

*Camera Obscura -
Die Entropie des Gletschers.*

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs der Studienrichtung Architektur

Alexander Grader

Technische Universität Graz
Erzherzog-Johann Universität
Fakultät für Architektur

durchgeführt am
Institut für Architektur und Landschaft

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. MLA MDesS Harvard Klaus K. Loenhardt

Graz, im Mai 2010

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	2
1. Komplexität	4
1.1 Wissenschaftstheorie	8
1.2. Anwendungen der Komplexitätstheorie und Interdisziplinarität	13
1.3. Bedeutung des Komplexität für die Landschaftsarchitektur	18
2. Landschaft	22
2.1. Landschaft Eins - vernakuläre Landschaft (L1)	25
2.2. Landschaft Zwei (L2)	27
2.3. Landschaft Drei (L3)	29
3. Gletscher	34
3.1. Gletschergeschichtlicher Überblick	41
4. Der Entwurf	48
4.1. Entwurf einer Camera Obscura	52
4.2. Umgang mit Entropie	55
4.3. Entwurfsdarstellungen	58
5. Anhang	66

Einleitung

Die große Erzählung der Moderne, der *Grand Narrative*, als Epoche des Wandels betrachtet, steht nach wie vor hinter unserem zeitgenössischen Tun und Wirken, doch die eigene Fortschrittsgläubigkeit, das grenzenlose Wachstumsprinzip und die Wissenschaftshörigkeit dieser unserer Zeit sind nicht ohne Kritik geblieben. So konstatiert beispielsweise auch Michel de Certeau das Scheitern des Grand Narrative aufgrund des Fehlens von Banalitäten; im universellen und generalistischen Prinzip der Moderne sei kein Platz für den Alltag vorgesehen, für scheinbar unbedeutende Kleinigkeiten. Auch der französische Philosoph Jean F. Lyotard kritisiert das generalistische Prinzip der Moderne, dem sich alles und jeder unterzuordnen hat, und die ihr eigene dichotome Sichtweise, also die getrennte Betrachtung, beispielsweise, von Natur und Kultur, Architektur, Technik und Naturwissenschaft. Anstelle dieser großen Erzählung müssten mehrere kleine Erzählungen treten als Möglichkeit einer besseren Darstellbarkeit einer komplexen Wirklichkeit.

In den letzten Jahrzehnten entwickelte sich parallel zur traditionellen Wissenschaft und Forschung in der Wissenschaftstheorie eine neue Form der Generierung von Wissen, die so genannten *Wissenschaften des Komplexen*, in deren Anwendungen und theoretischen Konsequenzen neue Erkenntnisse in den unterschiedlichsten Wissenschaftsdisziplinen gewonnen wurden. In der Landschaftsarchitektur offerieren sich durch die Komplexitätstheorie neue

Möglichkeiten des Entwurfs und der Gestaltung, da diese Disziplin grundsätzlich eine Vielzahl an Teilen integrieren muss. Um nur einige Beispiele zu nennen sind Parameter wie der Wasserhaushalt, Fauna, Flora, Materialeigenschaften, Symbolik, Ökonomie, Ökologie, soziokulturelle und auch politische Belange in einen Entwurf mit einzubeziehen. Der Landschaftsarchitekt ist also, beinahe unbedingt, dazu angehalten komplex zu denken.

In der vorliegenden Arbeit möchte ich nun die Komplexitätstheorie an sich sowie deren Anwendung und Bedeutung in der Landschaftsarchitektur anhand eines konkreten Projektes verdeutlichen.

In den folgenden Kapiteln (erster Teil) wird vorerst der theoretische Hintergrund der Komplexitätstheorie beleuchtet, während im zweiten Teil auf die Definitionsproblematik des Landschaftsbegriffes selbst eingegangen wird. Der dritte Teil der Arbeit beschäftigt sich vorrangig mit der geografischen und klimatologischen Aufarbeitung einer der wichtigsten und eindrucksvollsten Landschaften der Welt, der Gletscherlandschaft. Hier soll die Bedeutung der Gletscher für das Weltklima und nicht zuletzt für die Menschheit dargestellt werden.

Im vierten und letzten Teil, gewissermaßen ein Resümee der vorangehenden Betrachtungen, wird ein Konzept für den landschaftsarchitektonischen und gestalterischen Umgang mit dieser *letzten Naturlandschaft* und ihrem komplexen Verhalten bzw. ihrer Prozesshaftigkeit erarbeitet.

1. Komplexität

Bei einem Gletscher handelt es sich um ein komplexes System. Es steht in direkter Verbindung zu äußeren Einflüssen, wie dem regionalen Klima (Niederschlagsmenge, Temperatur, Topografie etc.), und in indirekter Verbindung zur Industrialisierung des Menschen und deren globalen Auswirkungen. Genau aus diesem Grund sind Gletscher wichtige Indikatoren des Weltklimas und die Komplexitätstheorie ist das Werkzeug, um die Bedeutung, die Beschaffenheit und die Möglichkeiten von komplexen Systemen hier besser darstellen zu können. Zu Beginn der Arbeit möchte ich nun auf den theoretischen Hintergrund der Komplexitätstheorie eingehen.

Ein Versuch sich dem Thema zu nähern und es zu bündeln, kann über die drei Begriffe erfolgen, auf die sich die Theorie der Komplexität in dieser Arbeit stützt.

Der Dreiklang aus den Begriffen *Prozessualität*, *Unvorhersagbarkeit* und *Relationalität* (siehe unten) deutet bereits den übergeordneten Charakter des *Konzeptes Komplexität* an, denn diese Kriterien lassen sich nicht in bestimmte wissenschaftliche Disziplinen einordnen. Es handelt sich hierbei also um ein Metaprinzip. Die Wiener Soziologin Helga Nowotny hierzu: *„... wird heute eher nach übergreifenden Kategorien wie Selbstorganisation und Komplexität Ausschau gehalten. Deren Bedeutung beschränkt sich nicht auf einen Bereich, sondern Manifestationen werden sowohl in der Natur und Gesellschaft als auch in der Kunst entdeckt.“*¹

¹ Nowotny, Helga 1999. *Es ist so. Es könnte auch anders sein.* Frankfurt am M., Suhrkamp, s.39

Der Begriff *Komplexität* selbst leitet sich aus dem lateinischen '*complexus*' her, und bedeutet '*verknüpft mit...*' oder '*vernetzt mit...*' und kennzeichnet die in einem System potentiell enthaltenen Ordnungszustände, wobei die Einzelteile miteinander eine Wechselbeziehung eingehen.

Von besonderer Wichtigkeit für komplexe Systeme ist die Auswahl bzw. die Beschaffenheit der einzelnen Komponenten, die zum Einen verschieden sein müssen, jedoch zum Anderen 'gleichartig' genug, um miteinander überhaupt eine Wechsel-Beziehung eingehen zu können. Der Psychologe Dietrich Dörner (geb. 1938) definiert den Begriff Komplexität als den Zusammenhang „... von vielen, voneinander abhängigen Merkmalen in einem Ausschnitt der Realität.“²

Anmerkung 1:

Die folgenden Erklärungen zum Dreiklang/Triade der Komplexität sind der im Quellenverzeichnis angeführten Arbeit von Martin Prominski sinngemäß entnommen.

Anmerkung 2:

In der vorliegenden Arbeit werden unter dem Terminus 'klassische Physik' die Thesen Newtons verstanden, die Betrachtungen der Quantenphysik bleiben hier unbehandelt.

Prozessualität

Die Welt ist prozesshaft, d.h. die Zeit schreitet unaufhörlich voran. Eine Tatsache die evident erscheint und

² Dörner, Dietrich 1992. *Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen.* Reinbek bei Hamburg, Rowohlt, s.60

doch im Gegensatz zur klassischen Physik und deren Zeitbegriff steht, denn zumindest im Modell ist der Faktor 'Zeit' reversibel. Die linearen deterministischen Gesetze der Naturwissenschaften unterscheiden nicht zwischen Gegenwart, Vergangenheit und Zukunft (vgl. physikalische Modelle und Versuche). In offenen Systemen, die Materie und Energie von außen beziehen und verbrauchen, schreitet die Zeit irreversibel voran, sie ist nicht umkehrbar. Die Entwicklung einzelner Komponenten ist so weit fortgeschritten, dass die dabei entstehenden *Emergenzen* (siehe unten), jede einzelne ebenfalls einmalig und unvorhersagbar, nicht wiederholt werden können, da sie zufällig bzw. unvorhersagbar entstehen.

Unvorhersagbarkeit

„Die Untersuchung komplexer Systeme zeigt, dass auch bei genauer Kenntnis der Dynamik der einzelnen Teile durch nichtlineare Wechselwirkungen zwischen ihnen ein unvorhersagbares Ganzes entstehen kann, weil der Anfangszustand, der Quantentheorie folgend, nicht mit beliebiger Genauigkeit bestimmbar ist.“³

Dies ermöglicht so genannte *Emergenzen*, also ein Mehr als die Summe der Einzelteile eines Systems, indem beispielsweise ein neuer bislang unbekannter Prozess aus der Kombination zweier Komponenten entsteht. Emergente Eigenschaften sind

³ Prominski, Martin 2004. *Landschaft Entwerfen. Zur Theorie aktueller Landschaftsarchitektur*. Berlin, Reimer, s.23

möglicherweise das wichtigste Charakteristikum von komplexen Systemen. Ein Beispiel hierfür ist Wasser (H_2O) zu nennen, dessen Bestandteile Sauerstoff (O_2) und Wasserstoff (H) selbst leicht flammbare Gase sind, deren Produkt Wasser jedoch nicht.

Relationalität / Kontextualität

Durch die Interaktion der Einzelteile (Agenten) und die dadurch entstehenden Emergenzen sind komplexe Systeme in der Lage ihre Umwelt zu erkennen und ihre Reaktionen abhängig von neu hinzukommenden Informationen oder Faktoren anzupassen. *Relationalität* bedeutet ein Eingebundensein in ein raumzeitliches Netzwerk, dessen Ereignisse nur aus diesem Kontext heraus verstanden werden können und der Schlüssel zur Erforschung und Erweiterung der Komplexität liegt, sozusagen systemimmanent, in der Interdisziplinarität, im vernetzten Arbeiten der verschiedenen Disziplinen.

Die Begriffe der Komplexität Unvorhersagbarkeit, Prozessualität, Relationalität stehen also im genauen Gegenteil zur klassischen Physik, deren Fundamente in der Vorhersagbarkeit, Zeitlosigkeit und Allgemeingültigkeit liegen.

1.1 Wissenschaftstheorie

Wissensgenerierung im Modus II

Die Dialektik der komplexen Wissenschaften gegenüber der klassischen Wissenschaftstheorie und ihre immanente Interdisziplinarität stellen eine große Herausforderung an die zeitgenössische Wissenschaftstheorie dar, die von jeher zu einer deterministischen Einheitswissenschaft tendiert, d.h. alle Wissenschaftsdisziplinen sind, nach Prominski: „...harmonisch unter einem reduktionistischen Ansatz vereint.“⁴

In den letzten Jahren findet jedoch zunehmend ein Wandel statt, von dem klassischen Ursache-Wirkung Prinzip hin zu einer entwicklungsbetonten (evolutionären) Sicht der Welt. Die Komplexitätstheorie vor dem Hintergrund einer prozessorientierten, evolutionären Sichtweise stellt ein Modell zur Erklärung und Analyse von Ereignissen und Entwicklungen in der Vergangenheit und Gegenwart dar, sie kann aber keine Einschätzung der Zukunft abgeben, im Gegensatz zur klassischen linearen Naturwissenschaft und ihren Axiomen der Allgemeingültigkeit, Zeitlosigkeit und Vorhersagbarkeit.

Die Forschungsgruppe um die Wiener Soziologin Helga Nowotny konstatiert in diesem Zusammenhang das Auftauchen einer neuen Form der Generierung von Wissen, die der traditionellen Form entgegensteht. Während das klassische lineare Modell zur Wissensproduktion, das sie *Modus I* nennen,

⁴ Aus: Prominski, Martin 2004. *Landschaft Entwerfen. Zur Theorie aktueller Landschaftsarchitektur*. Berlin, Reimer, s.38

nach wie vor allgemein gültige Prinzipien auszubauen versucht und die Trennung zwischen Theorie und Anwendungen postuliert (Beispiel: Theoretische Physik und Ingenieurwissenschaften), wendet sich die komplexe Wissensproduktion, nach Nowotny *Modus II* genannt, der Prozesshaftigkeit der Welt, der o.g. Kontextualität und Unvorhersagbarkeit zu.

Doch nicht nur in wissenschaftlichen Kreisen, sondern auch im politischen Gefüge der Europäischen Union ist der Modus der komplexen Wissensgenerierung ein wichtiges Thema, so wurden beispielsweise bereits im fünften Rahmenprogramm der Europäischen Union zur Forschung die jeweiligen Forschungsanträge explizit nach ihrer sozioökonomischen Qualität beurteilt, das bedeutet eine direkte Kommunikation der Wissenschaften mit der Gesellschaft und den Erfordernissen des Marktes.

Als im Jahr 1960 der US-Meteorologe Edward Lorenz Computersimulationen an einem, von ihm streng mathematisch und deterministisch entwickeltem, globalen Wettermodell durchführte, stieß er an die Grenzen der bislang gültigen wissenschaftlichen Prinzipien. Die Parameter für Temperatur, Luftdruck und Windrichtung rundete er einmal nach der dritten und einmal nach sechsten Stelle und die Ergebnisse waren nicht, wie erwartet, nur geringfügig unterschiedlich, sondern grundlegend verschieden. Die bislang dominierende Ansicht, dass geringe Verschiebungen in den Ausgangsbedingungen auch wiederum nur geringe Auswirkungen auf den Verlauf eines Systems haben, war somit widerlegt. Die Vorhersagefähigkeit

wissenschaftlicher Gesetze war nicht mehr definitiv, eine der Grundannahmen der linearen newtonschen Physik.

Gesetzmäßigkeit heißt also nicht Vorhersagbarkeit. Die folgenden Recherchen führten zur Chaostheorie, die ihren populären Zenit in den 1970er und 1980er Jahren erlebte. Eines der populärsten Beispiele dieser Theorie, der so genannte *Schmetterlingseffekt*, bei dem die theoretische Möglichkeit besteht, dass der Flügelschlag eines Schmetterlings in Hongkong, beispielsweise ein Gewitter in New York auslösen könnte. Eine neue Frage der Wissenschaft war das Resultat:

Wie kommt es trotz der Möglichkeit zum deterministischen Chaos zu der relativ stabilen Formen- und Strukturvielfalt in der Natur? Wie entsteht Ordnung in nichtlinearen Prozessen?

Viele Theorien entgegen der Kriterien der klassischen Wissenschaft, wie Vorhersagbarkeit und Allgemeingültigkeit wurden entwickelt. Die wichtigsten, meiner Meinung nach, möchte ich im Folgenden anführen.

Entropie: Die Theorie dissipativer Strukturen

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik besagt, dass in geschlossenen Systemen die *Entropie*, als das Maß für Unordnung, grundsätzlich nur zunehmen kann, d.h. die Teilchen streben nach dem Zustand geringsten Energieverbrauchs und

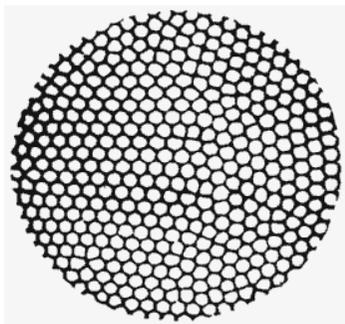


Abb. 1, Benard Instabilität

befinden sich in einem starren Gleichgewichtszustand ohne Struktur, also ohne Ordnung.

Dieser Satz gilt jedoch nicht für offene Systeme, die von außen Materie und Energie aufnehmen und in anderer Form wieder abgeben, die Teilchen sind in einem so genannten *Nichtgleichgewichtszustand*. Ein Beispiel für den Umstand, dass aus Unordnung wieder Ordnung entstehen kann, belegt die so genannte Benard-Instabilität. In diesem Experiment wird eine Petrischale mit Silikonöl erhitzt, d.h. Energie wird von außen zugeführt. Zu Anfang befinden sich die Teilchen in Unordnung, gewissermaßen in einer *strukturlosen Suppe*, an einem bestimmten Punkt der Erhitzung entsteht jedoch plötzlich Ordnung: die Teilchen bilden ein geordnetes Wabenmuster: durch Selbstorganisation in Nichtgleichgewichtszuständen entsteht Ordnung.

Der Begriff der *dissipativen Strukturen* drückt gewissermaßen ein Paradoxon aus, denn *Dissipation* bedeutet Chaos, Zerstreung und *Struktur* erinnert an Ordnung, das Gegenteil davon. Dissipative Strukturen sind Systeme, die ihre Identität nur dadurch behalten können, dass sie ständig für äußere Einflüsse ihrer Umgebung offen sind.

Fraktale Geometrie

Im Jahr 1967 veröffentlichte der französisch-polnische Mathematiker Benoit Mandelbrot (geb. 1924 in Warschau) einen Aufsatz mit dem Titel „*Wie lang ist die Küste Großbritanniens?*“ Dieser Artikel beschäftigt sich mit einem

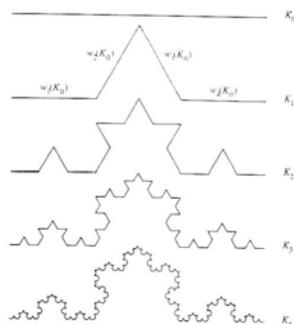


Abb. 2, Fraktale: Rückkoppelung eines geometrischen Grundobjektes auf sich selbst ('Koch Kurve')



Abb. 3
Fraktale Naturbeispiele



Abb. 4

bis dahin relativ unpopulären Kapitel der Mathematik. Mandelbrot stellt die These auf, dass der Umfang eines Objektes eine Frage des Maßstabs ist. Die Umfang der Küstenlinie Großbritanniens strebt gegen unendlich während die beschriebene Fläche immer gleich groß bleibt. Betrachtet man die Küstenlinie im Maßstab einer Karte kann man nur wenige Ausbuchtungen erkennen, währenddessen man gewissermaßen auf diese Linie zoomt, über das Sandkorn bis über das Atom hinaus, nähert sich diese Linie der Unendlichkeit.

Diese Länge ist also weder eine Linie mit der mathematischen Dimension 1, noch eine Fläche mit der Dimension 2, d.h. natürliche Objekte besitzen im Gegensatz zu geometrischen Grundobjekten keine ganzzahligen Dimensionen, sondern einen Wert dazwischen, beispielsweise den Wert 1,3. Aufgrund dieses Bruchwerts entstand der Begriff *fraktal*.

Ständige Rückkoppelungen einfacher mathematischer Operationen auf sich selbst, bei denen das Ergebnis jeweils der Ausgangspunkt für die nachfolgende, gleiche Operation ist, lassen solche komplexe Strukturen entstehen.

Ein Vergleich zur Natur scheint evident, betrachtet man beispielsweise den Wachstumsprozess eines Baumes.

Durch fraktale Geometrien entstand auch erstmals eine mathematische Annäherung an komplexe Formen der Natur, wie Wolken, Pflanzen oder auch Landschaften.

1.2. Anwendungen der Komplexitätstheorie und Interdisziplinarität

Bei dem Versuch die Komplexitätstheorie in ihrer Anwendung in den verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen zu verdeutlichen, möchte ich hier zwei Beispiele nach Martin Prominski anführen:

Komplexität und Gehirnforschung

Das Gehirn stellt das komplexeste System überhaupt dar: Eine Billion Nervenzellen sind durch mindestens eine Trillion Synapsen miteinander vernetzt, während sich die einzelnen Nervenzellen wiederum in etwa 100 Typen unterscheiden, die jeweils eine bestimmte Kombination von Stoffen zur Reizübertragung besitzen mit denen andere Nervenzellen spezifisch verknüpft sind.

Bis vor wenigen Jahren glaubte man, dass die Ordnung der Nervenzellen genetisch festgelegt sei und der Schlüssel zum Gehirn in der Genforschung liegt. Erst durch die Akzeptanz der Komplexitätstheorie wurden in diesem Forschungsfeld neue Erkenntnisse gewonnen, die zum heutigen Wissensstand maßgeblich beitrugen. Der Direktor des Instituts für Gehirnforschung der Universität Bremen, Gerhard Roth schreibt dazu: *„Selbst wenn alle der ein bis wenige Millionen Gene des Menschen zur Ordnungsbildung des menschlichen Gehirns eingesetzt würden, reichte die darin möglicherweise*

enthaltene Information niemals zur strukturellen und funktionalen Determination des Gehirns aus."⁵

Demzufolge sind die entscheidenden Prozesse des Gehirns die nichtlinearen komplexen Interaktionen zwischen den Synapsen.

Komplexität und Ästhetik

Die ersehnte Verbindung von Wissenschaft und Kunst fand schon während der Renaissance statt. Sichtbar wird diese Beziehung beispielsweise in der fraktalen Geometrie, die nach Ansicht einiger Forscher, unter anderem Benoit Mandelbrot, erstaunliche Ähnlichkeiten mit den Werken der alten Meister aufweist. Mandelbrot stellt hier den Vergleich mit verschiedenen Längenskalen an, die auch in der bildenden Kunst verwendet wurden.

Die Suche nach objektiven Kriterien für Schönheit beschäftigte auch Friedrich Cramer (1923-2003), einem Chemiker und Chaosforscher. Cramer meint, dass das, was wir als schön empfinden, universell und nicht zeitgebunden ist - im Gegensatz zur Kunst, die sich fortwährend verändert und zeitgebunden ist. Er behauptet:

„[...] dass sich das Schönheitsempfinden durch die Wahrnehmung von etwas Prozessualen auszeichnet. Schöne

⁵ Roth, Gerhard 1990. *Gehirn und Selbstorganisation*. In: Krohn W./Küppers G. (Hg.) 1990. *Selbstorganisation - Aspekte einer wissenschaftlichen Revolution*. Braunschweig, Vieweg: s.167-180 In: Prominski, Martin 2004. *Landschaft Entwerfen. Zur Theorie aktueller Landschaftsarchitektur*. Berlin, Reimer, s.32

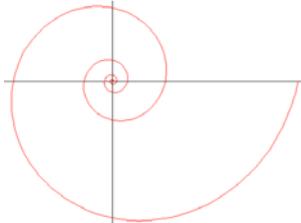


Abb. 5, Goldener Schnitt



Abb. 6, Schale eines Nautilus

Formen, beispielsweise in der Natur, spiegeln immer einen Entstehungsprozess wieder. Dies gilt sowohl für flüchtige Formen wie Wolken als auch relativ statisch erscheinende Formen wie Gebirge."⁶

Auch Muscheln oder Schnecken stellen ein Beispiel für systemische Ordnung in der Natur dar. Die spiralförmigen Windungen als sichtbares Zeichen eines Wachstumsprozesses folgen dem Goldenen Schnitt. Das Zahlenverhältnis des Goldenen Schnittes stellt die irrationalste aller irrationalen Zahlen dar und wird zugleich das bedeutendste Ordnungsprinzip der Natur. Cramer erklärt diesen Umstand folgendermaßen:

„In bestimmten Bahnen und mathematischen oder graphischen Beschreibungen von komplexen dynamischen Systemen breitet sich mit wachsender Nichtlinearität das Chaos immer stärker aus. Zum Schluss bleiben als Trennlinien zwischen den Chaosbereichen nur wenige Kurven, und diese schrumpfen schließlich auf eine allerletzte. Diese lässt sich mit dem Goldenen Schnitt [...] in Verbindung bringen: Wiederum ein Hinweis auf eine Harmonie an der Grenze von Ordnung und Chaos.“⁷

Zur Veranschaulichung dieser These betrachtet Cramer hier das Selbstportrait von Dürer das er der Länge nach in der Mitte

⁶ Prominski, Martin 2004. Landschaft Entwerfen. Zur Theorie aktueller Landschaftsarchitektur. Berlin, Reimer, s.33

⁷ Cramer, Friedrich 1993. Chaos und Ordnung. Frankfurt a. M., Insel In: Prominski, Martin 2004. Landschaft Entwerfen. Zur Theorie aktueller Landschaftsarchitektur. Berlin, Reimer, s.34



Abb. 7, Selbstportrait Dürers



Abb. 8, Spiegelung linke Bildhälfte



Abb. 9, Spiegelung rechte Bildhälfte

durchschneidet und die jeweils duplizierten Hälften aneinanderfügt: das Ergebnis beschreibt Cramer als langweilig. Sollte also das Empfinden von Schönheit auf Symmetrie (Ordnung) beruhen, gilt dies als ein Fundament seiner These von der „Schönheit als Gratwanderung zwischen Chaos und Ordnung“.

Nach Cramer ist jedoch nicht möglich durch die Komplexitätstheorie ein Kriterium für Schönheit zu definieren:

„[...] Insofern ist auch die Definition des Schönen vergeblich, weil man bei einer fraktalen Struktur niemals an eine Grenze kommt. Es handelt sich vielmehr um eine Zone des Schönen.“⁸

Das erweiterte Feld des Konzeptes Komplexität

Der Dreiklang, die Triade der Komplexität mit Unvorhersagbarkeit, Prozessualität und Relationalität steht dem Weltbild der klassischen Physik diametral gegenüber:

KOMPLEXITÄT		KLASSISCHE PHYSIK
Unvorhersagbarkeit	vs.	Vorhersagbarkeit
Prozessualität	vs.	Zeitlosigkeit
Relationalität	vs.	Allgemeingültigkeit

⁸ Cramer, Friedrich 1993. Das Schöne ist eine Gratwanderung zwischen Chaos und Ordnung. Kunstforum International, Bd. 124, s. 82-87 In: Prominski, Martin 2004. Landschaft Entwerfen. Zur Theorie aktueller Landschaftsarchitektur. Berlin, Reimer, s.34

Die Erkenntnisse der Komplexitätsforschung lösten in den 1980er Jahren eine wahre Euphorie in wissenschaftlichen Kreisen aus. Im Jahr 1995 veröffentlichte John Brockman *'The Third Culture'*, in diesem Buch behauptet er, dass die Erforschung des Komplexen neue Metaphern schaffe, um uns selbst, unser Bewusstsein, das Universum und alle Dinge darin neu zu beschreiben. Die Komplexitätsforscher selbst bezeichnet Brockman als die neuen Intellektuellen, die Vertreter einer neuen *'dritten Kultur'* sind.

Brockman spielt damit auf zwei, 1959 veröffentlichte, Essays von C.P. Snow an, in denen er die intellektuelle Trennung der Naturwissenschaften und der Geisteswissenschaften beklagt. Die dritte Kultur sollte nach Snow die Kommunikations-Schwierigkeiten dieser beiden Gesellschaftspole überwinden.

Für Brockman spielt sich dieser, entgegen bei Snow fruchtbare, Dialog jedoch nicht zwischen Natur- und Geisteswissenschaften ab, sondern er findet direkt zwischen der Naturwissenschaft und der Öffentlichkeit, der Gesellschaft statt.

Die Naturwissenschaft wird zu einem neuen *'Grand Narrative'* im modernen Sinne erhoben; sie wird zur Metawissenschaft, während die Geisteswissenschaften in der Bedeutungslosigkeit verschwinden. Brockmans Reduktion der ganzen Welt auf die reine Naturwissenschaft ist jedoch unzureichend angesichts der Vielfalt der Wissenschaften und gesellschaftlichen Belange vor dem Hintergrund der Komplexität.

1.3. Bedeutung der Komplexität für die Landschaftsarchitektur

Begründet durch die Erkenntnis, dass Natur und Mensch prozesshaft strukturiert und ihre Entwicklungen nicht abgeschlossen sind, lässt sich eine eindeutige Tendenz weg vom konservierenden und restaurierenden Naturschutz hin zu einer offenen Naturentwicklung im Gesellschaftsdenken ablesen.

In der Anerkennung der Komplexität, der Prozessualität, der Unvorhersagbarkeit und der Relationalität des Systems Natur liegt der Schlüssel für eine offene Gestaltungsmöglichkeit unserer Umwelt und der Landschaft, denn die Natur selbst ist in ihren Ökosystemen offen für Einflüsse und reagiert und interagiert objektiv bzw. wertfrei in den ihr eigenen Systemen. So sind beispielsweise Ökosysteme offene Systeme, die Energie und Materie von außen beziehen und Entropie und transformierte Energie wieder abgeben, d.h. sie sind dissipative Strukturen. Ökosysteme sind komplex, sie haben verschiedene Elemente und Strukturen, die durch ein Netzwerk ökologischer Wirkungs- und Wechselbeziehungen miteinander verbunden sind, es finden also gleichzeitig Interaktionen zwischen Lebewesen und so genannten abiotischen Standortfaktoren statt. Biotische und abiotische Einzelfaktoren interagieren miteinander und verändern sich und passen sich an durch Sukzession und Evolution.

Bis heute werden Ökosysteme als *natürliche* Systeme begriffen und jegliche menschliche Aktivität wird als Eingriff in ein intaktes System verstanden, die Integration

des Menschen an sich, dessen Partizipation am Ökosystems evident ist, stellt immer noch eine große Herausforderung des menschlichen Kollektivbewusstseins dar. Der Mensch als 'anthropogener Faktor' muss unter allen Umständen in zukünftige Überlegungen der Ökosysteme mit einbezogen werden. Das Entwerfen selbst, stellt wie oben genannt, einen komplexen Prozess dar, der sich nicht nur auf architektonische Belange beschränkt, sondern eigentlich auf jegliche Gestaltung, sei es Recht, Wirtschaft, Medizin, Pädagogik etc. ausdehnt.

Der US-amerikanische Wirtschaftsnobelpreisträger Herbert Simon schreibt in diesem Kontext:

„Jeder ist Entwerfer, der Abläufe mit dem Ziel ersinnt, bestehende Situationen in erwünschte zu verwandeln.“⁹

Das legt die Erkenntnis nahe, dass hinter jedem Entwurf ein sinngerichteter Zweck steht und nicht bloß eine gestalterische Vorstellung in rein ästhetischer Hinsicht. Carl Steinitz von der Harvard University baut auf die Aussage von Simon auf und meint hierzu, landschaftsarchitektonische Entwürfe seien:

„[...] das Resultat eines anthropozentrischen Prozesses intentionaler Veränderungen, deshalb sind ihre Hauptziele und auch ihre Entscheidungskriterien, soziale Beziehungen. Es spielt daher keine Rolle, ob Entwerfen auf intentionale Veränderung oder intentionalen Schutz ausgerichtet ist, das

⁹ Simon, Herbert, 1994. *Die Wissenschaften vom Künstlichen*. Wien/New York, Springer, s.95 (Übersetzung der 1981 erschienenen, erweiterten Originalausgabe von „The Sciences of the Artificial“. Cambridge/MA. Ersterscheinung 1969.)

*primäre soziale Ziel bleibt immer die Veränderung menschlichen Lebens durch die Veränderung ihrer Umwelt und ihrer Prozesse, einschließlich ökologischer Prozesse."*¹⁰

Diese Definitionen von Ökosystem und Entwerfen lassen eine Kombination der Begriffe evident erscheinen, denn sowohl die Restaurierung bzw. Konservierung, also der Schutz von Naturschutzgebieten, als auch die Veränderung selbiger muss entworfen werden.

An dieser Stelle möchte ich ein Beispiel anführen, das die Anwendung der Komplexitätstheorie vor dem Hintergrund einer ökologischen Landschaftsarchitektur verdeutlicht.

Als 2001 die weltweit größte Mülldeponie auf *Staten Island*, New York, geschlossen wurde, wurde ein Wettbewerb zur Nachnutzung des kontaminierten Gebietes ausgeschrieben. Unter den Einsendungen wurde das Projekt des interdisziplinären Büros *Field Operations* unter der Leitung von James Corner zum Sieger gewählt. Die bestehende Situation des Geländes war gewissermaßen ein Paradebeispiel eines Modus II-Geflechtes, denn es galt ökologische, politische, kulturelle Fragen und die Probleme der chemisch-toxischen Kontaminierung des Bodens zu behandeln. Neben den Deponieflächen waren auch viele Einrichtungen des technischen Umweltschutzes dicht vorhanden, andererseits sind weite Gebiete von der Müllablagerung verschont geblieben, auf denen sich wertvolle Feuchtgebiete, Biotope und Fließgewässer entwickeln konnten.

¹⁰ Steinitz, Carl. *On Teaching Ecological Principles to Designers*. In: Johnson, Bart / Hill, Kristina, 2002. *Ecology and Design*. Washington, Island, s.232

Schon in der Vielzahl der auslobenden Institutionen ist der transdisziplinäre Charakter des Projektes erkennbar, beispielsweise waren hier das Stadtplanungsamt, das Amt für Parks und Erholung, für Gesundheitswesen und kulturelle Angelegenheiten sowie die *Municipial Art Society* an der Erstellung des Anforderungskatalogs beteiligt. Die Anforderungen selbst umfassten Gebiete wie Erholung, Deponiesicherheit, Umweltpädagogik, Feuchtgebietsschutz, Vogelschutz und Sport. Dem Projekt *lifescape* von Field Operations, so der Projekttitel, liegt der Gedanke einer Matrix zugrunde, bestehend aus Bändern (*threads*), Inseln (*islands*) und Oberflächen (*mats*). Das Zusammenwirken dieser Elemente soll der Erhöhung der ökologischen Vielfalt und der gleichzeitigen Intensivierung der Bewegung von Menschen, Wasser und Tieren dienen.

James Corner schreibt hierzu:

„Lineare Bänder steuern die Ströme von Wasser, Energie und Materie im Gebiet und injizieren neues Leben in ansonsten homogene Zonen. Flächiges Gewebe erzeugt ein flickenartiges Mosaik aus zumeist durchlässigen Oberflächen, um eine nachhaltige Bodenbedeckung, Erosionskontrolle und ursprüngliche Habitats zu erreichen. Bündelungen von Inseln bieten dichtere Gebiete für geschützte Biotope, Ausbreitungsquellen für Samen und Nutzungsangebote.“¹¹

Der Masterplan sieht eine Entwicklung in vier Phasen ohne endgültige Gestaltung vor, sodass während der einzelnen

¹¹ Corner, James et al. 2001, *Lifescape*. In: <http://www.nyc.gov/html/dcp/pdf/fkl/fien1.pdf> [12/2007], s. 7

Phasen flexible Anpassungen bzw. 'Selbstorganisationen' möglich sind. Die letzte Phase (*adaption*) sieht außerdem eine größere *Adaption* in den nächsten Jahrzehnten vor um auf eventuell veränderte Anforderungen reagieren zu können.

Das Spektrum an Anforderungen war so weit gefächert, dass während der Planungsarbeiten ein Team von Ingenieuren für Wasserbau, Verkehrswesen und technischem Umweltschutz, Biologen, Ökonomen, Kommunikationswissenschaftler, Lichtplaner, Pflanzen- und Feuchtgebietsökologen und Ornithologen zusammenarbeitete, somit stellt das Projekt *lifescape* sicherlich ein herausragendes Beispiel an Transdisziplinarität und Modus II-Wissensgenerierung vor dem Hintergrund der Komplexitätstheorie dar.

2. Landschaft

Intention dieser Arbeit ist es einen entwerferischen bzw. gestalterischen Umgang mit der 'Naturlandschaft Gletscher' zu erarbeiten. Die Bedeutung der Gletscher als Indikatoren für das Weltklima ist unbestritten. Vor dem Hintergrund beinahe täglicher Nachrichten über *Global Warming, Greenhouse Gases* und Umweltkatastrophen menschlichen Ursprungs, stellt sich die Frage ob ein Gletscher in unserer Wahrnehmung tatsächlich nur ein technisiertes Anzeigemedium des Klimas ist, ein objektivierter Indikator oder die '*letzte (unberührte) Naturlandschaft*', eine *Wildnis*, wie wir sie vielleicht gerne sehen möchten?

Was ist *Wildnis* eigentlich? Was ist *Natur* und was *Landschaft*?



Abb. 10, Wildnis

Der Begriff der Wildnis ist seit jeher negativ geprägt als das Unkontrollierbare, Unbezähmbare, das Unbewohnbare und Gefährliche, schon bei Martin Luther ist von der *'grausamen Wildnus'* zu lesen. Erst in der Zeit der Aufklärung vollzieht sich ein semantischer Wandel der Wortbedeutung, beispielsweise im Idealbild des *'edlen Wilden'* als Bezug zum verloren geglaubten Garten Eden sowie in den Begrifflichkeiten des natürlichen Schönen, des *'Wildromantischen'*.

In der antiken griechischen Philosophie hingegen, bei den Naturphilosophen und Platon, wird der Naturbegriff differenzierter betrachtet. Die Natur wird hier als die *Ordnung der Welt als Ganzes* gesehen, was wiederum das Verständnis einer systematischen Ordnung hinter den Dingen impliziert.

Sehen und Wahrnehmung

Als der italienische Dichter und Geschichtsschreiber Francesco Petrarca 1336 den *Mont Ventoux* bestieg, betrachtete er am Gipfel die umliegende Landschaft während er in den *confessiones* des Kirchenvater Augustinus blättert. In diesem Augenblick besinnt sich auf sich selbst als Mensch. In diesem ästhetischen Naturerlebnis und der Besinnung auf sein Menschsein sieht Petrarca seine Bekehrung bzw. einen Wendepunkt. Fortan betrachtete er die Welt nicht mehr, wie im Mittelalter verbreitet, als finstere und feindlich gesinnte

Zwischenstation des Jenseits sondern er sieht in der Natur eine Synthese aus Ästhetik und Kontemplation.

„Und es gehen die Menschen hin, zu bestaunen die Höhen der Berge, die ungeheuren Fluten des Meeres, die breit dahinfließenden Ströme, die Weite des Ozeans und die Bahnen der Gestirne und vergessen darüber sich selbst.“¹²

In der Beobachtung wird die Landschaft, bei Petrarca, zur Natur. Oder umgekehrt: Wird die Natur durch Beobachtung zur Landschaft? Dieser Frage möchte ich hier auf den Grund gehen: Was ist Landschaft eigentlich und wie nehmen wir sie wahr?

Die meisten Menschen würden die Landschaft, in der sie leben, im Wesentlichen als 'schön', 'einzigartig' oder ähnliches beschreiben, doch diese Beschreibungen sind subjektiver Natur und für eine wissenschaftliche Definition in diesem Sinne unbrauchbar, denn wir benutzen in der Alltagssprache den Begriff *Landschaft* eigentlich ohne seine wahre Bedeutung zu kennen. In den meisten einschlägigen Texten zur Landschaftstheorie lassen sich jedoch zwei unterschiedliche Bedeutungsstränge des Landschaftsbegriffes erkennen, einerseits die *regio* als politisch-räumliche Dimension und andererseits die *Szenerie*, die die bildhafte Idealvorstellung einer Landschaft konstatiert, durchaus mit dem Idyll *Arkadiens* vergleichbar, das ein idealisiertes Mensch-Natur Verhältnis transportiert. Eine eindeutige Definition für Landschaft zu finden stellt sich als ebenso

¹² Augustinus von Hippo. *Confessiones X, 8*. In: http://de.wikipedia.org/wiki/Francesco_Petrarca, [04/2010]

schwierig wie vielfältig heraus, John Brinckerhoff Jackson (1909-1996), der Historiker und Herausgeber der Zeitschrift *landscape*, formulierte als einer der Ersten in der Landschaftstheorie eine Definition von Landschaft.

Eine zentrale Frage, die sich Jackson dabei stellte, wie man das *Konzept Landschaft* definieren kann, nicht das Phänomen oder die Umwelt, sondern die Landschaft als objektive Begriffsbestimmung führte ihn zur Idee einer *prototypischen Landschaft*, genauer gesagt, einer Landschaft als Ursprungsidee, von der sich jeder beliebige Landschaftstyp ableiten lässt.

Zur Übersichtlichkeit unterschied Jackson in die Typologien *Landschaft Eins*, *Landschaft Zwei* und *Landschaft Drei*, denen er verschiedene Eigenschaften zuschrieb.

2.1. Landschaft Eins - vernakuläre Landschaft (L1)

Der Terminus *vernakulär* stammt aus dem lateinischen *vernaculus* und beschreibt das Adjektiv 'einheimisch' bzw. 'selbst erfunden'; Jackson selbst führt diesen Begriff ein. Die vernakuläre Landschaft stellt einen Landschaftstypus dar, der geprägt ist durch Inhomogenität und die totale Absenz einer politischen Organisation des Raumes. Grenzen, und somit mögliche Besitzverhältnisse sind unklar oder durch die Alltäglichkeit des Lebens bestimmt. Die Landschaft Eins ist klein, mit unregelmäßiger Form und ihre Größe und Ausdehnung

verändert sich schnell, wie auch ihre Besitzverhältnisse. Sie ist ein, so Jackson:

„[...] buntes Areal von kleinen Dörfern und dazugehörigen Feldern, vergleichbar mit Inseln in einem Meer von Ödland und Wildnis, die sich von Generation zu Generation verändern. Es sind Landschaften, deren Bewohner keine Monumente hinterlassen, sondern nur Zeichen des Aufgebens oder Erneuerns.“¹³

Der letzte Teil des Zitats deutet auf ein weiteres Charakteristikum der Landschaft Eins hin; die Zeichen des Aufgebens oder Erneuerns sind offensichtlich keiner übergeordneten Gestaltung einer Landschaft zuzuordnen, sie sind Indikatoren für Mobilität und Wandel, jedoch keineswegs im Sinne eines zielgerichteten Wandels. Die vernakuläre Landschaft ist durch alltägliche Sitten und Gebräuche entstanden und neigt, wie oben angedeutet, zu provisorischen Zwischenlösungen.

Jackson erwähnt jedoch eine weitere Bedeutungsvariante des Vernakulären und leitet den Begriff vom lateinischen *verna* her, der 'einen im Hause des Herrn geborenen Sklaven' bezeichnet. Später verstand man darunter Einheimische, Menschen, die einer regelmäßigen Arbeit in einem Dorf oder Landgut nachgingen und deren Wirkungsbereich sich auf dieses beschränkte. Der Begriff *vernakulär* bezeichnet also ein durch rurale Sitten und Gebräuche geprägtes soziales Umfeld einer Gruppe oder Großfamilie, deren Identität nicht, wie bei

¹³ Jackson, John Brinckerhoff 1984. *Landschaften. Ein Resümee*. In: Franzen B./Krebs S. (Hg.) 2005. *Landschaftstheorie. Texte der Cultural Landscape Studies*, Köln, Walther König, s.36

Feudalherren, im Großgrundbesitz verankert liegt, sondern in der Zugehörigkeit zu dieser Gruppe selbst.

2.2. Landschaft Zwei (L2)



Abb. 11, Nicolas Poussin: Die Hirten von Arkadien

Die eng mit der Renaissance verknüpfte Landschaft Zwei ist in vielerlei Hinsicht das genaue Gegenteil der Landschaft Eins; sie ist nicht, wie vernakuläre Landschaften, ein Nebeneinander von unterschiedlich genutzten Räumen, sondern sie ist homogen und genau definiert durch Hecken und Mauern, unabhängig ob sie im ländlichen oder urbanen Gebieten zu finden ist; ein englischer Landschaftsgarten kommt als Beispiel am nächsten, denn der barocke Landschaftsgarten ist Projektionsfläche des unerreichten Idyll Arkadiens. Die Inszenierung der Landschaft, als ein durch Menschenhand geschaffenes Kunstwerk, verbindet das Nützliche mit dem Schönen. Vernakuläre Agrarflächen wurden in die Gärten einfach integriert und somit Teil des prolongierten einheitlichen Gestaltungsprinzips.

Vor dem Hintergrund eines entwicklungsgeschichtlichen Fortschritts wird die vernakuläre Landschaft durch die Errichtung von Schlössern, Herrenhäusern, der Gründung bürgerlicher Städte und dem Bau von Feudalstrassen oder Alleen wenigstens partiell überlagert, die Landschaft wird verdichtet, so sind also in politischen Landschaften auch Strukturen der Landschaft Eins verborgen.



Abb. 12, Prachtallee Montmatre, Paris

In soziokultureller Hinsicht bedeutet Landschaft Zwei Stabilität und Exklusivität. Jackson definiert als das zentrale Charakteristikum jedoch:

„[...] den Glauben an die Heiligkeit des Ortes. Der Ort markiert sowohl topografisch als auch sozial dauerhafte Position, die uns Identität verleiht. Dementsprechend ist es die Funktion des Raumes, uns sichtbar zu machen, zu verwurzeln und Mitglieder einer Gesellschaft werden zu lassen. Land in der Landschaft Eins bedeutete Zugehörigkeit zu einer arbeitenden Gemeinschaft; es war das temporäre Bild sozialer Beziehungen. In Landschaft Zwei bedeutet Land Besitz, Beständigkeit und Macht.“¹⁴

Aus ästhetischer Sicht ist die Landschaft Zwei zweifelsohne der erfolgreichste Typus, von Künstlern und Architekten bis ins Heute kopiert, interpretiert und verinnerlicht als Ideallandschaft des Idylls, der Erholung und der Schönheit, die wir in einer technisierten Gesellschaft suchen um unsere Verbindung zur Natur zu fühlen.

Steht nun die Landschaft Zwei für Stabilität, Verwurzelung und Identität des Menschen, so befinden wir uns heute vor den Ruinen Arkadiens. Im 20. und 21. Jahrhundert lässt der 'beiläufige' Umgang mit Räumen der Landschaft Zwei das Ende dieses Typus erkennen. Die o.g. *Heiligkeit des Ortes* von Räumen der Landschaft Zwei wird temporären Umnutzungen geopfert, Fastfood-Restaurants, die nach einem Jahr wieder abgerissen werden, Wohnwagenparks (in den USA),

¹⁴ Jackson, John Brinckerhoff 1984. *Landschaften. Ein Resümee*. In: Franzen B./Krebs S. (Hg.) 2005. *Landschaftstheorie. Texte der Cultural Landscape Studies*, Köln, Walther König, s.37 f.

landwirtschaftliche Anbauprodukte, die sich je nach Lage des Weltmarkts jährlich verändern, Kirchen werden als Eventlocations oder als Wohnraum adaptiert, in dicht bewohnten Städten findet man riesige Baulücken und in ruralen Bereichen dichte Industrieanlagen, das Ende der Homogenität.

Diese Veränderungen sind Spiegelbild einer Weiterentwicklung der Gesellschaft: man ist nicht mehr verwurzelt und bearbeitet ein Stück Land. Mobilität und Veränderung sind die evidenten Zeichen des 21. Jahrhunderts. Einziges Erbe der Landschaft Zwei sind die Bewunderung der Natur und der Wille sie zu Erforschen, aber auch das Festhalten an Althergebrachtem, das die Entstehung einer wirklich ausgeglichenen Landschaft Drei behindert.



Abb. 13, Trailerpark Staten Island

2.3. Landschaft Drei (L3)

Unsere Lebensweise veränderte sich grundlegend, die meisten Menschen leben in Städten, betreiben keine Landwirtschaft mehr und ihre Identität hängt nicht mehr vom Landbesitz ab, vergleichbar der eines Bauern der Landschaft Eins. War noch die Landschaft Zwei geprägt von sozialen Gemeinschaften und der Schwierigkeit in eine solche integriert zu werden (vgl. *Zunftwesen*), so ist es erstaunlich wie schnell sich heute einzelne Gesellschaftsgruppen verändern und anpassen können oder müssen, denn aufgrund der wirtschaftlichen und (kultur-)politischen Entwicklungen einer globalisierten Welt stehen wir heute vor einer völlig neuen

demographischen Situation. Wirtschaftlich und politisch motivierte Migration, klimatische Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts, wie die Ausdehnung der Wüstengebiete, der Temperaturanstieg in ohnehin schon sehr heißen Regionen und die damit verbundene Abwanderung, sind nur einige Beispiele, die zur demographischen Veränderung beitragen.

Die Europäische Landschaftskonvention (ELC) vom 20.10.2000 in Florenz hat einen gemeinsamen Nenner zur Definition des Landschaftsbegriffes gefunden:

„Landscape means an area, as perceived by people, whose character is the result of the action and interaction of natural and/or human factors.“¹⁵

Interpretiert man diese Aussage, bedeutet Landschaft einerseits Außenraum, andererseits wird Landschaft vom Menschen genutzt und geschaffen und, Landschaft als ein Wahrnehmungskonzept betrachtet, verbindet heterogene Einzelteile. Diese Definition besitzt, auch vor dem Hintergrund der Komplexitätstheorie, durchaus Affinität zu der von J.B. Jackson, dessen Definition folgende ist:

„For it says that a landscape is not a natural feature of the environment but a synthetic space, a man-made system of spaces superimposed on the face of the land, functioning and evolving not according to natural laws but to serve a community - for the collective character of the landscape is

¹⁵ European Landscape Convention (ELC) 20.10.2000, Florence. Chapter 1, Article 1, a. In: <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/176.htm>, 20.08.2008

one thing that all generations and all points of view have agreed upon."¹⁶

Eine bildhafte Vorstellung von Landschaft ist also nicht mehr zeitgemäß, denn sie wäre permanenter Veränderung unterworfen. Die Landschaft Drei ist konstituiert aus Einzelkomponenten, die in unterschiedlichem räumlichen und historischen Kontext stehen und sozusagen emergent sind, d.h. durch die Vernetzung von Einzelteilen entstehen neue Systeme höherer Ordnung.

Mit der sozial- und kulturpolitischen Weiterentwicklung der Gesellschaft und des *modernen Prinzips der Fortschrittsgläubigkeit* werden Mobilität und Wandel zu einem beinahe übergeordneten Prinzip erhoben. Die topografischen Vernetzungen durch Eisenbahn, Autobahnen, Flughäfen etc. sind heute bereits eine Selbstverständlichkeit bzw. Notwendigkeit des alltäglichen Lebens. Temporärgemeinschaften, so genannte *Seilschaften* lösen lebenslange Bindungen an einen Ort oder an einen Menschen der Landschaften Eins oder Zwei ab, das Dorf als soziales Zentrum wird bedeutungslos.

Nach Jackson sind wir von den alten politischen Verfahren abgerückt, mit deren Hilfe Orte geschaffen wurden, denn
„[...] um eine neue Gemeinde entstehen zu lassen, müssen heutzutage nur ein paar Familien ihrem Bedürfnis nach Geselligkeit folgen und zusammen dorthin gehen, wo

¹⁶ Jackson, John Brinckerhoff /Edited by Helen L. Horowitz 1997. *Landscape in Sight. Looking at America*. New Haven and London, Yale University Press, s.305

grundlegende öffentliche Dienstleistungen angeboten werden."¹⁷

Jackson konstatiert sogar, die Landschaft Drei würde in Wahrheit gar kein Ort mehr sein, sondern ein soziales Gefüge: *„Wenn wir über die Bedeutung des Ortes sprechen, die Notwendigkeit, an einem bestimmten Ort zu Hause zu sein, dann meinen wir als Bewohner der Landschaft Drei mit dem Ort nicht einfach die natürliche Umwelt, sondern die Menschen, die dort leben.“*¹⁸

Zusammenfassend kann man sagen, dass Landschaften sowohl durch die Topografie und durch politische Entscheidungen, beispielsweise die Regelung von Besitzverhältnissen, Infrastrukturen, Bezirks- und Gemeinde-Grenzen etc., geprägt werden, als auch durch die Bedürfnisse der einheimischen Bevölkerung, wie Erwerbstätigkeit, Erholung, soziale Kontakte und der Nähe zur Natur. Diese Funktionsanforderungen der Bevölkerung muss im Prinzip jede Landschaft erfüllen, nach Jackson sind sie deshalb alle *„[...] im Grunde Versionen der einen ursprünglichen Idee von Landschaft.“*¹⁹

¹⁷ Jackson, John Brinckerhoff 1984. *Landschaften. Ein Resümee.* In: Franzen B./Krebs S. (Hg.) 2005. *Landschaftstheorie. Texte der Cultural Landscape Studies*, Köln, Walther König, s.42

¹⁸ Jackson, John Brinckerhoff 1984. *Landschaften. Ein Resümee.* In: Franzen B./Krebs S. (Hg.) 2005. *Landschaftstheorie. Texte der Cultural Landscape Studies*, Köln, Walther König, s.42

¹⁹ Jackson, John Brinckerhoff 1984. *Landschaften. Ein Resümee.* In: Franzen B./Krebs S. (Hg.) 2005. *Landschaftstheorie. Texte der Cultural Landscape Studies*, Köln, Walther König, s.43

Aus ästhetischer Sicht ist uns das Bild von Landschaft abhanden gekommen, dem wir in der Landschaft zwei nacheiferten. Es gibt diesen Idealzustand nicht mehr, den ein Landschaftsbegriff im Sinne dieses Landschaftstypus verkörpern könnte. Jackson postuliert ein *erweitertes Feld der Landschaftsarchitektur*, das über jenes der Landschaft zwei hinausreicht und eine komplexe Sichtweise der gegenwärtigen Natur in ihrer Prozesshaftigkeit und Dynamik anerkennt. Die Prozessualität muss gestaltet werden und nicht ein veraltetes Bild von Landschaft bewahrt werden.

„Landschaft ist nicht Szenerie, sie ist nicht eine politische Einheit; sie ist nicht mehr als eine Sammlung, ein System menschengemachter Räume auf der Erdoberfläche. Egal, welche Form oder Größe sie hat, sie ist niemals nur ein natürlicher Raum, ein Bestandteil der natürlichen Umwelt; sie ist immer künstlich, immer synthetisch, immer unvorhersehbaren Veränderungen unterworfen. Wir gestalten sie und brauchen sie, denn jene Landschaft ist der Ort, wo wir unsere eigene, menschliche Organisation von Raum und Zeit etablieren. Dort werden die langsamen, natürlichen Prozesse von Wachstum, Reife und Verfall bewusst untergeordnet und durch menschliche Geschichte ersetzt.“²⁰

²⁰ Jackson, John Brinckerhoff 1984. *Landschaften. Ein Resümee*. In: Franzen B./Krebs S. (Hg.) 2005. *Landschaftstheorie. Texte der Cultural Landscape Studies*, Köln, Walther König, s.43

3. Gletscher

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der topographischen und historischen Aufarbeitung von Gletscherlandschaften im Alpenraum und des Morteratschgletscher (Schweiz). Dies dient als Grundlage für ein besseres Verständnis dieses komplexen Systems, denn die Gletscher stellen im hydrologischen und klimatischen Kreislauf der Erde einen wichtigen Faktor dar, da sie ob ihres Schmelzverhaltens (*Global Warming*) nicht nur sensible Indikatoren des Weltklimas sind, sondern unter Anderem auch als die größten Süßwasserspeicher der Welt gelten.

Entstehung von Gletschern

Zur Entstehung von Gletschern ist grundsätzlich eine langfristig niedrige Lufttemperatur notwendig, und es muss mehr Schnee fallen, als wieder abtaut, oder anders formuliert, die *Ablation* (Abschmelzen) muss geringer sein als die *Akkumulation* (siehe unten).

Ein Gletscher entsteht durch den Aufbau von Schneemassen, die sich durch mechanischen Druck bzw. durch Abschmelzen und erneutes Gefrieren in Eis verwandeln (*Metamorphose*). Gletscher bestehen prinzipiell aus einem Nährgebiet, auch *Akkumulationsgebiet* genannt, und einem Zehrgebiet bzw. *Ablationsgebiet*, wobei diese Teile nicht geschlossen und zusammenhängend sein müssen.

Die erforderliche Höhenlinie, dass überhaupt Schnee fällt, nennt man die klimatische Schneegrenze, d.h. diejenige Höhenlinie, an der sich Ablation und Akkumulation, im langjährigen Mittel, die Waage halten. Diese Höhenlinie kann aufgrund topographischer Faktoren, wie Beschattung oder exponierte Sonnenlage, lokal um mehrere hundert Meter vom eigentlichen statistischen Mittelwert der jeweiligen Region abweichen, in diesem Zusammenhang spricht man dann von der so genannten *orographischen* Schneegrenze.

Die Metamorphose

Durch die Akkumulation, also dem Eintrag von Schneemassen, wird ein Gletscher aufgebaut; in der Tiefe des Gletschers steigt der Druck der, darüber liegenden, Schneemassen immer höher an, die Luft wird aus dem Schnee hinausgepresst und er gefriert. Diesen Prozess bezeichnet man als Druckmetamorphose. Besitzt etwa Neuschnee noch ein Luftvolumen von ca. 90 % der Masse, hat Gletschereis nunmehr ca. 2 % Luftanteil im Eis, der Luftanteil ist also abhängig von der Mächtigkeit der Gletscherdicke.

Aufgrund der höheren Lufttemperatur kann Material an der Oberfläche von temperierten Gletschern, also Gletschern in wärmeren Regionen, leichter abschmelzen und erneut gefrieren. Es bilden sich hierbei kleinere Eiskristalle, wodurch hier und in den Vorstufen des Eises (Firn) eine leichte Bewegung möglich ist und Luft noch leichter freigesetzt werden kann,

als in den tiefer liegenden Bereichen. Diese 'kleinen' Metamorphose finden innerhalb eines Tageszyklus statt, ohne die, bei der Druckmetamorphose üblichen, Zwischenstufen der Eisbildung zu durchlaufen.

Grundsätzlich werden nur sich bewegende Eismassen als Gletscher bezeichnet, wobei man zwischen zwei Arten der Bewegung unterscheidet: Das *Deformationsfließen*, bei dem orografisch höher liegende Teile des Gletschers eine Schubspannung auf die tiefer liegenden Teile ausüben, wobei der ansteigende Druck durch eine Fließbewegung abgebaut wird. Dabei bewegt sich die Eismasse jedoch nicht homogen, sondern in Abhängigkeit der Bewegungsfreiheit der einzelnen Eiskristalle des Gesamtgefüges. An den Flanken und an der Gletschersohle friert das Eis oft an das umgebende Gestein fest und kann sich somit nicht bewegen, so ist die Fließgeschwindigkeit an der Oberfläche höher, als an der Sohle und an den Seiten niedriger, als in der Mitte des Gletscherfeldes. Eine andere Art der Bewegung stellt das so genannte *basale Gleiten* dar.

Aufgrund der Anomalie des Wassers kann Eis trotz niedriger Temperaturen bei ausreichend hohem Druck in den flüssigen Aggregatzustand übergehen. Ist der Druck des Gletschers, durch seine Masse, bei der Temperatur des Eises hoch genug um ein Aufschmelzen zu bewirken, so kann der ganze Abschnitt eines Gletschers auf diesem Wasserfilm entlang gleiten. Dabei wird Druck abgebaut und das Wasser gefriert erneut bis wiederum genug Druck aufgebaut werden kann um diesen Vorgang zu wiederholen.

Basales Gleiten ist somit eine periodisch auftretende Bewegung, im Gegensatz zum Deformationsfließen. Das basale Gleiten tritt nur bei so genannten 'temperierten' Gletschern auf, während in kaltbasalen Gletschern die Eistemperatur zu niedrig ist um bei dem vorhandenen Druck ein Aufschmelzen zu bewirken.

Das Gletschervorfeld

Das Gletschervorfeld unterscheidet sich durch seine geringe Vegetation maßgeblich von der umliegenden Landschaft, denn nach dem Eisrückgang können erosive Kräfte, wie Wind, Niederschlagswasser und Frost verstärkt angreifen. Aufgrund der Bewegung des Gletschers entstehen am Gletschergrund entlang der Fließrichtung Rundhöcker und so genannte *Gletscherschrammen* am Relief. Das Vorfeld schließen talabwärts die *Endmoränen* ab, meist um 1850 entstanden, der Hochstandsphase.

Nach dem Rückgang des Gletschers entsteht in dieser *Restlandschaft*, einem Geröll- und Schotterfeld, ein neues Ökosystem, das einer raschen und ständigen Veränderung unterworfen ist. Die Vegetation besteht zu Anfang nur aus inselartigen Ansiedlungen hoch spezialisierter Pionierpflanzen, die sich später auch flächendeckend ausbreiten. Ein sukzessiver Vorgang, an dessen Ende sich die Vegetation auf die entsprechende Höhenstufe einstellt. Siedlungsfähige Pionierpflanzen sind beispielsweise das Alpen-Leinkraut (*Linaria Alpina*), Fetthennen Steinbrech

(*Saxifraga aizoides*), die Jochkamille (*Achillea Moschata*), das einblütige Hornkraut (*Cerastium Uniflorum*) und der Alpensäuerling (*Oxyria Dygina*).

Im Gletschereis mitgeführtes Gesteinsmaterial verschiedenster Korngrößen, von feinem Ton bis zu mehrere Meter große Findlinge, so genanntes Moränenmaterial oder Geschiebe, können im Relief deutliche Spuren hinterlassen, wie z.B. Moränen, Rundbuckel, Gletscherschrammen, Schotterflächen (Sander), Toteis und Orgelpfeifen.

In den Rückzugsphasen der Gletscher aperten Geschiebe aller Größen aus der zurückweichenden Gletscherzunge aus, dazwischen transportiert der Gletscherbach, der aus dem Gletschertor austritt und eine milchig trübe Farbe aufweist, Schotter, Kiese und Sander ab. Durch die Mäandrierung und die allmähliche Verlandung des Areals bilden sich die typischen *Trompetentälchen* oder Toteisflächen aus, vom Gletscher isolierte Eisflächen bilden nach ihrem Abschmelzen so genannte *Orgelpfeifen*.

Die Gletscherspalten

Gletscherspalten sind meist reliefbedingt und haben die verschiedenen Formen, wie *Ogiven*, *Sêracs*, Quer- und Längsspalten, sie gelten als Indikatoren für den Untergrund. Diese typischen Formen sind hier kurz beschrieben:

- Querspalten: Längsdehnung der Oberfläche; der vordere (tiefere) Teil kann schneller fliesen, als der höher liegende Teil des Gletschers, man nennt dies auch '*extending flow*'.

- Längsspalten: Querdehnung der Oberfläche, tritt häufig bei Vorlandgletschern auf, die aus einem engen Tal in eine weite Fläche fliesen.
- Ogiven: konvexe Bogenform, die nach dem gotischen Stilelement benannt sind. Bildung von Ogiven erfolgt umgekehrt zu Querspalten, indem das Eis zusammengestaucht wird (*compressive flow*).
- Sèracs: Eistürme entstehen durch das Zusammenwirken von Längs- und Querdehnung.

Die Gletschertypen

Im Folgenden möchte ich der Vollständigkeit halber die bekannten Typen von Gletschern in alphabetischer Reihenfolge anführen:

- Auslassgletscher: Sie bilden sich am Rand von Eiskappen oder Eisschilden wenn das Eis durch relativ schmale, reliefbedingte Auslässe fliesen muss.
- Eisstromnetz: Wenn Talgletscher so stark anwachsen, dass sie die Talscheide überfließen. Die Bewegung des Eises ist dennoch vom Relief abhängig.
- Hanggletscher: Meist vergleichsweise kleine Gletscher an einem Berghang. Meist keine Zungenbildung, brechen über eine Wandstufe ab (Eisbalkon). Ein Extremfall hierfür ist der Hänggletscher mit einer Neigung von über 40°.
- Inlandeis/Eisschild: größter Gletschertypus überhaupt. Eismassen, die so groß werden, dass sie das Relief

vollständig überdecken und sich auch weitgehend unabhängig vom Untergrund bewegen (Grönland, Antarktis)

- Kargletscher: Eismassen geringer Größe, sonnengeschützt in einer Mulde, dem so genannten Kar. Kargletscher haben keine deutlich ausgebildete Zunge und sind oft Hängegletscher oder in tieferen Regionen als Talgletscher anzufinden.
- Lawinengletscher: liegen unterhalb der Schneegrenze und besitzen daher kein Akkumulationsgebiet. Lawinengletscher liegen meist im Schutz großer sonnen abgewandter Bergwände und werden ausschließlich von abgehenden Lawinen gespeist, daher kommen sie noch sehr weit unter der Schneegrenze vor. Trotz ihrer geringen Größe zeigen sie alle typischen Merkmale von Gletschern (Eisbewegung, Gletscherspalten, ...)
- Vorlandgletscher: Bilden sich in Bergketten vor gelagerten Ebenen. Eismassen, die sich aus Tälern vorschieben breiten sich ring- bzw. fächerförmig im vorgelagerten Flachland aus (Bsp. Malaspinagletscher in Alaska)
- Plateaugletscher/Eiskappe: kleines Inlandeis begrenzt auf Hochplateaus.
- Talgletscher: Eismassen, die ein deutliches Einzugsgebiet besitzen und sich unter Einfluss der Schwerkraft ins Tal bewegen. Talgletscher stellen ca. 1 % aller Gletscher dar. (Bsp. Fedtschenkogletscher im Pamir mit 78 km, Kahiltzagletscher am Mount McKinley mit 77 km, Baltorogletscher im Karakorum mit 57 km)

3.1. Gletschergeschichtlicher Überblick

Postglaziale Gletscherschwankungen

Im Quartär, der Zeitraum vor ca. 2,59 Millionen Jahren bis zur Gegenwart, wechselten sich mehrere Kaltzeiten, die *Glaziale*, mit Warmzeiten, den *Interglazialen*, ab. Diese Schwankungen gingen mit Gletschervorstößen bzw. Rückgängen einher. Derzeit sind sechs Vereisungsphasen im Alpenraum wissenschaftlich gesichert, die Biber-, Donau-, Günz-, Mindel-, Riss- und Würmkaltzeit.

Im Zeitraum vor ca. 17.000 - 10.000 Jahren wurde im gesamten Alpenraum eine generelle Erwärmungsphase mit dem einhergehenden Gletscherrückgang nachgewiesen während sich etwa im gleichen Zeitraum die Vegetation und Bewaldung sukzessive wieder auszubreiten begann. Im Zuge dieser Erwärmungsphase kam es jedoch immer wieder zu kurzzeitigen Abkühlungen die ein neuerliches Absinken der Schneegrenze zur Folge hatten. Damit verbunden war wiederum die Regeneration der Gletscherflächen, die durch Funde von Moränenresten und anderen Sedimenten am Gletscherrand bestätigt sind.

Den Zeitraum zwischen dem Ende des 16. Jahrhunderts bis ca. 1850 bezeichnet man als die *Gletscherhochstandsphase der Neuzeit* bzw. als *kleine Eiszeit*, die die letzte große zusammenhängende und länger andauernde Phase von wiederholten Gletschervorstößen darstellt.

Die Klimagunstperiode des Hochstandes von 1850 begann bereits gegen Ende des 13. Jahrhunderts, die Gletscher wuchsen stetig

an und gelangen um 1350 einen vorläufigen Hochstand. Es folgt eine wärmere Phase im 15. Jahrhundert und die Gletscher erreichen den bislang endgültigen Höchststand um 1850. Diese Klimagunstperiode wird als das *Postglazial*, als *Gletscherhochstandsphase der Neuzeit* bezeichnet und unterteilt sich in mehrere Vorstöße unterschiedlichen Ausmaßes in den Jahren 1600-1640, 1720, 1780, 1820 und der fünfte Vorstoß von 1850 (vorläufiger Höchststand) stellt den Abschluss einer seit 600 Jahren andauernden *gletschergünstigen* Periode dar.

Globaler Klimawandel

Nach dem IPCC Bericht 02/2007 (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) gehören elf der letzten zwölf Jahre (1995-2006) zu den zwölf wärmsten Jahren, seit dem Beginn der instrumentellen Messung der globalen Erdoberflächentemperatur (1850).

Gletscher sind aufgrund ihrer hohen Sensibilität ob Temperatur- und Niederschlagsänderungen, Indikatoren für den globalen Klimawandel. Durch das stetige Abschmelzen der Gletscher werden bis dato unbekannte Gefahrenquellen plötzlich evident, wie die Bildung von Gletscherseen im Hochgebirge, die aufgrund ihres hohen Wasserstands enorme Gefahren für tiefer liegende Täler in Form von Damnbrüchen, Murenabgängen, Überschwemmungen darstellen; beispielsweise sind im Himalajagebiet derzeit 44 Gletscherseen eine direkte Bedrohung für angrenzende Siedlungen.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts bis ca. 1975 sind nach globalen Schätzungen in Etwa ein Drittel der Flächen und die Hälfte des Volumens der Gletscher abgeschmolzen; von 1970 bis heute wiederum 20-30% des damaligen Volumens. Der erwartete Stand von 2025 ist bereits zum heutigen Zeitpunkt erreicht.

An dieser Stelle einige Beispiele:

Seit Beginn der Beobachtungen 1912 verlor der Kilimandscharo (5895m) bereits mehr als 80 % der ursprünglichen Eismasse. Der jährliche Verlust ist mit ca. 1/2m an Dicke zu schätzen. In Patagonien beträgt der Verlust an Eismasse lt. Angaben von Greenpeace ca. 40 km³ pro Jahr.

Doch nicht nur einzelne Regionen sind betroffen, das Abschmelzen der Gletscher hat globale Folgen:

- **Anstieg des Meeresspiegels:** lt. dem IPCC Bericht 02/2007 ist die durchschnittliche Temperatur des Weltozeans in Tiefen bis zu 3000m angestiegen und der Ozean absorbierte mehr als 80 % der dem Klimasystem zugeführten Wärme, dieser Wärmeeintrag führt unmittelbar zu einer Ausdehnung des Wassers und somit zu einem Anstieg des Meeresspiegels, ebenso wie die Verluste der Eisschilde in Grönland und Antarktis. Der mittlere globale Meeresspiegel ist von 1961 bis 2003 mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 1,8 mm pro Jahr angestiegen, zum Vergleich stieg die Geschwindigkeit zwischen 1993 und 2003 auf ungefähr 3,1 mm pro Jahr an (Quelle: IPCC 02/2007).

Ursache des Meeresspiegelanstiegs	Geschwindigkeit (mm pro Jahr) 1961 - 2003	Geschwindigkeit (mm pro Jahr) 1993 - 2003
Thermische Ausdehnung	0,42 ± 0,12	1,6 ± 0,5
Gletscher und Eiskappen	0,50 ± 0,18	0,77 ± 0,22
Grönländischer Eisschild	0,05 ± 0,12	0,21 ± 0,07
Antarktischer Eisschild	0,14 ± 0,41	0,21 ± 0,35
Summe der individuellen Klimabeiträge zum Meeresspiegelanstieg	1,1 ± 0,5	2,8 ± 0,7
Beobachteter gesamter Meeresspiegelanstieg	1,8 ± 0,5	3,1 ± 0,7
Differenz (Beobachtungen minus der Summe der geschätzten Klimabeiträge).	0,7 ± 0,7	0,3 ± 1,0

Quelle; IPCC Bericht 2007

- **Die Bildung von Gletscherseen in Gebirgsregionen:** Im Jahr 2002 wurde von der UNEP eine Studie zur Bedrohung durch Flutkatastrophen durch schmelzende Gletscher im Himalajagebiet veröffentlicht, die besagt dass derzeit 44 Gletscherseen aufgrund ihres hohen Wasserstands eine direkte Bedrohung für die tiefer liegenden Täler darstellen

(Dammbrüche), Warnsysteme wie Dauerbeobachtung fehlen zur Gänze.

- **Eisschwund in Arktis und Antarktis:** lt. der „Gesellschaft für ökologische Forschung e.V.“, München, würde der Meeresspiegel um ca. 7,0 m steigen, wenn Grönland eisfrei wird. Der Temperaturanstieg an den Polkappen ist um das 2-3 fache höher als im globalen Mittel und das Nordpolarmeer könnte in 50-70 Jahren eisfrei werden. Diese Behauptung wird durch den IPCC Bericht 02/2007 untermauert:

„Die durchschnittlichen Temperaturen in der Arktis sind in den letzten 100 Jahren fast doppelt so schnell gestiegen wie im globalen Mittel.“²¹

Zusätzlich oder als direkte Folge der Erderwärmung sind in den letzten Jahren immer wieder große Eisflächen abgebrochen und schwimmen nun als Eisberge im südlichen Polarmeer oder bilden Barrieren zum offenen Meer, was wiederum das Ökosystem der Polarregion bedroht.

- Abgase durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe führen zu veränderten luftchemischen Reaktionen, saurer Regen ist eine der Folgen; Gletscher fungieren sind nicht nur als Klimaarchiv, sondern sind auch ein Speicher der industriellen Verschmutzung. Beim Abschmelzen der Eismasse kommen diese industriellen Gifte wieder zum Vorschein.

²¹ IPCC 2007: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC), Solomon, S., D. Quin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor und H.L. Miller, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA. Deutsche Übersetzung durch ProClim-, österreichisches Umweltbundesamt, deutsche IPCC-Koordinationsstelle, Bern/Wien/Berlin, 2007.

-
- Luftverschmutzung in Form von Feinstaub und Ruß: In diesem Zusammenhang spricht man von einer Abnahme der Albedo, dem Reflexionsmaß weißer Oberflächen; die weiße Oberfläche des Gletschers reflektiert die Sonneneinstrahlung nahezu vollständig. Ist diese verschmutzt und somit dunkler, nimmt das Eis mehr Wärme auf und schmilzt in direkter Folge des Schmutzeintrags.
 - Die Schwächung der Ozonschicht durch FCKW Gase (Treibhausgase), durch die die kurzwellige und somit 'wärmere' UV Strahlung zunimmt und das Abschmelzen der Gletscher beschleunigt.

„Die globalen atmosphärischen Konzentrationen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas sind als Folge menschlicher Aktivitäten seit 1750 markant gestiegen und übertreffen heute die aus Eisbohrkernen über viele Jahrtausende bestimmten vorindustriellen Werte bei Weitem. Der weltweite Anstieg der Kohlendioxidkonzentration ist primär auf den Verbrauch fossiler Brennstoffe und auf Landnutzungsänderungen zurückzuführen, während Methan und Lachgas primär durch die Landwirtschaft verursacht wird.“²²

²² IPCC 2007: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC), Solomon, S., D. Quin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor und H.L. Miller, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA. Deutsche Übersetzung durch ProClim-, österreichisches Umweltbundesamt, deutsche IPCC-Koordinationsstelle, Bern/Wien/Berlin, 2007.

Der Treibhauseffekt

Grundsätzlich wird zwischen dem atmosphärischen und dem anthropogenen Treibhauseffekt unterschieden. Der atmosphärische (natürliche) Treibhauseffekt stellt einen wichtigen Parameter der generellen Möglichkeit zur Entstehung von Leben dar:

Das kurzwellige Sonnenlicht trifft auf die Erdoberfläche und erwärmt sie, wobei ein wesentlicher Teil der Wärmestrahlung wieder in Form von länger welliger Strahlung (Infrarotstrahlen) in den Weltraum reflektiert wird, der andere, wesentlich geringere, Teil bleibt innerhalb der Atmosphäre und wird wieder zur Erdoberfläche gesandt. Dies erwärmt die Erdoberfläche in dem Maße, dass Leben überhaupt erst möglich wird und die Temperatur 'lebbar' reguliert.

Der anthropogene Treibhauseffekt entsteht, wenn so genannte *Treibhausgase (Greenhouse Gases)*, wie Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Wasserdampf, Distickstoffoxid (N_2O) und fluorierte Verbindungen (Fluorkohlenwasserstoffe) die Atmosphäre dergestalt 'verdichten', dass die emittierte Infrarotstrahlung innerhalb der Atmosphäre bleibt, Treibhausgase lassen die elektromagnetische Sonnenstrahlung weitgehend ungehindert durch die Atmosphäre, da sie den Abbau der Ozonschicht beschleunigen.

Die Treibhausgase selbst strahlen ebenfalls Wärme in alle Richtungen ab und erwärmen somit die Erdoberfläche

zusätzlich, diesen Umstand nennt man *atmosphärische Gegenstrahlung*.

Ein weiterer Umstand, der den Treibhauseffekt begünstigt ist das Fortschreiten der Entwaldung durch den so genannten *Sauren Regen*, Landnutzungsänderungen der Landwirtschaft und das Abholzen des Regenwaldes. Pflanzen benötigen CO₂ und Sonnenlicht zur Herstellung von Zucker als Nahrung (Photosynthese). Auch die Ozeane speichern anhängig von der Temperatur Kohlendioxid.

4. Der Entwurf

Die Polyvalenz der Landschaft Drei

Unter dem Begriff der *Polyvalenz* versteht man das Spannungsfeld zwischen einem Impuls, der ihn umgebenden Landschaft und welche Szenarien sich daraus ergeben können bzw. werden. Angesichts der selbstorganisierenden zyklischen Prozesse der Natur von Wachstum und Verfall (Entropie) und des Menschen als Teil ihres Systems, lässt sich nun die Landschaft Drei als grundsätzlich polyvalent definieren, als vielschichtig (und *'ungerichtet'*) wirksam. Diese Polyvalenz ist ihr gewissermaßen immanent, denn sie ermöglicht und fördert Prozesse und komplexe Beziehungen in einem bestimmten raum-zeitlichen Terrain.

Vergleicht man die einzelnen Landschaftstypen L1, L2 und L3 mit Layern (Ebenen), die man übereinander gelegt hat,

zeigt sich dass Elemente der verschiedenen Landschaften in allen Typen vorhanden sind, so findet man Elemente aus der Landschaft Eins in Landschaft Zwei und Drei wieder.

In der Landschaft Eins nicht besetzte, leere Räume - polyvalente Räume - sind in der Landschaft Drei ebenfalls bzw. noch immer nicht besetzt. Einige Theorien entdecken in diesen Räumen so genannte Möglichkeitsräume, *voids*, die der niederländische Landschaftsarchitekt Adriaan Geuze als *Projektionsfläche unserer gesellschaftlicher Wunschvorstellungen* identifiziert.

Ludwig Mies van der Rohe beschreibt das Schaffen, das gestalterische Tun, im Kontext der Moderne des 20. Jahrhunderts als *'raumgefassten Zeitwillen'*²³ und spricht sich damit für einen Bezug zwischen der jeweiligen Epoche, dem Zeitwillen und ihrem gestalterischen Schaffen aus. Was verkörpert nun diesen Zeitwillen heute bzw. welches sind denn unsere gesellschaftlichen Wunschvorstellungen?

Tagtäglich werden wir mit den Folgen des anthropogenen Treibhauseffekts, Global Warming, dem Ansteigen des Meeresspiegels und dem bedenkenlosen CO₂-Ausstoss unserer Gesellschaft konfrontiert; so wählt beispielsweise die Gesellschaft für Deutsche Sprache (GfDS) 2007, nicht ohne Grund den Begriff *'Klimakatastrophe'* zum Wort des Jahres. Was liegt also näher als der Wunsch, das, was an Umwelt und Ökosystemen noch scheinbar intakt ist, erhalten bzw. wiederherstellen zu wollen? Doch im Festhalten an veralteten

²³ Ludwig, Mies van der Rohe 1924. *Baukunst und Zeitwille. Der Querschnitt. Heft 4, 1924, s.31f.*

Gesellschaftsidealen einer Landschaft Zwei und an einem bedeutungslos gewordenem Abbild des arkadischen Idylls verhindern wir das Entstehen neuer und zeitgemäßer Strukturen. Vor dem Hintergrund der Komplexitätstheorie, also der Prozessualität und Kontextualität natürlicher Systeme, müssen wir die Landschaft Drei als ein Konzept betrachten, das eben aufgrund seiner Vielschichtigkeit geeignet ist, differente und komplexe Sichtweisen auf einen Raum zusammenzuführen.

Es kann nicht Aufgabe einer modernen und zeitgemäßen Landschaftsarchitektur sein konservierenden bzw. restaurierenden Naturschutz zu betreiben oder sich auf rein ökologisch funktionelle Anforderungen zu beschränken, sie muss die komplexen Prozesse der Natur sichtbar machen und sie aktiv mit gestalten. Für die vorliegende Arbeit, die auf der Komplexitätstheorie aufbaut und sich mit der Entropie der Gletscherlandschaft, ihrem globalen Abschmelzen sowie deren konzeptuellen Gestaltung befasst, stellen diese Betrachtungen den Ausgangspunkt dar.

Der Landschaftsarchitekt Udo Weilacher schreibt zu den Anforderungen an eine zeitgemäße Landschaftsarchitektur:

„Vor fast hundert Jahren ist der Anspruch auf ästhetische Qualität, der an die Landschaftsarchitektur zu stellen wäre, zugunsten funktionaler Nutzbarkeit und der Erfüllung sozialer und ökologischer Anforderungen stark in den Hintergrund gedrängt worden. Der damit verbundene Verlust an Ausdrucks- und gesellschaftlicher Impulskraft war gravierend und leitete eine Entwicklung ein, die zu regelrechter Sprachlosigkeit

*führte. Weder die ständige, unreflektierte Wiederholung des klassischen Vokabulars des Barockgartens und des Landschaftsgartens noch der Rückzug in die rein funktionale Ausdrucksweise der Grünplanung können unter den aktuellen Vorzeichen als zeitgemäße Formen des Dialogs zwischen Mensch und Natur akzeptiert werden."*²⁴

Nach dem derzeit aktuellen IPCC Bericht vom Februar 2007 stehen die Treibhausgase in Verantwortung zum Abschmelzen der Gletscher, d.h. die Gletscher werden direkt oder indirekt durch anthropogene Einträge zerstört bzw. werden ihre entropischen Prozesse beschleunigt. Was können wir als Menschen, als Architekten nun tun und wie können wir wieder mit der Natur in einen Dialog treten, wie ihn Udo Weilacher (et al.) im o.g. Zitat postuliert?

Angesichts des absolut globalen Charakters jedweder ökologischer Einflussnahme auf die Gletscherlandschaften ist es mir nur möglich, mich ihnen als Architekt und Gestalter zu nähern, um die bereits entstandenen Veränderungen aufzuzeigen und sichtbar zu machen. In erster Linie möchte ich hier Bewusstseins bildend agieren um die menschliche Wahrnehmung zu sensibilisieren.

²⁴ Weilacher, Udo 1996. *Zwischen Landschaftsarchitektur und Land Art*. Basel, Birkhäuser, s.9

4.1. Entwurf einer Camera Obscura

Ein Gletscher ist ausschließlich aus Eis aufgebaut und Eis ist ein 'Zustand'. Es fließt, bricht auf, friert wieder zu, es ist ständig in Bewegung und es kann schmelzen. Gletscher entstehen gewissermaßen durch die Sonne bzw. durch unzählige Schmelz- und Gefrierprozesse des Niederschlags. Der Gletscher selbst ist also in seinem Wesen prozesshaft bzw. entropisch.

In der Entwurfsfindung beschäftigte mich die Frage nach einem geeigneten Kommunikationsmittel zur Darstellung bzw. Sichtbarmachung der, einen Gletscher charakterisierenden, Phänomene und Prozesse und ich kam zum Schluss eine abstrakte Maschine, eine *Wahrnehmungsmaschine*, in Form einer Camera Obscura zu entwerfen, die alles das, was diesen Gletscher ausmacht, in sich selbst abbildet und konzentriert. Eine Maschine die in ihrer Funktion und Form durch die Gletscherlandschaft selbst definiert wird.

Dem Entwurfsgedanken liegt die Idee einer völlig auf ihre eigentliche Funktion reduzierte Camera zugrunde. Keine Kante oder Funktion sollte redundant sein, so wie in der archaisch anmutenden Landschaft des Gletschers nichts redundant ist. Ziel dieses Entwurfes ist es nicht, ein tatsächliches 'Gebäude' nach optimierten Nutzungsfunktionen oder ästhetischen Gesichtspunkten zu entwerfen, sondern vielmehr ein Prinzip zu definieren mit Entropie umzugehen.

Verortung

Die Verortung der Camera Obscura auf dem Morteratschgletscher (Schweiz) wurde aus Gründen der Synergie gewählt, da auf diesem Gletscher bereits seit längerer Zeit Schul- und Studiengruppen geführt werden und die verschiedenen Charakteristika besonders gut erkennbar sind. Es handelt sich im weitesten Sinne um einen 'Lehrgletscher'. Als Standort wählte ich ein eisfreies Felsplateau im Bereich des Zusammenflusses des Pers- und des Morteratschgletschers, von dem aus die wichtigsten Phänomene einsichtig sind. Es handelt sich hierbei um folgende Charakteristika:

1. Das Akkumulationsgebiet 1
2. Das Akkumulationsgebiet 2
3. Die Ogiven
4. Die Querspalten
5. Die Mittelmoräne bzw. die Hochstandslinie
6. Die Querspalten auf dem Persgletscher
7. Der Gipfel des Mount Pers

Formalismus und Modul

Ein wichtiger Punkt ist die Entwicklung eines adäquaten Formalismus. Welche Elemente benötigt eine Camera Obscura und welche Dimensionen sind hier erforderlich? Im Grunde benötigt eine Lochkamera eigentlich nur einen *Bildausschnitt*, eine *Loch-* und eine *Mattscheibe*; der sie umgebende Raum sollte

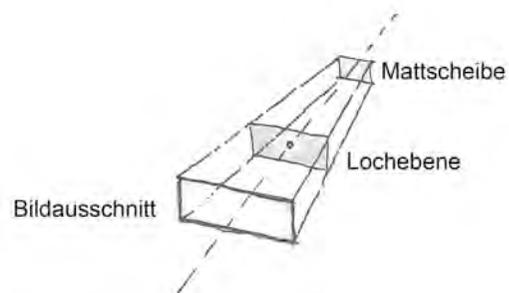


Abb. 14, Modul: Tubus

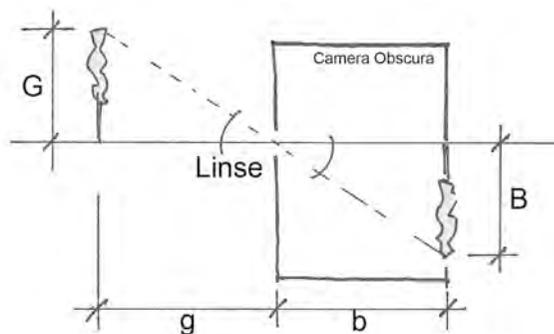


Abb. 15, Prinzip einer Camera Obscura

einfach nur möglichst dunkel sein. Dem formalen Entwurf liegt ein Modul in Form eines *Tubus* zugrunde, bestehend aus genau diesen drei Elementen.

Jedem der o.g. Charakteristika entspricht ein Tubus der Camera Obscura. Im hinteren bergnahen Teil des Plateaus begrenzt sich die Lage der einzelnen Tuben durch einen so genannten *Randglazialsee*, zum Anderen durch die Geländeabbruchkante zum Gletscher. Die begehbare Grundfläche der Camera ist durch die Verschneidung der Einzelelemente mit dem Gelände definiert; sie folgt dem natürlichen Geländesockel.

Die formale Auseinandersetzung mit der Camera Obscura folgt einem strengen Prinzip, das auf der rein physikalischen Anwendung der Optik beruht. Nach diesem physikalischen Prinzip (Lochkamera) können weiter entfernt gelegene Objekte nur relativ klein abgebildet werden, näher liegende entsprechend größer. Die Geometrie eines solchen Tubus selbst entwickelt sich aus der *Mattscheibe* (Abbildungsfläche), dem *Bildausschnitt* und der linearen Schließung der offenen Flächen. Es folgte im Entwurfsprozess die räumliche Ausrichtung und die Adaption der Elementgrößen bedingt durch die Entfernung zum Objekt. Ausgehend von einer definierten Abbildungsgröße sind die erforderlichen Größen jedes einzelnen Tubus mittels der so genannten *Linsengleichung* berechnet worden (siehe unten).

Die Dimensionen und die räumliche Ausrichtung der einzelnen Tuben sind also 'von Außen' durch die Abstände und die Lage

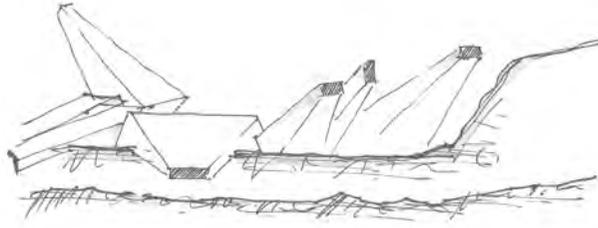


Abb. 16, Entwurfskizze.
Ansicht vom Morteratschgletscher

der Camera zu dem jeweils abzubildenden Gletschercharakteristikum bedingt. Das einzige Selbstreglement stellt die räumlich absolut lotrechte Ausrichtung der Mattscheibe zur Blickachse dar, die eine möglichst verzerrungsfreie Abbildung gewährleisten soll.

Ähnlich dem passiven Charakter der Entropie entsteht auch die Gesamtarchitektur der Camera Obscura erst durch die geometrischen Verschneidungen der einzelnen Tuben miteinander. Architektur 'passiert' sozusagen.

4.2. Umgang mit Entropie

Der zentrale Punkt des Projektes ist die Sichtbarmachung der Entropie des Gletschers. Dies geschieht in den Räumen der Camera Obscura durch die kontinuierliche 'filmische' Abbildung der sich stets verändernden Gletschercharakteristika. Das dauerhafte, tatsächliche Sichtbarmachen erfolgt durch den Besucher, der die Möglichkeit hat diese Merkmale an der Abbildungsfläche mit der Hand nachzuziehen, zu diesem Zweck stehen in einigen Räumen mobile Treppen zur Verfügung, die vom Besucher ohne großen Aufwand zwischen den Räumen bewegt werden können. Auf diese Weise entstehen, im ureigensten Sinn des Wortes *Zeitdokumente* an den Abbildungsflächen, prozesshafte Bilder der Veränderung des Gletschers.

Im *Tubus 4*, der die Querspalten auf dem Morteratschgletscher abbildet sowie im *Tubus 7* (Abbildung des Akkumulationsgebiet 1) sind dauerhafte Stiegen geplant, denn in einem Raum, der in seiner Größe durch die Optik eines Lichtkegels definiert wird fehlt ein menschlicher Referenzmaßstab, diese Funktion sollen die Treppen übernehmen.

Der durch die Projektion entstehende Lichtkegel ist so angeordnet, dass der Besucher bzw. sein Schattenbild mit abgebildet werden, gewissermaßen als '*anthropogener Faktor*' im Bild eines entropischen Prozesses.

Das erweiterte Feld der Formalität

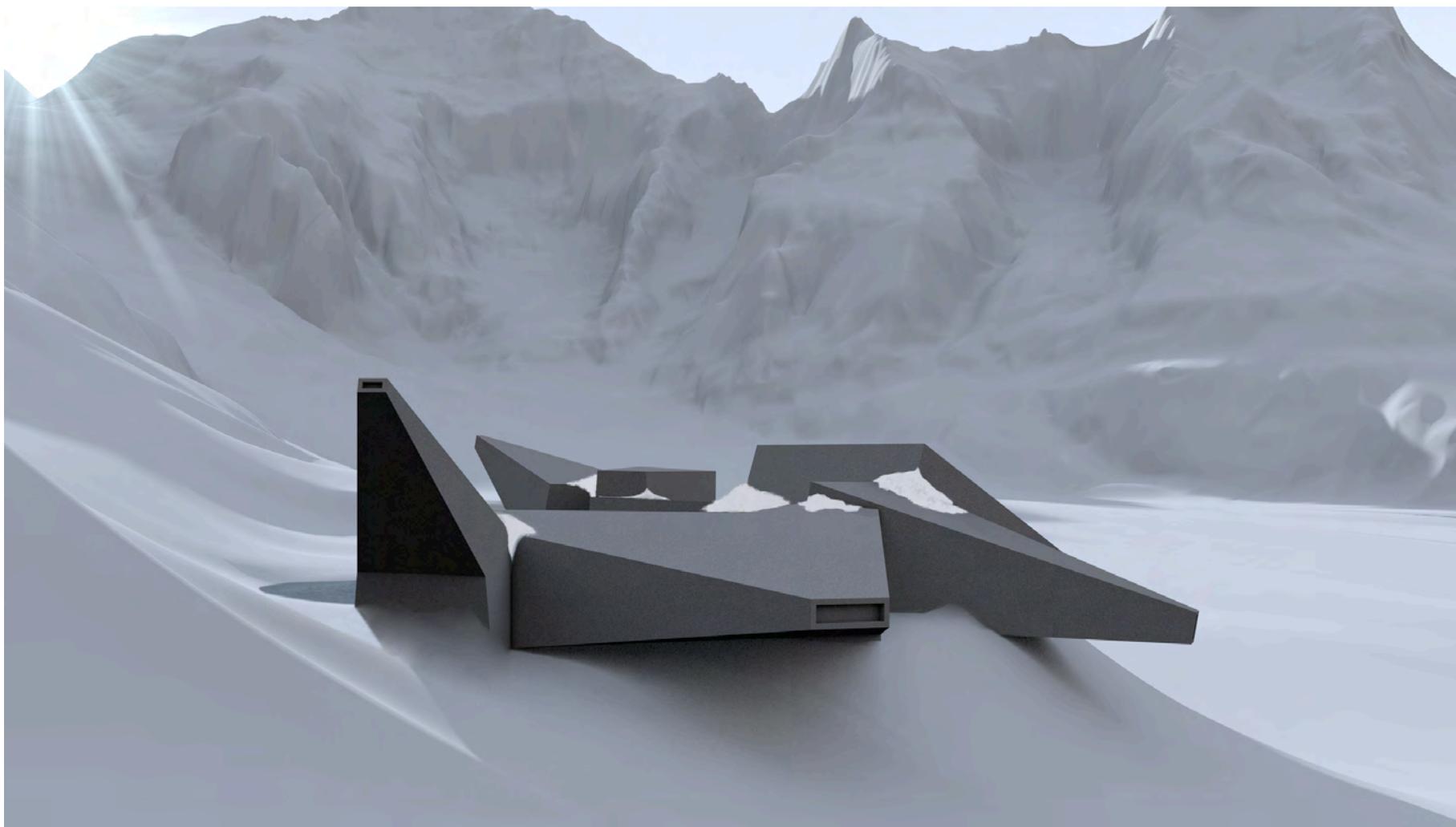
Bauen in einer Landschaft wie einem Gletscher stellt in jeder Hinsicht eine große Herausforderung dar. Nicht nur technische und wirtschaftliche Belange sind in diesem Fall maßgeblich, sondern auch architektonische bzw. formale Fragen. Welchen Formalismus darf/soll ein solches Bauwerk in dieser Landschaft haben? Eine Frage der Wahrnehmung.

Einerseits entsteht der formale Entwurf der Camera aus der ihn umgebenden Landschaft und wird von ihr inhaltlich und formal definiert. Die Camera ist in diesem Sinne also *emergenter* Bestandteil des komplexen Systems des Gletschers. Auf den zweiten Blick drängt sich hier ob der 'Zieloptik' der einzelnen Tuben die Assoziation zu einem Geschützturm oder einer Bunkeranlage auf.

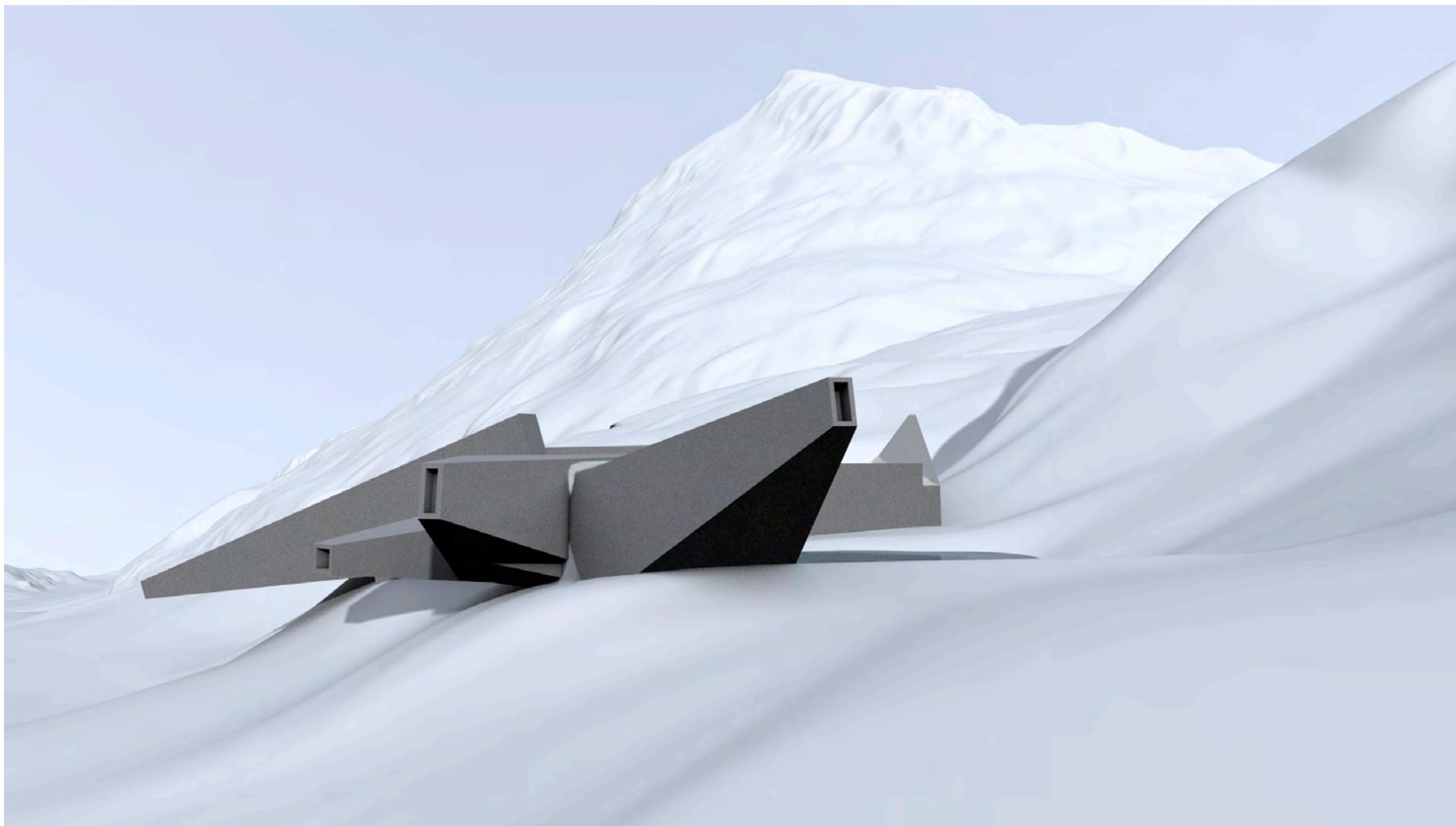
Man muss sich die Frage stellen, welches Bild überwiegt? Die negative Assoziation zu einem Artefakt aus dem letzten Weltkrieg oder das neue Wahrnehmen dieser Landschaft und der Camera Obscura; wie bei Francesco Petrarca²⁵ wird die Natur durch Beobachtung zu Landschaft und physikalische Formeln²⁶ zu Instrumenten der Wahrnehmung.

²⁵ *Siehe: Kapitel 2. Landschaft: 'Sehen und Wahrnehmung'*

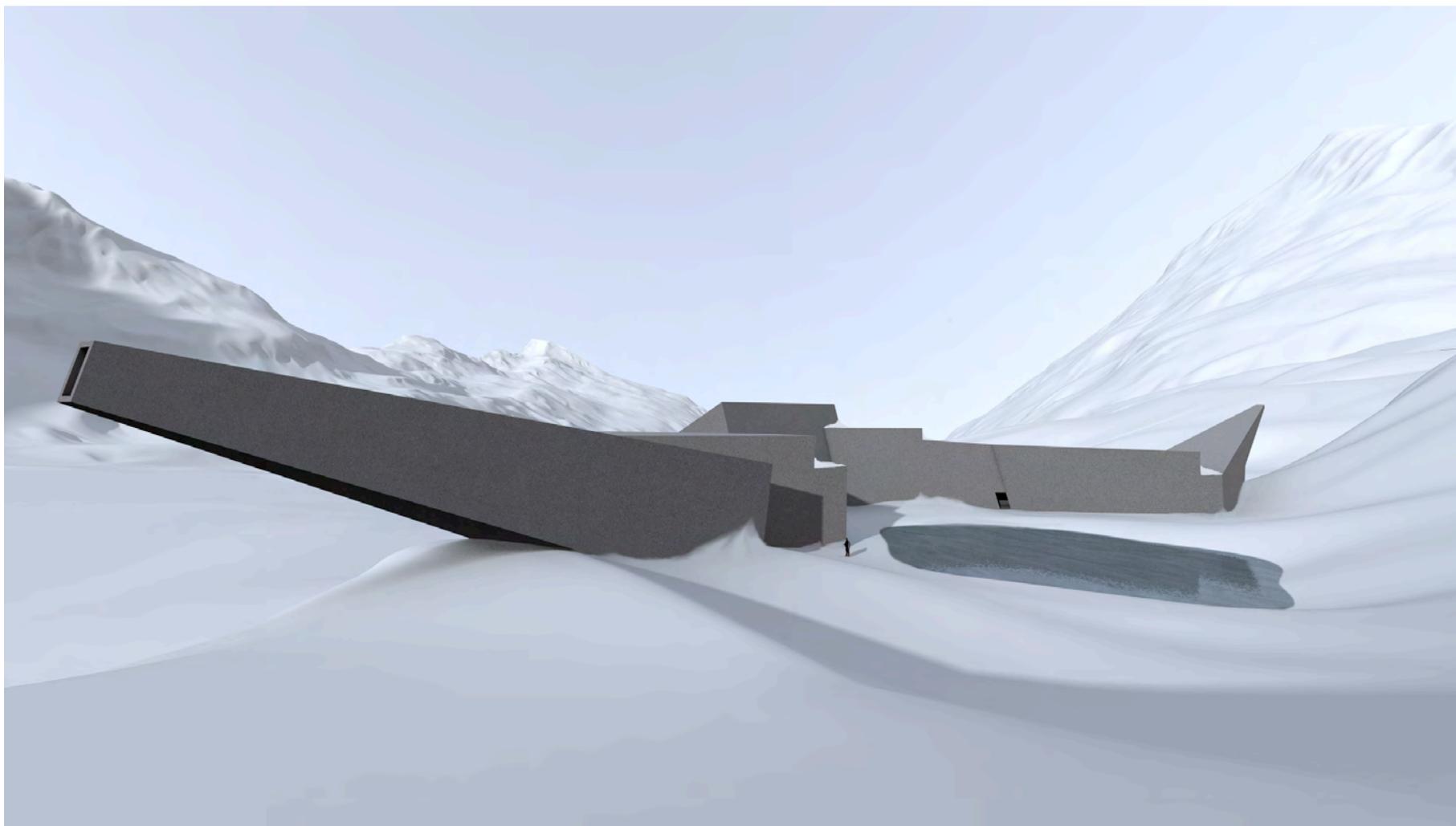
²⁶ *Anmerkung: 1.Linsengleichung der Optik*

Entwurfsdarstellungen

Ansicht vom Persgletscher



Ansicht Außen - Morteratschgletscher, Gipfel Mount Pers



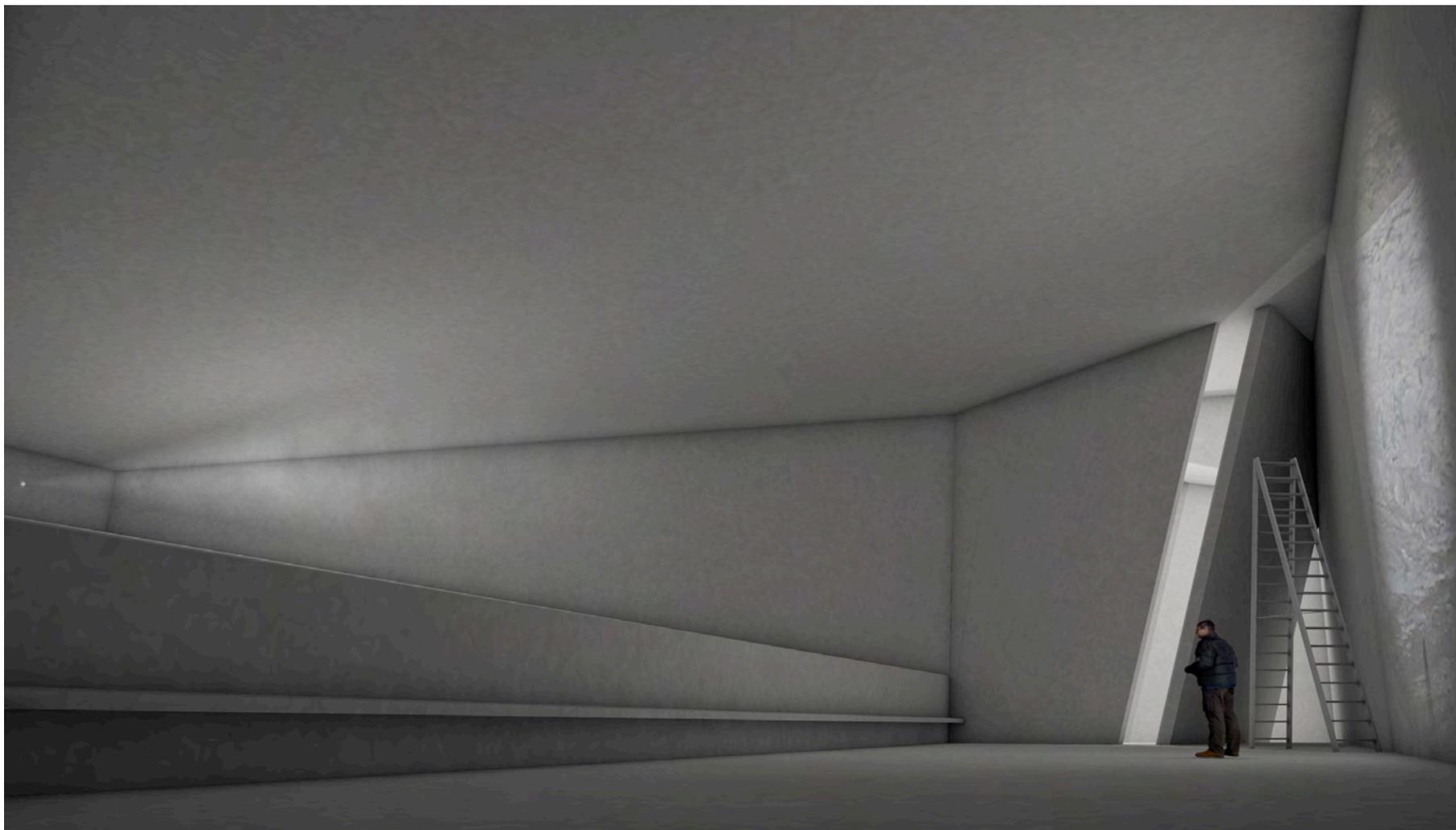
Perspektive Glazialsee



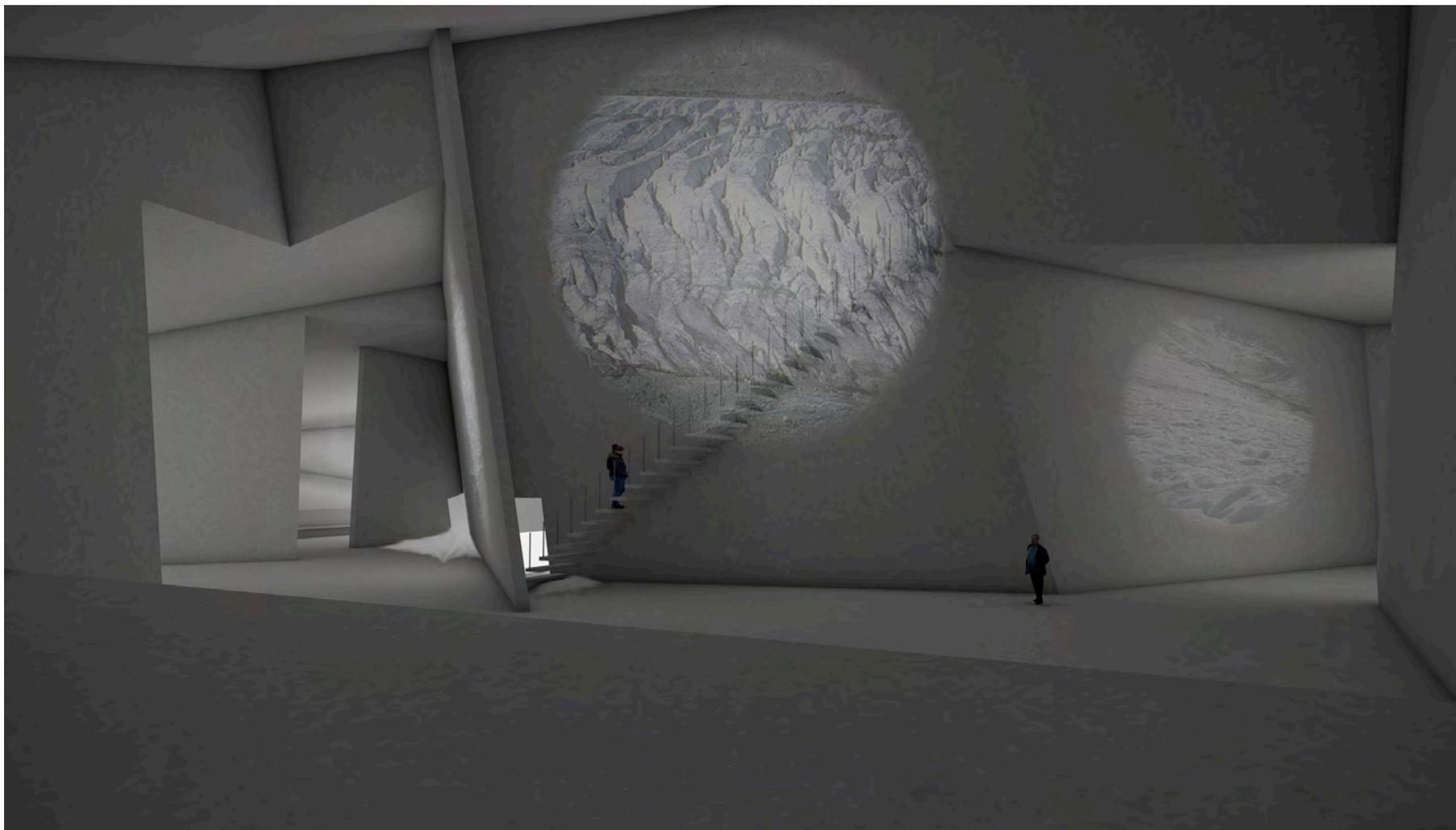
Perspektive vom Mount Pers



Innenraum Tubus 6 - Abbildung Akk.-Gebiet 2

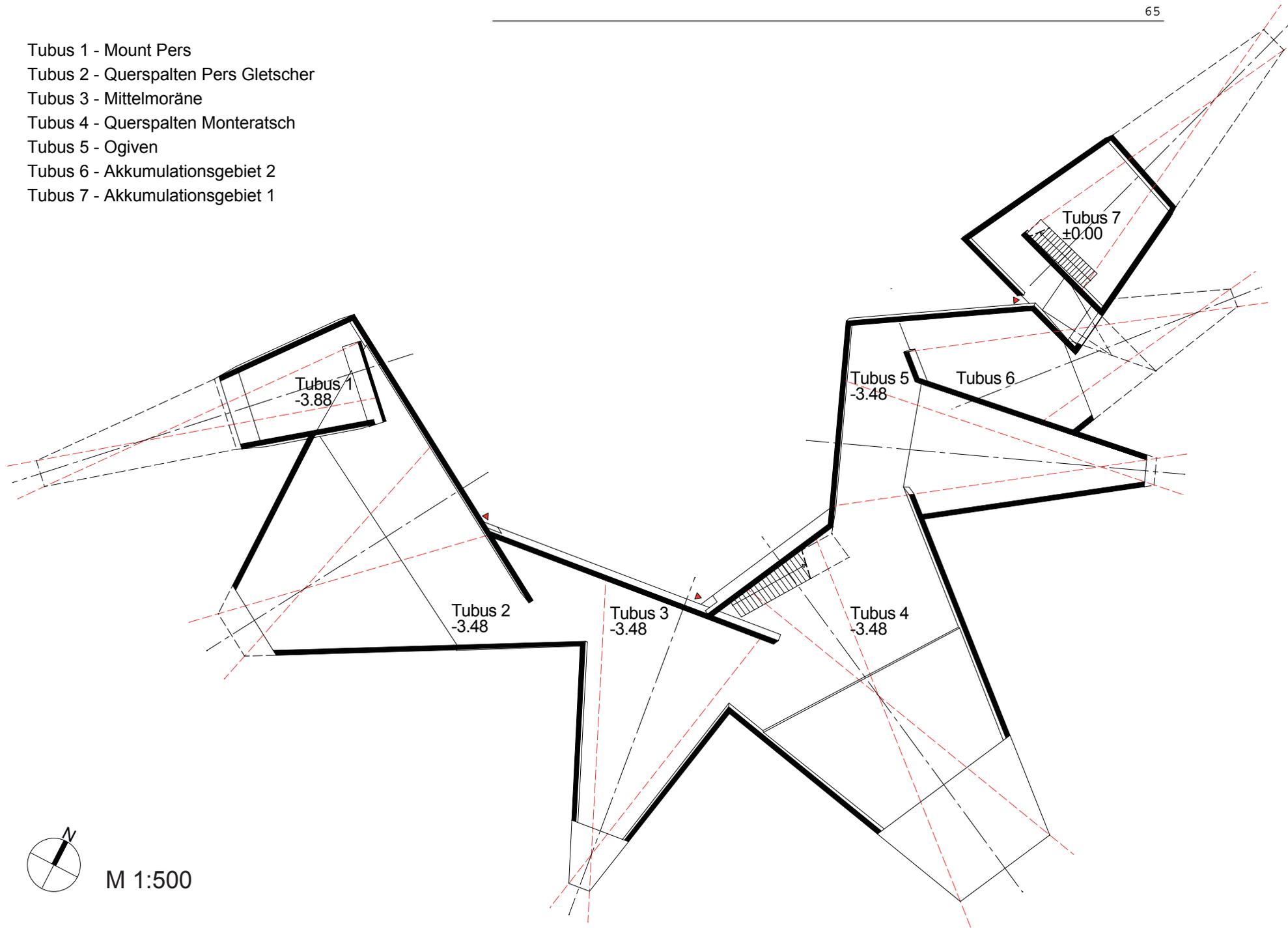


Innenraum Tubus 2 - Querspalten Persgletscher



Innenraum Tubus 4 - Querspalten

- Tubus 1 - Mount Pers
- Tubus 2 - Querspalten Pers Gletscher
- Tubus 3 - Mittelmoräne
- Tubus 4 - Querspalten Monteratsch
- Tubus 5 - Ogiven
- Tubus 6 - Akkumulationsgebiet 2
- Tubus 7 - Akkumulationsgebiet 1



5. Anhang

Berechnungen

Ausgehend von der so genannten *1. Linsengleichung* der Optik wurden die erforderlichen Größen der einzelnen Tuben errechnet.

Es gilt die 1. Linsengleichung: $B/G = b/g$

B... die *Bildhöhe*, die Höhe des erzeugten Bildes auf der Mattscheibe

b... die *Bildweite*, der Abstand von der Lochscheibe zur Mattscheibe

G... die *Gegenstandshöhe*, die tatsächliche Größe des betrachteten Gegenstandes

g... die *Gegenstandsweite*, der Abstand des Gegenstandes von der Lochscheibe

Es folgen die Längenberechnungen der einzelnen Tuben.

Tubus 1: *Abbildung des Mount Pers*

ges.: Bildhöhe B , Bildweite b

$G = 284,12 \text{ m}$

$g = 1194,89 \text{ m}$

gew. für $B = 6 \text{ m}$

$$\Rightarrow b = B \cdot g / G \quad (B = 6 \cdot 1194,89 / 284,12)$$

$$\Rightarrow \underline{b = 25,23 \text{ m}}$$

Tubus 2: Abbildung der Querspalten am Persgletscher

ges.: Bildhöhe B, Bildweite b

G= 103,86 m

g= 180,98 m

gew. für B= 10 m

$$\Rightarrow b = B \cdot g / G \quad (B = 10 \cdot 103,86 / 180,98)$$

$$\Rightarrow \underline{b = 17,42 \text{ m}}$$

Tubus 3: Abbildung der Mittelmoräne

ges.: Bildhöhe B, Bildweite b

G= 213,76 m

g= 336,86 m

gew. für B= 17 m

$$\Rightarrow b = B \cdot g / G \quad (B = 17 \cdot 336,86 / 213,76)$$

$$\Rightarrow \underline{b = 26,78 \text{ m}}$$

Tubus 4: Abbildung der Querspalten am Morteratschgletscher

ges.: Bildhöhe B, Bildweite b

G= 194,62 m

g= 372,81 m

gew. für B= 9 m

$$\Rightarrow b = B \cdot g / G \quad (B = 9 \cdot 372,81 / 194,62)$$

$$\Rightarrow \underline{b = 17,24 \text{ m}}$$

Tubus 5: Abbildung der Ogiven

ges.: Bildhöhe B, Bildweite b

G= 197,88 m

g= 647,21 m

gew. für B= 8 m

$$\Rightarrow b = B \cdot g / G \quad (B = 8 \cdot 647,21 / 197,88)$$

$$\Rightarrow \underline{b = 26,27 \text{ m}}$$

Tubus 6: Abbildung des Akkumulationsgebietes II

ges.: Bildhöhe B, Bildweite b

G= 500,42 m

g= 1034,92 m

gew. für B= 12 m

$$\Rightarrow b = B \cdot g / G \quad (B = 12 \cdot 1034,92 / 500,42)$$

$$\Rightarrow \underline{b = 24,82 \text{ m}}$$

Tubus 7: Abbildung des Akkumulationsgebietes I

ges.: Bildhöhe B, Bildweite b

G= 528,56 m

g= 1494,74 m

gew. für B= 8 m

$$\Rightarrow b = B \cdot g / G \quad (B = 8 \cdot 1494,74 / 528,56)$$

$$\Rightarrow \underline{b = 22,62 \text{ m}}$$

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Benard Instabilität, s.11, Quelle: Internet 04/2010

<http://bidok.uibk.ac.at/library/koeck-chaostheorie-dipl00.png>

Abb. 2: „Koch Kurve“, s.13, Quelle: Internet 04/2010

<http://www.natur-struktur.ch/fraktale/images/kochkurve.jpg>

Abb. 3: Fraktales Naturbeispiel, s.13, Quelle: Internet 04/2010

<http://www.natur-struktur.ch/fraktale/images/baumimwinter.jpg>

Abb. 4: Fraktales Naturbeispiel, s.13, Quelle: Internet 04/2010

http://www.natur-struktur.ch/fraktale/images/blitz_blitzl.jpg

Abb. 5: Spirale Goldener Schnitt, s.15, Quelle: Internet 04/2010

http://www.natur-struktur.ch/goldenmean/images/logSpirale_web.png

Abb. 6: Nautilus, s.13, Quelle: Internet 04/2010

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/NautilusCutawayLogarithmicSpiral.jpg>

Abb. 7: Selbstportrait A. Dürer, s. 16, Quelle: Internet 04/2010

<http://www.mathematik.de/ger/information/landkarte/zahlen/bilder/goldschnitt/self-28.jpg>

Abb. 8: Selbstportrait Dürer (Modifizierung: A.G.), s. 16

Quelle: Internet 04/2010, detto Abb. 7

Abb. 9: Selbstportrait Dürer (Modifizierung: A.G.), s. 16

Quelle: Internet 04/2010, detto Abb. 7

Abb. 10: Wildnis, s. 23, Quelle: Internet 04/2010
<http://www.magiclemonsauce.com/wallpapers/Jungle.jpg>

Abb. 11: Nicolas Poussin: Die Hirten von Arkadien, s. 27, Quelle:
Internet 04/2010
http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:The_shepherds_of_arkadia.jpg&filetimestamp=20050408010532

Abb. 12: Camille Pissaro: Boulevard Montmatre, s. 28, Quelle:
Internet 04/2010
http://www.art-prints-on-demand.com/kunst/camille_pissarro_59/boulevard_montmartr.jpg

Abb. 13: Trailerpark USA - Staten Island, s. 29, Quelle: Internet
04/2010
<http://www.aerial-photography-new-york-city.com/Aerial-photography-Staten-Island-New-York-trailer-park.JPG>

Abb. 14: Modul: Tubus, s. 54, Quelle: Eigene (A.G.)

Abb. 15: Prinzip Camera Obscura, s. 54, Quelle: Eigene (A.G.)

Abb. 16: Entwurfskizze, s.55, Quelle: Eigene (A.G.)

Bibliographie

Dörner, Dietrich 1992. Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Reinbek bei Hamburg, Rowohlt

Franzen B./Krebs S. (Hg.) 2005. Landschaftstheorie. Texte der Cultural Landscape Studies, Köln, Walther König

IPCC 2007: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC)

Jackson, John Brinckerhoff /Edited by Helen L. Horowitz 1997. Landscape in Sight. Looking at America. New Haven and London, Yale University Press

Johnson, Bart /Hill, Kristina, 2002. Ecology and Design. Washington, Island

Corner, James et al. 2001, Lifescape

Ludwig, Mies van der Rohe 1924. Baukunst und Zeitwille. Der Querschnitt. Heft 4

Nowotny, Helga 1999. Es ist so. Es könnte auch anders sein. Frankfurt am M., Suhrkamp

Prominski, Martin 2004. Landschaft Entwerfen. Zur Theorie aktueller Landschaftsarchitektur. Berlin, Reimer

Simon, Herbert, 1994. Die Wissenschaften vom Künstlichen. Wien/New York, Springer

Weilacher, Udo 1996. Zwischen Landschaftsarchitektur und Land Art. Basel, Birkhäuser

Winkler, Stefan 2009. Gletscher und ihre Landschaften. Eine illustrierte Einführung. Darmstadt, Primusverlag

Credits

Für meine Eltern.

Meinen Dank möchte ich an dieser Stelle Hrn. Prof. Klaus Loenhardt ausdrücken, für die unermüdliche Motivation, die Geduld und den Willen, mich und meine Arbeit weiter zutragen.

Mein aufrechter und herzlicher Dank gilt meiner Familie und allen meinen Freunden, die mich durch viele Gespräche unterstützt und ermutigt haben, allen voran Sonja und Ingo, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre, sowie Stefan Kriesche, dem ich für sein Engagement und seine Offenheit herzlich danken möchte.

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 04.Mai 2010

.....
(Unterschrift)

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

04.Mai 2010

.....
(signature)