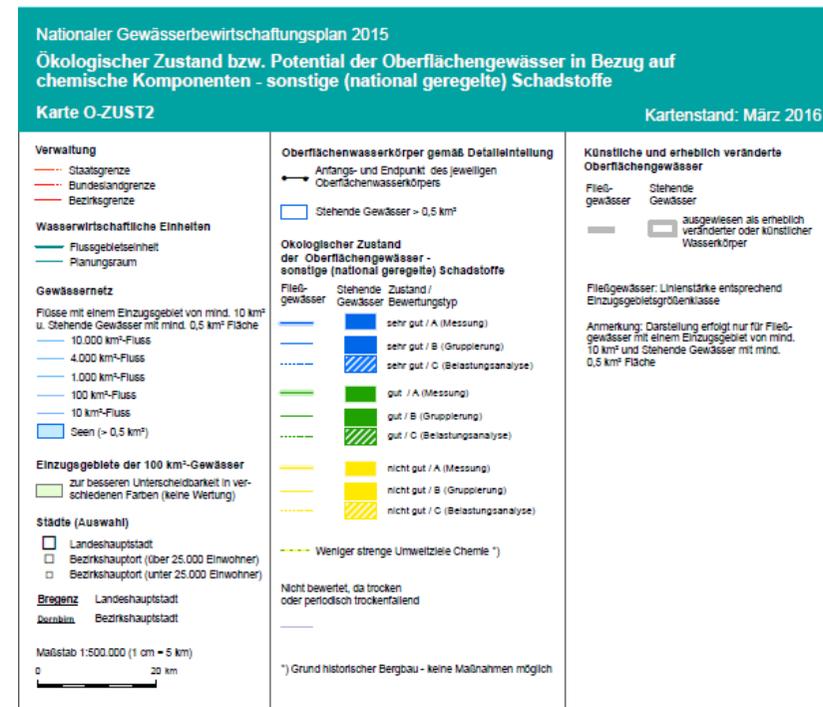
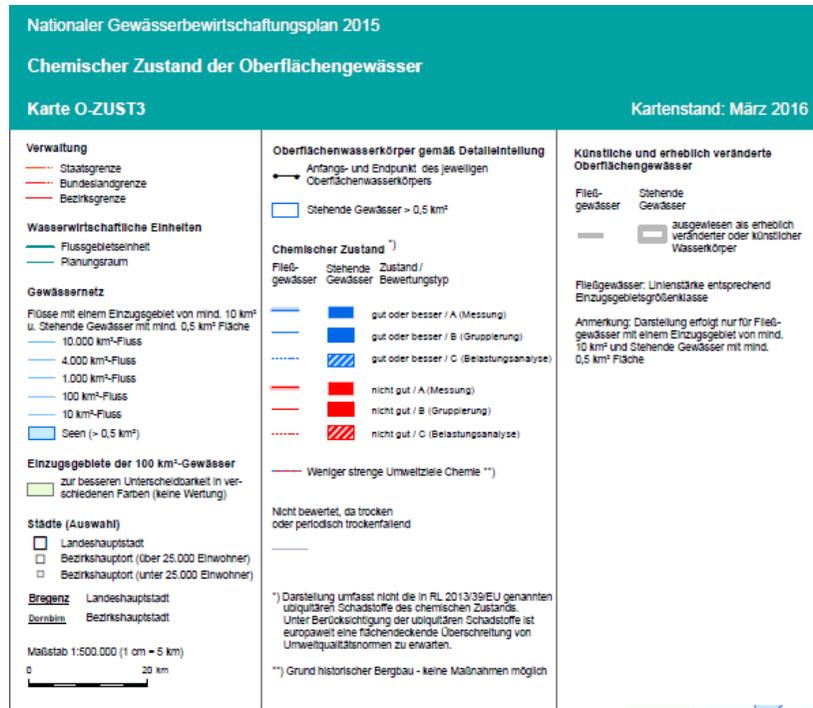


Abbildung 16: Auszug des ökologischen Zustands der Donau im Bereich Wien

Situations-
analyse

2.4 Wasserqualität Chemischer Zustand des Donauwassers



„In dieser Karte ist der Zustand der natürlichen Oberflächengewässer und der Zustand der erheblich veränderten oder künstlichen Oberflächengewässer in Bezug auf chemische Parameter dargestellt.“²⁰

Der gewählte Bereich der Donau ist blau gekennzeichnet, die chemische Wasserqualität daher gut und damit unbedenklich.

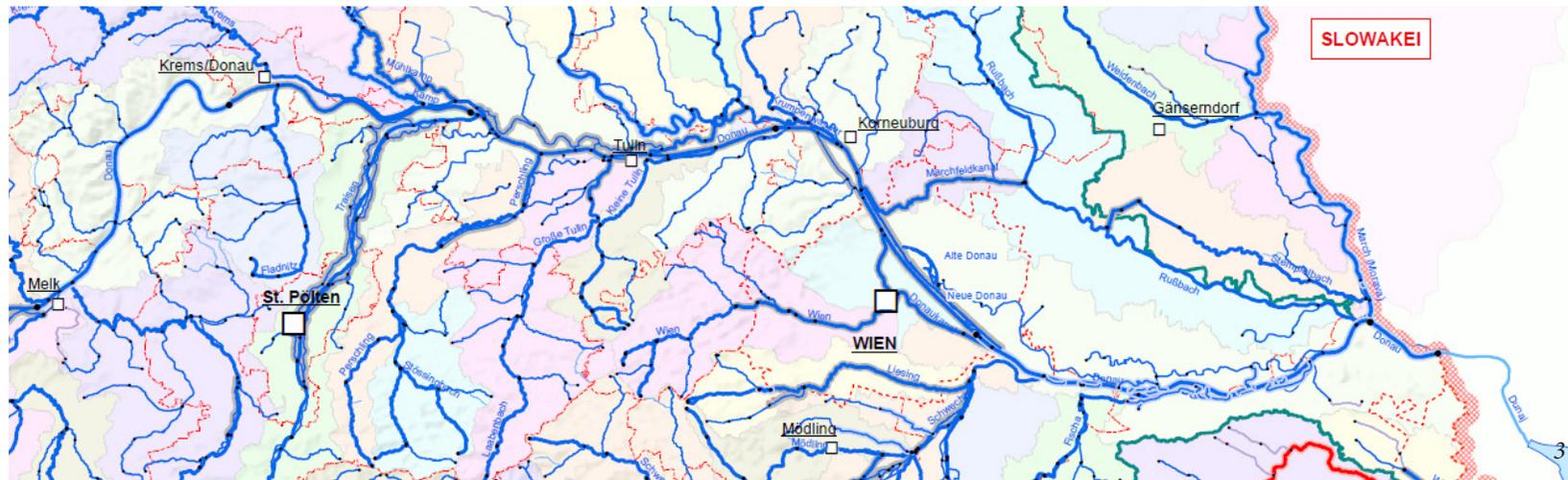


Abbildung 17: Auszug des chemischen Zustands der Donau im Bereich Wien

2.4 Wasserqualität

Biologischer Zustand des Donauwassers

„In dieser Karte ist der biologische Zustand der natürlichen Oberflächengewässer und der erheblich veränderten oder künstlichen Oberflächengewässer bezüglich stofflicher Belastungen angegeben.“²¹

Der gewählte Bereich der Donau ist grün gekennzeichnet, die biologische Wasserqualität daher gut und damit unbedenklich.

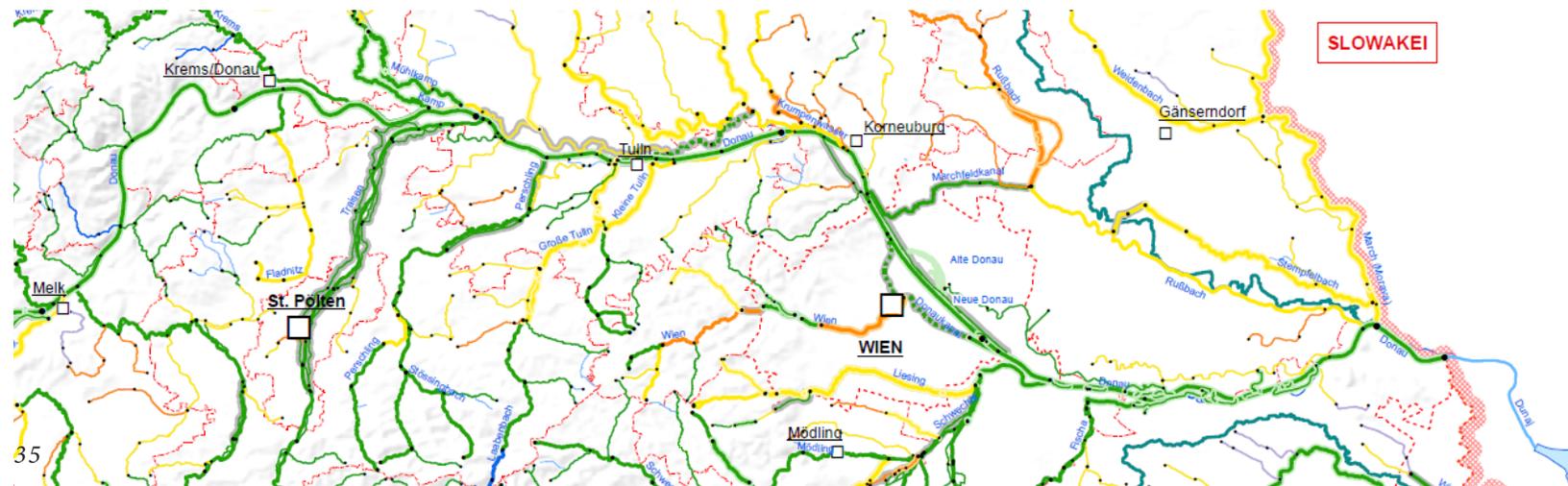
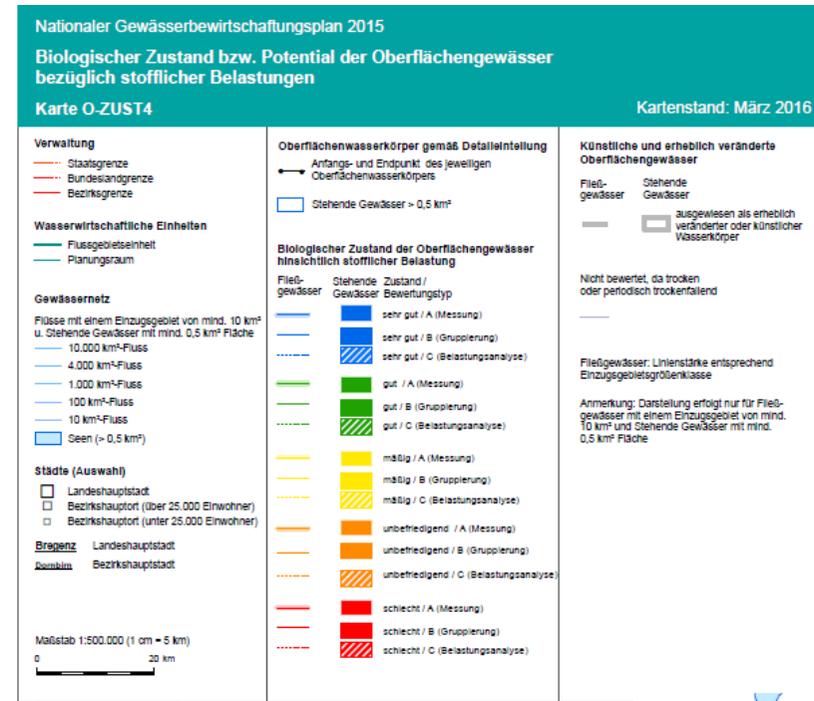


Abbildung 18: Auszug des biologischen Zustands der Donau im Bereich Wien

Situations-
analyse

2.4 Wasserqualität

Fazit

Die Wasserkarten zeigen eine ausreichende Wasserqualität der Donau im Bereich Handelskai, um darin gefahrlos zu schwimmen. Auch die bereits stattfindende, inoffizielle Schwimmnutzung des Hauptstroms in Wien bestätigt diese Annahme.

Aufgrund der hohen ökologischen Achtsamkeit Wiens auf seine Gewässer ist eine Verschlechterung der Bedingungen in naher Zukunft nicht wahrscheinlich.

Sollte die Wasserqualität entgegen dieser Informationen tatsächlich abnehmen oder keine ausreichende Badequalität aufweisen, wären Lösungen, die bereits bei Naturpools angewandt werden, auch bei dem folgenden Projekt anzudenken.

Der Grund, weshalb der Hauptstrom der Donau in Wien nicht zum Baden freigegeben wird, kann ähnlich gewertet werden, wie beim Donaukanal. *In einem Interview sprach Donaukanalkoordinator Bernhard Engleder von der Strömung als Hauptproblem. Daher sollen die Bewohner, die tatsächlich Baden möchten, es auf eigene Gefahr machen, ähnlich dem Bergsteigen.²²*

Klar ist allerdings auch, dass bei Hochwasser und Überschwemmungen die Wasserqualität nicht gehalten werden kann. In dieser Zeit müssen im Freien liegende Badeinstitutionen allerdings ohnehin aus Sicherheitsgründen geschlossen bleiben.

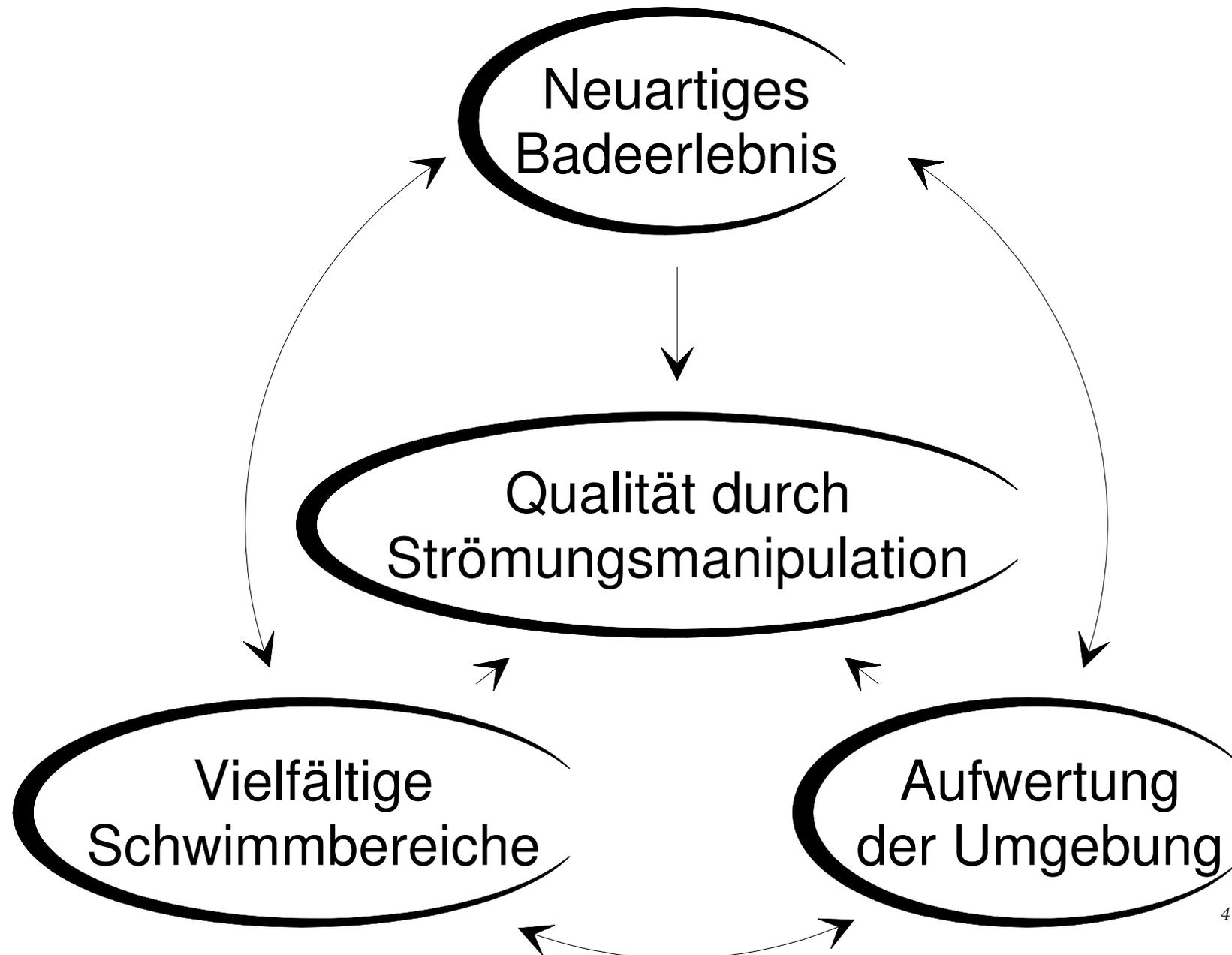
Wie bei der Neuen Donau ist eine Freigabe des Wassers zum Schwimmen erst nach einer gewissen Zeit und ausreichend Überprüfungen möglich.

Ziele der
Arbeit

3 Ziele der Arbeit

Ziele der
Arbeit

For me, architecture is the means, not the end. - Bjarke Ingels²³



3.1 Überblick

Vielfältige Schwimmbereiche

Der größte Unterschied zwischen Neuer Donau und Donauhauptstrom ist die vorhandene, wenn auch geringe, Strömung. Diese soll durch Bündelung und Zerstreung unterschiedliche, bisher nicht erfahrbare Wasserqualitäten erzeugen.

Neuartiges Badeerlebnis

Die Neue und Alte Donau sind stehende Gewässer und als solche mit Badeseen vergleichbar. Was sie nicht bieten ist das Erlebnis in einem wirklichen Fluss zu schwimmen. Die Erfahrung der Strömung auf der Haut oder die wohlige Sicherheit einer Bucht können sie daher nicht erzeugen. Ein Bad in der Donau allerdings schon. Diese Erfahrung soll das Projekt bieten.

Qualität durch Strömungsmanipulation

Die beschriebenen Ziele stehen miteinander in Zusammenhang. All diese Qualitäten sollen durch die gewählte Methode der Strömungsmanipulation erreicht werden. Dabei wird die vorhandene Strömung der Donau direkt durch bauliche Eingriffe gelenkt um die erwünschten Effekte zu erzielen.

Aufwertung der Umgebung

Ein Ziel des Projekts ist die Belebung des rechten Donauufers, sodass der umgebende öffentliche Raum aktiviert wird. Die Bevölkerung soll diesen Platz als Naherholungsraum und als lohnenswertes Ausflugsziel erkennen. Solch eine Umprogrammierung der Wahrnehmung muss aktiv durch Leuchtturmprojekte mit Herausstellungsmerkmalen geschehen. Auch in diesem Bereich kann der richtige Anreiz zur gewünschten intensiven Freizeitnutzung führen.

Das rechte Donauufer hat den Charakter eines Hochwasserschutzes wie er auf der Donauinsel bewusst vermieden wurde. Der Hauptstrom wird in Wien als reiner Gütertransportweg abgestempelt. Derzeit noch zurecht. Das Projekt soll den Damm und den Hauptfluss in ein neues Licht rücken.

3.2 Neuartiges Badeerlebnis

Die Donau hat in Wien zwei Gesichter. Es gibt zum einen den Güterverkehrsweg Donau. Dieser ist in der Historischen Entwicklung ausreichend beleuchtet. Dann gibt es noch die stehenden Schwimmgewässer Donau. Zu ihnen gehören beispielsweise die „Neue Donau“ und die „Alte Donau“.

Die stehenden Gewässer der Donau gleichen, wie ihr Name bereits aufzeigt, eher Badeseen oder -teichen. Diese Wahrnehmungen der Donau sollen um eine weitere bereichert werden: Der Fluss Donau. Die Donau als fließendes Schwimmgewässer.

Die Renaissance der Flussschwimmbäder, die derzeit in Europa kursiert, soll auch in Wien Einzug halten. Mit der Donau als einer der wichtigsten europäischen Flüsse sind dafür die besten Voraussetzungen gegeben.

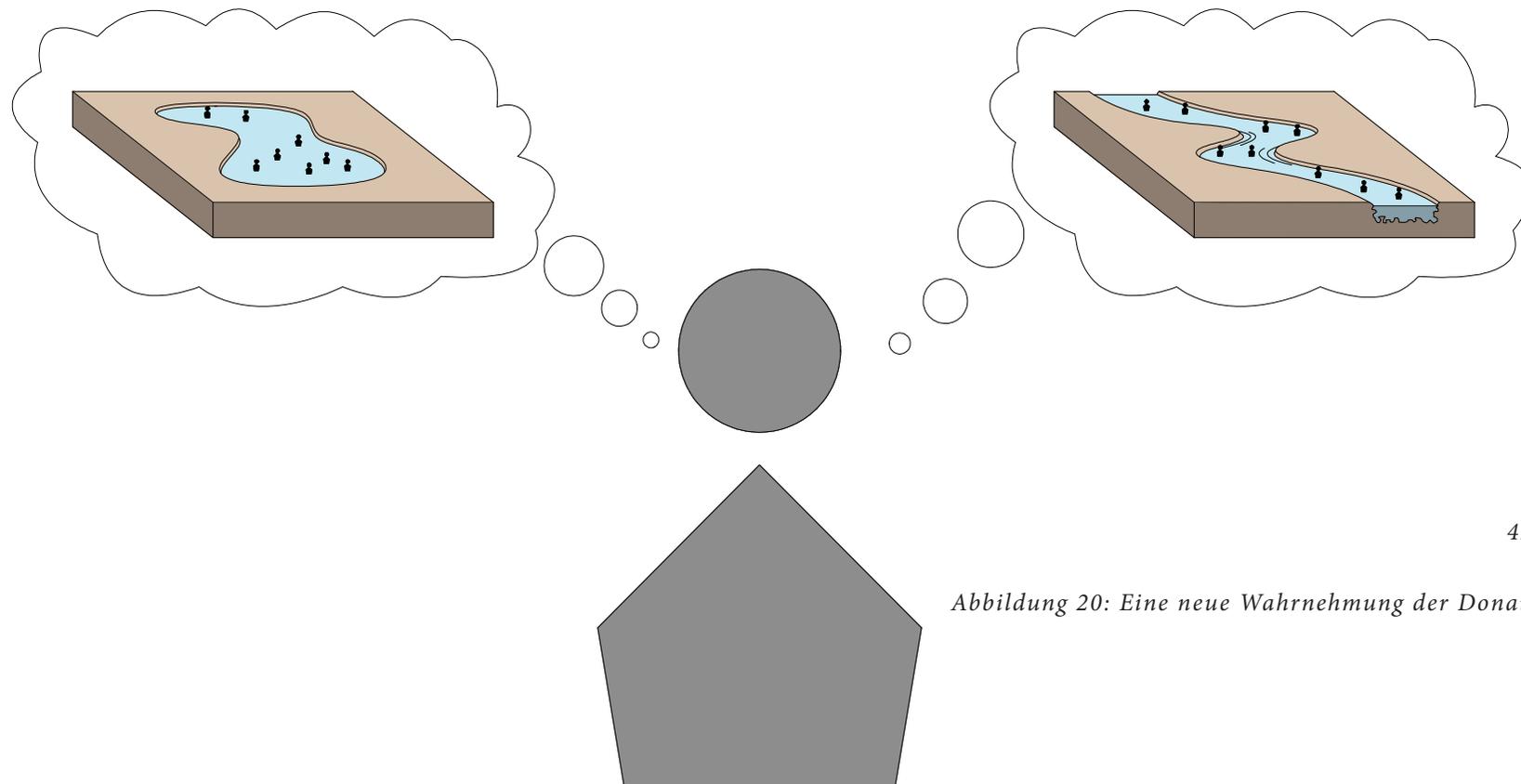


Abbildung 20: Eine neue Wahrnehmung der Donau

3.3 Vielfältige Schwimmbereiche

Das Hauptziel der Arbeit ist die Erzeugung der strömungsabhängigen Schwimmbereiche eines klassischen Schwimmbads durch Lenkung der natürlichen Strömung der Donau. So soll eine gänzlich neue Art von Flussbad entstehen.

Die Strömung der Donau soll den Nutzern auf möglichst vielfältige Weise näher gebracht werden. Auf dem Wasser treiben lassen, gegen den Strom anschwimmen, in die Fluten springen, um nur einige Varianten zu nennen.

Dazu sollen die klassischen Schwimmbereiche, die ein Bad heutzutage vorzuweisen hat, abgedeckt sein. Neben einem Saunabereich ist vor Allem ein Sportbecken, dass für Wettkämpfe genutzt werden kann von Bedeutung.

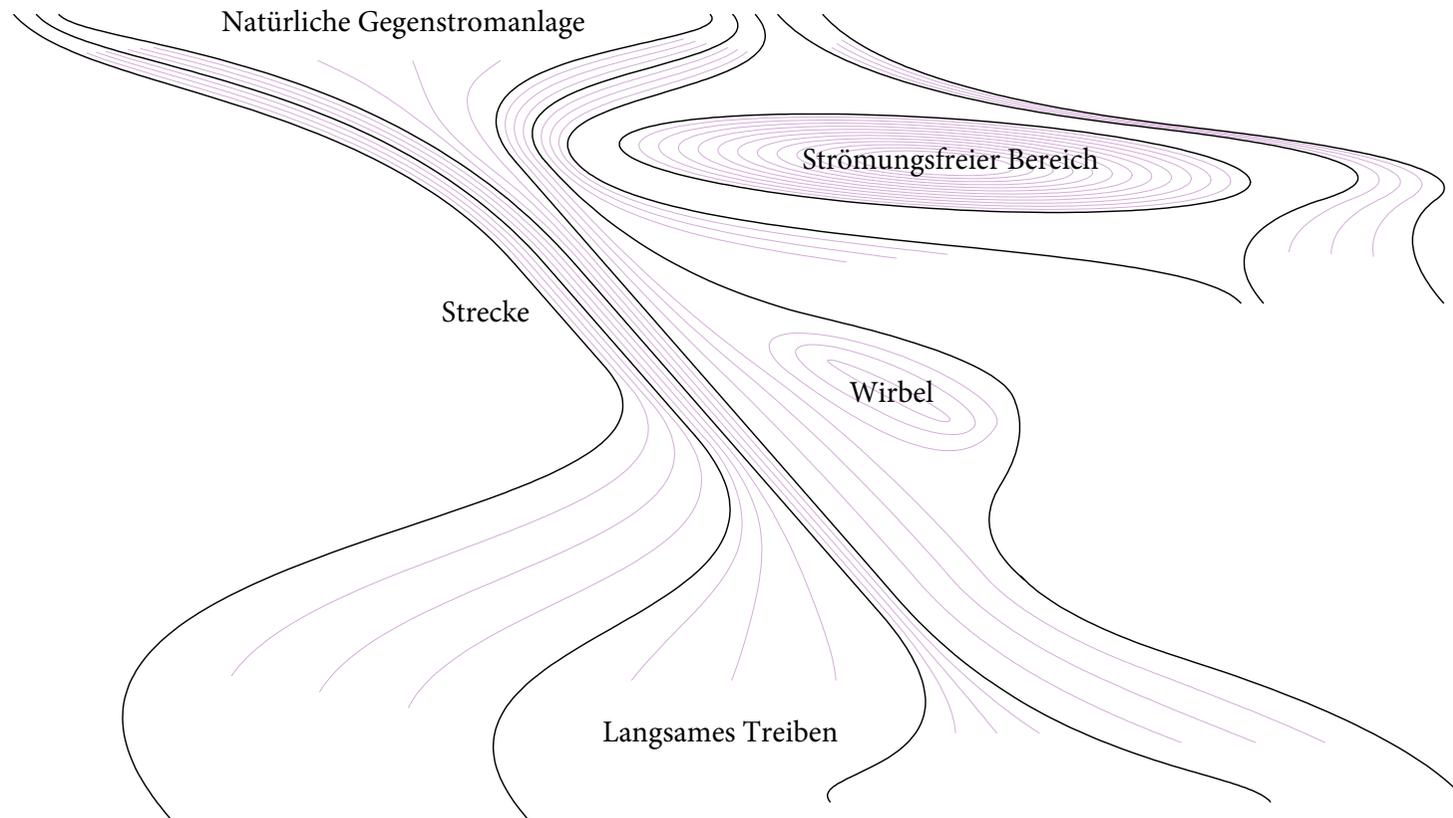


Abbildung 21: Strömungsmanipulation erzeugt verschiedene Fließgeschwindigkeiten und Schwimmbereiche

3.4 Aufwertung der Umgebung

Ziele der Arbeit

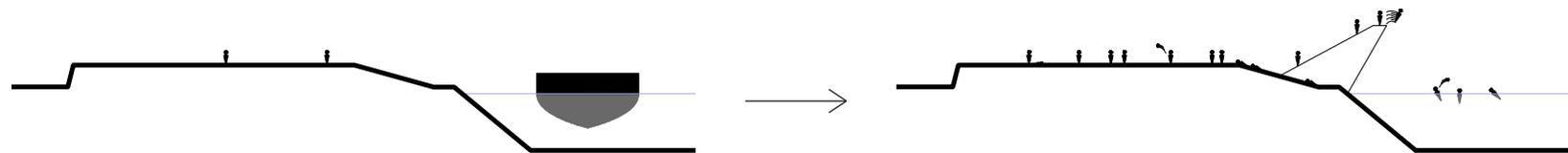
Das rechte Donauufer ist der vernachlässigste Bereich entlang des Wiener Donauabschnitts. Ein relativ schmaler Grünstreifen, der vom Ufer durch eine stark bewachsene Gesteinsböschung abgetrennt ist, bietet es wenig Anlass zum Aufenthalt. Nur die Anlegestellen der Transport- und Containerschiffe, sowie gelegentliche Betonstufen durchbrechen die Monotonie der Uferfront.

Die Aufwertung der Uferfront zu einem lohnenden Ausflugsziel soll das rechte Donauufer insgesamt zu einem Naherholungsgebiet machen. Das Ziel des Projekts ist, Stein des Anstoßes zur überfälligen Entwicklung des Donaubereichs um den Handelskai zu sein.

Die Vision der Arbeit ist, dieses lineare Ufer der Gleichförmigkeit durch Buchten, Auskragungen und Inseln in eine Flusslandschaft umzugestalten, die durch Variation und Vielfältigkeit geprägt ist. Der Damm soll durch Hügel und Schluchten Punkte der Aussicht und der Geborgenheit kreieren.

Im besten Fall entsteht dadurch nicht nur eine deutlich längere Uferzone, sondern wird diese Zone auch abwechslungsreicher und damit attraktiver gestaltet.

Die aktive Rolle, die bauliche Maßnahmen und Leuchtturmprojekte bei der Wahrnehmungsänderung von Orten einnehmen, zeigen Projekte wie das Hafensbad in Kopenhagen von Bjarke Ingels Group und Julien de Smedt. Der ehemals infrastrukturell geprägte Hafen wurde der Bevölkerung mit einer Reihe spannender Projekte zugänglich gemacht. Heute ist der Kopenhagener Hafen ein beliebtes Naherholungsgebiet der Bewohner geworden.



3.5 Qualität durch Strömungsmanipulation

Die beschriebenen Ziele stehen miteinander in Zusammenhang. All diese Qualitäten sollen durch die gewählte Methode der Strömungsmanipulation erreicht werden. Dabei wird die vorhandene Strömung der Donau direkt durch bauliche Eingriffe gelenkt um die erwünschten Effekte zu erzielen.

Die Methode zur Entwicklung und Evaluierung der Wirksamkeit ist die im Wasserbau angewendete und übliche „Numerische Strömungsanalyse“. Dadurch ist dieses Projektziel weitestgehend objektiv beurteilbar.

Die erfolgreiche Strömungsmanipulation ist für das Erreichen der anderen Ziele der Arbeit, auf direkte und indirekte Weise, von Bedeutung.

Ziele der Arbeit

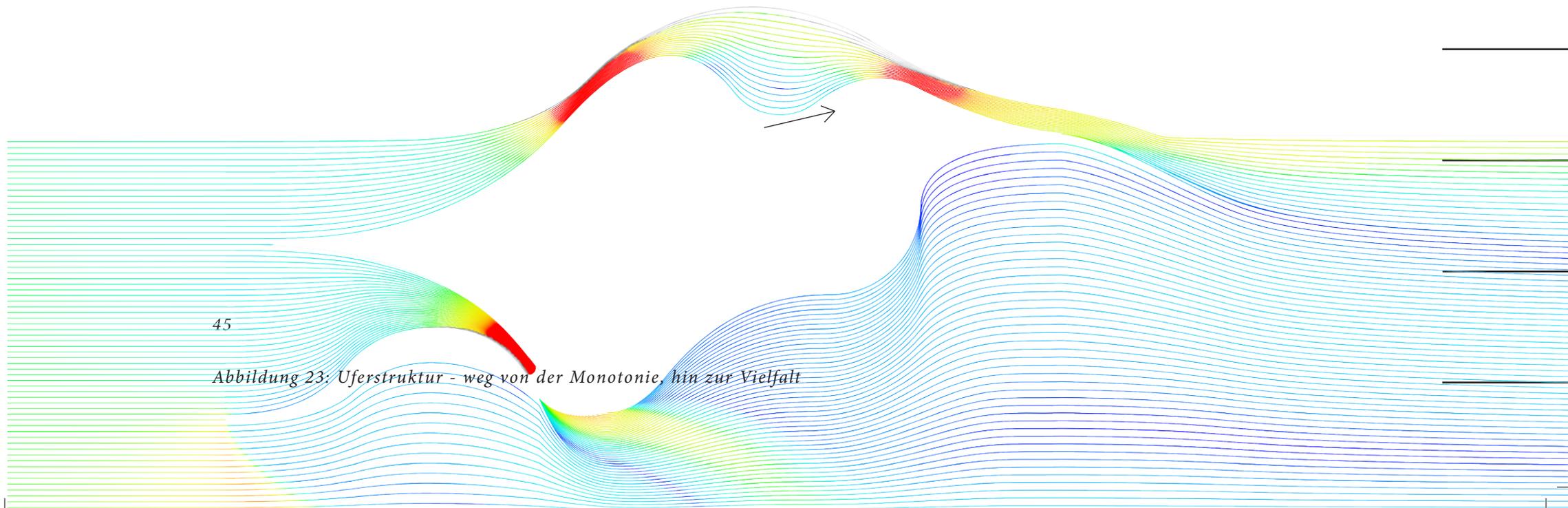


Abbildung 23: Uferstruktur - weg von der Monotonie, hin zur Vielfalt

4 Material & Methodik

Ist dies schon Wahnsinn, so hat es doch Methode. - William Shakespeare²⁴

4.1 Grundlagen

Daten der Donau - Allgemein

Material &
Methodik

	Donau	Neue Donau
Maximale Durchflussmenge	$8.800 \text{ m}^3/\text{s}^{25}$	$5.200 \text{ m}^3/\text{s}^{27}$
Sohlgefälle	$0,046 \text{ Prozent}^{26}$	$0,046 \text{ Prozent}^{28}$

Die grundlegenden Daten zur Donau im Gebiet Wien stammen von der Stadt Wien.

Hilfreiche Daten kommen zusätzlich von „via donau – Österreichische Wasserstraßen-Gesellschaft mbH“, ein dem Verkehrsministerium unterstelltes Unternehmen. Dazu zählen auch die von „DoRIS - Donau River Information Services“ verfügbaren Informationen, das von „via donau“ betrieben wird.

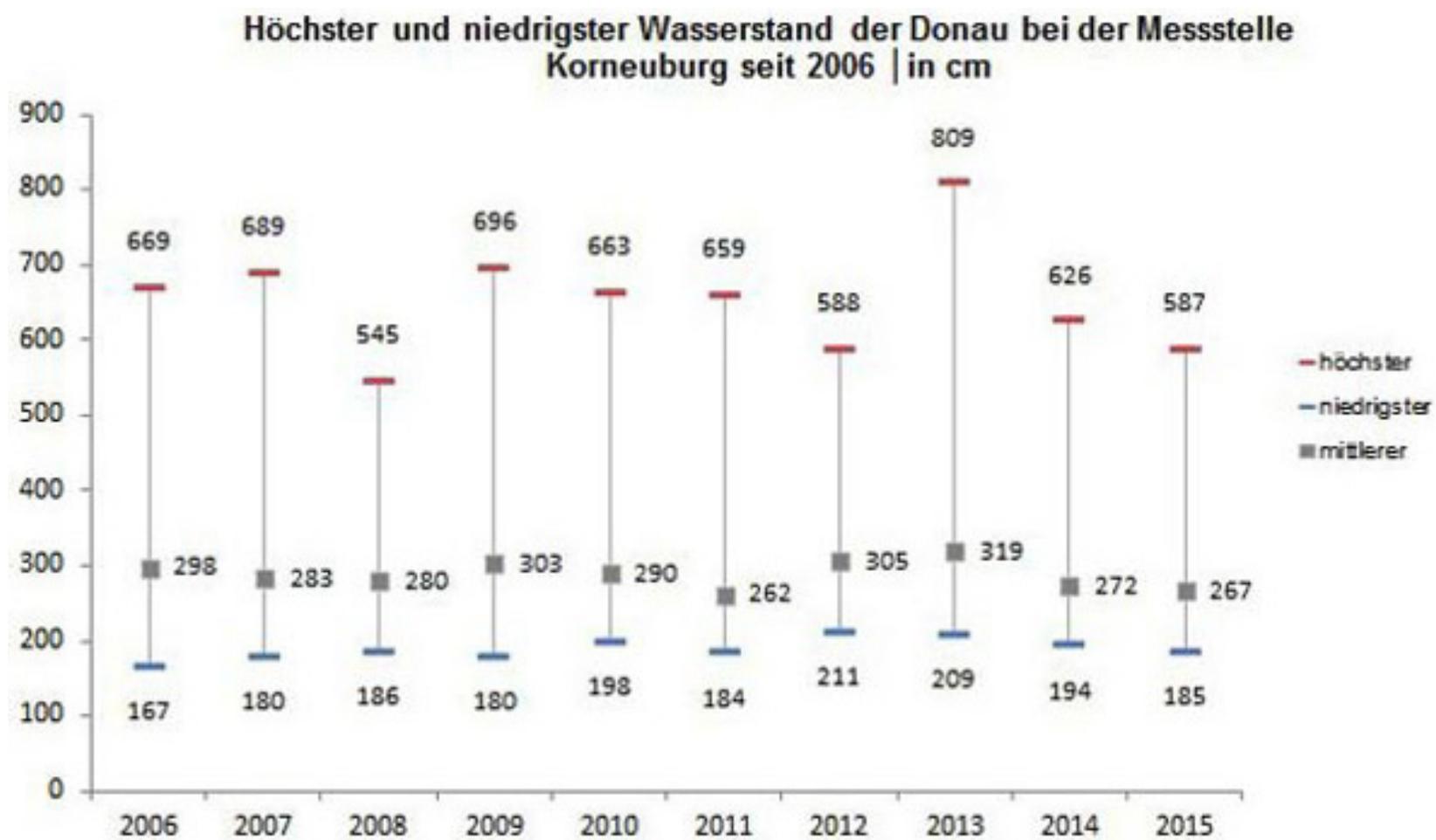


Abbildung 24: Jährliche Pegelschwankung der Donau bei Korneuburg

4.1 Grundlagen

Daten der Donau - Standortspezifisch

Die standortspezifischen Daten wurden der 2012 durchgeführten Diplomarbeit mit dem Thema „3D-Modellierung der Grundwasserverhältnisse für einen Teilbereich der Donauinsel in Wien“²⁹ entnommen.

Diese bearbeitet, wie der Titel zeigt, eine andere Fragestellung in genau dem Kerngebiet, das dieses Projekt als Standort gewählt hat.

Daher können wertvolle Umgebungsinformationen zur Ufer- und Sohlausbildung der Donau aus erwähnter Arbeit herausgelesen werden.

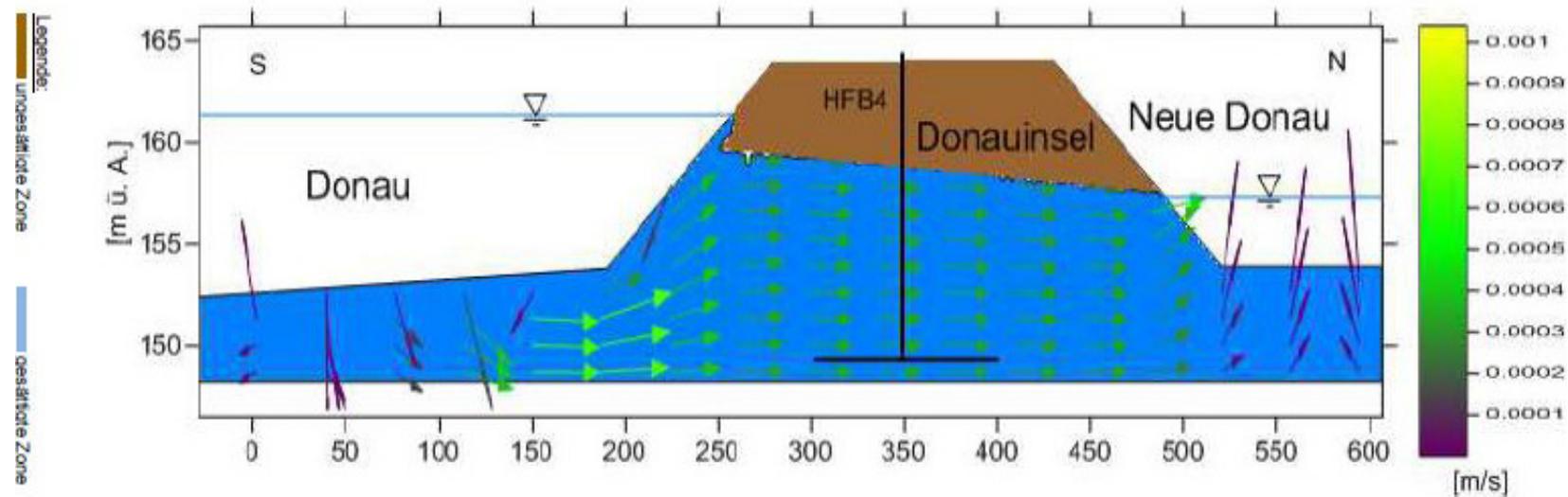


Abbildung 25: Höhenschnitt mit Wasserverlaufslinie zwischen Donau und Neuer Donau

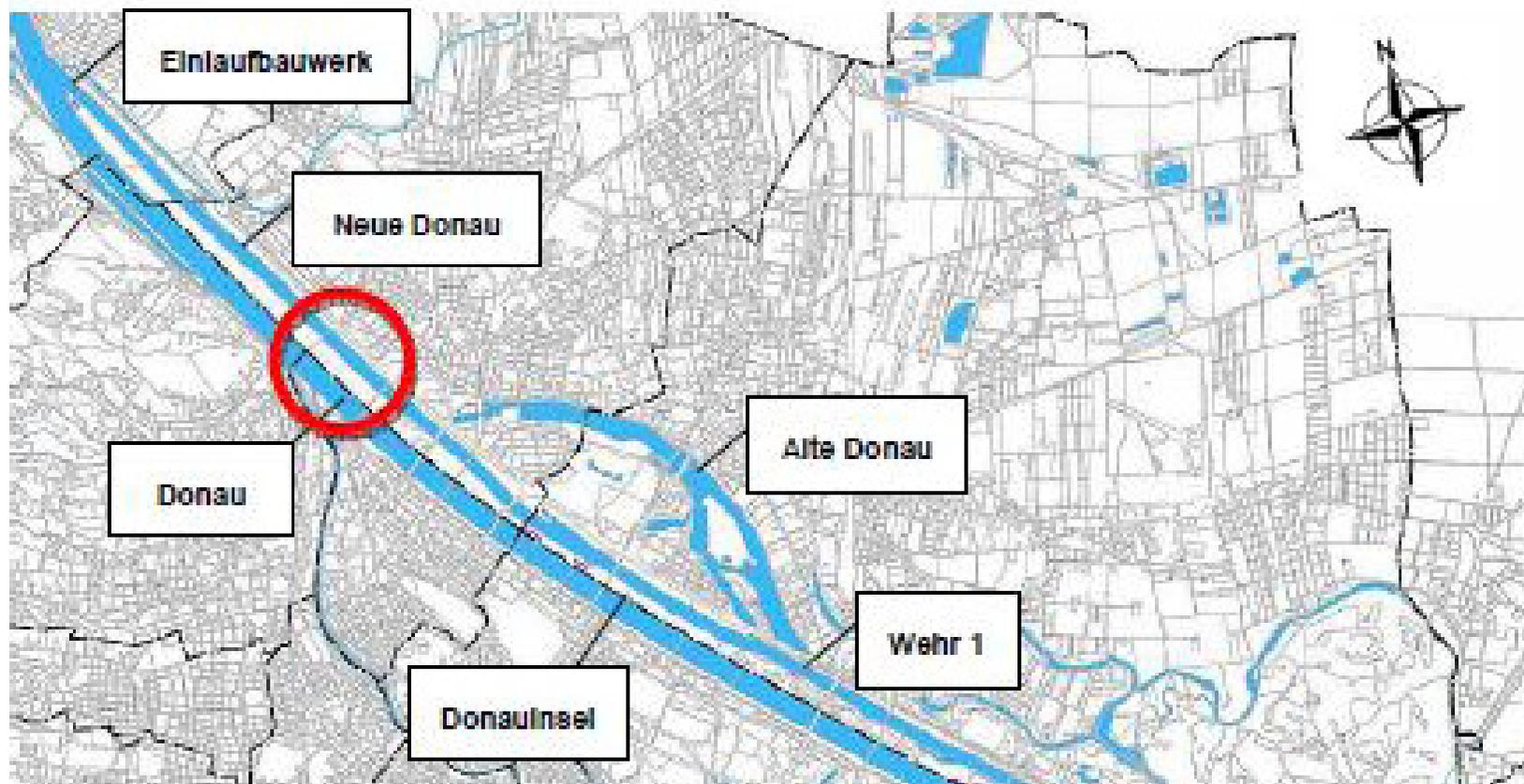


Abbildung 26: Das Zielgebiet der genannten Diplomarbeit ist ident mit dem ausgewählten Projektstandort

4.1 Grundlagen

Grundlegendes Verhalten von fließenden Gewässern

Bei Gewässerläufen wird die durchschnittliche Geschwindigkeit, mit der sich das Wasser durch das Flussbett bewegt, als Fließgeschwindigkeit bezeichnet.

In der Regel beträgt sie zwischen 0,1 und 6 m/s.

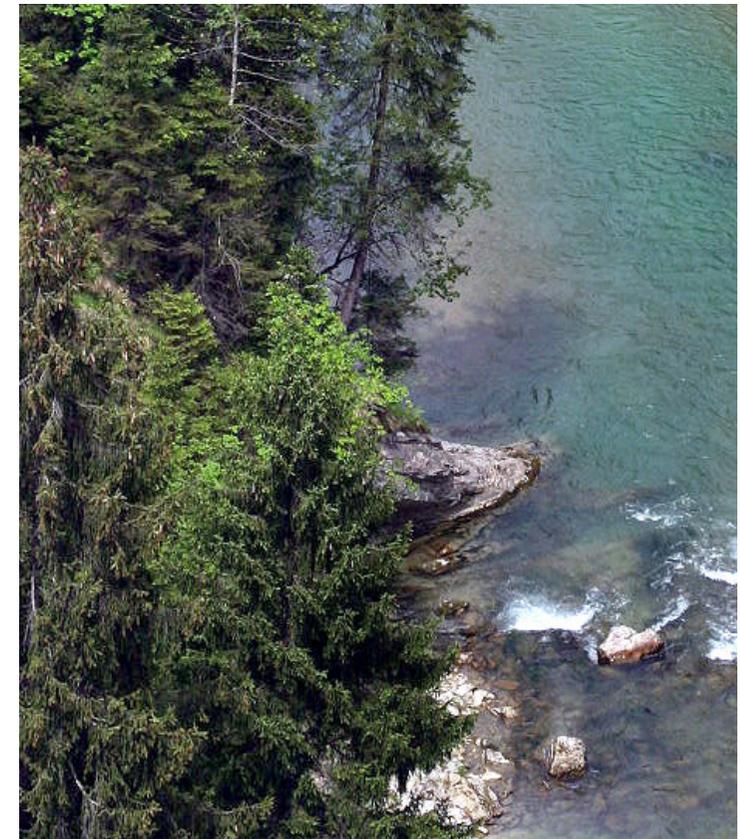
„Die Fließgeschwindigkeiten im Gewässerbett hängen vom Abfluss, dem Gefälle, den Gerinnungsabmessungen und den Gewässerbettstrukturen ab. Letztere bestimmen die Fließwiderstände.“³⁰

Gemeinsam mit dem Fließprofil, dem Querschnitt des wasserführenden Flussbettes, bilden sie die zwei wesentlichsten Einflussfaktoren auf die auftretende Strömung. Der Abfluss, auch Volumenstrom, ist das Produkt der zwei Variablen.

„Im Querprofil (Abflussquerschnitt) ist die Geschwindigkeit eines Fließgewässers sehr ungleichmäßig verteilt, vor allem in den Ober- und Mittelläufen.

Die größten Fließgeschwindigkeiten werden in der Regel nahe der Wasseroberfläche von tieferen Fließbereichen erreicht, wohingegen sie in Ufer- und Sohlennähe reibungsbedingt deutlich abnehmen bzw. gegen Null tendieren.

Je unregelmäßiger ein Profil ausgebildet ist, desto ungleichmäßiger sind die Fließgeschwindigkeiten über den Querschnitt verteilt. Daher kann die Geschwindigkeit in einzelnen Querschnittsbereichen von der mittleren Geschwindigkeit erheblich abweichen, wodurch es u. a. zur Ausbildung von Sekundärströmungen kommt.“³¹





Flussläufe weisen noch einige Besonderheiten des Strömungsverhalten auf, die genannt und beachtet werden sollten. Während bei einem linearen Flussbett die Geschwindigkeit zur Querschnittsmitte zunimmt, verschiebt sie sich bei Flussschlingen zur Richtung Außenkante.³²

Von besonderem Interesse für diese Arbeit sind auftretende Hindernisse im Flusslauf, natürliche wie Felsen oder künstliche wie Brückenpfeiler. Diese beeinflussen das Fließverhalten stark. Es resultieren Verwirbelungen und Verminderung oder Erhöhung der Fließgeschwindigkeit.

In den folgenden Strömungsstudien werden mögliche Einflusszenarien von baulichen Hindernissen auf ihre Verwendung zur räumlichen Gliederung mit unterschiedlichen Wasserqualitäten untersucht.

Das Phänomen der Geschwindigkeitszunahme in Querschnittsmitte, sowie die Oberflächenstruktur des Flussbettes werden für diese vereinfachten Untersuchungen ausgeklammert.

4.1 Grundlagen

Mathematische Grundlagen von fließenden Gewässern

Die zwei wichtigsten Formeln des zeitgemäßen Wasserbaus sind die Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler, sowie die Kontinuitätsgleichung. Gemeinsam bilden sie die Grundlagen der Berechnung und Beschreibung des Verhaltens von Fließgewässern.

Im Folgenden werden sie näher betrachtet:

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler

$$v = k_{st} * R_H^{2/3} * I^{1/2}$$

v ...mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]
 k_{st} ...Rauheitsbeiwert nach Strickler [$m^{1/3}/s$]
 R_H ...hydraulischer Radius ($=A/U$) [m]
 I ...Fließgefälle [m/m]

Der hydraulische Radius ist Ausdruck des Verhältnisses von Querschnitt zu Umfang des Gewässers. Es wird jedoch nur der wasserbenetzte Umfang gewertet. Je näher ein Flussquerschnitt dem Halbkreis kommt, desto höher wird, bei gleicher Sohlrauheit, die Fließgeschwindigkeit.

Der Einfluss des Gefälles eines Flussbettes auf die Geschwindigkeit ist einleuchtend.

Der Rauheitsbeiwert schließlich lässt die Oberflächenbeschaffenheit des Flussbettes in die Gleichung einfließen.³³

Der Beiwert wird durch Untersuchungen vor Ort oder im Labor ermittelt. Einflussfaktoren sind beispielsweise der Flusslauf (gewunden oder geradlinig), das Flussbettmaterial (Grober Kies, Schlamm, Beton etc.) und die Vegetation im Fluss (verkrautet oder frei).³⁴

Kontinuitätsgleichung

$$v = Q/A$$

v ...mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]
 Q ...Durchfluss [m^3/s]
 A ...Strömungsquerschnitt [m^2]

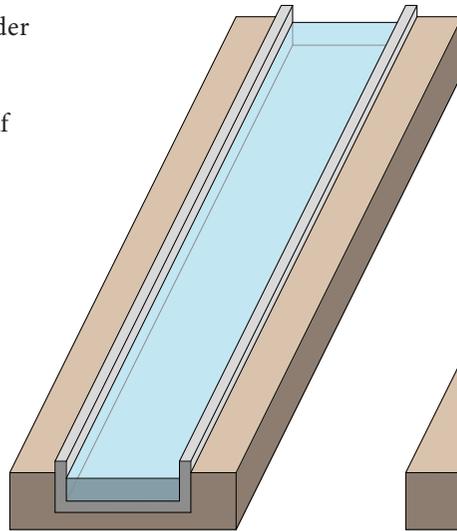
Die Kontinuitätsgleichung beschreibt den Zusammenhang von Fließgeschwindigkeit, Durchfluss und Strömungsquerschnitt.

So muss bei einem Fließgewässer an jeder Stelle dasselbe Wasservolumen in der selben Zeit fließen. Um das zu bewerkstelligen muss die Fließgeschwindigkeit bei Verengungen erhöht sein.³⁵

Da die Rauheit im Hauptstrom der Donau innerhalb Wiens als gleichbleibend angenommen werden kann, wird in dieser Arbeit die Kontinuitätsgleichung zur Geschwindigkeitsermittlung herangezogen.

Strömungsbegünstigender
Randbedingungen:

- geradliniger Flussverlauf
- glatte Flussbettstruktur
- wenig Vegetation



Strömungsreduzierender
Randbedingungen:

- gewundener Flussverlauf
- grobe Flussbettstruktur
- viel Vegetation

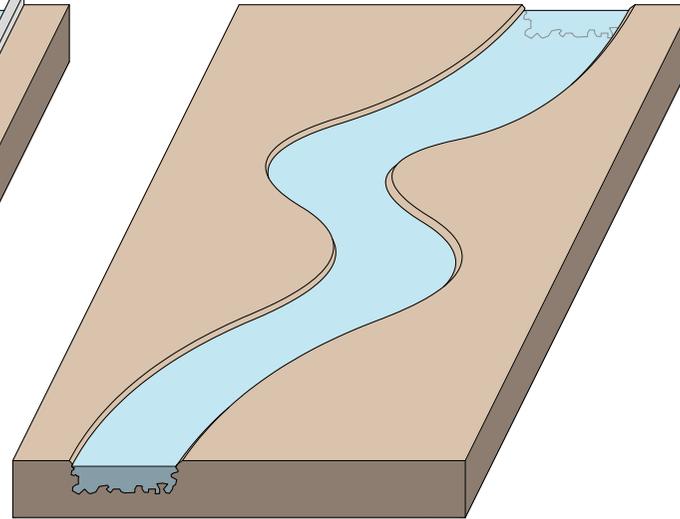


Abbildung 28: Beeinflussende Faktoren der Rauheit nach Strickler sind die Flussbettstruktur und der Vegetationsgrad

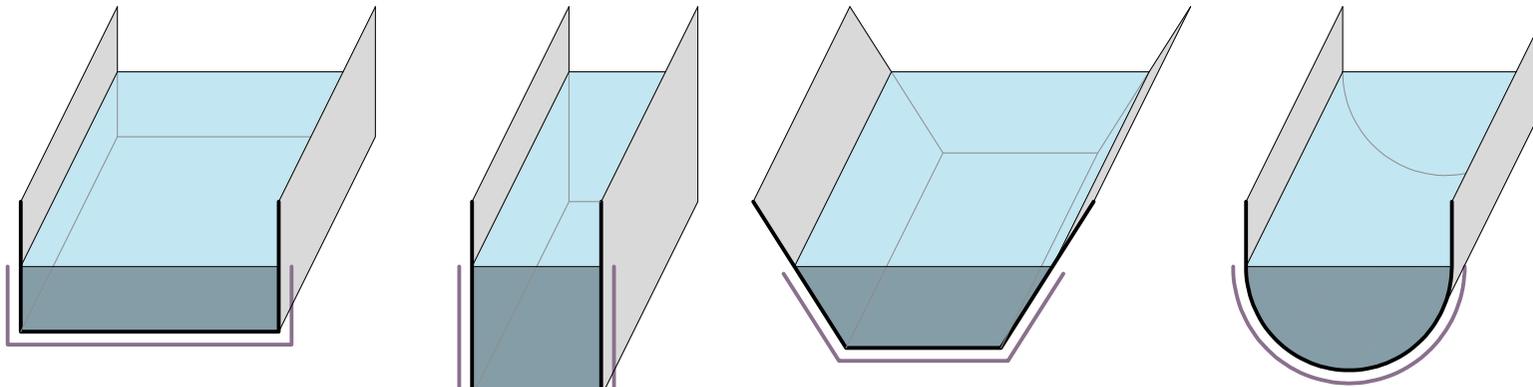


Abbildung 29: Hydraulischer Radius beispielhafter Querschnitte

	Hydraulischer Radius				
A	$(bxh) / (2xh+b)$	$(bxh) / (2xh+b)$	$[(b+mxh)xh] / [(b+2xh)x(\sqrt{1+m^2})]$	$(2 \times r \times \pi) / 2$	A
$A=1m^2$	1/3	1/3	1/2,68	1/2,51	$1m^2=A$

4.2 Entwurfsmethodik

Das Projekt wurde mit einer klar formulierten Strategie entworfen, die auf den folgenden Seiten Schritt für Schritt erläutert wird.

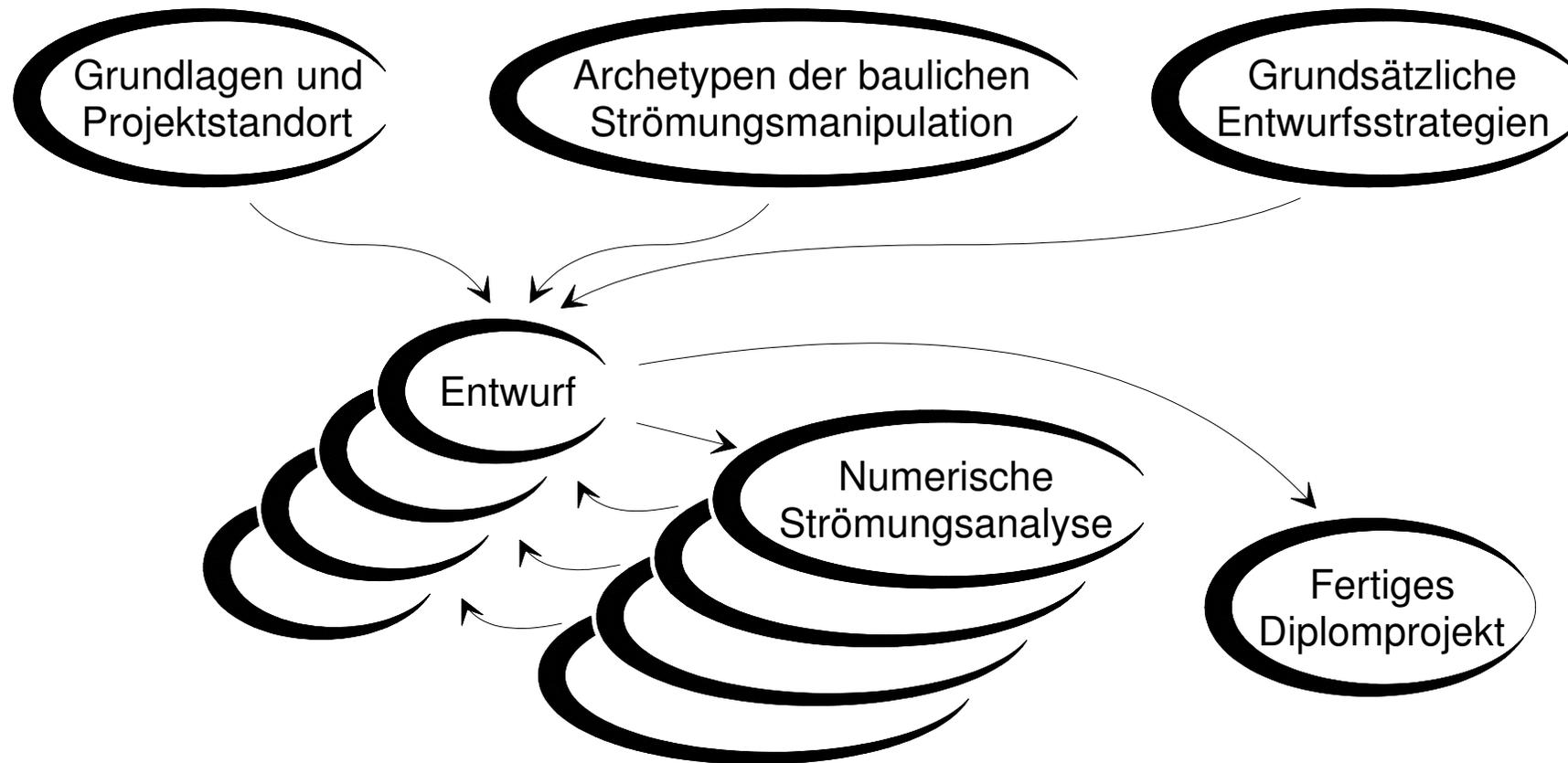
Zu Anfang stand die Recherche der Grundlagen und die resultierende Entscheidung für den spezifischen Projektstandort, die bereits im Kapitel 2.2 Projektstandort erläutert sind. Danach begann der eigentliche Entwurfsprozess:

Es wurden Wasserqualitäten in Bezug auf Fließgeschwindigkeit und räumliche Bedingungen formuliert. Archetypische volumetrische Strukturen wurden mittels computergesteuerter Strömungsversuche auf deren Tauglichkeit und möglichen Nutzen für Schwimmszwecke untersucht.

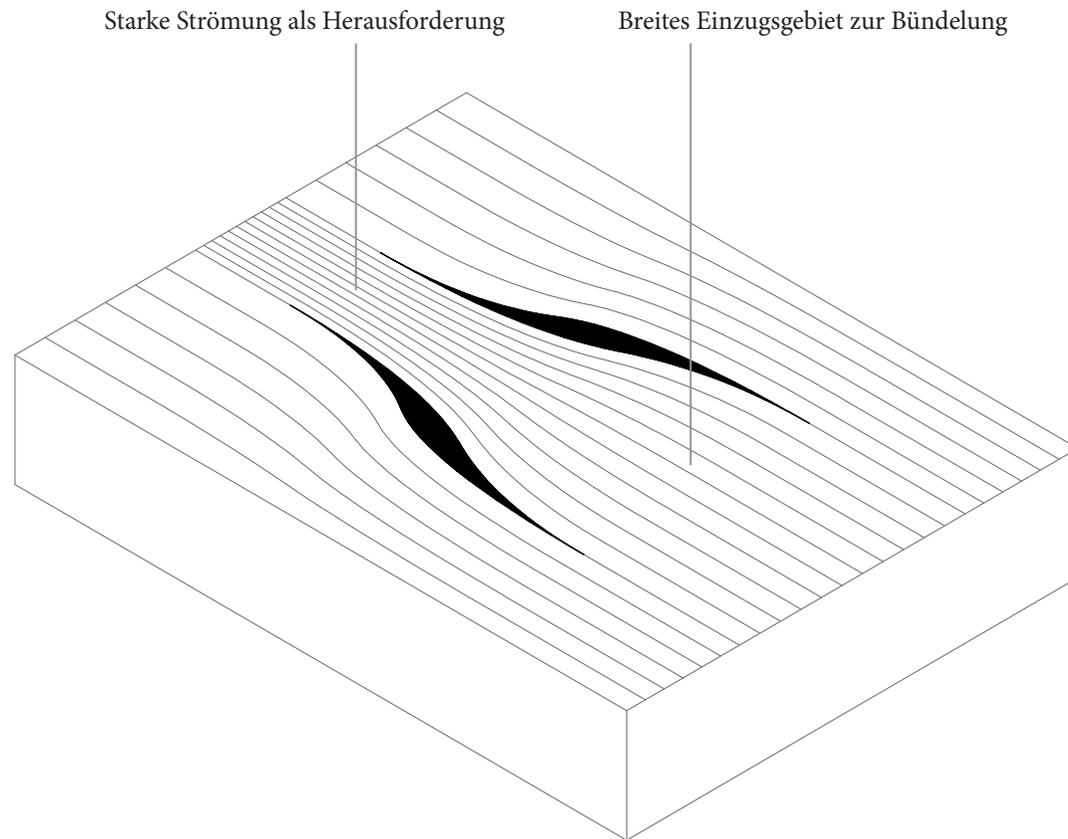
Nachdem die zur Verfügung stehenden Bausteine zur Wassermanipulation erprobt wurden, mussten einige grundsätzliche Strategien zum Umgang mit der Uferkante, der Bebauungsstruktur und der konstruktiven Verankerung des Projekts analysiert werden. Nach Abwägung der jeweiligen Vor- und Nachteile wurden die Erfolgsversprechendsten für den Entwurf gewählt.

Die baulichen Archetypen wurden räumlich zueinander organisiert und so ein frühes architektonisches Konzept erarbeitet. Dieses wurde in weiterer Folge durch Hilfe des Labors des Forschungsbereichs für Wasserbau an der TU Wien virtuell einer Numerischen Strömungsanalyse unterzogen. Dabei konnten Schwachstellen und Verbesserungspotential erkannt werden. In mehreren Analysezyklen wurde der Entwurf durch die Strömungsberechnung optimiert.

Im letzten Schritt wurden das dreidimensionale Computermodell des Projekts detailliert, die Grundrisse, Ansichten, Schnitte und Renderings erzeugt.



4.3 Prinzipien der Strömungsmanipulation: Die Engstelle



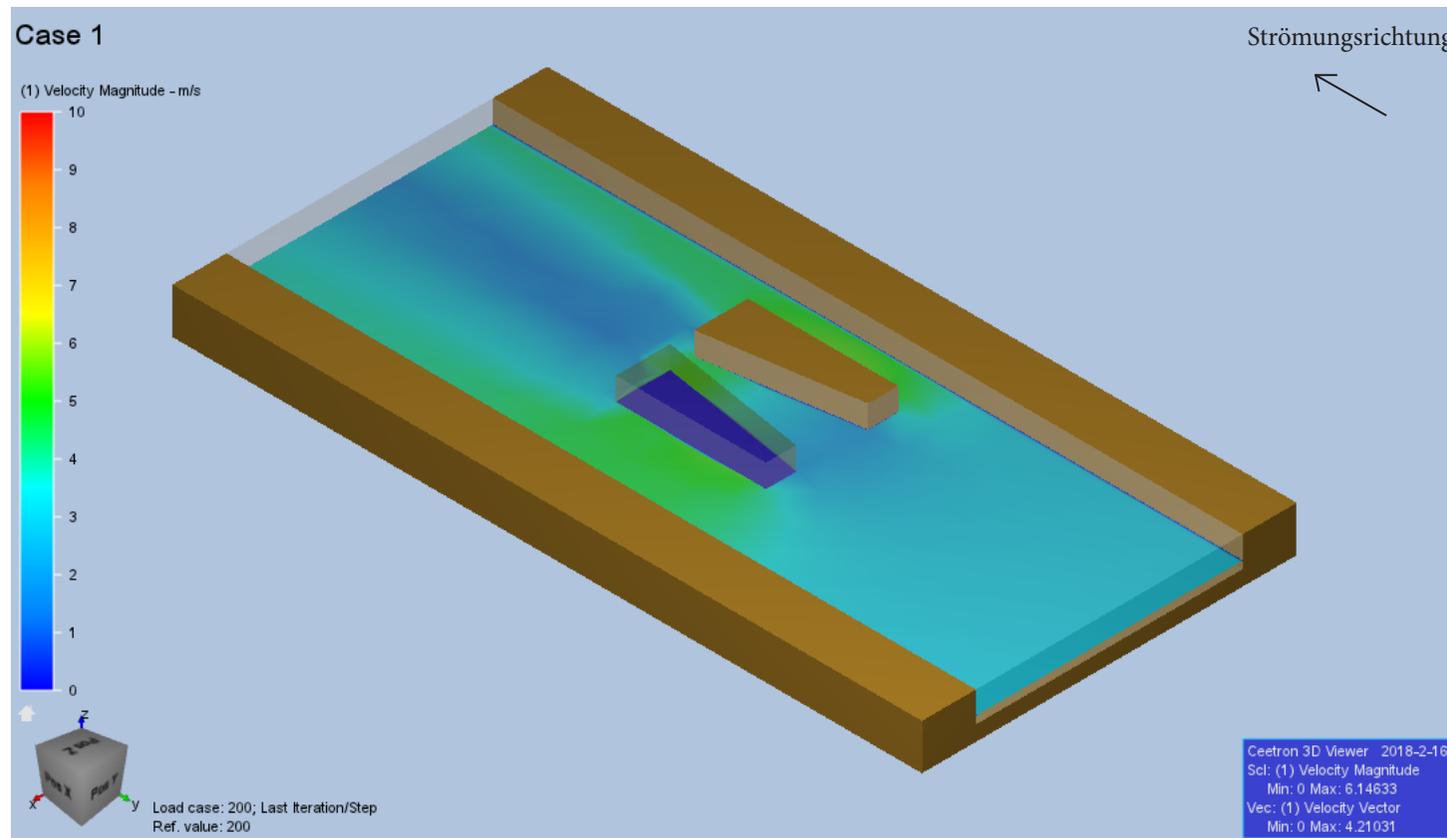
Gegen die Stromschnellen anzukämpfen, den Gewalten zu trotzen. Das direkte Aufeinandertreffen von Mensch und Natur kann eine Düse nur schwer vermitteln.

Die horizontale Verjüngen des Fließprofils, im weiteren als "Die Engstelle" bezeichnet, erzeugt eine erhöhte Fließgeschwindigkeit.

Direkt hinter der Engstelle entsteht eine beruhigte Wasserzone.

Ausschlaggebend für die resultierende Beschleunigung ist natürlich der verbleibende Querschnitt. Je kleiner dieser ist, desto schneller fließt das durchströmende Wasser.

Abbildung 31: Idee der Strömungssituation „Die Engstelle“

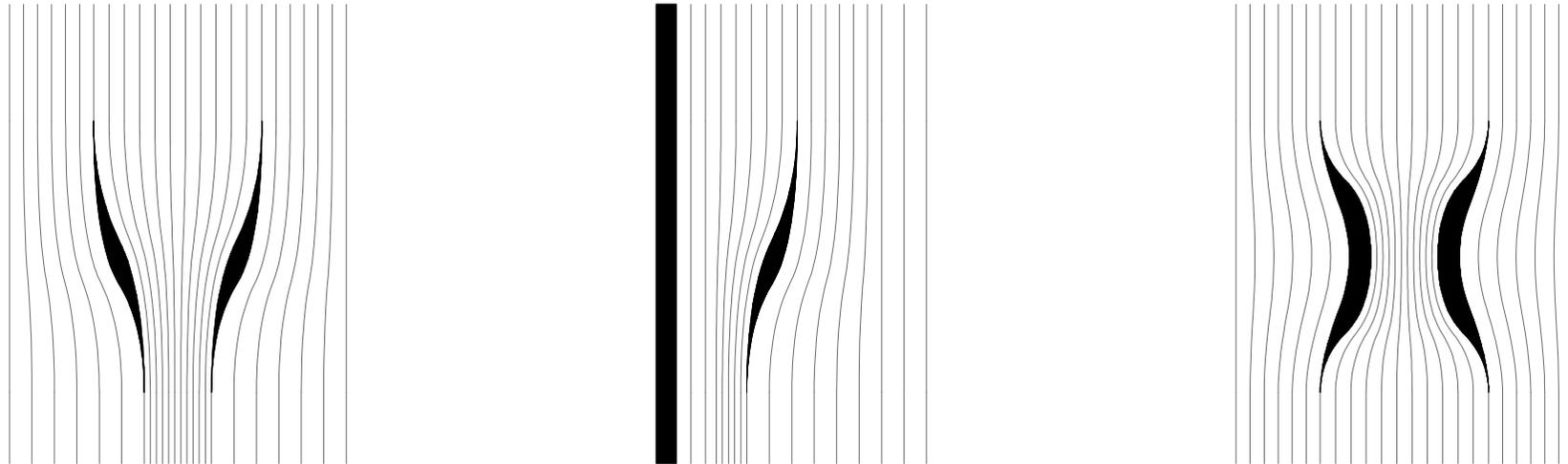


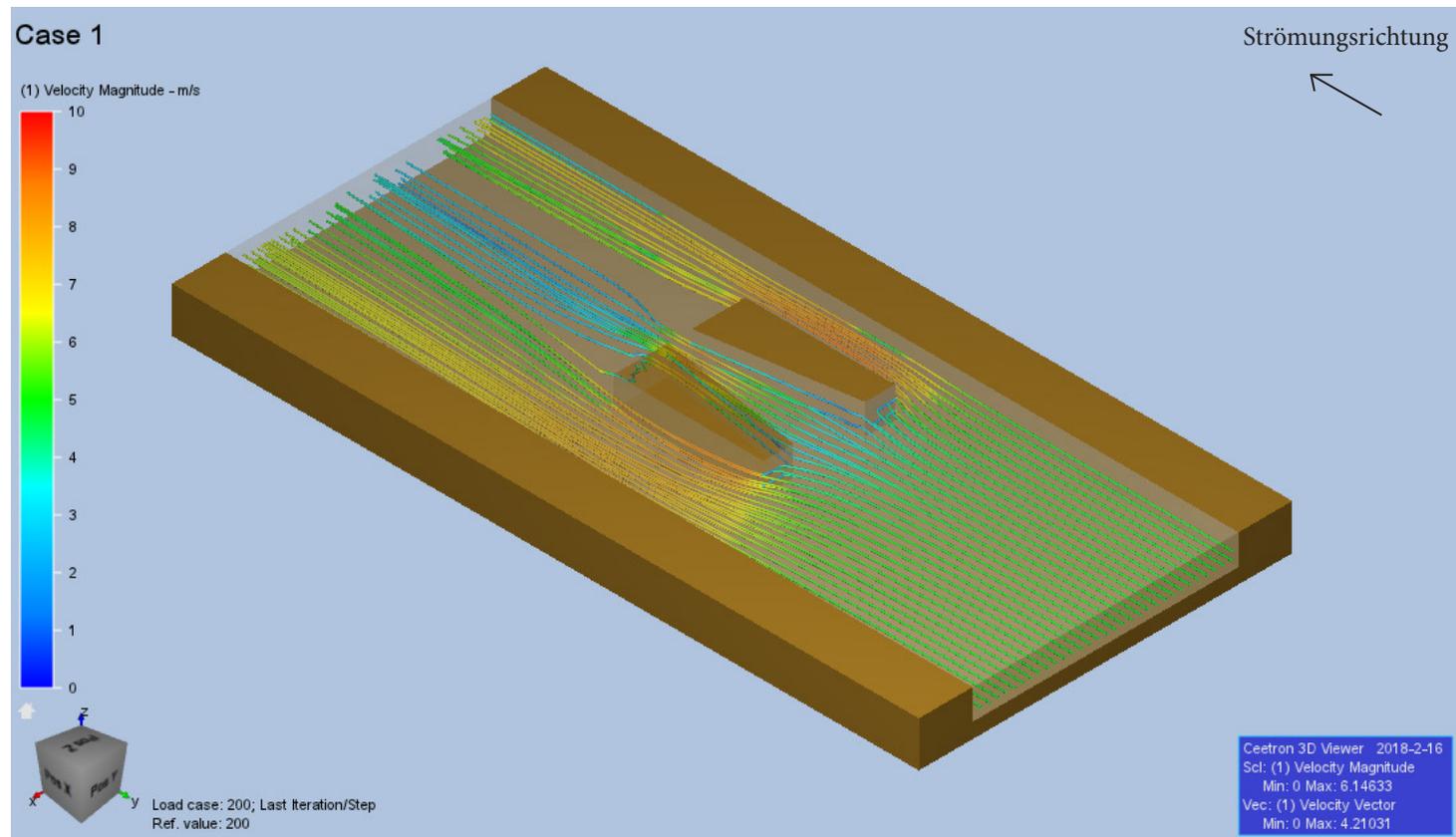
Die graduelle Verjüngung der Engstelle erzeugt eine kontrolliertere, kleinräumlichere Beschleunigung.

Gleichzeitig ist bei einer spitz zulaufenden Verjüngung mit geringerer Beanspruchung der Kopfenden der Barrieren zu rechnen.

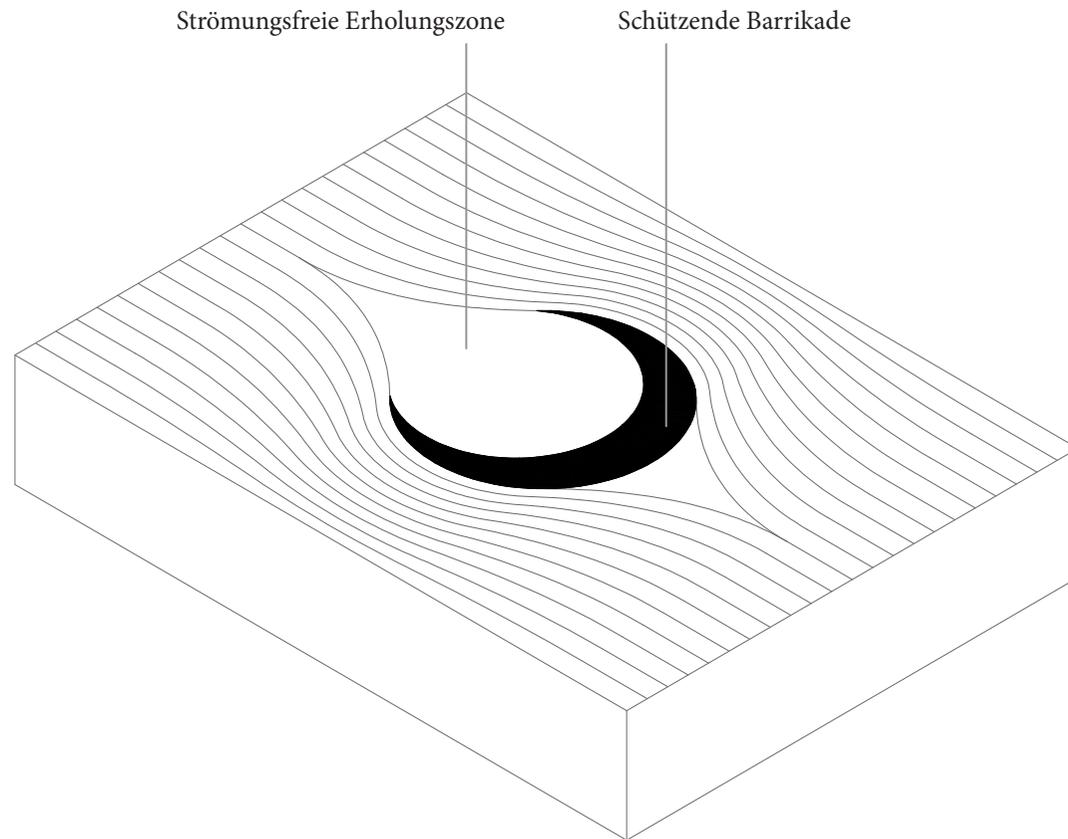
Das architektonische Potential für diese Arbeit besteht in der kontrollierten Schaffung einer Sekundärströmung. Die Nutzung als Eintritt in ein Strudelbecken oder als natürlich regulierte Gegenstromanlage ist denkbar.

Zu beachten ist die Austrittsgeschwindigkeit und die benötigte Austrittsfläche um die Geschwindigkeit wieder zu egalisieren.





4.3 Prinzipien der Strömungsmanipulation: Die Bucht



Der Ausblick einer schützenden Bucht, der Fluss so nah und doch so fern. Das Gefühl ähnelt dem Beobachten des Gewitters durch das Fenster. Erst die Sichtbarkeit der Strömung lässt die Entspannung der Sicherheit wirken.

Die Umklammerung eines bestimmten Wasserbereichs entgegen der Strömung, im weiteren als "Die Bucht" bezeichnet, erzeugt eine Zone nahezu stehenden Gewässers.

In prozentualer Abhängigkeit zum verbleibenden Fließprofil nimmt die Fließgeschwindigkeit im Restprofil zu.

Die Bucht umschließt eine komplett beruhigte Wasserzone.

Je kleiner die Öffnung zum restlichen Strom ist, desto größer ist der strömungsfreie Bereich beim Übergang zum restlichen Fluss

Abbildung 35: Idee der Strömungssituation „Die Bucht“

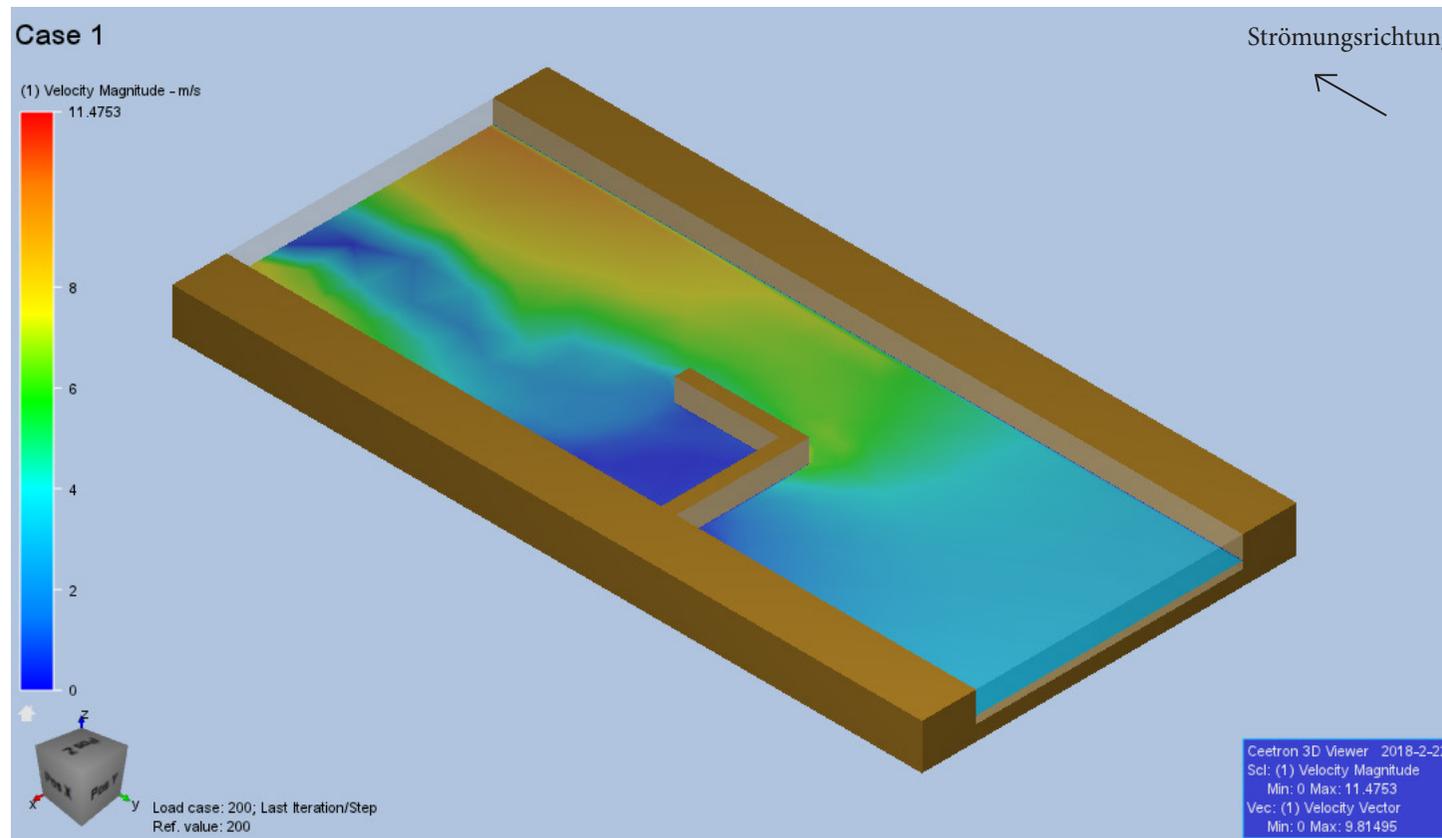
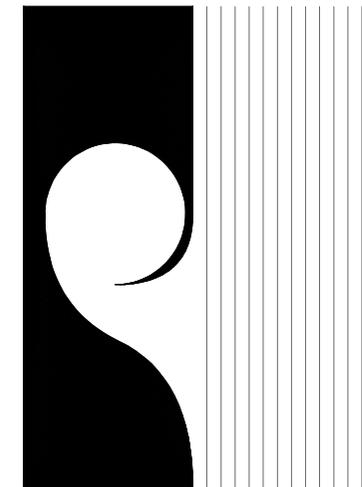
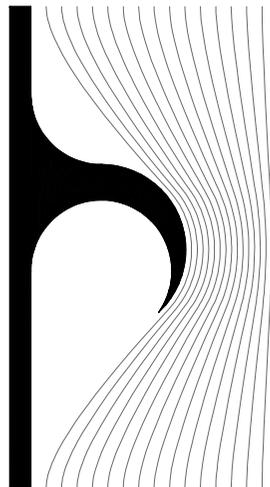
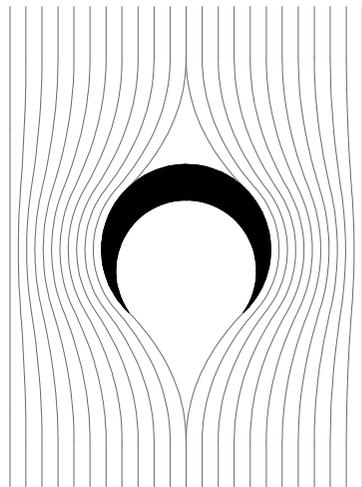


Abbildung 36: Flächige Darstellung des Strömungsverlaufes „Die Bucht“



Das architektonische Potential für diese Arbeit besteht in der kontrollierten Schaffung einer beruhigten Wasserzone. Die Nutzung als Freibad, Sport- oder Spaßbecken ist, unter Berücksichtigung eines Mindestwasserwechsels, denkbar.

Zu beachten sind etwaige Wirbel und die benötigte Austrittsfläche um die Geschwindigkeit wieder zu egalisieren.

Abbildung 37: Grundriss möglicher Ausführungsvarianten der Bucht

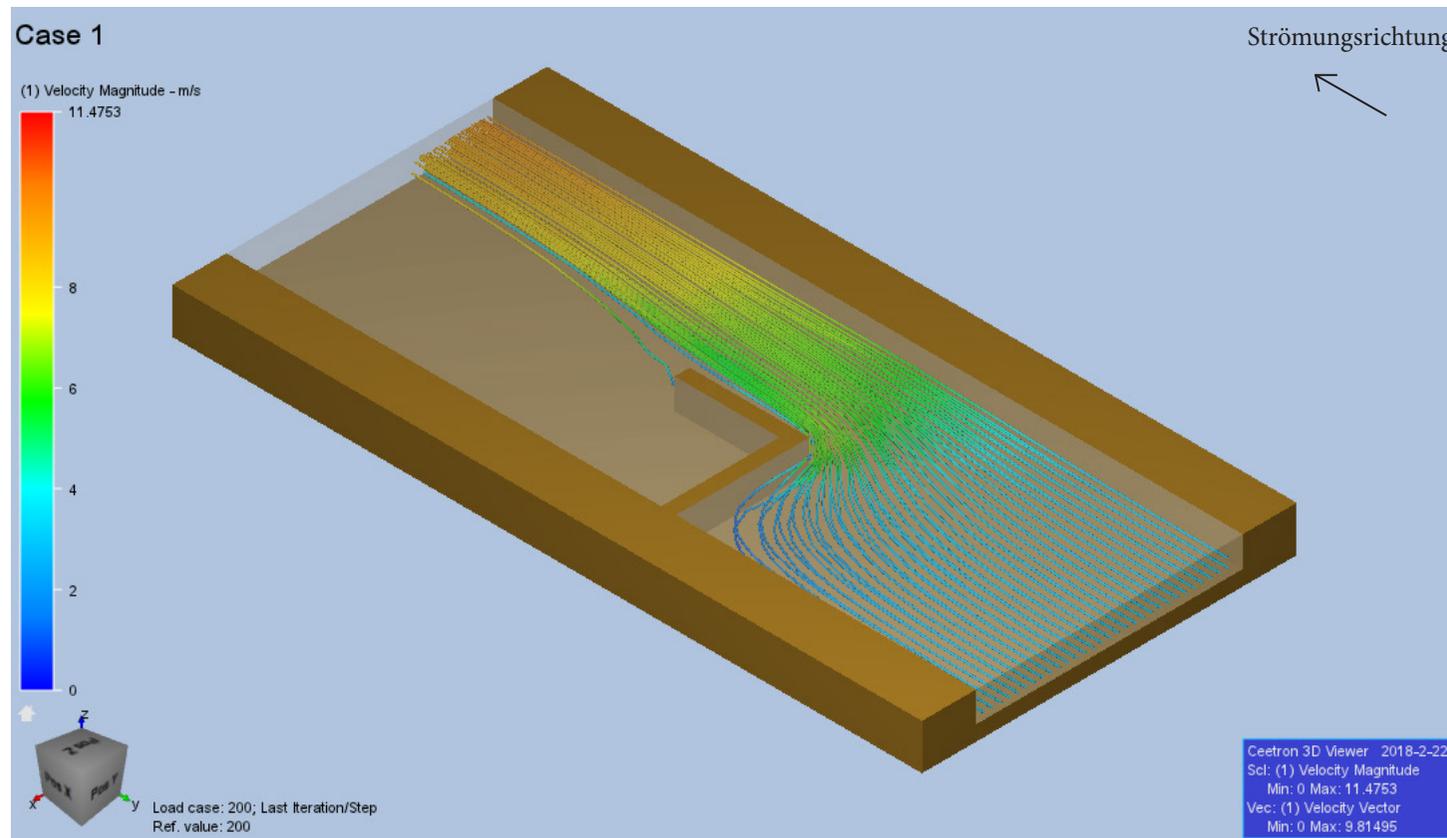


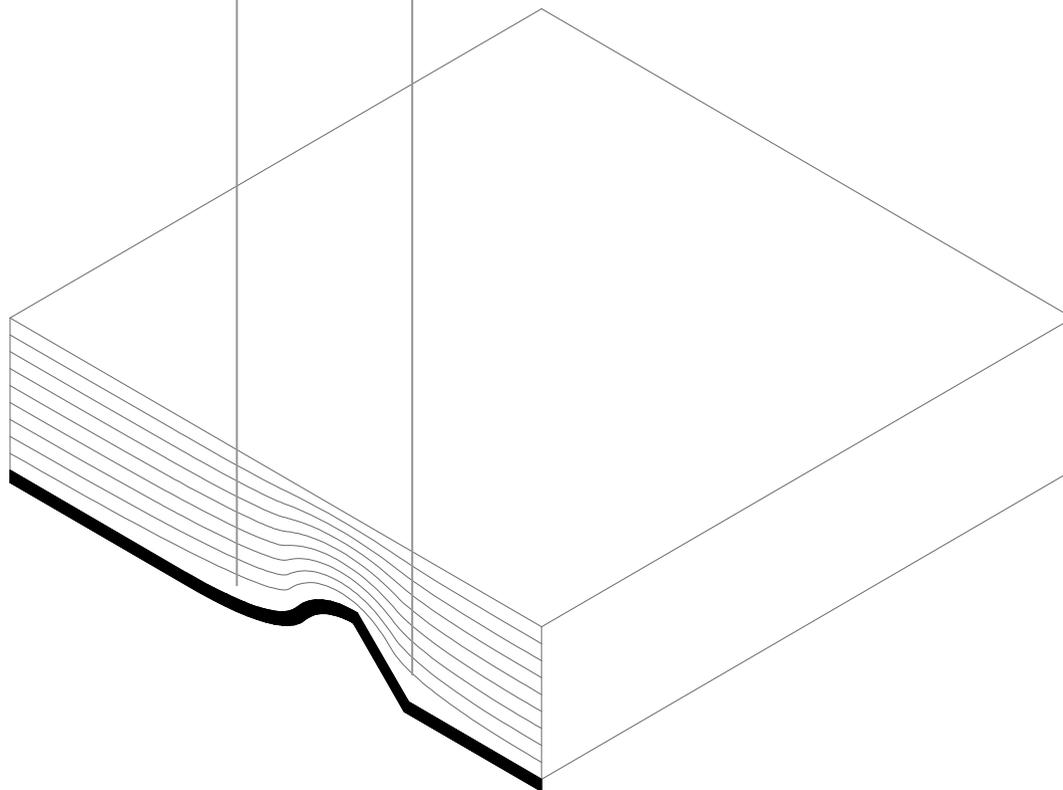
Abbildung 38: Vektorielle Darstellung des Strömungsverlaufes „Die Bucht“

4.3 Prinzipien der Strömungsmanipulation: Die Rampe

Langsames Absinken reduziert gefährliche Verwirbelungen

Abrupter Anstieg kann Stromschnellen, aber auch Sitzmöglichkeiten unter Wasser erzeugen

Material &
Methodik



Unter Wasser zu sitzen, die Sonne auf dem Kopf, vom kühlen Nass umströmt. Das Wechselspiel von Wärme und Kälte, von Ruhe und Sturm, die Grenze die stets neu ausverhandelt wird, ist ein Erlebnis für sich.

Die vertikale Verjüngung des Fließprofils, im Weiteren als „Die Rampe“ bezeichnet, erzeugt eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit.

Die Beschleunigung des wassers geschieht erst kurz vor dem baulichen Eingriff. Allerdings wird der verbleibende Strömungsquerschnitt stärker von der Erhöhung beeinflusst. Es entsteht keine nenneswerte Ruhezone im Wasser.

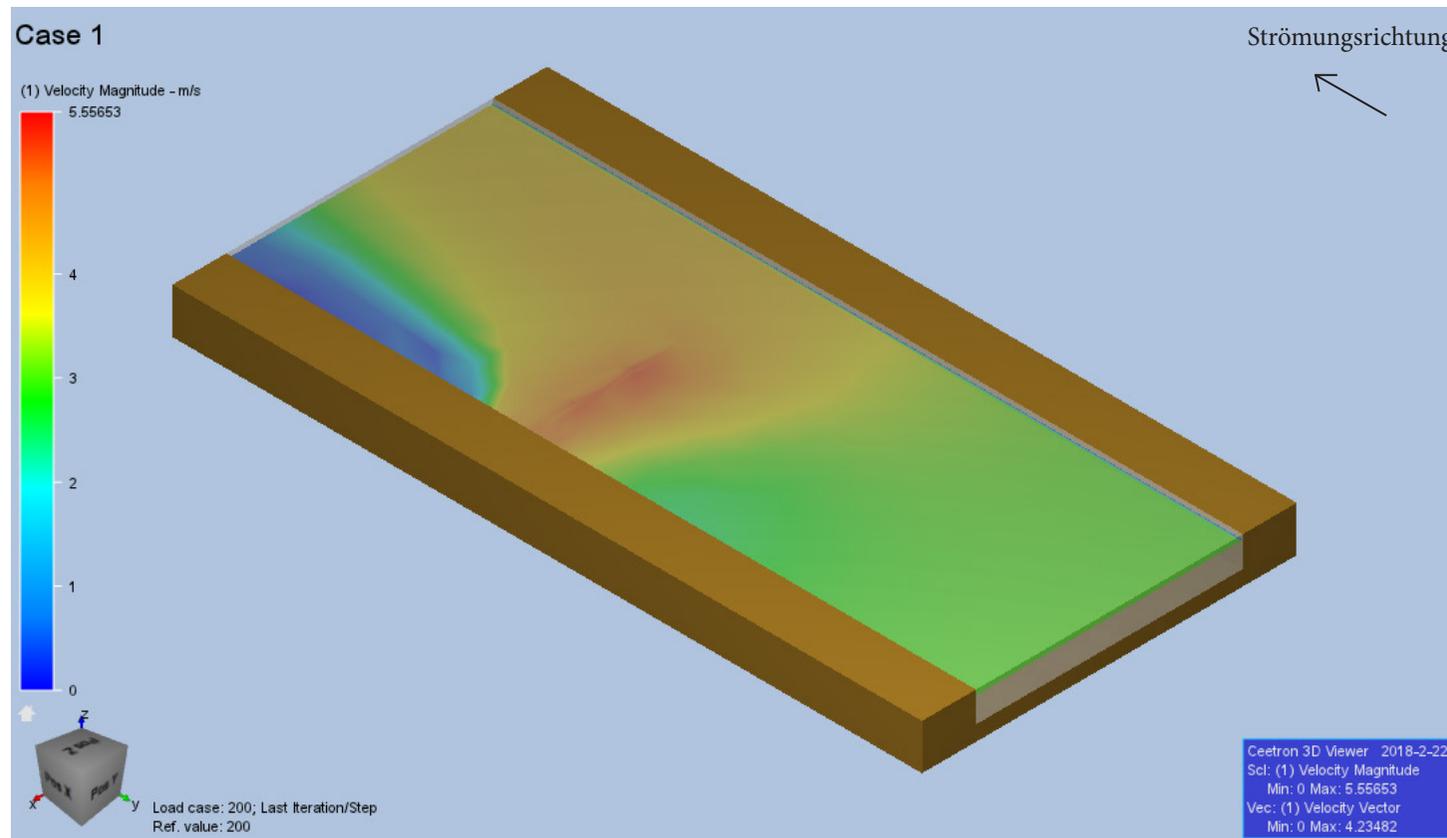
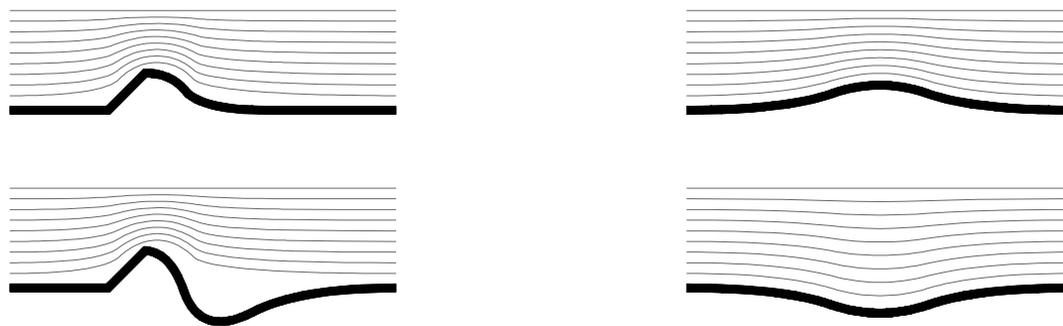


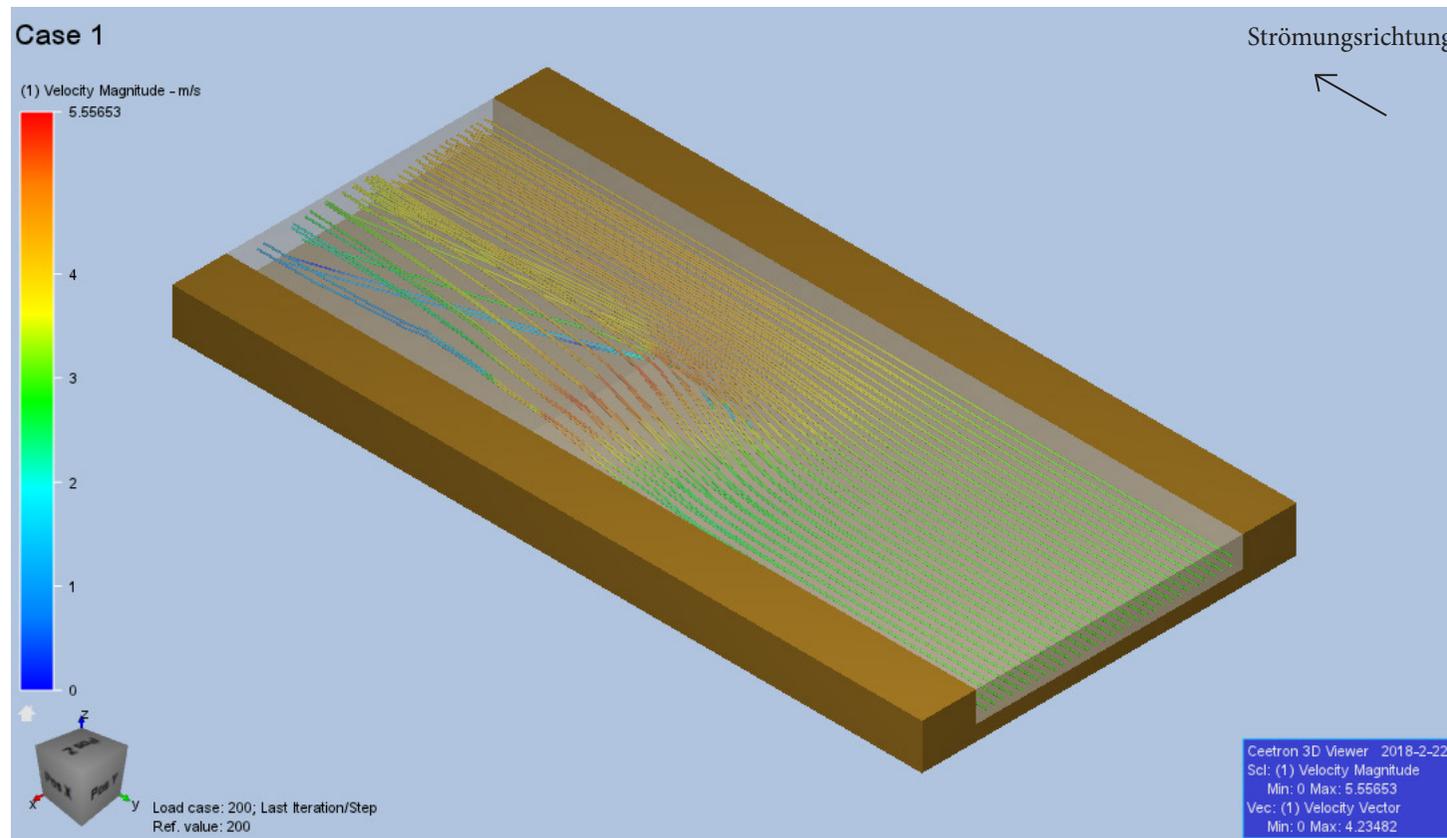
Abbildung 40: Flächige Darstellung des Strömungsverlaufes „Die Rampe“



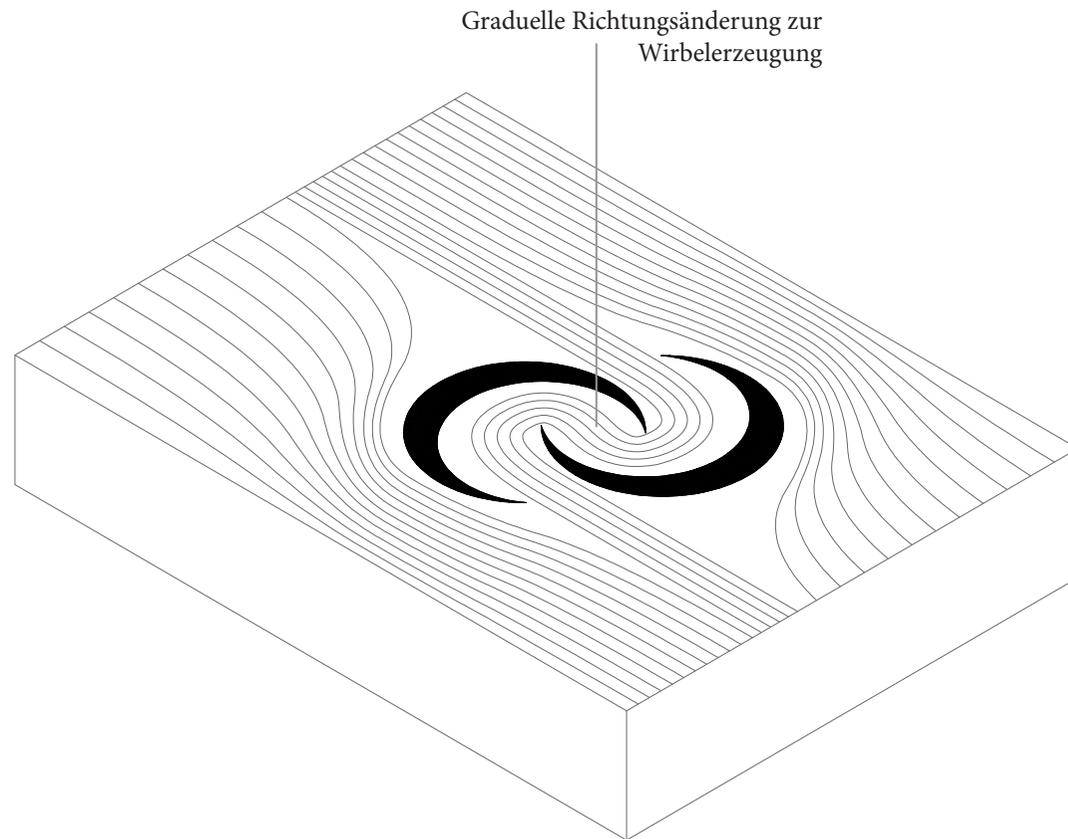
Die Rampe kann eingesetzt werden, um die Fließgeschwindigkeit zusätzlich zu erhöhen, beispielsweise in Verbindung mit der “Engstelle”. Damit eröffnen sich die Möglichkeiten einer natürlichen Gegenstromanlage, oder sogar einer natürlichen “künstlichen Welle”.

In Kombination mit der “Zerstreuung”, können Kinderbereiche mit niedrigerem Wasserstand erzeugt werden, die gleichzeitig keine extremen Wassergeschwindigkeiten aufweisen.

Die graduelle Vertiefung des Beckens kann fließende Übergänge zwischen verschiedenen Schwimmbereichen schaffen oder den Einstieg für Anfänger erleichtern. Sie kann Sitz- und Liegesituationen im Wasser erzeugen und so den Körper dazu animieren, sich das Gelände anzueignen



4.3 Prinzipien der Strömungsmanipulation: Der Mäander



In der Strömung treiben wie ein Blatt im Fluss. Keine Anstrengung, kein Widerstand, vom Wasser getragen, ist der Flusslauf für manche überraschende Wendung zu haben.

Die Umleitung des Stroms durch eine mäandrierende Kanalpassage, im weiteren als "Der Mäander" bezeichnet, erzeugt eine leicht erhöhte Fließgeschwindigkeit, deren Richtung sogar entgegen den normalen Strom verlaufen kann.

Die Geschwindigkeit im Mäander ist sehr unregelmäßig ist, bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten ist die Entstehung eines stehenden Gewässerabschnitts wahrscheinlich. Direkt hinter dem "Mäander" entsteht ein Wirbelbereich, den es zu beachten gilt.

Wichtig ist, dass die Wasserzufuhr Stromaufwärts orientiert ist, und die Wasserabfuhr Stromabwärts in den Hauptfluss mündet. Ansonsten kann es zur Aufhebung des Effektes kommen, oder wie "Der Wirbel" wirken.

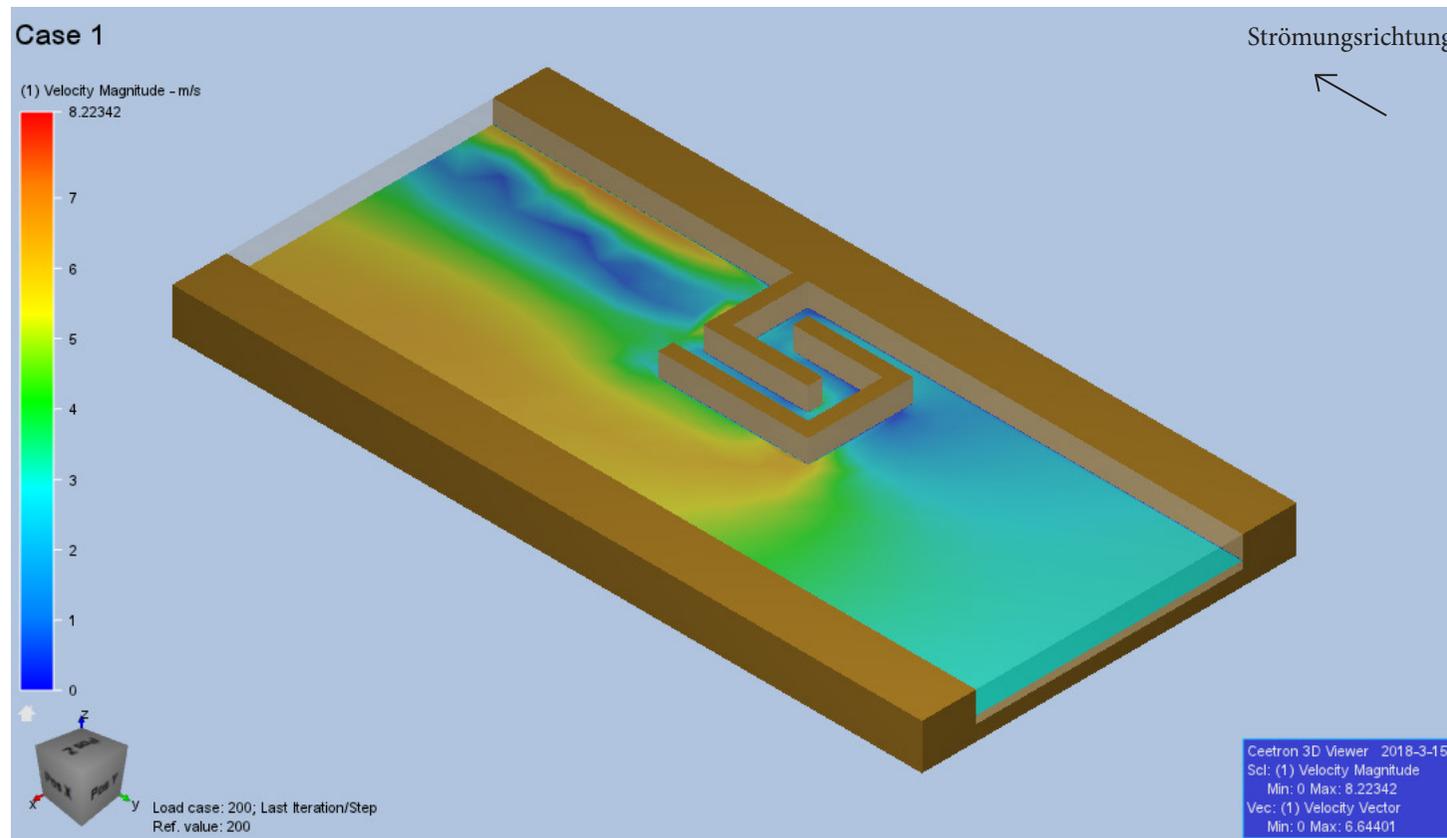
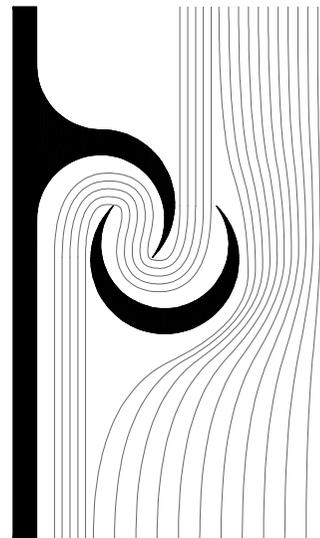
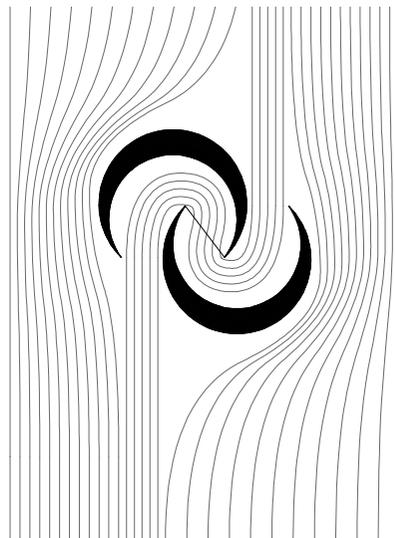


Abbildung 44: Flächige Darstellung des Strömungsverlaufes „Der Mäander“



Der Einsatz als gelenktes Wirbelbecken oder Schwimmreifenpassage ist anzudenken.

Da es, bezogen auf den Projektraum, erheblicher Aufwendungen bedarf, um eine solche Situation zu erzeugen, wird der architektonische Einsatz als unverhältnismäßig bewertet, oder zumindest auf kleine Subläufe des Flusses begrenzt. Weiters erscheint die Materialbeanspruchung dieser Situation über große Flächen als bedenklich.

Ein bisher unberücksichtigter Teil der Studien, die Belastung der Barrieren durch die auftretenden Stromschnellen, ist hier am augenscheinlichsten vernachlässigt.

Da dieser Punkt in den Simulationen nicht bearbeitet werden kann, wird das im folgenden Kapitel unter "Stromlinienform" untersucht.

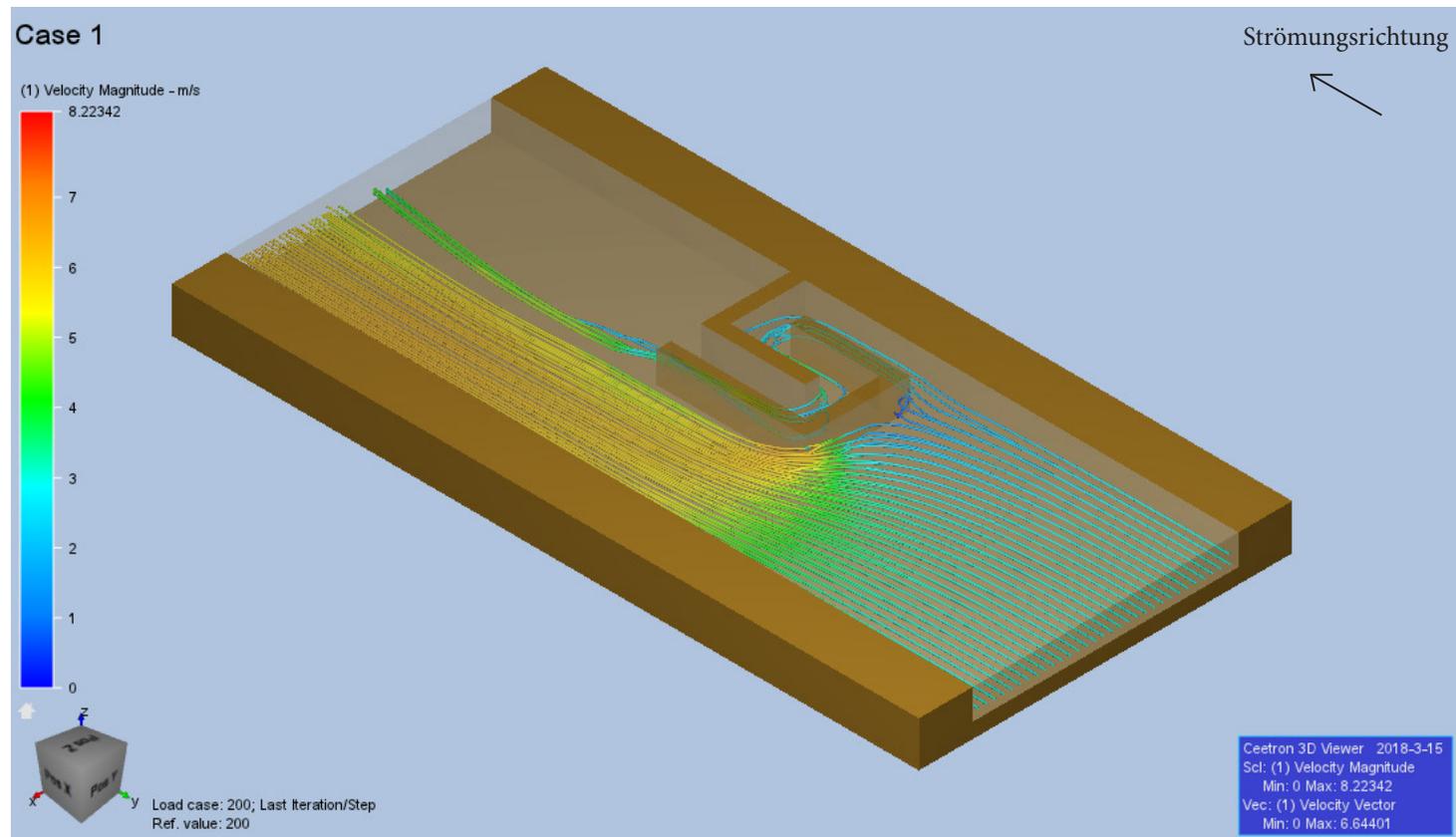


Abbildung 46: Vektorielle Darstellung des Strömungsverlaufes „Der Mäander“

4.3 Prinzipien der Strömungsmanipulation: Verhalten von umflossenen Körpern - Stromlinienform

Egal ob Wasser oder Luft, die energieschonendste Art der Fortbewegung anzustreben gehört zu den grundlegendsten Entwicklungen der Natur.

Durch die wissenschaftlichen Bereiche der Hydro- und Aerodynamik können strömungsgünstige und widerstandsreduzierende Formen sowohl zu Luft als auch zu Wasser erprobt und verfeinert werden. Vor Allem in Zeiten der schwindenden Ressourcen rücken strömungsmechanische Überlegungen in den Fokus.

Die Stromlinienform gewann vor Allem seit der erhöhten Geschwindigkeit und Mobilität von Bedeutung. Zum Einsatz kommt sie bei Zeppelin, Automobilen, Schiffen, und Flugzeugen.

“Auch die Natur zeigt bei einigen Tieren eine besondere Stromlinienform. So sind speziell Fische, Wale und Pinguine besonders stromlinienförmig. Vögel haben eine besonders gute Anpassung an die Regeln der Aerodynamik. Ziel ist es, sich mit möglichst wenig Energieaufwand durch ein Medium zu bewegen.”³⁶

Auf diese Arbeit bezogen kann dieser Grundsatz abgewandelt werden. Je stromlinienförmiger der umströmte Körper, desto weniger Kraft muss aufgebracht werden, um ihn in Position zu halten.

Die Stromlinienform, die in Gasen wie Luft und Flüssigkeiten wie Wasser von Bedeutung ist, hat zwei große Vorteile gegenüber den bisher verwendeten Formen der Studien dieser Arbeit.

Einerseits verhindern sie das Auftreten von ungewünschten Verwirbelungen, die hauptsächlich durch den Aufprall des Strömungsmediums auf das Hindernis entstehen.

Andererseits wird damit auch der Strömungswiderstand, und daraus resultierend die Beanspruchung des Hindernisses verringert.

Die erste Frage betrifft die genaue Lage des Projektes am rechten Donauufer.

Die entscheidenden Kriterien sind die:

- a) Erreichbarkeit des Standorts mit öffentlichen Verkehrsmitteln
- b) Relevanz & Freizeitnutzung der direkt umgebenden Bebauung
- c) die Erreichbarkeit des Standorts mittels Individualverkehr

Die Situation am Anschlusspunkt der Millenniumsbrücke zum rechten Donauufer erweist sich aus infrastruktureller Sicht als ideal.

Die öffentliche Anbindung ist mit den Schnell- und U-Bahnstationen Handelskai in unmittelbarer Umgebung gegeben.

Lediglich eine leicht nachzurüstende und längst überfällige Aufzugsanlage von den Stationen zur Uferpromenade ist für die schnelle barrierefreie Erreichbarkeit des Projektes notwendig. Diese Maßnahme ist, sollte die Stadt das rechte Donauufer tatsächlich als Naherholungs- und Freizeitgebiet fokussieren, auf jeden Fall von äußerster Wichtigkeit.

Die Verknüpfung mit der Brücke der Millennium City bietet gleich mehrere Vorteile.

Zum einen ist sie eine der meist frequentierten Zugänge zum rechten Donauufer. Durch das Einkaufszentrum, das Hotel und den „Food Court“ bestehen gleich drei sogenannte Anker, die Touristen und Bevölkerung gerne aufsuchen. Die Brücke ist derzeit der niederschwelligste Anknüpfungspunkt an die Uferfront.

4.4 Genaue Situierung

Ein weiterer Vorteil ist die vorhandene, großzügige Tiefgarage. Es kann eine beidseitig dienliche Situation mit der Millennium City entstehen. Das Schwimmbad kann auch vom Individualverkehr erreicht werden und hat damit eine größere Reichweite. Die Millennium City wiederum erfährt eine bessere Auslastung der Garage, die hauptsächlich abends von Kinobesucher gefüllt wird.

Zuletzt ist der bestehende „Food Court“ des Einkaufszentrums zu erwähnen. Dieser kann als Ersatz für ein klassisches Schwimmbadrestaurant fungieren. Ein Restaurant im Uferbauwerk wäre nur schwer belieferbar. Der „Food Court“ hingegen bietet den Gästen eine Vielzahl an Speisenangebot und profitiert selbst von den Badegästen.

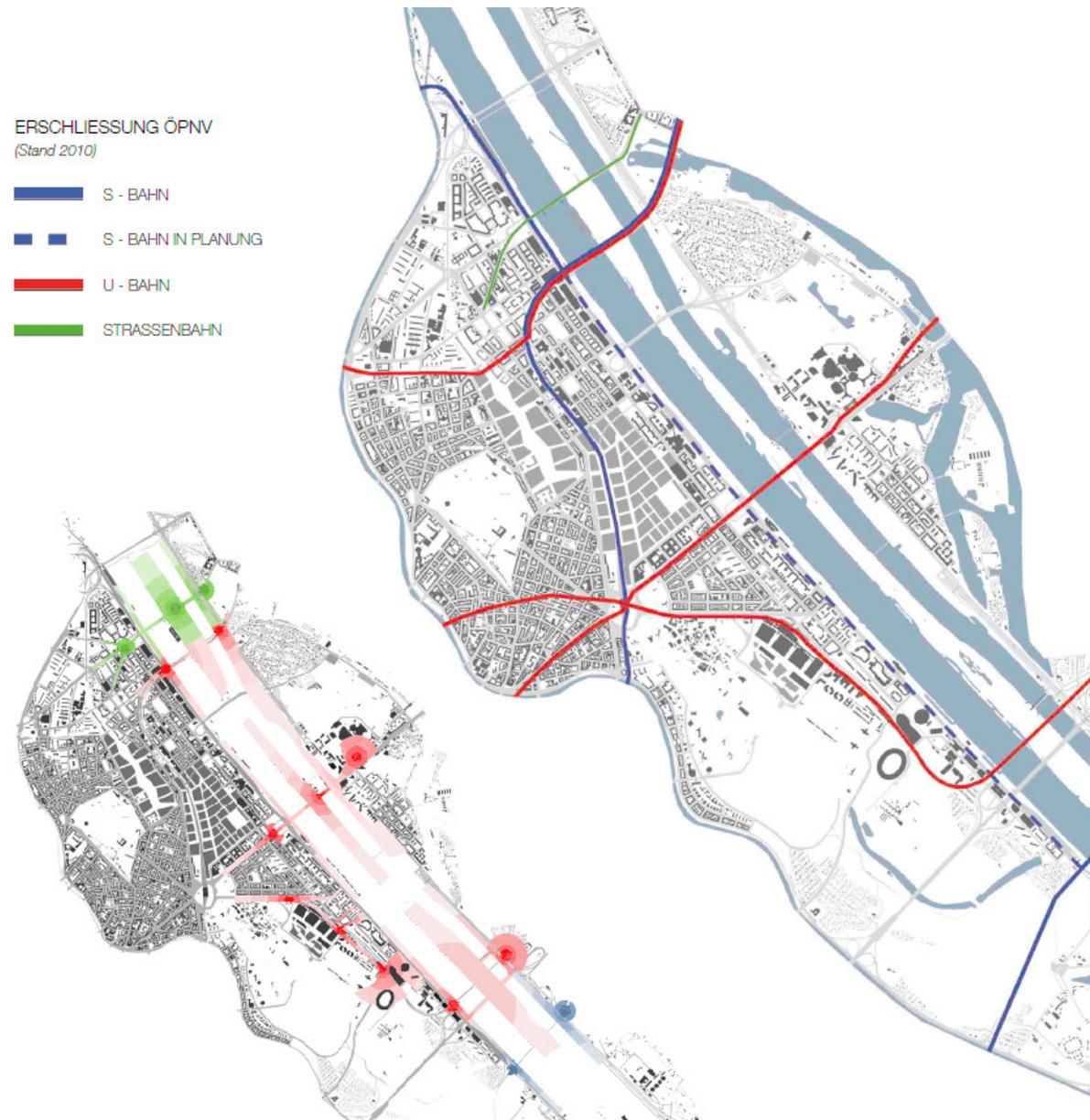


Abbildung 47: Die Lage der öffentlichen Stationen entlang der Donau nach ihrem Einfluss gewichtet

4.5 Umgang mit der Uferkante

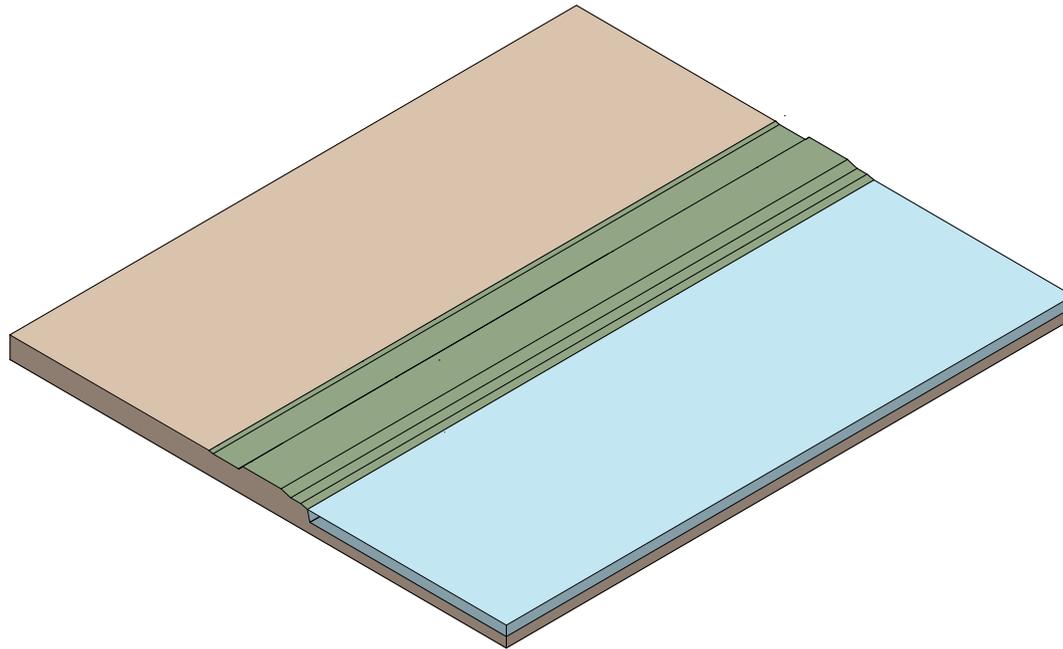


Abbildung 48: Der Status Quo, die lineare Stadtkante

Eine Grundsatzentscheidung ist der Umgang mit der Schnittkante zwischen Ufer und Wasser.

a) Strikte, lineare Trennung

Derzeit ist es eine nahezu lineare Trennung, die den Bereich als Stadtkante betont. In vielen Bereichen ist die Uferkante gegenüber dem gewöhnlichen Wasserpegel angehoben und als Anlegestelle für Schiffe und Container genutzt. Der Fluss wird zum nicht zugänglichen Fremdkörper in der Stadt.

Es bieten sich drei Varianten der Uferveränderung um diese strikte Trennung aufzubrechen.

b) Wasser in Land

Durch Eingraben in die Uferböschung kann die Wasserfläche vergrößert werden.

Diese Manipulation ist kostenintensiv.

Die neue Wasserfläche weist noch höhere Uferkanten auf als bereits vorhanden.

Es kommt zur Verschmälerung des restlichen Uferbereichs, dieser kann jedoch durch Überplattung entgegen gewirkt werden.

Die vorhandene Fließgeschwindigkeit hat nur wenig Einfluss auf den neuen Wasserbereich.

Das Ufer wird nicht mehr als reiner Hochwasserschutz wahrgenommen.

Die entstehenden Situationen haben Potential zur Bildung von geschützten Buchten oder Wasserhöhlen.

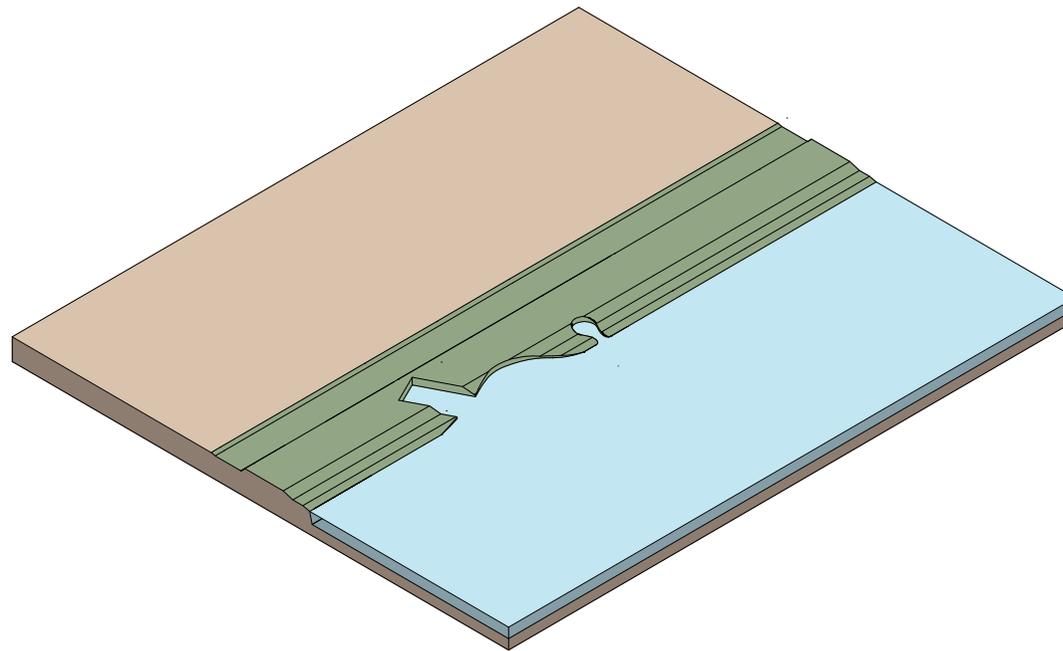


Abbildung 49: Variante 1, das Bad in den Damm schneiden

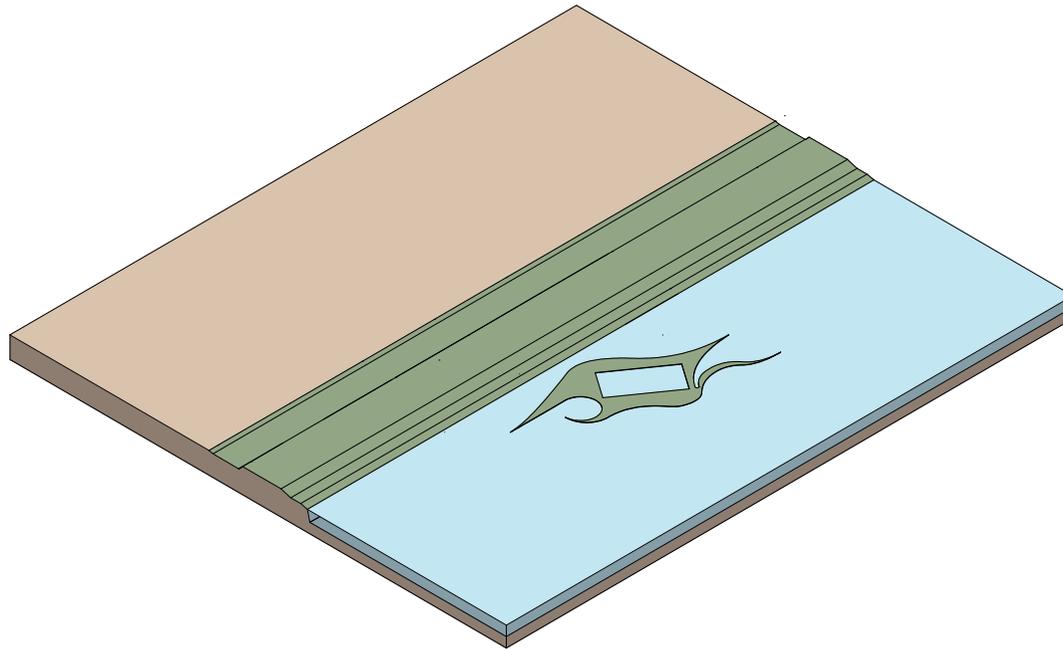


Abbildung 50: Variante 2, das Bad schwimmt in der Donau

c) Land auf Wasser

Durch die Überplattung eines Teilbereichs der Wasserfläche kann die Uferfläche vergrößert werden.

Diese Manipulation ist vergleichsweise kostengünstig.

Die neue Uferfläche kann auf Höhe des Wasserpegels ausgeführt werden und so Zugang zum Wasser bieten.

Es kommt zur Verschmälerung des restlichen Wasserbereichs. Zu beachten ist die Gewährleistung der Schiffbarkeit des Flusses.

Die vorhandene Fließgeschwindigkeit hat hohen Einfluss auf den durch die Uferfläche nutzbaren Wasserbereich.

Der Fluss wird nicht mehr als reiner Transportweg wahrgenommen.

Die entstehenden Situationen haben Potential zur Bildung von Stränden oder Flussschwimmbereichen.

d) Wasser in Land & Land auf Wasser

Die Kombination der Varianten b und c bieten alle Vor- und Nachteile der zwei vorhergehenden Situationen.

Diese ist die vollkommenste Durchbrechung der strikten, linearen Trennkante.

Die Wahrnehmung beider Seiten der Kante wird zum Positiven verändert.

Alle Variationen der Wasserbereiche können erzeugt werden.

Die Uferböschung kann in Bereichen flacher werden und so den Zugang zum Wasser erleichtern.

Anfänglich wurde Variante c verfolgt, aufgrund all dieser Punkte jedoch zu Variante d übergegangen.

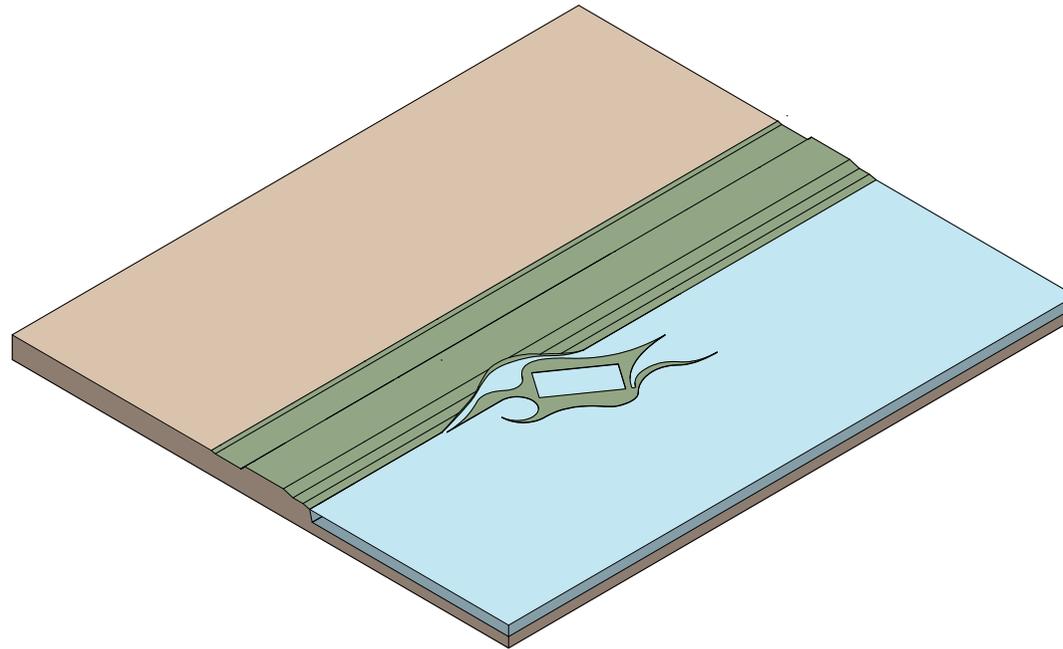


Abbildung 51: Variante 3, die komplette Vermischung

Zur strukturellen Anordnung der Schwimmbereiche auf der Wasserfläche gibt es zwei Möglichkeiten. Sie unterscheiden sich drastisch voneinander, wobei der vorher ausgewählte Umgang mit der Uferkante Einfluss auf die Anordnung der verschiedenen Schwimmbereiche hat.

a) Promenade

Die Wasserbereiche werden linear und weitgehend unabhängig voneinander angeordnet.

Dadurch können die einzelnen Strukturen ausgetauscht oder ersetzt werden, ohne die restlichen zu beeinflussen.

Mögliche positiven Begleiterscheinungen sind in dieser Variante nicht berücksichtigbar.

Es entstehen sehr lange Wege, die sich auf unterschiedliche Weisen negativ auswirken.

Zum einen kann kein klarer Zu- oder Ausgang der Anlage definiert werden. Der Hauptzugang wird automatisch an der besser erreichbaren Seite entstehen.

Zur kommerziellen Nutzung ist diese Anordnung unbrauchbar, da keine Zugangsbeschränkung sinnvoll umgesetzt werden kann, ohne einen Großteil des öffentlichen Raums zu beschneiden.

Die freie Zugänglichkeit ist jedoch durch die fehlende Übersichtlichkeit der Anlage, die aber aus Sicherheitsgründen notwendig wäre, nicht möglich.

Zu guter Letzt verhindern die langen Wege ein konzentriertes Erlebnis der Anlage.

4.6 Bebauungsstruktur

b) Bündelung

Die Wasserbereiche werden örtlich möglichst komprimiert zusammengestellt.

Diese Anordnung lässt eine klare Abgrenzung zwischen öffentlichem und privatem Freiraum zu.

Damit ist auch der Betrieb der Schwimmanlage logistisch machbar.

Der Freibereich der Anlage ist von zentraler Stelle überschaubar, eine freie Zugänglichkeit denkbar.

Diese Anordnung hat das Potential zu einem Landmark, der das rechte Donauufer als Leuchtturmprojekt neu definiert. Gleichzeitig gibt es ausreichend Raum am verbleibenden Grünraum für weitere Anlagen, die das rechte Donauufer als Naherholungsgebiet festigen.

Abbildung 52: Die Funktionen werden am Ufer aufgefädelt

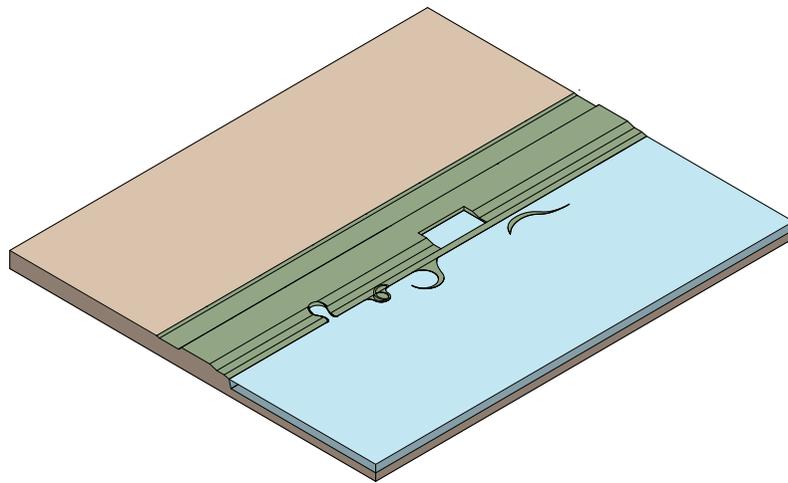
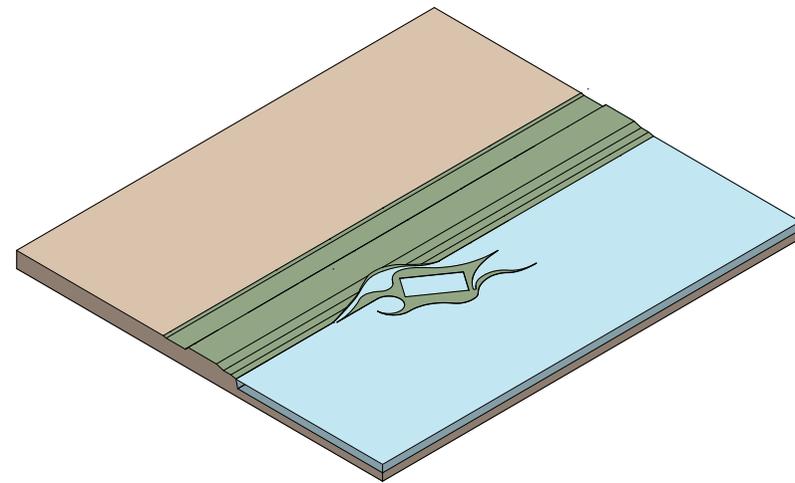


Abbildung 53: Die Funktionen werden möglichst kompakt zusammengefasst



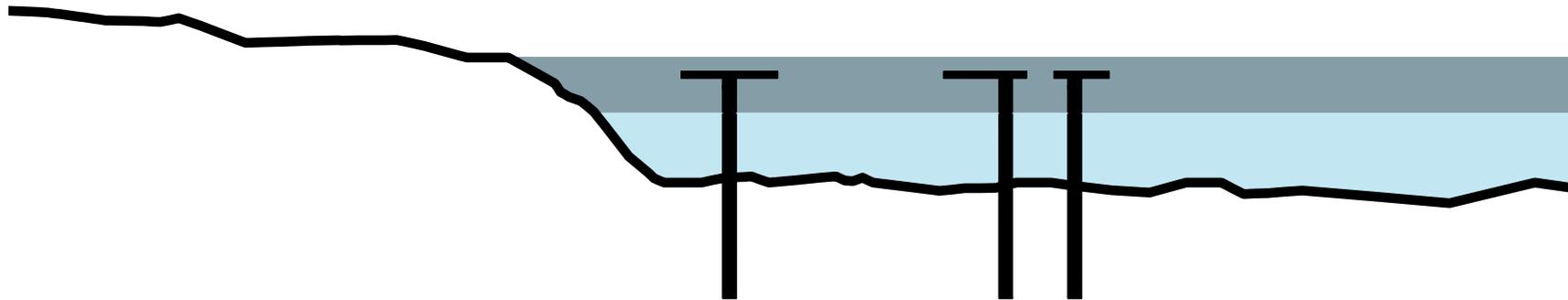
4.7 Konstruktives Prinzip

Zu guter Letzt ist die Entscheidung zu fällen, wie die begehbaren Strukturen im Wasser in Position gehalten werden.

a) massiv in der Flusssohle verankert

Die erste Variante ist die gesamte Struktur bis ins Flussbett zu verlängern. Dabei treten keine Torsionen auf, die Lastabtragung funktioniert klassisch. Der Vorteil ist, dass die Strömung über die gesamte Flusstiefe einbezogen wird.

Nachteilig ist jedoch der große Materialaufwand, sowie der immense Eingriff in die bestehende Flussstruktur, der nicht ohne weiteres rückgängig zu machen ist. Gleichzeitig wird die saisonale Nutzbarkeitsdauer der Konstruktion stark eingeschränkt, da nicht auf den schwankenden Pegelstand des Flusses reagiert werden kann.

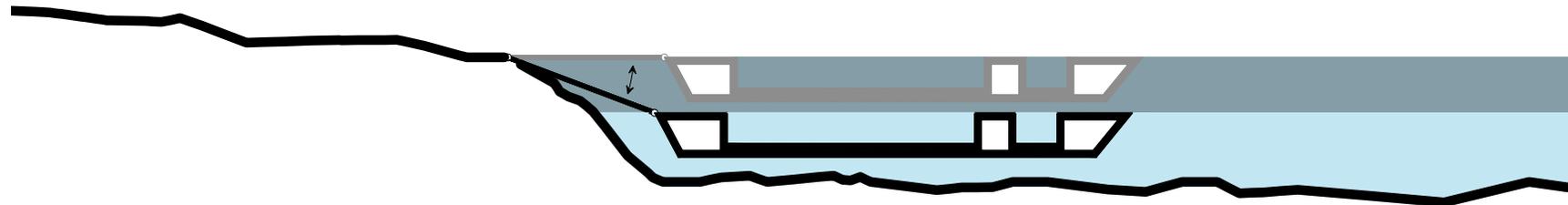


b) schwimmend am Ufer verankert

Die Verankerung entlang des Ufers gibt wenig gestalterischen Spielraum, da alle Knotenpunkte entlang einer Linie und auf der selben Höhe liegen müssen.

Der Vorteil dieser Variante liegt jedoch an der Möglichkeit, auf schwankende Pegelstände reagieren zu können. Dadurch kann der Außenbereich des Schwimmbads mit Ausnahme von Hochwasser ständig genutzt werden.

Die Lastübertragung stellt ein großes Problem dar, da die Konstruktion im Fluss auf Torsion beansprucht wird. Die Strömung versucht dabei die Konstruktion vom Ufer loszureißen.



c) schwimmend über Pfähle verankert

Die Kombination der vorherigen Verankerungsarten kann ihre Nachteile weitestgehend ausschalten. Die Konstruktion wird schwimmend ausgeführt und über Stahlbetonpfähle horizontal in Position gehalten. Dabei kann sie sich vertikal frei bewegen und Pegelschwankungen aufnehmen.

Die Struktur wird ähnlich einem Schiff konstruiert. Zu beachten ist dabei die Beanspruchung der Engstellen, die durch innenliegende Spanten aufgenommen werden. Außerdem ist die Verteilung der Schwimmkörper bei asymmetrischer Konstruktion mit sorgfalt zu ermitteln.

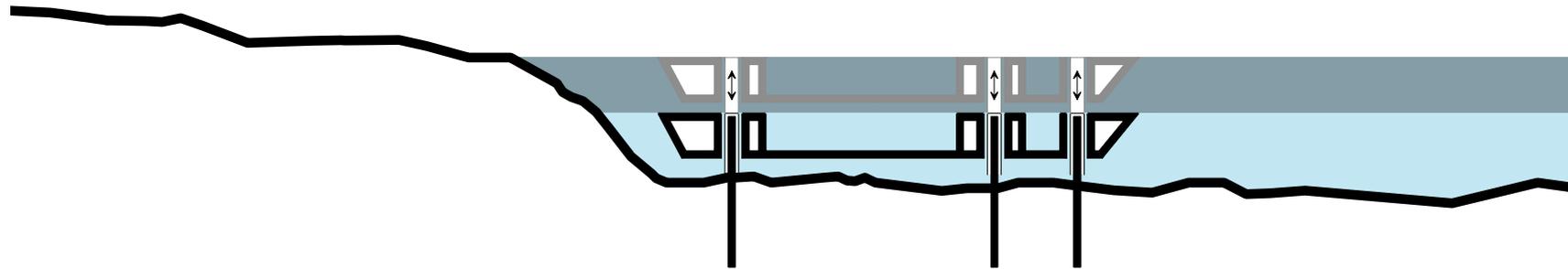


Abbildung 56: Die Anlage wird punktuell über Pfähle im Flussbett verankert und schwimmend ausgeführt

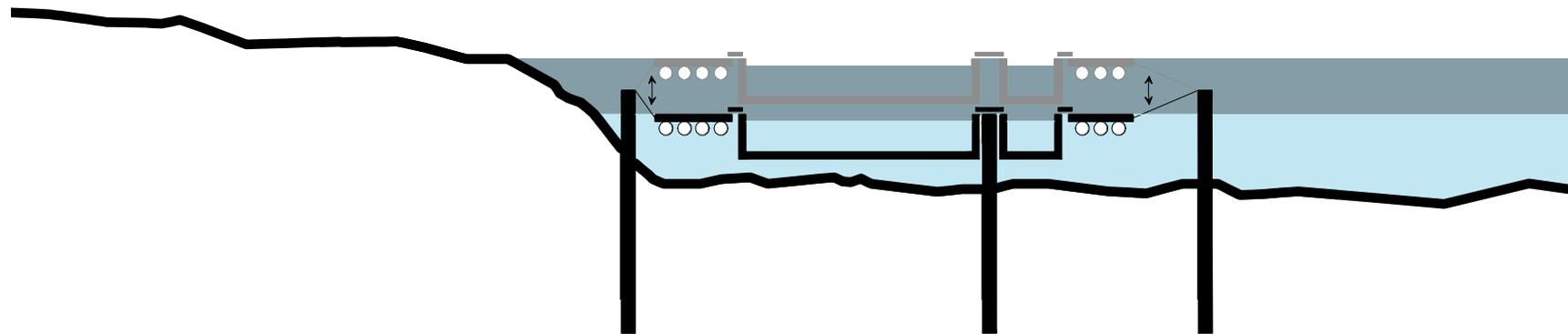
d) schwimmend in mehrererer Teilen

Die letzte Variante sieht die Zerlegung der Konstruktion in mehrere einzelne Schwimmteile vor. Diese werden beweglich miteinander verbunden und jeweils an Stahlbetonpfähle gespannt.

Dadurch treten in der Konstruktion kleinere innere Kräfte auf, sie benötigt daher weniger Material. Nachteilig ist jedoch die unabhängige Bewegung der Einzelteile bei Wellengang.

Das Gesamtsystem in Position zu halten wird erschwert. Die Sorgfalt mit der die Schwimmkörper in Variante c verteilt werden müssen, wird hier bei der Ausmittlung der gespannten Verbindung zu den Stahlbetonpfählen benötigt.

Vor Allem die strömungsmanipulierenden Strukturen müssen mehrfach verankert werden, um die Position zu halten und die umliegenden Einzelteile nicht zu sehr zu verschieben.



4.8 Numerische Strömungsanalyse

Zielsetzung

Die wichtigsten Strömungssituationen, die erreicht werden sollen, sind zum einen die komplett strömungsfreie Bucht, in der gefahrenloses Schwimmen möglich ist. Im besten Fall ist von dieser Bucht der freie Blick auf die Donau möglich.

Zum anderen soll zumindest eine natürliche Gegenstromanlage durch die gezielte Strömungsmanipulation erzeugt werden.

Um die erforderliche Strömungsgeschwindigkeit zu definieren werden gängige Hersteller für Gegenstromanlagen herangezogen. Zusätzlich wird der Wert mit den derzeitigen Weltrekorden in verschiedenen Schwimmstilen und -längen verglichen.

Die grundsätzliche Konfiguration von Beckenanordnungen werden aus den vorangegangenen Prinzipstudien erarbeitet.

Das Gesamtsystem und die genaue Lage und Form der einzelnen Schwimmsituationen werden danach durch genauere numerische Strömungsanalysen auf ihre beste Wirksamkeit hin definiert.

4.8 Numerische Strömungsanalyse

Verwendete Software - FLOW-3D

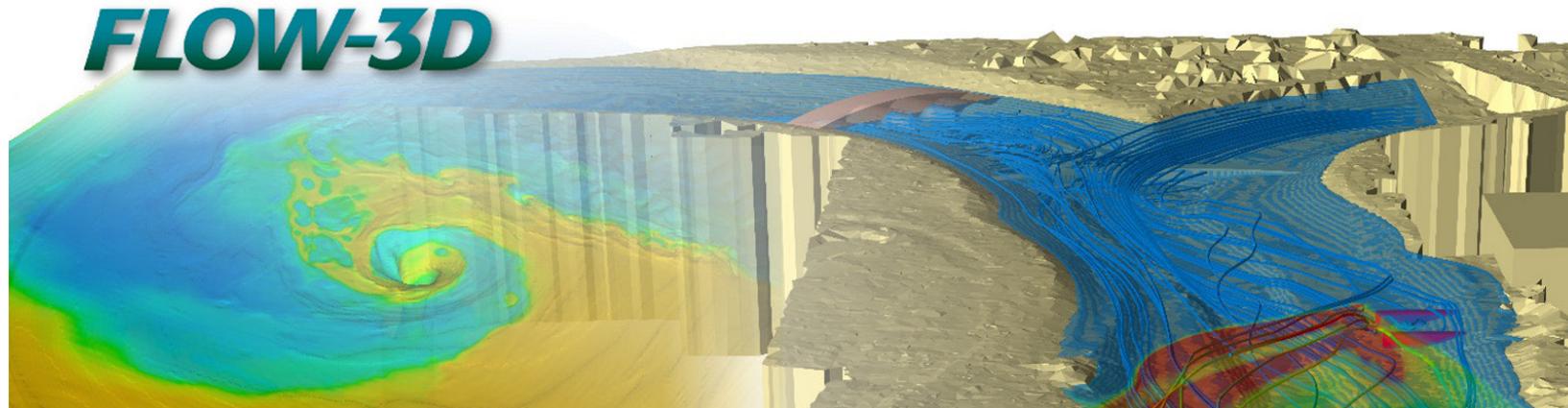
Zur Anwendung kommt das Programm FLOW-3D der Firma Flow Science, Inc. Das verwendete Programm FLOW-3D eignet sich im Besonderen für Strömungssimulationen mit freien Wasseroberflächen, wie beispielsweise Flüsse, Seen, aber auch Metallschmelzen und Treibstoffe.³⁷

Es hebt sich dadurch gegenüber den meisten Programmen der numerischen Strömungsmechanik ab, die vor Allem reine Rohrströmungen zum Thema haben. Wasserbauliche Strukturen können daher besonders realistisch simuliert werden.

Das Programm arbeitet mit der Volume-of-Fluid-Methode (VOF-Methode), die vom Gründer der Firma, Dr. C. W. Hirt, zuerst veröffentlicht wurde. Die von Hirt publizierte Methode ist in der Strömungsmechanik zu einem Standard geworden, der nahezu immer mit dem Finite-Volumen-Verfahren (FVM) eingesetzt wird.³⁸

Numerische Strömungsmechanik:
Die Numerische Strömungsmechanik ist eine spezielle Berechnung von fluiden Strömungen. Die Ergebnisse stellen eine Annäherung an strömungsmechanische Probleme dar.³⁹

Die gebräuchlichsten Methoden sind die Finite-Differenzen-Methode, die Finite-Elemente-Methode und die in dieser Arbeit angewendete Finite-Volumen-Methode. Diese bietet die beste Grundlage zur Berechnung von freien Wasseroberflächen.



4.8 Numerische Strömungsanalyse Variante 1

Grundlage:

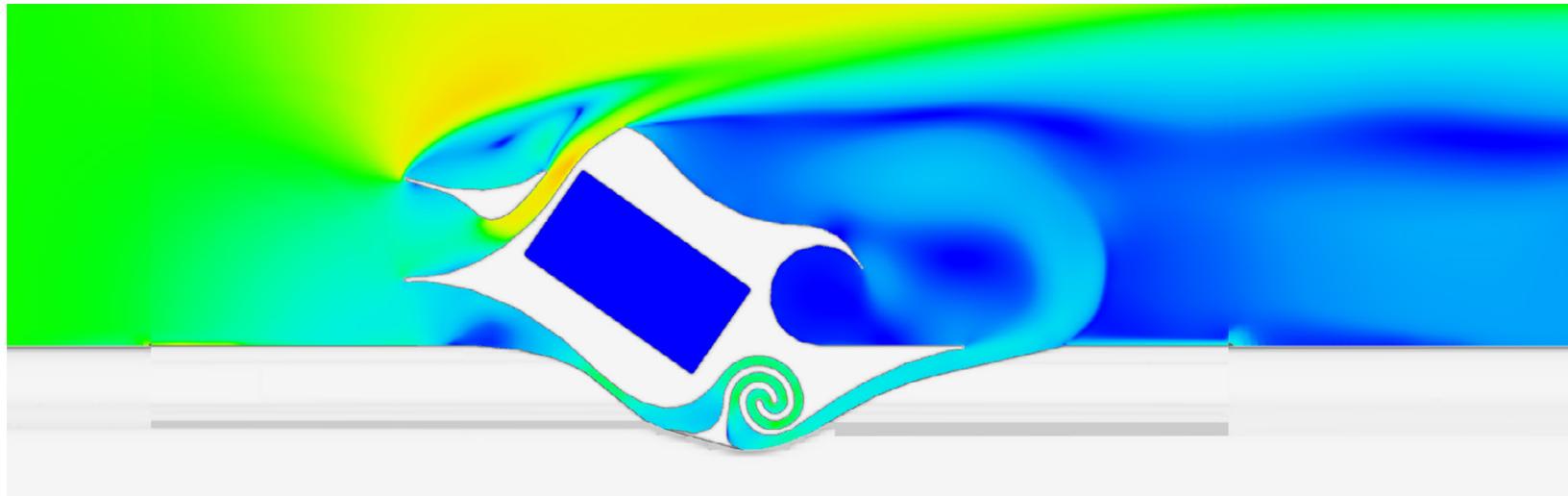
Alle erwünschten Bereiche sind in der ersten Analyse vorhanden. Das rechteckige Sportbecken in der Mitte der Anlage wird nicht direkt vom Hauptstrom gespeist und daher nicht weiter berücksichtigt.

Eine Gegenstromanlage soll links oben in der Grafik entstehen. Darunter soll eine mit Schwimmreifen befahrbare Strecke in einer Spirale enden. Rechts vom Sportbecken soll eine geschützt gelegene Bucht ohne Gefahr des Austreibens entstehen.

Fazit:

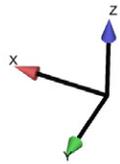
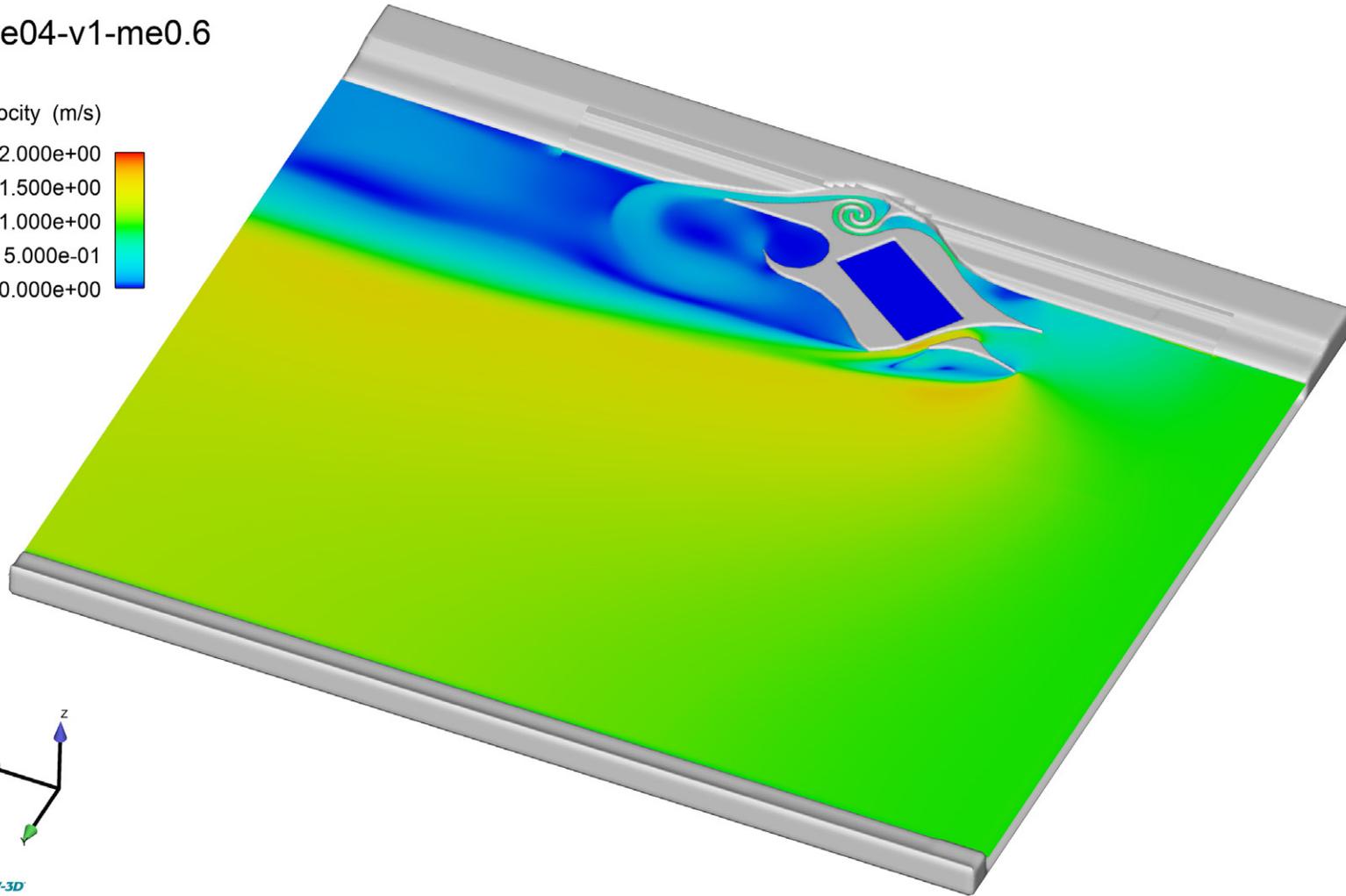
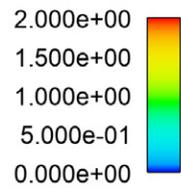
Weder die Gegenstromanlage, noch der Wirbel weisen die gewünschte Strömung auf.

Die Bucht hingegen funktioniert wie erhofft. In diesem Bereich sind keine Nachbesserungen notwendig.



We04-v1-me0.6

Velocity (m/s)



FLOW-3D

4.8 Numerische Strömungsanalyse Variante 2

Bauliche Veränderung:

Der äußere Arm der Gegenstromanlage wird verlängert und Richtung Flussmitte verlagert, um einen größeren Strömungsquerschnitt als Einzugsbereich zu erhalten.

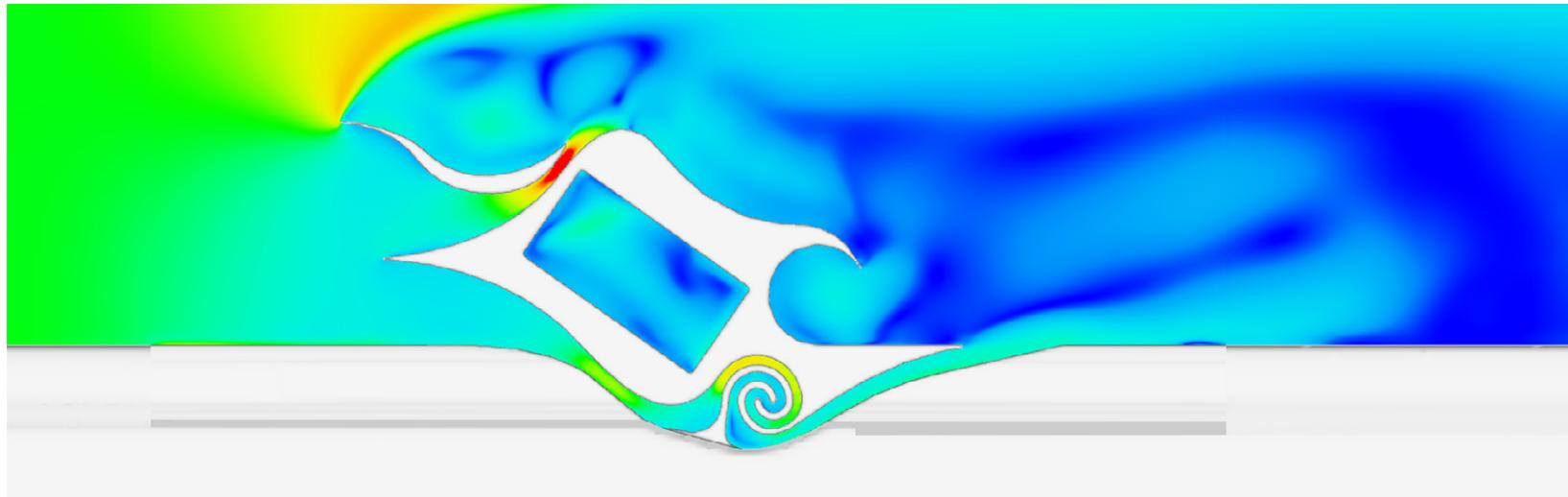
Auswirkung:

Die Anpassung hat teilweise den erhofften Effekt. Der Wirbel profitiert dabei weit weniger als die Gegenstromanlage.

Fazit:

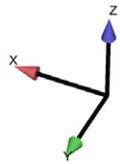
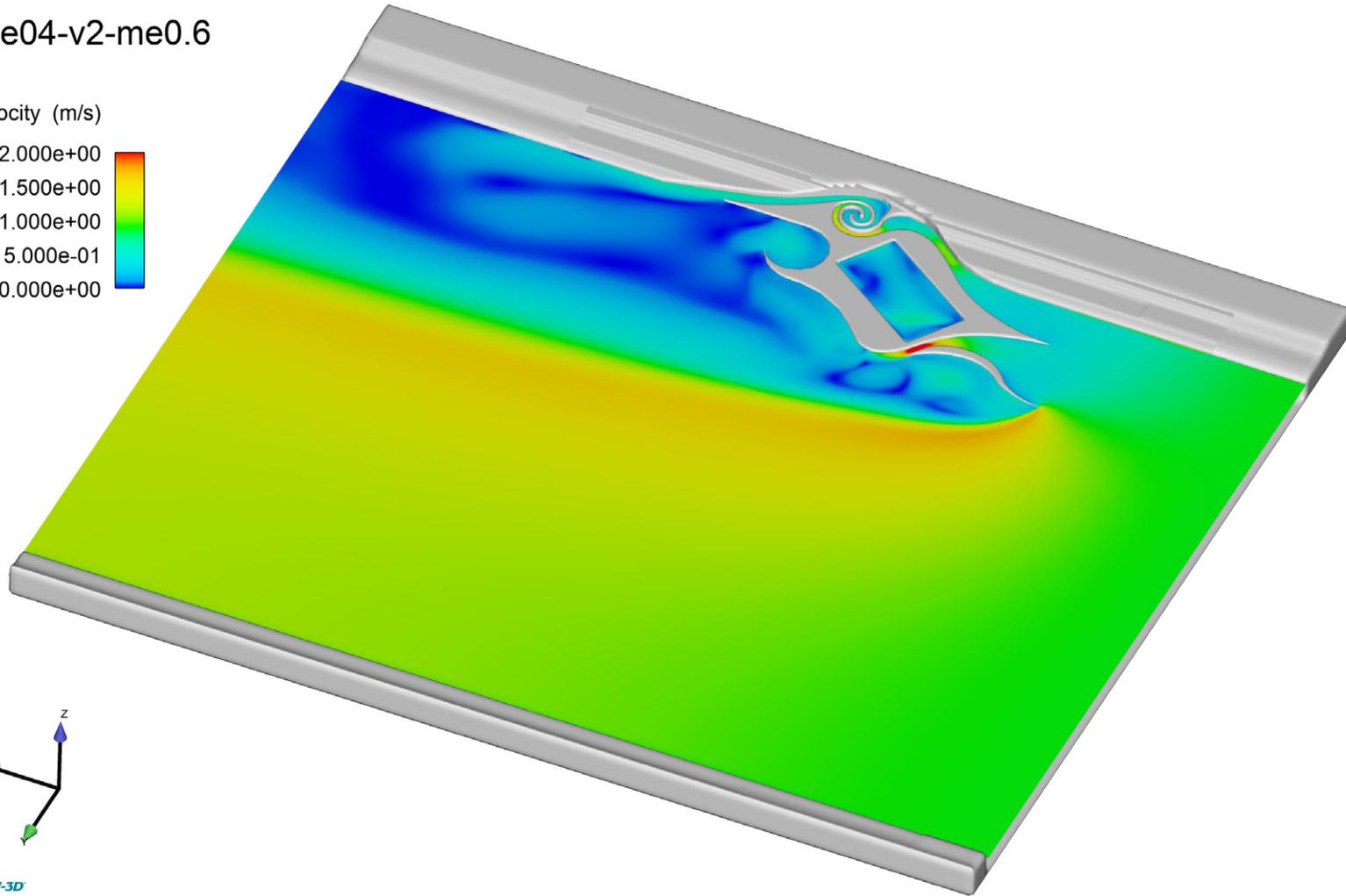
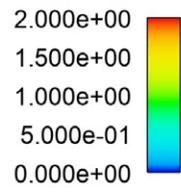
Die Gegenstromanlage weist so die gewünschte Strömung auf.

Auch der Wirbel erfährt eine Beschleunigung. Diese ist allerdings zu gering und unregelmäßig um auszureichen.



We04-v2-me0.6

Velocity (m/s)



FLOW-3D

4.8 Numerische Strömungsanalyse Variante 3

Bauliche Veränderung:

Der trennende Arm zwischen Gegenstromanlage und Wirbel wird ebenso verlängert, um eine gleichmäßigere Verteilung der Strömung zwischen den beiden Bereichen zu bewerkstelligen.

Auswirkung:

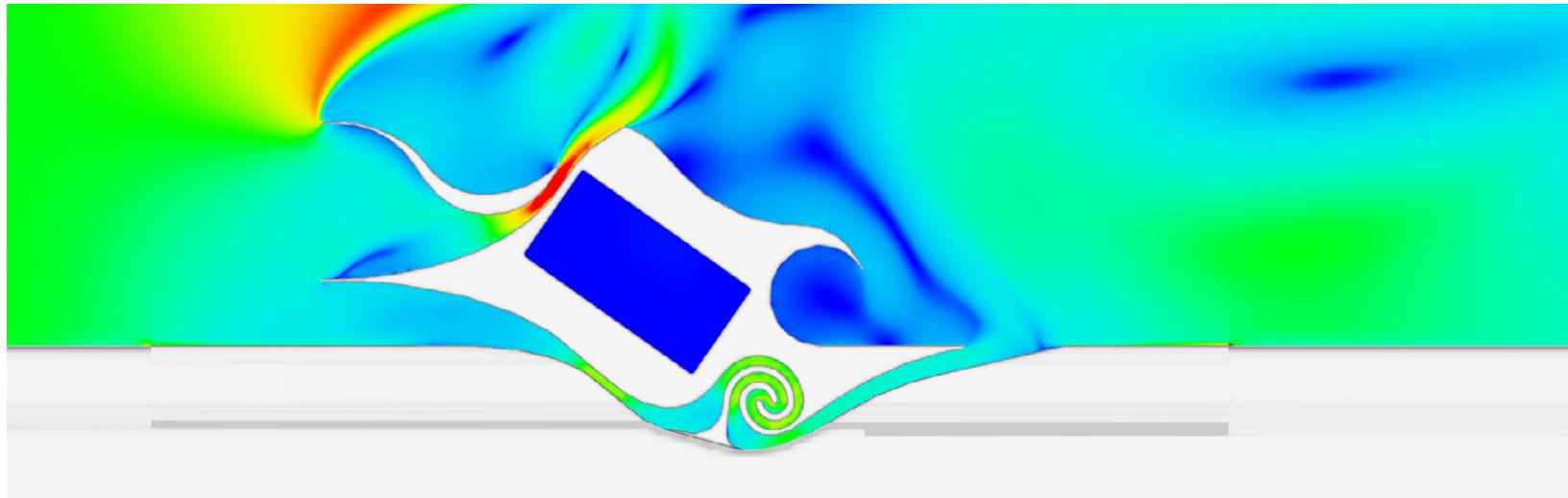
Die Veränderung bringt nicht den erhofften Effekt mit sich. Die Gegenstromanlage erfährt eine minimale, nicht notwendige Verbesserung.

Der Geschwindigkeit im Wirbel verschlechtert sich sogar.

Fazit:

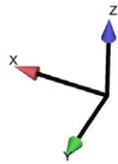
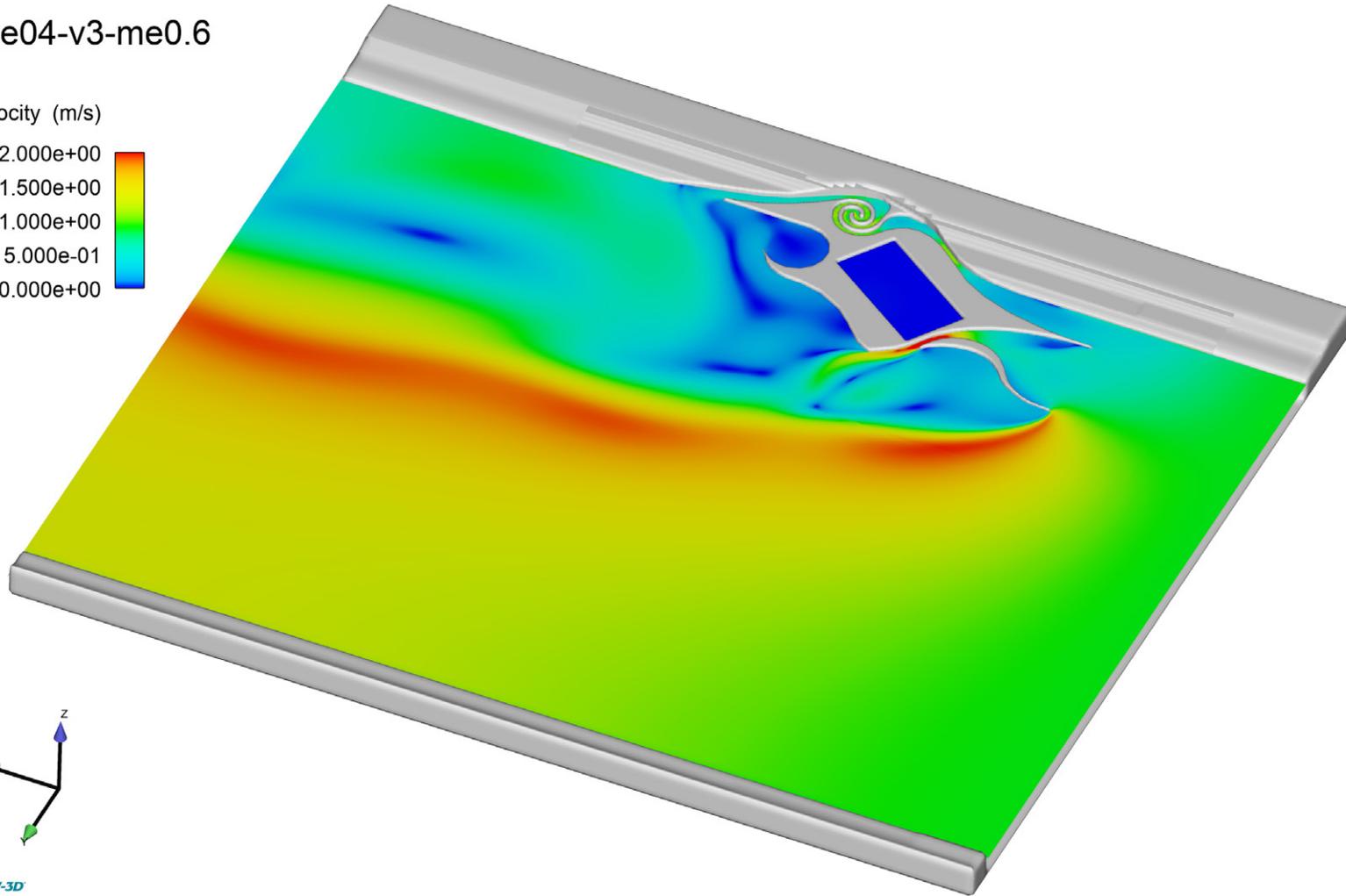
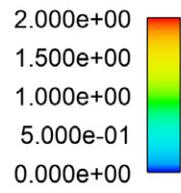
Die Gegenstromanlage weist so die gewünschte Strömung auf.

Der Wirbel erfährt sogar eine Entschleunigung gegenüber der vorhergehenden Variante. Der spiralförmige Teil scheint zu harte Richtungsänderungen aufzuweisen.



We04-v3-me0.6

Velocity (m/s)



FLOW-3D

4.8 Numerische Strömungsanalyse Variante 4

Bauliche Veränderung:

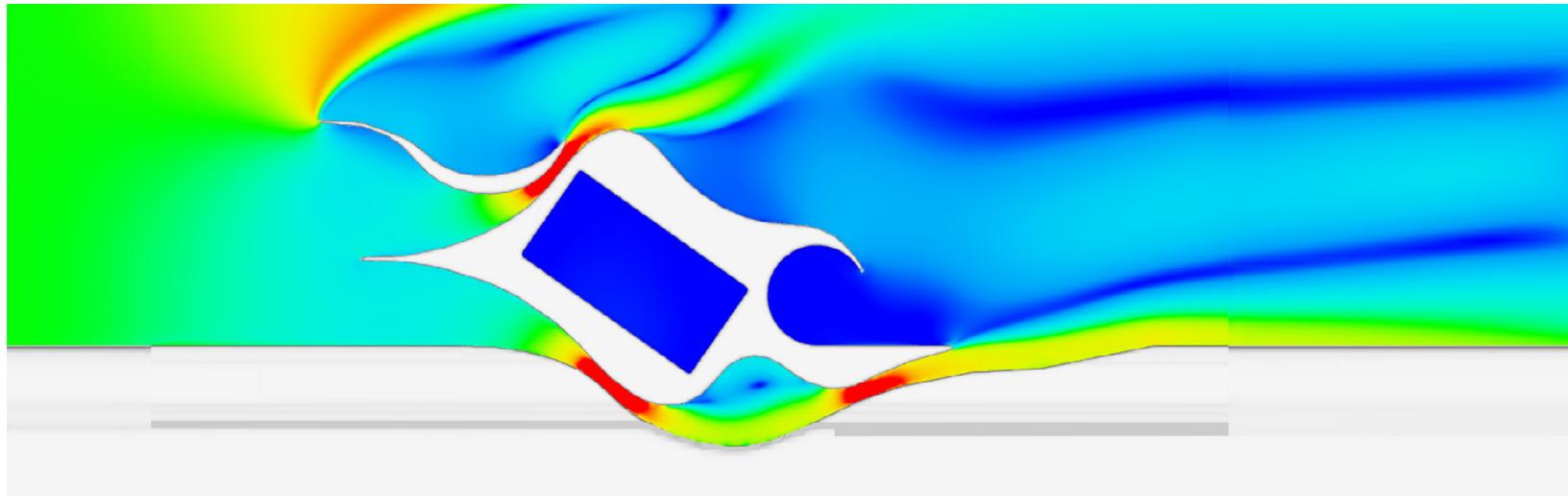
Der spiralförmige Wirbel wird komplett durch eine kreisförmige Ausbuchtung ersetzt. Dadurch soll die Fließgeschwindigkeit im Schwimmreifenbereich erhöht werden und ein strömungsreduzierter Ausstieg entstehen.

Auswirkung:

Die Anpassung hat den erhofften Effekt. Der Schwimmreifenbereich erfährt ausreichend Beschleunigung.

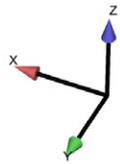
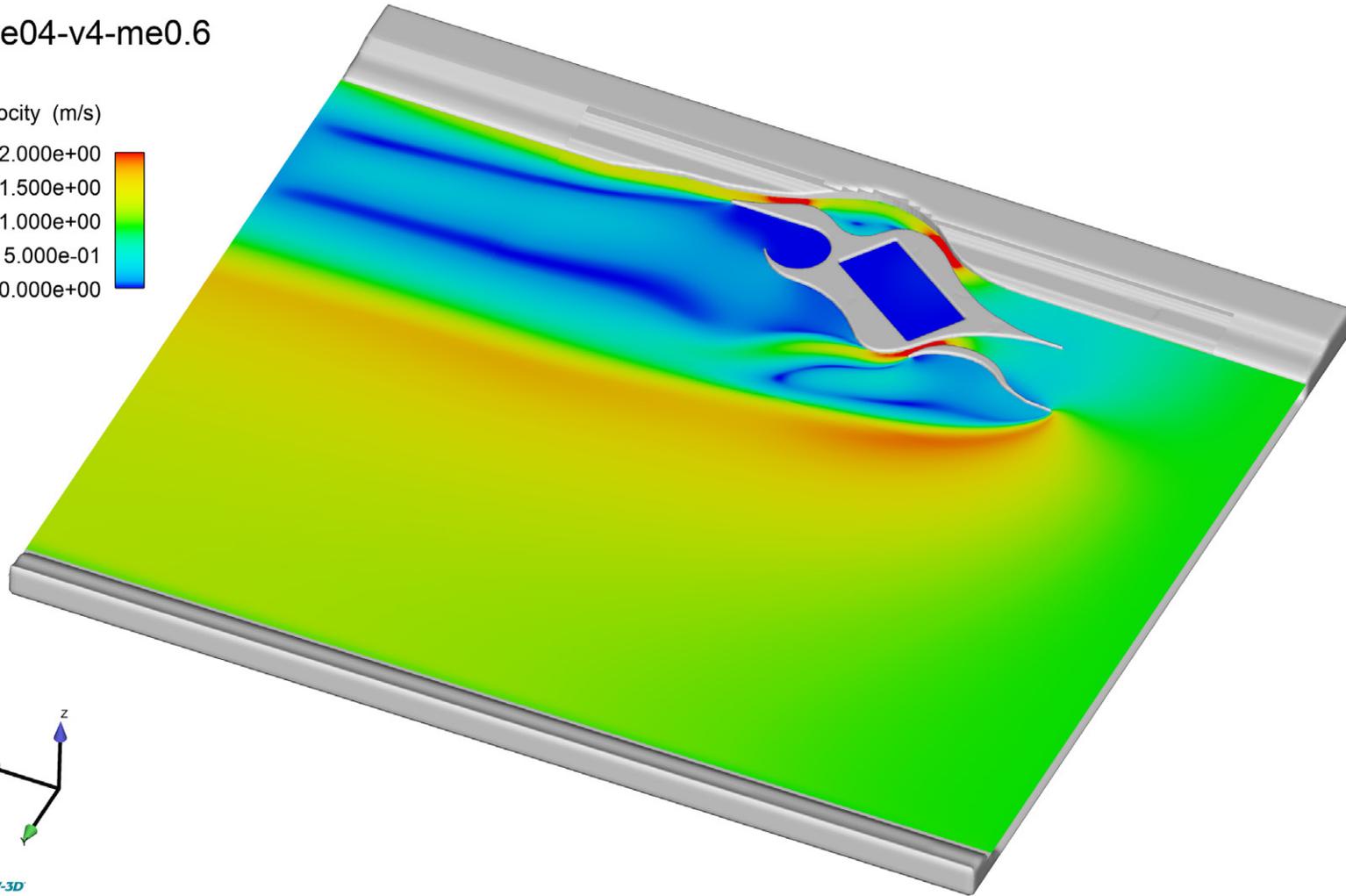
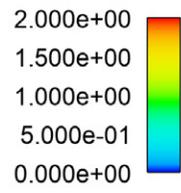
Fazit:

Alle strömungsmanipulierenden Teile der Anlage erfüllen die an sie gestellten Anforderungen.



We04-v4-me0.6

Velocity (m/s)



FLOW-3D

5 Diskussion

Aller Rätsel Lösung liegt im Kontext - Andreas Tenzer⁴⁰

5.1 Entwicklung der Hafen- und Flusswimmbäder

Die Typologie des Fluss- oder Hafenschwimmbades, die im 20. Jahrhundert weitgehend aufgelassen wurde, erfährt in den letzten Jahren wieder großes Interesse.

Einerseits ist die Verschmutzung der Flüsse durch Industrie und Unachtsamkeit erst in den letzten Jahrzehnten zurückgegangen und macht eine Nutzung dieser Gewässer erst wieder möglich.

Andererseits passt das Prinzip der Nutzung von natürlichen Gewässern zu dem Zeitgeist der Rückkehr zur Natur. Weg von den künstlichen, oft isolierten Badeanstalten, hin zu Algen und Strömung.

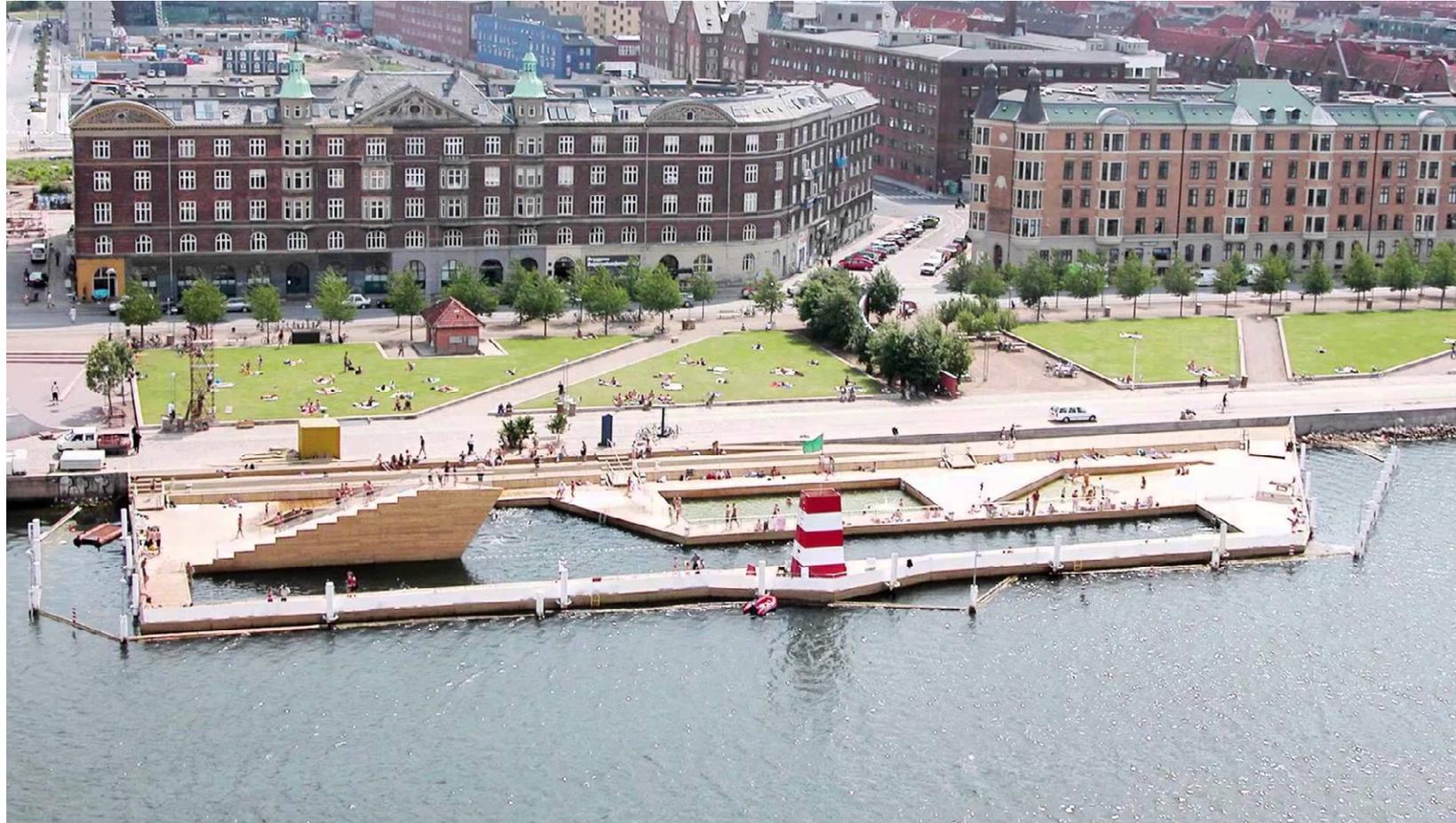
Die ersten zeitgemäßen Bauten dieses Typs sind hauptsächlich Hafenbäder in nordischen Ländern. Exemplarisch kann das Islands Brygge Harbour Bath in Kopenhagen genannt werden.

In Kooperation zwischen Julien De Smedt und Bjarke Ingels Group entstand das Hafenschwimmbad bereits 2003. Das Ziel war, den vormals industriell genutzten Hafen zu einem neuen Zentrum des öffentlichen Lebens umzugestalten.⁴¹

Das vorliegende Projekt will dasselbe Ziel erreichen und den Fluss auf ähnliche Weise wie den Kopenhagener Hafen in den Köpfen der Wiener vom Transportweg zu einem Aufenthaltsort transformieren.

Das Islands Brygge Harbour Bath ist ein gutes Beispiel, mittels Leuchtturmprojekten einen Standort für die Bevölkerung mental neu zu besetzen.

Es folgten dutzende weitere Hafenschwimmbäder wie beispielsweise das Hasle Havnebad in Bornholm, das Kastrup Sea Bath oder das Kalvebod Brygge, meist mit der selben Zielsetzung wie ihre Vorgänger.



101

Abbildung 67: Ein Vorzeigeprojekt der Rückeroberung des Kopenhagener Hafens - das Islands Brygge Harbour Bath

Der letzte Trend dieser Bewegung begann vor ca. 6 Jahren mit der Wiederentdeckung der Flussbäder. Vorreiter ist die Schweiz mit Flussschwimmanlagen in Basel und Zürich, die bereits 2012 vollständig modernisiert und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurden.⁴²

Auch große deutsche Städte haben Interesse entwickelt. Ein 2016 durchgeführter städtebaulicher Wettbewerb wurde von COBE gewonnen, die die Badenutzung des Rheins vorschlagen.⁴³

Mediale Aufmerksamkeit bekam vor allem ein Entwurf, der die Badenutzung der Spree in Berlin möglich machen soll. Über einen bepflanzten Kiesfilter soll das verunreinigte Wasser aufbereitet werden.⁴⁴

Auch wenn es das vorliegende Projekt nicht benötigt, stellt der Berliner Vorschlag eine interessante Weiterentwicklung des Gedankens des Flussschwimmbades dar.

Dieses Diplomprojekt folgt weitestgehend der Motivation und Standortwahl der aktuellen Hafen- und Flussbäder und kann zur Wirksamkeit einige prominente Vorläuferprojekte aufweisen.

Das herausragende Alleinstellungsmerkmal des vorliegenden Projektes liegt im Umgang mit dem vorgefundenen Gewässer. Alle vorhergehenden Projekte trennen das beschwimmbare Wasser komplett vom Gewässer, oder lassen das Schwimmen in der vorhandene Strömung unberührt zu.

Dieses Projekt dagegen manipuliert die vorhandene Strömung aktiv, um unterschiedliche Schwimmqualitäten zu stärken oder erzeugen. Dieser Ansatz stellt einen neuartigen Umgang mit Fließgewässern zur Freizeitnutzung dar. Wie die Säuberung des Spreewassers ist dies der nächste Schritt zu einem aktiveren Zugang an die Typologie Flussbades.

Interessant ist das Projekt auch aus einer interdisziplinären Perspektive, da der Einsatz von Strömungsmanipulation in Berechnung und Ausführung in der Regel infrastrukturellen Projekten vorbehalten ist. Auch die zur Berechnung verwendete Software ist eigentlich auf Wasserstau- und -kraftwerke ausgelegt.

Die Nutzung und Erfahrung dieser Möglichkeiten für die breite Öffentlichkeit gibt es derzeit nicht. Eine Entwicklung ähnlich des Windkanals von der rein wissenschaftlichen zur Freizeitnutzung ist denkbar.



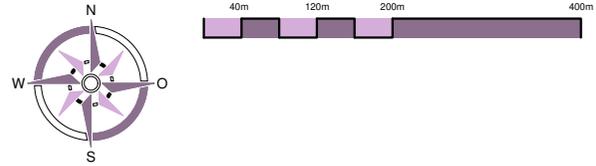
103

Abbildung 68: Neueste Entwicklung - die Aufbereitung des Spreewassers zur Badenutzung in Berlin

Resultat

6 Resultat

Freude an der Arbeit lässt das Werk trefflich geraten. - Aristoteles⁴⁵



6.1 Lagepläne

Lage - Großraum 1:8000

Die großräumliche Lage zeigt den Anschluss an das dicht bebaute, südwestliche Hinterland des Donaustroms.

Dem 20. Bezirk zugehörig, ist es das erste Projekt auf der Seite des rechten Donauufers. Es ist auf Höhe der zwei großen öffentlichen Schwerpunkte, zum einen dem Verkehrsknoten S- und U-Bahnstation Handelskai, zum anderen dem Einkaufs- und Freizeitzentrum Millenium City, situiert.

Dieser Bereich hat die besten Voraussetzungen um den Brückenschlag über die Bahntrassen zu attraktivieren.

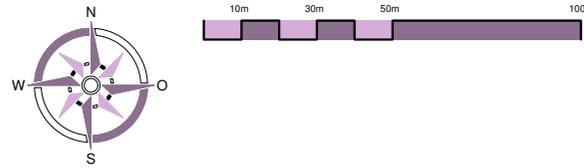
Resultat



107

6.1 Lagepläne

Anbindung - Kleinraum 1:2000

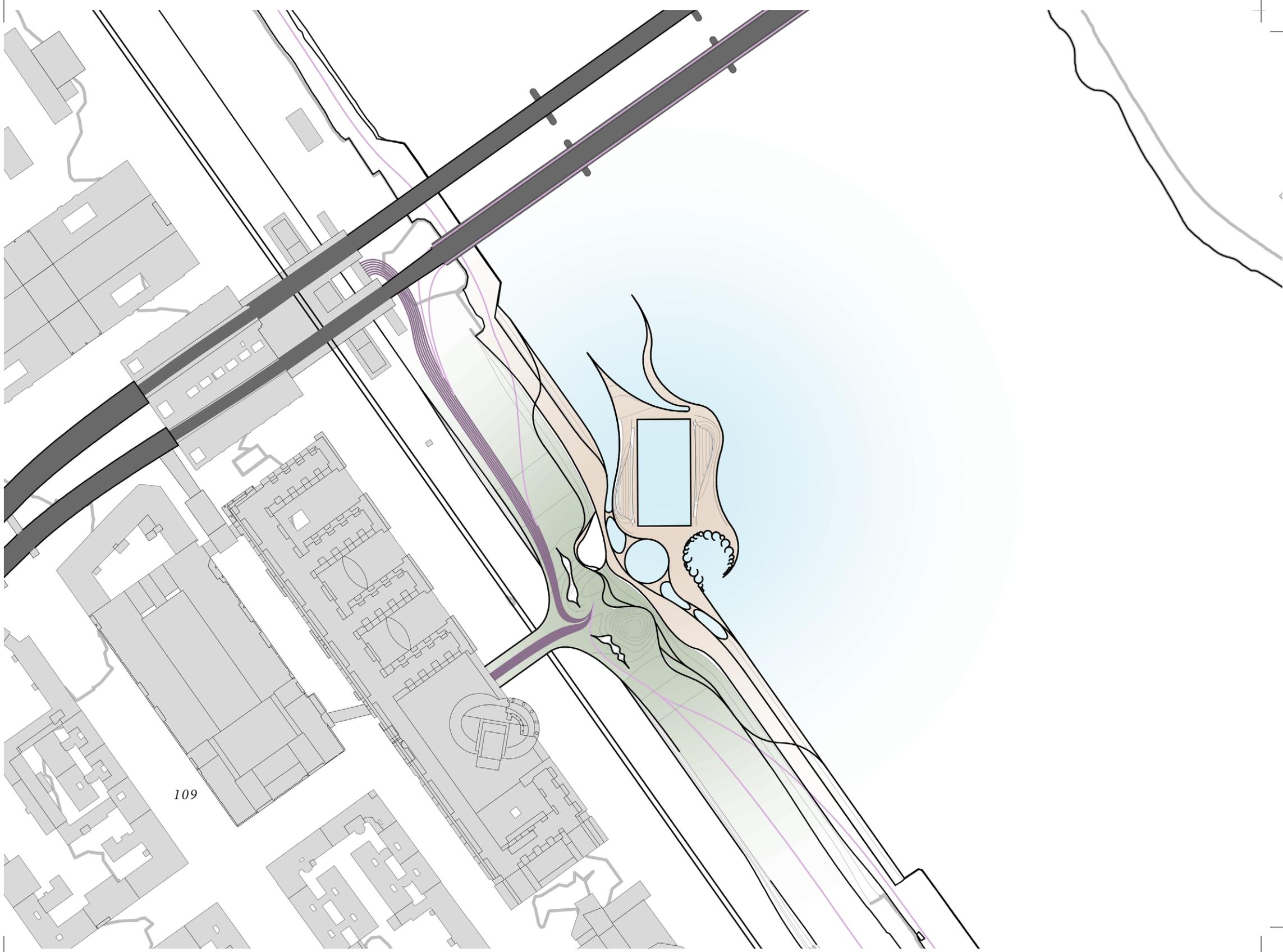


Im Kapitel „Projektstandort“ sind die Vorteile der Lage bereits beschrieben.

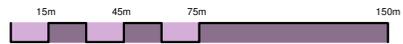
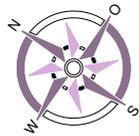
Der Besucherstrom wird hauptsächlich aus Richtung der U- & S-Bahn, sowie aus der Millenium City erwartet. Die öffentliche Anreise geschieht über die Station Handelskai, die um zwei Aufzüge erweitert wird. Für den Individualverkehr wäre eine gemeinsame Nutzung der bestehenden Tiefgarage der Millenium City angedacht.

Die Wasseranlagen werden durch das eingegrabene Bauwerk zur lauten Straße und Bahntrasse hin akustisch abgeschottet. Das Erdreich, über und um die eingegrabenen Baumassen, dient zusätzlich als thermischer Puffer. Die Anlage orientiert sich weitgehend zur grünen Donauinsel, wobei einzelne Wassernutzungen gezielte Blicke stromauf- und -abwärts zulassen.

Resultat



109



6.1 Lagepläne

Schiffbarkeit - Durchfahrtsbreiten 1:3000

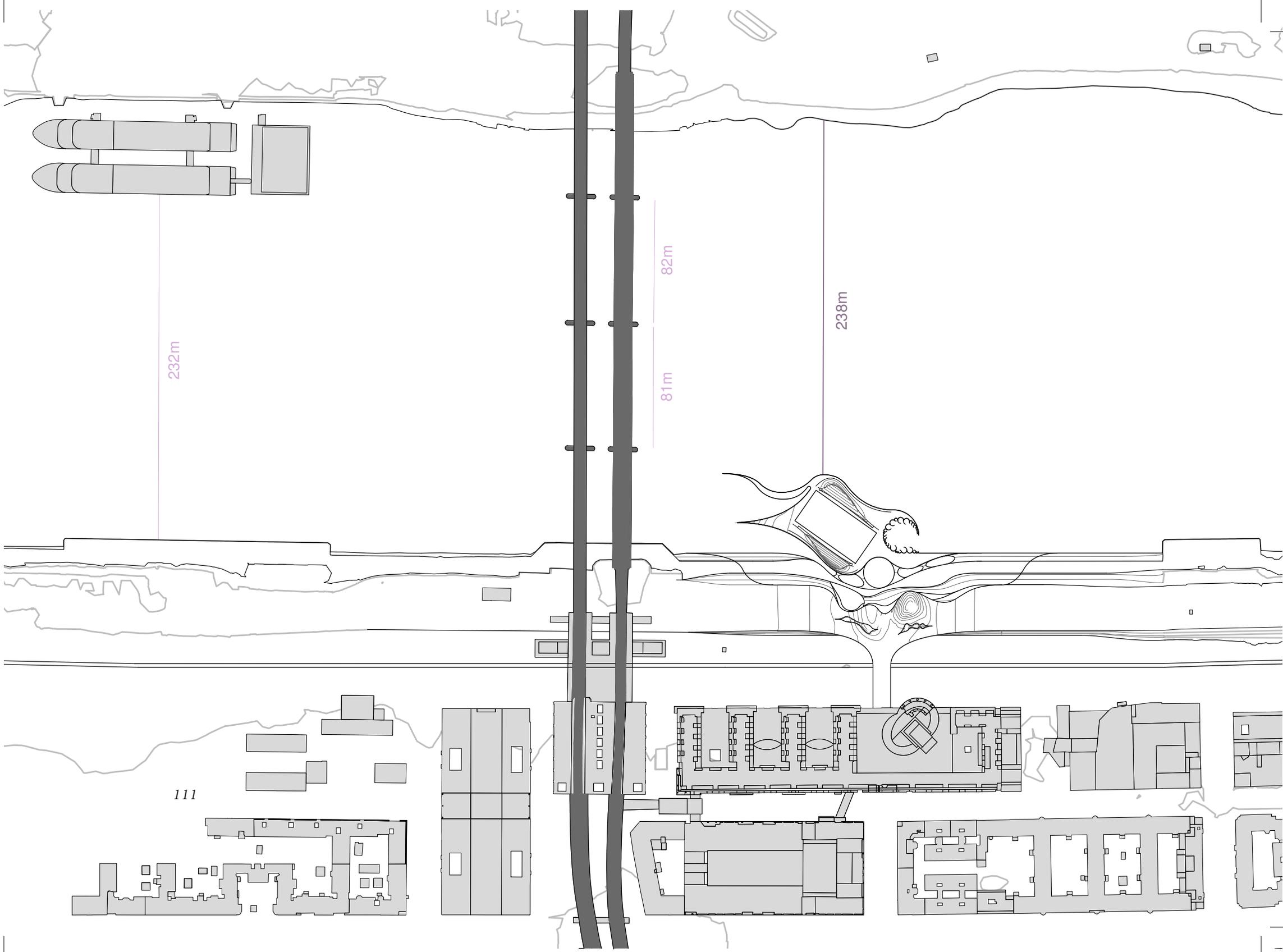
Um weiter die ungestörte Schiffbarkeit der Donau zu gewährleisten, werden in folgender Grafik die bestehenden Durchfahrtsbreiten des Flusses im Umfeld des Projektstandortes bemaßt.

Die Schiffbarkeit gilt als vorhanden, solange die Durchfahrtsbreite nicht weiter eingeengt wird. Da das Projekt keine Überbrückung der Donau vorsieht, muss eine etwaige Durchfahrtsbreite nicht nachgewiesen werden.

Wie in dem Plan ersichtlich ist die geringste Engstelle unmittelbar vor dem Projektstandort durch die U6-Brücke über den Donaustrom verortet. Der Pfeilerabstand beträgt hier lediglich 81m.

Bei dem ständig angelegten Schulschiff verbleibt eine Flussbreite von 232m für den Schiffsverkehr.

Mit 238m verbleibender Durchfahrtsbreite ist die Schiffbarkeit auf jeden Fall gegeben.



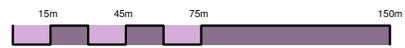
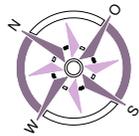
232m

82m

81m

238m

111



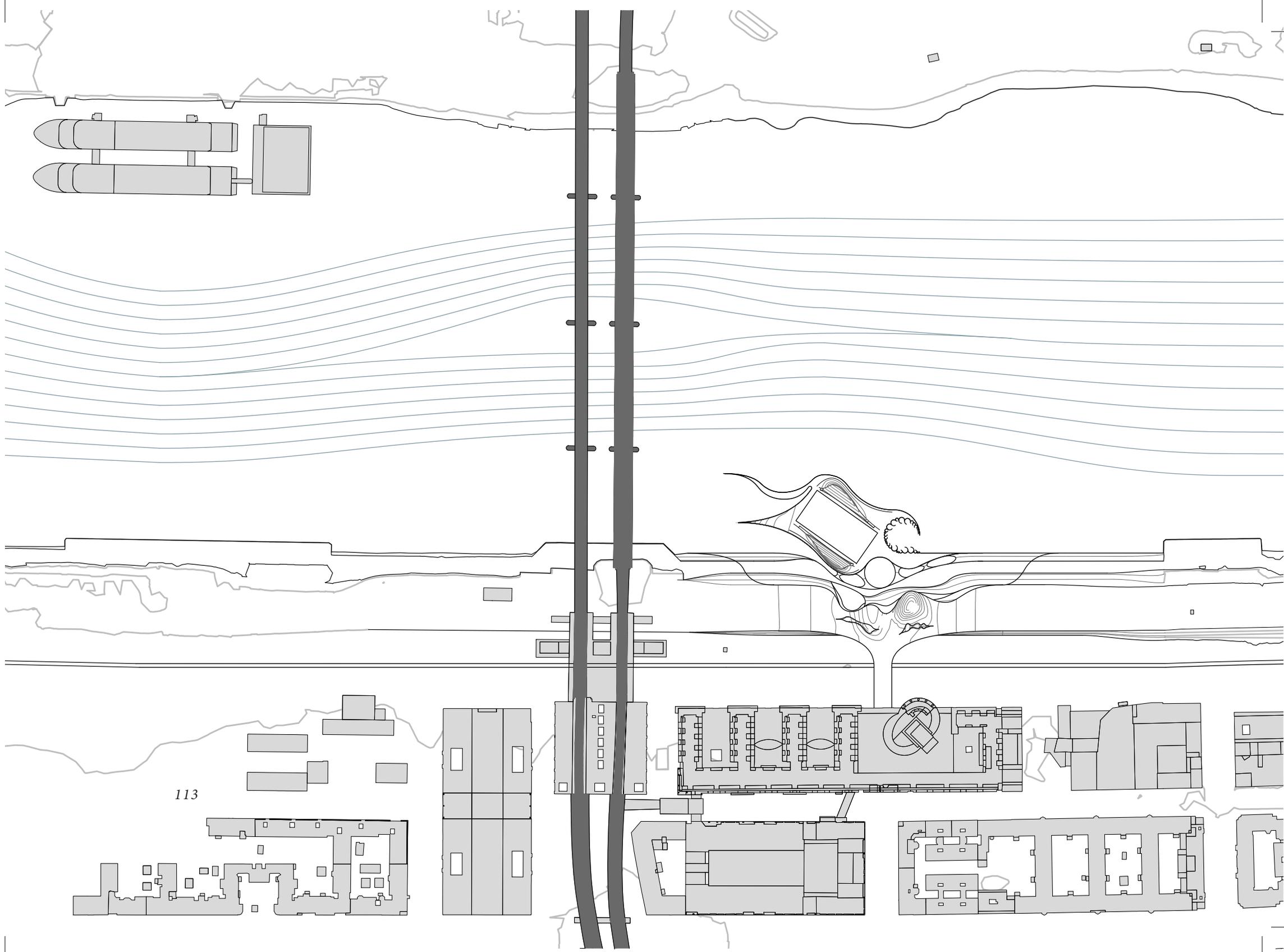
6.1 Lagepläne

Schiffbarkeit - Manövrierfähigkeit 1:3000

Die folgende Grafik verdeutlicht den geringen Einfluss auf die Route vorbeifahrender Schiffe.

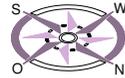
Auch hier stellt die Durchfahrung der Brückenpfeiler ein größeres Hindernis dar als die geplante Schwimmstruktur.

Resultat



113

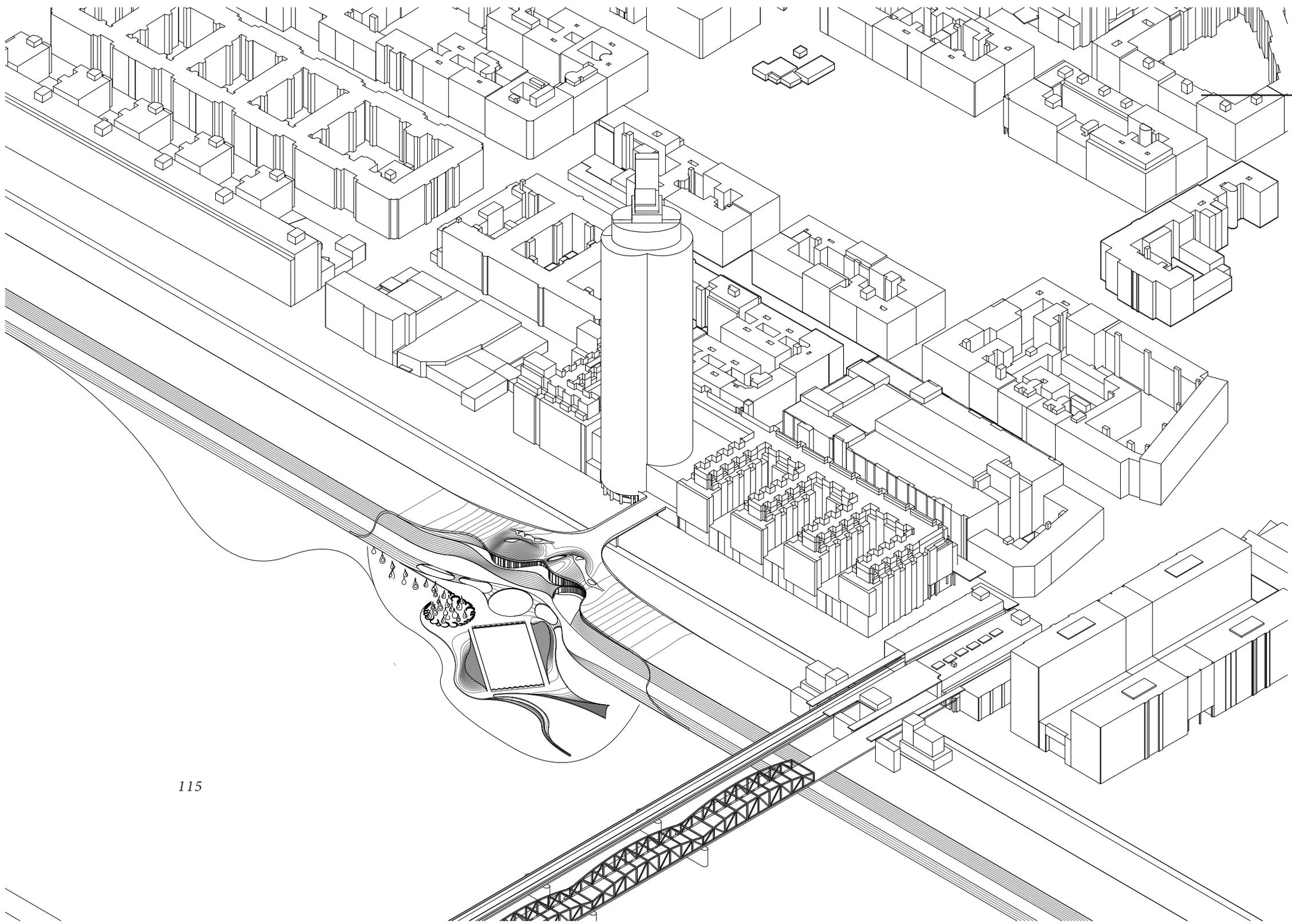
6.2 Organisation Gesamtanlage



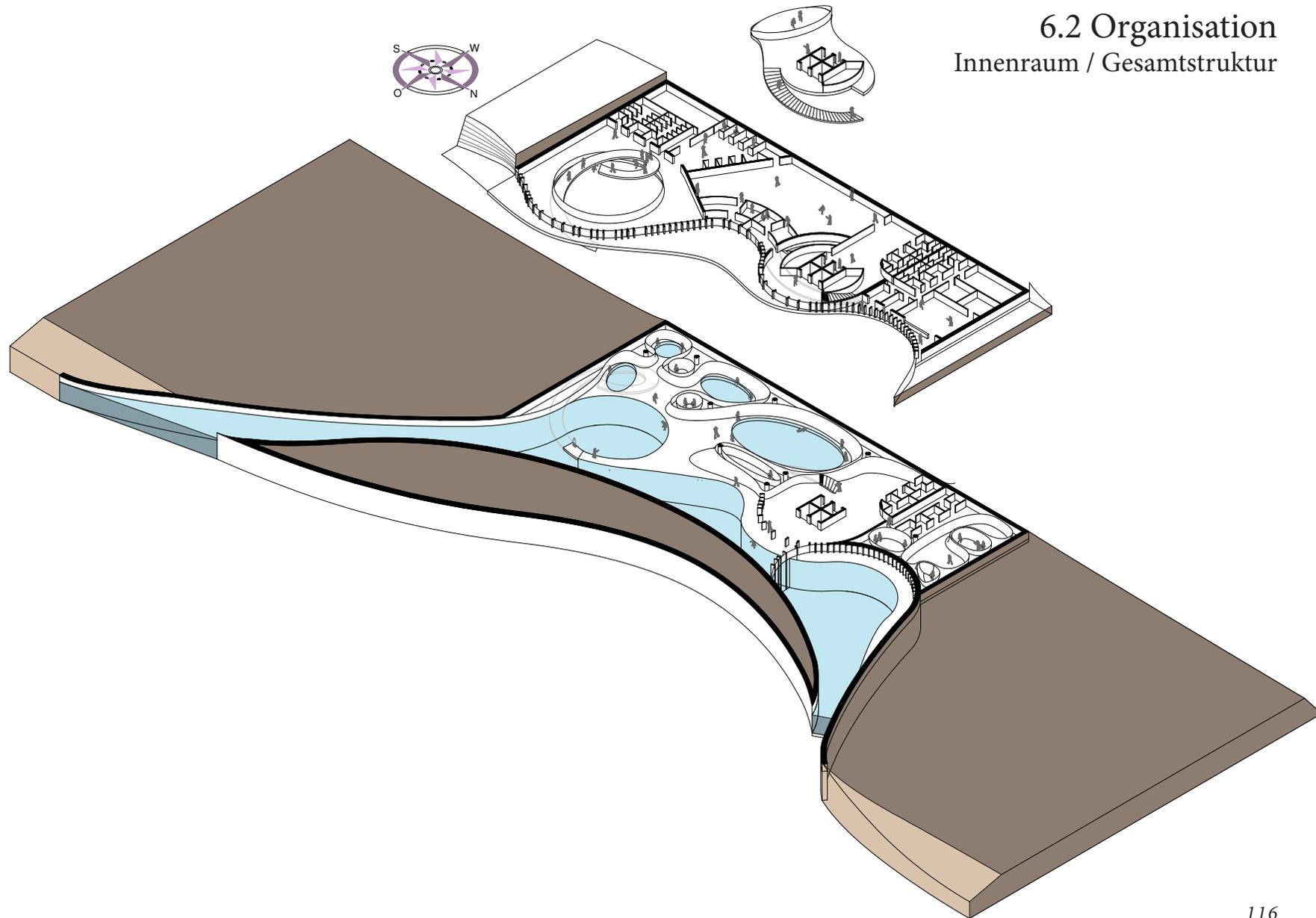
Die gesamte Anlage, inklusive der unterschiedlichen Schwimmbereiche, wird durch eine umschließende Gestängereling gesichert. Dadurch wird das unabsichtliche Austreiben der Besucher auf die Donau verhindert. Gleichzeitig ermöglicht diese Reling das Umschwimmen der ganzen Struktur durch die unterschiedlichsten Strömungssituationen.

Die Anlage erzeugt stromabwärts eine beruhigte Wasserzone, die, durch die selbe Reling wie oben genannt gesichert, als öffentliche Badestelle genutzt werden kann. Die Bevölkerung bekommt so im Gegenzug für den reduzierten Grünstreifen entlang der Struktur einen neuen Ort der Freizeitnutzung. Weniger unbelebter Freiraum, mehr Nutzungsangebot beim verbliebenen Freiraum.

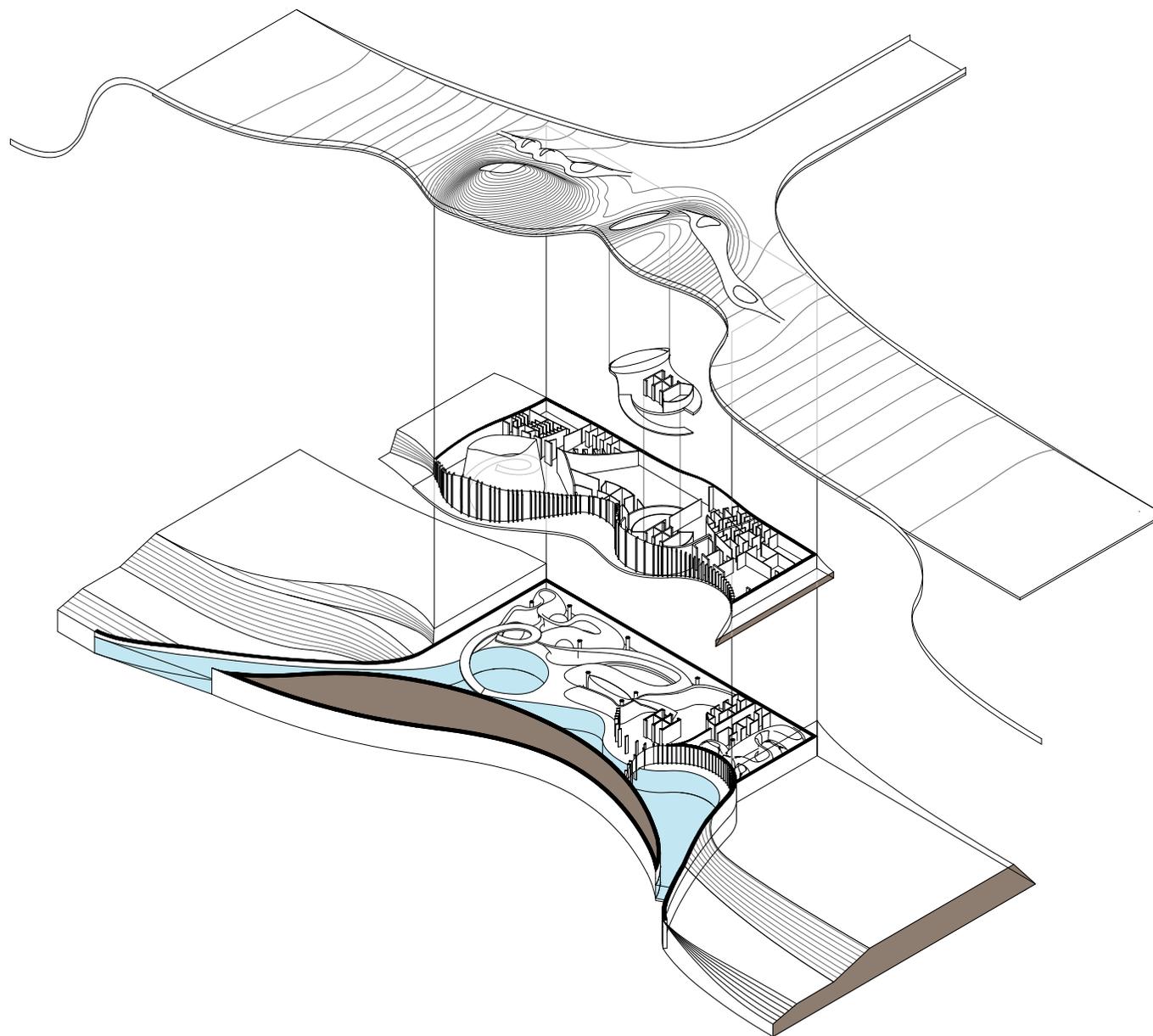
Resultat



6.2 Organisation Innenraum / Gesamtstruktur



Resultat

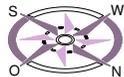


117

Abbildung 75: Explosionsaxonometrie

Resultat

6.2 Organisation Raumprogramm OG & EG



Erschließung & Nebenräume



Badebereich & Nebenräume



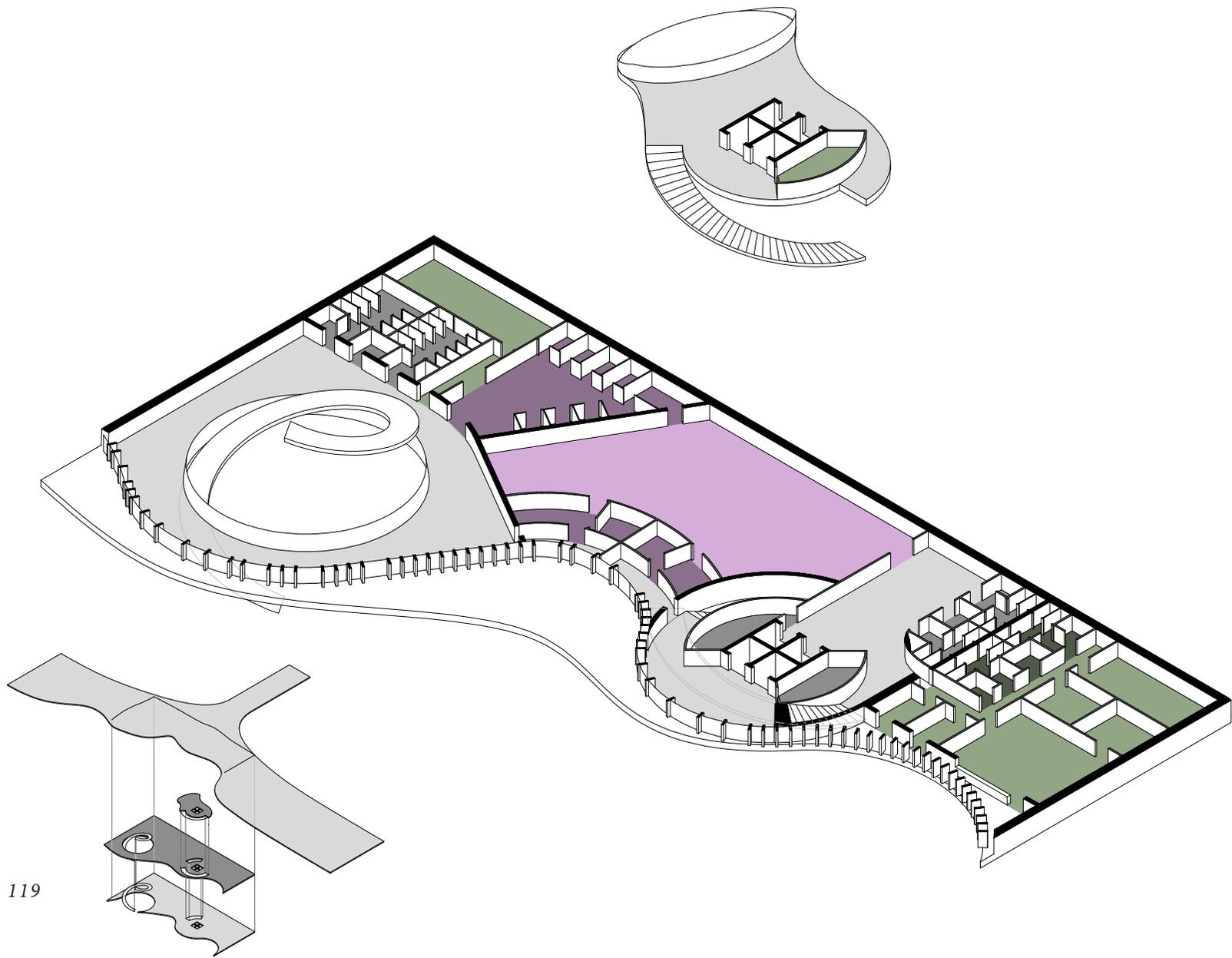
Personalbereich & Nebenräume



Saunabereich & Nebenräume

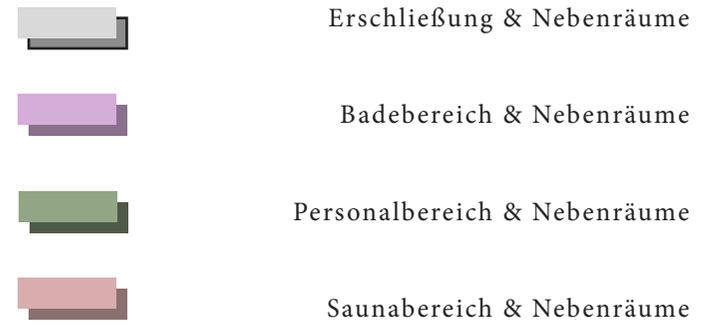
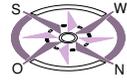
Resultat

Abbildung 76: Raumprogramm OG & EG

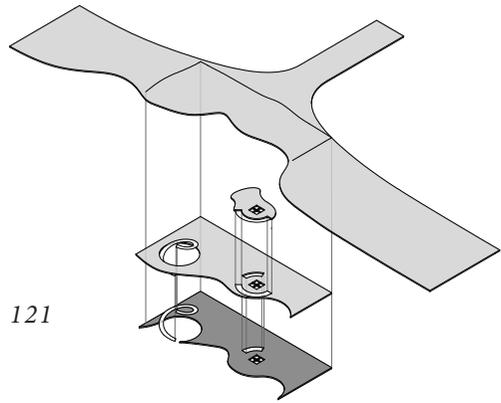
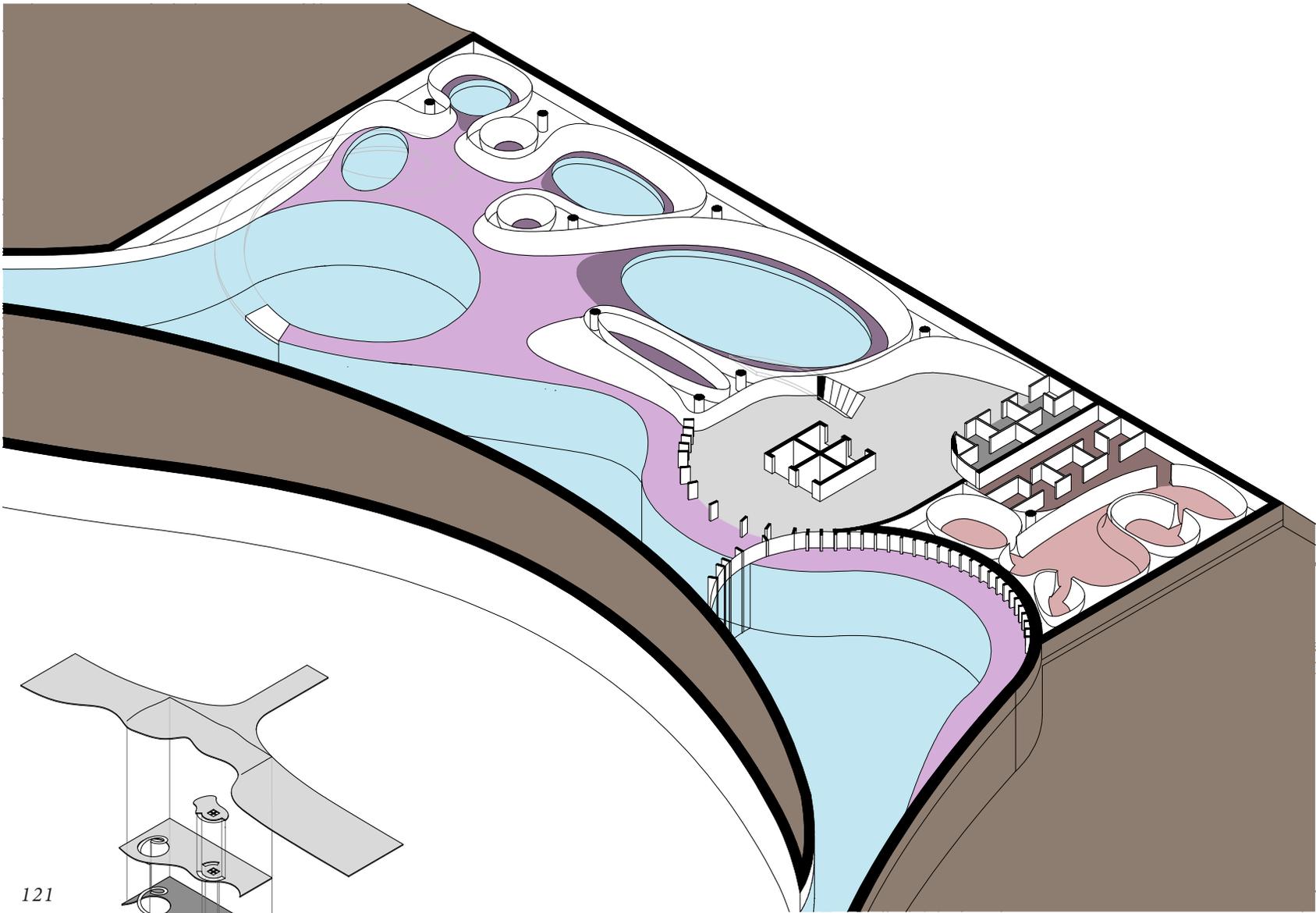


Resultat

6.2 Organisation Raumprogramm UG

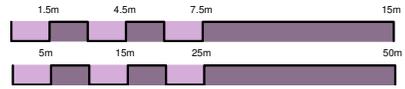
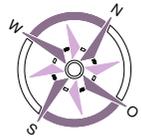


Resultat



121

Resultat



6.3 Grundrisse OG 1:300/1:1000

Raumprogramm:	
1 Foyer	70.65m ²
2 Back Office	27.75m ²

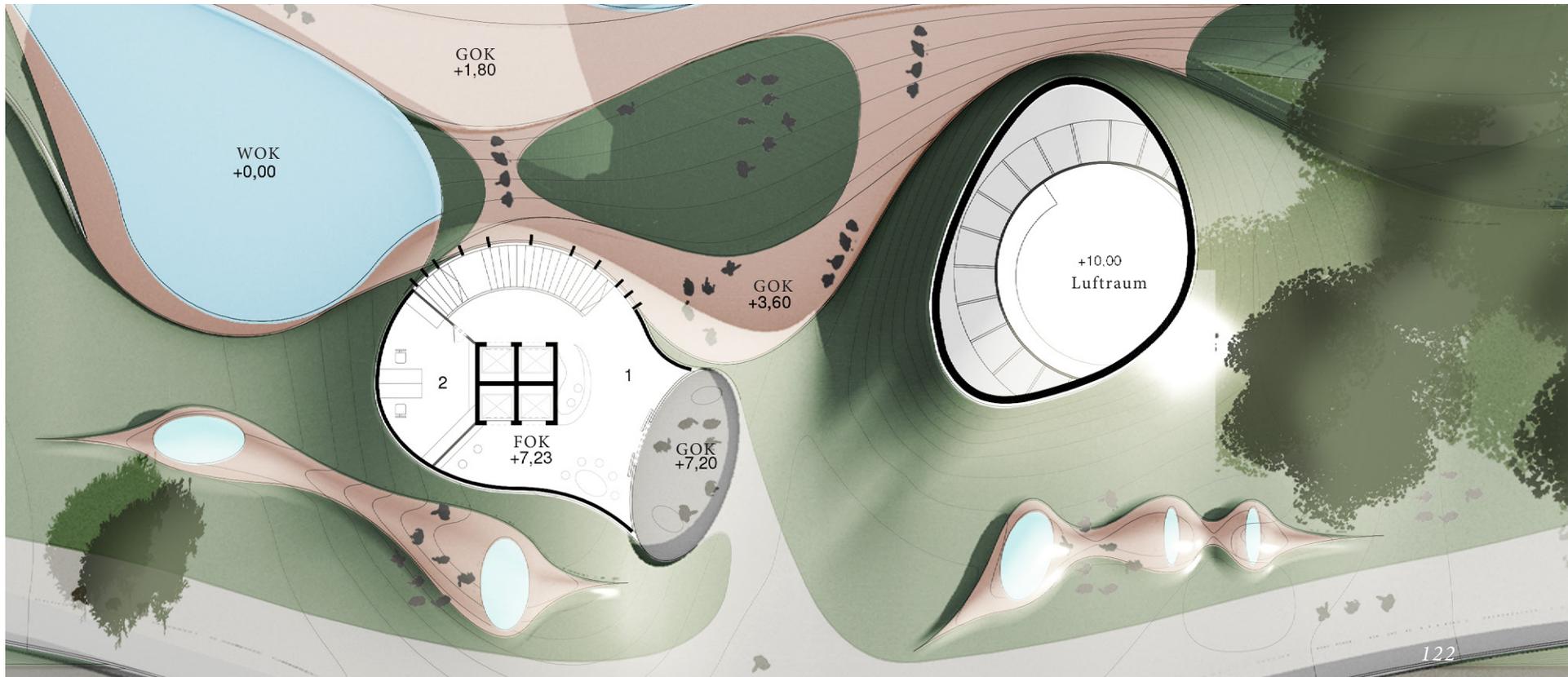
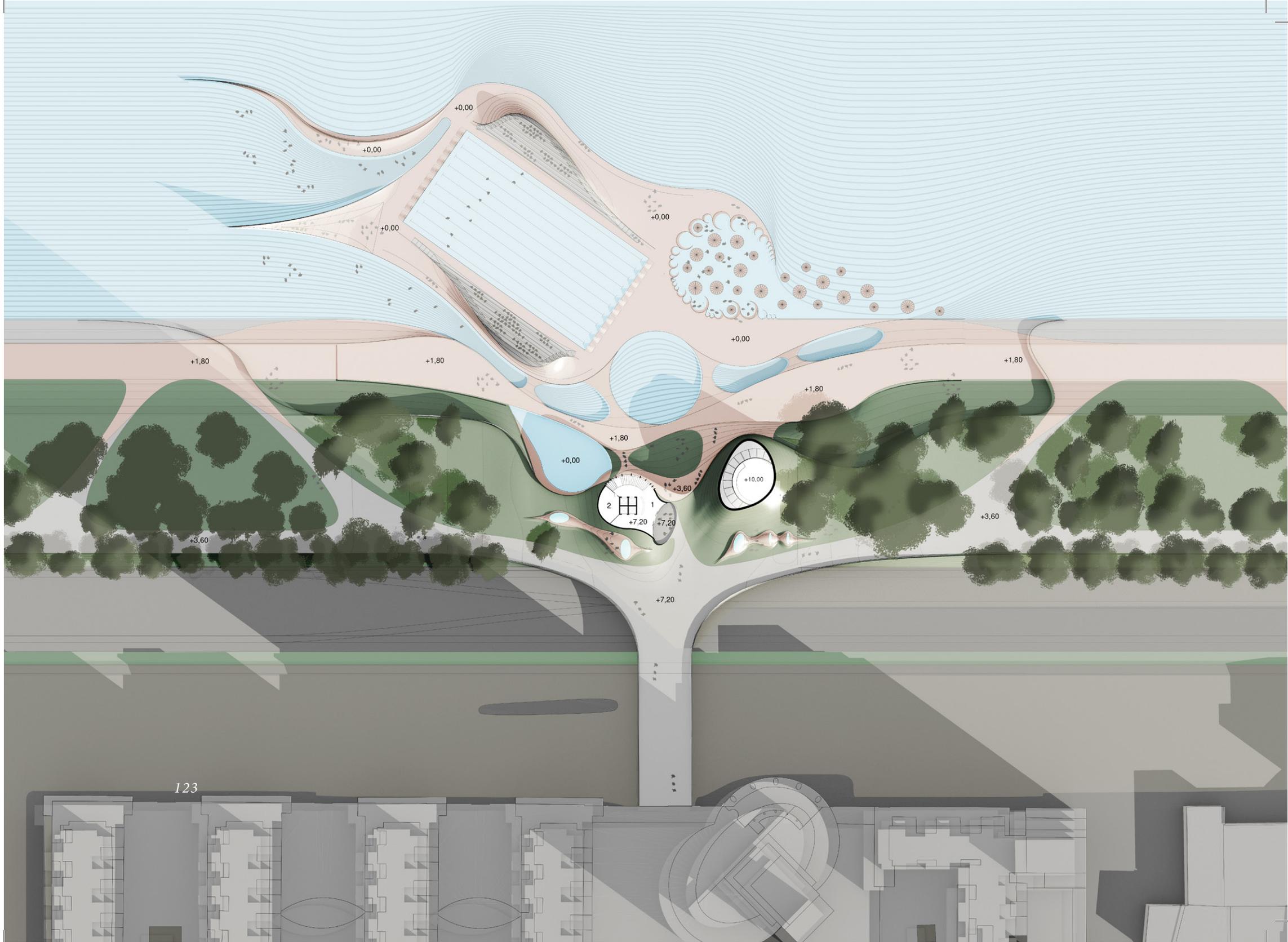
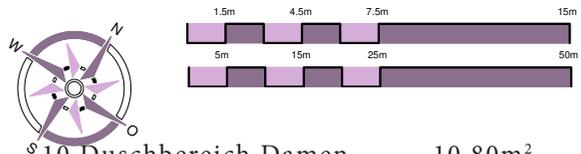


Abbildung 78 & 79: Grundrisse OG



6.3 Grundrisse EG 1:300/1:1000



Raumprogramm:					
3 Foyer EG	70.14m ²	10 Duschbereich Damen	10.80m ²	18 Büro Angestellte	14.41m ²
4 Sanitärbereich Öffentlich	23.31m ²	11 Sanitär Damen	6.32m ²	19 Terrasse	17.34m ²
5 Kinderwagenabstellraum	13.94m ²	12 Durchgang	163.95m ²	20 Aufenthaltsraum Büro	42.03m ²
6 Umkleideraum	183.14m ²	13 Massagebereich	69.16m ²	21 Abstellraum	11.55m ²
7 Duschbereich Herren	9.26m ²	14 Sanitärbereich Badegäste	41.59m ²	22 Technikraum	11.55m ²
8 Sanitär Herren	6.09m ²	15 Erste-Hilfe-Raum	41.25m ²	23 Archiv	23.44m ²
9 Durchgang	16.62m ²	16 Erschließung UG	8.62m ²	24 Sanitärbereich Angestellte	23.35m ²
		17 Abstellraum	12.27m ²	25 Gang	22.10m ²

Resultat

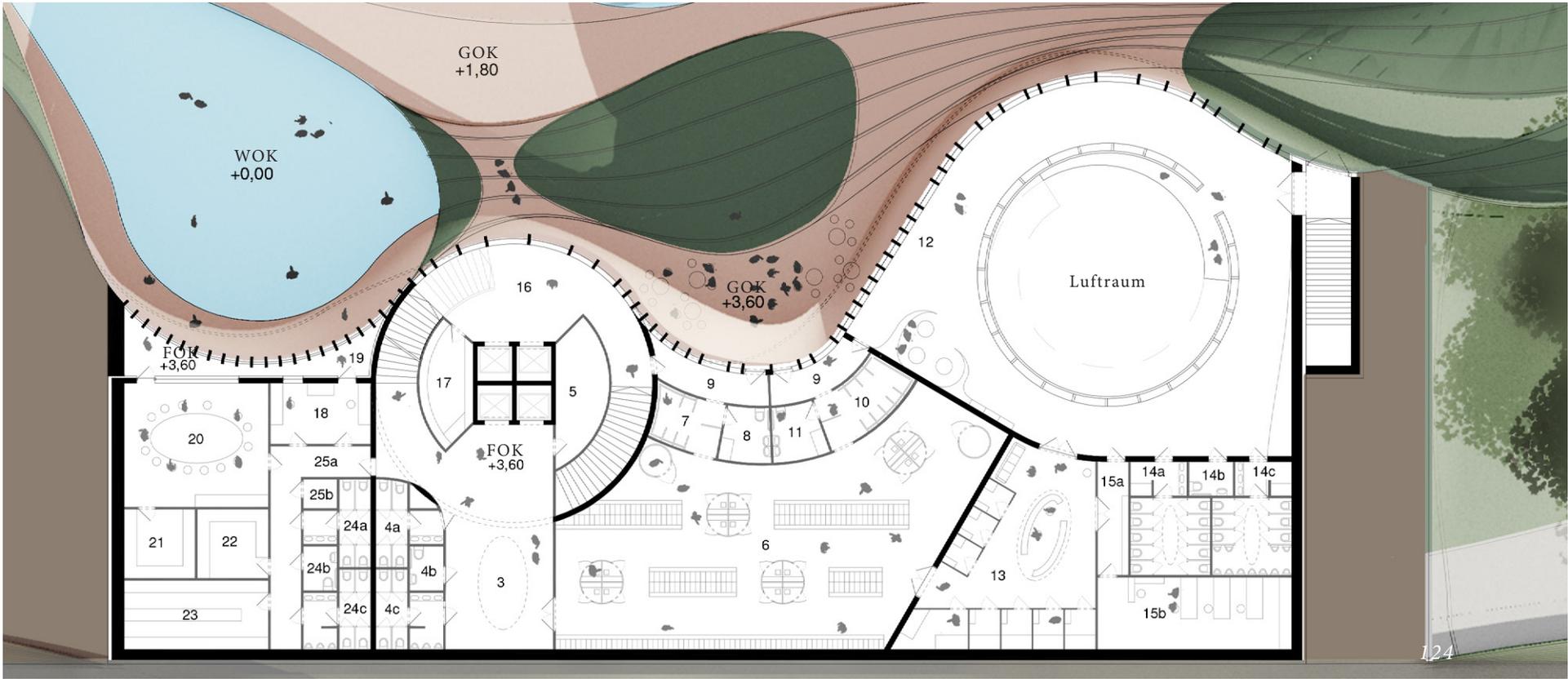
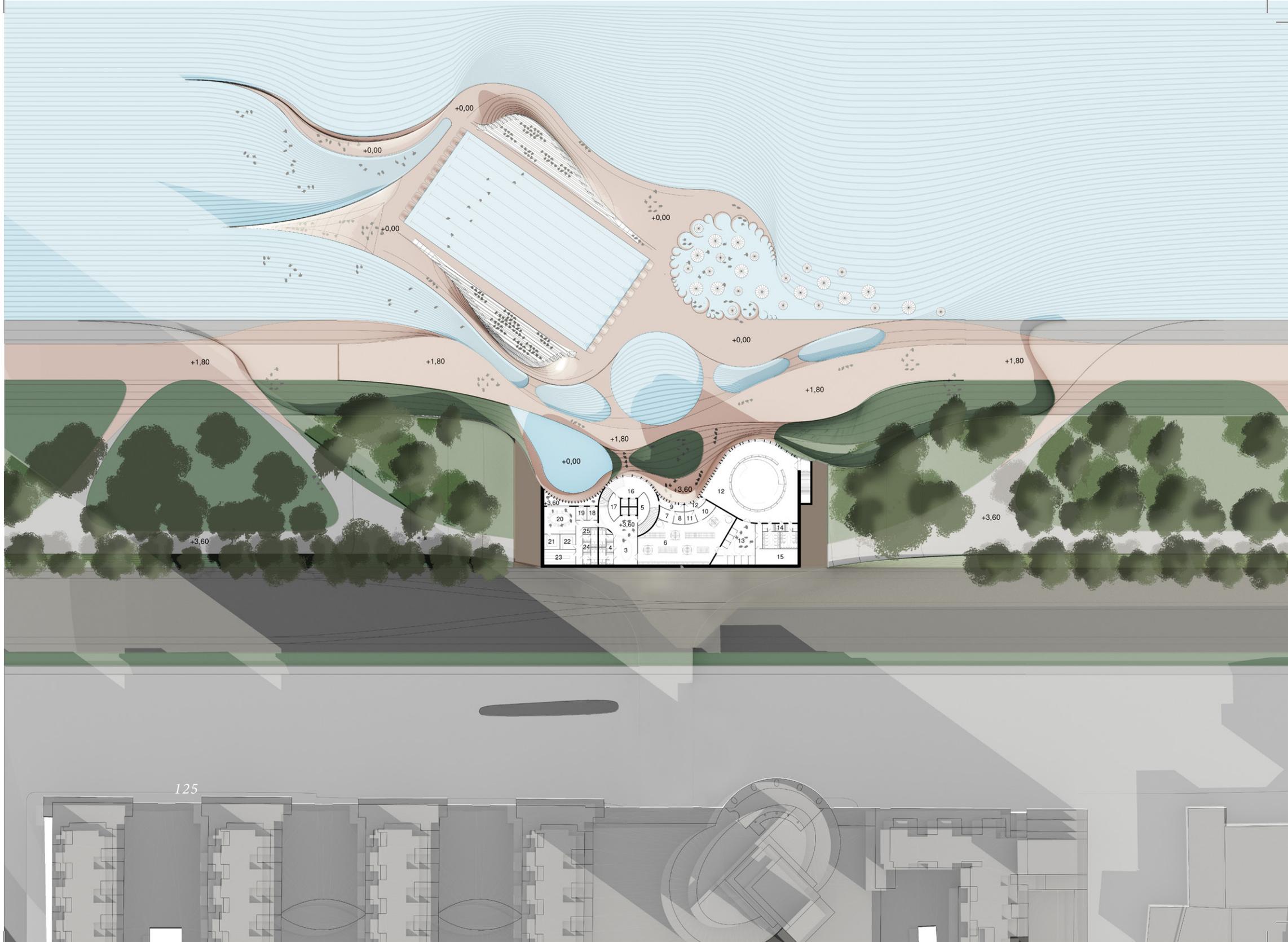
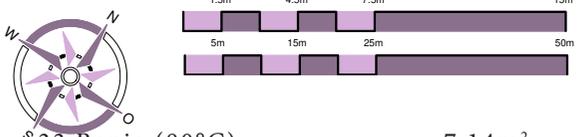


Abbildung 80 & 81: Grundrisse EG



6.3 Grundrisse UG 1:300/1:1000



Raumprogramm:		33 Banja (80°C)	7.14m ²	41 Warmwasserbecken	57.68m ²
26 Badelandschaft UG	273.25m ²	34 Kneippbecken	2.06m ²	42 Infrarotkabine	7.03m ²
27 Sanitärbereich Badegäste	23.31m ²	35 Finnische Sauna (95°C)	16.09m ²	43 Whirlpool	20.18m ²
28 Umkleide Saunabereich	14.68m ²	36 Außenbereich Schlucht	276.76m ²	44 Infrarotkabine	7.03m ²
29 Sanitär Saunabereich	28.16m ²	37 Längenbecken	144.76m ²	45 Kaltwasserbecken	53.18m ²
30 Römisches Bad	6.50m ²	38 Sprungbecken	171.51m ²	46 Stiegenhaus UG	25.44m ²
31 Dampfbad (48°C)	13.93m ²	39 Kinderbecken	172.46m ²		
32 Ruhebereich Sauna	57.97m ²	40 Kinderhöhle	15.48m ²	Gesamt:	2 190.47m ²

Resultat

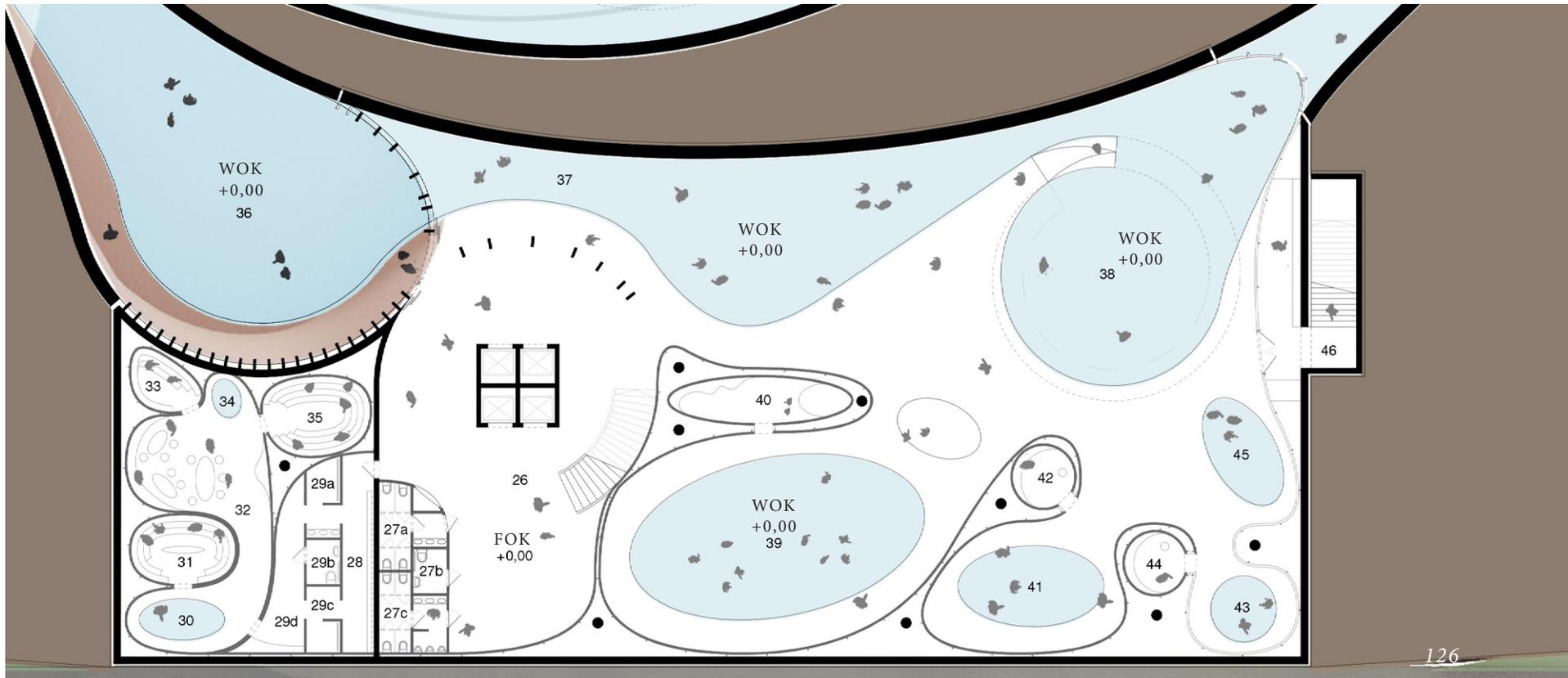
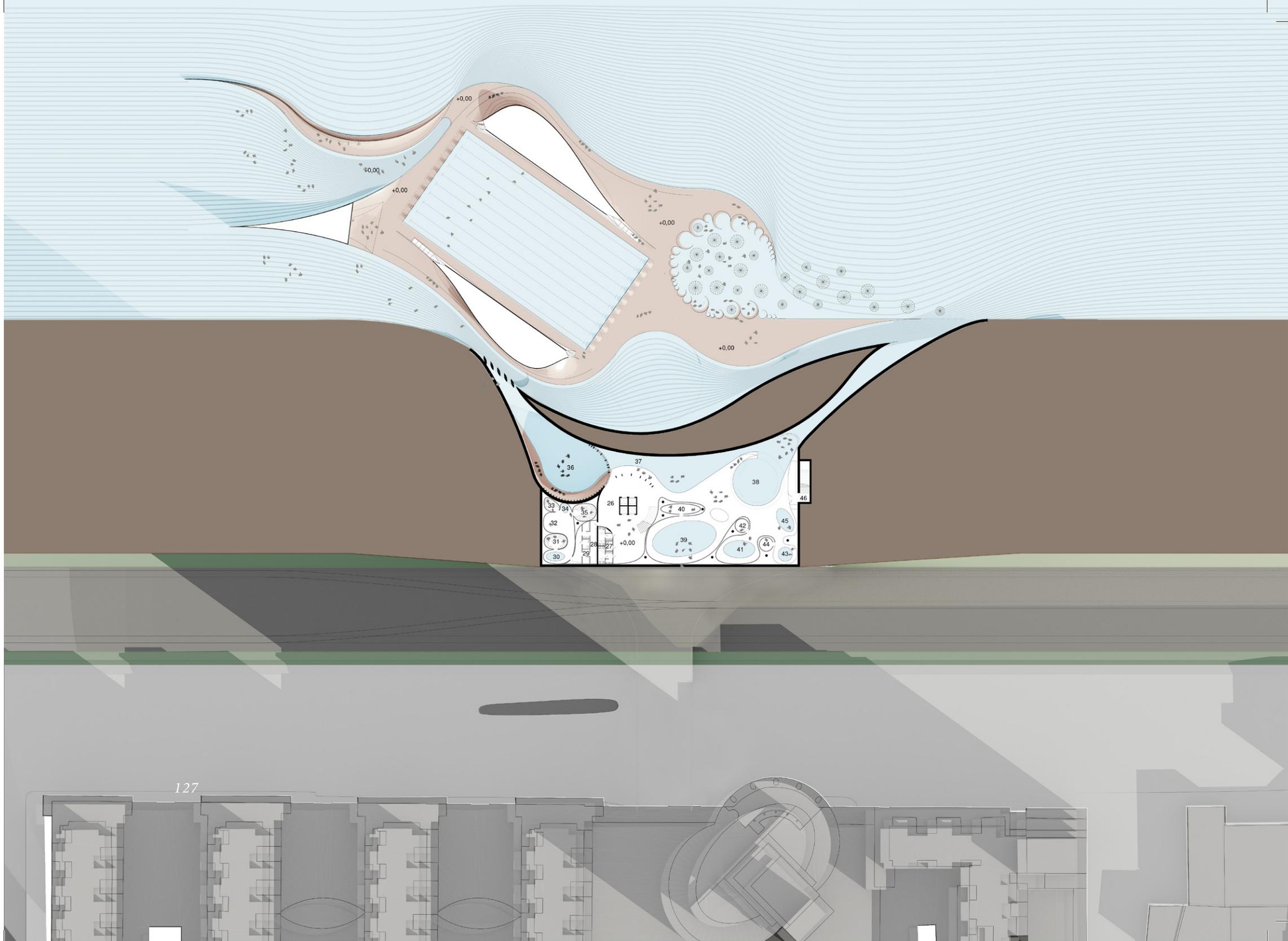
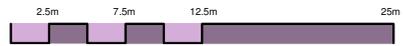


Abbildung 82 & 83: Grundrisse UG





6.4 Ansicht Nordost

1:500

Resultat

GOK +3,60
GOK +1,80

GOK +3,60

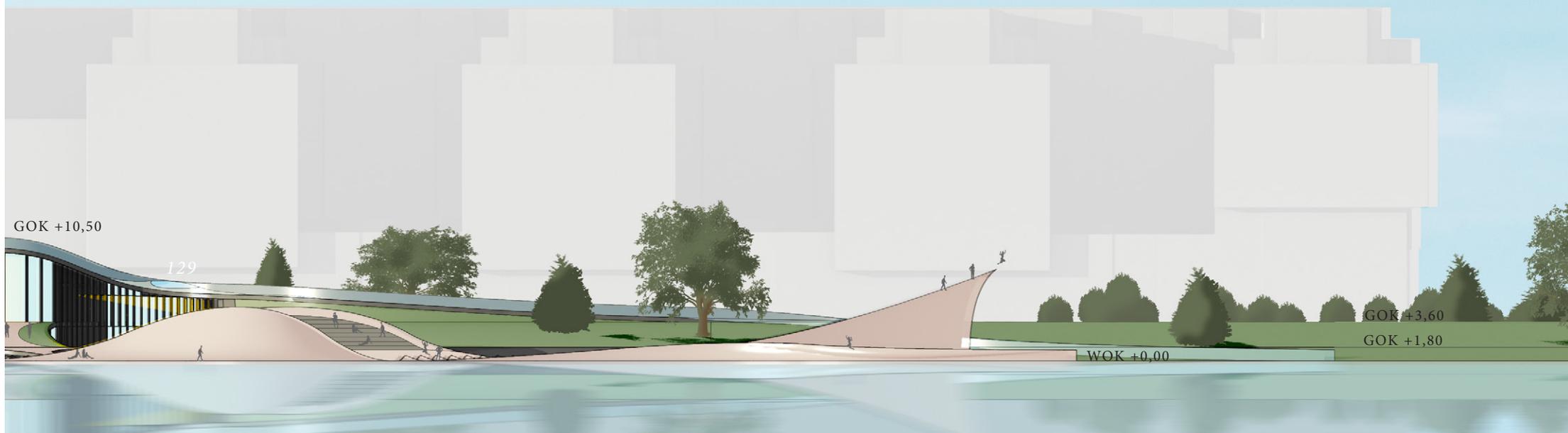
GOK +13,50

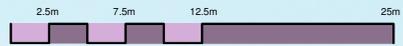
GOK +7,20
128

GOK +1,80



Abbildung 84: Die Gesamtanlage aus Sicht der Donauinsel





6.5 3D-Schnitt 1:500

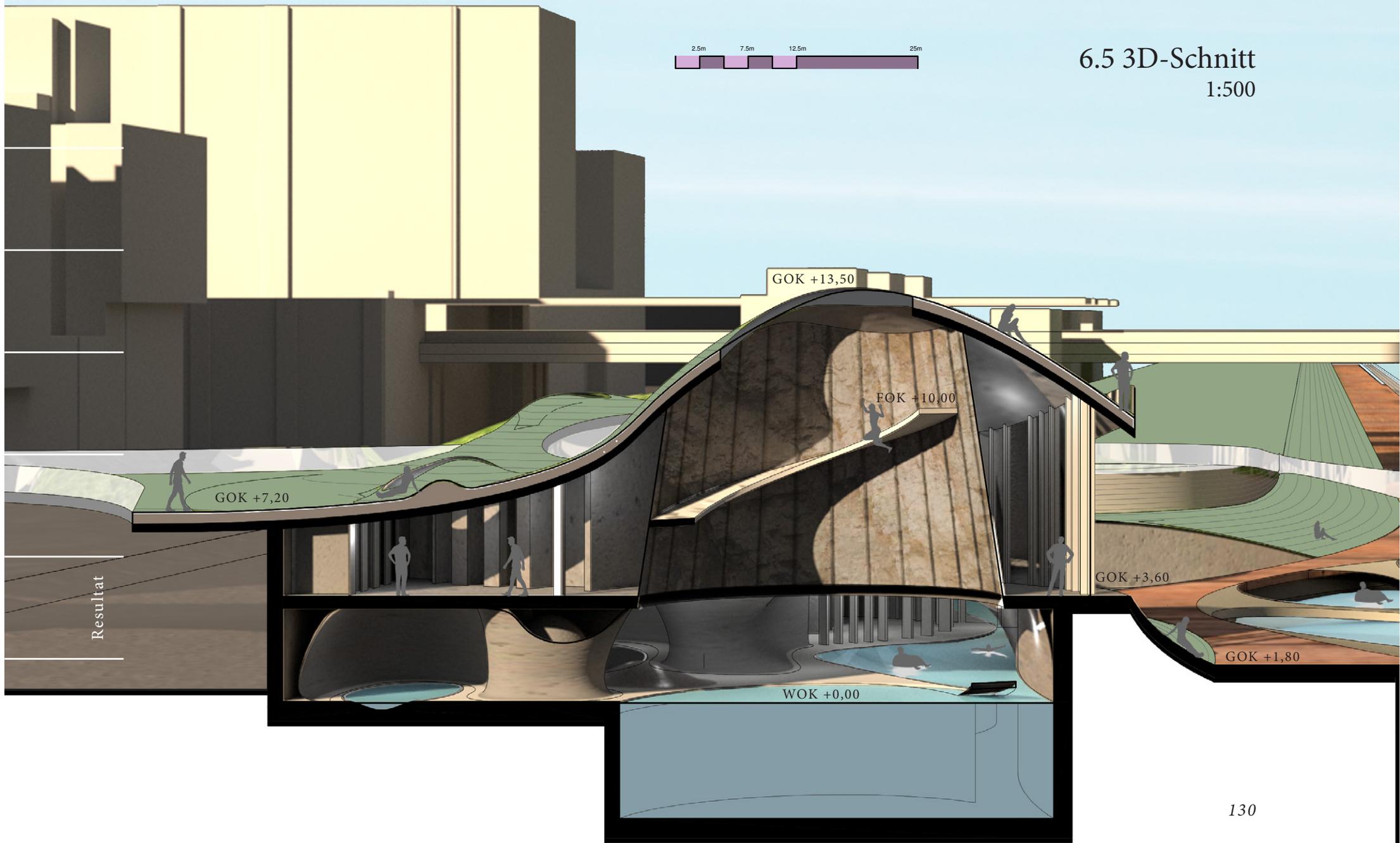
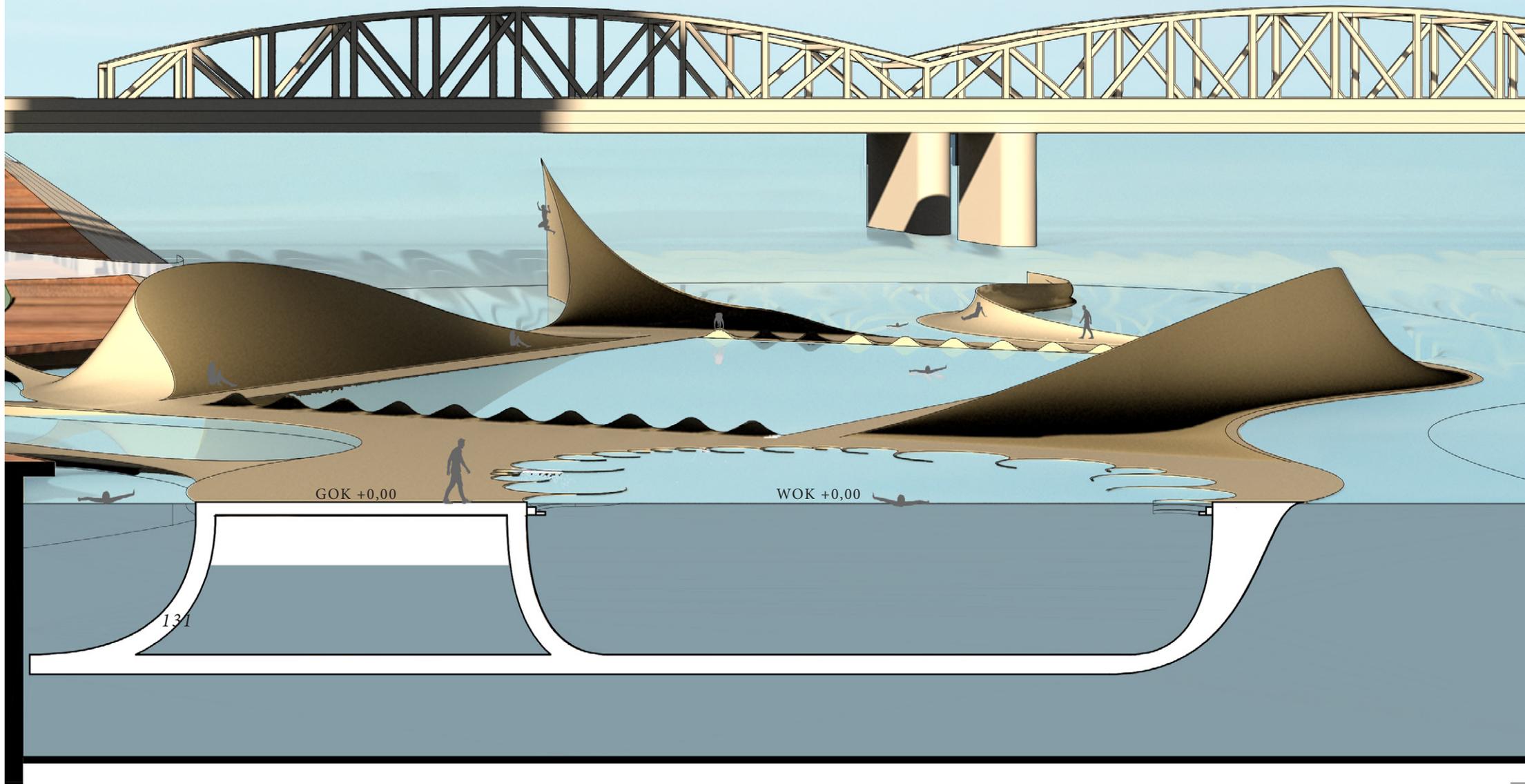


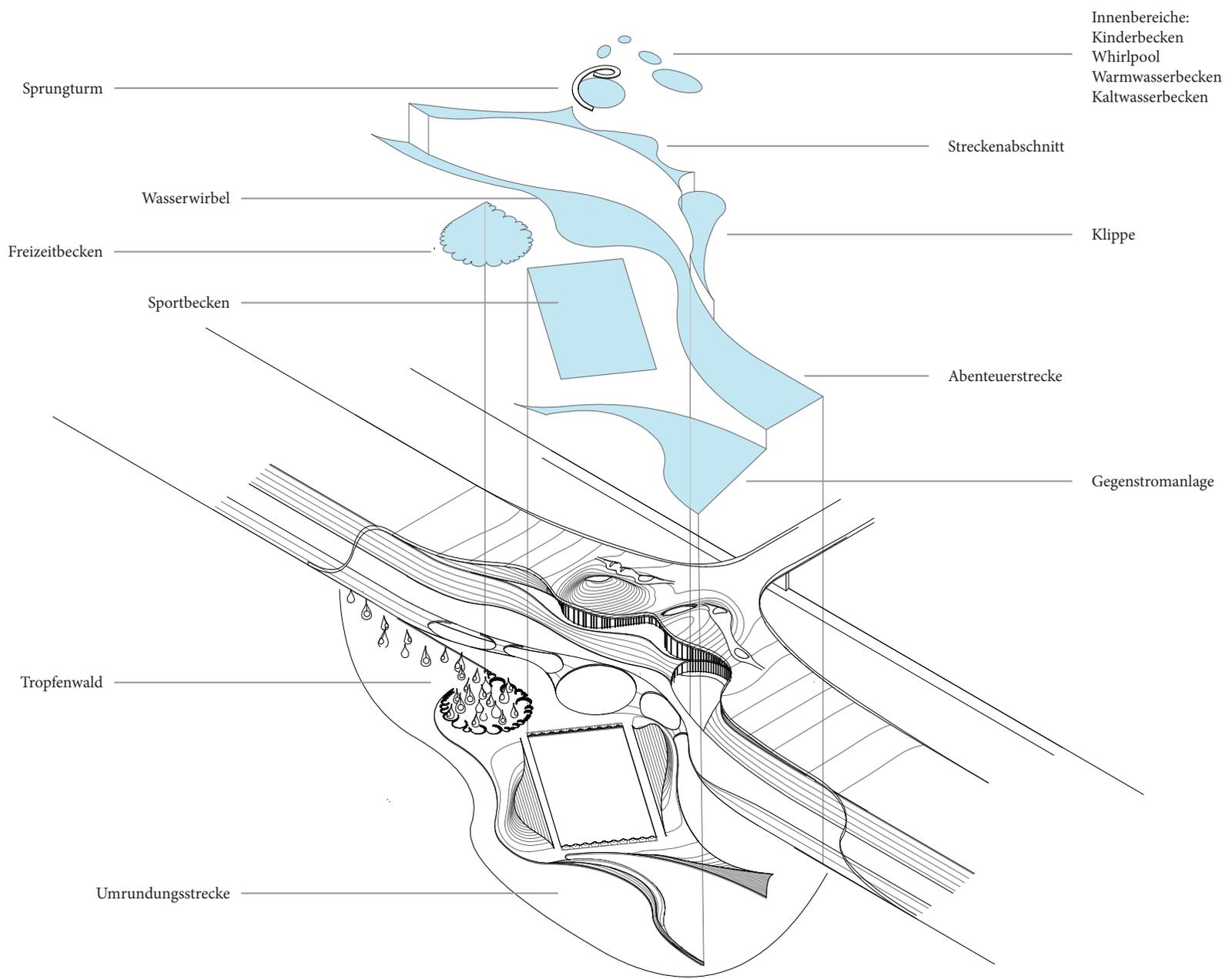
Abbildung 85: 3D-Schnitt stromaufwärts



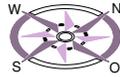
6.6 Wasserbereiche Vielfalt der Schwimmerlebnisse



Im folgenden sind die einzelnen Schwimmbereiche, die durch das Bauwerk erzeugt werden, dargestellt.



6.7 Statisches Konzept und Konstruktion Bauwerk



Statisch ist das Projekt in zwei Teile zerlegbar.

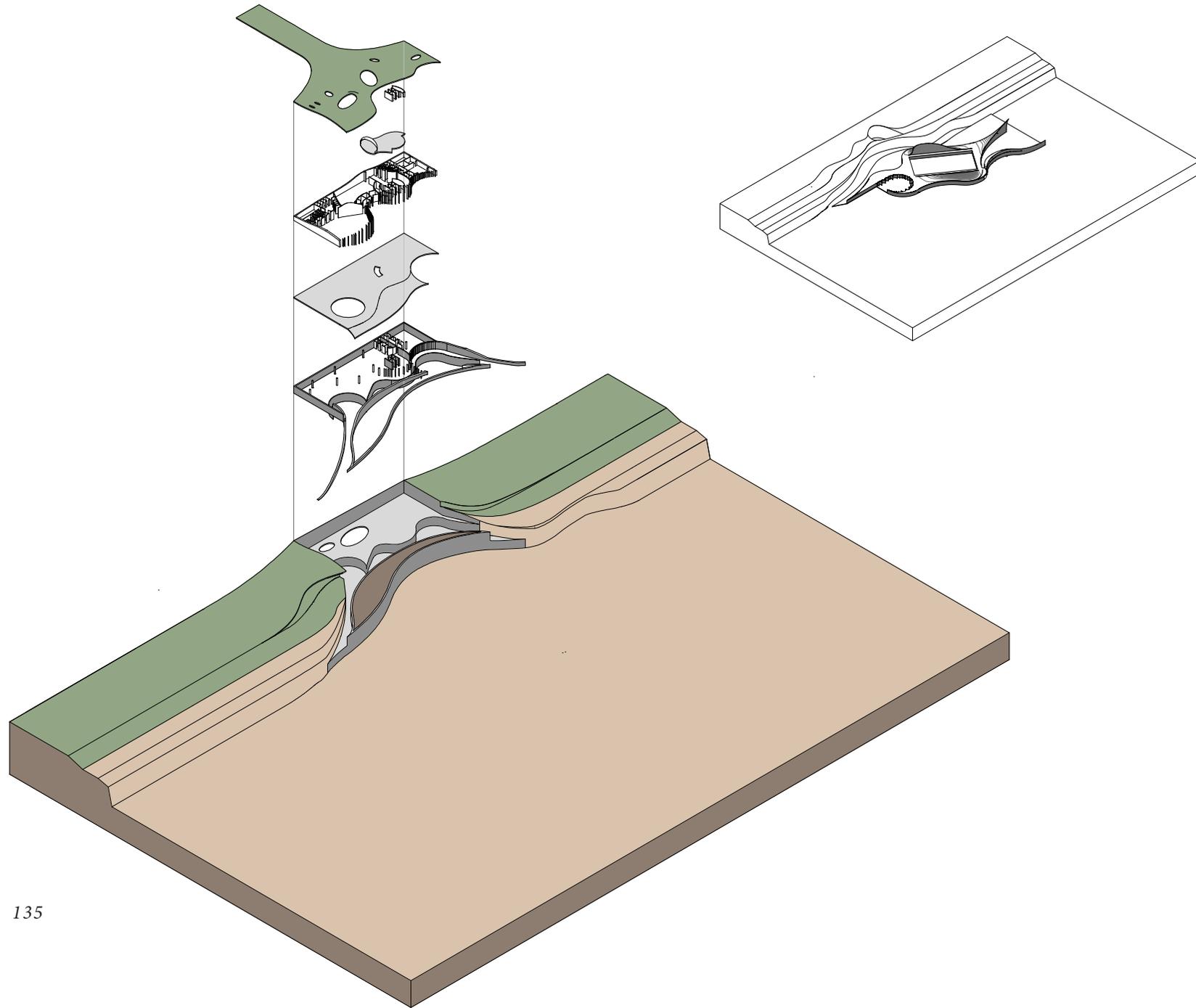
Zum einen gibt es das ufer- und brückenverbindende Bauwerk. Es ist in den Damm gegraben und massiv als weiße Wanne ausgeführt. Ein Geschoß ist komplett im Damm versenkt, die restlichen zwei Geschoße schließen oberirdisch an.

Die der Bahn zugewandte Gebäudefront ist als durchgehende Stahlbetonwand konzipiert, die aus schalltechnischen Gründen keine Unterbrechung erfährt.

Weiters sind die zwei an den Damm grenzende Gebäudefronten als massive Stahlbetonwände geplant.

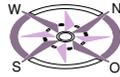
Die Spannweiten werden durch strategisch platzierte tragende Innenwände aus Stahlbeton, die im UG stellenweise in Stützen aufgelöst sind, und den tragenden Aufzugskern bewältigt.

Resultat



Resultat

6.7 Statisches Konzept und Konstruktion Schwimmstruktur



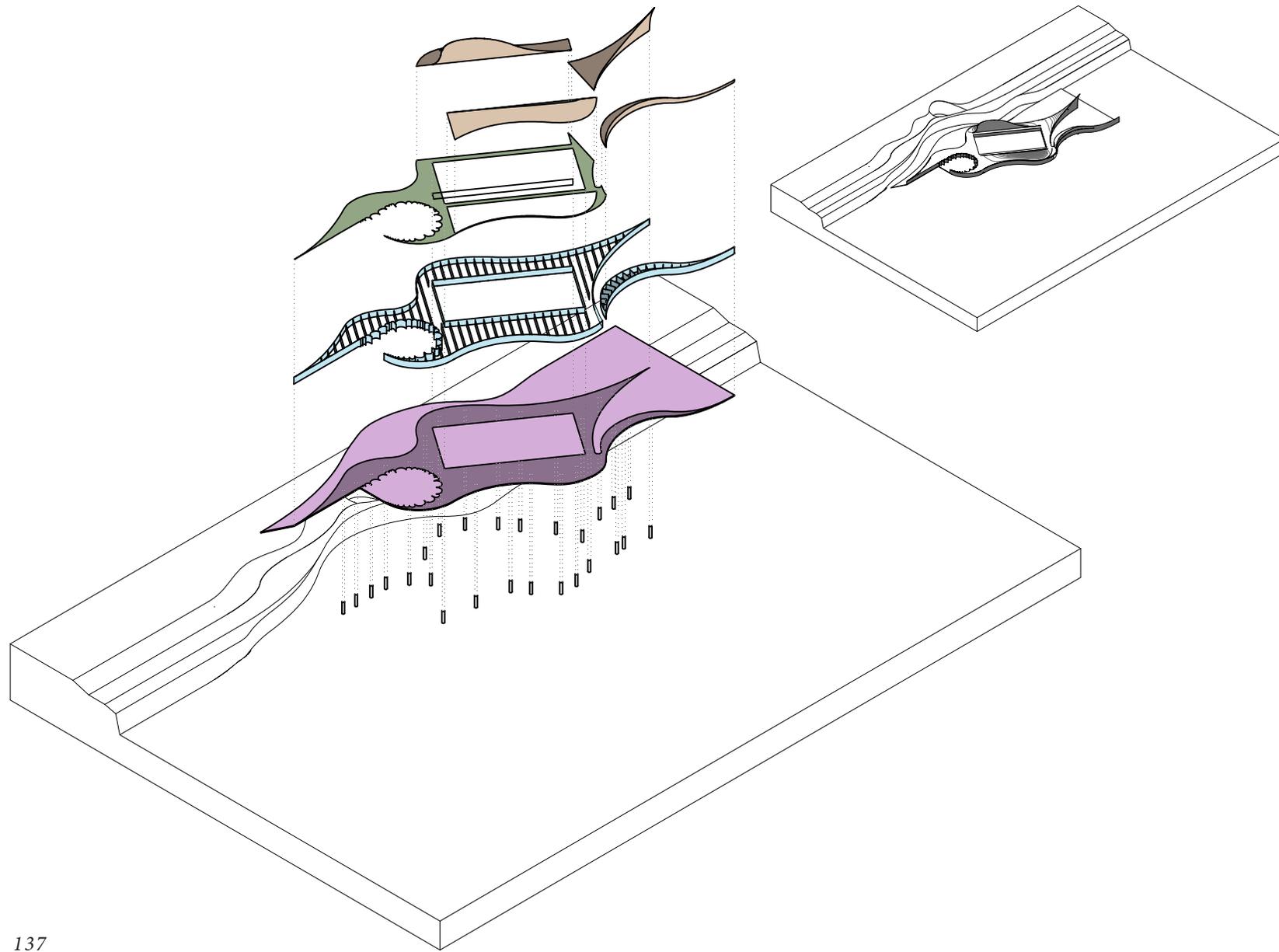
Zum anderen gibt die im Wasser schwimmende Konstruktion. Sie wird in Anlehnung an den klassischen Schiffsbau konzipiert. Die Hülle besteht aus 25mm dickem Stahl, die durch ebenso starke Stahlspanten ausgesteift wird. Das Oberdeck wird mit Holzbelag ausgestattet, der für den barfußigen Besucher eine angenehme Oberfläche bildet.

Wenige, in die Flusssohle verankerte Stahlbetonpfähle, durchstoßen das schwimmende Konstrukt an strategisch günstigen Punkten. Diese sichern die horizontale Lage des „Schiffes“ im Fluss und lassen zeitgleich vertikale Bewegungen zu. Damit kann die Konstruktion dem schwankenden Wasserpegel der Donau folgen.

Befüll- und entleerbare Lufttanks lassen die Struktur auf unterschiedliche Nutzungsintensitäten reagieren. Diese Konstruktionsmethode birgt mehrere Vorteile. Es kommt zu weitaus geringeren Eingriffen ins Flussbett als bei einer massiven Konstruktion.

Dadurch bedingt wäre auch die Relokation oder der Rückbau, um das Flussbett in seiner ursprünglichen Dimension zurück zu gewinnen, vergleichsweise einfach durchführbar. Statisch kommt es zu keinen gefährlichen Torsionsbeanspruchungen, wie es bei einer Lagerung entlang des Ufers der Fall wäre.

Resultat



Resultat

6.7 Statisches Konzept und Konstruktion

Berechnung der Schwimmbarkeit

Die grobe Berechnung der Schwimmfähigkeit der Konstruktion ist relativ simpel. Durch den Umstand, dass die Dichte von Wasser in etwa 1000kg/m^3 entspricht, also 1t/m^3 , sollte das Gewicht der schwimmenden Konstruktion dem gewünschten verdrängten Wasservolumen entsprechen.

Je leichter die Konstruktion im Verhältnis zu dessen Volumen ist, desto weiter ragt der Körper aus dem Wasser. Sollte die Konstruktion schwerer werden als sein eigenes Volumen in Tonnen, wird es zum Grund sinken.

In der Berechnung wird zuerst das erwünschte Wasservolumen ermittelt, das verdrängt werden soll. Es entspricht dem Volumen der Schwimmkonstruktion, das Unterwasser treiben soll.

Danach wird die Eigen- und Nutzlast der Konstruktion ermittelt. Als Variablen bleiben das Wasser- bzw. Luftvolumen innerhalb der Konstruktion, die in Abhängigkeit zueinander stehen. Dadurch wird ermittelt, wie groß die Luftkammern sein müssen, um die Konstruktion unter voller Last schwimmen zu lassen.

Da diese Arbeit in erster Linie kein statisches Projekt ist, findet die Ermittlung nur näherungsweise statt. Faktoren wie Verteilung der Masse und des Luftvolumens, die zur exakten Berechnung des Schwimmverhaltens notwendig sind, bleiben in dieser Phase des Entwurfs unberücksichtigt. Stattdessen wird das grundsätzlich notwendige Luftvolumen ermittelt, um die Konstruktion schwimmbar zu machen.

Resultat

Mindestgewicht Schiff = Verdrängtes Wasservolumen		
Σ Volumen Schiff	Σ Volumen Wasser = Σ Volumen Schiff x 95%	Mindestgewicht Schiff $\rho = 1,00\text{t/m}^3$
18600,00 m ³	17670,00 m ³	17670,00 t

Eigenlasten	Oberfläche	Material	
		Stahlhülle 2,5cm $\rho = 7,89t/m^3$	Holzeblag 2,5+0,5cm $\rho = 0,59t/m^3$
Masse (=Gewicht) $m = V \times \rho$ [$t = m^3 \times (t/m^3)$]			
Oberdeck:			
Tribüne West	519,06 m ²	102,38 t	9,19 t
Tribüne Ost	687,61 m ²	135,63 t	12,17 t
Sprungturm	413,22 m ²	81,51 t	7,31 t
Einstieg Gegenstromanlage	271,75 m ²	53,60 t	4,81 t
Sportbecken	1625 m ²	320,53 t	28,76 t
Restliches Oberdeck	1099,55 m ²	216,89 t	19,46 t
Rumpf:			
Rumpfunterseite	3720,53 m ²	733,87 t	65,85 t
Steuer- & Backbordwände	2983,82 m ²	588,56 t	52,81 t
Länge x Höhe x Dicke 744m x 5m x 0,025m			
Spanten:	93 m ³	733,77 t	
Füllung		Material	
		Wasser $\rho = 1,00t/m^3$	Luft $\rho = 0,001t/m^3$
Masse (=Gewicht) $m = V \times \rho$ [$t = m^3 \times (t / m^3)$]			
Sportbecken	3125,00 m ³	3125,00	
Rumpf Schwimmkörper	10102,65 m ³		10,10
Rumpf Wasserkörper	8500,00 m ³	8500,00	
Nutzlasten		Nutzungskategorie	
		C5 = mögliches Menschengedränge 0,6t/m ²	
Oberdeck:			
Tribüne West	519,06 m ²	311,44 t	
Tribüne Ost	687,61 m ²	412,57 t	
Sprungturm	413,22 m ²	247,93 t	
Einstieg Gegenstromanlage	271,75 m ²	163,05 t	
Sportbecken	1625 m ²	975,00 t	
Restliches Oberdeck	1099,55 m ²	659,73 t	
Gesamtgewicht Schiffskonstruktion		m = 17571,94 t	
Konstruktionshöhe Luftgefüllt		h = 2,72 m	
Konstruktionshöhe Wassergefüllt		h = 2,28 m	

Eigenlasten	Oberfläche	Material	
		Stahlhülle 2,5cm $\rho = 7,89t/m^3$	Holzeblag 2,5+0,5cm $\rho = 0,59t/m^3$
Masse (=Gewicht) $m = V \times \rho$ [$t = m^3 \times (t/m^2)$]			
Oberdeck:			
Tribüne West	519,06 m ²	102,38 t	9,19 t
Tribüne Ost	687,61 m ²	135,63 t	12,17 t
Sprungturm	413,22 m ²	81,51 t	7,31 t
Einstieg Gegenstromanlage	271,75 m ²	53,60 t	4,81 t
Sportbecken	1625 m ²	320,53 t	28,76 t
Restliches Oberdeck	1099,55 m ²	216,89 t	19,46 t
Rumpf:			
Rumpfunterseite	3720,53 m ²	733,87 t	65,85 t
Steuer- & Backbordwände	2983,82 m ²	588,56 t	52,81 t
Länge x Höhe x Dicke 744m x 5m x 0,025m			
Spanten:	93 m ³	733,77 t	
Füllung		Material	
		Wasser $\rho = 1,00t/m^3$	Luft $\rho = 0,001t/m^3$
Masse (=Gewicht) $m = V \times \rho$ [$t = m^3 \times (t / m^3)$]			
Sportbecken	3125,00 m ³	3125,00	
Rumpf Schwimmkörper	7302,65 m ³		7,30
Rumpf Wasserkörper	11300,00 m ³	11300,00	
Nutzlasten		Nutzungskategorie	
		Ungenutzt 0,0t/m ²	
Oberdeck:			
Tribüne West	519,06 m ²	0,00 t	
Tribüne Ost	687,61 m ²	0,00 t	
Sprungturm	413,22 m ²	0,00 t	
Einstieg Gegenstromanlage	271,75 m ²	0,00 t	
Sportbecken	1625 m ²	0,00 t	
Restliches Oberdeck	1099,55 m ²	0,00 t	
Gesamtgewicht Schiffskonstruktion		m = 17599,42 t	
Konstruktionshöhe Luftgefüllt		h = 1,96 m	
Konstruktionshöhe Wassergefüllt		h = 3,04 m	

Resultat

Abbildung 90 & 91: Berechnung des Gesamtgewichts bei voller Auslastung und keiner Auslastung

6.8 Aktuelle Schwimmweltrekorde Frauen

Resultat

Schwimmart	Schwimmerin	Zeit	Geschwindigkeit m/s
50m Freistil	<i>Sarah Sjöström (SWE) in Budapest</i>	23.67s	2.11m/s
50m Rückenschwimmen	<i>Jing Zhao (CHN) in Rom</i>	27.06s	1.85m/s
50m Brustschwimmen	<i>Lilly King (USA) in Budapest</i>	29.40s	1.70m/s
100m Freistil	<i>Sarah Sjöström (SWE) in Budapest</i>	51.71s	1.93m/s
100m Rückenschwimmen	<i>Kylie Masse (CAN) in Budapest</i>	58.10s	1.72m/s
100m Brustschwimmen	<i>Lilly King (USA) in Budapest</i>	1:04.13min	1.56m/s
200m Freistil	<i>Federica Pellegrini (ITA) in Rom</i>	1:52.98min	1.77m/s
200m Rückenschwimmen	<i>Missy Franklin (USA) in London</i>	2:04.06min	1.61m/s
200m Brustschwimmen	<i>Rikke Moeller-Pedersen (DEN) in Barcelona</i>	2:19.11min	1.44m/s
400m Freistil	<i>Katie Ledecky (USA) in Rio de Janeiro</i>	3:56.46min	1.69m/s
800m Freistil	<i>Katie Ledecky (USA) in Rio de Janeiro</i>	8:04.79min	1.65m/s
1500m Freistil	<i>Katie Ledecky (USA) in Indianapolis</i>	15:20.48min ⁴⁶	1.63m/s

6.8 Aktuelle Schwimmweltrekorde Männer

Schwimmart	Schwimmer	Zeit	Geschwindigkeit m/s
50m Freistil	<i>Cesar Cielo (BRA) in Sao Paulo</i>	20.91s	2.39m/s
50m Rückenschwimmen	<i>Liam Tancock (GBR) in Rom</i>	24.04s	2.08m/s
50m Brustschwimmen	<i>Adam Peaty (GBR) in Budapest</i>	25.95s	1.93m/s
100m Freistil	<i>Cesar Cielo (BRA) in Rom</i>	46.91s	2.13m/s
100m Rückenschwimmen	<i>Ryan Murphy (USA) in Rio de Janeiro</i>	51.85s	1.93m/s
100m Brustschwimmen	<i>Adam Peaty (GBR) in Rio de Janeiro</i>	57.13s	1.75m/s
200m Freistil	<i>Paul Biedermann (GER) in Rom</i>	1:42.00min	1.96m/s
200m Rückenschwimmen	<i>Aaron Peirsol (USA) in Rom</i>	1:51.92min	1.79m/s
200m Brustschwimmen	<i>Ippei Watanabe (JPN) in Tokyo</i>	2:06.67min	1.58m/s
400m Freistil	<i>Paul Biedermann (GER) in Rom</i>	3:40.07min	1.82m/s
800m Freistil	<i>Lin Zhang (CHN) in Rom</i>	7:32.12min	1.77m/s
1500m Freistil	<i>Yang Sun (CHN) in London</i>	14:31.02min ⁴⁷	1.72m/s

Resultat

6.8 Aktuelle Schwimmweltrekorde Eingeteilt nach ihren Geschwindigkeiten

Die folgende Grafik zeigt die Stellen auf, an denen die derzeitigen Weltrekorde in den unterschiedlichen Disziplinen gehalten werden können. Jediglich 16,67%, also vier Rekorde, sind in der natürlichen Gegenstromanlage nicht erreichbar.

Resultat

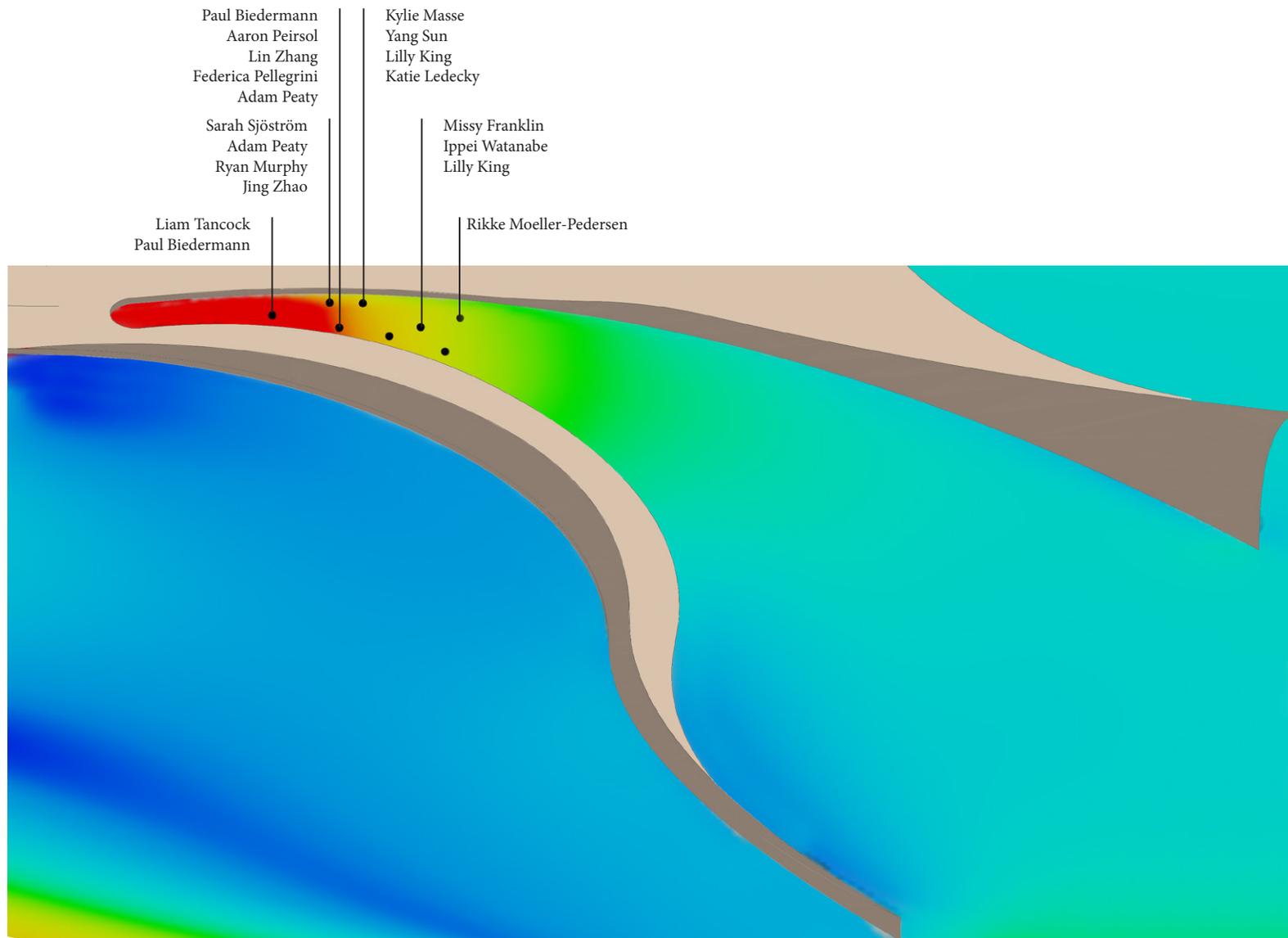


Abbildung 92: Schwimmbereiche für die Weltrekordhalter, eingeteilt nach ihren Geschwindigkeiten

6.9 Schaubilder Blick über die Donau

Resultat

Abbildung 93: Blick vom Georg-Danzer-Steg



6.9 Schaubilder

Besonderheit Gegenstromanlage, Tropfenwald, Reifenbahn und Olympisches Becken

Resultat

Die plakativste Nutzung der Wasserströmung findet in der natürlichen Gegenstromanlage statt. Die gezielte Flusslenkung erzeugt eine graduelle Zunahme der Strömung. Dadurch kann jeder Besucher den Bereich finden, der seiner Schwimmstärke entspricht.

Die durchgeführten Analysen ergaben eine maximale Fließgeschwindigkeit von 2m/s. Das entspricht dem derzeitigen Weltrekord im 100m Brustschwimmen von Michael Phelps.

Der Tropfenwald ist ein Rückzugs- und Entspannungsort aus schwimmenden Bojen. Er ist als stehendes Gewässer konzipiert. Dadurch soll ein gefahrloses Baderlebnis direkt im Hauptstrom der Donau ermöglicht werden.

Das Ufer ist aus fraktalen Badebuchten und einstiegen gebildet, die vom Einzeleinstieg über Schilfbereiche bis zur Gruppenbucht für 10 Personen reichen. Eine maximale Durchmischung dieser Baderlebnisse wird angestrebt.

Den unteren Teil bildet eine wasserdichte, oberflächlich gepolsterte Schüssel. Der obere Abschluss besteht aus Holzplatten, die das Sonnenlicht gefiltert durchlassen und gleichzeitig Sichtschutz gegenüber den Schwimmanlagen bietet. Die Größe der Tropfen reichen von 2 bis 6 Personen.

Die „Tropfen“ werden punktförmig über nichtrostende Stahlseile mit dem Schiffsboden verbunden um die erwünschte Bewegung zuzulassen. Durch die Verankerung an der schwimmenden Konstruktion haben Pegelschwankungen keine negativen Auswirkungen auf die Bojen.

Das Sportbecken erfüllt alle Anforderungen an ein olympisches Becken und ist daher auch für Wettbewerbe tauglich. Es weist 10 Bahnen mit je 50m Länge auf, wobei die äußersten zwei bei Bewerbungen nicht beschwommen werden. Die Bahnen sind gleichmäßig über 25m Breite verteilt. Die Absprungplattformen sind 50cm hoch. ⁴⁸

Die Tribünen können im Alltagsgebrauch als Sonnenbänke genutzt werden. Im Wettbewerbsfall können die Hügel des Bauwerkdaches von Schauspielern als Gratis-Zuschauerplätze funktionieren.

Im rechten Bereich des Bildes ist die Reifenbahn zu sehen, die hinter der rechten Tribüne einen Strudelbereich passiert und nahe dem Tropfenwald endet.

Die gesamte Anlage kann, gesichert durch Stahlstäbe, umschwommen werden. Nicht im Bild ist der außenliegende Sprungturm, dessen Höhe graduell auf 7,5m ansteigt.



6.9 Schaubilder Besonderheit Sprunghöhle und Grotte

Der innenliegende Sprungturm ist eine spiralförmig angelegte Rampe, die in einer Umdrehung exakt 10m an Höhe überwindet. Bei klassischen Sprungtürmen ist der Besucher an die 4 Brett-höhen gebunden – 1m, 3m, 5m und 10m. Diese Variante birgt den Vorteil, die Absprunghöhe stufenlos selbst wählen zu können. Da die Rampe exakt 360° füllt, besteht keine Gefahr bei gleichzeitigen Sprüngen.

Der Turm selbst ist inspiriert von Wasserhöhlen, die oftmals über Löcher in der Decke von wagemutigen Springern erkundet werden.

Resultat

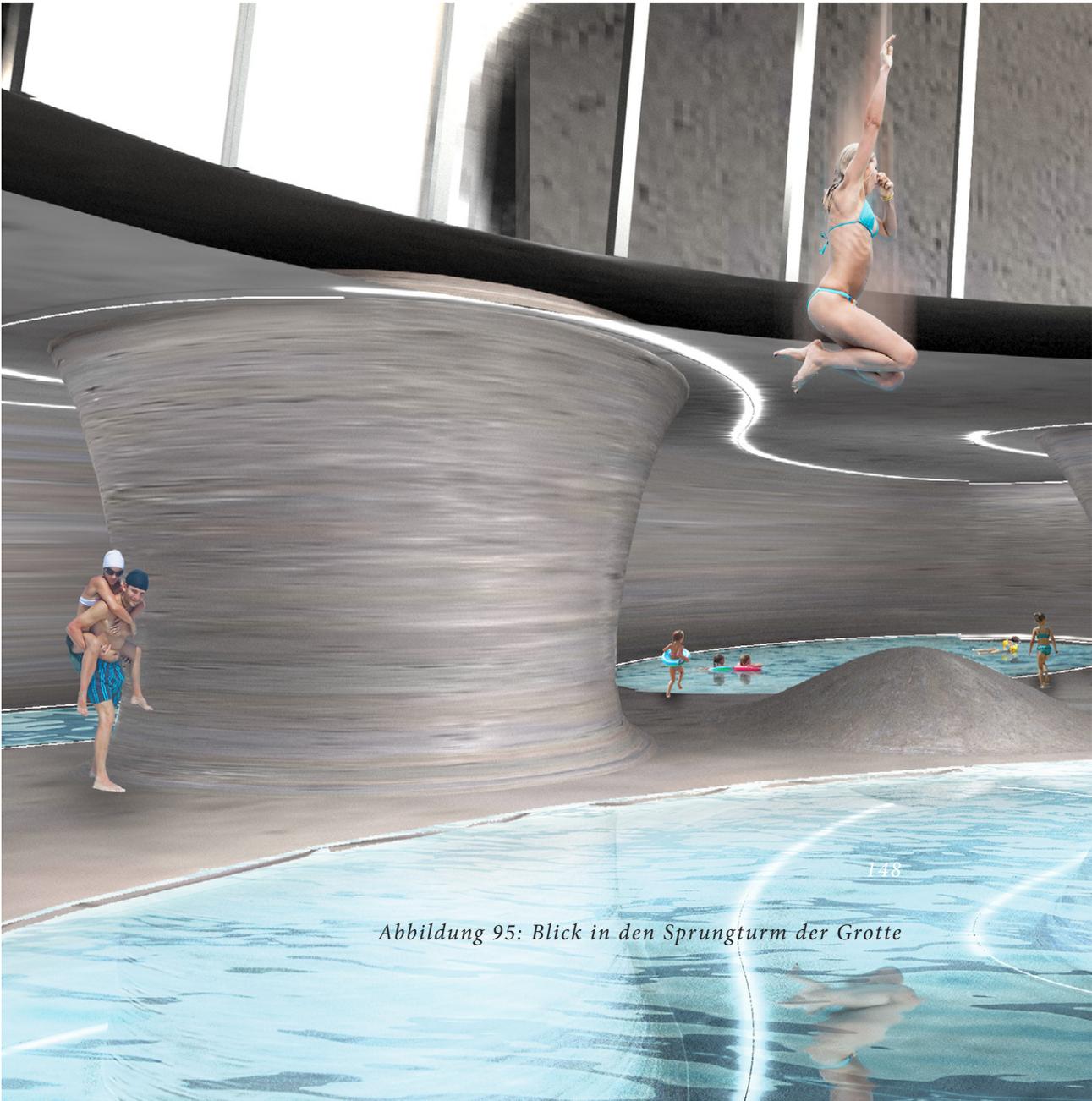


Abbildung 95: Blick in den Sprungturm der Grotte



Die restlichen Schwimmbereiche im Gebäudeinneren werden in einer grottenartigen Kulisse verteilt, die eine Reminiszenz an Wasserhöhlen ist. Die Becken umfassen ein Langbecken, einen Whirlpool, ein Kinderschwimmbecken, sowie mehrere Infrarothöhlen und einen Saunabereich.

Das elliptische Kinderbecken nimmt in der Tiefe von 0cm zur Mitte bis 50cm zu.

Conclusio

7 Conclusio

Überall geht ein früheres Ahnen dem späteren Wissen voran. - Alexander von Humboldt⁴⁹

7.1 Fazit

Kritische Projektbeurteilung und Zukunftsvisionen

Die Hypothese, durch Strömungsmanipulation Wasserbereiche mit unterschiedlichen Qualitäten nur mit Hilfe der natürlichen Strömung zu erzeugen, kann als bewiesen bezeichnet werden.

Die Beherrschbarkeit der Wasserführung ist durch die angewendete Software mit wenig Aufwand gegeben. Als Laie ist man trotzdem auf die Unterstützung von Experten angewiesen, die bei der Übersetzung von Entwurf zu berechenbarer Struktur wichtig sind. Durch eine kurze Feedback-Schleife konnte die Auswirkung von geringen Abänderungen im Entwurf simuliert werden.

Allerdings sind auch Grenzen aufgezeigt worden. So musste die Struktur für die Simulation im Boden verankert, statt schwimmend angegeben werden. Auch die innenliegenden Schwimmbereiche wurden bei den Berechnungen vernachlässigt, da die Steuerung der Wasserzufuhr über Klappen zu viele Variablen aufgebracht hätte und die Innenbecken auch ohne Flussströmung funktionieren.

Die vorhandene, vergleichsweise geringe Strömung der Donau im gewählten Abschnitt hat die auftretenden Geschwindigkeiten gedrosselt. Sie reicht für die angestrebten Nutzungen aus, könnte aber in schnelleren Strömungsabschnitten mehr Potential bieten.

Bei der Positionierung der Anlage wurden schlussendlich städtebauliche Überlegungen den strömungstechnischen vorgezogen, da die Erreichbarkeit der Anlage für den Erfolg des Projektes maßgeblich ist.

Diese Arbeit bildet den Grundstein für eine mögliche Entwicklung der Strömungsmanipulation für den Alltagsgebrauch. Einerseits kann das Prinzip bei schnelleren Gewässern zu anderen Nutzungsmöglichkeiten führen, beispielsweise die Ausbildung einer natürlichen stehenden Welle oder eines Wellenbeckens.

Außerdem ist das Prinzip der Strömungsmanipulation nicht allein auf das Medium Wasser begrenzt. Die aktive Lenkung von Strömungen wird in der Architektur bisher vernachlässigt. Wie beim Wasser ist diese Methode derzeit technischen und infrastrukturellen Überlegungen vorbehalten. Die Nutzung der Methode im menschlichen Maßstab könnte für die Architektur spannende Möglichkeiten bieten.

Bei großen Bauvolumen wie Hochhäusern kommen Strömungssimulationen bereits häufig vor, oftmals sogar großmaßstäbliche Modellversuche im Windkanal.

Diese dienen in der Regel dazu, unerwünschte Windkorridore oder Luftverwirbelungen zu vermeiden.

Im Gegensatz dazu wird in dieser Arbeit versucht, die gewonnenen Erkenntnisse aus den Simulationen zu verwenden, um gezielte Strömungskorridore und Verwirbelungen zu erzeugen.

Anstelle passiver Strömungsanalyse betreibt diese Arbeit aktive Strömungsmanipulation.

8 Verzeichnisse

Was wäre ich denn, wenn ich nicht immer mit klugen Leuten umgegangen wäre
und von ihnen gelernt hätte? - Johann Wolfgang von Goethe⁵⁰

8.1 Literaturverzeichnis

Direkte und Indirekte Zitate

- 1 Online unter: <https://www.aphorismen.de/zitat/4018> (12.08.2018)
- 2 Krüger, Aline (2014): Leonardo da Vinci Zitate. Norderstedt: Books on Demand, S. 167
- 3 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.11 Abs.2
- 4 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.11 Abs.2
- 5 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.11 Abs.3
- 6 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.12ff. Abs.1&2
- 7 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.13 Abs.1-2
- 8 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.14-17
- 9 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.18, 21, 23, 27, 28
- 10 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.35 Abs.2
- 11 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.72 Abs.1
- 12 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.65
- 13 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.72
- 14 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.78
- 15 Seiß, Reinhard (Hrsg) (2001): Wien, Donauraum : der Stand der Dinge. Wien : Stadtentwicklung Wien, MA 21C - Stadtteilplanung u. Flächennutzung Nordost, MA 18 Stadtentwicklung u. Stadtplanung, S.48
- 16 Mittringer, Kurt (Hrsg) (2005): STEP 05 - Stadtentwicklung Wien 2005. Wien : Stadtentwicklung Wien, Magistratsabt. 18, Stadtentwicklung und Stadtplanung, S.225

- 36 Online unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Stromlinienform>, (14.08.2018)
- 37 Gabl, Roman & Gems, Bernhard & Aufleger, Markus & De Cesare, Giovanni. (2014). Anregungen zur Qualitätssicherung in der 3-D-numerischen Modellierung mit FLOW-3D. WASSERWIRTSCHAFT. 104. 15-20
- 38 Online unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Volume-of-Fluid-Methode>, (14.08.2018)
- 39 Online unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Numerische_Str%C3%B6mungsmechanik, (14.08.2018)
- 40 Online unter: <https://www.aphorismen.de/zitat/154610> (18.08.2018)
- 41 (2009): Copenhagen Harbour Bath / BIG + JDS, Online unter: <https://www.archdaily.com/11216/copenhagen-harbour-bath-plot>, (20.08.2018)
- 42 Schoof, Jakob (2018): Die aktive Stadt. In: Institut für Internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG (2018): Detail: Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Ausgabe 7/8.2018. München : Inst. für Internationale Architektur-Dokumentation, S. 28, 29
- 43 Online unter: <http://www.cobe.dk/project/deutzer-hafen>, (20.08.2018)
- 44 Schoof, Jakob (2018): Die aktive Stadt. In: Institut für Internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG (2018): Detail: Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Ausgabe 7/8.2018. München : Inst. für Internationale Architektur-Dokumentation, S. 29
- 45 Online unter: <https://www.aphorismen.de/zitat/12034> (18.08.2018)
- 46 Fédération Internationale de Natation (2018): FINA 50m-pool WORLD RECORDS (as of September 6, 2018), Online unter: http://www.fina.org/sites/default/files/wr_50m_sept_6_2018.pdf, (18.08.2018)
- 47 Fédération Internationale de Natation (2018): FINA 50m-pool WORLD RECORDS (as of September 6, 2018), Online unter: http://www.fina.org/sites/default/files/wr_50m_sept_6_2018.pdf, (18.08.2018)
- 48 Deutscher Schwimm-Verband E.V. (Hrsg) (2012): BAU UND AUSSTATTUNGSANFORDERUNGEN FÜR WETTKAMPFGERECHTE SCHWIMMSPORTSTÄTTEN. 1. Auflage 05/2012 Korrektur 08/2017
- 49 <https://www.bk-luebeck.eu/zitate-humboldt.html> (19.08.2018)
- 50 Goethe, Johann Wolfgang von (1818): Gespräche, Mit Julie von Egloffstein, Online unter: <https://www.aphorismen.de/zitat/215> (18.08.2018)

8.2 Abbildungsverzeichnis

Eigene, Manipulierte und Fremde Abbildungen

Abbildung 1	S.3	Wettstein Harald, Grundriss, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 2	S.4	Wettstein Harald, Lageplan Wien Gesamt, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 3	S.8-9	Online unter: https://blog.wienerlinien.at/wp-content/uploads/2014/10/Panorama-Wien-Donau-Donauinsel.jpg (05.07.2018 12:53)
Abbildung 4	S.10	Online unter: https://derstandard.at/2000059540064/Quiz-Was-wissen-Sie-ueber-die-Donauinsel-und-das-nach (08.07.2018 14:43)
Abbildung 5	S.11	Wettstein Harald, Schema Strömung Donau, Rhinoceros 5, Wien 2018/09 auf Grundlage von URL: https://derstandard.at/2000059540064/Quiz-Was-wissen-Sie-ueber-die-Donauinsel-und-das-nach (08.07.2018 14:43)
Abbildung 6	S.15	Online unter: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Vindobona_Hoher-Markt-97.JPG (05.07.2018 12:53)
Abbildung 7	S.16-17	Online unter: https://www.wien.gv.at/bezirke/brigittenuau/geschichte-kultur/geschichte/donauregulierung2.html (07.07.2018 15:53)
Abbildung 8	S.19	Online unter: https://thumbs.vienna.at?url=https://www.vienna.at/2013/08/ABD0051-20130622-e1376918141790.jpg&w=1256&h=942&crop=1 (07.07.2018 16:13)
Abbildung 9	S.20	Online unter: http://presse.leisuregroup.at/ip/sommerfest2010/source/image/_mg_2110.jpg (05.07.2018 12:55)
Abbildung 10	S.21	Online unter: https://www.ringrocker.com/festivals.php?op=show&donauinselfest-2018&fid=5147 (05.07.2018 12:58)
Abbildung 11	S.24-25	Wettstein Harald, Querschnitt Donauhauptstrom und Neue Donau, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 12	S.26	Wettstein Harald, Lageplan Wien Detail, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 13	S.28	Online unter: https://www.google.com/maps/search/maps/@48.2408507,16.3917288,1294m/data=!3m1!1e3 (08.07.2018 12:24)
Abbildung 14	S.29	Wettstein Harald, Lageplan Handelskai, Rhinoceros 5, Wien 2018/09 auf Grundlage von URL: https://www.google.com/maps/search/maps/@48.2408507,16.3917288,1294m/data=!3m1!1e3 (08.07.2018 12:24)
Abbildung 15	S.31	Wettstein Harald, Collage Schwimstellen, Wien 2018/09 auf Grundlage von Online unter: https://www.google.com/maps/search/maps/@48.3283518,15.8732069,41321m/data=!3m1!1e3 (14.09.2018 11:26)
Abbildung 16	S.33	Online unter: https://www.bmnt.gv.at/dam/jcr:74209c26-bdc2-4bdc-9123-4099352db962/KarteO_ZUST2_NGP15.pdf (06.04.2018 13:24)
Abbildung 17	S.34	Online unter: https://www.bmnt.gv.at/dam/jcr:74209c26-bdc2-4bdc-9123-4099352db962/KarteO_ZUST3_NGP15.pdf (06.04.2018 13:24)
Abbildung 18	S.35	Online unter: https://www.bmnt.gv.at/dam/jcr:74209c26-bdc2-4bdc-9123-4099352db962/KarteO_ZUST4_NGP15.pdf (06.04.2018 13:24)
Abbildung 19	S.40	Wettstein Harald, Projektziele Überblick, Rhinoceros 5, Wien 2018/10
Abbildung 20	S.42	Wettstein Harald, Projektziel Neuartiges Baderlebnis, Rhinoceros 5, Wien 2018/10

Abbildung 21	S.43	Wettstein Harald, Projektziel Vielfältige Schwimmbereiche, Rhinoceros 5, Wien 2018/10
Abbildung 22	S.44	Wettstein Harald, Projektziel Aufwertung der Umgebung, Rhinoceros 5, Wien 2018/10
Abbildung 23	S.45	Wettstein Harald, Projektziel Qualität durch Strömungsmanipulation, Rhinoceros 5, Wien 2018/10
Abbildung 24	S.49	Online unter: https://www.wien.gv.at/statistik/lebensraum/gewaesser/ (09.07.2018 13:23)
Abbildung 25	S.50	Reiner, Philipp (2012): 3D-Modellierung der Grundwasserverhältnisse für einen Teilbereich der Donauinsel in Wien. Wien, Techn. Univ., Dipl.-Arb., 2012. S.52
Abbildung 26	S.51	Reiner, Philipp (2012): 3D-Modellierung der Grundwasserverhältnisse für einen Teilbereich der Donauinsel in Wien. Wien, Techn. Univ., Dipl.-Arb., 2012. S.10
Abbildung 27	S.52-53	Online unter: http://oberbayern.lbv.de/lebensraum-ammer/ammer-der-fluss.html (14.07.2018 17:21)
Abbildung 28	S.55	Wettstein Harald, Grafik Rauheit nach Strickler, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 29	S.55	Wettstein Harald, Grafik Hydraulischer Radius, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 30	S.57	Wettstein Harald, Grafik Entwurfsstrategie, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 31	S.58	Wettstein Harald, Die Engstelle Idee, Rhinoceros 5, Wien 2018/07
Abbildung 32	S.59	Wettstein Harald, Die Engstelle Strömung flächig, Autodesk CFD, Wien 2018/03
Abbildung 33	S.60	Wettstein Harald, Die Engstelle Grundrisstypen, Rhinoceros 5, Wien 2018/07
Abbildung 34	S.61	Wettstein Harald, Die Engstelle Strömung vektoriell, Autodesk CFD, Wien 2018/03
Abbildung 35	S.62	Wettstein Harald, Die Bucht Idee, Rhinoceros 5, Wien 2018/07
Abbildung 36	S.63	Wettstein Harald, Die Bucht Strömung flächig, Autodesk CFD, Wien 2018/03
Abbildung 37	S.64	Wettstein Harald, Die Bucht Grundrisstypen, Rhinoceros 5, Wien 2018/07
Abbildung 38	S.65	Wettstein Harald, Die Bucht Strömung vektoriell, Autodesk CFD, Wien 2018/03
Abbildung 39	S.66	Wettstein Harald, Die Rampe Idee, Rhinoceros 5, Wien 2018/07
Abbildung 40	S.67	Wettstein Harald, Die Rampe Strömung flächig, Autodesk CFD, Wien 2018/03

Abbildung 41	S.68	Wettstein Harald, Die Rampe Idee, Rhinoceros 5, Wien 2018/07
Abbildung 42	S.69	Wettstein Harald, Die Rampe Strömung vektoruell, Autodesk CFD, Wien 2018/03
Abbildung 43	S.70	Wettstein Harald, Der Mäander Idee, Rhinoceros 5, Wien 2018/07
Abbildung 44	S.71	Wettstein Harald, Der Mäander Strömung flächig, Autodesk CFD, Wien 2018/03
Abbildung 45	S.72	Wettstein Harald, Der Mäander Grundrisstypen, Rhinoceros 5, Wien 2018/07
Abbildung 46	S.73	Wettstein Harald, Der Mäander Strömung vektoruell, Autodesk CFD, Wien 2018/03
Abbildung 47	S.77	Silhanek, David (2010): Wien - an der Donau!?. Wien, Techn. Univ., Dipl.-Arb., 2010. S.39
Abbildung 48	S.78	Wettstein Harald, Grafik Uferkante Variante 1, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 49	S.79	Wettstein Harald, Grafik Uferkante Variante 2, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 50	S.80	Wettstein Harald, Grafik Uferkante Variante 3, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 51	S.81	Wettstein Harald, Grafik Uferkante Variante 4, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 52	S.83	Wettstein Harald, Bebauungsstruktur Variante 1, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 53	S.83	Wettstein Harald, Bebauungsstruktur Variante 2, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 54	S.84	Wettstein Harald, Konstruktives Prinzip Variante 1, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 55	S.85	Wettstein Harald, Konstruktives Prinzip Variante 2, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 56	S.86	Wettstein Harald, Konstruktives Prinzip Variante 3, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 57	S.87	Wettstein Harald, Konstruktives Prinzip Variante 4, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 58	S.89	Online unter: https://www.flow3d.de/fileadmin/responsive/slider/slider_flow3d_wasserbau.jpg (16.10.2018 13:52)
Abbildung 59	S.90	Dipl.-Ing. Dr.techn. HUBER Boris, Numerische Strömungsanalyse 1 Grundriss, FLOW-3D, Wien 2018/08
Abbildung 60	S.91	Dipl.-Ing. Dr.techn. HUBER Boris, Numerische Strömungsanalyse 1 Axonometrie, FLOW-3D, Wien 2018/08

Abbildung 61	S.92	Dipl.-Ing. Dr.techn. HUBER Boris, Numerische Strömungsanalyse 2 Grundriss, FLOW-3D, Wien 2018/08
Abbildung 62	S.93	Dipl.-Ing. Dr.techn. HUBER Boris, Numerische Strömungsanalyse 2 Axonometrie, FLOW-3D, Wien 2018/08
Abbildung 63	S.94	Dipl.-Ing. Dr.techn. HUBER Boris, Numerische Strömungsanalyse 3 Grundriss, FLOW-3D, Wien 2018/08
Abbildung 64	S.95	Dipl.-Ing. Dr.techn. HUBER Boris, Numerische Strömungsanalyse 3 Axonometrie, FLOW-3D, Wien 2018/08
Abbildung 65	S.96	Dipl.-Ing. Dr.techn. HUBER Boris, Numerische Strömungsanalyse 4 Grundriss, FLOW-3D, Wien 2018/08
Abbildung 66	S.97	Dipl.-Ing. Dr.techn. HUBER Boris, Numerische Strömungsanalyse 4 Axonometrie, FLOW-3D, Wien 2018/08
Abbildung 67	S.101	Online unter: https://salzburg-altstadt.at/magazin/stadt-am-fluss/kopenhagen_islandsbrygge-havnebad/ (10.10.2018 14:12)
Abbildung 68	S.103	Online unter: https://www.flussbad-berlin.de/downloads (10.10.2018 14:15)
Abbildung 69	S.107	Wettstein Harald, Lageplan 1:8000, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 70	S.109	Wettstein Harald, Lageplan 1:2000, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 71	S.111	Wettstein Harald, Lageplan 1:3000, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 72	S.113	Wettstein Harald, Lageplan 1:3000, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 73	S.115	Wettstein Harald, Axonometrie Gesamtanlage, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 74	S.116	Wettstein Harald, Axonometrie mit Besuchern, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 75	S.117	Wettstein Harald, Explosionsaxonometrie Gesamtanlage, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 76	S.119	Wettstein Harald, Axonometrie Raumprogramm OG & EG, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 77	S.121	Wettstein Harald, Axonometrie Raumprogramm UG, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 78	S.122	Wettstein Harald, Grundriss OG 1:300, Rhinoceros 5 & Adobe Photoshop, Wien 2018/09
Abbildung 79	S.123	Wettstein Harald, Grundriss OG 1:1000, Rhinoceros 5 & Adobe Photoshop, Wien 2018/09
Abbildung 80	S.124	Wettstein Harald, Grundriss EG 1:300, Rhinoceros 5 & Adobe Photoshop, Wien 2018/09

Abbildung 81	S.125	Wettstein Harald, Grundriss EG 1:1000, Rhinoceros 5 & Adobe Photoshop, Wien 2018/09
Abbildung 82	S.126	Wettstein Harald, Grundriss UG 1:300, Rhinoceros 5 & Adobe Photoshop, Wien 2018/09
Abbildung 83	S.127	Wettstein Harald, Grundriss UG 1:1000, Rhinoceros 5 & Adobe Photoshop, Wien 2018/09
Abbildung 84	S.128-129	Wettstein Harald, Ansicht Nordost 1:500, Rhinoceros 5 & Adobe Photoshop, Wien 2018/09
Abbildung 85	S.130-131	Wettstein Harald, 3D-Schnitt 1:500, Rhinoceros 5 & Adobe Photoshop, Wien 2018/09
Abbildung 86	S.133	Wettstein Harald, Explosionsaxonometrie Wasserbereiche, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 87	S.135	Wettstein Harald, Explosionsaxonometrie Bauwerk, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 88	S.137	Wettstein Harald, Explosionsaxonometrie Schwimmstruktur, Rhinoceros 5, Wien 2018/09
Abbildung 89	S.138	Wettstein Harald, Tabelle Gewichtsberechnung zur Schwimmbarkeit, Microsoft Excel, Wien 2018/09
Abbildung 90	S.139	Wettstein Harald, Tabelle Gewichtsberechnung unter Vollbelastung, Microsoft Excel, Wien 2018/09
Abbildung 91	S.139	Wettstein Harald, Tabelle Gewichtsberechnung unter Eigengewicht, Microsoft Excel, Wien 2018/09
Abbildung 92	S.143	Wettstein Harald, Schwimmbereiche Rekordhalter, Rhinoceros 5 & Adobe Photoshop, Wien 2018/09 auf Grundlage von Dipl.-Ing. Dr.techn. HUBER Boris, Numerische Strömungsanalyse 4 Axonometrie, FLOW-3D, Wien 2018/08
Abbildung 93	S.144-145	Wettstein Harald, Panoramaschaubild, Vray, Rhinoceros & Adobe Photoshop, Wien 2018/10
Abbildung 94	S.147	Wettstein Harald, Schaubild Außenanlagen, Vray, Rhinoceros & Adobe Photoshop, Wien 2018/10
Abbildung 95	S.148-149	Wettstein Harald, Schaubild Innenbereich, Vray, Rhinoceros & Adobe Photoshop, Wien 2018/10



Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Allen bedanken, die diese Arbeit ermöglicht haben.

Meine Eltern, Hannes und Katharina Rothwangl, die mein gesamtes Studium mit Rat und Tat Unterstützung geleistet haben.

Meine Schwiegereltern, Roland und Aniceta Wettstein, die mir einige verpasste Familienessen verziehen, wann immer ich Zeit für die Diplomarbeit brauchte.

Meine Frau , Martina Wettstein, die Geduld aufbringen konnte, wann immer es mir daran gefehlt hat. Sie hat jedes Motivationsloch durch ansteckende Hoffnung überbrückt.

Meine Freunde, die sogenannten Karlstraßer, die jederzeit für Ablenkungen und Störmanöver gesorgt haben. Sie haben die Verzögerung der Arbeit mit großer Freude betrieben.

Mein Betreuer, Christoph Müller, der immer an die Arbeit geglaubt hat, selbst wenn ich in Zweifel verfallen bin. Er hat es geschafft, dass jede Besprechung ein positives Gefühl hinterlassen hat.

Der Forschungsbereich für Wasserbau der TU Wien, namentlich Dr. Norbert Krouzecky und Dr. Boris Huber, ohne deren Fachwissen und Berechnungen die Arbeit gar nicht möglich gewesen wäre.

Dr. Manfred Berthold, der jede Besprechung mit interessanten Geschichten auflockern konnte. Sein Vertrauen in die Kompetenz von Christoph Müller gab der Verfassung der Arbeit immer genug Freiraum.

Meine Studienkollegen, die bis zum Schluss schlaue Ratschläge zum Besten geben konnten.



Curriculum vitae

Harald Wettstein

Software Skills

Rhinoceros (Robert McNeel & Associates)
 +V-Ray (Chaos Group)
 +Grasshopper
 ArchiCAD (Graphisoft)
 Revit (Autodesk)
 AutoCAD (Autodesk)
 Blender

InDesign (Adobe)
 Photoshop (Adobe)



Projekte und Auszeichnungen

Gastprofessur Takaharu Tezuka „School without corridor“
 „Best project“ Auszeichnung von Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Kühn
 E253/1 Gebäudelehre und Entwerfen
 Typologie: Volksschule/Zubau

Kleines Entwerfen und Studentenwettbewerb „Before Sunrise“
 2. Preis unter Betreuung von Univ.Lektor Dipl.-Ing. Dr.techn. Christoph Müller
 und Univ.Lektor Dipl.-Ing. Dr.phil. Kristian Faschingeder
 E253 Institut für Architektur und Entwerfen
 Typologie: Bürogebäude/Umbau

