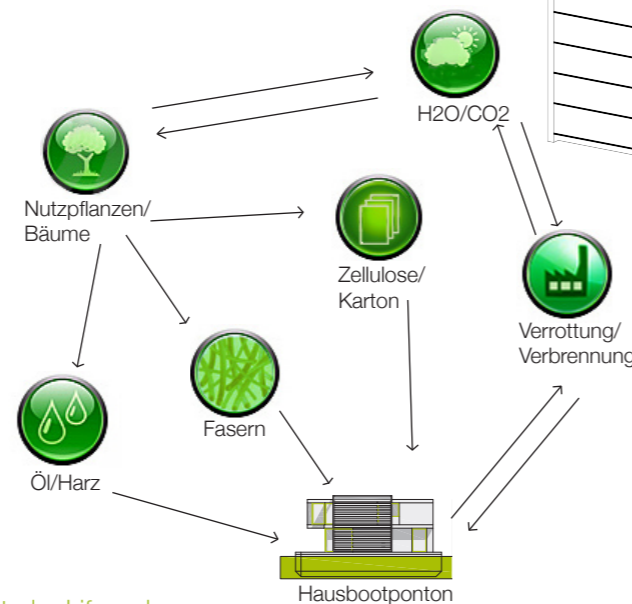


Wettbewerb - Architektur und Design mit nachwachsenden und ökologischen Materialien  
**adream**



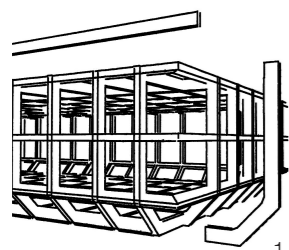
Recycelter wasserfester Wabenkarton  
 Deckschicht aus wasserfestem Karton  
 Naturfasergewebe  
 Naturharz-Bindematrix

Hausboote gewinnen als alternative Wohnform an Popularität. Je nach Art ist die Produktion der Pontons jedoch mit der Verarbeitung teilweise hochgiftiger Materialien verbunden. Zudem sind sie meist schlecht zu recyceln und weisen auf den Lebenszyklus des Hausbootes betrachtet einen großen CO2 Fußabdruck auf. Wir wollen mit dieser Arbeit erforschen, ob ein ökonomisch umsetzbares Hausboot aus umweltfreundlichen Materialien realisierbar ist.

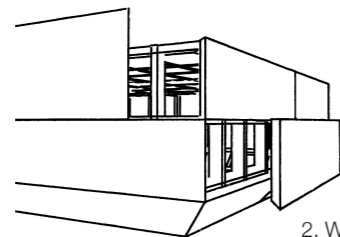


Arbeitsschritte Konstruktion

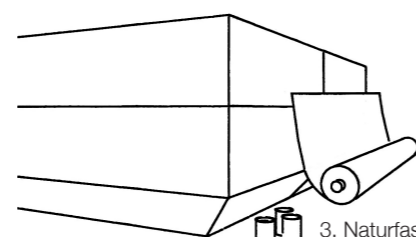
CO2 neutraler Lifecycle



1. Spantenskelett



2. Wabenplatten



3. Naturfasergewebe

1. Das Material

WKNFK, der NAWARO-Sandwich

Die Verwendung von Sandwichmaterialien mit einem Wabenkern ist hinreichend untersucht worden und deren hervorragende Eigenschaften sind bestätigt.

Was ist also neu am Wabenkarton-Naturfaserverstärkter Kunststoff-Sandwich (WKNFK)?

WKNFK ist eine neue Kombination bekannter Materialien und Bauweisen, die unter dem Gesichtspunkt der Umweltverträglichkeit verbunden werden. Neu ist zudem eine Anwendung im Bereich des Hausboot- und Pontonbaus im Allgemeinen. Insbesondere bei der auf Naturprodukten basierenden Bindematrix gibt es unserer Meinung nach noch Forschungsbedarf.

Mit Bindematrix wird das Material bezeichnet, das die Verstärkungsfasern des NFK einbettet. Sie übernimmt hauptsächlich die Kraftübertragung zwischen den Fasern, die Stützung der anderen Komponente und den Schutz vor Witterungseinflüssen und anderen aggressiven Medien. Die Verstärkungskomponente, in diesem Fall die Fasern, dient der Optimierung der mechanischen, thermischen, chemischen und optischen Gebrauchseigenschaften.

Der Hauptbestandteil unseres Matrixsystems sind Naturöle wie Leinöl, Sojaöl oder Ricinusöl. Die hydrophoben pflanzlichen Öle benetzen wachshaltige Pflanzenfasern besser, als die eher hydrophil eingestellten petrochemisch hergestellten Harze wie Epoxidharz oder Silikonharz, Acrylharz, Phenolharz und Melaminharz.

Unsere Versuchsreihe:

1. Karton

In unserem Versuchsaufbau verwendeten wir 40mm Wellstegkartonplatten. Beim Pontonbau soll wasserfester Wabenkarton zum Einsatz kommen.



2. Bindematrix

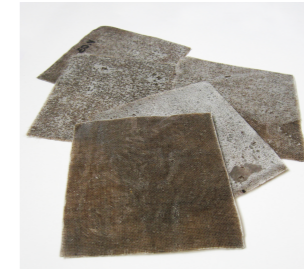
In unseren ersten Versuchsreihen verwendeten wir Ricinusöl als A-Komponente (Bindemittel) und aliphatischen Isocyanathärter als B-Komponente (Härter). Reaktive Härter kommen in der Natur nicht vor. Isocyanate oder Säurehärter sind halbsynthetische Härter. Die Härtung beruht chemisch auf einer Polyadditionsreaktion, das heißt das Verhältnis der Komponenten zueinander ist wichtig, da es sonst zu keiner festen Verbindung kommt.

Trocknungsmittel:

Aufgrund des Wassergehalts in Naturöl ist ein Aufschäumen durch CO2-Bildung nur dann vermeidbar, wenn vorher das Wasser durch Hydrolyse abgespalten wird. Natürlich vorkommende oder synthetisch hergestellte Zeolithe schließen aufgrund ihrer chemischen und strukturellen Beschaffenheit Wassermoleküle ein. Die Zeolithe liegen wiederum in einer Ricinusöl-Lösung vor.

Beschleuniger:

Neben synthetischen Stoffen kommen auch natürliche/naturidentische Stoffe, wie sekundäre oder tertiäre Amine in Betracht. In unseren Versuchen verwendeten wir Amietol.



Unsere Probestücke: Mischungsverhältnisse resultierten in verschiedenen Oberflächen

3. Fasern

Prinzipiell kommen alle verwebbaren Naturfasern, wie z.B. Jute, Hanf, Ramie, oder Flachs in Betracht. Wir benutzten Flachsgewebe mit 400g/qm aus heimischer Produktion. Mit einer volumenbezogenen Masse von 1450 kg/m<sup>3</sup> sind diese deutlich leichter als Glasfasern bei einer höheren spezifischen Zerreißspannung (1034 zu 980 Mpa). Die notwendige Energie zur Herstellung beträgt nur 20-50% der von Glasfaser und auch der Preis ist mit 2-7 Euro/qm billiger.

4. Gelcoat

Um einer Delamination durch Osmose (Auflösen der Laminatschicht durch eindringende Wassermoleküle) vorzubeugen, wird, wie im Bootsbau üblich, ein Gelcoat aufgebracht. Das Gelcoat besteht aus mit Kieselsäure angedicktem Naturharz, aber ohne Faserbeimengung. Dadurch wird die Oberfläche abriebfester, als es das unbeschichtete WKNFK-Bauteil wäre.

5. Finish.

Der Aufbau wird mit einem umweltfreundlichen Unterwasserlack (z.B. FA Leinos) abgeschlossen. Als umweltneutraler Antifoulinganstrich kommt Melkfett in Frage.



Wandaufbau

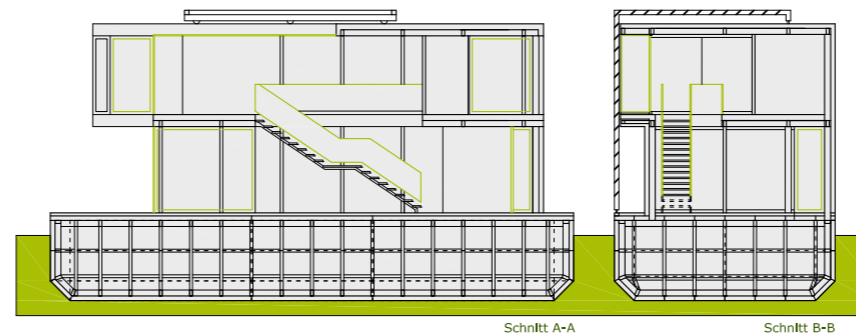
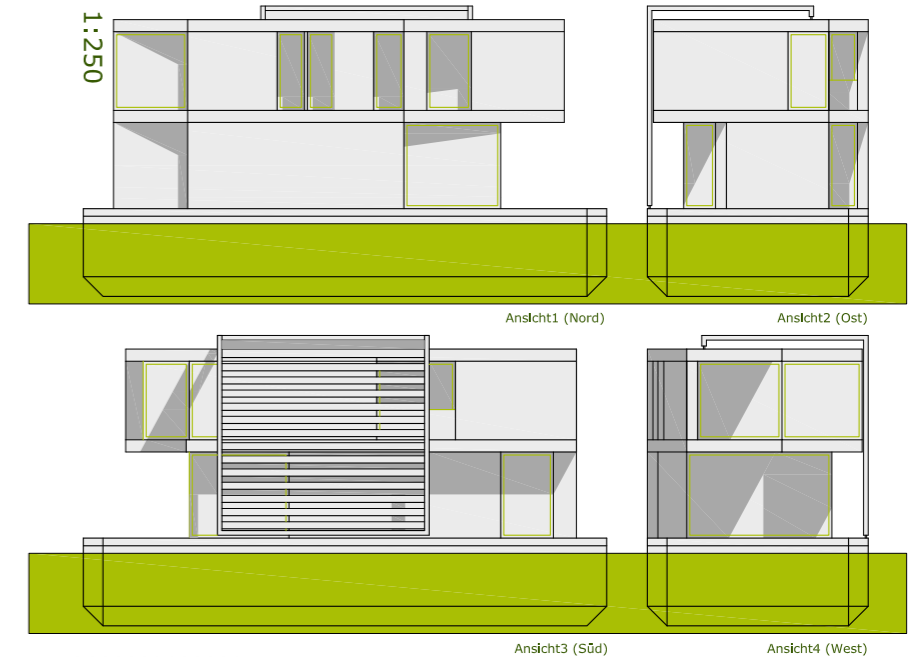
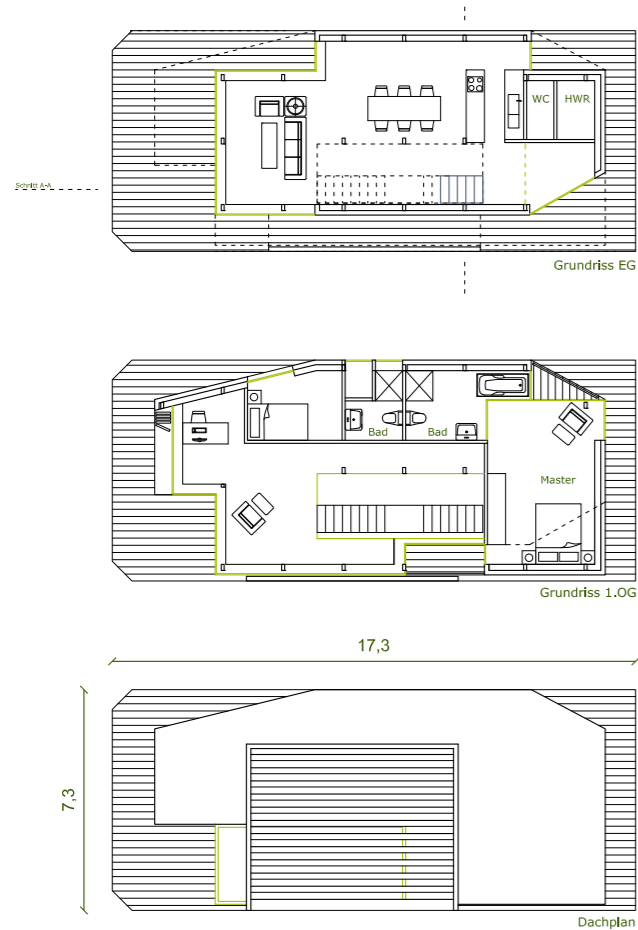
Verbindungsdetail:

Der Wandaufbau wird an den Spanten mit einem ebenso simplen aber dauerhaft festen Detail verbunden: Er wird mit einem Streifen NFK überlaminiert und wird so fester Bestandteil des Sandwichs.



Laminiertes Verbindungsdetail

Wettbewerb - Architektur und Design mit nachwachsenden und ökologischen Materialien  
**adream**



**2. Die Konstruktion**

Die Konstruktion des Ponton und des darüber liegenden Hauses wird in klassischer Spantenbauweise aus Leimholzbalken ausgeführt. Die Spantenkonstruktion wird kielunten wertseitig vorfabriziert und kann verschiedene Größen und Formen annehmen. Die Quer- und Längsspanten bilden das konstruktive Gerüst und übernehmen den Lastabtrag. Die optimale Gewichtsverteilung, unten schwer und oben leicht, deckt sich mit den Anforderungen an die Tragfähigkeit und Stabilität der Konstruktion: Das Haus erhält ein Spantenraster von 2m, während der Ponton ein Raster von nur 1m aufweist.

Die Hülle ist aus 100-150mm starken Wabenkartonplatten aufgebaut, die so auf die Spanten aufgebracht werden, dass unter jedem Fugenstoß ein Spant liegt. Die Länge der Platten beträgt bis zu 6m, die Breite 1m. Außen und innen wird auf die Platten eine fugenlose Schicht aus naturfaserverstärktem Kunststoff aufgebracht. Dies geschieht durch Handlaminieren von Naturfasermatten unter Verwendung einer Bindematrix aus Naturharz. Das entstehende Duroplast erzeugt die benötigte Wasserdichtigkeit. Nach Abbinden des Harzes wird ein giftfreier Antifoulinganstrich aufgebracht, der ein mögliches Aufquellen des Naturharzes im Seewasser verhindert.



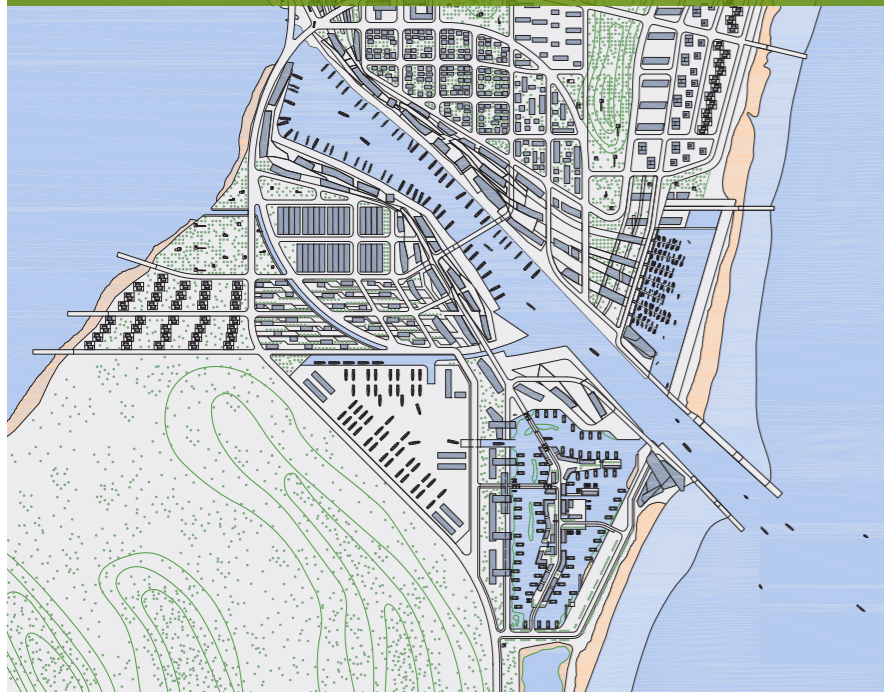
**3. Unser Entwurf**

Unser Beispielentwurf ist typologisch ein Hybrid, geprägt von einer konsequenten Umsetzung energetischer Anforderungen an ein Passivhaus.

Die Nordseite präsentiert sich als geschlossener, monolithischer Körper mit reduzierten Öffnungen, um Wärmeverluste zu minimieren. Nach Süden öffnet sich die Kubatur mit einem Glaskörper zur Sonne und zum Wasser; gleichzeitig wendet er sich vom Steg als öffentlichen Raum ab und schafft eine intime Privatsphäre für die Bewohner. Der Innenraum wird durch den großen verglasten Bereich entscheidend geprägt.

Drittes Entwurfs-element ist ein L-förmiges verschiebbares Solarelement, welches auf der Südseite das zweigeschossige Haus vom Ponton bis über das Dach umfaßt. Im Sommer verschattet das Element die Glasflächen, im Winter wird es zur Seite geschoben, so dass möglichst viel solare Energie absorbiert werden kann.

Unsere Entwurfsstrategie macht es möglich, eine Vielzahl von Variationen des Grundtyps zu entwickeln, um auf unterschiedlichste räumliche Bedürfnisse und Nutzungen zu reagieren und auch in Hausbootsiedlungen eine gestalterische Vielfalt zu erreichen.



Lageplan Beidaihe Eco City 1:10 000



**Wasser als lebendiges Element**

Entwurfsgrundlage ist die Integration vom Leben auf und am Wasser in das Gefüge der Stadt. Der Raum der Lagunenstadt wird durch eine dichte Uferbebauung definiert, die auf den Inseln kleinteilig und 3-4 geschossig ausgelegt ist und an West- und Nordufer großteilig und 5-8 geschossig. Die 2 geschossigen Hausboote befinden sich zwischen den Ufern, wodurch sich eine hierarchische Ordnung ergibt, die den Blick freimacht auf die Wasserflächen und eine Luftzirkulation zulässt. Den Hausbooten kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu, ermöglichen sie doch die - nicht nur temporäre - Besiedlung sonst unbewohnbarer Fläche. Die wasserseitige Erschließung ist dabei sowohl für die Fischer als auch für Touristen von Nutzen. Mit einem eigenen Bootsanleger bietet diese individuelle Wohnform ideale Wassersportmöglichkeiten.

**Wasser als Lifestyle**

Die Bewohner suchen einen naturverbunden Lebensstil, ohne auf die Annehmlichkeiten der Stadt verzichten zu wollen. Auf introvertierten Stadtplätzen entlang der Straße können Gastronomie und Einzelhandel fußläufig erlebt werden. Einzelne Durchgänge und Fugen in den Häuserfronten ermöglichen inszenierte Blicke auf die Wasserflächen und die Hafensituation. Umlaufende Promenaden dienen der Erschließung der Hausboote. Alle Hausboote sind in Nord-Süd Richtung ausgerichtet, um eine optimale solare Ausbeute zu erzielen.

**Minimierte und effiziente Wegeführung**

Der Herausforderung der notwendigen Erschließung durch Straßen und der Zuführung von Medien begegnet der Entwurf mit einer zentralen Stadtstraße, die über mehrere Inseln bogenförmig über die Wasserfläche geführt wird. Zwei gegeneinander versetzte Stichstraßen verbinden die gegenüberliegenden Ufer. Hierdurch entstehen ungewöhnliche Blickachsen und gleichzeitig werden durch die Inseln die Anlegeflächen maximiert. Eine Herausforderung bei Siedlungsformen auf dem Wasser ist die Schall- und Sichtschutzproblematik, da es weder Mauern und Zäune noch Abstandsgrün gibt. Der Entwurf reagiert darauf mit erhöhten Abständen, teilweises Versetzen der Einheiten und Schilfgürteln im Eingangsbereich.

**4. Beidaihe Eco City**

Südlich der Hafenstadt Qinhuangdao/China soll auf 2,5 km<sup>2</sup> die deutsch chinesische BEIDAIHE ECO CITY entstehen. Unsere Vision ist, einen Industrie-Fischereihafen in ein modernes nachhaltiges Stadtgefüge, eine Wasserstadt für 20.000 Einwohner umzuwandeln. Dabei sollen vorhandene Qualitäten genutzt und kultiviert sowie alternative Wohnformen u.a. Hausboote eingesetzt werden. Die im Dorf befindlichen Bootswerften werden zwar verlegt, aber doch als ortstypische Attraktion beibehalten, ebenso der Fischereihafen. Das Fischerdorf dient als zentraler Mittelpunkt, Tradition und Handwerkskunst als Anziehungsmagnet für nachhaltigen Tourismus. Der komplette Energiebedarf soll durch regenerative Energieträger gedeckt werden, sodass die BEIDAIHE ECO CITY CO<sub>2</sub>-neutral sein wird.

Als Leitbild dient eine europäische **Lagunenstadt** wie Venedig, oder Port Grimaud und eine chinesische **Kanalstadt** wie Suzhou und Tongli. Die Lagunenstadt in der BEIDAIHE ECO CITY sucht die Balance zwischen urbanem Raum und natürlichen Charakteristika. Das Vokabular dieser Stadt lautet nicht Straße, Haus, und Platz, sondern Kanal, Brücke, Bucht, Insel, Hafen, Anleger, Steg, Uferpromenade, Schilfgürtel, Strand, Mole und Hausboot.



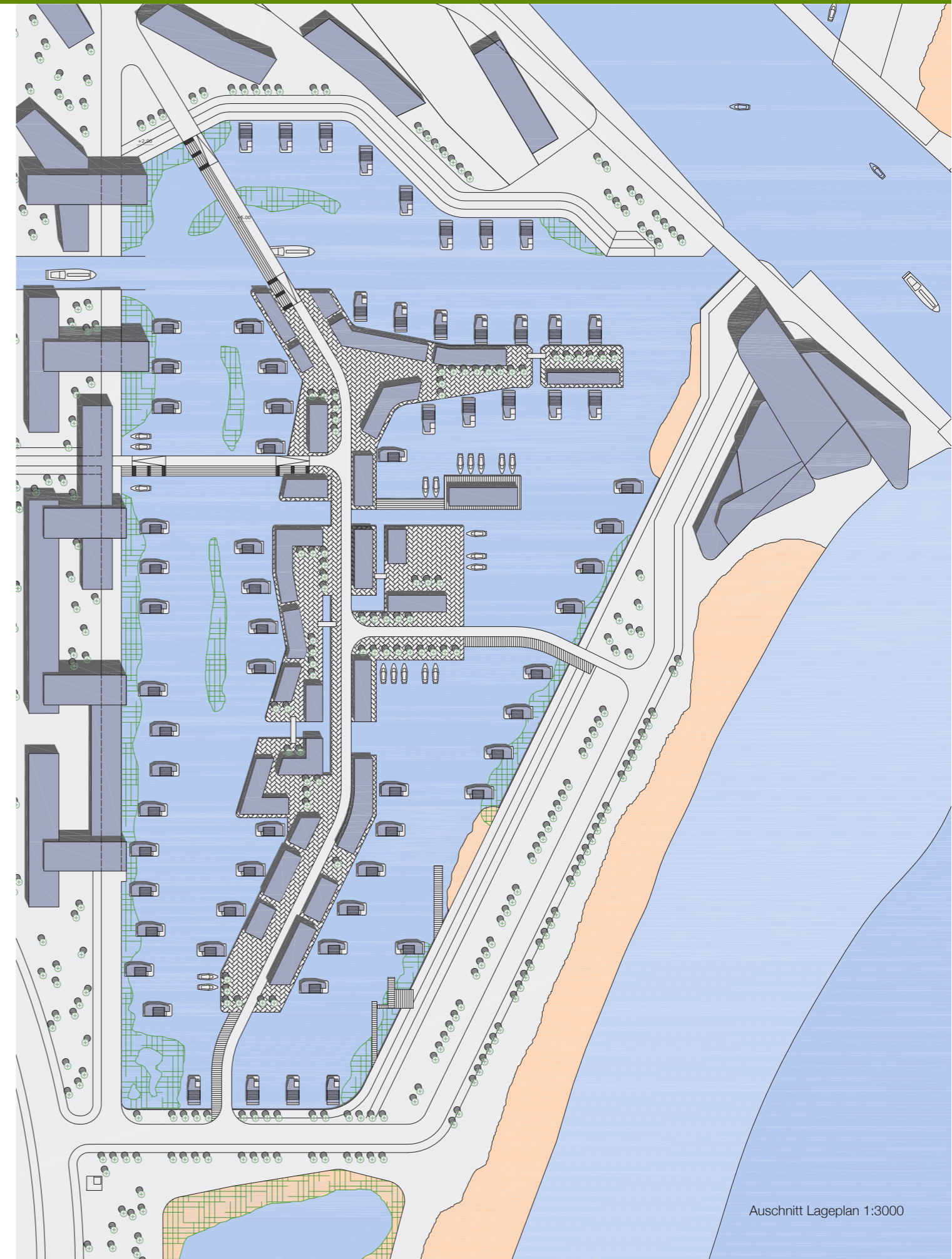
Port Grimaud



Venedig



Suzhou Kanal



Ausschnitt Lageplan 1:3000

Wettbewerb - Architektur und Design mit nachwachsenden und ökologischen Materialien  
**adream**



**5. Prototyp Badeponton**

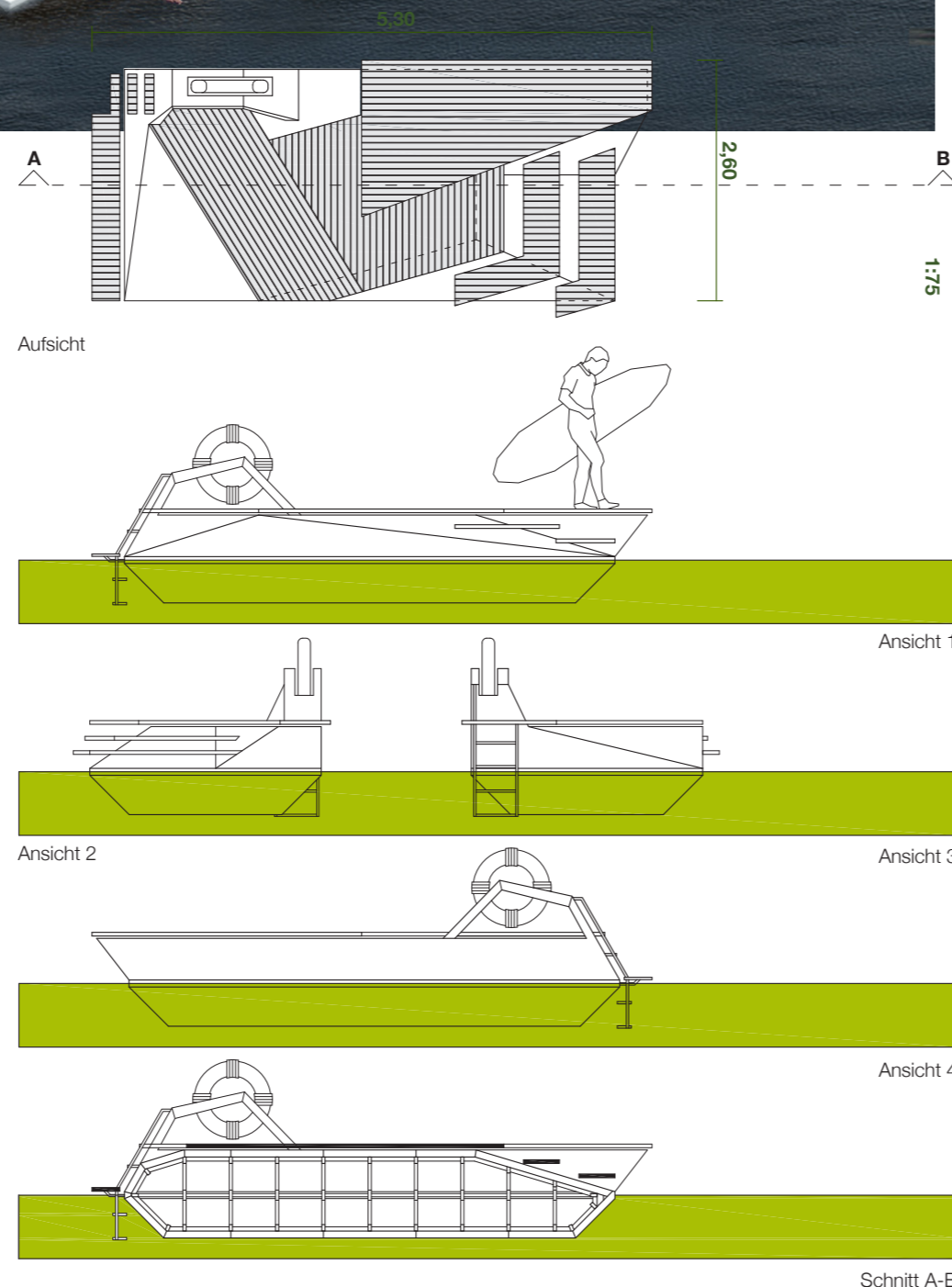
Teil unserer Arbeit ist die Entwicklung und der Bau eines schwimmfähigen Prototypen in Form eines Badepontons, der unter realen Einsatzbedingungen benutzt werden soll. Wir haben dieses Format als umsetzbare Vision gewählt, da es unserer Meinung nach attraktiv für Investoren und Medien ist. Somit lässt es sich gut vermarkten und ist gleichzeitig zugänglich für Laien. Der Badeponton erfüllt diese Eigenschaften und soll mit seiner ausdrucksstarken Form in einem öffentlichen Event medienwirksam eingeweiht werden. Besucher können das Objekt begehen und erleben.

Das Design orientiert sich an einer maritimen Formensprache und ähnelt in der Erscheinung einer Yacht. Schnittig und dynamisch geformt, ist es mit den Maßen von 5,3x2,6m auf einem Standardanhänger transportierbar. Durch eine Revisionsklappe können auch Interessierte und potentielle Investoren den Aufbau der Konstruktion und Materialität begutachten.

Das Benutzungsszenario dient dazu, mögliche Käufer in der Picardie und Thüringen zu finden und somit unvorhersehbare Kosten für Winterlagerung und Betrieb zu vermeiden.

Potentielle Einsatzgebiete:

- Bagger- und Stauseen
- Strandbadbesitzer
- Segelschulen
- Wassersportzentren
- Campingplätze
- Privatpersonen



**6. Umsetzungsszenario für den Prototypenbau**

Um das Material zu optimieren und die Materialeigenschaften zu bewerten, schlagen wir eine vierstufige Prototypenentwicklung vor, die innerhalb eines Budgets von 30.000 Euro realisiert werden kann.

**Erste Stufe:** Versuchsreihe, die der Ermittlung des präzisen Mischungsverhältnisses der vier Komponenten Harz/Öl, Härter und Beschleuniger dient. Kann vom Wettbewerbsteam mit Expertenunterstützung, etwa von Firmen oder Instituten durchgeführt werden. Es handelt sich um einen überschaubaren Versuchs- und Produktionsaufbau, der sehr zeitnah umgesetzt werden kann.

**Zweite Stufe:** Weitere Untersuchung des Fasermaterials in Kombination mit der Bindematrix, um die optimale Faser zu finden. In der näheren Wahl liegen die Naturfasern Flachs, Hanf und Jute.

**Dritte Stufe:** Belastungstestreihe Sandwichmaterial - Basierend auf den Ergebnissen von Stufe Eins und Stufe Zwei wird in Zusammenarbeit mit geeigneten Prüfinstitutionen (Bundesanstalt für Materialprüfung, Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V., Institut de Materiaux Jean Rouxel/CNRS Centre National de la Recherche Scientifique etc.) unter Einhaltung internationaler Materialprüfstandards eine Testreihe mit folgenden Testparametern durchgeführt: Zugfestigkeit, Druckfestigkeit, Biegefestigkeit, Schubfestigkeit, E-Modul, Dauerstand- und Kriechversuche, Dauerschwingversuche.

**Vierte Stufe:** Bau eines funktionsfähigen Pontons als Prototyp - Der Ponton wird als Badeinsel ausgelegt und in einem Gewässer installiert, um dort sein Langzeitverhalten unter realen Einsatzbedingungen und unter Verkehrslast im Wasser und bei UV-Strahlung zu testen.

**7. Prototyp Kostenschätzung**

Die Kosten werden gegliedert in die einzelnen Fertigungsstufen. Außerdem muß unterschieden werden zwischen den Positionen: Materialkosten, Lohnkosten interner und externer Arbeit und sonstige Gebühren.

Die Materialkosten werden mit zunehmendem Materialaufwand steigen, außerdem werden die Kosten für Coachingleistungen und wissenschaftliche Unterstützung ab Stufe 3 zum Tragen kommen, weil insbesondere für das Testen des Sandwichmaterials wissenschaftliche Dienstleistungen eingekauft werden müssen. Hierbei erhoffen wir uns durch eine enge Kooperation mit den Hochschulen eine Eingrenzung dieser Aufwendungen.

**Kostenaufstellung:**

Stufe	Materialkosten	Lohnkosten	Ext. Dienstleistungen	Sonst. Kosten	Summe
1	500,- €	800,- €	-	500,- €	1800,- €
				Werkstattmiete	
2	300,- €	800,- €	-	300,- €	1400,- €
				Werkstattmiete	
3	1000,- €	800,- €	7.000,- €	300,- €	9100,- €
			Wissenschaftl. Tests und Prüfungen	Werkstattmiete	
4	8000,- €	5000,- €	3.000,- €	1000,- €	17000,- €
				WKNFK, Holzskelett Aufbauten	

**8. Potentielle Kooperationspartner**

- Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
- Institut de Materiaux Jean Rouxel
- Leinos / Reinke Naturfarben GmbH
- Faserinstitut Bremen e.V.
- Bauhaus Universität Weimar
- Sussmann&Steinhauser GmbH
- Holstein-Flachs GmbH