

In Search for Balance –

Data Physicalization and the Benefit of Haptic Shapes

Bachelorarbeit von Anna Meide

Fachhochschule Potsdam
Fachbereich Design
Sommersemester 2023

Betreuung der Arbeit:
Prof. Sebastian Meier
Lisa Stubert M.Sc.

Für M.B.

1.	Einleitung	6	5.	Versiegelte Balken – eine Installation	74
1.1	Forschungsvorhaben	6	5.1	Zielgruppen	74
1.2	Entstehungskontext	7	5.1.1	Explorers	76
2.	Theorie	10	5.1.2	Facilitators	78
2.1	Warum Daten physikalisieren?	11	5.1.3	Professionals / Hobbyists	80
2.2	Einsatzbereiche der Data Physicalization	14	5.1.4	Experience Seekers	82
2.3	Begriffserweiterung durch Physecology	17	5.2	Konzept	84
2.4	Theoretische Verortung der Arbeit	21	5.2.1	Data Physicalization Artefakt	84
3.	Analyse praktischer Arbeiten	22	5.2.2	Umgebende Physecology	88
3.1	Auswahl- und Analysekriterien	22	5.3	Umsetzung	92
3.2.1	To be a pacifist in the 21st century	24	5.4	Exponat	100
3.2.2	Everything that is not eaten	28	5.4.1	Erster Probelauf	100
3.2.3	Spiel mit Grenzen	32	5.4.2	Learnings aus dem ersten Probelauf	108
3.2.4	The Analog Museum of Digital Inequality	36	5.5	Plakatserie	110
3.2.5	Inside / Outside	40	5.5.1	Grundwasserneubildung	112
3.2.6	Lines	44	5.5.2	Restliche Plakatserie	114
3.2.7	Clams	48	6.	Ausblick	116
3.2.8	Datenlabor	52	7.	Fazit	118
3.3	Analytische Ableitungen für die vorliegende Arbeit	56	8.	Appendix	120
3.4	Spider Chart Vergleich	58	8.1	Literaturverzeichnis	120
4.	Ver- und Entsiegelung	62	8.2	Abbildungsverzeichnis	124
4.1	Versiegelung und ihre Folgen	62	8.3	Danksagung	128
4.2	Potentiale der Entsiegelung	66	8.4	Eidesstattliche Erklärung	129
4.3	Open Data	72			

1. Einleitung

Die Klimakrise ist da. Unzählige Gefahren, die von ihr ausgehen, bedrohen allumfänglich unsere Umwelt: Infrastrukturen, auf die wir angewiesen sind, natürliche und notwendige Tier-, Insekten- und Pflanzenwelt-Kreisläufe, in die wir als Menschen eingebunden sind und unser zunehmend beliebtes, frei gewähltes Habitat, in dem wir leben und arbeiten - die Stadt.

Faktoren, welche die Klimakrise verschärfen sowie Faktoren, welche helfen ihr entgegenzuwirken, sind ausgesprochen zahlreich. Die vorliegende Arbeit befasst sich thematisch mit Bodenversiegelung im urbanen Raum.

1.2 Forschungsvorhaben

Das Vorhaben der vorliegenden Bachelorarbeit orientiert sich an der Frage, wie Klimaschutzzpotentiale im Bereich der urbanen Entsiegelung durch eine Data Physicalization Installation einem breiten Publikum nachhaltig vermittelt werden können.

Um diese Frage umfänglich zu beantworten, werden theoretische und praktische Arbeiten aus dem Bereich der Data Physicalization untersucht. Darüber hinaus stützt sich die Arbeit auf offen zugängliche Daten zur Versiegelung im urbanen Raum sowie den damit zusammenhängenden Problemen. Anschließend richtet sich der Fokus vor allem auf die unterschiedlichen Potentiale der Entsiegelung. Im praktischen Teil der Arbeit wird sodann der Versuch unternommen, die erarbeiteten Leitlinien in eine interaktive Data Physicalization Installation zu überführen.

1.3 Entstehungskontext

Die vorliegende Arbeit entsteht im Kontext der vielseitigen Arbeitsbereiche des CityLAB Berlin sowie in enger Zusammenarbeit mit der Open Data Informationsstelle Berlin (ODIS).

Das CityLAB ist ein öffentliches Innovationslabor, das sich auf vielfältige Weise der gemeinwohlorientierten Stadtentwicklung widmet. Es wirkt an der Schnittstelle von Stadtgesellschaft, Wissenschaft und Verwaltung und erarbeitet gemeinsam mit Akteuren aus diesen Bereichen digitale Prototypen für gesellschaftlich relevante Problemstellungen. Ein Teil des Wissenstransfers findet in Form einer integrierten Ausstellung statt, in der interessierte Bürger:innen ausgesuchte interaktive Prototypen erleben können. (CityLAB, *Über uns*)

Anfang 2023 entwickelte das CityLAB darüber hinaus ein mobiles Format – das Kiezlabor. Als energieautarkes Tiny House in einem ehemaligen Schiffscontainer beherbergt es Flächen für Workshops, ein Bühnenprogramm sowie eine Ausstellung. Das Ziel des KiezLabors ist sich in die Lebensrealitäten einzelner Kieze zu begeben, um dort einen temporären Ort im Stadtraum zu schaffen, an dem große Veränderungen und Krisen wie Digitalisierung oder Klimakrise gemeinsam reflektiert und partizipativ gestaltet werden können. Über digitale und analoge, interaktive Exponate sollen Impulse gesetzt und urbane Beteiligung neu gedacht werden. (CityLAB, *Kiezlabor*)

Die Open Data Informationsstelle Berlin (ODIS) verfolgt das Ziel, wichtige Daten qualitativ hochwertig, offen und transparent zugänglich zu machen. Auf Augenhöhe mit der Berliner Verwaltung begleitet die ODIS Mitarbeiter:innen der Stadt bei datenbezogenen Entwicklungsprozessen. Mit ihrer Arbeit trägt das ODIS-Team dazu bei, die allgemeine Datenkompetenz der Berliner Stadtbevölkerung zu steigern und datenbasierte Konzepte für die Stadt prototypisch erfahrbar zu machen. (ODIS, *Über uns*)

Die vorliegende Arbeit orientiert sich an den vorgegebenen Rahmenbedingungen der drei Akteur:innen – CityLAB, Kiezlabor und ODIS. Die Konzipierung und Umsetzung der Arbeit orientiert sich sowohl thematisch als auch haltungsmäßig an den Statuten des CityLAB. Die Aufgabe der Datenvermittlung erfolgt entlang der Ziele der ODIS.

Geleitet durch die aktuelle Forschung zur Data Physicalization sollen so wissenschaftliche Erkenntnisse und Theorien mit praktischen und lebensorientierten Arbeitspraktiken zusammengeführt und Daten interaktiv und nachhaltig an die Stadtbevölkerung vermittelt werden.



[Abbildung 1] Ana Jerdeva. Konzeptionelle Darstellung des Kiezlabor.

2.Theorie

Die Praxis der Data Physicalization reicht weit in die Geschichte der Menschheit zurück – noch vor die Erfindung der Schrift. Die rund 40.000 Jahre alten *Lebombo bones* bezeugen diese Praxis. Unsere Vorfahren ritzten Zählstriche in Tierknochen, um vermutlich Mondphasen zu zählen (Huron, 2023). Als eine Methode der Welterfahrung überdauerte Data Physicalization die Zeit von den antiken Völkern über das europäische Mittelalter bis in unsere Gegenwart, in der Wissenschaftler:innen komplexe Molekülverbindungen mithilfe von 3D-Druck physikalischieren (Jansen, 2015). Seit jeher ermöglichte so das Übertragen quantitativer und qualitativer Informationen (Werte) auf physische Objekte den Menschen ihre Umwelt klarer zu begreifen und sie zu reflektieren (Huron, 2023).

Obwohl die Praxis bereits lange existiert, hat die akademische Forschung vergleichsweise erst vor kurzem damit begonnen, ein klares Forschungsfeld zu umreißen und das Wissen in Modelle und Theorien zu überführen (Dragicevic 2019). 2015 verfassten Jansen et al. eine erste Definition der Data Physicalization:

"A data physicalization (or simply physicalization) is a physical artefact whose geometry or material properties encode data."
(Jansen, 2015, S. 3228)

Heute ist Data Physicalization vollends in der Wissenschaft angekommen. Sie steht in engem Zusammenhang mit den zahlreichen Forschungsbereichen rund um die Human-Computer-Interaction (HCI) und der klassischen, d.h. zweidimensionalen Datenvisualisierung. Gleichzeitig ist Data Physicalization (insbesondere Datenskulpturen) zunehmend eng mit künstlerisch orientierten Disziplinen wie der Installationskunst verbunden. Trotz Überschneidungen in Bezug auf Ziele und Methoden unterscheidet sich die Data Physicalization von den eben genannten Bereichen dadurch, dass sie sich ausschließlich auf datenbasierte Aufgaben fokussiert (Dragicevic, 2019).

In den folgenden Unterkapiteln sollen grundlegende theoretische Betrachtungen zum Thema der Data Physicalization sowie deren schrittweisen Erweiterungen knapp vorgestellt werden. Abschließend wird die eigene Arbeit mithilfe relevanter Kategorien im theoretischen Feld verortet.

2.1. Warum Daten physikalischieren?

Eine gelungene Data Physicalization ist ein komplexer, aufwendiger Prozess, der viele Ressourcen bindet, sodass die Frage nach dem Warum berechtigt ist. Aus dem Bereich der anekdotischen Evidenz lässt sich beispielsweise anführen, dass die Konstruktion haptischer 3D-Molekülmodelle bei wichtigen Entdeckungen in der Chemie eine entscheidende Rolle spielte, u.a. bei der Entdeckung der DNA-Helixstruktur durch Watson und Crick (1953) und bei der Entdeckung der Struktur von Myoglobin durch Kendrew (1958). Alle drei Chemiker erhielten für ihre Entdeckungen einen Nobelpreis (Dragicevic, 2019).

Auf der wissenschaftlichen Ebene lassen sich die fünf (potentiellen) Vorteile der Data Physicalization nach Jansen et al. anführen (Jansen, 2015). Den Autor:innen geht es vor allem darum die Vorzüge ggü. klassischen Formaten der Datenvisualisierung herauszustellen im Sinne einer Erweiterung der Arbeit mit Daten. Zweidimensionale Datenvisualisierungen sollen keinesfalls ersetzt, sondern kontextbezogen erweitert werden.

1 Fähigkeiten zur Wahrnehmungsexploration voll nutzen
Der Mensch besitzt ein hochentwickeltes sensomotorisches System, das es ihm ermöglicht, effizient Informationen aus der physischen Welt zu entnehmen. Ein Vorteil der Physikalisierung ist folglich, die bessere Nutzung dieser aktiver Wahrnehmungsfähigkeiten. Durch die mögliche Ansprache aller Sinneskanäle kann eine größere Bandbreite an Bedeutungen vermittelt werden (Jansen, 2015).

Auch Hiroshi Ishii, einer der Koautoren von *Making with Data*, bekräftigt dieses Argument:

"We are tangible beings, not digital. (...) This beautiful and timely book (...) illustrates a seminal intellectual movement to bring abstract, digital data back to the physical world and into the hands of people who reflect and reason through the sense of touch, vision and sound."
(Huron, 2023, S. 15).

2 Daten zugänglich machen

Physikalisierungen sprechen auch nicht-visuelle Sinne an und ermöglichen so die Auseinandersetzung mit Daten für Menschen mit Seheinschränkungen. Dadurch tragen sie zu einer größeren Barrierefreiheit in der Datenwelt bei (Jansen, 2015).

3 Kognitive Vorteile

Ein wissenschaftlicher Standpunkt geht davon aus, dass Physikalisierung sowohl die Kognition als auch das Lernen fördert. Erkenntnisse aus der pädagogischen Psychologie deuten darauf hin, dass interaktive haptische Modelle das Verstehen erleichtern können. Ein Teil dieser Forschung ist durch die These der verkörperten Kognition (embodied cognition) motiviert, nach der die Kognition durch den Körper und die physische Welt unterstützt wird (Jansen, 2015).

Barbara Tversky führt in ihrem Vorwort zu *Making with Data* außerdem die Verlangsamung und die dadurch einsetzende Vertiefung der Auseinandersetzung mit Daten an. Erst das Stehenbleiben und langsame Befragen des Artefakts förderten das nachhaltige Erinnern (Huron, 2023). Dragicevic et al. bringen ebenfalls Argumente für nachhaltiges Erinnern an, die dreidimensionale Objekte ggü. zweidimensionalen Bildschirmvisualisierungen aufweisen (Dragicevic, 2019).

4 Daten in die reale Welt holen

Physikalisierungen ermöglichen Einzelpersonen und ganzen Gruppen eine andere Art der Dateninteraktion, indem diese beispielsweise an öffentlichen Orten (u.a. Museen) verfügbar

gemacht oder niedrigschwellig in Bereiche des sozialen Lebens (u.a. an Bildungseinrichtungen) eingeführt werden. Hier stiften sie beispielsweise Gesprächsanlässe, über welche die Menschen miteinander zum Datenthema ins Gespräch kommen können (Jansen, 2015).

5 Menschen ansprechen

Eine Herausforderung im Bereich der Informationsvisualisierung (z.B. Datenjournalismus) besteht darin, ein breites Publikum für Datenthemen zu gewinnen. Data Physicalization Objekte sind populär, sie wecken das Interesse der Betrachter:innen und bringen sie durch Interaktivität dazu längere Zeit mit Daten zu verbringen (Jansen, 2015).

Dragicevic et al. halten diesbezüglich fest:

"Observations and interviews suggested that the ability to grab, share and investigate the physical line graphs lead to more playful, collaborative and active forms of information discovery."
(Dragicevic, 2019).

Sie stützen damit das Argument der effektiven Ansprache durch physische Datenobjekte (Dragicevic, 2019).

Alle aufgeführten Kategorien können kritisch hinterfragt werden. Janzen et al. weisen z.B. darauf hin, dass Nutzungskontexte eine besondere Rolle spielen und Data Physicalizations keinesfalls immer einen Vorteil ggü. zweidimensionalen Datenvisualisierungen aufweisen. Ein anderer Aspekt ist die Verhältnismäßigkeit von Herstellungsaufwand und Nutzen einer Physikalisierung (Jansen, 2015).

Eine eingehende kritische Auseinandersetzung würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen. Deswegen werden Kritikansätze hier nicht weiter ausgeführt.

2.2. Einsatzbereiche der Data Physicalization

Jansen et al. führten potentielle Vorteile der Data Physicalization in Bereichen der Kognition, Kommunikation, Problemlösung, des Lernerfolgs und der Entscheidungsfindung vor. Darauf aufbauend, erarbeiteten Dragicevic et al. in ihrem Aufsatz *Data Physicalization* fünf Kategorien, in denen Data Physicalization erfolgreich eingesetzt werden. Diese Kategorien sollen hier knapp vorgestellt werden.

1 Analyse

Ein wichtiger Zweck der Visualisierung von Daten ist die Analyse. Menschen sollen dabei unterstützt werden, Probleme zu entdecken und Lösungen zu entwickeln. Auch Physikalisierungen werden dazu eingesetzt Daten besser zu begreifen und datenbasierte Argumente zu entwickeln (Dragicevic, 2019).

2 Kommunikation und Bildung

Physikalisierungen werden besonders häufig im Bildungskontext verwendet. Und während die analytische Verwendung bedeutet, dass dargestellte Daten noch unbekannt sind und analysiert werden müssen, um Erkenntnisse zu gewinnen, impliziert die Verwendung im Bildungskontext, dass dargestellte Daten bereits analysiert wurden und ihr Zweck darin besteht, Erkenntnisse zu vermitteln. Die Vermittlung wird darüber hinaus mit Storytelling-Elementen verbunden, um das Publikum zu leiten. Mögliche Kommunikationsszenarien sind vielfältig und umfassen sowohl pädagogische Kontexte als auch Kontexte der kollaborativen Entscheidungsfindung. (Dragicevic, 2019).

Einige der fünf Kategorien sind in ausdifferenzierte Unterkategorien unterteilt. Da eine Übersicht aller Unterkategorien den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würde, werden hier nur für die eigene Arbeit relevanten Unterkategorien aufgeführt.

2.1. Selbstständige Exploration und öffentliche Ausstellungen

Datenkommunikation, die sich an ein breites Publikum richtet, ist oft in Museen, Galerien und anderen öffentlichen Einrichtungen verortet. Datenbasierte Installationen (data driven installations) werden ausgestellt und laden zur Interaktion ein. In der Regel ist keine Moderation erforderlich, um das Publikum durch die Datenerkenntnisse zu leiten. Viele datenbasierte Installationen verfolgen außerdem eher künstlerische und keine streng analytischen Ziele (Dragicevic, 2019).

2.2. Partizipative Datenerhebung und -verwertung

Bestimmte Physikalisierungen, die im öffentlichen Raum installiert werden, fördern die öffentliche Beteiligung, indem sie es den Menschen erlauben, sich an der Datenerhebung und / oder der Konstruktion der Data Physicalization selbst zu beteiligen (z. B. durch physical surveys). Diese Art der Datenerhebung führt unmittelbar und sichtbar zu einer Physikalisierung im Raum. Die Vorteile können dabei eine höhere Teilnahmequote bedeuten oder einfache Erinnerungswerte, positive Datengeber:in-Erfahrung sein (Dragicevic, 2019).

3 Barrierefreiheit

Data Physicalization können Menschen mit diversen sensorischen Einschränkungen dabei unterstützen, Zugang zu Daten zu bekommen, indem sie einen jeweils anderen Sinn ansprechen (Dragicevic, 2019).

4 Selbstreflexion und Selbstdarstellung

Der Alltag wird immer mehr von Daten durchdrungen, von Protokollen körperlicher Aktivität über Archive gefüllt mit Social Media Beiträgen bis hin zu jeglicher Art digitaler Ressourcen, die aus Freizeitaktivitäten resultieren. Diese Daten bergen u.a. das Potential zur Selbstreflexion. So werden das Sammeln und Analysieren körperbezogener Daten heute z.B. oft zur Selbstoptimierung genutzt (Dragicevic, 2019).

5 Vergnügen und Sinngebung

Wenn Data Physicalization im Kontext der Informationsvisualisierung eingebunden ist, dient die Darstellung meist pragmatischen Vorhaben. Weiter gefasste Konzepte der ästhetischen, künstlerischen oder informellen Visualisierung haben jedoch erkannt, dass Physikalisierung auch genutzt werden kann, um Daten einen affektiven Ausdruck zu verleihen, anstatt diese rein sachlich zu kommunizieren. Da diese Formen der Visualisierung i.d.R. ein breiteres und gleichzeitig visuell weniger bewandertes Publikum erreichen, haben sich einige Forscher:innen darauf konzentriert zu untersuchen, ob und wie hedonistische Eigenschaften wie „vergnüglich“ oder „schön“ zu berechtigten, wertvollen, ergänzenden Kategorien der Datenvisualisierung werden können (Dragicevic, 2019).

5.1. Künstlerischer Ausdruck

Nicht nur die Wissenschaftsgemeinschaft schätzt die Physikalisierung zwecks Erkenntnisgewinn. Grafiker:innen, Architekt:innen, Interaktionsdesigner:innen und Medienkünstler:innen sowie Menschen aus weiteren kreativen Disziplinen greifen ebenfalls zunehmend auf Methoden der Data Physicalization zu. Ihnen geht es vor allem darum darum Datenerkenntnisse und den eigenen subjektiven, künstlerischen Ausdruck effektiv zusammenzuführen (Dragicevic, 2019).

Auch barbara Tversky betont:

“Making data physical creates art, incidentally or intentionally. (...) Data physicalizations are a new kind of art form, a form that is both abstract and representational, but representing data about people, scenes, or events, not the entities themselves. In so doing, data physicalizations make the abstract concrete again, but the concrete has been transformed.”

(Huron, 2023, S. 14).

Das theoretische Feld um Data Physicalization konnte durch die fünf Einsatzbereiche nach Dragicevic sinnvoll erweitert werden.

2.3. Begriffserweiterung durch Physecology

Auch Sauve et al. erweitern in ihrer Publikation *Physecology: A Conceptual Framework to Describe Data Physicalizations in their Real-World Context* die ursprüngliche Data Physicalization Definition nach Jansen et al. um sechs eigenständige Dimensionen. Die Erweiterung stützt sich auf die Erkenntnis, dass der Kontext einer Data Physicalization mindestens genauso wichtig sei, wie das Artefakt selbst. Dazu führen die Autor:innen die Wortneuschöpfung „physecology“ ein, zusammengesetzt aus „physicalization“ und „ecology“. Ecology, also Ökologie, meint dabei eine möglichst allumfassende Umwelt, in der das Data Physicalization Artefakt positioniert wird – eine Umwelt, die sowohl räumliche Gegebenheiten als auch menschliche Interaktionen umfasst (Sauve, 2022). Abbildung 2 fasst die abstrakten theoretischen Ausführungen zusammen und veranschaulicht sie anhand von Beispielinstallatio-nen.

Es ist wichtig im Hinetrkopf zu behalten, dass die sechs Dimensionen sich keinesfalls gegenseitig ausschließen. Sie sind keine klar abgegrenzten Einzelaspekte einer Data Physicalization, sondern sind eng miteinander verwoben. Mit anderen Worten bilden sie Merkmale unterschiedlicher Lebenswirklichkeiten ab, in denen Data Physicalization tatsächlich eingesetzt werden und die je nach Anlass unterschiedlich miteinander verbunden sein können (Sauve, 2022).

Die Erweiterungen nach Sauve et al. sind sinnvoll, da Data Physicalization in immer vielfältigeren Formen vorkommen und in unterschiedlichsten räumlich-sozialen Kontexten eingesetzt werden. Darüber hinaus können gleich mehrere Dimensionen produktiv für die Verortung der eigene Arbeit eingesetzt werden.

1 Datentyp – Welche Informationen werden präsentiert?

Das grundlegende Ziel von Physikalisierungen ist Informationen durch eine physische Darstellung zu vermitteln. Daher steht an erster Stelle die Überlegung, welche Informationen kommuniziert werden und zu welchem Zweck. Der Datentyp bezieht sich darauf,

wie die Daten mit den Nutzer:innen der Physecology in Beziehung stehen. Hierzu gehören Unterkategorien, wie Datenverfügbarkeit (statisch / dynamisch), Datenattribute (z.B. ordinal oder quantitativ) und Daten-Themen (z.B. Stadt- und Umweltthemen). (Sauve, 2022).

Eine so detaillierte Betrachtung des Datentyps kann dabei helfen eigene Designentscheidungen zu reflektieren. z.B. die Überlegung welche Art der Datenkommunikation sich besonders gut eignet, wenn quantitative Daten (wie die Menge an Litern Regenwasser) kommuniziert werden soll.

Die Publikation unterteilt einzelne Dimensionen in sehr zahlreiche und äußerst detaillierte Unterkategorien. Um den Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu übedehnen, werden einzelne, hilfreiche Unterkategorien nur an den Stellen der eigenen theoretischen Verortung ausgeführt, wo es sinnvoll erscheint, um die eigene Arbeit besser theoretisch zu fixieren.

2 Informationskommunikation – Wie wird Information vermittelt?

Diese Dimension bezieht sich auf die Methode, die innerhalb der Data Physicalization eingesetzt wird, um Zustandsänderungen der Daten darzustellen. Hierzu gehören Unterkategorien wie Positionierung im Raum, Kontrolle optischer oder materieller Eigenschaften, Spezialisierte Anwendungen und Kontrolle über andere Modalitäten (Sauve, 2022).

3 Interaktionsmechanismen – Wie wird die Information verändert bzw. wie kann mit ihr interagiert werden?

Die Interaktionsmechanismen, die hier erörtert werden, konzentrieren sich auf die Interaktionen zwischen der Physecology und den Nutzer:innen, die aktiv mit dem System interagieren. Passive Betrachter:innen (spectators) sind explizit nicht mitgemeint. Eine verändernde Interaktion ist oft nicht Teil des Artefakts selbst, sondern wird durch eine andere Quelle vermittelt (z.B. durch Sensoren oder Touch-Interfaces zur Dateneingabe). Dieser Mechanismus ist Teil der weitläufigeren Physecology. Hierzu gehören Unterkategorien wie Direktheit der Interaktion (direkte,

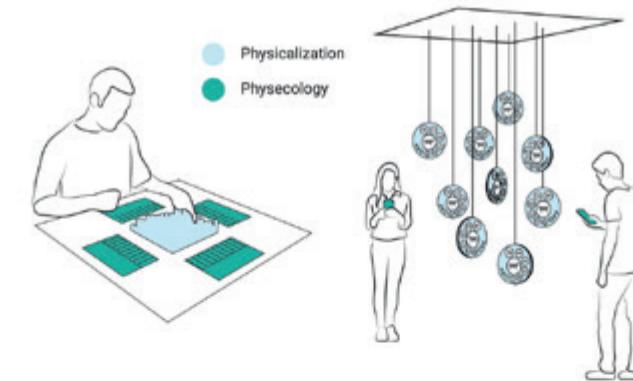


Fig. 1. Sketches of EMERGE [97] and Econundrum [84] illustrating the concepts of “physicalization” and “physecology.”

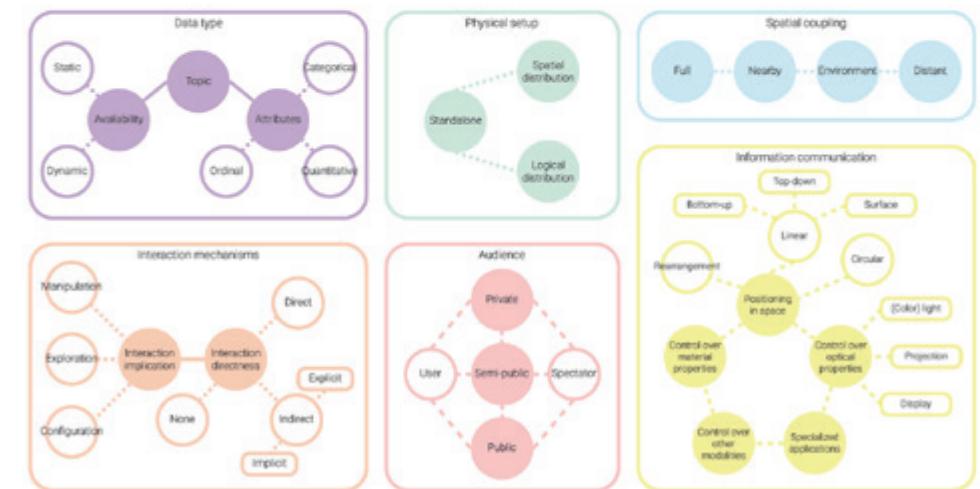


Fig. 2. An overview of six key dimensions of a physecology with a detailing of the relationships within each dimension. Within each dimension, solid circles represent main categories, and the unfilled circles represent subcategories. Circles connected by solid lines are categories that are always present within the dimension, whereas circles connected by dashed lines indicate (sub)categories that are discretionary and/or

[Abbildung 2] Sauve, 2022, S. 27:10. Schematische Darstellung des Physecology Konzepts.

indirekte und keine Interaktion) und Auswirkungen der Interaktion (Exploration, Manipulation und Konfiguration) (Sauve, 2022).

4 Räumliche Input- und Output-Kopplung – Wie sieht die räumliche Zuordnung zwischen Nutzer:innen und Physecology aus?

Es existiert ein breites Spektrum an räumlichen Kopplungsmöglichkeiten zwischen Nutzer:innen und Physikalisierungen. So können Kopplungen in unmittelbarer Nähe zum Artefakt, ja sogar im Artefakt selbst liegen, als auch in großer, räumlicher Distanz, wo digitaler Input an einem weit entfernten Ort eingegeben wird, als der Ort, an dem der Output physikalisiert wird. Konkret gehören hierzu Unterkategorien wie volle Kopplung, nahe Kopplung, umgebende Kopplung und ferne Kopplung (Sauve, 2022).

5 Physischer Aufbau – Wie funktioniert die Physecologie als Ganzes?

In dieser Dimension geht es um den konkreten physischen Aufbau einer Physecology und die Verteilung einzelner Komponenten. Während statische Physikalisierungen typischerweise eine ganzheitliche Konstruktion sind, gibt es bei interaktiven Systemen Mechanismen, die außerhalb der Physikalisierung liegen und gleichzeitig entscheidend dazu beitragen diese mit Daten, bzw. Erkenntnissen zu füllen. Hierzu gehören Unterkategorien wie Eigenständige Physikalisierung, Physecology mit räumlicher Verteilung und Physecology mit logischer Verteilung (Sauve, 2022).

6 Publikum – Wer interagiert auf welche Weise mit der Physecology?

Beim Publikum wird zwischen zwei Gruppen unterschieden: der aktiv mit der Data Physicalization interagierenden Zielgruppe der Nutzer:innen und der passiv diese Interaktion wahrnehmenden Zielgruppe der Zuschauer:innen. Hinzu kommt der Kontext, in dem die Physikalisierung an das Publikum herangetragen wird. Hierzu gehören solche Unterkategorien wie privat, halb-öffentliche, öffentlich und open-ended (Sauve, 2022).

2.4. Theoretische Verortung der Arbeit

Data Physicalization ist ein gesellschaftlich relevantes Betätigungsfeld, das ein hohes Maß an Reflexion erfordert. Vor dem Hintergrund der Auseinandersetzung mit theoretischen Arbeiten soll nun die eigene Arbeit darin verortet werden. Die theoretische Verortung soll dabei helfen, das eigene Konzept zu schärfen.

Huron et al. halten in Making with Data fest:

"There are perhaps as many ways of describing the process and potential of making with data as there are makers."
(Huron, 2023, S. 23).

Der praktische Teil der vorliegenden Bachelorarbeit lässt sich am ehesten als interaktive, datenbasierte Installation beschreiben.

Sauve et al. folgend, lässt sich die Installation als eine zusammenhängende Physecology denken, bestehend aus einem zentralen, direkt interaktiven Artefakt, kontextualisierenden Teilexponaten, sowie einem aktiv interagierenden und einem passiv zuschauenden Publikum (Pt. 5, 6). Der Kontext der Installation ist an die Ausstellung im Kiezlabor gebunden und somit ausschließlich als öffentlich zu verstehen (Pt. 6). Einsatzbereich der Installation soll Dragicievic et al. folgend vor allem Kommunikation und Bildung sein (Pt. 2). Konkret sollen die Themen Versiegelung, Versickerung und Grundwasserneubildung vermittelt werden – Themen urbaner Umweltkommunikation. Einzelne Teilexponate sollen nach Dragicievic et al. idealerweise sowohl selbständige Exploration (Pt. 2.1.) als auch partizipative Datenerhebung (Pt. 2.2) erlauben. Der selbstgesetzte Rahmen dieser Bachelorarbeit soll genutzt werden, um durch Design- und Formsprache der 5. Kategorie von Vergnügen und Sinngebung nach Dragicievic, so nah wie möglich zu kommen. Hedonistische Eigenschaften von Schönheit und Vergnügen sollen nach Möglichkeit in der Farb- und Materialwahl Anklang finden. Gekoppelt an ein hohes Maß direkter Interaktion und Manipulation (Sauve, Pt. 3), soll die Installation zu einer nachhaltig erinnerbaren Experience werden und Jansen et al. folgend die verkörperte Kognition (Pt. 3) voll ausnutzen.

3. Analyse praktischer Arbeiten

Im Folgenden werden acht praktische Arbeiten aus dem weiten Feld der Data Physicalization im Hinblick auf ihre gestalterischen Mittel in der Praxis analysiert. Die ausgesuchten Arbeiten wurden aus einem größeren Korpus von insgesamt 60 Werken ausgewählt. Die Analyse soll zum einen dabei helfen die theoretischen Vorüberlegungen zu veranschaulichen und zum anderen handfeste Leitlinien für das Erstellen des eigenen Exponats abzuleiten.

3.1. Auswahl- und Analysekriterien

Jede Arbeit wird in einem eigenen Spider Chart verortet, das fünf Kriterien enthält. Die Kriterien leiten sich teilweise aus den theoretischen Konzepten zur Data Physicalization und teilweise aus den spezifischen Bedürfnissen des Kiezlabor ab.

– Partizipation / Interaktion

Im Sinne der partizipativen Physikalisierungen bedeutet Partizipation eine kollaborative physische Darstellung von Daten zusammengetragen durch mehrere Teilnehmer:innen. Die resultierende physische Darstellung kann viele Formen annehmen, einschließlich haptischer Objekte oder ganzer Räume (Huron, 2023 / Dragicevic, 2019, Punkt 2.2.). Als Analysekategorie wird Partizipation hier außerdem um das Elemente der direkten Interaktion nach Sauve, 2022 (Punkt 3) erweitert.

– Gamification

Im Sinne der Ansprache möglichst breiter Teilnehmer:innengruppen stützt sich diese Kategorie auf theoretische Überlegungen zum Vergnügen und Sinngebung nach Dragicevic et al. (Pt. 5). Gamification bezeichnet die Anwendung spieltypischer Elemente in einem spielfremden Kontext. In der vorliegenden Analyse bezieht sich der Begriff konkret auf die Möglichkeit einer spielerischen Außeinandersetzung mit den bestehenden oder zu erstellenden Exponaten.

– Lokalität

Abgeleitet aus der klaren Anforderung des Kiezlabors eine ortsbezogene Kommunikation zu ermöglichen, bezeichnet Lokalität den lokale Bezug einer Arbeit zu dem Ort, an dem diese ausgestellt bzw. erstellt wird.

– Handcraft

Handgefertigte Datenvisualisierungen vermitteln die Bewusste Entscheidung der Gestalter:innen Daten eine haptische Form zu geben, um sie in die physische Realität zu holen. (Huron, 2023) Im vorliegenden Kontext beschreibt die Kategorie die ästhetische Qualität eines Exponats, das durch seine Haptik zur Interaktion einlädt. Theoretisch stützt sie sich dabei auf die berücksichtigung hedonistischer Eigenschaften nach Dragicevic et al. (Pt. 5).

– Immersion

Basierend auf den theoretischen Betrachtungen zum physischen Aufbau einer gesamten Physecology nach Sauve (Pt. 5) meint Immersion hier die Möglichkeit, körperlich in die Arbeit einzutreten, d.h. konkret in den Raum, der das eigentliche Artefakt kontextualisiert und mit Bedeutung auflädt. Elemente der AR, VR und XR sind hier explizit nicht mitgemeint.

Durch das Mappen einer jeden Arbeit auf einen eigenen Spider Chart werden die Arbeiten leichter miteinander vergleichbar. Gleichzeitig können die Kriterien-Qualitäten gut zueinander in Bezug gesetzt werden. Auf diese Weise soll herausgearbeitet werden, was die eigene Arbeit leisten soll und kann. Dafür notwendige und hilfreiche Kriterien werden so übersichtlich veranschaulicht und für die eigene Arbeit fruchtbar gemacht.

3.2.1. To be a pacifist in the 21st century

Anlässlich einer internationalen Friedenswoche entstand die Arbeit *To be a pacifist in the 21st century* in Zusammenarbeit des Studios Domestic Data Streamers und der NGO Justícia i Pau in Barcelona. Die Arbeit thematisiert Möglichkeiten pazifistischen Handelns im 21. Jahrhundert. Das Anliegen der NGO war es, einem breiten Publikum ausgesuchte Alltagshandlungen vorzustellen, die sie als Beitrag zu einer Kultur des Friedens identifiziert hatte.

Umgesetzt wurde die Installation am University Square im Zentrum der Stadt mithilfe von sechs in Reihe aufgestellten Waagen. Jede Waagschale bietet ein Beispiel für individuelle Aktionen zur Unterstützung des Pazifismus. Besucher:innen können dann zwischen den beiden Aktionen wählen, indem sie einen kleinen Steinwürfel auf die eine oder die andere Seite legen.

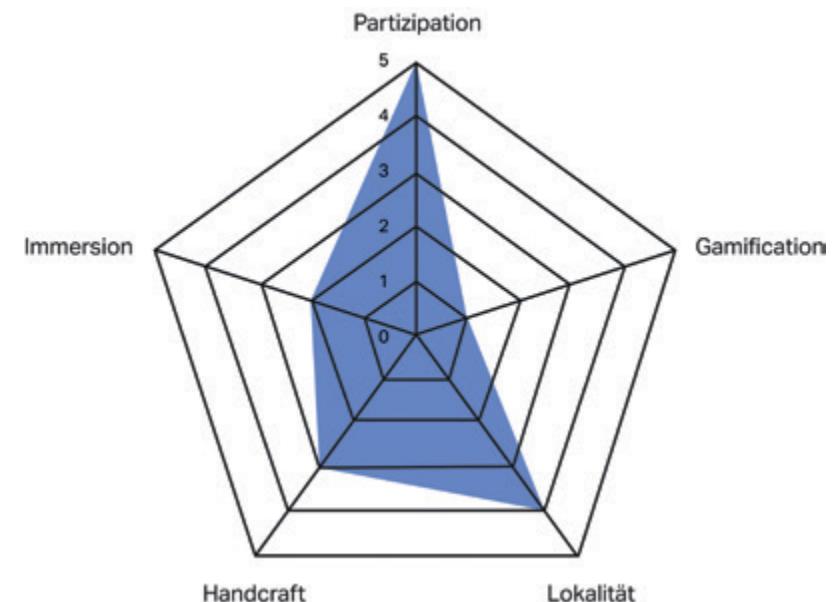
Wichtig ist, dass jede Wahl auch ein bestimmtes Opfer erfordert. Auf diese Weise sollte allmählich sichtbar werden, welche pazifistischen Handlungen die breite Öffentlichkeit in Barcelona am ehesten in ihr Leben zu integrieren bereit war. (Domestic Data Streamers, *To be a pacifist in the 21st century*)

Spider Chart Einordnung

Diese Installation zeichnet sich durch einen sehr hohen Grad von Partizipation aus. Denn die Exponate ergeben erst dann Sinn, wenn möglichst viele Passant:innen damit interagieren und Ihren Datenpunkt dazugeben.

Da sowohl die Waagen als auch die durch sie ermittelten Abwägungen in einen fast beliebigen räumlichen und thematischen Kontext integriert werden können (so z.B. in ein ehemaliges Gefängnis in der Arbeit *Antigona* vom gleichen Studio), nehmen sie bei ihrer Installation einen klaren Bezug auf den Ort und schaffen so zusätzlich eine starke Lokalität.

Die aus gemeinschaftlichen Entscheidungsprozessen bekannten voting dots sind in diesem Fall handwerklich-ästhetisch ansprechend gestaltete, rechteckig zugeschnittene Steine. Sie haben eine leichte, nahbare, haptische Präsenz und laden so zum Mitmachen ein.





[Abbildungen 3-5] Domestic Data Streamers. Aufnahmen der Ausstellung *To be a pacifist in the 21st century*.

3.2.2. Everything that is not eaten

Anlässlich des 35. Geburtstags der Banc dels Aliments – einer gemeinnützigen Stiftung, die sich mittels Rettung von Lebensmitteln gegen Ernährungsarmut engagiert – entstand in Zusammenarbeit mit dem Studio Domestic Data Streamers die Ausstellung *Everything that is not eaten* in den Räumen des Palau Robert Hauses, die neben Ausstellungshallen auch die katalanische Touristeninformation beherbergen.

Ziel der Ausstellung war es ein Verständnis für unseren Umgang mit Lebensmitteln und Lebensmittelverschwendungen zu vermitteln.

Die Umsetzung der Ausstellung basiert auf einer figurativen Data Physicalization. So werden z.B. die 288 kg Lebensmittel, die jede Minute in Katalonien weggeschmissen werden in Form eines real großen Müllcontainers repräsentiert. Die verschwendeten Ressourcen, die für die Herstellung und Transport von Nahrungsmitteln aufgewendet wurden, werden in einem begehbarer Supermarkt als volle Produktregale mit ausgeweißten Lebensmitteln gezeigt. Statistische Daten, die Auskunft über Zugang zu Nahrungsmitteln geben, werden auf Geschirr in einer begehbarer Küche abgebildet.

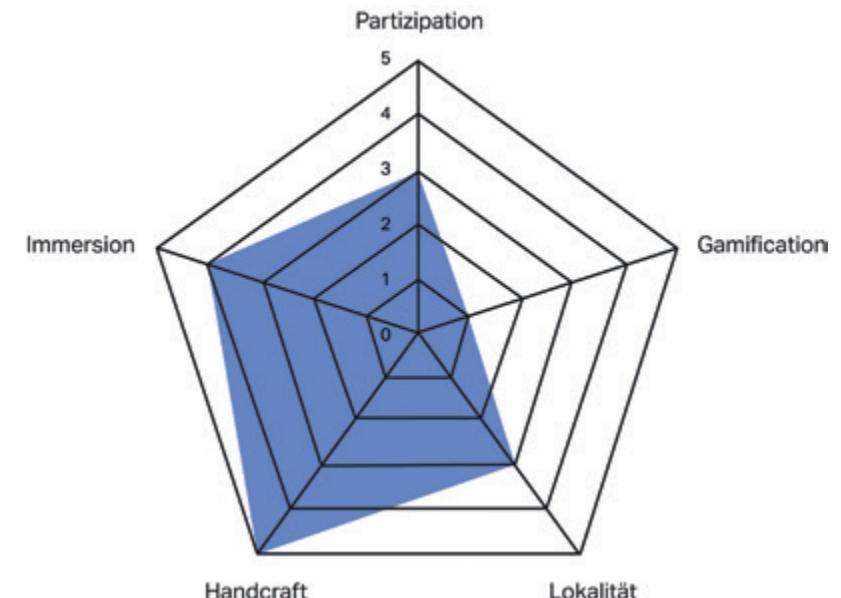
Wichtig ist, dass am Ende der Problematisierung in der Ausstellung ein Lösungsbereich angeschlossen ist, der Besucher:innen individuell die Möglichkeit gibt abzustimmen, wie sie Maßnahmen gegen Lebensmittelverschwendungen in ihr Leben integrieren wollen. (Domestic Data Streamers, *Everything that is not eaten*)

Spider Chart Einordnung

Die Arbeit besticht vor allem durch die handwerklich und figürlich sehr treffend ausgesuchten Daten-Physikalisierungsexponate. Die Menge an Milchflaschen in einem alltäglichen Einkaufskontext zu sehen, die regelmäßig weggeworfen werden, vermittelt ein greifbares Gefühl für Menge.

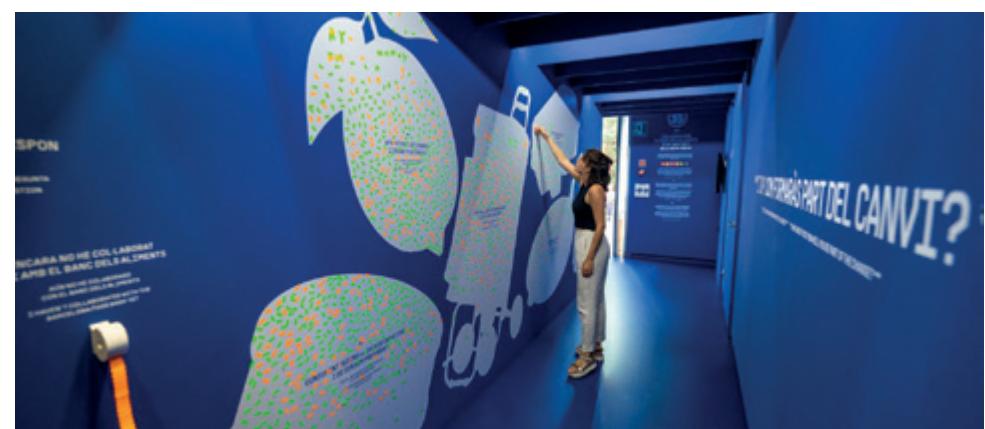
Durch die begehbar Gestaltung der einzelnen thematischen Ausstellungsräume als eigenen abgeschlossenen Räumen: Supermarkt, Küche, Lösungsraum bietet die Arbeit auch einen hohen Grad an Immersion.

Partizipativ wird die Arbeit erst gegen Ende der Ausstellung, nachdem der Sensibilisierungs- und Problematisierungsteil abgeschlossen sind. Dennoch wird diesem Teil ein ganzer Raum gewidmet und die Besucher:innen so individuell / persönlich angesprochen und zum interaktiven Mitmachen animiert. Hier werden sie zu Datengeber:innen und erfahren den kollektiven Wert ihrer einzelnen Stimme, ihres einzelnen Stickers.





[Abbildung 6 -10]
Domestic Data Streamers.
Aufnahmen der Ausstellung
Everything that is not eaten.



3.2.3. Spiel mit Grenzen

Das Spiel mit Grenzen – Mein Klima-Budget wurde anlässlich des Umweltfests Potsdam 2021 von Prof. Holger Jahn und Tobias Jänecke an der FH Potsdam entwickelt. Ausgestellt wurde die Arbeit u.a. an der Biosphäre in Potsdam aber auch andernorts.

Das Ziel des Spiels ist Besucher:innen für die Klimakrise zu sensibilisieren, mögliche Transformationspfade aufzuzeigen und zu appellieren, Teil der Lösung zu werden. Umgesetzt wird das Spiel dementsprechend in einem inklusiven Aufklärungs- und Aktivierungsformat.

An insgesamt sechs Stationen, wie z.B. Wohnen oder Mobilität, können Besucher:innen mit farbigen Legosteinen ihre individuellen Treibhausgasemissionen anhand ihres eigenen Lebensstils pro Jahr ermitteln und greifbar machen. Tatsächlich diese buchstäblich in die eigene Hand nehmen. Am Ende des Spiels erfahren die Teilnehmer:innen, wie sie im Verhältnis zum deutschen Durchschnitt abgeschnitten haben, wo die größten Hebel sind, um zukünftige Emissionen zu verringern, und ob die derzeitigen Emissionen kompatibel mit dem 1,5°C-Ziel der Vereinten Nationen sind. (Jahn, 2022)

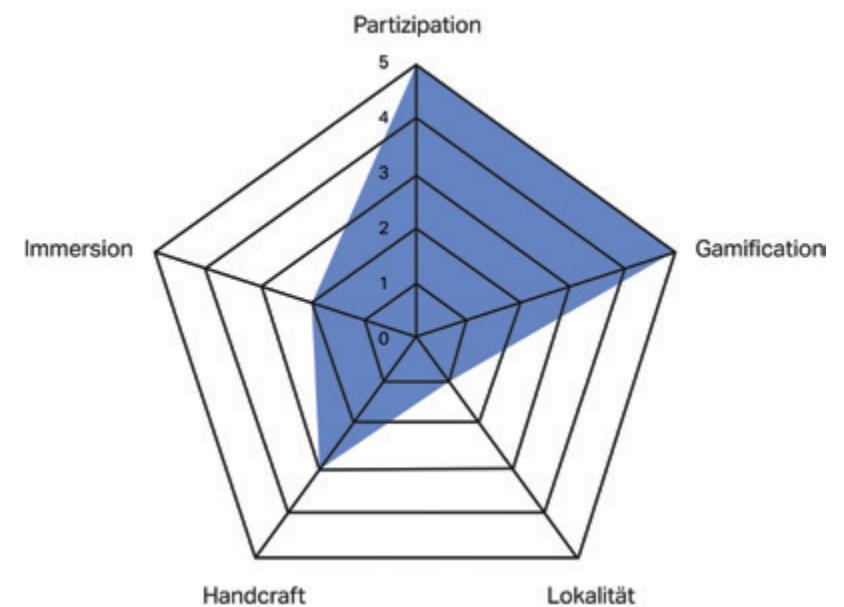
Die Lebensstil-Szenarien sind bereits vorgerechnet und werden auf gedruckten Spielanleitungen angeboten, sodass nur eine Auswahl und keine komplexe Berechnung stattfinden muss.

Spider Chart Einordnung

Diese Arbeit ist in ihrer Spielform auf der äußersten Gamification-Skala zu verordnen. Die Teilnehmer:innen sind angehalten Station nach Station durchzuspielen, um zu einem klar beschriebenen Ziel zu gelangen.

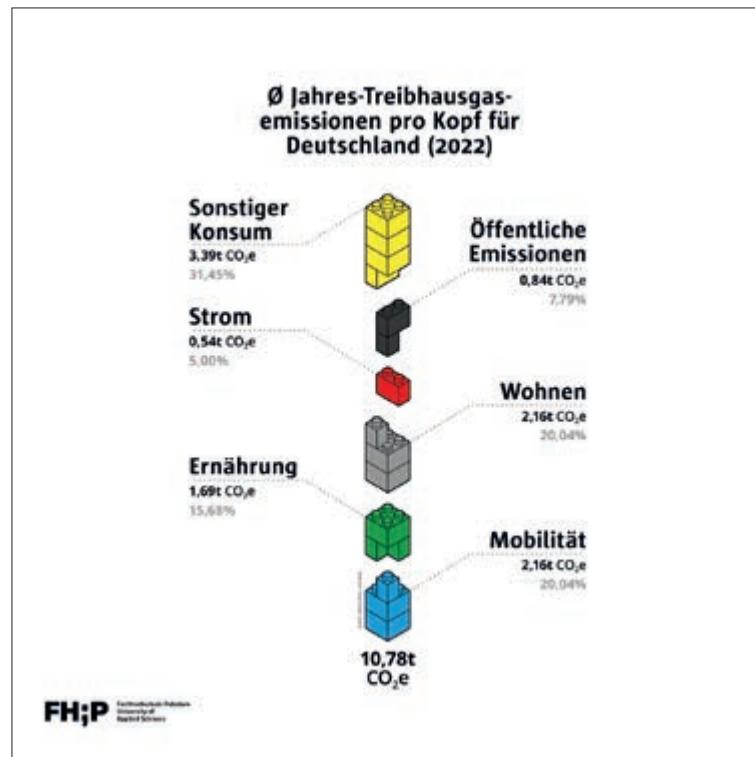
Auch die Partizipation ist hier maximal ausgeprägt. Denn die Datenvisualisierung entsteht erst im Verlauf des Spiels und der Physikalisierungsprozess wird von den Besucher:innen selbst vorgenommen. Ohne Partizipation gäbe es gar keine Exponate.

Handwerklich-ästhetisch bedient sich die Arbeit gekonnt eines bekannten, bereits mit Spiel assoziierten ready mades, nämlich Legosteinen. Der minimalistische Aufbau der Stationen, sowie eine klare Farbsprache und überschaubare Stationenzahl machen die Arbeit sehr nahbar und minimieren den Interaktionsaufwand.





[Abbildung 11-12] Gilbert Wigankow,
Umweltfest– Volkspark Potsdam 2021



3.2.4. The Analog Museum of Digital Inequality

Vor dem Hintergrund zunehmender Digitalisierung bat die BIT Habitat, eine gemeinnützige Organisation zur Förderung urbaner Innovation mit Sitz in Barcelona, das Domestic Data Streamers Team, die digitale Kluft als gesellschaftliches Problem anhand von Daten darzustellen.

Das Team entwickelte daraufhin das *Analog Museum of Digital Inequality*. Ausgestellt wurde eine Sammlung neu interpretierter klassischer Kunstwerke, wie der Stein von Rosetta, Ölgemälde und Karten, in die zeitgenössische Datensätze integriert wurden. So konnte die digitale Kluft als soziales, bildungs-, generations- und geschlechtsspezifisches Problem präsentiert werden.

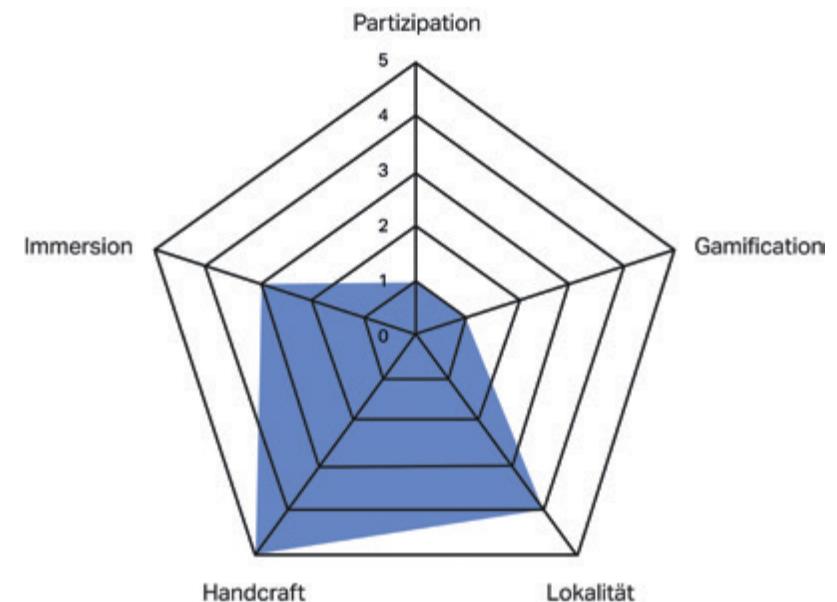
Besonders wichtig im Hinblick auf die Exponate ist, dass das jeweilige Kunstwerk, die Art des Datensatzes passend repräsentierte: Von einem Stein von Rosetta 2.0, der darauf hinweist, dass die Techniksprache lange Zeit ein Hindernis für Senioren beim Zugang zur Technologie war, bis hin zu einer Karte der Ungleichheit, welche die ungleiche Verteilung des Internetzugangs auf der ganzen Welt zeigt. (Domestic Data Streamers, *The Analog Museum of Digital Inequality*)

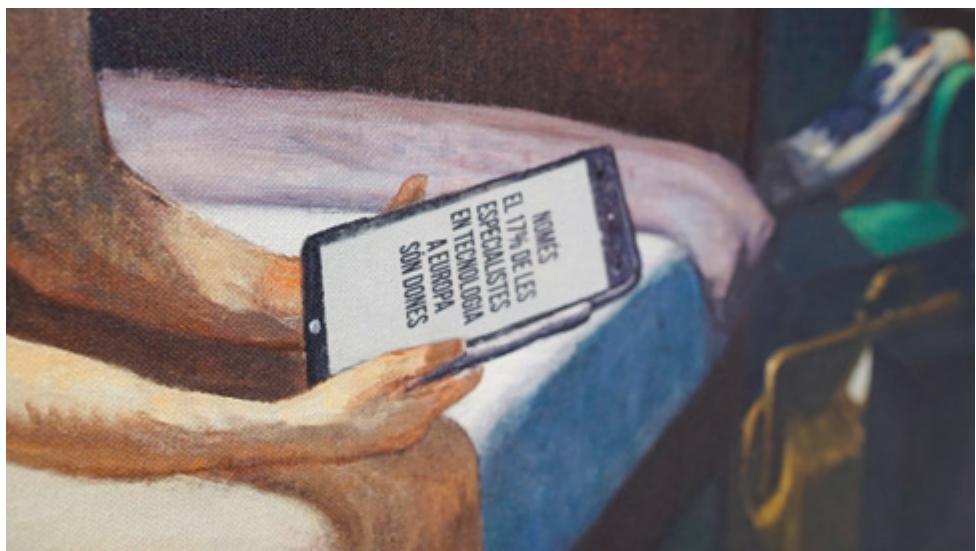
Auf diese Weise werden gesellschaftlich relevante Themen mit Kunstgenuss verbunden und die Kraft der Kunst so für Wissensvermittlung eingesetzt.

Spider Chart Einordnung

Diese Arbeit besticht vor allem durch die hohe ästhetische Qualität der handwerklich hergestellten Exponate. Die (im Vergleich) leicht zugängliche Formensprache klassischer Kunst wird gekonnt eingesetzt, um neues Wissen zu vermitteln.

Die geradezu natürliche Nutzung des Ausstellungsraums als Ausstellungsraum für die formale Umsetzung einer Ausstellung erzeugt außerdem eine hohe Lokalität, welche das Umsetzungskonzept weiter steigert.





[Abbildung 14-16] Domestic Data Streamers. Aufnahmen der Ausstellung *The Analog Museum of Digital Inequality*.

3.2.5. Inside / Outside

Das Britische Theaterensemble Stan's Cafe besteht aus Künstler:innen unterschiedlichster Disziplinen und engagiert sich vor allem in kollaborativer Jugendarbeit.

Anlässlich des Baus eines neuen Krankenhauses zwischen Sandwell und Birmingham wurde das Ensemble von Sandwell Cultural Education Partnership engagiert, um in Zusammenarbeit mit jungen Menschen über die Themen Gesundheit und Architektur nachzudenken.

Kinder und Jugendliche sollten unter künstlerischer Anleitung ihren Ideen haptisch-visuellen Ausdruck verleihen. Die methodische Prämisse gab den Teilnehmer:innen eine Perspektive vor, aus der sie als Architekturbüros Entwürfe für ein neues Stadtviertel zur Förderung eines gesunden Lebensstils entwarfen.

Die Umsetzung bestand aus intensiv vorbereiteten und begleiteten Workshops, in denen eine vorgegebene, runde Grundfläche mit Knete, Holzklotzen und anderen frei formbaren Bastelmaterialien frei gestaltet werden konnte. Alle Entwürfe wurden abschließend fotografisch dokumentiert. (Stan's Cafe, *Inside/Outside*)

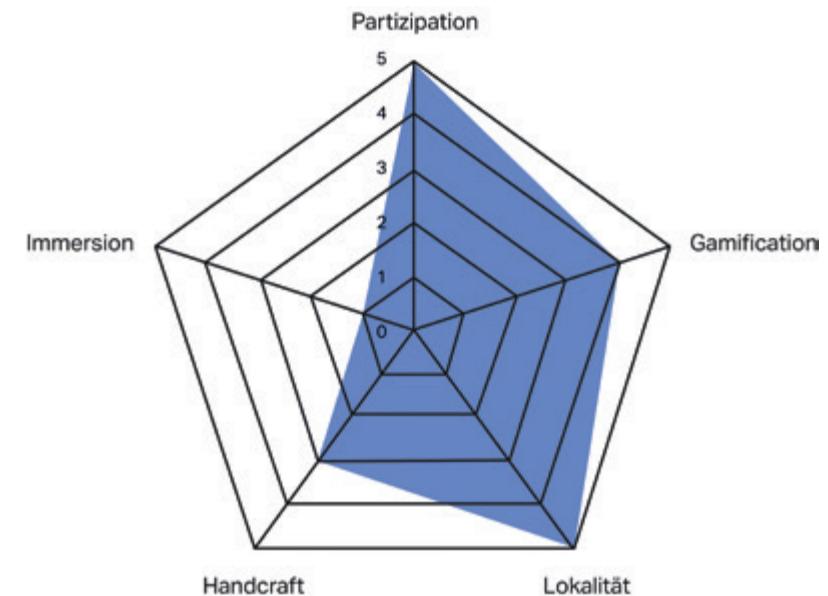
Auf diese Weise entstand ein Projekt der künstlerischen Annäherung an ein städtisches / urbanes Thema sowie dessen Ausgestaltung mit schöpferischen Mitteln.

Spider Chart Einordnung

Das Projekt und die dabei entstandenen Exponate zeichnen sich durch maximale Partizipation aus. Erst durch das gemeinsame Konzipieren und anschließende Basteln entsteht die, wenn man so will, Physikalisierung der Idee, der Inhalte und Daten, welche die Teilnehmer:innen gerne in der Gestaltung ihres Ortes sehen würden.

Der lokale Bezug ist ebenfalls maximal ausgeprägt, da die Arbeiten Miniaturen des Ortes abbilden, um den es tatsächlich geht und an dem die Teilnehmer:innen wohnhaft sind.

Mit der Prämisse ein Architekturbüro zu sein, d.h. dem Spiel so zu tun, als ob, ist auch der Gamification Faktor hoch. Die spielerische Herangehensweise erleichtert hier zweifelsfrei die Auseinandersetzung mit zwei sonst sehr komplexen Themenbereichen.





[Abbildung 17-19] Artist: Yinka Danmole. Produced by: Dave Howard. Aufnahmen des Projekts *Inside/Outside*

3.2.6. Lines (57° 59' N, 7° 16'W)

Lines ist eine standortgebundene Lichtinstallation der beiden Künstler Pekka Niittyvirta und Timo Aho. Der Ausstellungsort bzw. -kontext ist die niedrig gelegene Inselgruppe Uist auf den Äußeren Hebriden vor der Westküste Schottlands, konkret am Taigh Chearsabhagh Museum & Arts Centre in Lochmaddy.

Der Standort auf einer niedrig gelegenen Inselgruppe ist von besonderer Bedeutung, denn die Installation befasst sich mit den katastrophalen Auswirkungen der heutigen Beziehung zur Natur und deren langfristigen Folgen. Ziel der Arbeit ist es einen Dialog anzustoßen, darüber, wie sich der steigende Meeresspiegel in Zukunft auf die Küstengebiete, deren Landnutzung und Bewohner:innen auswirken wird.

Die technische Umsetzung der Arbeit basiert auf Sensordaten. Die Installation interagiert mittels Sensoren mit den steigenden Gezeiten und wird bei Flut aktiviert. Die Visualisierung anhand der (auf)leuchtenden LED-Linien gibt einen Hinweis auf den künftigen Anstieg des Meeresspiegels.

Die Arbeit wurde von den Künstlern auch an anderen relevanten Standorten installiert. So z.B. am berühmten Miami Beach in Florida, USA. (Niittyvirta, *Lines*)

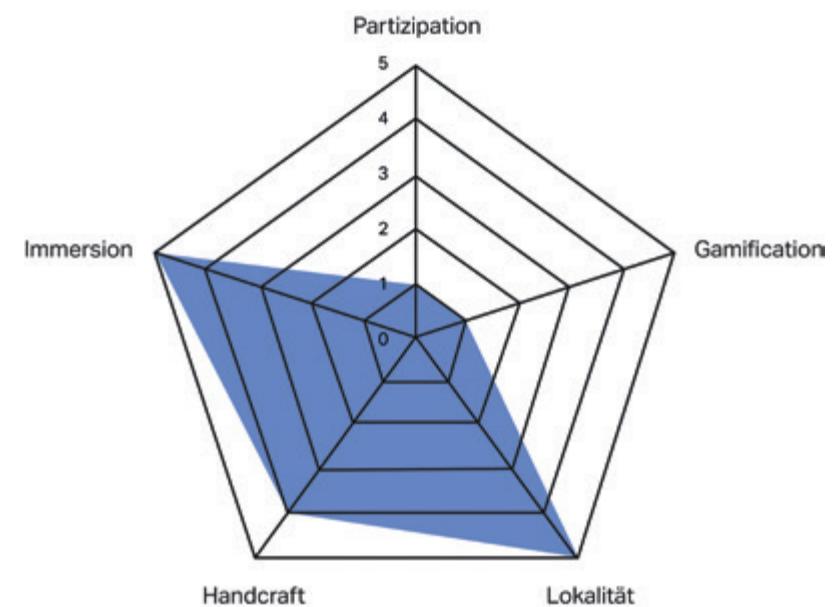
Die Arbeit besticht besonders mit ihrer minimalistischen Eleganz und zeitgleich maximalen Raum-Kontext-Nutzung. Eine sehr gelungene Klimawandel-Kommunikation.

Spider Chart Einordnung

Die Nutzung mehrerer Gebäude und Landstriche auf einer Insel verleiht der Arbeit eine maximale Immersion, da man sich als Bewohner:in, Besucher:in, als Mensch, in dieser Landschaft nicht nur bewegen kann, sondern u.U. bewegen muss. Die Installation umgibt die Betrachter:innen und webt die Natur mit in sich ein.

Eine gleich starke Ausprägung findet sich auf der Lokalität-Skala. Der jeweilige Standort ist Teil der Installation und somit ohne diesen erst gar nicht umsetzbar.

Die handwerkliche Umsetzung der Visualisierung mit Licht ist von sublimer Schönheit. Sowohl das Licht als auch die raumgreifende Größe der LED-Linien erlauben eine Betrachtung und einen ästhetischen Genuss sowohl von der Ferne als auch aus der unmittelbaren Nähe eines Exponats.





[Abbildung 20-22] Pekka Niittvirta. Aufnahmen der Installation
Interactive site specific light installation located @ Outer Hebrides



3.2.7. Clams

Clams ist ein Kunstprojekt des Künstlers Marco Barotti und Softwareentwicklers Pim Boreel. Die Arbeit besteht aus mehreren kinetischen Klangskulpturen, sie entstand am polnischen WRO Art Center im Rahmen der European Media Art Platform (EMAP). Die EMAP ist ein Konsortium von 16 führenden europäischen Medienkunst-organisationen, die sich auf Digital-, Medien-, Roboter- und Biokunst spezialisiert haben.

Die muschelförmigen Skulpturen wandeln Daten von Wasserqualitätssensoren in Klänge und Bewegung um und sind somit standortgebunden an einen Wasserort – einen See, einen Fluss, das Meer. In der freien Natur sind Muscheln Schadstoffdetektoren und dienen so als Inspiration für die Arbeit aus dem Bereich der Umweltkommunikation. Zwecks Umsetzung wurde recycelter Kunststoffabfall benutzt, um die äußere Hülle der Muscheln herzustellen. Jede Muschel enthält im Inneren einen Lautsprecher und die sich fortwährend entwickelnde mikrotonale Klanglandschaft verleiht den Objekten ein subtiles, lebensechtes Öffnen und Schließen. Die Echtzeit-Messwerte eines Industriestandard-Wasserreinheitssensors – der in den Gewässern der Städte, in denen das Kunstwerk gerade präsentiert wird, platziert ist – bilden wiederum die Grundlage dieser Musik. (Barotti, *Clams*)

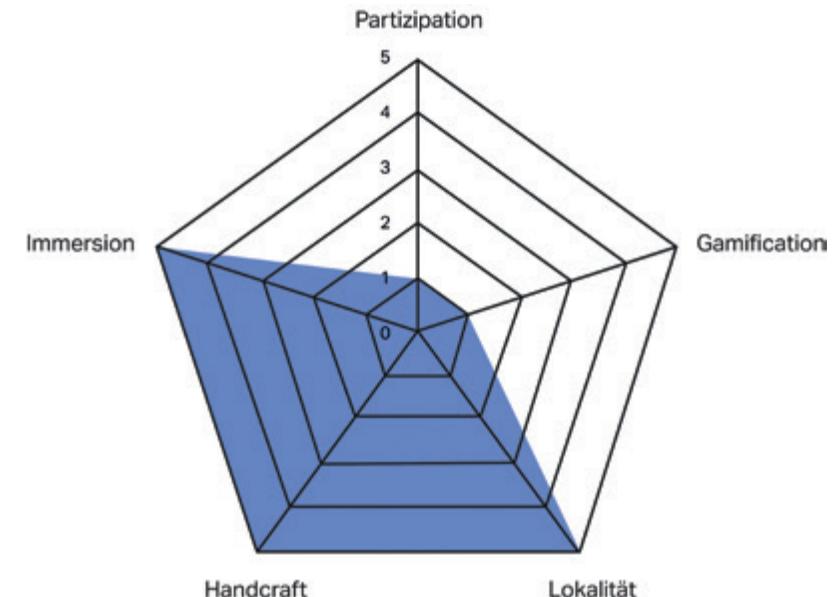
Clams will durch die ästhetische Kontemplation der imitierenden Formssprache und des abstrakten, geradezu mesmericischen Klangteppichs dazu einladen, über ökologische Zusammenhänge und Umweltbewusstsein nachzudenken. Darüber hinaus fördert es die Bewunderung der Fähigkeiten der und umgebenden Natur.

Spider Chart Einordnung

Die mimetische Formssprache der einzelnen Exponate ist in ihrer handwerklichen Umsetzung und der Berücksichtigung des Herstellungsmaterials (Abfall als Ressource) außerordentlich gelungen. Während die Form der Muschel die Betrachter:innen kognitiv sofort abholt, da sie eine natürliche Muschel nachahmt, regt die durchsichtige Beschaffenheit des Materials sowie die metallernen Elemente zum Nachdenken über diesen Bruch nach.

Der hohe Grad der Lokalität resultiert aus der sensordaten-basierten Funktionsweise der Exponate. Die Übertragung der Sensordaten erfolgt aus einem lokalen Gewässer und ermöglicht so einen starken, örtlichen Bezug.

Je nach Ausstellungskontext ist ein immens hoher Grad der Immersion gegeben, da die Exponate in unmittelbarer Nähe zum gemessenen Gewässer ihre stärkste Aussagekraft entfalten.





[Abbildung 23-25] Marco Barotti. Aufnahmen der Installation *Clams*

3.2.8. Datenlabor

Das *Datenlabor* ist eine immersive Ausstellung der Ausstellungsmacher:innen vom Museum für Werte. Ihrer Überzeugung folgend – Datenbildung sei eine der wichtigsten gesellschaftlichen Aufgaben unseres jungen Jahrzehnts, verwandeln sie gemeinsam mit betterplace die Hallen des bUm in Berlin in einen interaktiven Experiencierraum für Datenbildung.

Ziel der zehntägigen, interaktiven Ausstellung ist Besucher:innen für datenrelevante Themen zu sensibilisieren und die Auseinandersetzung mit Leitfragen wie: Was sind Daten? Was hat das mit mir zu tun? zu fördern. Vier Themen standen dabei besonders im Fokus: Daten + Gesellschaft / + Stadt / + Körper und + Arbeit. Die Macher:innen luden ein, die Welt der Daten kennenzulernen und durch kuratierte Installationen, Workshops und begleitendes Bühnenprogramm mehr über die Zukunftskompetenz Datenbildung zu erfahren. (Museum für Werte, 2023)

Die Umsetzung der Exponate beruhte – wie bereits in anderen Formaten des Kollektivs – auf einer Musealisierung alltäglicher Objekte, hier beispielsweise ein Leib Brot, um die Betrachter:innen dafür zu sensibilisieren, dass Daten aus dem Alltag ausgelesen werden können und gleichzeitig auf unser aller Alltag kontinuierlich Einfluss nehmen. Das Groß der Exponate besteht jedoch aus partizipativen bis spielerischen Exponaten, durch deren Interaktion relevante Datenvisualisierungen entstehen, so wie beispielsweise im Wurfspiel zur Datenerhebung.

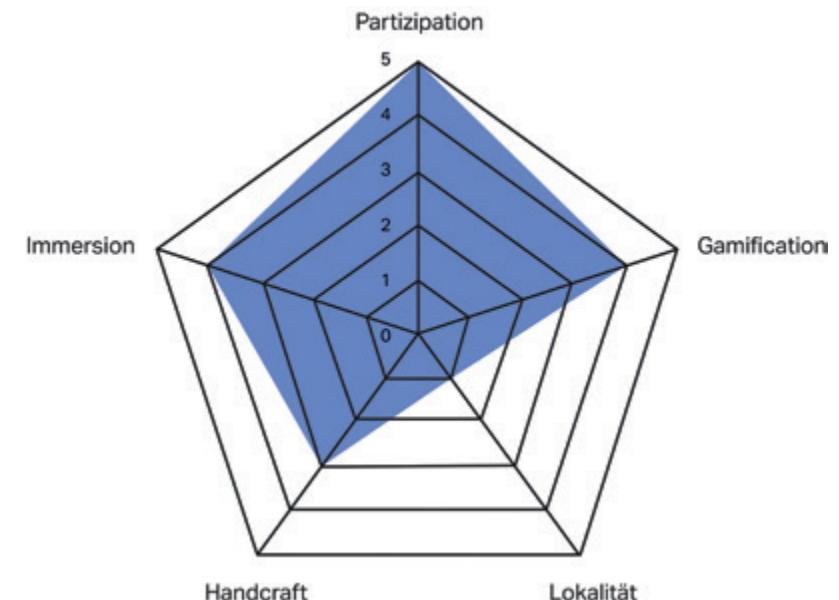
Die Herausforderung der Arbeit des Museums für Werte liegt darin, abstrakte Konzepte wie Werte oder hier Datenkompetenz geistig und leiblich begreifbar zu machen. Die Ausstellung fand April 2023 statt, sodass die Autorin diese persönlich besuchen und erleben konnte.

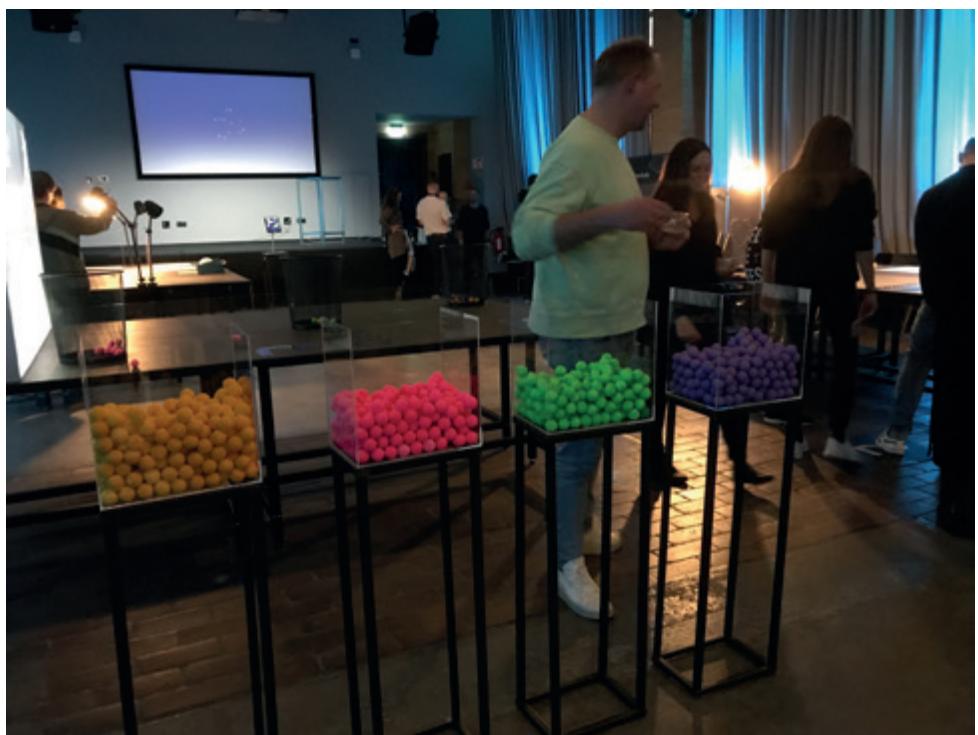
Spider Chart Einordnung

Das Datenlabor Projekt hat einen hohen Partizipation-Wert, da die Exponate explizit für Interaktionen gestaltet wurden. Der Erkenntnis- oder Informationsprozess entsteht in der körperlich-haptischen Auseinandersetzung mit dem Exponat.

Der Gamification-Aspekt ist bei manchen Exponaten stark ausgebildet. Sei es beim Wurfspiel zur Datenerhebung oder dem Zusammenstellen individueller Datenskulpturen aus zugeschnittenem Plexiglas im Datenportrait. Auch das Sammeln von Stickern an mehreren Stationen sowie eine damit zusammenhängende Belohnung waren teil der Experience.

Handwerklich war das Gesamtkonzept gut durchdacht und ausgeführt. Alle Exponate waren einheitlich und stilvoll gestaltet, gleichzeitig waren sie ästhetisch nicht zu überladen und von der Formssprache nicht zu komplex, sodass sie eine einladende Nahbarkeit ausstrahlten.





[Abbildung 26-29] Aufnahmen der Ausstellung *Datenlabor* vor Ort.

3.3. Analytische Ableitungen für die vorliegende Arbeit

Die hier im Detail analysierten Arbeiten bieten einen stark eingeschränkten und fokussierten Einblick in die vielfältigen Möglichkeiten Kunst, Daten und Partizipation zusammenzubringen. Dennoch war die Analyse der ausgesuchten Arbeiten maximal fruchtbar für das Ableiten von Leitlinien für die eigene Gestaltungs-aufgabe. Darauf aufbauend sollen bei der Umsetzung der Installation für das Kiezlabor / CityLAB folgende Leitlinien berücksichtigt werden:

Partizipation

Alle Teilexponate sollen weitgehend direkt interaktiv gestaltet werden. Denkbar ist eine maximale Steigerung der Partizipation als Voraussetzung für das Entstehen des Artefakts, d.h. der Data Physicalization im engeren Sinne. Eine solche Vorgehensweise entspricht sowohl den Anforderungen des Kiezlabors / CityLABs als auch der These, dass durch direkte Interaktion gewonnene Erkenntnisse länger und nachhaltiger im Gedächtnis bleiben, ein Aspekt, der sich besonders gut für das Themenfeld Umweltkommunikation eignet.

Gamification

Eine ausgereifte und allumfassende Spiellogik kann dagegen nur bedingt eingesetzt werden, da die Installation auch alleinstehend funktionieren soll. Außerdem wird die Interaktionszeit mit dem Exponat eher kurz antizipiert (einige Minuten) und verlangt so entweder eine maximal simple Spiellogik oder eine Begleitung durch Mitarbeiter:innen. Vor diesem Hintergrund werden nur einzelne spielerische Elemente in das Exponat integriert, keine allumfassende Spiellogik.

Lokalität

Die standortspezifische Lokalität soll möglichst viel in die einzelnen Exponate integriert werden. Dies ist ein klares Bedürfnis des mobilen LABs. Zum einen soll so die Stadt Berlin als Standort

betont werden (z.B. durch Berliner Offene Daten) und zum anderen soll der lokale Kiezbezug, d.h. der aktuelle Standort des mobilen LABs ebenfalls maximal Ausdruck finden (z.B. im voting dots Teil des Exponats). Da der Standort mehrmals im Jahr wechselt werden soll, muss der Lokalitätsbezug außerdem leicht anpassbar gestaltet werden.

Handcraft

Die Gestaltung der Teilexponate soll nicht zu komplex und fragil ausfallen, sondern möglichst nahbar und einladend. Ziel ist es in den Besucher:innen den Wunsch zu wecken, näher zu kommen und sich zu beteiligen. Die Materialwahl soll nach Möglichkeit nachhaltig getroffen werden. Diese Maßnahmen dienen vor allem dem Zweck eine Beteiligung aller Altersgruppen (d.h. auch Kinder) zu ermöglichen, die Teilexponate gleichzeitig möglichst langlebig zu halten und das frei gewählte Thema in einer angemessenen und die Kognition unterstützenden Weise an ein breites Publikum zu vermitteln.

Immersion

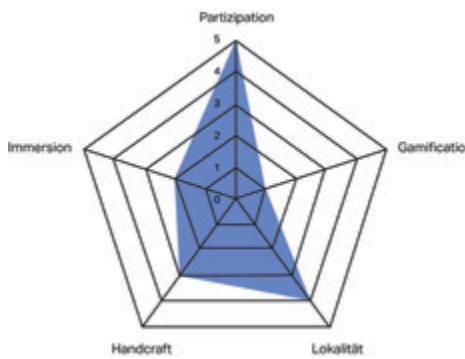
Die Installation soll im Rahmen ihrer Möglichkeiten so immersiv gestaltet werden, wie möglich. Dies gilt vor allem für die Fläche, auf die sich die Datenmodelle und Aussagen beziehen. Die Fläche kann beispielsweise explizit begehbar gestaltet werden, um ein besseres Begreifen der Maße zu ermöglichen.

Abschließend sei daruf hingewiesen, dass die Installation im Rahmen einer Bachelorarbeit entsteht und von einer Einzelperson umgesetzt wird. Weswegen die analysierten Arbeiten nur als Orientierung und nicht Maßstab zu verstehen sind.

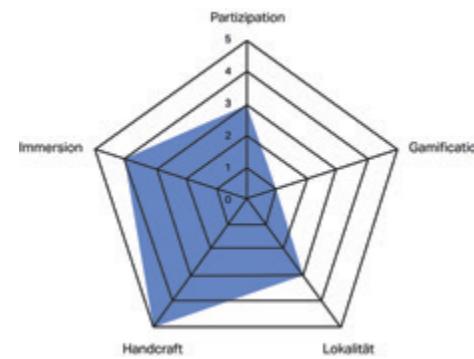
3.4. Spider Chart Vergleich

Spider Charts der analysierten Arbeiten im direkten Vergleich.

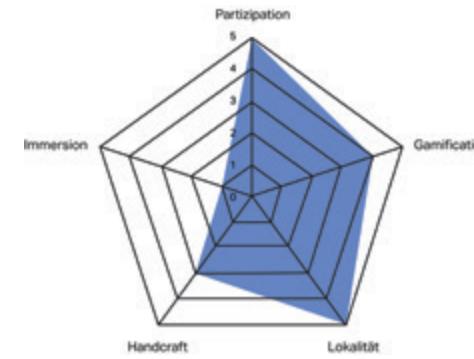
To be a pacifist in the 21st century



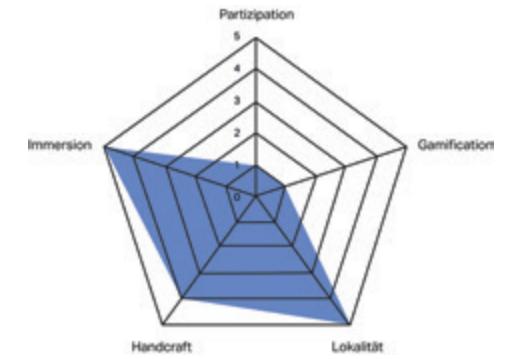
Everything that is not eaten



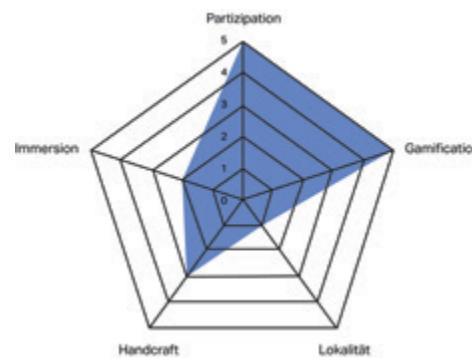
Inside / Outside



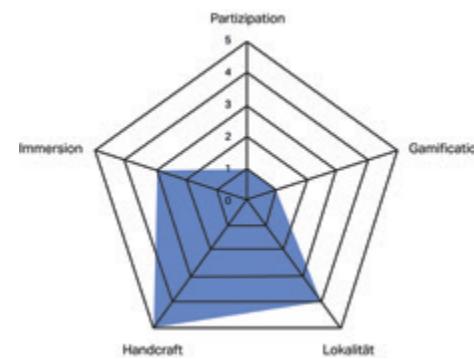
Lines



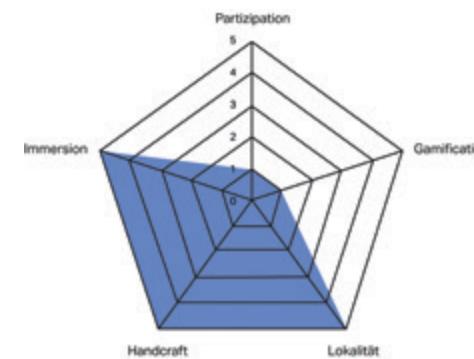
Spiel mit Grenzen



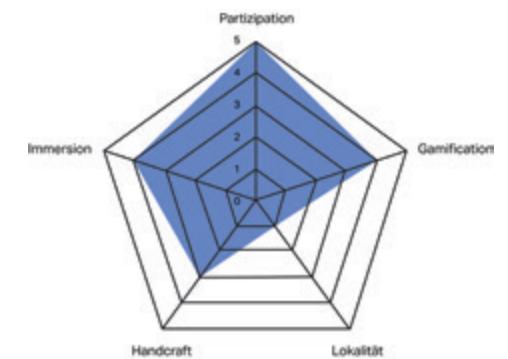
The Analog Museum of Digital Inequality



Clams

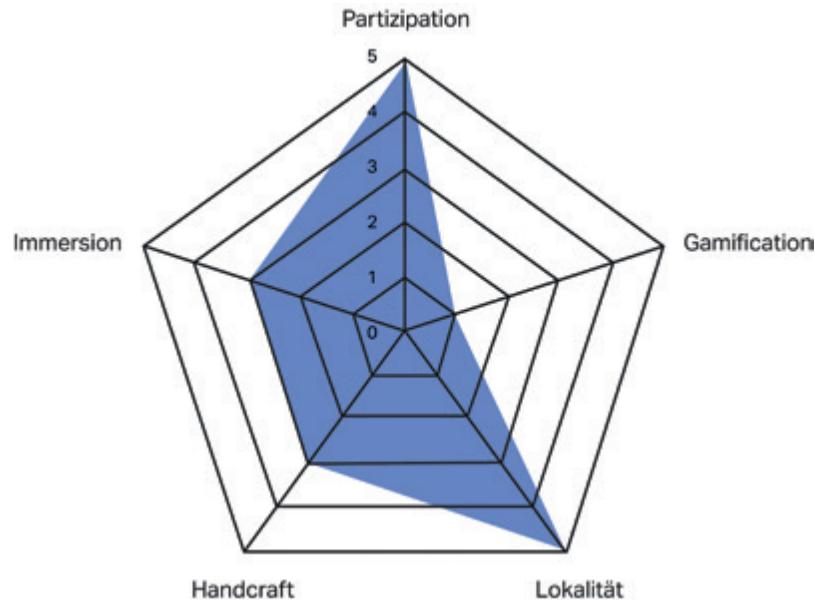


Datenlabor



Spider Chart Einordnung des zu erstellenden Exponats

Das im praktischen Teil der Arbeit zu erstellende Exponat soll sich – nach Möglichkeit – vor allem in den Bereichen Partizipation und Lokalität stark auszeichnen. Immersion und Handcraft werden nach Kräften angestrebt, stehen als Kategorien jedoch in Abhängigkeiten von äußeren Faktoren, die erst im Umsetzungsprozess selbst erwägt werden können.



4. Ver- und Entsiegelung

Der urbane Raum, als komplett gestaltbarer und gestalteter Raum ist vom Klimawandel auf eine eigene Art und Weise betroffen. Die meisten städtischen Flächen sind versiegelt und das hat Konsequenzen. Für Berlin bedeutet es konkret zunehmende innerstädtische Hitze während der Sommermonate, Hochwassergefahr durch Starkregenereignisse, Abnahme von Biodiversität und Grünflächen sowie die damit zusammenhängende Luftverschmutzung. Zusammenfassend bedeutet es eine spürbare Abnahme unserer aller Lebensqualität.

Als gestaltbarer Raum besitzt die Stadt gleichzeitig eine Vielzahl von Gestaltungspotentialen, die sie klimaneutraler und klimaresilienter machen können. Regierungen, Institutionen und Stadtverwaltungen weltweit entwickeln detaillierte und angepasste Pläne, um Städte klimaneutral und klimaresilient umzugestalten. So auch Berlin.

Für eine erfolgreiche Umsetzung braucht es gleichzeitig eine hohe Akzeptanz seitens der Stadtbevölkerung. Denn Umweltschutzmaßnahmen bedeuten oft die Umgestaltung der gewohnten Umwelt, die Aushandlung voraussetzt.

4.1 Versiegelung und ihre Folgen

Die allgemeine Definition der Versiegelung lautet laut Umweltbundesamt (UBA):

"Wenn ein offener Boden mit undurchlässigen Schichten wie Asphalt, Beton und Pflastern überdeckt wird oder bebaut oder nachverdichtet ist, gilt er als versiegelt. Dadurch findet keine Interaktion zwischen Pedosphäre und Atmosphäre sowie Biosphäre statt und Austauschvorgänge wie Versickerung und Verdunstung, Gas austausch und biotische Prozesse werden weitgehend unterbunden."

(Pannicke-Prochnow, 2021, S. 58)

Mit anderen Worten kann großräumige Versiegelung im urbanen Raum kaum folgenlos bleiben. In seinem umfangreichen Abschlussbericht *Bessere Nutzung von Entsiegelungspotentialen zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen und zur Klimaanpassung* erarbeitete das UBA neun wesentliche Auswirkungen:

1. Hitzestress
2. Trockenheit von Boden und Luft
3. Veränderung von Grundwasserständen
4. Niedrigwasser
5. Hochwasser und
6. Veränderungen der Bodenentwicklung
7. Erosion und Suffosion
8. Veränderungen der Biodiversität (und Vegetation)
9. sozialer und psychischer Stress für Städter:innen
(Pannicke-Prochnow, 2021)

Jede Auswirkungskategorie besteht aus einem komplexen Zusammenspiel von Kausalzusammenhängen, die mehrere Faktoren miteinander in Verbindung setzen. Eine eingehende Auseinandersetzung würde den Rahmen der Arbeit sprengen, daher soll nur ein knapper Überblick versucht werden.

Eine vollständige Versiegelung von Böden führt zum unumkehrbaren Verlust der natürlichen Bodenfunktionen. Selbst nach erfolgreichen Vollentsiegelungsmaßnahmen kann der ursprüngliche Zustand nicht wiederhergestellt werden. Die pflanzenverfügbare Wasserspeicherleistung des Bodens sowie seine Puffer- und Filterleistung werden stark beeinträchtigt. Die meisten Bodenorganismen sterben durch die Unterbindung der Wasser- und Sauerstoffversorgung ab. Weil Wasser nicht länger versickern kann, werden die über Luft und Niederschläge eingetragenen Schadstoffe nicht mehr im Boden gehalten und zum Teil in die Oberflächengewässer gespült. Auch Grundwasser kann kaum neu gebildet werden. Mit der Bodenversiegelung gehen außerdem durch den Verlust von Verdunstungs- und Versickerungsflächen für Niederschläge auch Veränderungen im Wasserhaushalt einher, die im Extremfall zur Eutrophierung von Gewässern führen können. (Stadt Berlin, 2021)

Flora und Fauna gehen stellenweise gänzlich verloren. Allein Teilversiegelung verursacht bereits einen Lebensraumverlust, da Biotope zerschnitten und isoliert werden. Empfindliche Arten werden so verdrängt. Gleichzeitig vermindert sich auch die Luftfeuchtigkeit, da Vegetationsflächen und die davon ausgehende Verdunstung fehlen. Grüne Vegetationsflächen haben auch auf die Staub- und Schadstoffgehalte der Luft einen spürbaren Einfluss, da sie durch ihr Blattwerk in der Lage sind, Stäube und andere Luftschaadstoffe zu binden. (Stadt Berlin, 2021)

Versiegelte Böden stehen außerdem nicht mehr für Klimaschutz zur Verfügung, da Humusaufbau und Kohlenstoffspeicherung durch Versiegelung unmöglich werden. (Pannicke-Prochnow, 2021)

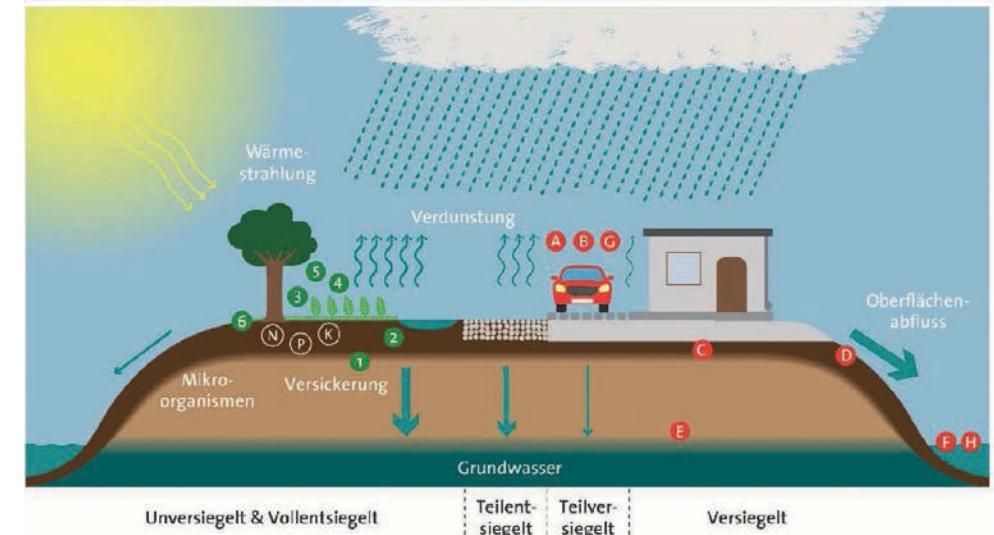
Das Ausmaß der Versiegelung hat schließlich auch eine unmittelbare, negative Auswirkung auf den Lebensraum des Menschen. Die Aneinanderreihung von Gebäuden, häufig nur durch Asphalt- oder Betonflächen unterbrochen, wirkt u.a. monoton und bietet keine Naherholungsfunktion mehr. (Stadt Berlin, 202) Bodenversiegelung stellt einen massiven Eingriff in das Ökosystem Boden durch den Menschen dar in seinem negativen Ausmaß nur noch übertroffen vom großflächigen Abbau von Nährböden. (Pannicke-Prochnow, 2021)

Städte und Stadtbewohner:innen sind besonders betroffen

In Großstädten und Ballungsräumen, d.h. dort, wo ein hoher Anteil der gesamten Fläche versiegelt ist, sind die Auswirkungen der Versiegelung besonders stark spürbar. Denn der Klimawandel verändert das Mikroklima in der Stadt und somit den Lebensraum des Menschen. (Stadt Berlin, 2021)

Die Hitze der sich häufenden Hitzesommer wird von Beton und Asphalt besonders dauerhaft gespeichert und selbst noch in der Nacht an die Umgebung abgegeben, was zu vermehrten Tropennächten führt. Das wenige städtische Grün bringt zu wenig Kühlung und Befeuchtung und die Frischluftzufuhr wird vielfach durch hohe Gebäude gestört. Die Folgen von Hitze, Trockenheit und

Abbildung 3: Verstärkung von Klimawandelfolgen in versiegelten Gebieten (A-H) und potenzielle Beiträge von Bodenfunktionen vollentsiegelter und unversiegelter Böden zur Klimaanpassung (1-6)



- A) Hitze stress, B) Änderungen Biodiversität, C) Änderungen Bodenentwicklung, D) Erosion, E) Änderung Grundwasserstände, F) Niedrigwasser, G) Trockenheit von Boden und Luft, H) Hochwasser;
 1) Niederschlagswasserversickerung, 2) NiederschlagswasserRetention und Verringerung Oberflächenabfluss,
 3) Verdunstungskühlung, 4) Frischluftentstehung auf offenen Grünflächen, 5) Beschattung durch Baum- und Strauchvegetation, 6) Erhöhung von Biodiversität und Pflanzenwachstum.
 Quelle: Eigene Darstellung, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, basierend auf Blume et al. (2008) und Geiger, Dreiseitl (1995). erweitert.

[Abbildung 30] Pannicke-Prochnow, 2021, S. 85.

belasteter Luft führen immer häufiger zu schwerwiegenden Erkrankungen der Stadtbewohner:innen, besonders der vulnerablen Gruppen. (Pannicke-Prochnow, 2021, Zusammenfassung)

Die skizzierte Problemlage verstätigt sich zunehmend und stellt immer seltener eine Ausnahmerscheinungen dar (z.B. ein Jahrhundertsommer). Die Notwendigkeit zunehmende Risiken durch die Veränderungen des sogenannten Humanbioklimas zu adressieren ist ausgesprochen evident. (Pannicke-Prochnow, 2021)

4.2 Potentiale der Entsiegelung

Wenn der städtische Raum weiterhin ein Lebensort mit hoher Lebensqualität bleiben will, müssen dringend Klimaanpassungsmaßnahmen eingeleitet werden. So stark sich die Versiegelung auf die urbane Umwelt auswirkt, so hoch ist zeitgleich ihr Potenzial für Klimaanpassungsmaßnahmen durch Entsiegelungsmaßnahmen. (Pannicke-Prochnow, 2021)

Die Praxis unterscheidet zwischen Voll- und Teilentensiegelung. Das UBA definiert beide wie folgt:

"Eine Vollentsiegelung von Flächen erfolgt, wenn die bodenver siegelnden Sperr- und Deckschichten, Fremdmaterialien und vorhandenen Verdichtungen vollständig beseitigt werden und ein standorttypischer Boden aufgebaut wird. Eine Teilentensiegelung bezeichnet die unvollständige Beseitigung der Profilschichten einer Flächenbefestigung durch Teilflächenentsiegelung, Belagswechsel oder funktionale Entsiegelung (Abkopplung des Niederschlagswasserabflusses von der Kanalisation)."

(c)

Bereits kleinflächige Teilentensiegelungsmaßnahmen können spürbare Beiträge zur Klimaanpassung leisten. Als wichtige Ergänzung zu großflächigen Vollentsiegelungsmaßnahmen an beispielsweise Bracheflächen am Stadtrand, kann Teilentensiegelung vor allem auf der Ebene der Stadtquartiere wirksam eingesetzt werden.

(Pannicke-Prochnow, 2021, Zusammenfassung)

Entsiegelung und Klimaanpassungsmaßnahmen

Allgemein formuliert kann Entsiegelung dabei helfen die natürlichen Bodenfunktionen und andere Ökosystemfunktionen wieder herzustellen. Das UBA präsentiert vier Bereiche, in denen Entsiegelung die Klimaanpassungsziele wirksam unterstützen kann:

1 Gesundheitsschutz

Durch Reduzierung von Hitzestress und Lufttrockenheit, Schaffung von Grün- und Freizeitflächen

2 Wasserschutz

Durch Reduzierung von Bodentrockenheit, Niedrigwasser und Über-schwemmungen, Entlastung der Kanalisation, Förderung von Versickerung und der Grundwasserneubildung

3 Bodenschutz

Durch Reduzierung von Bodendegradation

4 Naturschutz

Durch Reduzierung von Biodiversitätsverlusten in Flora und Fauna (Pannicke-Prochnow, 2021, Zusammenfassung)

Auch die Potentiale der Entsiegelung stehen in einer eng verwobenen Wechselwirkung zueinander. An dieser Stelle kann nur ein stark reduzierter Überblick geboten werden.

Durch erfolgreiche (Teil-)Entsiegelung und die Wiederherstellung von Bodenfunktionen sowie daraus resultierender Ökosystemleistungen kann Niederschlagswasser auf der Fläche versickern und so die Grundwasserneubildung erhöht werden. Die Auswirkungen von Trockenheit werden dadurch ebenfalls reduziert. Auch die NiederschlagswasserRetention, d.h. die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens nimmt zu und führt zur Reduzierung des Oberflächenabfluss bei Starkregenereignissen und so zur Vermeidung von Schäden durch Hochwasser und Überflutungen. Offene Wasserflächen und Vegetation auf (teil-)entsiegelten Flächen reduzieren Hitzestress durch Verdunstungskühlung. Grünflächen dienen vor allem der Speicherung von Regenwasser im Bodenporenraum. Sie unterstützen darüber hinaus die Versickerung (Infiltration) und Verdunstung (Evaporation) und dienen als Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete und -abflussbahnen. Weiterhin kann Beschattung, v.a. durch die entstandene Baum- und Strauchvegetation zur Abkühlung beitragen. (Pannicke-Prochnow, 2021)

Die Klimaanpassungsbeiträge und somit der Gesamtnutzen von Entsiegelungsmaßnahmen können durch umfängliche Bodenre-kultivierung gesteigert werden. Dies überträgt sich direkt in verbesserte Biodiversität und Pflanzenproduktivität, wodurch Kühlungseffekte der Vegetation gesteigert werden. Darüber hinaus haben Böden eine wichtige Klimaschutzfunktion im Hin-blick auf CO₂-Speicherung, denn Böden stellen die größten Kohlenstoffspeicher der Erde dar. (Pannicke-Prochnow, 2021)

Positive Spillover Effekte zur nachhaltigen Stadtentwicklung

Entsiegelung kann zu verschiedenen Zielen nachhaltiger Stadt-entwicklung beitragen. Durch die Unterstützung präventiver Schutzmaßnahmen (z. B. Verfügbarmachung von Böden für Niederschlagswasserspeicherung), kann Entsiegelung im Zuge der kommunalen Daseinsvorsorge zur Gefahrenreduzierung und zur öffentlichen Sicherheit beitragen und mögliche Schadens- und Folgekosten nach Extremwetterereignissen (Starkregen) vor-beugen. Gleichzeitig können die Aufenthalts- und Lebensqualität der Stadtbewohner:innen durch die Schaffung von Frei- und Bewegungsräumen, die Verschönerung des Umfelds gesteigert bzw. erst geschaffen werden. Diese geschaffenen Freiräume können sich vor dem Hintergrund sozialer Stadtentwicklung als Schlüsselmaßnahme zur Aufwertung erweisen. Besonders in strukturell benachteiligten Quartieren können diese einen hohen Stellenwert als Anlauf- und Treffpunkte, und auch für Sport- und Freizeitgestaltung, einnehmen. Die Nähe zum Wohnort ist dabei eine entscheidende Motivation für die Nutzung der Flächen.

(Pannicke-Prochnow, 2021)

Konflikte bei Flächennutzung

Entsiegelungsvorhaben stehen oft im Konflikt mit anderen Nut-zungsinteressen. Besonders ausgeprägt äußern sich die Konflikte in Zentren urbaner Räume, wo die (Nach)Verdichtung von Flächen mehrere Interessen bedienen muss, z.B. bauliche, industrielle oder gewerbliche Nutzung, Straßen und sonstige verkehrliche Nutzun-gen. Zeitgleich ist dort der Bedarf an Klimaanpassungsmaßnah-men sehr groß. (Pannicke-Prochnow, 2021, Zusammenfassung)

	Versiegelung in %	Eignung bei Gefälle >10%	Zufahrt Feuerwehr	Zufahrt Auto	Kfz-Stellplatz	Hoffläche	Ständig genutzte Fußwege	Nebenwege (Garten)	Terrasse, Sitzplatz
Unbefestigte Fläche (Rasen, Wiese, Pflanzbeet, Fassadenbegrünung)	0	+							+
Schotterrasen	30	o	+	+	+	o			
Rindenmulch	30								+
Kies-/Splittbelag	30			o	o	o	+	+	+
Wassergebundene Decke	30			o	o	+	o	+	o
Rasengitterplatte, Rasenwabe	30	+	+	+	+				
Rasengittersteine, Rasenziegel	50	+	+	+	+	o		o	
Pflaster mit breiter Fuge (Splitt, Rasen)	50	+	+	+	+	o		o	
Dielen und Roste aus Holz	50								+
Porenpflaster, versickerungsfähiges Pflaster	50	+	+	+	+	+	+	o	+
Betonsteinpflaster	70	+	+	+	+	+	+	o	+
Platten ohne Verguss	70						+		+

- + geeignet
- o bedingt geeignet
ungeeignet

[Abbildung 31] Stadt Hanau, S. 6. Die Tabelle bietet einen ersten Überblick über die Versickerungsfähigkeit von Oberflächen in Abhängigkeit von der Nutzungsart und -intensität.

Politische und gesellschaftliche Aspekte von Entsiegelungsmaßnahmen

Schließlich hängt die Umsetzbarkeit identifizierter Entsiegelungspotenziale von politischer Handlungsfähigkeit ab. Ist ein Vorhaben mehrheitsfähig? Existieren Hemmnisse bezüglich Natur-, Denkmal- oder Milieuschutz? Wird die Umsetzung vor Ort von den Betroffenen gesellschaftlich akzeptiert? (Pannicke-Prochnow, 2021)

Schaffung einer Wissensgrundlage und Bürgerbeteiligung

Mit anderen Worten muss die Zivilgesellschaft aktiv angesprochen werden. Im Bericht des UBA heisst es u.a.:

"Entscheidend ist auch, dass visionäre Modelle des Lebens (spürbare Steigerung der Lebensqualität) in den verschiedenen urbanen Räumen entwickelt werden. Eine bloße Bezugnahme auf den Status quo ist insofern unzureichend."

(Pannicke-Prochnow, 2021, Zusammenfassung, S. 5)

Auch der Deutsche StädteTag plädiert für eine ernsthafte Bürger:innenbeteiligung. Zukunftsorientierte Beteiligungsformate wie Zukunftswerkstätten oder Diskussionsforen bergen das Potenzial, verborgenes Wissen der Bürgerschaft aufzudecken und strategische kommunale Entwicklungsziele mit den Einzelinteressen verschiedener beteiligter Akteur*innen zusammenzubringen. Sie tragen so zu einer qualitativen Verbesserung der Entscheidungsgrundlage bei und stärkt bei guter Durchführung vielmehr die Legitimation der Repräsentant*innen. (Pannicke-Prochnow, 2021)

Ein nachhaltig tragbarer Konsens kann nur in einer aktiven, lebendigen politisch-gesellschaftlichen Auseinandersetzung entstehen. Und diese benötigt Methoden und Formate der Umweltkommunikation, die auf offenen Daten basiert. Die vorliegende Arbeit zieht Motivation aus diesen evidenten Notwendigkeiten.

Tabelle 11: Eignung von Voll- und Teilentsiegelungsmaßnahmen zu verschiedenen Klimaanpassungszielen

Klimaanpassungsziele		Voll-entsiegelung	Teilflächen-entsiegelung	Belags-wechsel	Funktionale Entsiegelung
Gesundheits-schutzbezogen	Reduzierung von Hitzestress	x	(x)	(x)	(x)
	Verringerung von Lufttrockenheit	x	(x)	(x)	(x)
	Schaffung von Grün- und Freizeitflächen	x	x	(x)	-
Wasserschutz-bezogen	Verringerung von Bodentrockenheit und Niedrigwasser	x	x	x	x
	Verringerung von Grundwasserspiegel-schwankungen	x	x	x	x
	Verringerung von Überschwemmungen und Hochwasser	x	x	x	x
Bodenschutz-bezogen	Verringerung von Bodensuffusion und -erosion	x	(x)	(x)	(x)
	Verringerung von Bodenentwicklungs-veränderungen	x	(x)	(x)	-
	Verringerung von Biodiversitäts-verlusten	x	x	(x)	(x)
v. a. urbane Themen					
v. a. rurale Themen					

Quelle: Eigene Darstellung, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung.

[Abbildung 32] Pannicke-Prochnow, 2021, S.107. Tabelle 11.

4.3. Open Data

Die Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen (SenSBW) stellt auf ihren Berlinwebseiten das kostenfreie, offen zugängliche Geoportal FIS-Broker zur Verfügung. Ein Teil der Daten speist sich dabei aus dem Berliner Umweltatlas.

Berliner Umweltatlas

Der Atlas präsentiert umfangreiche Arbeitsergebnisse der SenSBW und der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK). Zahlreiche Themen als Karten visualisiert, in Texten beschrieben, durch Abbildungen und Sachdatenbestände angereichert, bieten eine umfassende und differenzierte Beschreibung sowie eine qualitative Bewertung der urbanen Umwelt. Für die Bereiche Boden, Wasser, Luft, Klima, Biotope, Flächennutzung, Verkehr, Lärm, Energie sowie Mensch und Umwelt werden jeweils für das gesamte Stadtgebiet Entwicklungspotenziale, Belastungsschwerpunkte sowie vorhandene Qualitäten dargestellt. (SenSBW, Stadtdaten, Umweltatlas Berlin)

FIS-Broker

Der FIS-Broker bietet zahlreiche Möglichkeiten räumliche-, inhaltliche-, sowie Metadaten zu durchsuchen und visuell darstellen zu lassen, z.B. in Form von Kartierungen. Im Zusammenhang mit dem Umweltatlas heißt es:

„Seit 2005 können für die Kartenpräsentation die Funktionen des FIS-Broker genutzt werden. Räume und Inhalte können über Adressen, Koordinaten oder Schlagworte gesucht werden. Themen gleichen Raumbezuges können miteinander verknüpft, unterschiedliche Raumbezüge miteinander überlagert, sowie thematische Dossiers für frei wählbare Gebiete erzeugt werden. Umfangreiche Sachdatenbestände für jede der etwa 25.000 Block- bzw. Blockteileflächen können angezeigt und ausgewertet werden.“

(SenSBW, Stadtdaten, Umweltatlas Berlin)

Darüber hinaus werden unterschiedliche Export- und Downloadmöglichkeiten zur Verfügung gestellt. So können beispielsweise Karten je nach Weiterverarbeitungsvorhaben als WMS, WFS oder hochauflöstes PDF heruntergeladen werden.

Open Data in der Physecology

Die vorliegende Bachelorarbeit profitiert in großem Maße von diesem Open Data Angebot. Im FIS-Broker lassen sich Kartierungen zu jedem Entsiegelungspotential finden, die das UBA in seinem Abschlussbericht auflistet. Grundwasserneubildung, Oberflächenabfluss, Hitzespeicherung, CO₂-Speicherung, Biotopwerte oder Grünvolumen, alle für die vorliegende Arbeit relevanten Bereiche sind durch Daten gut abgedeckt. Der konkrete Einsatz wird ausführlich im fünften Kapitel im Rahmen der Plakatserie detailliert geschildert.

5. Versiegelte Balken – eine Installation

Im praktischen Teil der Arbeit wird zunächst das Konzept einer interaktiven, lokal verorteten Data Physicalization Installation erarbeitet. Abschließend soll das Exponat *Versiegelte Balken – Klimaanpassung im urbanen Raum* handwerklich umgesetzt und sozusagen im Feld probeweise getestet werden.

5.1. Zielgruppen

Um ein möglichst gelungenes Exponat in Hinblick auf wirksame Umweltkommunikation und nachhaltig erinnerbare User Experience zu gestalten, müssen Bedürfnisse potentieller Zielgruppen sowie die Zielgruppen selbst aufmerksam betrachtet werden. Hierzu werden zwei Methoden eingesetzt.

Zum einen handelt es sich um die Persona Methode, so wie sie im *Digital Innovation Playbook* vorgestellt wird:

"Mit der Persona erhalten wir ein Hilfsmittel, um uns in die Lebensumstände unserer Nutzer:innen hineinversetzen zu können. (...) Dennoch ist die Persona keine einzelne Person, mit der wir gesprochen haben, sondern vielmehr ein komponierter Charakter, der unser synthetisiertes Wissen über unsere Nutzer:innen abbildet – wie eine prototypische Romanfigur (...)."

(Beinke, 2022, S. 106)

Eine Persona soll als Hilfsmittel dienen, da Zielgruppen mit nur ungefähren Angaben keinen konkreten Zugang zu den Besucher:innen vermitteln und Gestalter:innen so nur minimal bei der Problemlösung leiten können.

Zum anderen werden die Motivationstypen, d.h. Persona-Kategorien von Dr. John H. Falk eingesetzt.

"Perhaps most important, though, is that my research has

produced strong evidence that categorising visitors as a function of their perceived identity-related visit motivations can be used as a conceptual tool for capturing important insights into how visitors make sense of their museum experience – both prior to arriving, during the experience and over time as they reflect back upon the visit."

(Falk, Understanding, S. 118)

Die fünf von Falk erarbeiteten Kategorien sind: Explorers, Facilitators, Professional / Hobbyists, Experience Seekers und Recharers.

In der vorliegenden Arbeit werden die beiden Methoden miteinander kombiniert. Verschlankte Mini-Personas, die sich aus mehreren Fachinterviews mit CityLAB-Ausstellung- und Kiezlabor-Mitarbeiter:innen ableiten ließen, werden in ihren Rollen und Bedürfnissen Falks Kategorien zugeordnet. Die aus den Interviews abgeleiteten Besucher:innengruppen der CityLAB-Ausstellung sowie antizipierte Besucher:innen des Kiezlabor sind: Laufpublikum, Berliner Einwohner:innen / Ortsansässige, Interessierte und aktive Zivilgesellschaft, Studierende, Schüler:innen, Delegierte aus dem Ausland / andere LABs, Verwaltungsangestellte und Wissenschaftler:innen.

In seiner Arbeit gibt Falk zu bedenken, dass :

"An individual can be motivated to go to a museum today because they want to facilitate their children's learning experience and go to the same or a different museum tomorrow because it resonates with their own personal interests and curiosities. Because of the differing identity related needs, the nature and quality of that single individuals museum experience will be quiet different on those two days."

(Falk, Understanding, S. 118)

Vor diesem Hintergrund wurden jeder Mini-Persona zwei Rollen für zwei jeweils unterschiedliche Kiezlabor-Besuche zugewiesen. So ergibt sich ein lebendiges Bild der Bedürfnisse, die für die Gestaltung fruchtbar gemacht werden können.

5.1.1. Besucher:innen Personas: Explorers

Von Neugierde getriebenen Besucher:innen mit generischem Interesse an den Inhalten des Museums. Sie erwarten etwas zu finden, das ihre Aufmerksamkeit auf sich zieht und ihr Lernen befeuert.

"Ich mag einfach neue Eindrücke, ganz allgemein mich in Dinge hineinzudenken, egal ob es Kunst oder Geschichte oder was anderes ist. Wenn ich eine halbe Stunde Zeit habe bleibt mein Blick vielleicht an irgendwas hängen, dann bleibe ich doch länger da."
(Fendius, 2021, S.6)

"I remember thinking I wanted to learn my science basics again, like biology and that stuff. ... I thought [before coming], You're not going to pick up everything, you know, but you are going to learn some things.."

(Falk, Understanding, S. 117)

(Personabilder © Unsplash im Figma plugin)



Delegierte aus Ausland / andere LABs
Rollen-Identität: verpflichteter, offener Besucher

Männlich, 40 Jahre, verlobt, wohnhaft in Barcelona,
Beruf: öffentliches Innovationslabor am Nationalmuseum

*„Bin gespannt, wie sie die Wissensvermittlung angehen.
Wenn's gut ist, mache ich Fotos.“*



Berliner Einwohner:innen / Ortsansässige
Rollen-Identität: Flaneur:in

Divers, 22 Jahre, polyamor lebend, wohnhaft in Berlin (Neukölln), Beruf: Model, Mixologist

„Pa-däm look der Container. Was soll das da drin werden?“



Studierende
Rollen-Identität: Berlin-Erkunderin

Weiblich, 19 Jahre, single, wohnhaft in Berlin Dahlem,
Beruf: Germanistik-Studentin

„Ich liebe Berlin, hier gibt es voll viele Organisationen, die sich für die Stadt engagieren. Ich bin gespannt, ob die Exponate etwas über Berlin erzählen.“



Schüler
Rollen-Identität: neugieriger Schüler

Männlich, 15 Jahre, single, wohnhaft in Berlin Spandau,
Beruf: Schüler

„Ich frage mich echt, was so ein LAB macht.“

5.1.2. Besucher:innen Personas: Facilitators

Sozial motivierte Besucher:innen, die ihren Besuch darauf ausrichten, in erster Linie das Erleben und Lernen anderer in ihrer begleitenden sozialen Gruppe zu ermöglichen.

"Ich gehe mit Schülern regelmäßig in die Gemäldegalerie. Wir nennen das 'eine private Kinderakademie'. Ich komme aus Kreuzberg, wo viele Kinder nicht die Möglichkeit haben, ins Museum zu gehen. Sie sind total interessiert und wollen ganz viel – sie brauchen Geschichten und Hintergründe."
(Fendius, 2021, S.6)

"[I came] to give [my] kids a chance to see what early life was like ... it's a good way to spend time with the family in a non-commercial way. They always learn so much."
(Falk, Understanding, S. 117)

(Personabilder © Unsplash im Figma plugin)



Verwaltungsangestellte | Rollen-Identität: Mutter

Weiblich, 45 Jahre, verheiratet, 2 Kinder (8 und 10 Jahre alt), wohnhaft in Werder, Beruf: Open Data Beauftragte.

"Gut, da fahren wir jetzt einfach hin und schauen vor Ort weiter. Vielleicht ist ja auch jemand da, der uns was erzählen kann."



Delegierte aus Ausland / andere LABs

Rollen-Identität: begleitender Besucher

Männlich, 40 Jahre, verlobt, wohnhaft in Barcelona, Beruf: öffentliches Innovationslabor am Nationalmuseum

"Daten Physikalisierung ist gerade trendy, das will ich auch für unser Haus haben. Hoffentlich kann ich es meiner Chefin an den Exponaten gut erklären."



Interessierte und aktive Zivilgesellschaft

Rollen-Identität: unterstützender Begleiter

Männlich, 46 Jahre, single, wohnhaft in Berlin Moabit, Beruf: Sozialarbeiter

"Ich nehm die Racker mal mit, ist ja umsonst, ach ja und bildend, das ist natürlich super. Hoffentlich nehmen sie mir da nicht alles auseinander."



Laufpublikum | Rollen-Identität: Mutter

Weiblich, 51 Jahre, eingetragene Partnerschaft, 1 Kind (10), wohnhaft in Berlin Pankow, Beruf: Dermatologin

"Ich habe Lust mit Leonora etwas draußen zu unternehmen, aber nicht wieder nur spazieren. Super, dass es den Container gibt und sie das von sich aus vorgeschlagen hat!"

5.1.3. Besucher:innen Personas: Professional / Hobbyists

Besucher:innen, die eine enge Bindung zwischen den Museumsinhalten und ihrer Profession oder Leidenschaft verspüren. Ihre Besuche werden in der Regel durch den Wunsch motiviert, ein bestimmtes inhaltliches Ziel zu erreichen.

"I'm starting to put together a saltwater reef tank, so I have a lot of interest in marine life. I'm hoping to pick up some ideas [here at the aquarium]."

(Fendius, 2021, S. 7)

"Museen haben mich eigentlich schon von Kindheit an interessiert. Und jetzt ist das für mich fast unverzichtbar. Mich interessiert im Grunde die Bildgeschichte: Was wird da erzählt?"

(Falk, Understanding, S. 117)

(Personabilder © Unsplash im Figma plugin)



Verwaltungsangestellte

Rollen-Identität: Open Data Beauftragte

Weiblich, 45 Jahre, verheiratet, 2 Kinder (8 und 10 Jahre alt), wohnhaft in Werder, Beruf: Open Data Beauftragte.

„Bin echt gespannt, was die sich wieder ausgedacht haben zu Daten. Ist echt immer unterhaltsam bei denen.“



Wissenschaftler:in

Rollen-Identität: skeptische, vorgebildete Besucherin

Weiblich, 32 Jahre, in fester Beziehung, wohnhaft in Berlin, Beruf: Datenanalystin bei der Fraunhofer Gesellschaft

„Ich kann mir eigentlich nicht vorstellen, dass Daten Physikalisierung funktioniert. Aber wenn ich eh schon mal da bin, schaue ich es mir auf jeden Fall an.“



Interessierte und aktive Zivilgesellschaft

Rollen-Identität: Suchender

Männlich, 46 Jahre, single, wohnhaft in Berlin Moabit, Beruf: Sozialarbeiter

„Ich will mal sehen, ob sie da Lernformate extra für Kinder und Jugendliche aufbereiten.“



Schüler | Rollen-Identität: Informationssuchender

Männlich, 15 Jahre, single, wohnhaft in Berlin Spandau, Beruf: Schüler

„Einige Lehrer sagen, dass man mit Daten voll viel Geld machen kann. Ich habe gehört im Container gibt es auch viel zu Daten. Da muss man wohl aber schon voll früh gut coden können.“

5.1.4. Besucher:innen Personas: Experience Seekers

Besucher:innen, die zu einem Besuch motiviert sind, weil sie das Museum als wichtigen Ort begreifen. Ihre Befriedigung beruht in erster Linie auf der bloßen Tatsache, dass "ich dort gewesen bin und das getan habe".

"Wenn ich in eine Stadt gehe, interessieren mich immer die Museen. Und dann möchte ich gerne die Bilder im Original sehen. Die Ausstellung der Gemäldegalerie mit der tollen Architektur und der Beleuchtung wirkt wie eine Choreografie!"

(Fendius, 2021, S. 7)

"We were visiting from out-of-town, looking for something fun to do that wouldn't take all day. This seemed like a good idea; after all, we're in Los Angeles and someone told us this place just opened up and it's really neat."

(Falk, Understanding, S. 117)

(Personabbilder © Unsplash im Figmaplugin)

Die Gruppe der sogenannten Rechargers wird in der vorliegenden Arbeit nicht beachtet, da der Kontext nicht ausreichend gegeben ist.



Wissenschaftler:in | Rollen-Identität: Inspirationssuchende

Weiblich, 32 Jahre, in fester Beziehung, wohnhaft in Berlin, Beruf: Datenanalystin bei der Fraunhofer Gesellschaft

„Diese kleinen Ausstellungen sind oft viel krasser als die in Museen. Und man kann manchmal mit den Gestalter:innen sprechen.“



Berliner Einwohner:innen / Ortsansässige
Rollen-Identität: Besucher:in mit Unterhaltungswunsch

Divers, 22 Jahre, polyamor lebend, wohnhaft in Berlin (Neukölln), Beruf: Model, Mixologist

„Vor der re:publica ist immer geiles Zeug los.“



Studierende | Rollen-Identität: Berlin-Erkunderin

Weiblich, 19 Jahre, single, wohnhaft in Berlin Dahlem, Beruf: Germanistik-Studentin

„Mara meinte, es gibt da irgendwie ein interaktives Format, dass voll Bock macht. Ich habe morgen Mittag noch nichts vor und schau mal rein.“



Laufpublikum
Rollen-Identität: interessierte Besucherin

Weiblich, 51 Jahre, eingetragene Partnerschaft, 1 Kind (10), wohnhaft in Berlin Pankow, Beruf: Dermatologin

„Ah ja, solche modernen mobilen Angebote sind ja gerade in. Schön, dass die auch mal in den Kiez kommen. Das will ich unbedingt sehen, vielleicht kann man am Sonntag ja auch mal mit allen zusammen hingehen, wenn es interessant ist.“

5.2. Konzept

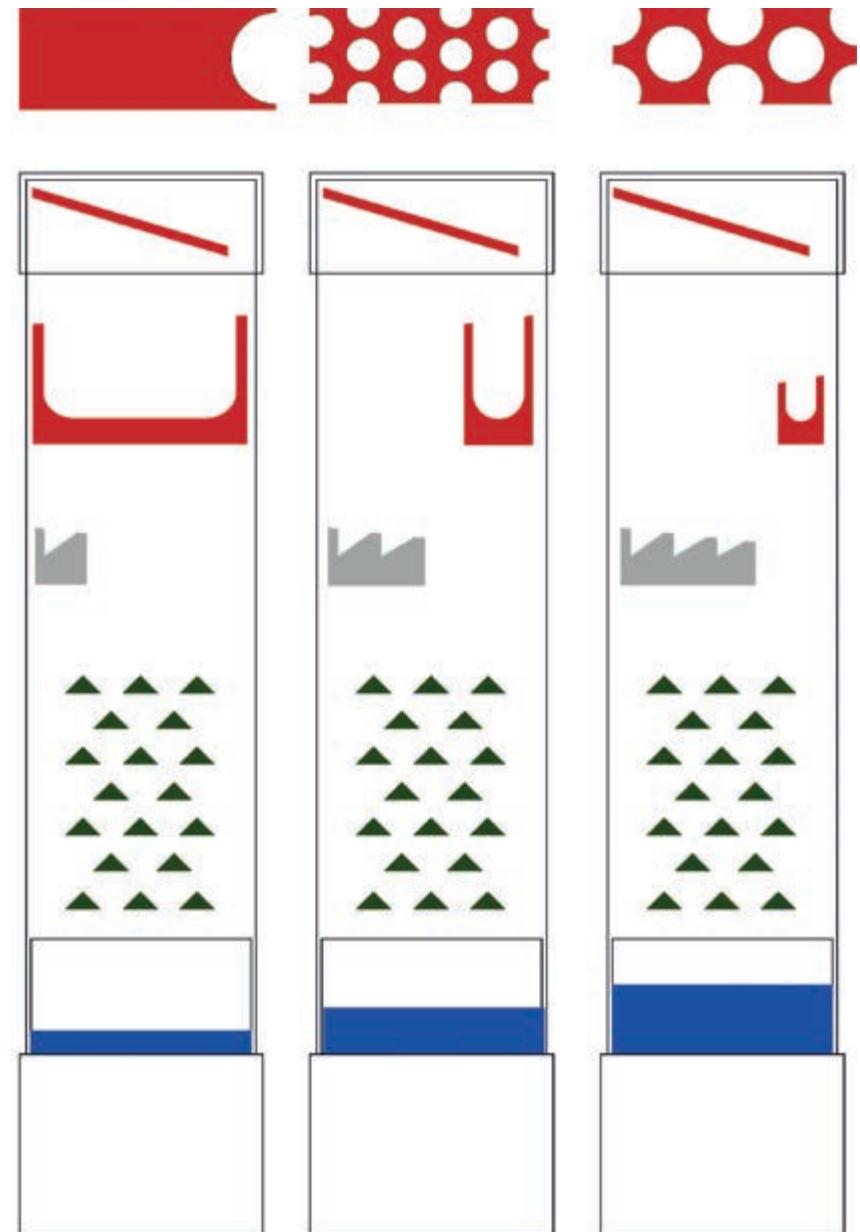
Der praktische Teil der Bachelorarbeit besteht aus der Data Physicalization Installation: *Versiegelte Balken – Klimaanpassung im urbanen Raum*. Das interaktive, haptische Format soll Wissen über das Potential der Entsiegelung in Bezug auf Niederschlag und seine Verteilung sowie die Neubildung von Grundwasser vermitteln. Darüber hinaus dient es als Diskussionsartefakt, welches eine positive Umweltkommunikation initiieren kann. Angelehnt an die theoretischen Vorüberlegungen aus dem zweiten Kapitel, lässt sich das Konzept in zwei Teile gliedern – das Data Physicalization Artefakt selbst sowie die ihn umgebende Physecology.

5.2.1. Data Physicalization Artefakt

Das Data Physicalization Artefakt selbst besteht aus einem durchsichtigen Plexiglas-Balken, der oben und unten von Holz eingefasst ist. Entlang des vertikal ausgerichteten Balkens werden unterschiedliche Elemente positioniert, die durch Interaktion zu sicht- und ablesbarer Data Physicalization werden. Die Installation umfasst insgesamt drei Balken, die im Vergleich zueinander stehen. Erst durch den Vergleich ergibt sich die vollständige Aussage.

Sieb

Das erste Element ist das Sieb. Es steht symbolisch für den Versiegelungsgrad der Fläche. Daher unterscheiden sich die drei Siebe in ihrem Verhältnis von verschlossener, d.h. versiegelter zu offener, d.h. freier Fläche. Dabei gilt, je offener das Sieb, um so schneller können die Wasserkugeln in den Balken einsickern. Die Neigung des Siebs dient dazu, das Wasser zwecks besserer Veranschaulichung zuerst in das Abfluss-Element zu leiten. Dennoch versickert das Wasser zeitgleich immer auch an anderen offenen Stellen im Sieb.



[Abbildung 33] Konzptdarstellung der Artefakte: 100%-Versiegelung, 50%-Versiegelung und 0%-Versiegelung.

Abfluss

Das rote, U-förmige Abfluss-Element visualisiert die relative Menge an Niederschlag, der an der Oberfläche abfließt, sei es in die Kanalisation oder in stehende Oberflächengewässer. Die Formgröße des Elements variiert je nach Versiegelungsgrad. Dabei entspricht eine kleine Abflussform einer offenen Fläche und eine große Abflussform einer stark versiegelten Fläche.

Wurzel

Das graue Wurzel-Element symbolisiert die Wurzeln unterschiedlicher Vegetationsarten, die jeweils einen Teil des Niederschlags in sich aufnehmen. Die Größe der Wurzeln unterscheidet sich je nach Versiegelungsgrad der Fläche (1-3 Zacken). Bei starker Versiegelung kann sich nur ein kleines Wurzelwerk entwickeln, bei offener Fläche haben die Wurzeln maximal Platz und sind somit groß.

Steine

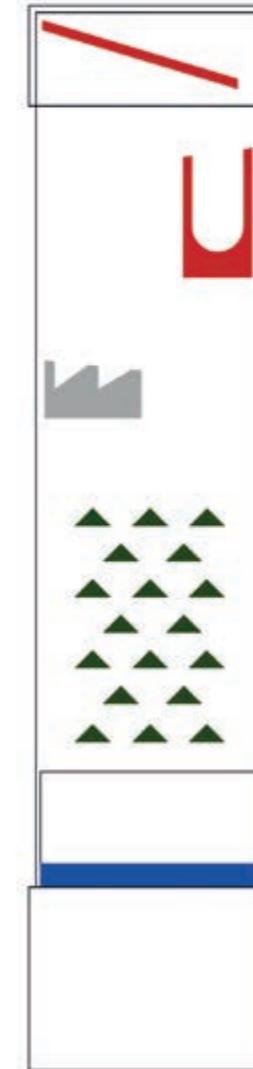
Die unterhalb der Wurzel angebrachten umbrafarbenen Steine (Dreiecksformen) repräsentieren die Gesteinsschichten, durch die das Wasser auf seinem Weg ins Grundwasser durchsickern muss. Die Steine weisen auf das Phänomen der Retention hin, d.h. die Verzögerung des Wasserzuflusses. Aus diesem Grund wurden maximal viele Steine innerhalb des Balkens angebracht, sodass die Wasserkugeln erst entlang dieser hin und her springen und nicht sofort im Grundwasser-Element landen. Darüber hinaus sorgen die Steine für ein regenähnliches Prasselgeräusch, was die Niederschlag-Impression um die auditive Sinnesdimension erweitert.

Grundwasser

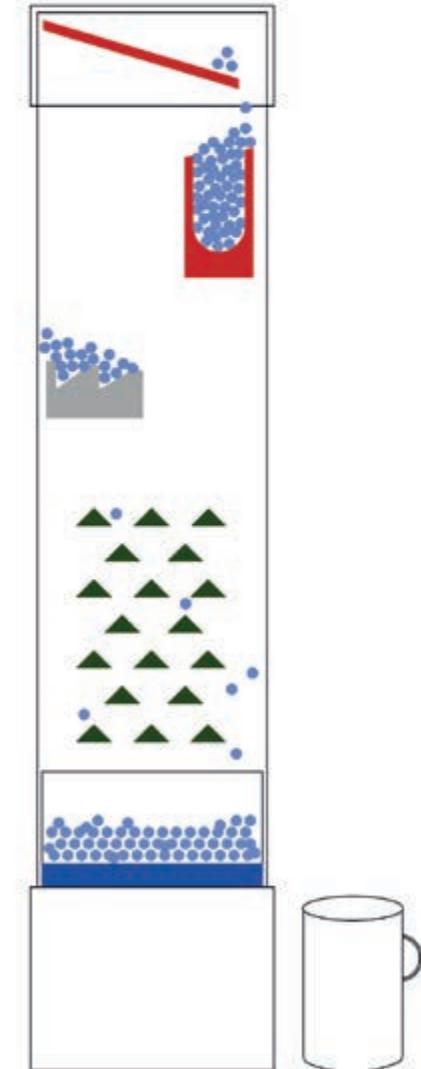
Das Grundwasser-Element besteht aus einem 3D-gedruckten Wasserboden, der in einer durchsichtigen Plexiglas-Schublade positioniert ist. Das Bodenelement variiert ebenso wie die Elemente davor in seiner Größe abhängig vom Versiegelungsgrad der Fläche. Dabei gilt, je offener die Fläche, umso mehr Grundwasser.

Artefakt zur 50%-igen Versiegelung

Leeres Artefakt vor der Interaktion mit dem Wasserdurchlauf.



Gefülltes Artefakt nach der Interaktion mit dem Wasserdurchlauf.



[Abbildung 34] Konzeptdarstellung der Artefakte.

Die Schubladenkonstruktion dient dem Auffangen der Wasserkugeln. Durch die Interaktion sammeln sich die sozusagen frischen Wasserkugeln auf der Oberfläche des bereits bestehenden Grundwassers und füllen es auf. Der Mengenunterschied des Frischwassers ist sowohl innerhalb eines Balkens zu beobachten – vor und nach dem Leeren des im Abfluss-Element gesammelten Wassers - als auch in den Balken zueinander. Es wird ersichtlich, dass sich bei versiegelten Flächen Grundwasser viel schlechter neu bilden kann.

Wasser

Das Niederschlagswasser wird durch 1.500 blau lackierte Holzkugeln pro Balken dargestellt. Durch die Interaktion des Hineingießens sammelt sich das Wasser in den unterschiedlichen Elementen, sowie fließt mit Geräuschbildung an anderen Elementen vorbei. Die sich bildenden Kugelmengen visualisieren die Wasseranteile, die an unterschiedlichen Stellen aufgenommen werden, bzw. abfließen (vgl. Abb. 34).

5.2.2. Umgebende Physecology

Die das Artefakt umgebende Physecology besteht aus drei Elementen – einer Bodenmarkierung unmittelbar unterhalb eines jeweiligen Balkens, einer begleitenden Plakatreihe und einer anpassbaren voting dots Abfrage am Ende des Besuchs (vgl. Abb. 35).

Bodenmarkierung

Die Bodenmarkierung unterhalb eines Balkens wird mithilfe einer Schablone und Sprühkreide angebracht. In seiner visuellen Form greift die Schablone das jeweilige Sieb auf. Da das Sieb besonders für kleinere Besucher:innen nicht von Oben sichtbar ist, kann anhand der Bodenmarkierung der gleiche Sachverhalt dargestellt werden, d.h. bei unversiegelter Fläche sind die Löcher, in die die Sprühkreide eindringen kann besonders groß. Bei stark versiegelter Fläche dagegen bleibt gerade mal ein kleiner Halbkreis offen.

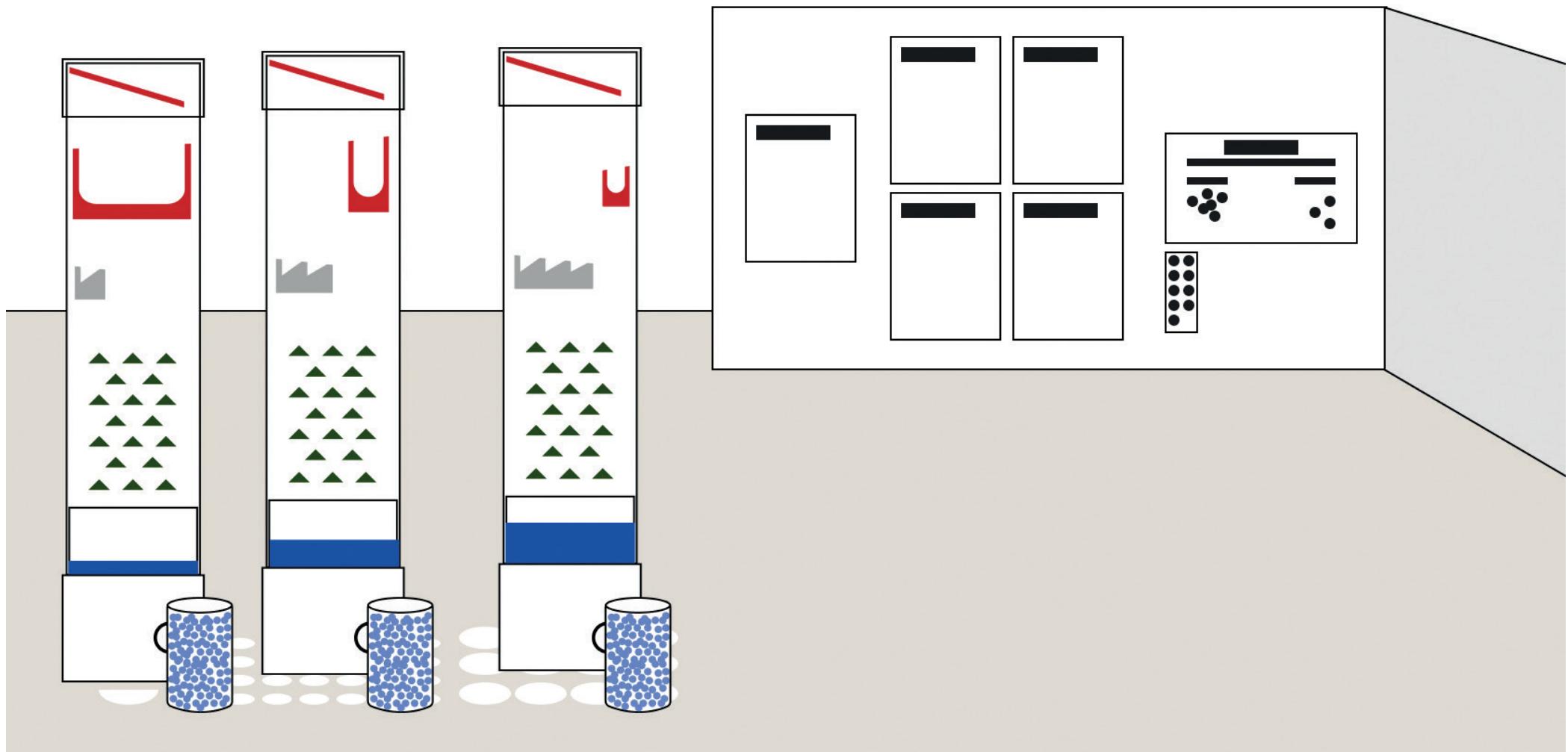
Die Bodenmarkierung dient desweiteren dem Zweck potentielle Besucher:innen bereits von weitem anzusprechen und Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Dies kann je nach Farbwahl und Umfang der besprühten Fläche weiter gesteigert werden.

Plakatreihe

Die begleitende Plakatreihe dient vor allem der weiteren Kontextualisierung des Artefakts. Jedes der insgesamt fünf Plakate visualisiert anhand von Open Data Kartendarstellungen aus dem Berliner Geoportal FIS-Broker ein Entsiegelungspotential. Die Potentiale im einzelnen umfassen: Grundwasserneubildung, Hitzespeicherung, CO2-Speicherung, Biotopwerte sowie das Grünvolumen einzelner urbaner Flächen.

Voting Dots Abfrage

Die partizipative Voting Dots Abfrage am Ende der Installation ist in ihrer Form stark anpassbar. Sie dient vor allem dem Zweck der Lokalität, indem hier beispielsweise abgefragt werden kann: „Wissen Sie wie stark Ihr Kiez versiegelt ist?“ Gleichzeitig kann man durch Abfragen dieser Art die Besucher:innen an Open Data Angebote heranführen und ihren Kenntnisstand zum Thema erhöhen. Je nach Begleitung und Fragestellung kann sich ein Verweis auf bestehende Open Data Angebote als befähigend erweisen: „Kennen Sie den FIS-Broker und wie er Ihnen bei Ihrem Umweltengagement helfen kann?“. Mit anderen Worten können die Fragestellungen je nach Standort lokal und thematisch gut angepasst werden.



[Abbildung 35] Konzptdarstellung der Physecology.

5.3. Umsetzung

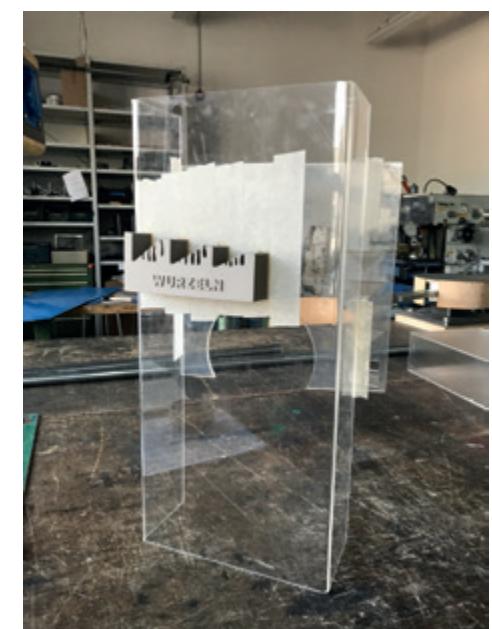
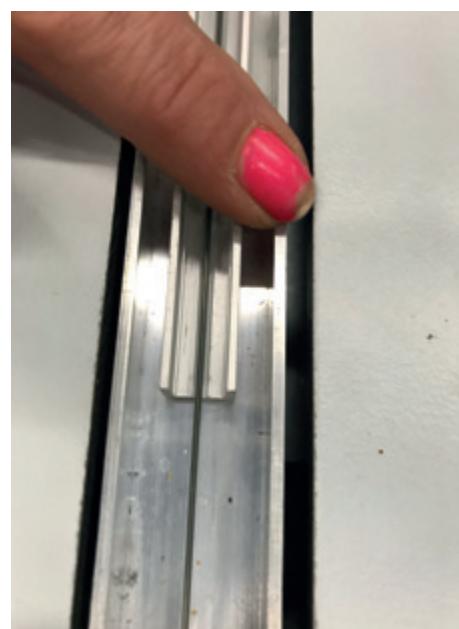
Der praktische Teil der Bachelorarbeit wurde in den Werkstätten der Fachhochschule Potsdam umgesetzt. Nachfolgend werden einzelne Herstellungsverfahren sowie relevante Designentscheidungen kurz erläutert.

Prototypenbau

Die erste Bauphase erfolgte prototypisch. Dem Prinzip des *try and error* folgend, wurden unterschiedliche Materialien in Kombination miteinander ausprobiert. So bestand beispielsweise anfangs die Idee das Wasser durch Kirschkerne darzustellen. Dies erwies sich jedoch als nicht umsetzbar, da sie im Durchmesser zu klein waren und an den Füllkörpern vorbeipraselten. Das Verhalten des Wassers zu den einzelnen Elementen wurde iterativ ausprobiert und mit Hilfe von Videoaufnahmen festgehalten, um eine finale Entscheidung zu treffen.

Plexiglas-Abkantmaschine

Das erste (material- und zeitaufwendige) Probekleben von durchsichtigem Plexiglas in der Länge von 1.10m zeigte auf, dass dies keine geeignete Herstellungsweise für das Exponat war. Vor diesem Hintergrund fiel die Entscheidung die Frontseite aus Plexiglas zu kanten. Beim Kanten handelt es sich um ein Verfahren, in dem Plexiglas entlang eines heißen Drahts erhitzt und anschließend gebogen wird. Um die Hitze für ein so langes Stück Plexiglas ausreichend zu bündeln, musste zuerst ein Aluminiumprofil besorgt werden, das um den Draht herum positioniert werden konnte. Die Inspiration zum Kantverfahren kam durch ein in der Werkstatt herumliegendes Stück kleines, bereits gekantetes Plexiglas. Eine erste glückliche Fügung in einem langen, offenen Prozess.



[Abbildung 36-39] Aufnahmen vom Umsetzungsprozess.

Holzverarbeitung

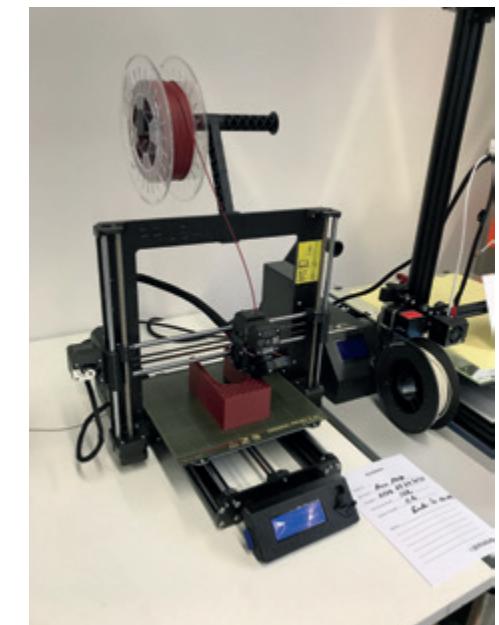
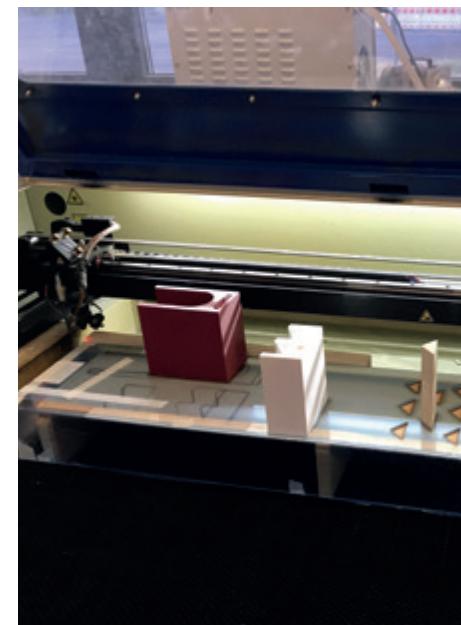
Sockel, Deckel sowie die sogenannten Steine (Dreiecksformen) wurden aus Holz hergestellt. Holz ist im Vergleich zu Plexiglas ein robustes Material. Sockel und Deckel dienen neben der visuellen Einrahmung des durchsichtigen Balkens vor allem der Stabilität des Exponats, indem der Deckel die Forder- und Hinterseite fester zusammenhält und der Sockel das Exponat durch Gewicht am Boden stabilisiert. Die Steine gehören in die Gruppe der Elemente, die innerhalb des durchsichtigen Balkens das Wasser auf seinem Weg zum Grundwasser verlangsamen. Die ursprüngliche Idee sah vor diese 3D zu drucken. Der Zeitaufwand, um insgesamt 54 Steine von 13cm Länge zu drucken, war jedoch im Rahmen des Projekts zu groß, sodass, trotz eines gestalterischen Bruchs in der Materialwahl, der Herstellung aus Holz Vorrang gegeben wurde.

Lasercutter

Die Öffnungen in der Frontseite des Exponats, sowie die Einrastformen in der Rückwand wurden mit Hilfe eines Lasercutters hergestellt. Die große Herausforderung beim Lasern bestand darin, die Formen auf der durch das Kanten abgerundeten Forderseite passgenau zur Rückseite zu lasern. Mit der unermüdlichen Unterstützung von Sara Was sowie der menschlichen Nachsicht des Wachpersonals der FHP konnte das Lasern erfolgreich umgesetzt werden. Das Ausprobieren und Festlegen eines Nullpunkts, von dem aus beide Elemente aus einer Vektordatei gelasert wurden, dauerte beim ersten Mal fünf Stunden. Das Lasern, da falsch eingestellt, ebenfalls fünf Stunden bis um drei Uhr früh.

3D-Druck

Die Füllelemente *Abfluss* und *Wurzel*, sowie das *Grundwasser* wurden im 3D-Druckverfahren hergestellt. Hierzu wurde mattes Filament eingesetzt. Die Entdeckung des matten Filament war ebenfalls ein glücklicher Zufall in der 3D-Werkstatt. Die Materialsprache passte hervorragend zum Exponat und wurde sofort integriert. Trotz sauberer CAD-Dateien gestaltete sich die Herstellung der 3D-Druckformen wiederholt maximal fehleranfällig.



[Abbildung 40-43] Aufnahmen vom Umsetzungsprozess.

Farben

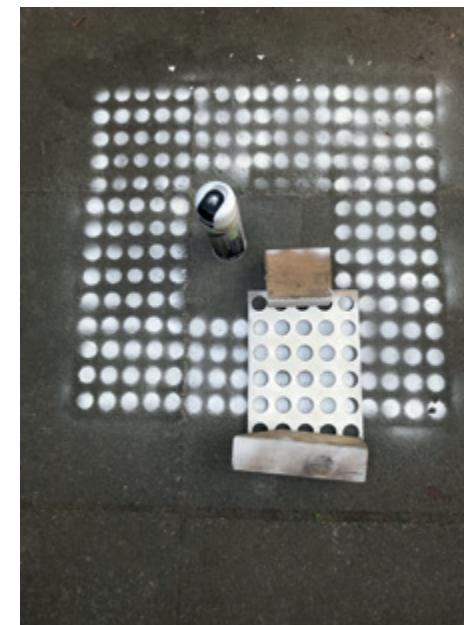
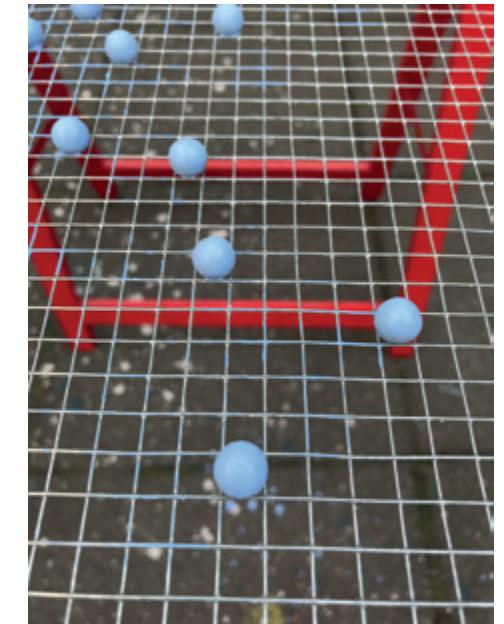
Die Farbwahl der einzelnen Elemente wurde zum einen semantisch und zum anderen symbolisch getroffen. Das Abfluss-Fülllement ist in gedecktem Rot gehalten, da es für die Kommunikation des Anliegens das wichtigste Element ist. Die Elelemnts, Wasser (hellblau), Grundwasser (dunkelblau), Wurzeln (grau) und Steine (umbra) sind angelehnt an ihre symbolischen Naturfarben gehalten. Steine und Wasserkugeln wurden mit Acrylfarbe überzogen, Wurzeln und das Abfluss-Element in aufeinander abgestimmten farbigem Filament (vom gleichen Hersteller) umgesetzt.

Sprühkreide

Der Boden unter dem Exponat ist unmittelbarer Teil der Physeco-logy. Um einerseits möglichst effektiv Aufmerksamkeit auf das Exponat aus der Ferne zu lenken und mit diesem Gestaltungselement die Datenvisualisierung noch weiter zu steigern, wurde das Besprühen der Fläche mit einer Schablone entwickelt. Um die Umwelt gleichzeitig möglichst wenig zu belasten, fiel die Entscheidung auf Sprühkreide. Die kurze Haltbarkeit kommt außerdem dem temporären Charakter des Kiezlabor entgegen, da die Ausstellung nicht permanent stehen bleiben soll.

Selbstklebende Folie

Die Beschriftung des Exponats erfolgte mit transparent-silbriger selbstklebender Folie, die auf einem Schneideplotter zugeschnitten wird. Die gedeckte Farb- und Transparenzqualität der Folie fügt sich harmonisch in das Gesamtspiel der Farben und Materialien ein und lenkt nicht von den Fülllementen ab. Darüber hinaus lässt sie sich problemlos auf Plexiglas fixieren. Auch dieser Schritt folgte einem iterativen, prototypischen Ausprobieren, bis die richtigen Farbe, Größe und Ort ermittelt wurden.



[Abbildung 44-47] Aufnahmen vom Umsetzungsprozess.

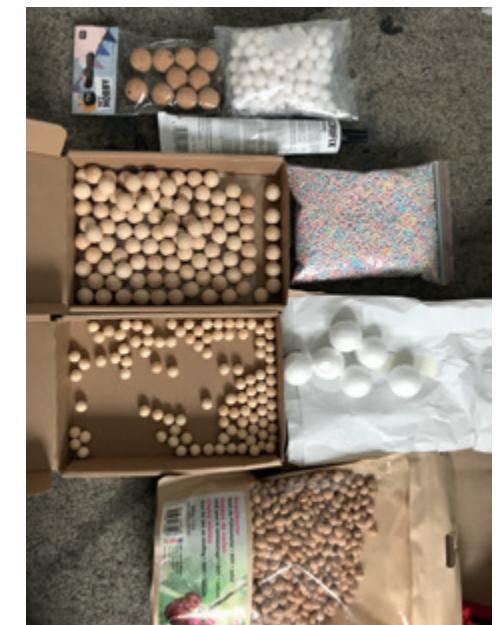
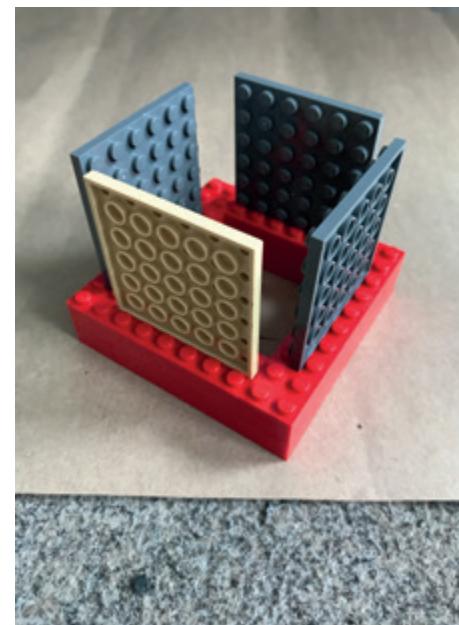
Readymades

Bei den Elementen Wasser und Wasserbehälter wurde auf sogenannte readymade Lösungen zurückgegriffen. Das Wasser besteht aus insgesamt 4.500 Holzkugeln mit einem Durchmesser von 1cm. Die Kugeln eignen sich zum einen durch ihre runde Formsprache, die an Regentropfen erinnert und zum anderen durch ihr leichtes Gewicht. Die Ikea-Kanne hat ein perfektes Füllvolumen pro Balken (je 1.500 Kugeln), ist oben verschließbar und passt in der durchsichtigen Art zur Materialsprache des Balkens. Es ist eine sehr gute zweite Wahl, nachdem sich die erste Idee, einen verschraubbaren, großen Regentropfen im 3D-Druckverfahren herzustellen aus mehreren Gründen nicht umsetzen ließ.

Lektionen aus dem Modellbau

Konzeptionell besteht das Exponat aus insgesamt drei Säulen. Die Herstellung von zwei Säulen hat, angefangen beim Prototypen und abgeschlossen mit dem ersten Probelauf, insgesamt vier sehr anspruchsvolle Wochen gedauert. Modellbau ist zeit-, material- und kostenintensiv, da viele Herstellungsprozesse erst iterativ experimentiert werden müssen. Dieser maximal offene Prozess lässt sich schwer zuverlässig zeitlich eintackten. Deswegen musste der vorher am Schreibtisch kalkulierte Zeitplan sehr bald der Haltung des Navigierens weichen. Den Anforderungen und vielen Rückschlägen, Ausfällen sowie zeitlichen Unverfügbarkeiten von Personen, Maschinen und Werkstätten konnten nur flexibel begegnet werden.

Ohne die hervorragende Beratung hinsichtlich Material- und Herstellungsverfahren durch das kompetente Modulor-Modellbau-Team und die punktuelle Unterstützung durch die beiden Werkstattleiter:innen der FHP, sowie den solidarischen Support der Produktstudierenden, mit denen ich mir vier Wochen lang bis tief in die Nächte hinein die Werkstätten geteilt habe, wäre eine Umsetzung auf dem finalen Niveau nicht möglich gewesen. Die Chance, diese Zeit in Anspruch nehmen zu können, verdanke ich außerdem meinem unterstützenden Arbeitgeber, dem CityLAB. Ihnen allen gilt mein großer, aufrichtiger Dank.



[Abbildung 48-51] Aufnahmen vom Umsetzungsprozess.

5.4. Exponat

Wie weiter oben im Konzeptabschnitt ausgeführt, besteht das finale Exponat aus insgesamt drei, sich aufeinander beziehenden Balken. Vor dem Hintergrund des zeitlichen Projektrahmens konnten zum Stichtag eines ersten Probelaufs zwei der drei Balken in ihrer finalen Qualität hergestellt und unter realen Bedingungen getestet werden.

5.4.1. Erster Probelauf

Den konzeptuell-theoretischen Vorüberlegungen folgend, wurde der erste Probelauf an einem öffentlichen Ort im urbanen Raum veranstaltet. Ganz ohne eine explizite Einladung, kamen Passant:innen (Laufpublikum) von sich aus auf das Exponat zu und waren interessiert daran zu erfahren, worum es sich handelt.

Sowohl Kinder als auch Erwachsene konnten den knappen einleitenden Erklärungen gut folgen. Als besonders erfolgreich erwies sich der Einstieg mit: „Schauen wir mal unter unsere Fuße, worauf stehen wir denn hier gerade?“ Der interaktive Teil des Wasser durchlaufs funktionierte ebenfalls sehr gut, sowohl für die Beobachter:innen (spectators) als auch für die aktiv Interagierenden. Besonders seitens der Kinder und Jugendlichen gab es kaum Berührungsängste mit der Interaktion.

Die Sensibilisierung der Stadtbewohner:innen für das Thema Versiegelung im urbanen Raum durch Wissensvermittlung anhand eines Data Physicalization Modells ist mit anderen Worten erfolgreich aufgegangen. Die nachfolgenden Fotoaufnahmen dokumentieren den ersten Probelauf.



[Abbildung 52] Stefanie Lüthen. Aufnahmen beim ersten Probelauf.



[Abbildung 53-54] Stefanie Lüthen. Aufnahmen beim ersten Probelauf.



[Abbildung 55-56] Stefanie Lüthen. Aufnahmen beim ersten Probelauf.



[Abbildung 57-58] Stefanie Lüthen. Aufnahmen beim ersten Probelauf.

5.4.2. Learnings aus dem ersten Probelauf

Der erste Probelauf unter realen Bedingungen zeigte gleich mehrere relevante Schwachpunkte des Exponats auf.

Den freistehenden Säulen mangelt es an Stabilität. Direkt zu Anfang des Probelaufs fiel eine Säule durch einen mittelstarken Windstoß um und zerbrach entlang der Frontseite. Die gleiche Schwierigkeit ergibt sich, wenn insbesondere jüngere Kinder begeistert an den Elementen ziehen, um die Wasserkugeln purzeln zu sehen. Hierbei werden auch die 3D gedruckten Füllelemente stärker beansprucht als erwartet. So entstehen entlang der Kanten leichte Kratzspuren, die mit der Zeit sehr wahrscheinlich deutlicher sichtbarer zu Tage treten werden. Das Abnutzungspotential der Elemente ist bei so intensiver Nutzung somit groß.

Best Practice

Aus den gesammelten Erfahrungen lassen sich hilfreiche best practice Methoden ableiten. Das Vorführen des Exponats sollte nach Möglichkeit vom Kiezlabor-Staff begleitet durchgeführt werden. Besonders jüngere Kinder benötigen bei der Interaktion Unterstützung, da sie ansonsten das dafür (leider) zu fragile Exponat schnell beschädigen können.

Die Rückseite des Exponats muss um eine Stützkonstruktion ergänzt werden, um mehr Standhaftigkeit zu bekommen. Alternativ kommt auch das Aufstellen vor einer Wand in Frage. Diese Methode würde zwar einerseits der konzipierten Physecology widersprechen, da das Exponat so nicht aus allen Richtungen passiv mitbetrachtet werden kann, würde aber gleichzeitig das Exponat näher an die begleitenden Plakate rücken, die an der gleichen Wand angebracht werden könnten.



[Abbildung 59] Stefanie Lüthen. Beschädigtes Exponat.

5.5. Plakatserie

Die Entsiegelung einer Fläche – unabhängig davon ob es sich um eine Teil- oder Vollentsiegelung handelt – birgt aus Sicht der Klimaanpassung mehr als ein Potential. In ihrer Zusammenfassung zum Abschlussbericht nennt das UBA die folgenden vier Bereiche:

1 Gesundheitsschutz

Durch Reduzierung von Hitzestress und Lufttrockenheit, Schaffung von Grün- und Freizeitflächen

2 Wasserschutz

Durch Reduzierung von Bodentrockenheit, Niedrigwasser und Überschwemmungen, Entlastung der Kanalisation, Förderung von Versickerung und der Grundwassererneubildung

3 Bodenschutz

Durch Reduzierung von Bodendegradation

4 Naturschutz

Durch Reduzierung von Biodiversitätsverlusten in Flora und Fauna (Pannicke-Prochnow, 2021, Zusammenfassung)

Datensätze aus dem Berliner Umweltatlas, die über das Geoportal FIS-Broker abrufbar sind, bieten Kartografierungen zu allen relevanten Bereichen. Um das Data Physicalization Artefakt zur Bodenversiegelung, Oberflächenabfluss und Grundwassererneubildung weiter zu kontextualisieren, wird eine begleitende Plakatreihe zu folgenden Potentialen entwickelt:

Grundwassererneubildung
Hitzepeicherung
CO2-Speicherung
Biotoptypen
Grünvolumen

Die Plakate nutzen relevante Karten als Gestaltungselement. Diese werden durch Informationen in Textform angereichert und nebeneinander ausgestellt.

Beim ersten Probelauf mit dem (Teil)Exponat kamen viele Besucher:innen von sich aus auf den Zusammenhang zwischen Bodenversiegelung und Hitzebildung zu sprechen. Vor diesem Hintergrund bieten die Plakate ausgezeichnete Diskussionsanlässe, um das vorhandene Wissen entweder zu festigen oder durch benachbarte Themen zu erweitern, ganz im Sinne von Jansen et al. (Pt.4).

Als Kartenausschnitt wurde stets der urbane Raum rund um das CityLAB festgelegt. Zu Zeiten, da das Exponat in den Ausstellungsräumen des LAB präsentiert wird, bieten die Plakate darüber hinaus einen unmittelbaren lokalen Bezug. Diese Anpassung ist selbstverständlich auch für andere mobile Standorte denkbar, da die Umweltatlasdaten den gesamten Berliner Raum abdecken.

5.5.1. Grundwasserneubildung

Aus zeitlichen Gründen konnte zum Stichtag der Thesisabgabe nur ein Plakat im Detail ausgearbeitet werden. Die anderen Plakate werden lediglich anskizziert und final zum Zeitpunkt der Verteidigung vorgestellt.

Grundwasserneubildung

Die als Hintergrund eingesetzte Karte zeigt die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen. Die Daten stammen aus dem Jahr 2017 und zeigen langjährige Mittelwerte als Mittel über die Gesamtfläche der dargestellten Parzellen. Dabei werden sowohl versiegelte als auch unversiegelte Anteile berücksichtigt.
(Stadt Berlin, FIS-Broker, *Grundwasserneubildung*)

Auf jedem Plakat werden mehrere Einzelorte ausgesucht, namentlich genannt – z.B. Willi-Boos Sportplatz – und knapp im Kontext des Entsiegelungspotentials beschrieben. Dies soll zum einen den lokalen Bezug weiter stärken sowie die Besucher:innen für ähnliche Orte in ihrer Umgebung und den dort verlegten sowie neu denkbaren Bodenbelag sensibilisieren.

[Abbildung 60] Plakathintergrund: Kartendarstellung © Umweltatlas Berlin / *Grundwasserneubildung*. Plakat: Anna Meide.



5.5.2. Restliche Plakatserie

Die restliche Plakatserie folgt im Konzept dem Grundwasserplakat.

Hitze: Das Plakat zur Hitzespeicherung bzw. zum Wärmeinseleffekt basiert auf der Karte zum Berliner Klimamodell: Klimaanalysekarte 2015. Sie bildet den Ist-Zustand der Klimasituation ab. Dargestellt werden Ausmaß der städtischen Überwärmung, Ausgleichsleistungen kaltluftproduzierender Flächen sowie räumliche Beziehungen zwischen Ausgleichs- und Wirkungsräumen. (Stadt Berlin, FIS-Broker, *Klimamodell Berlin*) Aktiv kommentiert werden nur die Wärmeinseleffekte.

CO2Speicher: Da leider keine expliziten Daten zur CO2-Speicherung des Bodens selbst vorliegen wird bei diesem Entsiegelungspotential über Bande gespielt und das Speichervolumen der Vegetation abgebildet. Die Karte zeigt Kohlenstoffvorräte der oberirdischen Biomasse der Vegetation Berlins pro Block- und Teilblockfläche (2015) sowie für Straßenflächen. (Stadt Berlin, FIS-Broker, *Kohlenstoffspeicher*)

Biotope: Die Biotopkarte zeigt unterschiedliche Biotopwerte bzw. das Konfliktpotenziale bei Eingriffen in Natur und Landschaft. (Stadt Berlin, FIS-Broker, *Biototypenbewertung*)

Grün: Das letzte Plakat zeigt das Grünvolumenzahl pro Block-, Teilblock und Straßenfläche (ohne Gewässer). Die Grünvolumenzahl (GVZ) ist eine Größe aus der Landschaftsplanung und berechnet sich aus dem Grünvolumen [m^3] pro Flächeneinheit [m^2]. (Stadt Berlin, FIS-Broker, *Grünvolumen*)

[Abbildung 61] Plakathintergrund: Kartendarstellung Hitze © Umweltatlas Berlin / *Klimamodell Berlin: Klimaanalysekarte*. Plakat: Anna Meide.

[Abbildung 62] Plakathintergrund: Kartendarstellung CO2-Speicher © Umweltatlas Berlin / *Kohlenstoffspeicher der Vegetation*. Plakat: Anna Meide.

[Abbildung 63] Plakathintergrund: Kartendarstellung Biotope © Umweltatlas Berlin / *Biototypen: Biotopwerte*. Plakat: Anna Meide.

[Abbildung 64] Plakathintergrund: Kartendarstellung Grün © Umweltatlas Berlin / *Grünvolumen*. Plakat: Anna Meide.



6. Ausblick

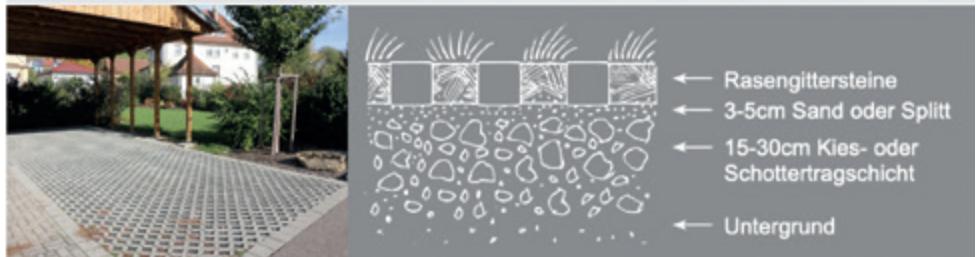
Die im Rahmen der Bachelorarbeit umgesetzte Dataphysicalization Installation *Versiegelte Balken* hat beim ersten Probelauf bereits großen Zuspruch seitens des Laufpublikums erfahren. Auf mittelfristige Sicht gesehen, kann die Installation an mehreren Standorten mit unterschiedlichem Publikum testweise ausgestellt und bei Bedarf (Feedback) angepasst bzw. erweitert werden.

Bei einer Erweiterung wären beispielsweise haptische Bodenbelagsklassen denkbar, wie sie in Abb. 65 dargestellt sind. So könnte man direkt am haptischen Modell, alltägliche und vertraute Bodenbeläge in einen Ausstellungskontext holen und diese so zu Lern- und Diskussionsobjekten wandeln. Alternativen – Rasengitter statt Asphalt für die private Einfahrt z.B. – könnten so wesentlich nachhaltiger vorgestellt und diskutiert werden.

Eine andere Erweiterungsoption stammt aus der frühen Konzeptphase dieser Arbeit und stellt ein gratis Takeaway dar (vgl. Abb. 66). Kostenfreie Takeaways, wie beispielsweise ein Schlüsselanhänger, dienen als kleines Erinnerungsstück, das die Ausstellung, sowie ihre Inhalte den Besucher:innen auch in der Post-Besuchsphase in Erinnerung bringt.

Rasengitterstein, Rasenziegel

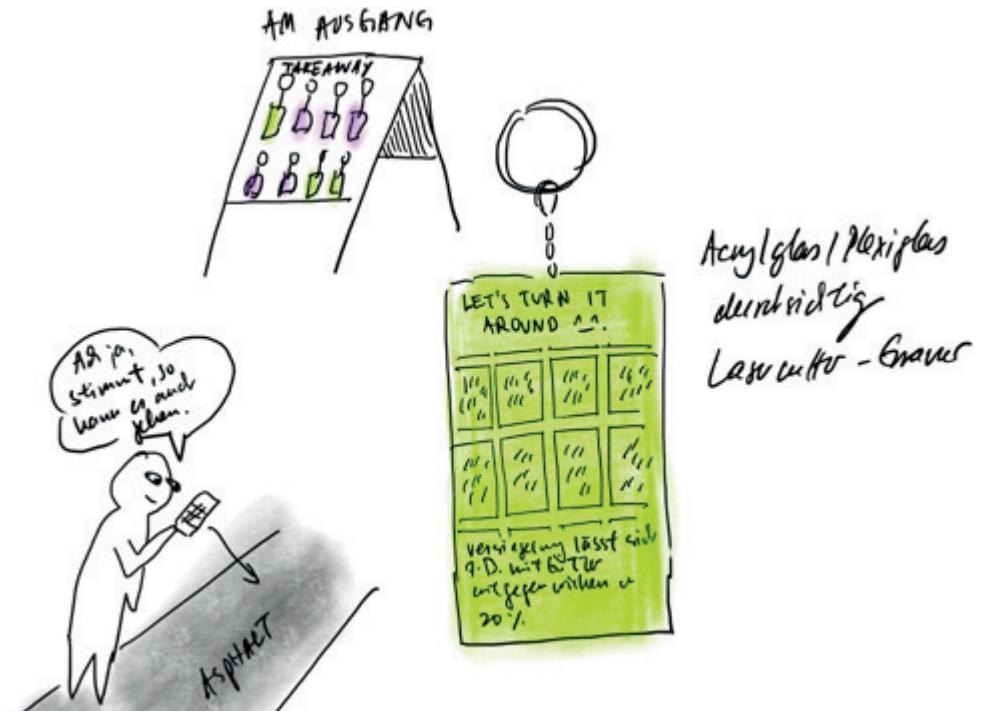
- Einsatz: v.a. für Feuerwehrzufahrt, Zufahrt, Kfz-Stellplätze
- wenig fußgängerfreundlich



Rasengittersteine
3-5cm Sand oder Splitt
15-30cm Kies- oder Schottertragschicht
Untergrund

Versiegelungsfaktor 50%; mittlere Sickerfähigkeit
Grünflächenanteil 40%

[Abbildung 65] Stadt Hanau, *Entsiegelungskataster Hanau*.



[Abbildung 66] Frühe Konzeptskizze eines gratis Takeaways

7. Fazit

Bereits beim ersten Probelauf der noch unvollständigen Installation *Versiegelte Balken* wurde ersichtlich, dass bestimmte theoretische Annahmen bezüglich der Data Physicalization wirklich aufgehen. So konnte der Aspekt der effektiven Ansprache nach Dragicevic, der sich auch im 4. Punkt bei Jansen findet (Daten in die reale Welt holen) vollkommen bestätigt werden.

Auch der 5. Punkt nach Dragicevic, Vergnügen und Sinngebung konnte erfolgreich beobachtet werden, insbesondere bei den jüngeren Teilnehmer:innen. Im Kontext der Umweltkommunikation, d.h. einer intendierten Wissensvermittlung, gab es keine Widerstände bei der Informationsaufnahme und eine gesteigerte Bereitschaft das Befüllen des Exponats mehrmals durchlaufen zu wollen.

Bestätigen lässt sich außerdem auch, dass Data Physicalization Exponate eher für gröbere Datensets bzw. Aussagen geeignet sind. Die Umsetzung einer detaillierten Datenanalyse oder die Aufnahme einer großen Menge heterogener Daten gestaltet sich in diesem Format als schwierig. So musste auch beim vorliegenden Exponat sehr stark im Informationsgehalt reduziert werden.

Darüber hinaus stellt sich vor allem die praktische Umsetzbarkeitsfrage. Welche Datenschritte, können auf welches Material und in welcher Menge gemappt werden? sind 1.500 Holzkugeln und 2 cm Unterschied im 3D gedruckten Grundwasser-Element ausreichend, um einen Unterschied in der Neubildung von Grundwasser von 0%-Versiegelung zu 50%-Versiegelung abzubilden oder wären 3cm besser geeignet? Das Experimentierfeld ist hier schier endlos und stößt so rasch an die Verhältnismäßigkeitsgrenze, eine Kritik, die bereits Jansen 2015 formulierte.

Abschließend lässt sich festhalten, dass Data Physicalization ein auserordentlich interdisziplinäres Feld ist. Um ein erfolgreiches Exponat umzusetzen und Kommunikationsabsichten tatsächlich zu erreichen müssen mehrere Disziplinen ineinander greifen. Das

Wissen um Datenanalyse muss angereichert werden mit Wissen um Herstellungstechniken, Materialkunde, Museumspädagogik und so fort. Die Liste ließe sich je nach Vorhaben immer wieder neu zusammenstellen. Vor diesem Hintergrund erscheint es eine geeignete best practice zu sein, sich in einem interdisziplinären Team zusammenzutun. Dies ist die feste Absicht der Autorin beim ihrem nächsten Data Physicalization Projekt.

8. Appendix

8.1. Literaturverzeichnis

Barotti, M., (o. J.). *Clams*. Abgerufen 22. Juni 2023, von <https://www.marcobarotti.com/Clams>

Beinke, C., Kenzler, D., Petrescu, I. & Steller, P. (2022). *Digital Innovation Playbook: das unverzichtbare Arbeitsbuch für Gründer*innen, Macher*innen und Manager*innen: Taktiken, Strategien, Spielzüge*

CityLAB. (o. J.) *Über uns*. Abgerufen am 25.6.2023, von <https://citylab-berlin.org/de/about-us/>

CityLAB. (o. J.) *Kiezlabor*. Abgerufen am 25.6.2023, von <https://citylab-berlin.org/de/projects/kiezlabor/>

Domestic Data Streamers. (o. J.). *Everything that is not eaten*. Abgerufen 22. Juni 2023, von <https://domesticstreamers.com/projects/everything-that-is-not-eaten>

Domestic Data Streamers. (o. J.). *The Analog Museum of Digital Inequality*. Abgerufen 22. Juni 2023, von <https://domesticstreamers.com/projects/the-analog-museum-of-digital-inequality>

Domestic Data Streamers. (o. J.). *To be a pacifist in the 21st century*. Abgerufen 22. Juni 2023, von <https://domesticstreamers.com/projects/justicia-i-pau>

Dragicevic, P., Jansen, Y. & Vande Moere, A. (2019). *Data Physicalization*. Abgerufen 22. Juni 2023, von https://www.researchgate.net/publication/333429485_Data_Physicalization

Falk, J.H. (o. J.). *Understanding Museum Visitors' Motivations and Learning*. Abgerufen 22. Juni 2023, von https://slks.dk/fileadmin/user_upload/dokumenter/KS/institutioner/museer/lndsatsomraa-der/Brugerundersoegelse/Artikler/John_Falk_Understanding_museum_visitors__motivations_and_learning.pdf

Fendius, K. & Otte, J. (2021). Vor, während und nach dem Besuch Visitor Journeys in den Staatlichen Museen zu Berlin. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5211502>

Huron, S., Nagel, T., Oehlberg, L. & Willett, W. (2023). *Making with data: physical design and craft in a data- driven world*

Jahn, H. & Jänecke, T. (2022). *Spiel mit Grenzen – Mein Klima-Budget*. Abgerufen 22. Juni 2023, von <https://fhp.incom.org/project/19084>

Jansen, Y., Dragicevic, P., Isenberg, P., Alexander, J., Karnik, A., Kildal, J., Subramanian, S., Hornbæk, K. (2015). Opportunities and Challenges for Data Physicalization. *Opportunities and Challenges for Data Physicalization. CHI 2015, Crossings, Seoul, Korea*. <http://dx.doi.org/10.1145/2702123.2702180>

Museum für Werte. (2023). *Datenlabor*. Abgerufen 22. Juni 2023, von <https://www.wertemuseum.de/portfolio/datenlabor/#>

Niittyvirta, P. (o. J.). *Lines*. Abgerufen 22. Juni 2023, von <https://niittyvirta.com/lines-57-59-n-7-16w>

ODIS. (o. J.). *Über uns*. Abgerufen am 25. Juni 2023, von <https://odis-berlin.de/ueber-odis/>

Pannicke-Prochnow, N., Krohn, C., Albrecht, J., Thinius, K., Ferber, U. & Eckert, K. (2021). *Bessere Nutzung von Entseiegelungspotenzialen zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen und zur Klimaanpassung*. Abschlussbericht. ISSN 1862-4804

Pannicke-Prochnow, N., Krohn, C., Albrecht, J., Thinius, K., Ferber, U. & Eckert, K. (2021). *Zusammenfassung der Ergebnisse des Vorhabens „Bessere Nutzung von Entseiegelungspotenzialen zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen und zur Klimaanpassung“*. Abgerufen 22. Juni 2023, von <https://www.umweltbundes->

amt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2022-03-15_factsheet_bessere-nutzung-entsiegelungspotenziale.pdf

Sauvé K., Sturdee M., & Houben, S. (2022). Physecology: A Conceptual Framework to Describe Data Physicalizations in their Real-World Context. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 29, 3, Article 27. <https://doi.org/10.1145/3505590>

SenSBW. (o. J.). Stadtdaten. Umweltatlas Berlin. Abgerufen am 24. Juni 2023, von <https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas>

Stadt Berlin. (o. J.) FIS-Broker. *Biotoptypenbewertung. Kurzbeschreibung.* Abgerufen am 24. Juni 2023, von: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Stadt Berlin. (o. J.) FIS-Broker. *Grundwasserneubildung. Kurzbeschreibung.* Abgerufen am 24. Juni 2023, von: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Stadt Berlin. (o. J.) FIS-Broker. *Grünvolumen. Kurzbeschreibung.* Abgerufen am 24. Juni 2023, von: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Stadt Berlin. (o. J.) FIS-Broker. *Klimamodell Berlin: Klimaanalyse-karte. Kurzbeschreibung.* Abgerufen am 24. Juni 2023, von: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Stadt Berlin. (o. J.) FIS-Broker. *Kohlenstoffspeicher der Vegetation. Kurzbeschreibung.* Abgerufen am 24. Juni 2023, von: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Stadt Berlin. (2021). *Versiegelung 2021.* Abgerufen am 22. Juni 2023, von <https://www.berlin.de/umweltatlas/boden/versiegelung/2021/abbildungen-tabellen> (Versiegelung als PDF-Dokument)

Stadt Hanau. (o. J.) *Entsiegelungskataster Hanau.* Abgerufen am 22. Juni 2023, von https://www.gpm-webgis-13.de/geoapp/templates/ver_entsiegelung/pdf/faq_entsiegelung_hanau.pdf

Stan's Cafe. (o. J.). *Inside/Outside.* Abgerufen 22. Juni 2023, von <https://stans.cafe/project/inside-outside>

Umweltatlas Berlin. (o. J.) Abgerufen am 24. Juni 2023, von <https://www.berlin.de/umweltatlas>

8.2. Abbildungsverzeichnis

[Abb. 1]	Ana Jerdeva. Konzeptionelle Darstellung des Kiezlabor.	9	[Abb 20-22]	Pekka Niittyvirta. Aufnahmen der Installation Interactive site specific light installation located @ Outer Hebrides. Abgerufen am 22.6.2023, von https://niittyvirta.com/lines-57-59-n-7-16w	46-47
[Abb. 2]	Sauve, 2022, S. 27:10. Schematische Darstellung des Physecology Konzepts.	19	[Abb 23-25]	Marco Barotti. Aufnahmen der Installation Clams. Abgerufen am 22.6.2023, von https://www.marcobarotti.com/Clams	50-51
[Abb. 3-5]	Domestic Data Streamers. Aufnahmen der Ausstellung <i>To be a pacifist in the 21st century.</i> (Abgerufen am 20.6.2023, von https://domesticstreamers.com/projects/justicia-i-pau)	26-27	[Abb 26-29]	Anna Meide. Aufnahmen der Ausstellung <i>Datenlabor</i> vor Ort.	54-55
[Abb. 6-10]	Domestic Data Streamers. Aufnahmen der Ausstellung <i>Everything that is not eaten.</i> Abgerufen am, 20.6.2023, von https://domesticstreamers.com/projects/everything-that-is-not-eaten	30-31	[Abb 30]	Pannicke-Prochnow, 2021, S. 85.	65
[Abb. 11-12]	Gilbert Wigankow, Umweltfest – Volkspark Potsdam 2021	34-35	[Abb 31]	Stadt Hanau, S. 6. Die Tabelle bietet einen ersten Überblick über die Versickerungsfähigkeit von Oberflächen in Abhängigkeit von der Nutzungsart und -intensität.	69
[Abb. 13]	Prof. Holger Jahn und Tobias Jänecke, FHP	35	[Abb 32]	Pannicke-Prochnow, 2021, S.107. Tabelle 11.	71
[Abb. 14-16]	Domestic Data Streamers. Aufnahmen der Ausstellung <i>The Analog Museum of Digital Inequality.</i> Abgerufen am 20.6.2023, von https://domesticstreamers.com/projects/the-analog-museum-of-digital-inequality	38-39	[Abb 33]	Konzeptdarstellung der Artefakte.	85
[Abb. 17-19]	Artist: Yinka Danmole. Produced by: Dave Howard. Aufnahmen des Projekts <i>Inside/Outside.</i> Abgerufen am 20.6.2023, von https://stans.cafe/project/inside-outside	42-43	[Abb 34]	Konzeptdarstellung der Artefakte.	87
			[Abb 35]	Konzeptdarstellung der Physecology.	90
			[Abb 36-39]	Aufnahmen vom Umsetzungsprozess.	93
			[Abb 40-43]	Aufnahmen vom Umsetzungsprozess.	95
			[Abb 44-47]	Aufnahmen vom Umsetzungsprozess.	97
			[Abb 48-51]	Aufnahmen vom Umsetzungsprozess.	99
			[Abb 52]	Stefanie Lüthen. Aufnahmen beim ersten Probelauf.	101

[Abb 53-54]	Stefanie Lüthen. Aufnahmen beim ersten Probelauf.	102-103
[Abb 55-56]	Stefanie Lüthen. Aufnahmen beim ersten Probelauf.	104-105
[Abb 57-58]	Stefanie Lüthen. Aufnahmen beim ersten Probelauf.	106-107
[Abb 59]	Stefanie Lüthen. Beschädigtes Exponat.	109
[Abb 60]	Plakathintergrund: Kartendarstellung © Umweltatlas Berlin / <i>Grundwasserneubildung</i> . Plakat: Anna Meide.	113
[Abb 61]	Plakathintergrund: Kartendarstellung Hitze © Umweltatlas Berlin / <i>Klimamodell Berlin</i> : <i>Klimaanalysekarte</i> . Plakat: Anna Meide.	115
[Abb 62]	Plakathintergrund: Kartendarstellung CO2-Speicher © Umweltatlas Berlin / <i>Kohlenstoffspeicher der Vegetation</i> . Plakat: Anna Meide.	115
[Abb 63]	Plakathintergrund: Kartendarstellung Biotope © Umweltatlas Berlin / <i>Biotoptypen</i> : <i>Biotopwerte</i> . Plakat: Anna Meide.	115
[Abb 64]	Plakathintergrund: Kartendarstellung Grün © Umweltatlas Berlin / <i>Grünvolumen</i> . Plakat: Anna Meide.	115
[Abb 65]	Stadt Hanau, <i>Entsiegelungskataster Hanau</i>	117
[Abb 66]	Frühe Konzeptskizze eines gratis Takeaways	117

8.3. Danksagung

Ohne die tatkräftige Unterstützung engagierter und offener Menschen, hätte das umfangreiche Projekt Bachelorarbeit so nicht entstehen können. Ihnen allen gilt mein herzlicher Dank.

Prof. Sebastian Meier

Frau K.

Lisa Stubert

Hans Hack

Klemens Maget

Ingo Hinterding

Nora Eilers

Markus Sperl

Tim Höning

Jasper Precht

Stefanie Lüthen

Nadezhda Kuzmina

Thea Sperber

Marcel Mölter

Silvio Mölter

Julie Mauerer

Christian Gößl

Prof. Nadine Pannicke-Prochnow

Anne Bönisch

Sara Was

Modulor Modellbau-Team

FHP-Wachpersonal-Team

Person am Rechenzentrum, die unermüdlich *Let it be* von den Beatles am Klavier geübt hat.

8.4. Eidestattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe, dass ich sie zuvor an keiner anderen Hochschule und in keinem anderen Studiengang als Prüfungsleistung einge-reicht habe und dass ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder aus ander-weitigen fremden Äußerungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Potsdam, 28. Juli 2023

.....
Anna Meide

