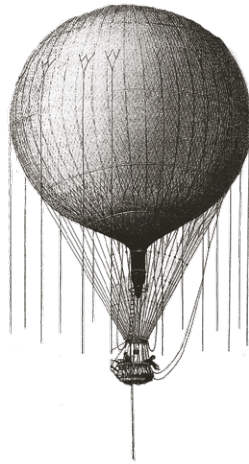


Blickwinkel KOSMOS

Perspektiven auf Alexander von Humboldts
Werk und das Anthropozän

Viewpoint KOSMOS

Perspectives on Alexander von Humboldt's
Oeuvre and the Anthropocene



Blickwinkel
KOSMOS

Viewpoint
KOSMOS

Christoph Schneider (Hrsg. | Ed.)

Blickwinkel KOSMOS – Perspektiven auf Alexander von Humboldts Werk und das Anthropozän
Viewpoint KOSMOS – Perspectives on Alexander von Humboldt's oeuvre and the Anthropocene

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutsche Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de/> abrufbar.

[Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek](#)

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the internet at <http://dnb.dnb.de/>.

Berlin Universities Publishing, 2025

<https://berlin-universities-publishing.de/>

Berlin Universities Publishing (BerlinUP) ist der Open-Access-Verlag der Freien Universität Berlin, der Humboldt-Universität zu Berlin, der Technischen Universität Berlin und der Charité – Universitätsmedizin Berlin im Zusammenschluss der Berlin University Alliance (BUA). Die Sparte BerlinUP Books veröffentlicht hochwertige Bücher für die disziplinären Schwerpunkte der Berliner Forschungslandschaft.

Der Verlagsname **BerlinUP** ist markenrechtlich geschützt.

[Berlin Universities Publishing \(BerlinUP\) is the open access publisher from the consortium of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Berlin, and Charité – Universitätsmedizin Berlin. The BerlinUP Books division publishes high-quality books across the core disciplines of Berlin's research landscape. The publisher's name **BerlinUP** is protected by trademark law.](#)

BerlinUP Books

Universitätsbibliothek der TU Berlin

Fasanenstr. 88, 10623 Berlin

Tel.: +49 (0)30 314 76119

E-Mail: books@berlin-universities-publishing.de



Diese Veröffentlichung ist unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Dies gilt nicht für anderweitig gekennzeichnete Inhalte.

[This work is licensed under a Creative Commons License Attribution 4.0 International.](#)

[This does not apply to otherwise indicated content.](#)

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Die inhaltliche Qualitätssicherung dieser Publikation wurde durch ein Herausgeber-Review gewährleistet.

[The quality assurance of this publication was ensured by an Editorial Review.](#)

Satz/Layout | [Typesetting/Layout](#): Patrick Weseloh – weseloh.media

Druck | [Print](#): Druckhaus Sportflieger

Lektorat | [Proofreading](#): Jan David Smejkal, Mark Kanak

Übersetzungen ins Englische | [Translations into English](#): Josephine Draper

ORCID iD Christoph Schneider:

<https://orcid.org/0000-0002-9914-3217>

ISBN 978-3-98781-036-7 (print)

ISBN 978-3-98781-045-9 (online)

Online veröffentlicht auf dem institutionellen Repositorium der Technischen Universität Berlin

[Published online on the institutional repository of the Technische Universität Berlin](#)

DOI [10.14279/depositonce-22070](https://doi.org/10.14279/depositonce-22070)

<http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-22070>

DE

INHALT

I Christoph Schneider	10
Vorwort & Danksagung	12
Perspektiven der KOSMOS-Lesungen an der Humboldt-Universität auf Alexander von Humboldts Werk und das Anthropozän	16
Aufsätze	30
II Oliver Lubrich	30
Kritik und Kompromiss. Alexander von Humboldt als Politiker	
III Marie-Theres Federhofer	84
Der „Humboldt des Nordens“. Leopold von Buchs Skandinavienreise (1806–1808) und sein Blick auf die europäische Subarktis	
IV Wolfgang Lucht	120
Humboldt's revolutionärer Blick auf die Erde – eine Chance für das Anthropozän	
V Anne-Christin Mittwoch	218
Nachhaltige Wirtschaft und Finanzierung innerhalb der planetaren Grenzen: Ein rechtswissenschaftlicher Ansatz	
VI Dame Anne Salmond	272
Verwobene Welten	
Kurzvitae der Autorinnen und Autoren	306
Die KOSMOS-Vorlesungsreihe an der Humboldt-Universität zu Berlin	310
Anhang: Bildnachweise	340

CONTENTS

I Christoph Schneider	11
Preface & Acknowledgements	13
Perspectives from the KOSMOS lectures at the Humboldt-Universität on Alexander von Humboldt's oeuvre and the Anthropocene	17
Essays	30
II Oliver Lubrich Criticism and Compromise. Alexander von Humboldt as a Politician	30
III Marie-Theres Federhofer The "Humboldt of the North". Leopold von Buch's Journey through Scandinavia (1806–1808) and his View of the European Subarctic	84
IV Wolfgang Lucht Humboldt's Revolutionary View of Earth: A Programme for the Anthropocene	120
V Anne-Christin Mittwoch Towards Sustainable Business and Finance within the Planetary Boundaries: A Legal Approach	218
VI Dame Anne Salmond Entangled Worlds	272
Short Curriculae Vitae of the authors	307
The KOSMOS lecture series at Humboldt-Universität zu Berlin	311
Appendix: Image credits	341

IV





IV

Wolfgang Lucht

Humboldts revolutionärer Blick auf
die Erde: Ein Programm für das
Anthropozän

übersetzte Version / [translated version](#)

IV

Wolfgang Lucht

Humboldt's Revolutionary View of Earth: A Programme for the Anthropocene

Originalversion / original version

ZUSAMMENFASSUNG

Als Alexander von Humboldt im Jahr 1802 den Pass von Huangamarca in den Anden erreichte, verschmolz dieser Moment persönliche Ambition mit dem wissenschaftlichen Ziel, eine revolutionäre neue Sicht auf die Erde und ihre Teilsysteme zu erreichen. Den Pazifik zum ersten Mal mit eigenen Augen zu erblicken und der erzielte Überblick über die Zusammenhänge der Landschaft spiegelten wichtige Aspekte einer verallgemeinerten Auffassung von den Komponenten des Erdsystems wider. Der Moment hatte einige Jahrhunderte zuvor seine Entsprechung in Petrarcas Besteigung des Mont Ventoux und später in der Entwicklung der modernen Erdsystemwissenschaften im Jahrhundert Vernadskijs und Lovelocks, die zu Schellnhubers Konzeption einer Erdsystemanalyse führte, einer emergenten Wissenschaft der gesamten Erde. Aber welchen Grundsätzen müsste das Design der sozialen, wirtschaftlichen und technologischen Systeme der Menschheit im Zeitalter des Anthropozäns folgen, in welchem menschliches Handeln den Zustand der Erde weit über jede historische Präzedenz hinaus verschiebt, um eine Zukunft innerhalb der planetaren Grenzen und ein Leben in Würde für alle zu ermöglichen? Der finnische Architekt Alvar Aalto vertrat die Auffassung, dass der menschliche Maßstab absolut zentral ist, wenn die Unmenschlichkeit rein technologischer Industrieprodukte vermieden werden soll. Solche Prinzipien aus dem Bereich der Architektur als einer Kunst der Lösungsfindung müssen nun darauf angewendet werden, im Anthropozän die planetaren Gemeingüter verantwortlich zu bewahren. Ein vorläufiges Humboldt'sches Programm für das Anthropozän, das derartige Gedankengänge aufgreift, nennt vier Punkte: Das

ABSTRACT

When Alexander von Humboldt reached the pass of Huangamarca in the Andes in 1802, the moment fused personal ambition with scientific objectives of creating a revolutionary new view of Earth and its systems. Seeing the Pacific for the first time, combined with an overview of the interconnected landscape, reflected important dimensions of a generalised perception of Earth systems. The moment mirrored Petrarch's ascent of Mont Ventoux centuries earlier and the development of modern Earth system science in the century from Vernadsky to Lovelock leading to Schellnhuber's proposal of Earth system analysis, an emerging science of the whole Earth. But what principles should the design of human social, economic and technological systems follow in the age of the Anthropocene, in which human actions are shifting the state of Earth far beyond historical precedence, to enable a future within planetary boundaries and with lives in dignity for all? The Finnish architect Alvar Aalto suggested a centrality of the human scale for avoiding the inhumanity of purely technological industrial products. Such principles of architecture as an art of finding solutions now have to be applied to governing the planetary commons in the Anthropocene. A provisional Humboldtian Programme for the Anthropocene encompassing such lines of thought lists four. The design of all socio-ecological systems must be biocentric, not geocentric; focussed on the human scale; integrate the tensions between natural and human dimensions and be firmly based on the most advanced co-evolutionary Earth system analysis available; and it must take the form of applied art as the only way to interface scientific knowledge with the human mind.

Design aller sozialökologischen Systeme muss biozentrisch, nicht geozentrisch sein; den menschlichen Maßstab als zentral beachten; die Spannung zwischen natürlichen und menschlichen Dimensionen integrieren und auf der besten verfügbaren koevolutionären Erdsystemanalyse aufbauen; und sich als angewandte Kunst verstehen als dem einzigen Weg, wissenschaftliche Erkenntnis mit der menschlichen Gedankenwelt zu verbinden.

SCHLAGWÖRTER

*Alexander von Humboldt — Alvar Aalto — Hans Joachim Schellnhuber —
Erdsystem — Erdsystemanalyse — Koevolution — Anthropozän —
Huangamarca*

KEYWORDS

*Alexander von Humboldt — Alvar Aalto — Hans Joachim Schellnhuber —
Earth system — Earth system analysis — co-evolution — Anthropocene —
Huangamarca*

1 Einleitung

Als Alexander von Humboldt im Jahr 1802 mit seiner Reisegruppe in den peruanischen Anden den Pass von Huangamarca¹ erreichte, bedeutete dieser große Augenblick die Erfüllung eines Lebenstraums². Es war Mitte September und er war gerade 33 Jahre alt geworden. Nun hatte er endlich erreicht, wonach er so viele Jahre gestrebt hatte: den Pazifischen Ozean mit eigenen Augen zu sehen.

Erst einige Jahrzehnte später, im Jahr 1849, fügte er der dritten Auflage seines berühmtesten Buches „Ansichten der Natur“ (Humboldt 1849, 1987) eine lebendige Beschreibung dieses Ereignisses hinzu (Beck 1987). Ursprünglich 1808 erschienen (Humboldt 1808), wurde dieses Buch in den Salons Berlins und ganz Deutschlands, in Europa und Amerika gelesen. Seine Erzählung von diesem Moment lässt sich als bedeutungsvolle Parabel darüber lesen, auf welche Weise die Erde mit ihrer Ökologie und wir Menschen mit unserer jeweils eigenen Lebensgeschichte zu einer Gesamtheit verbunden sind. In dieser nur scheinbar unbedeutenden Episode deutet Alexander von Humboldt einen Weg zu einem erweiterten Verständnis der Erde als einem komplexen System an, einen Weg, welchem auch die moderne Erdsystemwissenschaft noch immer nicht überzeugend folgt.

Wir leben heute bereits im Zeitalter des Anthropozäns (Waters et al. 2016). Es ist eine Epoche, in welcher die Menschheit die physikalischen Eigenschaften und chemischen Kreisläufe der Erde so tiefgreifend verändert, dass sich unser Planet als Ganzes in einem Ausmaß verändert, für das es in ihrer Vergangenheit kein Beispiel gibt. Eine Entwicklung hat eingesetzt, bei der die Erde auf den Druck des Menschen zu reagieren begonnen hat, indem sie ihren Zustand dynamisch fortentwickelt. Sie beschleunigt ihren anthropogen verursachten Übergang zu einem Zustand, welcher weit jenseits des Korridors der Lebensbedingungen ist, auf welchen der Mensch als Art und die modernen Zivilisationen seit ihren Anfängen aufgebaut haben (Steffen et al. 2015).

Bereits heute sind sechs der neun planetaren Grenzen teils erheblich überschritten, welche gemeinsam bei Anwendung eines gewissen Vorsorgeprinzips einen sicheren Handlungsraum für die Menschheit umschreiben (Richardson et al. 2023). Dies ist eine zutiefst gefährliche Situation. Der derzeitige Entwicklungsweg der Erde steht im Begriff, die ökologischen Lebensgrundlagen der Menschheit und insbesondere die Funktionsweise unserer zunehmend von algorithmischen Technologien geprägten Zivilisation zu unterminieren. Der angeblich moderne Fokus auf Konsum und industriellen Kapitalismus sind auf dem besten Wege, den Lebensraum der Menschheit zu destabilisieren, und damit zugleich denjenigen aller anderer Formen des Lebens (Hickel et al. 2022).

Wenn wir als Menschheit kollektive Sachwalter der Erde sein wollen, räumlich auf dieser verteilt und auf vielfache Weise differenziert, und anstreben wollen, dass sie sich innerhalb einer Anzahl planetarer Belastungsgrenzen und somit in einem sicheren Handlungsraum für die Menschheit entwickelt, sind wir jetzt mit der Aufgabe konfrontiert, unsere technologischen, wirtschaftlichen und infrastrukturellen Systeme so zu gestalten, dass unsere Handlungsfähigkeit diesbezüglich gewahrt bleibt, die ökologische Integrität der Biosphäre wiederhergestellt und geschützt wird und Werte wie Freiheit, Gleichheit auf der Basis von Gerechtigkeit und sozial inklusive Solidarität ermöglicht werden. Ein dem Vorsorgeprinzip

1 Introduction

When Alexander von Humboldt and his party of travellers reached the pass of Huangamarca¹ in the Andean mountains of Peru in 1802, it was the culmination of a life-long dream². It was mid-September and he had just turned 33 years old. Finally, he had accomplished what he had aspired to achieve for so many years: to see, with his own eyes, the Pacific Ocean.

It was decades later, in 1849, that he added a vivid description of that moment to the third edition of his most famous book (Beck 1987), “Ansichten der Natur” (Humboldt 1849, 1987), “Views of Nature” (Humboldt 2014), originally published in 1808 (Humboldt 1808), read in the salons of Berlin and Germany, Europe and the Americas. The story of that moment provides a meaningful parable of how Earth with its ecology and we humans with our personal histories are intertwined to form a whole. In this seemingly inconspicuous story, Alexander von Humboldt implies a path to understanding Earth as a complex system that modern Earth system science still does not convincingly reflect.

We live in the age of the Anthropocene (Waters et al. 2016), an epoch in which humanity is altering the physical properties and chemical cycles of Earth so profoundly that our planet as a whole is changing in ways that have no analogue in the past. Under human pressures, Earth has begun to react by dynamically evolving its state. It is accelerating its anthropogenic shift to conditions far outside the corridor that has sustained humans as a species and modern civilisations since their beginnings (Steffen et al. 2015).

Already, six of nine planetary boundaries that together describe a precautionary safe operating space for humanity have been transgressed, some substantially (Richardson et al. 2023). This is a profoundly dangerous situation. The current trajectory of Earth is about to endanger humanity’s ecological foundations, and the functioning of our civilisation of increasingly algorithmic technologies. Modern consumerism and industrial capitalism are in the process of destabilising the habitat of humanity, along with the habitats of all other forms of life (Hickel et al. 2022).

If as humanity we are to be distributed, multi-faceted, but collective stewards of Earth, evolving to remain within a set of planetary boundaries that delineate a safe operating space for humanity, we are now charged with designing our technological, economic and infrastructural systems in a way that safeguards our agency over them, restores and protects the ecological integrity of the biosphere, and enables values of liberty, just equality and inclusive solidarity. Precautionary approaches to our alteration of historical precedence in the state of Earth are the foundation for developing and supporting planetary civilisation with ecological connectedness, social openness and humane creativity. In the following, this text argues that the critical ecological problems faced by humanity are as much a challenge of science as they are of design.

Design here does not primarily refer to scientific or technological analysis and innovation, but to applied art. Applied means that it concerns designing how we live in concrete, social terms. The systems of the emerging algorithmic technosphere, its infrastructures and governance must be designed based not only on the findings of advanced analytical Earth system science, but devise ways that purposefully safeguard our collective human agency over them, and so to protect opportunities for all to live lives in dignity. In other words, the

folgender Umgang mit den von uns bewirkten Veränderungen des Zustands der Erde, welcher uns aus der Geschichte bekannt ist, ist Grundlage für die Entwicklung und den Unterhalt einer angemessenen planetarischen Zivilisation mit den Eigenschaften ökologischer Eingebundenheit, sozialer Offenheit und dem Menschen entsprechender Kreativität. Der folgende Text wird die Überlegung verfolgen, dass die kritischen ökologischen Probleme, mit denen die Menschheit sich heute konfrontiert sieht, nicht nur eine wissenschaftliche Herausforderung sind, sondern ebenso dessen, was man Design nennt.

Design bezieht sich hier nicht in erster Linie auf wissenschaftliche oder technologische Analyse und Innovation, sondern auf angewandte Kunst. Angewandt meint, dass es darum geht, die Art und Weise, in der wir leben, in konkreter, sozialer Hinsicht zu gestalten. Die Systeme der emergenten algorithmischen Technosphäre, ihre Infrastrukturen und ihre politische Steuerung müssen nicht nur auf der Grundlage der Erkenntnisse der fortschrittlichsten analytischen Erdsystemwissenschaft gestaltet werden. Vielmehr müssen sie gleichfalls auf eine Weise entwickelt werden, die bewusst unsere kollektive menschliche Handlungsfähigkeit ihnen gegenüber schützt und so die Möglichkeit erhält, dass alle Menschen ein Leben in Würde führen könnten. Mit anderen Worten: Die Herausforderungen des Anthropozäns erfordern den Aufbau einer ökologischen Zivilisation, welche auf stimmigen Prinzipien beruht. Homo sapiens muss zu Homo geosapiens werden.

Derartiges Design, so schlägt dieser Text vor, erfordert eine sichtbare, erneuerte Betonung des menschlichen Maßstabs in allen Dingen. Um humane Werte zu schützen, muss die Menschheit ihre soziale Ökologie bewusst so gestalten, dass ihre Handlungsfähigkeit nicht von den inhumanen, keinesfalls nachhaltigen Dynamiken aufgezehrt wird, welche in den konsumorientierten politischen, technologischen und ökologischen Systemen des modernen Anthropozäns veranlagt sind. Sollte es uns gelingen, Wege zu finden, die sicherstellen, dass die Bedingungen im Anthropozän die Grundlagen für ein gutes oder wenigstens tolerables menschliches Leben bieten, könnte die Menschheit zu Recht von sich behaupten, sich der Erde als eines Planeten einigermaßen bewusst zu sein. Reine Wissenschaft reicht dafür aber nicht aus, wie Alexander von Humboldt sehr genau wusste.

Dieser Beitrag baut zunächst auf einer kurzen Episode aus dem Leben Alexander von Humboldts und einer kurzen Betrachtung der Entwicklungsgeschichte des Erdsystems auf. Davon ausgehend wendet er sich dann dem finnischen Architekten Alvar Aalto zu, der darauf bestanden hat, dass nur menschengemäße Gebäude eine humane Gesellschaft fördern können. Architektur als die angewandte Kunst, eine bewohnbare Welt zu erbauen, muss, wenn sie menschlich sein soll, ein gesundes Verhältnis zur Natur und einen menschlichen Maßstab widerspiegeln. Nur so kann sie der inhärenten Unmenschlichkeit einer Industrialisierung entgegenwirken, welche sich sonst hauptsächlich von wirtschaftlichen und technologischen Prinzipien leiten lässt. Von diesem Punkt aus gibt der Text einen kurzen Überblick über einige Entwicklungsschritte in der Erdsystemwissenschaft des letzten Jahrhunderts bis hin zu John Schellnhubers Pionierarbeit zur Erdsystemanalyse als einer Wissenschaft der Beobachtung, der Simulation und des Verständnisses der Erde als eines integrierten geophysiologischen Ganzen im Anthropozän, einschließlich der Frage, wie dieses Ganze durch Aktivitäten der Menschheit beeinflussbar ist, kontrolliert oder in eine bestimmte Richtung angestoßen werden kann, bevor es zu spät ist. Abschließend wagt

challenge of the Anthropocene calls for building an ecological civilisation based on sound principles. *Homo sapiens* must turn *homo geosapiens*.

Such design, this text will argue, calls for a renewed emphasis on the human scale. In order to protect humane values, humanity is charged with consciously designing its social ecology in a way that protects its agency against being consumed by inhumane, unsustainable dynamics arising in the Anthropocene's consumerist political, technological and environmental systems. If we were successful in finding ways to ensure that conditions in the Anthropocene remain conducive to good, or at least tolerable human lives, humanity might be justified in considering itself somewhat aware of Earth as a planet. Mere science is not sufficient for that, as Alexander von Humboldt fully knew.

Building on a short episode in Alexander von Humboldt's life and the evolution of the Earth system, this text will then touch upon Finnish architect Alvar Aalto's insistence that only humane buildings can support a humane society. Architecture as the applied art of building a world to inhabit, has to reflect, if it is to be humane, a sound relationship with nature and the human scale to counter the inherent inhumanity of an industrialisation guided by largely economic and technological principles. This will lead to a brief overview over some developments in Earth system science over the last century and John Schellhuber's pioneering work on Earth System analysis as the science of observing, simulating and understanding Earth as an integrated geophysiological whole in the Anthropocene, and of how it may be influenced, controlled or nudged by human activities before it is too late. In conclusion, this text ventures to suggest some principles that Anthropocene systems design should follow in order to achieve its ambitions. They form a tentative Humboldtian Programme for the Anthropocene and emphasise the necessity of retaining the human scale as the key reference in all processes of civilisation, the foundational value of manual skillcraft in building and care, and the importance of not ignoring the findings of Earth system analysis, the science of a tolerable co-evolution of Earth and humanity.

Dear reader, consider this text a thought-based excursion. As we follow it in an exploratory mood, the path is not straight-forward. It is greatly entangled in landscapes of the mind that cannot be fully disentangled. It therefore takes an intellectual, perhaps even slightly poetical, rather than an analytical approach. Humboldt, author of tableaux of insight, is our guide (cf. one of the maps produced later, [Figure IV.1](#)).

der Autor schließlich den Versuch, davon ausgehend einige Prinzipien vorzuschlagen, denen das Systemdesign im Anthropozän folgen sollte, um die angestrebten Ambitionen zu erreichen. Sie bilden ein vorläufiges Humboldt'sches Programm für das Anthropozän. Dieses betont die Notwendigkeit, den menschlichen Maßstab als Bezugspunkt von entscheidender Bedeutung in allen Zivilisationsprozessen zu erhalten, den fundamentalen Wert handwerklicher Fähigkeiten in Konstruktion und Pflegearbeit, sowie die Notwendigkeit, die Erkenntnisse der Erdsystemanalyse, der Wissenschaft einer tolerablen Koevolution von Erde und Menschheit, nicht zu ignorieren.

Verehrte Leserin, verehrter Leser: Betrachten Sie diesen Text als eine Exkursion der Gedanken. Während wir dem Weg mit unternehmungslustiger Neugier folgen, verläuft dieser durchaus nicht geradlinig. Vielmehr ist er überall erheblich mit Landschaften der Vorstellung verflochten, die wir nicht so ganz entwirren können. Der Text verfolgt deshalb einen eher intellektuellen, vielleicht sogar ein wenig poetischen Zugang, statt rein analytisch zu sein. Humboldt, der Autor von Tableaus der Einsicht, ist unser Führer (vgl. eine der später hergestellten Karten, **Abbildung IV.1**).

2 Alexander von Humboldt auf dem Pass von Huangamarca

Humboldt eröffnet den Bericht über seine Erinnerungen daran, wie er sich im Jahr 1802 dem Pass von Huangamarca näherte, dieser Wegekreuzung in seinem Leben, einem bewegenden Moment, wie folgt³:

„Die Sehnsucht, nachdem wir nun schon 18 Monate lang ununterbrochen das einengende Innere eines Gebirgslandes durchstrichen hatten, endlich wieder der freien Ansicht des Meeres uns zu erfreuen, wurde durch die Täuschungen erhöht, denen wir so oft ausgesetzt waren.“

(Humboldt 1849: 361)

Er beschreibt die Frustrationen, denen sie sich ausgesetzt sahen: „So oft wir, gegen den mächtigen Bergrücken mit gespannter Hoffnung anstreben, eine Stunde mehr gestiegen waren, versprachen die des Weges nicht ganz kundigen Führer, unsere Hoffnung würde erfüllt werden.“

2 Alexander von Humboldt at the Pass of Huangamarca

Narrating his recollections of approaching the momentous juncture in his life that reaching the pass at Huangamarca in 1802 was, Humboldt opens³:

“After having travelled without intermission already for 18 months within the constricted interior of the mountainous country, the longing we felt to finally gain an unobstructed view of the sea was heightened by the disappointments we suffered so frequently.”

(Humboldt 1849: 361)

He explains their frustration: “As often as we had progressed upward for another hour, toiling against the flanks of the mighty mountain with expectations stretched, our guides, not fully knowledgeable of the path, promised that our hopes would be fulfilled”.



Abbildung IV.1: Ein illustrativer Ausschnitt einer Karte (beschnitten), welche Alexander von Humboldt erstellen ließ. Sie zeigt einen Teil des Südwestens der heutigen Vereinigten Staaten, der damals noch Teil des mexikanischen Neu-Spaniens war. Aufzufinden als Carte générale du royaume de la Nouvelle Espagne, 1809.



Figure IV.1: An illustrative portion of a map (cropped) provided by Alexander von Humboldt, showing parts of today's southwestern United States, then still part of Mexican New Spain, to be found as *Carte générale du royaume de la Nouvelle Espagne*, 1809.

Die Natur selbst schien sich gegen die Erwartungen der Reisenden zu stellen.

„Die uns einhüllende Nebelschicht schien sich auf Augenblicke zu öffnen“, schreibt Humboldt, „aber bald wurde auf’s neue der Gesichtskreis durch vorliegende Anhöhen feindlich begrenzt.“

(Humboldt 1849: 362)

Nachdem sie sich auf diese Weise weiter über die Bergpfade vorankämpft hatten, wurden sie dann doch noch mit dem lang ersehnten Anblick belohnt. „Als wir nach vielen Undulationen des Bodens auf dem schroffen Gebirgrücken endlich den höchsten Punkt des Alto de Guanamarca erreicht hatten“, schreibt Humboldt, „erheiterte sich plötzlich das lang verschleierte Himmelsgewölbe“ (Humboldt 1849: 364). Die ganze Weite der Landschaft lag vor ihnen:

„Der ganze westliche Abfall der Cordillere bei Chorillos und Cascas, mit ungeheuren Quarzblöcken von 12 bis 14 Fuß Länge bedeckt, die Ebenen von Chala und Molinos bis zu dem Meeresufer bei Trurillo lagen, wie in wunderbarer Nähe, vor unseren Augen“ (Humboldt 1849: 364).

Für diesen Anblick und so viele weitere Ziele, die er für den Entwurf einer neuen geophysiologischen Wissenschaft von der Erde vor Augen hatte, war er aus dem fernen Europa bis in die Höhen der südamerikanischen Anden gereist.

Einen Moment lang war er überwältigt:

„Wir sahen nun zum ersten Male die Südsee; wir sahen sie deutlich: dem Littorale nahe eine große Lichtmasse zurückstrahlend, ansteigend in ihrer Unermesslichkeit gegen den mehr als geahndeten Horizont,“

(Humboldt 1849: 364)

so erinnert er sich lebhaft an diesen Augenblick. „Der Anblick der Südsee hatte etwas feierliches“ (Humboldt 1849: 365) bekennt Humboldt. Nach einem Moment der Klarheit in der Weite des Ausblicks wird der vorherige Dunst von einer Menge an blendend reflektiertem Licht ersetzt, einer Komposition aus den grenzenlosen Tiefen des Himmels und des Ozeans. Wie sich herausstellte, wurde in der Aufregung dieses Augenblicks jedoch ein wichtiger Hauptzweck der Reise vergessen: eine exakte Messung zu machen. Zerknirscht gesteht Humboldt:

Nature itself seemed to obstruct the expectations of the travelers.

“The layer of mist that enclosed us seemed to disperse for a moment,” Humboldt writes, “but just as quickly the field of view was once more restricted in a hostile manner by intervening heights.”

(Humboldt 1849: 362)

Then, having struggled on over the mountain paths, the party was after all finally rewarded with the long-awaited sight. “When after many undulations of the ground on the rugged mountain ridge we finally reached the highest point, the Alto de Guangamarca,” Humboldt writes, “the dome of the sky, having been veiled for long, suddenly cleared up” (Humboldt 1849: 364). And the full reach of the landscape was before them:

“The whole of the western slope of the Cordillera at Chorillos and Cascas, covered with huge blocks of quartz 12 to 14 feet long, the plains of Chala and Molinos up to the ocean shore at Trujillo lay, as if in miraculous proximity, before our eyes” (Humboldt 1849: 364).

For this, among so many other objectives he had in mind for designing a geophysiological new science of the Earth, he had travelled all the way from far away Europe to the heights of South America’s Andes.

For a moment, he was overwhelmed.

“We now saw for the first time the Southern Ocean; we saw it clearly: close to the shore a large mass of light reflecting back, rising in its immensity against the more than just imagined horizon,”

(Humboldt 1849: 364)

he vividly remembers the moment. “The view of the Pacific had something solemnly impressive.” (Humboldt 1849: 365) After a moment of clarity in the overview, the earlier mist is replaced by a glaring blend of reflected light, a composition combining the vast expanses of sky and ocean. As it turned out, however, a most important purpose of the journey was forgotten in the excitement of this moment: the acquisition of exact measurements. Humboldt confesses:

*„Die Freude, welche meine Gefährten, Bonpland und Carlos Montu-
far, lebhaft theilten, ließ uns vergessen das Barometer auf dem Alto de
Guangamarca zu öffnen.“*

(Humboldt 1849: 364/365)

Enttäuscht fügt er hinzu: „Nach der Messung, die wir nahe dabei, aber tiefer als der Gipfel, in einer isolierten Meierei, im Hato de Guangamarca, machten, muß der Punkt, wo wir das Meer zuerst gesehen, nur 8800 bis 9000 Fuß hoch liegen“ (Humboldt 1849: 365)

Diese kurze Geschichte gibt sich als kleine Reminiszenz eines alternden Alexander von Humboldt aus. Unter der Oberfläche verbirgt sich jedoch sehr viel mehr. Was also können wir Einwohner der Moderne mehr als zwei Jahrhunderte später damit anfangen? Drei Aspekte könnten als bedeutsam herausgestellt werden: Erstens die Bedeutung eines erhöhten Überblicks für das Verständnis der vernetzten geophysiologischen Strukturen einer Landschaft. Der Nutzen dieses Überblicks geht jedoch mit einer Vermischung, wenn nicht gar Verschleierung von Details einher. Zweitens ist die Aneignung von Wissen auf einer Forschungsreise, auch wenn sie auf wissenschaftlich exakte, quantitative Beobachtungen abzielt, unwiderruflich in den größeren Zusammenhang der Bedeutungen eingebunden, welcher aus der eigenen Geschichte und den eigenen Ambitionen, den kulturellen und mentalen Rahmungen der verfolgten Ziele entsteht. Und drittens können alle Beobachtungen und Erkenntnisse dem menschlichen Gehirn nicht einfach als Listen von Zahlen und Bezeichnungen vermittelt werden. Wenn sie in die menschliche Vorstellung eingehen sollen, muss eine Verbindung aus geschriebenen oder gemalten Bildern, aus Bedeutung tragenden Erzählungen geschaffen werden. Ein solches Bindeglied ist der wesentliche Kanal für ein Verständnis, das letztlich einen Einfluss auf das kollektive sozialökologische Muster der Menschheit in Raum und Zeit ausüben kann.

Einen Überblick erlangen: Systeme und Unsicherheit

Frühere Gesellschaften hatten ein anderes Verhältnis als wir modernen Menschen zu den Landschaften, die sie durchstreiften und zu der Umwelt, welche sie unterhielt. Humboldt ist jedoch Teil des Programms der Aufklärung, nach der die Angelegenheiten des Menschen durch analytischen Verstand vorangebracht werden können, verbunden mit dem Anspruch, dass solche Einsichten die Gleichheit der Menschen sichtbar machen und sie befreien könnten. Er sucht nach und träumt von Ausblicken, die später in panoramaartigen Bildern wiedergegeben wurden.

Sich von einem erhöhten Standort aus einen Überblick zu verschaffen, um die Erde mit ihren Landschaften als komplexe, miteinander verbundene Systeme zu verstehen, steht im Zentrum des Projekts, eine neue Wissenschaft von der gesamten Erde zu begründen. Es handelt sich um ein Projekt, um das wir uns bis heute bemühen, von dessen Erfüllung wir trotz enormer Fortschritte jedoch noch immer weit entfernt sind. Ebenso wie unsere

“The joy, which my companions Bonpland and Carlos Montufar vividly shared, made us forget to open the barometer on the Alto de Guangamarca.”

(Humboldt 1849: 364/365)

With palatable disappointment, he adds: “According to a measurement we made not too far away, but lower than the summit, at an isolated dairy farm, in the Hato de Guangamarca, the elevation of the point where we first saw the ocean must be only 8800 to 9000 feet” (Humboldt 1849: 365)

This little story masquerades as a reminiscence of the aging Alexander von Humboldt. However, it is much more, under the surface. So what might we moderns make of it, more than two centuries later? Three aspects can be singled out as significant. First, the significance of an overview for gaining an understanding of the interconnected structures of the landscape’s geophysiology. This also comes at the cost of an obscuration, if not obfuscation of details which gaining the overview entails. Second, the acquisition of knowledge on a journey of inquiry, even if designed to achieve scientifically exact, quantitative observations, is irretrievably entangled into the larger context of meaning produced by one’s history and ambitions, a cultural and mental framework of the purposes followed. And third, all the observations and findings made cannot be conveyed to the human brain merely as lists of numbers and names. If they are to enter human imagination one needs to create an interface of written or painted images and narrations imbued with meaning that serve as an essential channel for understanding and, ultimately, as an influence on humanity’s collective socio-ecological patterning in space and time.

Gaining an Overview: Systems and Uncertainty

Earlier societies had a different relationship than we moderns have to the landscapes they surveyed, environments that sustained them. Humboldt, however, is part of the enlightenment’s programme of informing human affairs with analytical understanding, and the aspiration that such information might equalise and free humans. He seeks, and dreams of, the overview, later reflected in panoramic images.

Gaining an overview from an elevated location for describing Earth with its landscapes as complex interconnected systems is at the heart of founding a new science of the whole of Earth, a project we still struggle with today and, despite huge progress made, are far from achieving. As our bodies are more than the sum of their organs, Earth is more than the sum of its geological formations, life more than a list of species, and the whole more than the output of a computer model. Earth has to be perceived as a co-evolutionary product of geological and ecological processes, energetic and material exchanges, and now also of

Körper mehr sind als nur die Summe ihrer Organe, ist die Erde mehr als nur die Summe ihrer geologischen Formationen, das Leben mehr als eine Liste von Arten und das Ganze mehr als das Ergebnis eines Computermodells. Die Erde muss als koevolutionäres Produkt geologischer und ökologischer Prozesse, energetischer und materieller Austauschflüsse wahrgenommen werden; und neuerdings auch der Wechselbeziehung zwischen dem Planeten und den transformierenden Aktivitäten der Menschheit, welche von unseren Kulturen und unserem Selbstverständnis abhängen. Die Aufgabe, die Erde als Ganzes zu beschreiben, erfordert daher einen umfassenden Überblick, der Details ausblendet, um dafür die relevanten Elemente auf einer größeren Skala sichtbar zu machen.

Wenn die Gesamteigenschaften eines komplexen Systems auf komplizierte Weise von den Details über Größenskalen hinweg miteinander verknüpfter Prozesse abhängen würden, wäre eine makroskopische Beschreibung mittlerer Komplexität als Überblick nicht möglich. Unser mentales Modell müsste ebenso komplex und damit unverständlich sein, wie es die reale Welt ist. Jedes vereinfachte geophysikalische Modell der Erde beruht daher auf der Annahme, dass es in ein System interagierender Elemente untergliedert werden kann, welche auf makroskopischer Ebene identifizierbar sind. Glücklicherweise sind Prozesse auf verschiedenen Skalenebenen jedoch weitgehend voneinander entkoppelt, auch wenn sie von Energie- und Materieflüssen bestimmt werden, die kaskadenartig über die Skalen hinweg wirken. Die Struktur eines Wassermoleküls ist nicht von unmittelbarer Bedeutung für das großräumige Muster der Meeresströmungen. Diese wiederum bewirken umgekehrt keine Veränderungen in der Struktur der Moleküle, aus denen sie bestehen. Daher können wir durchaus berechtigterweise darauf hoffen, eine Beschreibung der größeren Muster der Natur und unserer Verortung in ihr auf der Grundlage eines Überblicks anfertigen zu können. Das Bild des Ganzen mit seinem Fokus auf großräumige Strukturen und ihre Wechselbeziehungen geht damit weit über eine Auflistung der Details von Gesteinen, Arten und Strukturen hinaus.

Während Alexander von Humboldt vor Ort eine enorme Menge wissenschaftlicher Erkenntnisse sammelte, sehnte er sich, nachdem das Landesinnere die Sicht zuvor allzu lange eingeschränkt hatte, seinem Bericht zufolge sehr nach einem freien Blick, einem Überblick bis zum Horizont, wie ihn eine Berghöhe bietet. Ein solcher Überblick ist jedoch alles andere als leicht zu erlangen. Ihn zu erreichen erfordert Entschlossenheit, ein ehrgeiziges Ziel zu verfolgen, dessen Verwirklichung häufig durch Hindernisse und fehlgeleitete Erwartungen behindert wird. Es verlangt die erheblichen Anstrengungen einer herausfordernden Reise. Humboldts umfassendere Absicht drückt sich nicht nur in dem Verlangen aus, die Landschaft von einem erhöhten Standpunkt aus zu sehen, um sich einen systemischen Überblick über die Landschaft und die Zusammenhänge ihrer Elemente zu verschaffen, sondern auch in seinem Bestreben, vor Ort mit einer Ablesung des Barometers, das sie über all die schroffen Pfade geschleppt hatten, eine genaue Messung zu machen.

In Huangamarca bildeten Landfläche, Atmosphäre und Ozean ein stark vernetztes Ganzes. Durch ihre koevolutionären Wechselbeziehungen verbinden sich diese entscheidenden Organe der Erde in Humboldts Wahrnehmung ihrer metaphorischen Beispielhaftigkeit zu mehr als der Summe ihrer Teile. Die Berge, die wir heute mit den Mitteln der Erdsystemwissenschaft besteigen, sind Satellitensysteme und Datennetze, mentale Modelle und Computersimulationen. Es ist die Aufgabe der Erdsystemforschung, einen solchen Überblick zu konstruieren,

the interrelationship of humanity's transforming activities with Earth, which depend on our cultures and self-understanding. The task of describing Earth as a whole, therefore, calls for achieving a comprehensive overview that averages out the details to reveal larger elements that matter.

If a complex system's overall properties were to depend in intricate ways on the details of processes interlinked across scales, a macroscopic description of intermediate complexity as provided by an overview would not be possible. Our mental model would have to be as complex, and as puzzling, as the real world is. Any simplified geophysiological model of Earth is therefore founded on the assumption that it can be decomposed into a system of interacting elements that can be discerned from a macroscopic perspective. Fortunately, processes on different scales are largely decoupled, even if governed by flows of energy and matter that cascade across scales. The structure of a molecule of water is not of immediate relevance to the large-scale pattern of ocean currents and these do not alter the structure of the molecules they are composed of. Therefore, we can hope, with some justification, to be able to produce a description of the larger patterns of nature and our place in it from an overview. The image of the whole, with its focus on large-scale structures and their interconnections, goes far beyond listing the details of rocks, species and structures.

As Alexander von Humboldt relates, while gathering an enormous amount of scientific evidence on the ground, he very much longed for the overview provided by a height clear to the horizon, poignantly after the interior had constrained their view for too long a time. However, that overview is not easily obtained. It requires the determination of pursuing an ambitious objective, the achievement of something that is frequently hindered by obstacles and misleading expectations. It requires the substantial effort of a demanding journey. Humboldt's larger purpose is expressed both in the desire to see the landscape from an elevated point of view that allows a systemic overview of the landscape and the interconnections of its elements, and in the ambition to make an exact measurement at the location in the form of a reading of the barometer they had hauled over all the rugged trails.

At Huangamarca, land, atmosphere and ocean formed an interconnected whole. Through their co-evolutionary interrelationships, these vital organs of Earth combine to be, in their metaphorical representation to his senses, more than the sum of their parts. The mountains we climb today in Earth system science are its spacecraft and data networks, mental models and computer simulations. It is the task of Earth system science to construct such an overview, be it from the heights of a pass in the Andes or our satellites in low Earth orbit. The task faced by an Earth system modeler in the Anthropocene is to find ways that decompose the co-evolutionary whole into vital components, which can be expressed as subroutines to an algorithmic model, and to understand how to couple these to form a representation that allows insight into the macroscopic dynamics of the whole, of Earth. Humboldt could not have envisaged where we stand today in the age of computers, algorithms and planetary-scale anthropogenic transformations; but in 1802, as today, purposefully gaining an overview, as symbolically was the case at Huangamarca, is an essential part of the programme.

Significantly, when the overview is finally gained, it is not one of complete clarity. The farther the view reaches, mountain ridges as well as the mists and haziness of the distance

ob von den Höhen eines Andenpasses herab oder durch einen Satelliten in niedriger Erdumlaufbahn. Die Aufgabe, mit der sich eine Erdsystemmodelliererin, ein Erdsystemmodellierer im Anthropozän konfrontiert sieht, besteht darin, Wege zu finden, das koevolutive Ganze in organisch relevante Komponenten zu zerlegen, welche als Unterprogramme eines algorithmischen Modells formuliert werden können, und zu verstehen, wie man diese zu einer Gesamtdarstellung koppelt, welche dann Einsichten in die makroskopische Dynamik des Ganzen, der Erde, ermöglicht. Humboldt hatte natürlich nicht ahnen können, wo wir heute im Zeitalter von Computern, Algorithmen und anthropogenen Veränderungen von planetarem Ausmaß stehen; aber bereits 1802 ist, wie heute, das gezielte Erlangen eines Überblicks, wie er sich in Huangamarca symbolisch ereignete, ein wesentlicher Teil des Programms.

Bezeichnenderweise kennzeichnet den Überblick, den man schließlich erreicht hat, nicht eine völlige Klarheit. Je weiter der Blick reicht, desto mehr Gebirgskämme, aber auch Nebel und der atmosphärische Dunst der Ferne schieben sich dazwischen. Die Verwaschung von Merkmalen und des genauen Ortes, an dem ein Horizont eine Entität von der anderen trennt, schränken die Gewissheit dessen ein, was man überblickt. Selbst der Blick in Richtung Sonne erzeugt ein blendendes Hindernis, begrenzt die Transparenz des Überblick über entfernte Distanzen. Der Überblick ist mit Wissenslücken, Unsicherheiten und Vermutungen belastet.

Dies ist auch der Fall bei der Simulation der Erde mit Computermodellen, dem entscheidenden Überblick über das Anthropozän, der sich aus Beobachtungsdatensätzen und sich entwickelnden Theorien des Ganzen ergibt: Inmitten der Zuverlässigkeit des makrodynamischen Verhaltens der Modelle, die durch überprüfbare, nicht triviale Ergebnisse belegt wird, welche zu reproduzieren sie in der Lage sind, herrscht überall auch Unsicherheit. Zwar haben wir das Grundgerüst einer physischen Theorie, kämpfen aber mit Komplexität, Fragen der Auflösung und Lücken in unserem Verständnis. Abstraktionen und Generalisierungen sind immer auch mit Einschränkungen verbunden. Zwar sind wichtige Bestandteile einer Gesamtheorie vorhanden, aber eine umfassende allgemeine Theorie der Ökologie fehlt noch immer ebenso wie eine Theorie der materiellen und sozialen Dynamik menschlicher Gesellschaften und ihrer Geschichte. Humboldt hatte selbstverständlich weder zum damaligen Zeitpunkt noch später derartige Gedanken. Aber in seinen Schriften hat er uns immerhin genau diese Erzählung von der Betrachtung des Pazifiks überliefert, in welcher diese Elemente eines Überblicks zusammenlaufen. In der Tat ist der Dunst der Entfernungen ein etabliertes Thema dieser historischen Epoche (Graczyk 2004). Hier, wie auch bei der Modellierung, verhindert Unschärfe, dass die aus der Übersicht gewonnenen Erkenntnisse als völlig gesichert angesehen werden können; daher kann sie nicht von den Fragen des umfassenderen Projekts des menschlichen Daseins insgesamt getrennt werden.

Gleichzeitig vermittelt Humboldts Erzählung mit ihrer Betonung der Barometermessung, dass der Überblick keineswegs die Notwendigkeit einer genauen, ortsbezogenen Beobachtung, die Bedeutung von Daten und Details ersetzt. Indem er Jahrzehnte später seine Enttäuschung darüber zugibt, auf dem Pass diese Messung nicht vorgenommen zu haben, sondern gezwungen gewesen zu sein, sie durch eine Schätzung zu ersetzen, betont er die Bedeutung einer exakten, quantitativen, abstrakten, rationalistischen Analyse der Welt ebenso wie die Bedeutung eines integrierenden Überblick, den der Abstand einer Erhöhung ermöglicht. Der festgesetzte Zweck der langen Reise wurde im konkreten Mo-

intervene. The blending of features and where exactly a horizon separates one entity from another limit the certainty of what is seen. Even the view towards the Sun causes a glaring barrier to clarity in the overview of the more distant space. The overview is fraught with limitations to knowledge, with uncertainty and guesses.

This is also the case with computer modelling of the Earth, the vital overview of the Anthropocene derived from sets of observations and emerging theories of the whole: parallel to the reliability of the macro-dynamic behaviour of the models, evidenced by the verifiable nontrivial results they reproduce, uncertainty abounds. We have the outlines of physical theory but struggle with complexity, resolution and gaps in understanding. Abstractions and generalisations bring with them limitations. Important elements are available but neither a full general theory of ecology nor of the material and social dynamics of human societies and their history. Humboldt had no such thoughts then or later. However, he did relate to us in his writings this particular story of viewing the Pacific in which these strands of overview run together. In fact, the mistiness of distances is an established topic encountered in that historical period (Graczyk 2004). Here, as in modelling, it prevents knowledge gained from the overview from being fully certain, and therefore cannot be separated from the larger issue of the human endeavour.

At the same time, with its emphasis on the barometer measurement, Humboldt's story conveys that the overview does not replace the need for exact, located observation, the importance of data and details. By mentioning his disappointment, decades later, of not having made that measurement on the pass but having had to substitute it by an estimate, he emphasises the importance of exact, quantitative, abstract, rationalistic analysis of the world as much as the integrating overview provided by the distance of an elevation. The declared purposes of the long journey were deposed by the significance of the moment. Both modes are scientific: not just the objectifying pulling-apart of a whole on the laboratory table or in a naked number such as atmospheric pressure, but also the unifying perception of interconnections provided by the overview that deemphasises the details. It was for this reason that not just was the pass achieved but also a barometer hauled through the interior of South America and over the ridges of the Andes mountains. The measurement is important, not taking it regretted. It is required for solidly and as objectively as possible underpinning a new physics of the Earth.

Humboldt left on his journey to find examples in the landscape for the interconnections of geology, nature, climate and human habitation of the land. His intent was to establish a comprehensive, more integrated new view of Earth and its systems. It was the beginnings of seeing Earth as a whole of interacting elements, a development that reached the scientific mainstream only two centuries later, when the global scientific community held a large open science conference in Amsterdam in July 2001, and many signed a programmatic declaration stating: "The Earth System behaves as a single, self-regulating system comprised of physical, chemical, biological and human components" (Pronk 2002).

ment dann jedoch von der persönlichen Bedeutung des Augenblicks übertönt. Beides sind wissenschaftliche Zugänge: nicht nur die objektivierende Zerlegung eines Ganzen auf dem Labortisch oder in Form einer nackten Messzahl wie dem Luftdruck, sondern ebenso auch die zusammenschauende Wahrnehmung von Wechselbeziehungen, welche der Überblick ermöglicht, gerade weil er von den Details absieht. Es war exakt dieser Grund, warum nicht nur die Passhöhe angestrebt und erreicht wurde, sondern auch ein Barometer durch das Innere Südamerikas und die Bergrücken der Anden geschleppt worden war. Die Messung ist wichtig, sie versäumt zu haben bedauerlich. Sie ist absolut notwendig, um einer neuen Physik der Erde eine so solide und objektive Basis wie möglich zu geben.

Humboldt brach zu seiner Reise auf, um in der Landschaft Beispiele für die inneren Wechselbeziehungen zwischen Geologie, Natur, Klima und den Bewohnern des Landes zu finden. Seine Absicht war es, eine umfassende, stärker integrierte neue Sichtweise auf die Erde und ihre Systeme zu begründen. Es war der Beginn einer Betrachtung der Erde als Gesamtheit wechselwirkender Elemente: einer Entwicklung, welche den wissenschaftlichen Mainstream erst zwei Jahrhunderte später erreichte, als die globale wissenschaftliche Gemeinschaft im Juli 2001 in Amsterdam eine große öffentliche Wissenschaftskonferenz abhielt, auf der viele der Teilnehmenden eine programmatische Erklärung unterzeichneten, in der es hieß: „Das Erdsystem verhält sich als ein einziges, sich selbst regulierendes System, das aus physikalischen, chemischen, biologischen und menschlichen Komponenten besteht“ (Pronk 2002).

Verflechtungen von Wissen: Identität, Geschichte und Bedeutung

Den Pazifik von den Anhöhen von Huangamarca aus zu sehen, war ein notwendiger Schritt des Unterfangens, durch einen Überblick eine neue Wissenschaft der Erde voranzubringen. Aber es war auch die Erfüllung eines Lebenstraums für Humboldt. In einem kristallisierten Augenblick verschmilzt das umfassendere wissenschaftliche Projekt mit der ganz persönlichen Geschichte Humboldts zu einem größeren Ganzen. Seine Mission zu verfolgen war mehr als ein nüchternes wissenschaftliches Projekt, es war auch zutiefst persönlich. Es kann nicht vollständig von seiner Verwurzelung in Humboldts Lebenshintergrund und seiner Identität getrennt werden. In jenem Moment ist die Verwirklichung der Ziele emotional; sie überwältigt als menschliche Realität die nüchterne, quantitative Messung und verleiht dem Überblick eine größere Bedeutung. In einer Passage, in welcher er über die Begebenheit reflektiert, schreibt Humboldt:

„Das Verlangen, welches man nach dem Anblick gewisser Gegenstände hat, hängt gar nicht allein von ihrer Größe, von ihrer Schönheit oder Wichtigkeit ab; es ist in jedem Menschen mit vielen zufälligen Eindrücken des Jugendalters, mit früher Vorliebe für individuelle Beschäftigungen, mit Hang nach der Ferne und einem bewegten Leben verwebt.“

(Humboldt 1849: 362)

Entanglement of Knowledge: Identity, History and Meaning

Seeing the Pacific from the heights of Huangamarca was a necessary step in achieving an overview from which to advance deriving a new science of Earth. But it was also the fulfilment of a life-long dream. Crystallised in a moment, the larger scientific project and the personal history of Humboldt fuse into a larger whole. Pursuit of his mission was not just a dispassionate scientific objective but also deeply personal. It cannot be fully separated from being rooted in Humboldt's background and identity. In that moment, the realisation of ambition is emotional; it overwhelms the sober, quantitative measurement and imbues the overview with a larger meaning across human reality. In a passage reflecting on the occasion, Humboldt writes:

“The desire one feels to behold certain objects does not indeed depend only on their size, their beauty or importance; in every human being it is interwoven with many chance impressions of adolescence, with early predilections for particular pursuits, with a yearning for far-away places and an eventful life.”

(Humboldt 1849: 362)

Dementsprechend bekennt er: „In die Sehnsucht nach dem Anblick der Südsee vom hohen Rücken des Andeskette mischte sich das Interesse, mit welchem der Knabe schon auf die Erzählung von der kühnen Expedition des Vasco Nunez de Balboa gelauscht“ (Humboldt 1849: 363).

Wie um seine Bedeutung zu unterstreichen, ist das Abenteuer am Pass von Huangamarca zudem so aufgebaut, dass es die Merkmale einer Heldenreise aufweist. Die Gruppe muss Hindernisse und Widerstände überwinden, bevor sie Ziel und Erfüllung erreicht, wenn auch nicht ohne das darauffolgende, sehr menschliche Versäumnis der Messung. Humboldt ist enthusiastisch: „Die Unwahrscheinlichkeit, einen Wunsch erfüllt zu sehen, giebt ihm dazu einen besonderen Reiz“ (Humboldt 1849: 362).

Und er fügt nachdrücklich hinzu:

„Tage der Erfüllung solcher Wünsche sind Lebensepochen von unverlöschlichem Eindruck.“

(Humboldt 1849: 363)

Alles Wissen ist situiert und Teil einer sich entwickelnden Auseinandersetzung mit uns selbst darüber, wer wir sind und welches Wissen uns prägt. Wissen, Verständnis und Entdeckungsreisen – all das spielt eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, welchen Sinn wir unserem Leben in Situationen geben wollen, in denen wir uns wiederfinden, und darum, wer zu sein wir letztendlich anzustreben versuchen. Alexander von Humboldts Expedition war eine zutiefst persönliche Reise, aber auch eine wissenschaftliche Mission mit großer Bedeutung im Hinblick darauf, einen neuen Blick auf den Planeten zu gewinnen. Indem er Jahre später einem räumlich weit entfernten Publikum davon berichtete, trug Humboldt dieses Wissen in die verwobenen Kontexte allen Wissens ein.

Was impliziert dies für Erdsystemwissenschaft im Anthropozän, welche sich weitgehend als ein Projekt losgelöster wissenschaftlicher Untersuchung gibt? Auch wenn technologische und wirtschaftliche Ansätze zur Bewältigung der Herausforderungen, vor denen wir stehen, fraglos Werkzeuge von zentraler Bedeutung sind, ist das Problem des Anthropozäns viel mehr als das. Neben der Herausforderung, die es für wissenschaftliche Forschung darstellt, ist es nicht weniger eine kulturelle, politische und moralische Herausforderung: eine Herausforderung bezüglich der Frage, was und wer wir sind. In Anbetracht dessen erscheinen trotz aller Dringlichkeit der Botschaft unsere gegenwärtigen wissenschaftlichen Zugänge zur Erdsystemwissenschaft und ihrer Kommunikation seltsam losgelöst von den komplexen Realitäten des tatsächlichen Lebens im emergierenden Anthropozän. Die Erdsystemwissenschaft ist in ihrem Kern noch nicht zu einer Wissenschaft der Koevolution menschlicher Einsichten und Gedanken (einschließlich menschlicher Werte, Ziele und Präferenzen) und des objektivierten Wissens geworden, das aus planetarischer Beobachtung, Modellierung und Experimentierens hervorgeht. Ein wirklich koevolutionärer Ansatz, der unser Wissen in die Phänomene der

Accordingly, he confesses: “Into the longing to see the Pacific from the high ridges of the Andes chain was mingled the interest with which the boy had already listened to the story of the daring expedition of Vasco Nunez de Balboa” (Humboldt 1849: 363).

As if to highlight its significance, the adventure at the pass of Huangamarca also is constructed to illustrate the hallmarks of a hero’s journey. The group has to overcome obstacles and obstructions before reaching ambition and fulfilment, albeit not without the very human oversight that follows, concerning the measurement. Humboldt is enthusiastic: “The improbability of seeing a wish fulfilled makes it a most special pleasure” (Humboldt 1849: 362).

And he acutely adds:

“The days on which such wishes are fulfilled are epochs in life that leave an indelible impression.”

(Humboldt 1849: 363)

All knowledge is situated and part of an evolving debate with ourselves about who we are and what knowledge informs us. Knowledge, understanding and journeys of exploration are very much about what meaning we produce for our lives in the situations we find ourselves in, and who we aspire to be. Alexander von Humboldt’s expedition was a profoundly personal journey, but also a scientific mission with huge significance for gaining a new view of the planet. By relating it to a distant public, years later, Humboldt contributed that knowledge into the entangled situatedness of all knowledge.

What does this imply for Earth system science in the Anthropocene, largely portrayed as a project of detached scientific inquiry? While technological and economic approaches to the challenges we face are critically important tools, the problem of the Anthropocene is much more than that: along with the challenge it represents for scientific knowledge, it is no less a cultural, political and moral challenge, a challenge to who we are. In view of this, our contemporary scientific approaches to Earth system science and its communication seem to remain, despite the urgency of the message, strangely detached from the complex realities of actual lives lived in the emerging Anthropocene. Earth system science has not yet truly become a science of the co-evolution of human reflection and thought, including human values, ambitions and preferences, and the objectivised knowledge gained from planetary observation, modelling and experimentation. A truly co-evolutionary approach embedding knowledge by situating it in the human cultural condition, taking the human component seriously in the co-evolution with all of its cultural diversity and complexity, is still lacking.

Knowledge is situated because its meaning is. The reductionist idea of a veil merely being pulled from nature in discovery to reveal its true nature is certainly not what Humboldt had in mind when he evaluated his scientific journey for advancing the public’s perception.

kulturellen Existenz der Menschheit einbettet und somit die menschliche Komponente der Koevolution in all ihrer kulturellen Vielfalt und Komplexität ernst nimmt, steht noch aus.

Wissen ist situiert, weil seine Bedeutung es ist. Die reduktionistische Vorstellung, dass der Natur bei ihrer Erforschung lediglich ein Schleier fortgezogen werden müsse, um darunter ihr wahres Wesen zu enthüllen, ist sicherlich nicht das, was Humboldt im Sinn hatte, als er seine wissenschaftliche Reise auswertete, um die Wahrnehmung der breiten Öffentlichkeit zu entwickeln. Rationalistisches analytisches Wissen trifft sich mit menschlichen Anliegen und Ambitionen, kulturellen Denkmustern und Werten. Das von der modernen Erdsystemwissenschaft erzeugte Wissen ist ein Beitrag, aber nicht die Gesamtheit der Herausforderungen, vor der die Menschheit im Anthropozän steht. Auf der Grundlage der gewonnenen analytischen Erkenntnisse müssen wir fragen: Welche Schlussfolgerungen werden wir kollektiv in verschiedenen Umfeldern und individuell aus den Erkenntnissen der Erdsystemwissenschaft ziehen? Wie werden wir auf die disruptiven Veränderungen reagieren, die sich im gesamten planetaren System abzeichnen? Wie Humboldt, der seine Arbeiten als exakte wissenschaftliche Berichte, aber auch als Tableaus und Darstellungen, Erzählungen und Bilder vermittelte, muss die moderne Erdsystemwissenschaft substanzieller in den gesellschaftlichen Diskurs eintreten als dies eine tendenziell eher körperlose Wissenschaft derzeit anbietet.

Eine Schnittstelle zum menschlichen Gehirn: Tableaus und mentale Modelle

Humboldt bedauerte, die Messung nicht vorgenommen zu haben. Er betont, wie wichtig es ist, bei der Beobachtung der Erde quantitativ vorzugehen. Jedoch wusste er, dass Auflistungen von Barometermessungen, vorgefundenen Arten oder erzielten Überblicken nicht ausreichen, um sich ein mentales Modell einer organischen Landschaft zu bilden. Für sich genommen vermitteln sie kaum den Charakter eines Ökosystems mit seinen Wechselwirkungen, Vernetzungen und Funktionsweisen als etwas, das mehr ist als die Summe seiner Teile. Sie vermitteln auch nicht, dass die Landschaft ein Produkt ihrer erdgeschichtlichen Entwicklung ist. Messungen, so wichtig sie auch sind, veranschaulichen nicht das Wesen eines dynamischen Systems.

Humboldt veröffentlichte daher nicht nur Tabellen und Listen, sondern gab auch Drucke und Gemälde in Auftrag: Bilder, die sorgfältig komponierte Versuche waren, europäischen Leserinnen und Lesern das Wesen der Landschaften, die er gesehen hatte (vgl. **Abbildung IV.2**), als Systeme zu vermitteln, die ein zusammenhängendes Ganzes bilden (Graczyk 2004, Haus der Kulturen der Welt 1999). Sie selbst sind bereits Produkte des Überblicks und der damit verbundenen Herausforderung, bei der Skizzierung eines größeren Systems die Details zu reduzieren und gleichzeitig seine wichtigsten charakteristischen Eigenschaften ausreichend zu bewahren. Diese Bilder nahmen nicht nur die Gestalt von Drucken und Gemälden an, sondern bekannterweise auch die von Worten. Die Geschichte von Huangamarca ist Teil eines verbalen „Tableaus“, eines Gemäldes mit Worten. Diese wurden nicht nur geschaffen, um Humboldts Abenteuer zum Gesprächsthema in den Salons seiner Zeit zu machen oder um die Ereignisse eines Forscherlebens festzuhalten. Sie wurden auch deshalb geschrieben, weil die erzählende Form, die vor dem inneren Auge ein Bild erzeugt, eine wesentliche Schnittstelle zwischen wissenschaftlicher Erkenntnis, Lernprozessen und der Wahrneh-

Rationalistic analytical knowledge meets with human concerns and ambitions, cultural patterns of thought and values. The knowledge produced by modern Earth system science is an element, but not the totality of the challenge humanity is facing in the Anthropocene. On the basis of the analytical knowledge gained, we need to ask: What conclusions will we draw, collectively, disparately and individually, from the findings of Earth system science? How will we react to the disruptive changes developing throughout the planetary system? As Humboldt did in conveying his work as exact scientific reports, but also as tableaus and depictions, as narrations and images, modern Earth system science has to enter the discourse of societies in a more substantial way than disembodied science currently largely provides for.

Interfacing to the Human Brain: Tableaus and Mental Models

Humboldt regretted not taking the measurement. He emphasises the importance of being quantitative in observations of Earth. However, Humboldt knew that lists of barometer measurements, species encountered or overviews gained are not sufficient for forming a mental model of an organic landscape. By themselves, they do little to convey the character of an ecosystem with its interconnections, networks and functioning as more than the sum of its parts. They also do not convey the landscape as a product of its natural history. Measurements, important as they are, do not in themselves illustrate the nature of a dynamic system.

Humboldt, therefore, published not only tables and lists but commissioned engravings, and paintings: images that were carefully composed attempts to convey to European readers the nature of the landscapes he had seen (cf. **Figure IV.2**), as systems forming a whole (Graczyk 2004, Haus der Kulturen der Welt 1999)..They are in themselves already products of the overview and the challenges it brings of reducing the details when outlining a larger system while sufficiently retaining its key characteristic properties. These images not only took the forms of engravings and paintings, but famously also of words. The story of Huangamarca is part of a verbal 'tableau', a painting with words. These were not only created to make his adventures a topic of conversation in the salons of his time, or to record the events of a life of inquiry. They were also written because the narrative form, bringing a picture before the inner eye, is an essential interface between scientific knowledge, learning and perception, between cold objective facts and the richer world of meaning.

Humboldt knew that once the mission was achieved, both personally and objectively, emotionally and scientifically, major findings would have to be transferred into the brains of people as mental models if they were to have any effect on the evolution of societies in

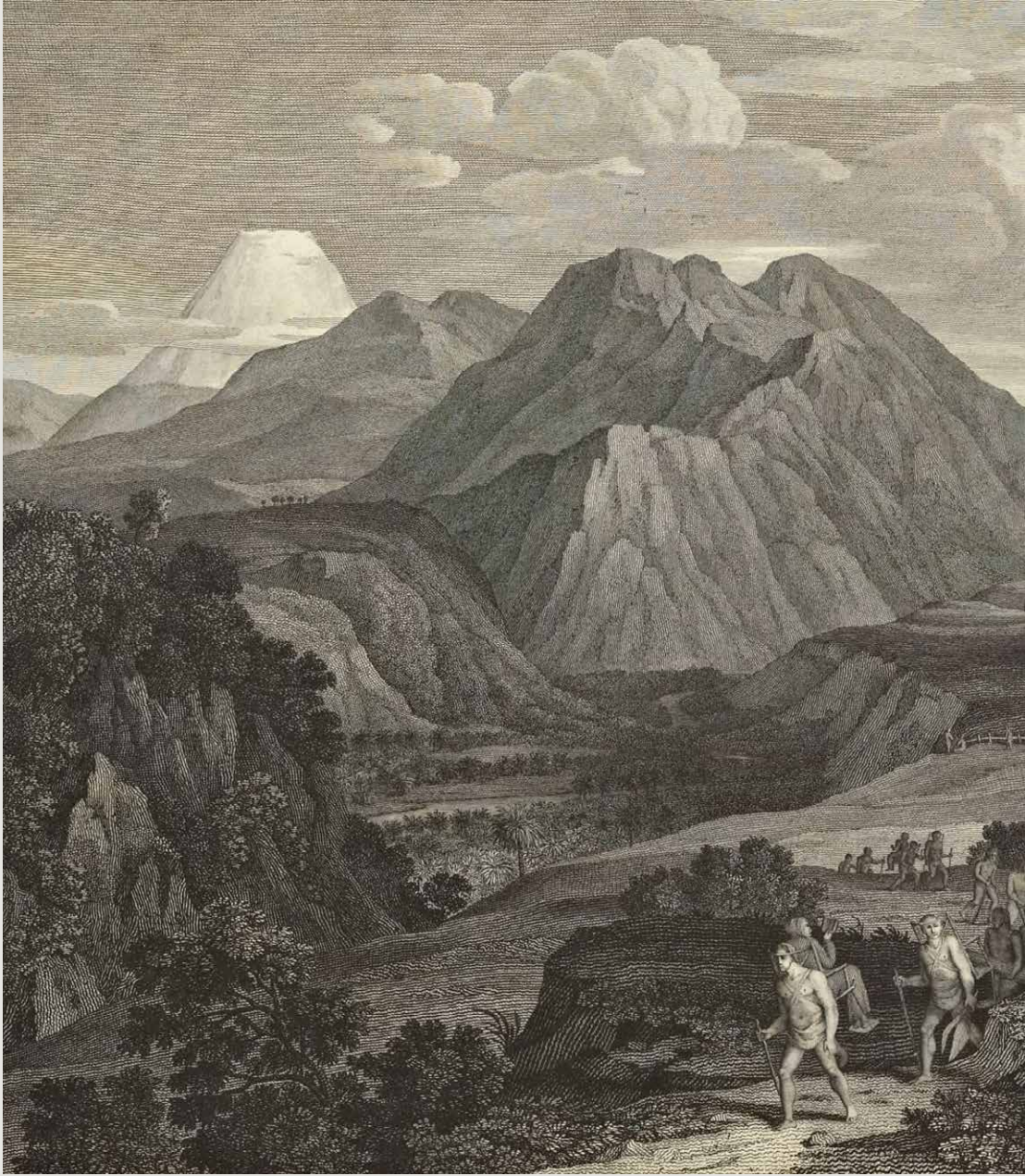




Abbildung IV.2: Beispiel einer Humboldt'schen Landschaft, welche hier eine Passage bei Quindiu in der Kordillere der Anden zeigt und als Tafel V in seinem Buch von 1810 zu finden ist, „Pittoreske Ansichten der Cordilleren und Monumente americanischer Völker“ (Humboldt 1810). Im Mittelpunkt steht die Landschaft, hier in der heutigen Region von Quindio in Kolumbien, welche Humboldt und seine Mitreisenden im Oktober 1801 durchquerten. „Unsre Fussbekleidung“, schreibt Humboldt, war „so sehr zerrissen, dass wir genöthigt waren, wie alle Reisenden, die sich nicht von Menschen auf dem Rücken tragen lassen wollen, baarfuss zu gehen.“ Die Wege waren so tückisch, dass Maultiere nicht eingesetzt werden konnten, berichtet Humboldt. Daher ließen sich wohlhabende Reisende, welche an die Strapazen einer solchen Passage nicht gewöhnt waren, üblicherweise „von Menschen tragen, welche sich einen Sessel auf den Rücken gebunden haben“, wie im mittleren Vordergrund der Tafel dargestellt ist. Auch wenn Humboldt berichtet, dass „gar keine erniedrigende Vorstellung mit dem Gewerbe“ verbunden sei, hält er die Praxis für nicht menschenwürdig.

Figure IV.2: An example of a Humboldtian landscape, entitled “Passage of Quindiu, in the Andean Cordillera”, to be found as plate V in his book of 1810, “Picturesque Views of the Cordillera and Monuments of American Peoples” (Humboldt 1810). The focus is on the landscape, here in the region of Quindio in Columbia, which Humboldt and his fellow travelers traversed in October, 1801. “Our footwear was so torn,” Humboldt writes, “that we were forced to go barefoot, as all travellers do who do not want to be carried on the backs of porters”. The trails were so treacherous that mules couldn’t be used, Humboldt reports, so wealthy travellers, unaccustomed to the hardships of the passage, are commonly “carried by men with a chair tied to their backs,” which can be seen in the middle foreground. Even though Humboldt reports that “no humiliating idea is attached” to it, he does not consider it a humane practice.

mung zwischen nüchternen, objektiven Fakten und der reicheren Welt der Bedeutung ist.

Humboldt wusste: Sobald die Mission gelungen war, sowohl persönlich als auch faktisch, emotional und wissenschaftlich, mussten zentrale Erkenntnisse als mentale Modelle in die Köpfe der Menschen übertragen werden, wenn diese sich auf die Entwicklung der Gesellschaften in ihren Zeiten auswirken sollten. Er wollte etwas Grundsätzlicheres zur allgemeinen Entwicklung des menschlichen Denkens und Bewusstseins im Sinne der Aufklärung und ihres Programms der Befreiung der Menschheit zu mehr Gleichheit und Gerechtigkeit beitragen als nur einen Bericht über seine persönliche Lebensentwicklung und Bildung. Dies reflektiert ein gewisses Maß rationaler Objektivität im Dienste größerer, aus der Antike stammender humanistischer Vorstellungen. Es erforderte zu überlegen, wie eine Schnittstelle aussehen müsste, welche die strukturierte Komplexität einer analytischen Betrachtung der Landschaft und der erfolgten Messungen dem menschlichen Gehirn vermitteln kann, der Fähigkeit des Menschen, wesentliche Informationen über ein komplexes System in sich aufzunehmen.

Dies wirft vergleichbare Fragen zu den Herausforderungen des Anthropozäns auf. Stimmt es, wie behauptet wurde, dass nur Kunst uns vor der Zerstörung des Planeten bewahren kann? Diese Aussage wird von Wissenschaftlern belächelt, die sich fragen, was um alles in der Welt Kunst mit irgendwas zu tun hat. Und sie wird von Künstlern belächelt, die täglich erleben, dass ihre Arbeit im öffentlichen Diskurs als bloße Unterhaltung zur Seite gedrängt wird. Doch wo, wenn nicht in der Kunst, werden Fragen zu unserer Existenz gestellt und Annahmen fundamental hinterfragt, in verbalen und nonverbalen Formen? Gute Kunst ist eine ganzheitliche Synthese, die sowohl das Analytische als auch das Persönliche transzendiert. Vielleicht ist es kein Zufall, dass das früheste Auftreten des Homo sapiens, zumindest in Europa, unmittelbar mit ebenso frühen künstlerischen Ausdrucksformen einherging, welche intuitiv voller Bedeutungen sind. Ganz offensichtlich handelt es sich von Anfang an um voll entwickelte künstlerische Auseinandersetzungen des Menschen mit Bedeutung. In diesem Sinne ist die Moderne eine Voraussetzung für Humboldts wissenschaftliche Entdeckungsreise im Geiste des großen Programms der Aufklärung, nicht etwas Neuartiges, sondern etwas Uraltes, ja für unsere Art Konstitutionelles. Sie hat sich nicht erst mit Beginn von Zivilisation herausgebildet, sondern war dem Menschen von Anfang an eigen. Es war kein Zufall, dass eine monumentale Ausstellung eiszeitlicher Kunst im Britischen Museum im Jahr 2013 als Kunstaussstellung, nicht als Museumsausstellung gestaltet wurde (Cook 2013). Die Erdsystemforschung ist Teil eines erheblich umfassenderen Unterfangens des menschlichen Denkens, die Welt zu verstehen statt lediglich die Erde. Humboldt machte diesen nächsten Schritt. Es scheint naheliegend, dass ein unverzichtbarer Teil der Verhandlung des Anthropozäns ist, in der modernen Erdsystemwissenschaft diesen Schritt ebenfalls auf systematischere Weise zu gehen, so wie es beispielsweise Szerszynskis und Latours Projekt *Monument to the Anthropocene* (Szerszynski 2017) unternommen hat. Schließlich trägt das Anthropozän das Wort „anthropos“ in sich, Mensch.

Mehr als dies heute der Fall ist, sollte man sich an Humboldt nicht nur als eines Pioniers der regionalen Geografie, des wissenschaftlichen Reisens, der Geologie und der Biogeografie erinnern, sondern auch als eines bahnbrechenden Pioniers, der aufzeigte, wie man analytisches Wissen in die verwobenen Komplexitäten der sozialen Existenz einschreiben kann. In heutigen Worten könnte man die Punkte, die Humboldt in seiner nur scheinbar

their times. That is, to contribute something more fundamental than his personal development and edification to the overall development of human thought and awareness, in the spirit of the enlightenment and its programme of liberating humanity to increased equity and justice. This a degree of rational objectivity, in the service of a larger, more ancient humanistic ambition. It requires considering how to interface the structured complexity of an analytical viewing of the landscape and the measurements made with the human brain, the abilities of a person to take in essential information about a complex system.

This equally raises questions for the challenges of the Anthropocene. Is it true, as has been said, that only art can save us from the destruction of the planet? This is laughed at by scientists who wonder what on Earth art has to do with anything. And it is laughed at by artists who daily experience that their work is sidelined as entertainment in public discourse. However, where if not in art are questions about our existence asked and assumptions fundamentally challenged, in verbal and non-verbal forms? Good art is a holistic synthesis that transcends both the analytical and the personal. Perhaps it is not by chance that the earliest appearance of homo sapiens, at least in Europe, is immediately associated with equally early artistic expressions that intuitively carry much meaning. They are clearly, evidently, fully evolved artistic human expressions of meaning from the very beginning. Modernity, in that sense, a precondition for Humboldt's journey of scientific discovery in the spirit of the enlightenment's larger programme, is not something new, but ancient, even constitutional for our species. It did not evolve gradually with civilisation but was with humans from the beginning. It was not by accident that a monumental display of ice age art at the British Museum in 2013 was presented as an art exhibit rather than a museum display (Cook 2013). Earth system science is part of a much larger enterprise of the human mind to understand the world rather than just Earth. Humboldt took that next step. It would suggest that taking that step also more systematically for modern Earth system science, as initiated for example by Szerszynsky's and Latour's *Monument to the Anthropocene* (Szerszynski 2017), is an indispensable part of negotiating the Anthropocene. It has, after all, the word 'anthropos', human, in its name.

More than is currently the case, Humboldt should be remembered not just as a pioneer of regional geography, scientific travelling, geology and biogeography, but also as a path-breaking pioneer of how to interface analytical knowledge into the entangled complexities of social existence. In contemporary terms, the points highlighted by Humboldt's deceptively simple story of Huangamarca might be seen as a systems analysis combining empirical foundations of generalised complexity with the situatedness of knowledge, and imbuing abstract quantification with human-world meaning.

anspruchlosen Geschichte von Huangamarca hervorhebt, als eine Systemanalyse verstehen, welche die empirischen Grundlagen generalisierter Komplexität mit der Situiertheit alles Wissens kombiniert und abstrakte Quantifizierungen mit Bedeutungszusammenhängen der menschlichen Welt anreichert.

3 Alvar Aalto und die erweiterte Rationalität einer menschlichen Architektur

Im Anthropozän sind diejenigen von uns, die in industrialisierten Konsumgesellschaften leben, zu Architekten der Erde geworden. Die Gesamtmasse der Technosphäre, also die Summe der Massen aller von Menschen hergestellten materiellen Artefakte, ist Schätzungen zufolge inzwischen größer geworden als die Biomasse der Erde und nimmt weiter zu (Elhacham et al. 2020). Ein Großteil der Landoberfläche der Erde wurde durch menschliche Nutzungen überformt; menschliche Einflüsse erreichen jeden Winkel der Erde (Haberl et al. 2007). Die planetaren Grenzen, die unter Anwendung eines Vorsorgeprinzips einen für die Menschheit sicheren Zustand der Erde abgrenzen, sind sämtlich materieller Natur. Sie hängen mit dem Umfang und der Qualität der Stoffströme zusammen, die zwischen den Gesellschaften des Menschen und ihrer Umwelt fließen. Die heutige Transformation der Erde ist ein Nebenprodukt unserer physischen Präsenz in der globalen Umwelt, der materiellen Ströme, welche den Unterhalt, die Reproduktion und das Wachstum unserer Gesellschaften ermöglichen. Das Anthropozän ist eine Herausforderung für die politische Steuerung dieser Stoffströme und dementsprechend der menschlichen und sozialen Systeme, welche sie erzeugen.

Welche Prinzipien sollte die Menschheit als Architektin der Erde also bei der Gestaltung ihrer materiellen Systeme beachten? Bereits 1947 stellte der finnische Architekt Alvar Aalto eine Schlüsselfrage zur Metaebene der Maschinerie von Produktion und Konsum im Industriezeitalter:

„Wie kann man eine Maschine unterwerfen, ohne sie zu zerstören, wie kann man eine Industrie unterhalten, ohne den Menschen zu industrialisieren?“

(Aalto 1947: 137)

Diese immens wichtige Frage lässt sich mühelos von Aaltos Kontext, der Gestaltung einer dem Menschen gemäß gebauten Umwelt, auf die nunmehr kritische Frage des Designs der materiellen Präsenz der Menschheit im Anthropozän übertragen, der Technosphäre, welche Gesellschaften in Gesamtheit bewohnen.

Der Zweck von Architektur besteht nicht nur darin, Unterkunft zu schaffen, sondern dies idealerweise auf eine Weise zu tun, die dem Leben der Menschen förderlich ist und ihre soziale Organisation mit ökologischer Integrität unterstützt. Es war die Leidenschaft

3 Alvar Aalto and the Expanded Rationality of Humane Architecture

In the Anthropocene, those of us living in industrial consumer societies have become architects of Earth. The mass of the technosphere, the sum of all material artefacts produced by humanity, has been estimated to now be larger than all of Earth's biomass, and continues to grow (Elhacham et al. 2020). Much of the Earth's land surface has been transformed by human use, with human influences reaching every corner of the globe (Haberl et al. 2007). The planetary boundaries that delineate a precautionary stable state of Earth are all material in nature, related to the magnitude and quality of the exchange fluxes of matter between human societies and the environment. The transformation of Earth is a by-product of our physical presence in the global environment, of the material flows that sustain, reproduce and grow our societies. The Anthropocene is a challenge of governance of these flows, and therefore the governance of the human and social systems that produce them.

As architects of Earth, what are the principles humanity should follow in the design of its material systems? Already in 1947, the Finnish architect Alvar Aalto asked a key question about the meta-level apparatus of production and consumption in the industrial age:

“How can one subjugate a machine without destroying it, how can one maintain an industry without industrializing the human?”

(Aalto 1947: 137)

This immensely important question can easily be transferred from his context, the design of a constructed environment suitable for humans, to the now critical design of humanity's material presence in the Anthropocene, the technosphere that societies as a whole inhabit.

The aim of architecture is not just to provide shelter but to do this in a manner that is, ideally, conducive to human lives and social organisation with ecological integrity. As a pioneering Finnish architect and designer of the 20th century, Aalto's passion was to create buildings that are modern but do not do violence to the human existence in support

Aaltos als wegbereitendem finnischen Architekten und Designer des 20. Jahrhunderts, Gebäude zu schaffen, die modern sind, aber der menschlichen Existenz, für die sie gebaut werden, und den sozialen Beziehungen keine Gewalt antun, die sie fördern statt untergraben sollen. Industrialisierung, so stellte Aalto fest, „führte zu unsozialen Städten und rein utilitaristischen, kommerziellen Formen [...] Die gefährlichste Waffe des Menschen – die Maschine – eignete sich eine Macht an, die ihr nicht zusteht. Anstatt vom Menschen beherrscht zu werden, beherrschte sie den Menschen“ (Aalto 1950: 245). Stattdessen forderte er:

„Eine architektonische Lösung muss immer auf einem menschlichen Leitbild beruhen, das auf Analyse aufbaut, aber dieses Leitbild muss in der Konstruktion materiell verwirklicht werden.“

(Aalto 1940: 107)

Obwohl er die innovative Kraft der Bauhaus-Bewegung innerhalb der Moderne stets schätzte und ihr weithin anerkannter Weggefährte war, wurde er sich schon früh einiger der verzerrenden Konsequenzen technologischer Systeme bewusst, welche diese hervorrufen können, wenn sie nicht per Design unter der Kontrolle menschlicher Ziele gehalten werden.

Aalto bestand darauf, dass wir „häufiger, als wir es bisher getan haben, die Qualitäten analysieren müssen, die mit einem Objekt verbunden sind“ (Aalto 1950: 91). Andernfalls, so postulierte er, „bekommen wir eine unorganische Gesellschaft“ (Aalto 1957: 206). Er war durchaus ein Befürworter von zukunftsorientiertem Design, kritisierte aber dessen zu industriellen Charakter. So wird zum Beispiel sein Verweis auf die brutale Nüchternheit von Neonröhren und ihren funktionsorientierten Halterungen oft zitiert; sie waren damals der neueste Trend. Während er die Notwendigkeit von Massenproduktion einräumte, die von großen Teilen der Bevölkerung bis heute begrüßt wird, kritisierte er den einigermaßen unmenschlichen Charakter der Verführung durch Technologie: Moderne Stühle mit ihren metallenen Rahmen und Armstützen fühlen sich bei Berührung nicht warm an und sind auch für das Auge nicht unbedingt angenehm. Aalto selbst zweifelte ganz und gar nicht an der eleganten Schönheit dieser ikonischen Entwicklungen des Designs, blieb aber aufgrund ihres Mangels an alltagstauglicher Menschlichkeit nicht ganz von ihnen überzeugt. Er bevorzugte es, Holz als Werkstoff zu nutzen, aber in moderner Gestaltung. „Das massivste Haus ist das kostengünstigste“, schreibt er; und führt an: „Man kann noch weiter gehen und sagen, dass das unmenschlichste Haus das billigste ist, dass das teuerste Licht, das wir haben, das Tageslicht ist – lassen wir es außen vor, so können wir billigere Wohnungen bekommen“ (Aalto 1957: 205). Doch: „Die Herausforderung, ein Buch zu lesen, betrifft mehr als die Problematik des Auges“ (Aalto 1940: 106).

Aalto widmete sich daher einem erweiterten Verständnis von Rationalität. Wir müssen eingestehen, stellt er fest, dass „Objekte, die man mit Recht rational nennen kann, oft unter einer eklatanten Unmenschlichkeit leiden“ (Aalto 1935: 90) und folgert: „nach und nach

of which they are built, and the social relations they should foster rather than undermine. Industrialism, he observed, “brought about antisocial cities and mere utilitarian, commercial forms [...] Man’s most dangerous weapon – the machine – appropriated a power that did not belong to it. Instead of being controlled by man, it controlled man” (Aalto 1950: 245). Instead, he demanded,

“an architectural solution must always have a human motive based on analysis, but that motive has to be materialised in construction.”

(Aalto 1940: 107)

Although he always acknowledged and was a widely recognised companion of the innovative power of the Bauhaus movement within the modernist trend, he became aware quite early of some of the distorting limitations that technological systems can create if not kept, by design, under the control of humane objectives.

He was adamant that “we must analyze more of the qualities associated with an object than we have done so far (Aalto 1950: 91).” Otherwise, he argued “we get an unorganic society” (Aalto 1957: 206). He was very much in favour of forward-looking design, but criticised its too industrial nature, famously using for example the brutal starkness of neon lights and their functional fittings, the newest wave at the time. While allowing mass production, welcomed by large sections of the population to this day, he criticised the slightly inhumane nature of the technological seduction: modern chairs with metal frames and armrests are not warm to the touch or necessarily pleasant to the eye. Aalto did not himself doubt the elegant beauty of these iconic developments in design but remained unconvinced by their lack of practical humaneness. He preferred using wood, in modern forms. “The thickest house is the cheapest,” he writes and continues: “One can go farther and say that the most inhumane house is the cheapest, that the most expensive light that we have is daylight – let us keep that out, and then we can get cheaper housing” (Aalto 1957: 205). However, “the problem of reading a book is more than a problem of the eye” (Aalto 1940: 106).

Aalto turns to an expanded understanding of rationality. We must admit, he observes, that “objects that can rightly be called rational often suffer from a flagrant inhumanity” (Aalto 1935: 90) and finds that “slowly, slowly there is more and more mechanical dictatorship over us”. However, there is a way out:

haben wie es mehr und mehr mit einer mechanischen Diktatur über uns zu tun“. Doch es gibt einen Ausweg:

„Wir klammern uns an philosophische Methoden, und in diesem Fall ist, wenn wir das Material beherrschen würden, der Name dieser Philosophie Architektur und nichts sonst.“

(Aalto 1957: 204)

Architektur ist die Herausforderung, ein Design zu finden, das auf Prinzipien beruht, die Unmenschlichkeit entgegenwirken. Ein solcher Zugang erfordert eine erweiterte Einsicht:

„Die Probleme der Architektur können nicht im Ansatz mit den Methoden moderner Technik gelöst werden [...] Architektur ist daher eine über-technologische Form des Schaffens [...] Ein Gebäude ist nicht im Geringssten ein technologisches Problem; es ist ein architechnologisches Problem.“

(Aalto 1941: 154)

Natürlich war Aalto ausdrücklich kein Gegner von Industrie. Er schrieb: „Wenn die Architektur einen größeren menschlichen Wert haben soll, ist der erste Schritt, ihre wirtschaftliche Seite zu organisieren“ (Aalto 1940: 102) .

Er war Teil der Moderne, kein Romantiker. Natürlich kann ein Architekt, kann eine Architektin, während er oder sie daran arbeitet, ein soziales, lebenswertes Lebensumfeld zu entwerfen, das genaue Studium von Materialien, von Technologien und der Bauphysik nicht vernachlässigen. Aalto weist darauf hin, dass wir alle uns durchaus klar sind über „die Mechanisierung unser aller Leben; sie gehört zur Demokratie. Es ist der einzige Weg, mehr Menschen mehr Dinge zu geben.“ Die Aufgabe besteht jedoch nun darin, diese Logik zu transzendieren, indem wir weiter gehen, auf das Gebiet der angewandten Kunst des Designs: „Wir könnten eine Standardisierung schaffen, die menschliche Qualitäten hätte. Wir könnten Dinge versuchen, die den Menschen mehr geben“ (Aalto 1957: 204).

Dies kann nicht durch eine Architektur erreicht werden, die nur dem technischen Leitbild, dem industriellen Prozess oder wirtschaftlichen Anforderungen folgt. Eine Architektur, die sich nicht darum ernsthaft bemüht, eine Verschmelzung menschlicher Dimensionen mit der Vorhandenheit von Natur, von Tradition mit Innovation, von Technologie mit Handwerk anzustreben, wird zu inhumanen Ergebnissen führen. Unterdessen bleibt zutreffend, dass

“We cling to philosophical methods, and in this case, if we would command the material, the philosophy’s name is architecture and nothing else.”

(Aalto 1957: 204)

Architecture is a challenge of design based on principles that counter inhumanity. This approach requires an expanded insight:

“The problems of architecture cannot be solved at all with the methods of modern technology [...] Architecture thus is a supra-technological form of creation [...] A building is not in the least a technological problem; it is an architechnological problem.”

(Aalto 1941: 154).

Of course, Aalto was explicitly not opposed to industry: “Indeed, if architecture is to have a larger human value, the first step is to organize its economic side” (Aalto 1940: 102).

He was a modern, not a romantic. Naturally, an architect cannot neglect the study of materials, technologies and the physics of building while aiming to create a social, liveable environment. He pointed out that we all know “about the mechanization of all our lives; it is part of democracy. It is the only way to give more people more things.” The task at hand is to transcend this logic by going further, into the applied art of design: “We could create a standardization which would have human qualities. We could try things which give more to human beings” (Aalto 1957: 204).

This cannot be achieved by an architecture that follows only the technical lead, the industrial process, or economic demands. An architecture that does not attempt to take seriously a fusion of the human dimensions with the presence of nature, of tradition with innovation, of technology with craft, will lead to inhumane results. All the while, it remains true that

„Architektur ein synthetisches Phänomen ist, das nahezu alle Bereiche menschlicher Tätigkeit umfasst [...] Die moderne Architektur ist mit ihrer Betonung vor allem der wirtschaftlichen Seite der Bautätigkeit vor allem unter technischen Gesichtspunkten funktional gewesen. [...] Da aber die Architektur den gesamten Bereich des menschlichen Lebens umfasst, muss eine wirklich funktionale Architektur vor allem aus menschlicher Sicht funktional sein. [...] Der technische Funktionalismus kann keine gültige Architektur schaffen.“

(Aalto 1940: 102)

Die Lösung, legt Aalto nahe, liegt darin, ein erweitertes Konzept von Rationalität anzunehmen, welches tiefgehend in die Komplexitäten menschlicher Wirklichkeiten eingebettet ist. „Der Fehler liegt in der Tatsache, dass die Rationalisierung nicht tief genug ging“, führt er aus. In Sondierungen der Architektur, so Aalto, „kann ihr Gegenstand niemals rein analytisch sein. Immer werden auch viel Instinkt und Kunst beteiligt sein“ (Aalto 1940: 103). Aber auch hier warnt er:

„Angewandte Kunst, als einflussreichem Faktor der Kultur, auf Rationalismus aufzubauen, würde zu Unmenschlichkeit führen.“

(Aalto 1935: 89)

Das bessere, neue Kapitel der Architektur müsse vielmehr „als eine Erweiterung der rationalen Methoden auf verwandte Gebiete verstanden werden“ (Aalto 1940: 102). Und er schlussfolgert: „Erlösung kann nur oder vor allem durch erweiterte Rationalität erreicht werden“ (Aalto 1935: 92).

Aalto erklärt:

„Architektonische Gestaltung arbeitet mit zahllosen, miteinander oft unvereinbaren Elementen. Soziale, humanitäre, wirtschaftliche und technische Erfordernisse in Verbindung mit psychologischen Problemen, die sowohl den Einzelnen als auch die Gruppe betreffen [...] – all dies bildet ein verwobenes Netz, das weder rational noch mechanisch geradegezogen werden kann.“

(Aalto 1948: 108)

“architecture is a synthetic phenomenon that encompasses virtually all domains of human activity [...] Modern architecture has been functional chiefly from the technical point of view, with its emphasis mainly on the economic side of the building activity. [...] But, since architecture covers the entire field of human life, real functional architecture must be functional mainly from the human point of view. [...] Technical functionalism cannot create definite architecture.”

(Aalto 1940: 102)

The solution, Aalto suggests, lies in adopting an expanded concept of rationality that is more firmly embedded in the complexities of human realities. “The fault lies in the fact that the rationalization has not gone deep enough”, he writes. In architectural research, Aalto observes, “the substance of it can never be purely analytical. Always there will be more of instinct and art” (Aalto 1940: 103). Here too, however, he warns, that

“to found applied art, as an influential factor of culture, on rationalism would lead to inhumanity.”

(Aalto 1935: 89)

The better, new period of architecture has rather “to be understood as an enlargement of rational methods to encompass related fields” (Aalto 1940: 102). “Salvation”, he concludes, “can be achieved only or primarily through an expanded rationality” (Aalto 1935: 92).

Aalto explains:

“Architectural design operates with countless, often mutually discordant elements. Social, humanitarian, economic, and technological requirements combined with psychological problems affecting both the individual and the group [...] – all this builds up into a tangled web that cannot be straightened out rationally or mechanically.”

(Aalto 1948: 108)

Die Lösung, so schlägt er vor, liegt darin, stets die menschliche Perspektive als zentral für jegliches Design anzunehmen und auf die integrative Kraft, die zutiefst kreativen Möglichkeiten der Kunst zu vertrauen. In einem Aufsatz über Kunst und Technik aus dem Jahr 1955 schreibt er:

„In jedem Einzelfall muss man eine zeitgleiche Lösung für Gegensätze erreichen. [...] Fast jede Gestaltungsaufgabe betrifft Dutzende, oft Hunderte, manchmal Tausende verschiedene, widersprüchliche Elemente, die alleine durch den Willen des Menschen in eine funktionale Harmonie gezwungen werden. Diese Harmonie kann mit keinen anderen Mitteln als denen der Kunst erreicht werden.“

(Aalto 1955: 174)

Die Aufgabe der Architektur „besteht noch immer darin, die materielle Welt mit dem menschlichen Leben in Einklang zu bringen“ (Aalto 1940: 103). Die Entwicklungstendenzen der Gesellschaft sind jedoch weit davon entfernt, mit Gewissheit zu diesem Ziel zu führen: „Die architektonische Revolution ist noch immer im Gange“, schreibt Aalto, „aber es ist wie mit allen Revolutionen: Es beginnt mit Begeisterung und endet mit einer Spielart von Diktatur“ (Aalto 1957: 202).

Ein von einem Investor erbautes Gebäude nimmt in der öffentlichen Landschaft einen Raum ein. Es ist ein Ort, an dem Menschen leben, arbeiten und sich treffen. Wenn es ein gutes Gebäude sein soll, muss es nicht nur nützliche Funktionen haben, wie sie in erster Linie für den Investor von Interesse sind, sondern gleichzeitig auch Funktionen, die eine wichtige Rolle für die allgemeine Gesellschaft und die Ökologie der umgebenden Landschaft spielen. Nicht nur die Architektur, sondern auch der Prozess ihrer Beauftragung wirft kritische Fragen der sozialen Verantwortung, politischen Organisation zugunsten des Gemeinwohls und der Verpflichtungen der Reichen auf. Architektur ist die Gestaltung einer gebauten Umwelt, die in eine bestimmte Landschaft eingebettet ist und neben der Bereitstellung von Schutz und Raum auch wichtigen sozialen Zwecken dient. Beides muss einen mehrdimensionalen Raum von Anforderungen reflektieren. Dies ähnelt der Herausforderung, die das Anthropozän angesichts menschlicher Dominanz über Landschaften und Ökosysteme und der Hybridisierung eines Großteils der Natur mit menschlichen Erzeugnissen und Absichten stellt. Wie können diese ökologisch intakt bleiben während sie gleichzeitig auch gesellschaftlichen Zwecken dienen? Auf der planetaren Ebene geht es um die Aufgabe, steuernd zu verwalten, was als planetare Gemeingüter bezeichnet worden ist (Rockström et al. 2024).

Während die Menschheit immer tiefer in das Anthropozän hineingerät, ist die Schlüsselfrage daher mit eben derjenigen Frage verwandt, mit welcher Aalto sein Fachgebiet in Bezug auf die Architektur konfrontierte: Wie können wir verhindern, dass das Anthropozän unmenschlich wird? Dies erscheint eine unlösbare Frage zu sein, da sie alles vom Zustand

The solution, he suggests, lies in always considering the human perspective to be central to all design, and to rely on the integrative power, the profoundly creative possibilities of art. In an essay on Art and Technology of 1955, he writes:

“In every case one must achieve a simultaneous solution of opposites [...] Nearly every design task involves tens, often hundreds, sometimes thousands of different contradictory elements, which are forced into a functional harmony only by man’s will. This harmony cannot be achieved by any other means than those of art.”

(Aalto 1955: 174)⁴

Architecture’s “purpose is still to bring the material world into harmony with human life” (Aalto 1940: 103). However, the developments occurring in society are far from certain of leading toward this goal: “The architectural revolution is still going on,” he writes, “but it is like all revolutions: it starts with enthusiasm and it stops with some sort of dictatorship” (Aalto 1957: 202).

A building created by an investor occupies a space in the public landscape. It is a place where humans live, work and meet. If it is to be a good building, it must not only fulfil utilitarian functions of primary interest to the investor, but also simultaneously functions in a role of importance to the society in general, and to the ecology of its landscape. Not just architecture, but also the process of ordering it, raises critical questions of social responsibility, governance for the common good and the obligations of the wealthy. Architecture is the shaping of a developed environment that is situated in a particular landscape and serves important social purposes in addition to providing shelter and space. The two must reflect a multi-dimensional space of objectives. This is not unlike the challenge posed by the Anthropocene, in view of human domination of landscapes and ecosystems, the hybridisation of much of nature with human works and purposes. How can they remain ecologically intact while serving social purposes? On the planetary scale, it is a matter of governing what has been called the planetary commons (Rockström et al. 2024).

As humanity navigates deeper into the Anthropocene, the key question is therefore related to the question Aalto challenged his field with regarding architecture: How do we keep the Anthropocene from being inhumane? This seems like an intractable question, as it touches on everything from Earth system state and its complexities to the structure and dynamics of the world’s human economies, resource extractions, supply chains and waste streams, from the politics of social self-organisation and knowledge to our self-understanding as humans, our aspirations, worldviews and expectations. Here, too, it is a matter of design. And therefore, given the immense complexity of the challenge, the many seemingly

des Erdsystems und seiner Komplexität bis hin zur Struktur und Dynamik der menschlichen Wirtschaft betrifft, der Ressourcengewinnung, Lieferketten und Abfallströme, von der Politik gesellschaftlicher Selbstorganisation und des Wissens bis zu unserem Selbstverständnis als Menschen, unseren Bestrebungen, Weltanschauungen und Erwartungen. Auch hier handelt es sich um eine Frage des Designs. Angesichts der immensen Komplexität der Herausforderung, der vielen scheinbar widersprüchlichen Stränge von Anforderungen, Interessen und Präferenzen, die eine einzige integrierte Realität bilden, lohnt es sich deshalb, Aaltos Gedankengang zu folgen: der enorm nachdrücklich vorgetragenen Behauptung, dass die angewandte Kunst einer verantwortungsvollen, bewussten „Architektur“ diejenige Verfahrensweise ist, mit der man sich solchen Unvereinbarkeiten nähern sollte, um Lösungen zu finden.

Was bedeutet das für ein Design des Anthropozäns? Die Menschlichkeit seiner Eigenschaften muss klar im Zentrum der Sache stehen, nicht die Verlockungen der Technologien oder wirtschaftlicher Möglichkeiten. Diese sind wichtig, ebenso wie die industriellen Prozesse und ihre zunehmend automatisierten algorithmischen Kräfte der Gestaltung, müssen aber der *conditio humana* dienen statt diese zu unterwerfen. Wie weit der Auftrag aus diesem Gedanken reicht, wurde bei einem Symposium sichtbar, das 2019 in einem der bemerkenswertesten Gebäude Aaltos stattfand, dem Rathaus von Säynätsalo in Finnland (Alvar Aalto Foundation 2019). Diese Konferenz befasste sich mit der Frage, welchen Prinzipien die Architektur folgen könnte, wenn sie die Aufgabe hätte, Orte zu schaffen, an denen über Frieden verhandelt, Konflikte und Kriege beendet werden könnten. Wäre es möglich, dass solche Hinweise den Bereich Design im Hinblick auf das Anthropozän auf einer sehr viel größeren Skalenebene bereichern könnten, uns dabei zu unterstützen, unseren Krieg gegen die Natur zu beenden? Wie würde eine gebaute menschliche Umgebung aussehen, die ökologische Verbundenheit und Integrität vermittelt und gleichzeitig die Realität industrialisierter, digitaler Gesellschaften zulässt, unter den Prämissen eines erweiterten Konzepts von Rationalität, unter der Anleitung einer angewandten Kunst, die auf den menschlichen Maßstab ausgerichtet ist? Wie könnten gebaute Umgebungen gestaltet werden, einschließlich unserer Maschinen, Instrumente und Alltagsgegenstände, welche einen solchen Frieden unterstützen und fördern und zu dem Ziel beitragen, ein besseres Gleichgewicht zwischen Mensch und Natur zu finden, innerhalb der planetaren Grenzen?

Aalto beobachtete für seine Zeit etwas, das auch heute noch zutrifft:

„Es ist bemerkenswert, wie groß die Kluft ist, die zwischen den Künsten, den Wissenschaften und praktischer Arbeit besteht, die auf reinem Denken und literarischer Betätigung beruhen, und denjenigen, die auf Materie beruhen. Man könnte fast sagen, dass zwischen ihnen der Fluss Styx fließt.“

(Aalto 1956: 181)

contradictory strands of requirements, interests and preferences that form one integrated reality it is worth following Aalto's line of thoughts: An almost forcefully stipulated contention may be productive that an applied art of responsible, aware 'architecture' is the manner in which to approach such contradictions in order to find solutions.

What does this imply for designing the Anthropocene? Its humanness has to be squarely the centre of it, and not the lure of technologies or economic opportunities. These are important, as are the industrial processes, and their increasingly automated algorithmic forces, but need to serve the human condition and not subjugate it. How far the charge of this thought goes was visible in a symposium that was held in one of Aalto's most remarkable buildings, the town hall of Säynätsalo in Finland, in 2019 (Alvar Aalto Foundation 2019). That conference addressed the issue of what principles architecture might follow if it is to provide venues for the negotiating of peace, for ending conflicts and wars. Regarding the Anthropocene, could such leads inspire design at a much larger scale in support of ending our war on nature? What would a constructed human environment look like that conveys ecological connectedness and integrity while permitting industrialised digital societies under the premises of an expanded concept of rationality, under the guidance of applied art focussed on the human scale? How could constructed environments be designed, including our machines, instruments and daily goods, that support and foster such a peace, in pursuit of achieving a better balance of humans with nature, within the planetary boundaries?

Aalto observed for his era something that is still valid today:

"It is curious to find what a wide gap exists between the arts, sciences, and practical work based on pure thought and literary effort, and those based on matter. One might almost say that the River Styx runs between them."

(Aalto 1956: 181)

Andererseits warnte er aber auch: „Die hier genannten Beispiele sind ziemlich kleine Probleme. Aber sie sind dem Menschen sehr nahe und werden deshalb wichtiger als Probleme viel größerer Tragweite“ (Aalto 1940: 107).

Bezüglich der Erdsystemwissenschaft ist das Studium des architektonischen Problems als einer Frage der angewandten Kunst von Bedeutung für die Konstruktion einer anthropozänen Erde, auf welcher die ökologischen Grenzen des Planeten respektiert und die menschliche Würde in ihren vielen Formen gleichermaßen geachtet werden. Dabei könnte auch eine von Aaltos persönlichen Schlussfolgerungen zum Nachdenken anregen: „Natürlich ist es nicht meine Angelegenheit, die Bedeutung der Arbeit des Architekten zu übertreiben, aber es sollte darauf hingewiesen werden, dass es für Architekten wichtig ist, sich gerade deshalb an der Gesellschaft zu beteiligen, weil sie in ihrer Arbeit so weit von allgemeinen ideologischen Debatten entfernt sind“ (Aalto 1956: 182).

Und schließlich könnte man sich zusätzlich vor Augen halten, was ein anderer Denker des 20. Jahrhunderts, Albert Einstein, 1931 in einer Rede vor Studierenden am California Institute of Technology formulierte:

„Warum bringt uns diese großartige angewandte Wissenschaft, die uns Arbeit erspart und das Leben erleichtert, so wenig Freude? Die einfache Antwort lautet: Weil wir noch nicht gelernt haben, sie vernünftig zu nutzen. Im Krieg dient sie dazu, dass wir einander vergiften und verstümmeln können. Im Frieden hat sie unser Leben gehetzt und ungewiss gemacht. Statt uns weitgehend von mental erschöpfender Arbeit zu befreien hat sie die Menschen zu Sklaven von Maschinerie gemacht, die ihr eintöniges langes Tagewerk zumeist mit Abscheu beenden und fortwährend um ihre karge Versorgung zittern müssen. [...] Es reicht nicht, dass du etwas von angewandter Wissenschaft verstehst damit deine Arbeit die Segen des Menschen vermehrt. Die Sorge um den Menschen selbst und sein Schicksal muss immer das Hauptinteresse aller technischen Unternehmungen sein; [...] die Sorge um die großen ungelösten Probleme der Arbeitsorganisation und der Verteilung von Gütern, auf dass die Schöpfungen unseres Geistes ein Segen, kein Fluch für die Menschheit seien. Vergessen Sie das nie inmitten Ihrer Diagramme und Gleichungen.“

(Einstein 1931)

But then he also cautioned: “The examples mentioned here are very tiny problems. But they are very close to the human being and hence become more important than problems of much larger scope” (Aalto 1940: 107).

On Earth system science, studying the architectural problem as a matter of applied art in constructing an Anthropocene Earth that equally respects the ecological planetary boundaries and human dignity in its many forms, one might also reflect on one of Aalto’s personal conclusions: “Of course it is not my business to exaggerate the importance of the architect’s work, but it should be pointed out that it is important for architects to participate in society exactly because they are so detached in their work from general ideological debates” (Aalto 1956: 182).

Finally, one might additionally keep in mind what another thinker of the 20th century, Albert Einstein, formulated in a speech to students at the California Institute of Technology in 1931:

“Why does this magnificent applied science which saves work and makes life easier bring us so little happiness?”, he asked. “The simple answer runs: Because we have not yet learned to make sensible use of it. In war it serves that we may poison and mutilate each other. In peace it has made our lives hurried and uncertain. Instead of freeing us in great measure from spiritually exhausting labour, it has made men into slaves of machinery, who for the most part complete their monotonous long day’s work with disgust and must continually tremble for their poor rations. [...] It is not enough that you should understand about applied science in order that your work may increase man’s blessings. Concern for the man himself and his fate must always form the chief interest of all technical endeavours; [...] concern for the great unsolved problems of the organisation of labour and the distribution of goods in order that the creations of our mind shall be a blessing and not a curse to mankind. Never forget this in the midst of your diagrams and equations.”

(Einstein 1931)

4 Von Petrarca über Humboldt ins Anthropozän

Welchen Berg also müssen wir heute besteigen, um die Erde im Anthropozän als systemisches Ganzes ihrer Geosphäre, Biosphäre und der Menschheit wahrnehmen zu können (vgl. **Abbildung IV.3**)? Nur wenige Menschen können in den Weltraum reisen. Und wenn gleich deren Berichte voller Beschreibungen davon sind, wie zerbrechlich und schön die Erde aus der Ferne erscheint und dass nirgendwo Grenzen sichtbar sind (White 1987), die komplexen Realitäten der vernetzten sozialökologischen Systeme der Erdoberfläche, welche den heutigen planetarischen Wandel antreiben, sieht man vom Weltraum aus nicht. Dafür wird eine andere Art von hohem Berg benötigt: die moderne Erdsystemwissenschaft in Form von Erdbeobachtung und Modellierung.

Lange vor Alexander von Humboldt bestieg der im Mittelmeerraum lebende Dichter der Frührenaissance, Francesco Petrarca, gemeinsam mit seinem Bruder in Südfrankreich den Mont Ventoux, den höchsten Berg der Provence. Es war der 26. April 1336, und am Abend schrieb Petrarca seinem Beichtvater einen Brief, in dem er erklärte:

„Dabei trieb mich einzig die Begierde, die ungewöhnliche Höhe dieses Flecks Erde durch Augenschein kennenzulernen.“

(Petrarca 1336, 1996: 11)⁴

Heute wird dieser Aufstieg ikonisch als Beginn eines bedeutenden Wandels in der Beziehung des abendländischen Denkens zur Landschaft angesehen. In der gesamten Antike gibt es nahezu keinen Bericht, in dem Landschaft als ein Phänomen wahrgenommen wird, dem man als Gegenüber begegnen kann. Eine Höhe zu besteigen, um sich einen Überblick zu verschaffen, war vor allem von Erwägungen der Nützlichkeit motiviert gewesen, um beispielsweise den Verlauf eines Geländes in militärischer Hinsicht zu studieren oder den eigenen Grundbesitz zu überblicken. Erst später, als Land auf den frühkapitalistischen Märkten Norditaliens und der Niederlande zu einer handelbaren Ware wurde, trat Landschaftsmalerei in eben diesen Regionen als neue Kategorie der Kunst auf: An die Wand wurde eine Landschaft als etwas gehängt, zu dem man eine Beziehung hatte, die nicht von Subsistenz geprägt war und das man als eigenständige Erscheinung wahrnehmen konnte (Cosgrove 1984). Dieser Akt erfordert eine Wahrnehmung der Landschaft als einem externen Phänomen. Dies ist eine Voraussetzung auch für die Formulierung einer objektivistischen Erdsystemwissenschaft.

Wie Humboldts ist auch Petrarcas Besteigung als Heldenreise konstruiert, komplett mit einem Bericht davon, wie die Brüder sich auf dem Weg nach oben verirren, durch Gestrüpp vorankämpfen müssen und von einem Hirten vor der Sinnlosigkeit eines solchen Unterfangens gewarnt werden, „der sich mit vielen Worten bemühte, uns von der Besteigung abzubringen“ (Petrarca 1336, 1996: 15). Wie bei Humboldt in Huangamarca ist jedoch auch hier der Kern der Erzählung, was geschah, als dann endlich der Gipfel erreicht war. Erst

4 From Petrarch via Humboldt into the Anthropocene

What mountain do we have to climb today to perceive Earth in the Anthropocene as a systemic whole of its geosphere, biosphere and humankind (cf. **Figure IV.3**)? Few are able to travel to space, and although the reports by space travellers are full of descriptions of how fragile and beautiful Earth appears from far away and that nowhere are borders to be seen (White 1987), one does not discern from space the complex realities of the interlinked socio-ecological systems on the ground that drive today's planetary change. A different kind of mountain is needed: modern Earth system science in the form of Earth observation and modelling.

It was long before Alexander von Humboldt that the Mediterranean early renaissance poet Francesco Petrarch ascended with his brother the highest mountain in the Provence of southern France, Mont Ventoux. It was on April 26, 1336, and in the evening, Petrarch wrote a letter to his confessor, in which he explained:

“My only motive was the wish to see what so great an elevation had to offer.”

(Petrarch 1336, 1898: 308)

Today, this ascent is taken to iconically mark the beginning of a significant change in the relationship of western thought with landscape. In all of antiquity there had been rarely an account of perceiving landscape as a phenomenon to encounter, something opposite. Ascending heights to gain an overview had been motivated by utilitarian considerations such as studying the lay of the land for military purposes, or landowners surveying their holdings. Only later, when land became a tradeable commodity in the early capitalist markets of northern Italy and the Netherlands did landscape painting appear as a genre in these same regions: putting a landscape onto the wall as something to perceive and relate to in a non-subsistence way (Cosgrove 1984). This act requires a perception of landscape as an external phenomenon. It is also a precondition for formulating an objective Earth system science.

As Humboldt's was, Petrarch's ascent is also constructed as a hero's journey, complete with the brothers getting lost on their way up, fighting through shrubbery and being warned against the futility of such an undertaking by a shepherd, “who tried, at great length, to dissuade us from the ascent” (Petrarch 1336, 1898: 310). As with Humboldt at Huangamarca, the core of the narration is also what occurred when the summit was finally achieved. It was then, he writes, that he was able “to look about me and see what we had come to see”. And he admits, centuries before Humboldt:

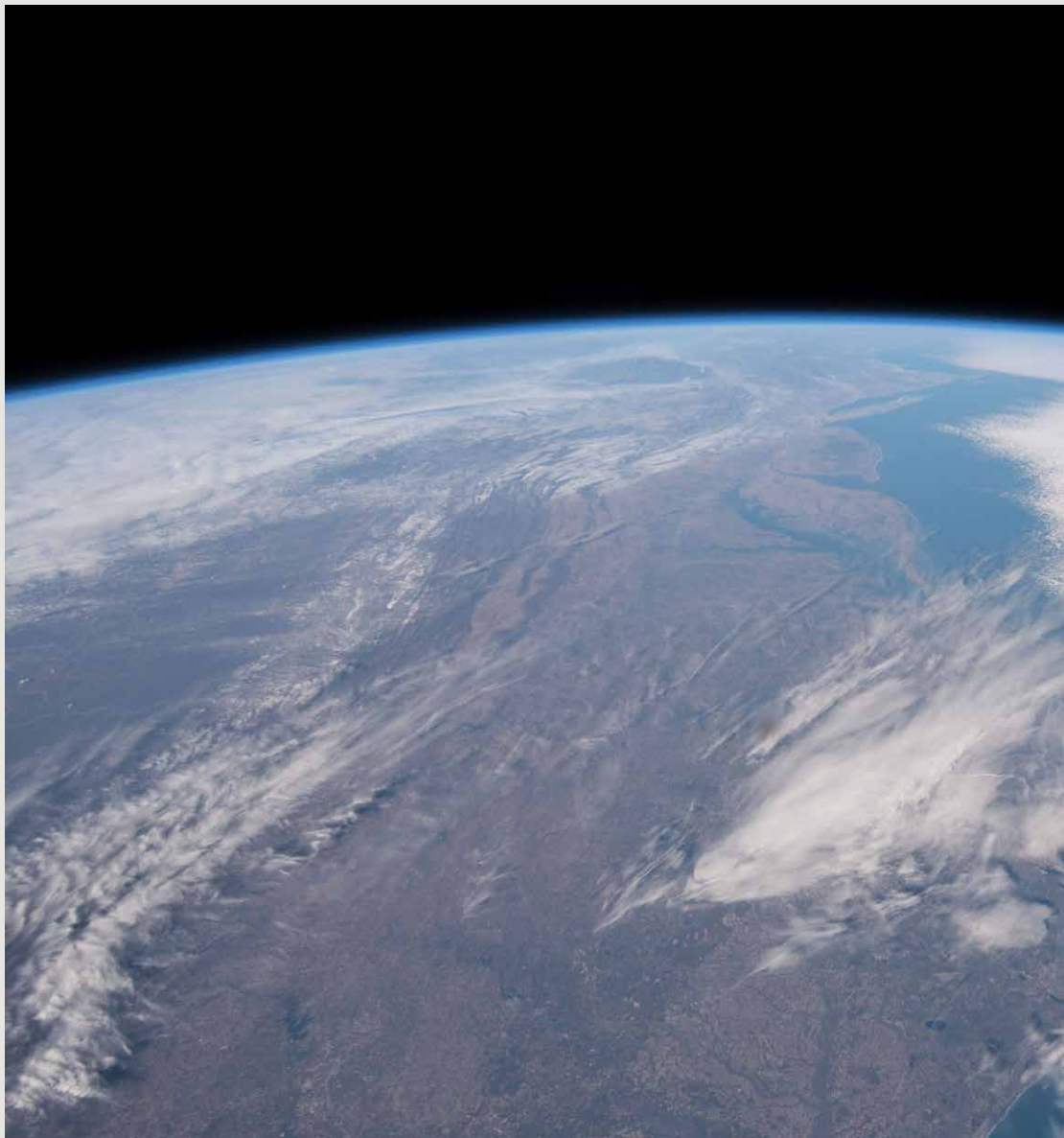




Abbildung IV.3: Ein Blick auf die Erde aus dem Weltraum, welcher zeigt, dass die Atmosphäre eine sehr dünne Schicht ist. Die Aufnahme wurde am 13. Februar 2015 von der Internationalen Raumstation aus während der Expedition 42 aufgenommen und zeigt einen Abschnitt der Küste des östlichen Nordamerikas bis hinauf zur Chesapeake Bay. Zur Verfügung gestellt von der Earth Science and Remote Sensing Unit, Lyndon B. Johnson Space Center (NASA).

Figure IV.3: A view of Earth from space showing how thin the atmosphere is, taken from the International Space Station during expedition 42 on 13 Feb 2015, showing a portion of the coast of eastern North America up to Chesapeake Bay, provided by the Earth Science and Remote Sensing Unit, Lyndon B. Johnson Space Center (NASA).

dann, schreibt Petrarca, konnte er um sich sehen, und er "sah nun wirklich das, was zu sehen ich hergekommen war". Jahrhunderte vor Humboldt gibt er ganz ähnlich zu:

„Zuerst stand ich, durch einen ungewohnten Hauch der Luft und durch einen ganz freien Rundblick bewegt, einem Betäubten gleich.“

Offensichtlich überwältigt, schreibt er:

„Und nun wandte ich mich, gleichsam erwacht, um und blickte zurück gen Westen.“

(Petrarca 1336, 1996: 26/27)

Was er sah, umfasste enorme geografische Distanzen, alles mit einem Blick:

„Wolken lagerten zu meinen Füßen, und schon sind mir Athos und Olymp weniger unglaublich geworden, da ich das, was ich über sie gelesen und gehört, auf einem Berge von geringerem Ruf zu sehen bekomme. Ich richte nunmehr meine Augen nach der Seite, wo Italien liegt, nach dort, wohin mein Geist sich so sehr gezogen fühlt. Die Alpen selber, eisstarrend und schneebedeckt [...] erschienen mir greifbar nahe, obwohl sie durch einen Zwischenraum getrennt sind.“

(Petrarca 1336, 1996: 22)

Und er fährt fort:

„Ich sah sehr klar zur Rechten die Gebirge der Provinz von Lyon, zur Linken sogar den Golf von Marseille, und den, der gegen Aigues Mortes brandet [...] Die Rhone lag mir geradezu vor Augen.“

(Petrarca 1336, 1996: 27)

“At first, owing to the unaccustomed quality of the air and the effect of the great sweep of view spread out before me, I stood like one dazed.”

Clearly overwhelmed, he writes:

“As if suddenly wakened from sleep, I turned about and gazed toward the west.”

(Petrarch 1336, 1898: 316)

What he saw covered huge geographical distances, all in one sweep:

“I beheld the clouds under our feet, and what I had read of Athos and Olympus seemed less incredible as I myself witnessed the same things from a mountain of less fame. I turned my eyes toward Italy, whither my heart most inclined. The Alps, rugged and snow-capped, seemed to rise close by, although they were really at a great distance.”

(Petrarch 1336, 1898: 313)

And Petrarch continues:

“I could see with the utmost clearness, off to the right, the mountains of the region about Lyons, and to the left the bay of Marseilles and the waters that lash the shores of Aigues Mortes [...] Under our very eyes flowed the Rhone.”

(Petrarch 1336, 1898: 316)

Doch ebenso wie Humboldt später vergaß, am Pass von Huangamarca eine Messung mit dem Barometer zu machen, unterbricht auch hier eine Wendung das Geschehen: „Es schien mir gut“, schreibt Petrarca, „in das Buch der Bekenntnisse des Augustin hineinzusehen“ (Petrarca 1336, 1996: 27). Er bezog sich damit auf eines der meistgelesenen Bücher seiner Zeit, von dem er berichtet, er habe es „stets in Händen“. Es wurde um das Jahr 400 verfasst und war somit bereits nahezu 1000 Jahre alt, als Petrarca es zurate zog. Er schlägt den Band auf und ruft seinen Bruder und himmlische Mächte hinzu:

„Ich rufe Gott zu Zeugen an und ihn eben, der dabei war, dass dort, wo ich die Augen zuerst hinheftete, geschrieben stand: Und es gehen die Menschen, zu bestaunen die Gipfel der Berge und die ungeheuren Fluten des Meeres und die weit dahinfließenden Ströme und den Saum des Ozeans und die Kreisbahnen der Gestirne, und haben nicht acht ihrer selbst.“

(Petrarca 1336, 1996: 30)

Damit wird der Zweck von Petrarcas Bericht deutlicher: Obwohl Petrarca zweifellos mit seinem Bruder den Mont Ventoux bestiegen hat, handelt es sich um eine sorgfältig konstruierte, als Bericht getarnte Ermahnung, sich nicht durch das Erklimmen der physischen Berge des Erdballs von dem wichtigeren Unterfangen ablenken zu lassen: den spirituellen Berg zu ersteigen, der bestimmt, wer wir sind und welche tiefere Bestimmung der Kosmos hat. Infolgedessen schreibt ein sichtlich erschütterter Petrarca:

„Ich schloß das Buch im Zorne mit mir selbst darüber, daß ich noch Irdisches bewunderte“, wo doch „nichts bewundernswert ist außer der Seele.“

(Petrarca 1336, 1996: 30)

Und deshalb, so schließt er,

„wandte ich das innere Auge auf mich selbst, und von Stund an hat niemand mich reden hören, bis wir unten ankamen.“

(Petrarca 1336, 1996: 30)

But then, just as Humboldt later forgot to make a measurement with the barometer at the pass of Huangamarca, a turn of events intervenes in the scene: “It occurred to me”, writes Petrarch, “to look into my copy of St. Augustine’s Confessions” (Petrarch 1336, 1898: 316). He was referring to one of the most widely read books of his time, which he writes “I always have about me.” It was written around the year 400 and therefore already nearly 1000 years old when Petrarch consulted it. Opening the volume, Petrarch calls upon his brother and the divine:

“I call him, and God too, to witness that where I first fixed my eyes it was written: And men go about to wonder at the heights of the mountains, and the mighty waves of the sea, and the wide sweep of rivers, and the circuit of the ocean, and the revolution of the stars, but themselves they consider not.”

(Petrarch 1336, 1898: 317)

With this, the purpose of Petrarch’s report becomes clearer: it is a carefully constructed admonition, masquerading as a report - although Petrarch no doubt did climb Mont Ventoux with his brother - to not be distracted by scaling the physical mountains of Earth from the larger endeavour of scaling the spiritual mountain that defines who we are and the deeper purpose of the cosmos. As a consequence, a clearly shaken Petrarch writes,

“I closed the book, angry with myself that I should still be admiring earthly things” when “nothing is wonderful but the soul.”

(Petrarch 1336, 1898: 317)

And therefore, he concludes

“I turned my inward eye upon myself, and from that time not a syllable fell from my lips until we reached the bottom again.”

(Petrarch 1336, 1898: 317)

Der revolutionäre Frühhumanist der Renaissance stand noch erheblich unter dem Einfluss des mittelalterlichen Erbes seiner Zeit.

Petrarca hatte die Landschaft gesehen und war von ihr überwältigt gewesen. Zwar ist sein Bericht noch immer von einer scholastischen Hinwendung zu innerer Erbauung als dem wahren Zweck des Lebens geprägt, statt davon, sich weiter zu wagen und in Reaktion auf den Überblick eine neue Wissenschaft der Erde zu entwickeln. Dennoch war er von der Realität seiner Begegnung mit der Landschaft überwältigt worden: „stupenti similis steti“ – einem Betäubten gleich hatte er dagestanden (Petrarca 1336, 1996: 22) –; „velut expergefactus verto me in tergum“ – er spürte, er sei „gleichsam erwacht“ (Petrarca 1336, 1996: 27) – aus dem Schlaf eben jener inneren spirituellen Eingeschlossenheit, aus der es nun aufzuwachen galt, um ein Mensch der Moderne zu werden. Es stellt sich heraus, dass Humboldt in Huangamarca, ohne es zu wissen, auf den Spuren Petrarca gewandelt war. Natürlich aber war Humboldts Denkweise grundlegend anders, ebenso wie seine Mission und seine Schlussfolgerungen.

Aus der Sicht von uns heutigen Modernen schwang das Pendel bei Petrarca, ganz im Sinne seiner Zeit, insgesamt etwas zu weit in Richtung seiner spirituellen Selbstbestimmung zurück, wohingegen Humboldt sein persönliches Eingebundensein erfolgreich mit seiner wissenschaftlichen Mission verband, die Landschaft im Überblick zu sehen. Heute aber könnte es sein, dass unser eigenes Pendel alles in allem und trotz unserer enthusiastischen Pilgerfahrten zu wunderschönen Ausblicken auf Reisen, möglicherweise zu weit in Richtung eines abstrakten, rationalistisch-analytischen Verhältnisses zur Erde und ihren Ökosystemen ausgeschlagen ist. Dies schließt auch alle Konsequenzen eines allzu häufig entfremdeten kapitalistischen Verhältnisses zur Landschaft, zu natürlichen Ressourcen und ganz allgemein zu anderen Lebewesen ein. Wenn wir die Höhe betrachten, die wir besteigen müssten, um einen Überblick über die Landschaft der Erde im Anthropozän zu erreichen, müssten wir dann nicht auch eine Anhöhe der Werte und des Selbstverständnisses erklimmen, welche uns unsere Menschenwürde geben könnte? Dies vor allem, als wir heute den Planeten in einer Zeit der ökologischen Krise erforschen, mit dem Ziel, unsere Einsichten auf geeignete Weise wieder mit unserem inneren Wesen und unserer Geschichte zu verbinden? Es ist kein Zufall, dass die planetaren Grenzen der Erdsystemwissenschaft, die heute eine wichtige analytische Referenz für unsere Sachwahrung über das Erdsystem darstellen, eigentlich nur der eine Teil eines programmatischen Trios sind. Die beiden anderen Teile sind die „planetarischen Möglichkeiten der Menschheit“ und eine „erneuerte Verbindung mit der Biosphäre“ (Folke 2011).

Es war Richard Buckminster Fuller, der bezüglich einer Begegnung mit der Erde einen Schritt weiterging. Im Jahr 1962 schrieb er:

„Während eines Dritteljahrhunderts experimenteller Arbeit bin ich von der philosophischen Prämisse ausgegangen, dass alle Gedanken und alle Erfahrungen viel weitergehender als nur in Worte und abstrakte Gedankenmuster übersetzt werden können. Ich habe gesehen, dass sie

The revolutionary early renaissance humanist was still very much in touch with the medieval legacy of his time.

Petrarch had seen and been overwhelmed by the landscape. But his story is still full of a scholastic turn to inner edification as the true purpose of life, rather than venturing out to construct a new science of Earth in response to the overview. Nonetheless, despite it all, he had been overwhelmed by the reality of his encounter with the landscape: “stupenti similis steti” – he had stood like one dazed (Petrarch 1336, 1898: 313), and “velut expergefactus verto me in tergum”, he felt “as if suddenly wakened from sleep” (Petrarch 1336, 1898: 316) – the sleep of just that inner spiritual containment from which to now wake up, becoming a modern. It turns out that without knowing it, Humboldt at Huangamarca was following the footsteps of Petrarch. Of course, Humboldt’s mindset was completely different, as was his mission and his conclusions.

Taken altogether, from the perspective of us moderns today, Petrarch’s pendulum swung too strongly back to his spiritual self-definition, in keeping with his time, where Humboldt combined his personal entanglement more successfully with his scientific mission of viewing the landscape in the overview. Today, however, our own pendulum might, overall and despite our enthusiastic pilgrimage to beautiful spots on travel, have swung too far into the direction of an abstract, rationalistic analytical relationship to Earth and ecosystems. This includes all the consequences of too frequently detached capitalist relationships to land and natural resources, and more generally, to other living beings. However, if we consider the height we would have to ascend to gain an overview of the Anthropocene landscape of Earth, would we not also need to ascend a height of values and self-understanding that can dignify us as humans? Especially as we explore the planet in a time of ecological crisis, in order to reconnect our understanding in some form to our inner being and history? It is not by accident that the planetary boundaries of Earth system science, a highly referential analytical reference for Earth system stewardship today, is actually just one part of a programmatic trio. The other two parts are “planetary human opportunities” and “reconnecting to the biosphere” (Folke 2011).

It was Richard Buckminster Fuller, who took encountering Earth one step forward. In 1962, he wrote:

“During one-third of a century of experimental work, I have been operating on the philosophic premise that all thoughts and all experiences can be translated much farther than just into words and abstract thought patterns. I saw that they can be translated into patterns which

in Muster übersetzt werden können, die sich in verschiedenen physischen Projektionen verwirklichen lassen, durch die wir die physische Umwelt selbst verändern und dadurch andere Menschen dazu bringen können, ihre ökologischen Muster unbewusst zu verändern. Meine eigene Schlussfolgerung ist, dass der Mensch die Fähigkeit erhalten hat, die evolutionäre Transformation der a priori physischen Umwelt zu verändern und zu beschleunigen, d. h. objektiv, direkt und bewusst an der universalen Evolution teilzunehmen. [...] Tut er dies nicht bewusst, werden sich Ereignisse einstellen, durch welche er an den unaufhaltsamen evolutionären Transformationen unbewusst mitwirkt.“

(Fuller 1962)

Um diesen Gedanken weiter zu verfolgen, entwickelte Fuller ein Projekt, das er das „Geoskop“ nannte: „eine große leichtgewichtige geodätische Sphäre mit einem Durchmesser von zweihundert Fuß (oder mehr), welche in einer Höhe von hundert Fuß schwebend aufgehängt wird“. In einer Variante sollte diese gigantische Sphäre auf einer kleinen Felseninsel im East River in New York City direkt gegenüber dem berühmten Gebäude der Vereinten Nationen aufgehängt werden und eine der Höhe des Gebäude entsprechende Größe erhalten (**Abbildung IV.4**). Er erklärte:

„Diese riesige Sphäre ist eine Miniatur-Erde. Ihre gesamte Außen- und Innenfläche wird dicht mit Glühbirnen besetzt sein, deren Intensität variabel gesteuert werden kann. Die Beleuchtung der Glühbirnen wird durch einen elektrischen Computer gesteuert. [...] Dies wird die Kommunikation von Phänomenen ermöglichen, die dem menschlichen Begriffsvermögen gegenwärtig nicht zugänglich sind.“

(Fuller 1962)

Dies hätte Begegnungen erlaubt, die auf andere Weise nicht möglich gewesen wären, nämlich mit den makroskopischen Eigenschaften der Erde und Wechselbeziehungen zwischen Erde und Menschheit. Indirekt würde der erhöhte Standpunkt eines Berges angeboten werden, um von dort aus den Planeten zu überblicken. Fuller schlug vor, dass „das Geoskop so erleuchtet werden könnte, dass die Erde und die vollständige Geschichte ihrer Wolkenbedeckung über Jahre auf ihrer Oberfläche in Minuten ablaufen würde“. Es könnte „von Volkszählung zu Volkszählung die vollständige Geschichte der Veränderungen der Weltbevölkerung“ in wenigen Minuten dargestellt werden oder auch „die gesamte Geschichte

may be realised in various physical projections by which we can alter the physical environment itself and thereby induce other men to subconsciously alter their ecological patterning. My own conclusion is that man has been given the capability to alter and accelerate the evolutionary transformation of the a priori physical environment, that is to participate objectively, directly, and consciously in universal evolution [...] If he does not do so consciously, events will transpire so that he functions subconsciously in the inexorable evolutionary transformations.”

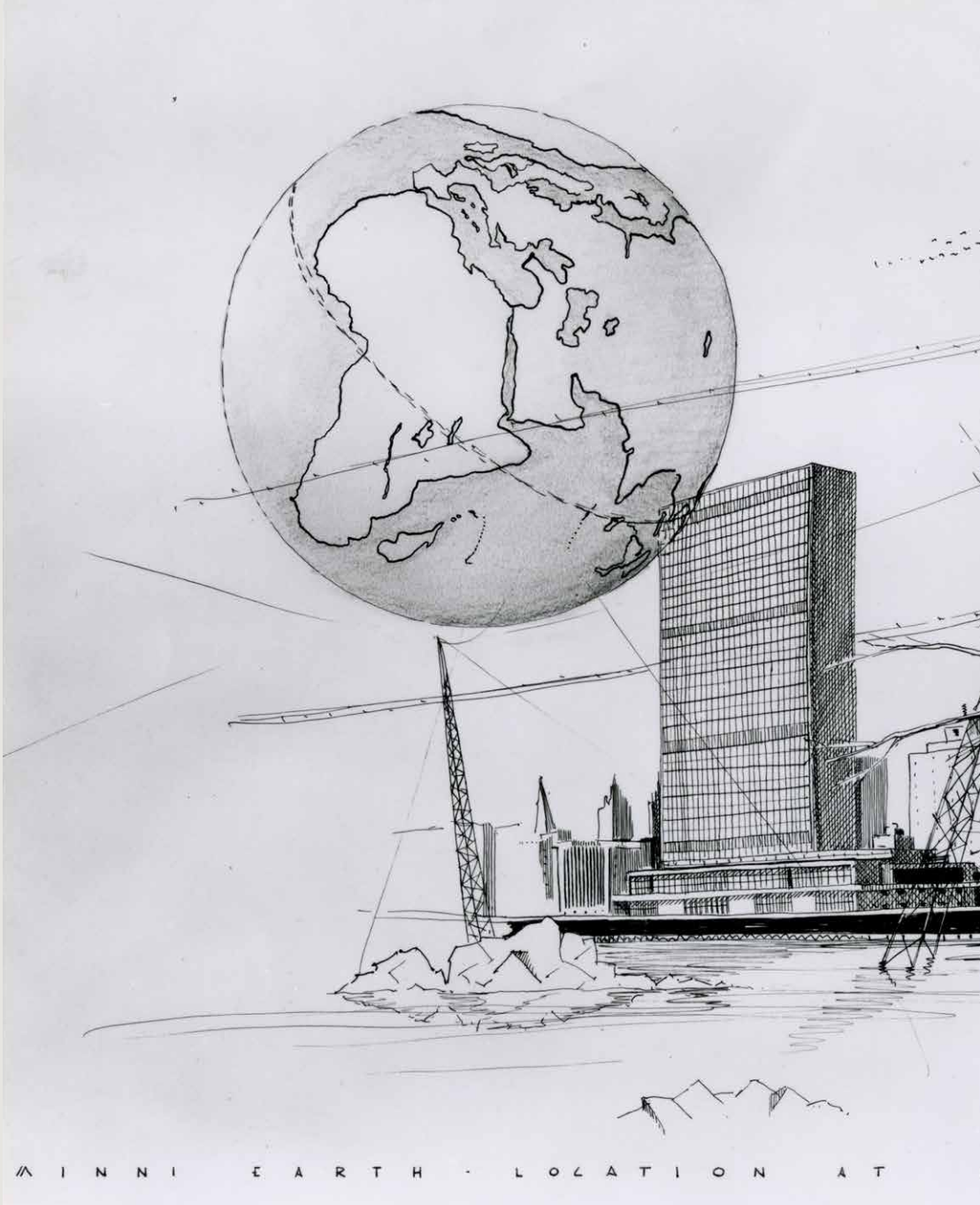
(Fuller 1962)

Following this objective, he conceived of a project he called the Geoscope: “A large two-hundred-foot diameter (or more) lightweight geodesic sphere hung hoveringly at one hundred feet.” In one version, the gigantic sphere was to be suspended above a small rocky outcrop in New York City, in the East River, situated right across from the famous United Nations building, and constructed to the same height (**Figure IV.4**). He explained:

“This giant sphere is a miniature earth. Its entire exterior and interior surfaces will be covered with closely-packed electric bulbs, each with variable intensity controls. The lighting of the bulbs is scanningly controlled through an electric computer. [...] It will make possible communication of phenomena that are not at present communicable to man’s conceptual understanding.”

(Fuller 1962)

It would have allowed to encounter what could otherwise not be encountered, Earth’s macroscopic properties and interrelationships with humanity. It would indirectly provide the height of a mountain from which to see the planet. He suggested that “the Geoscope may be illuminated to picture the Earth and the motion of its complete cloud-cover history for years run off on its surface in minutes”. It could display “the complete census-by-census of world population history changes” in minutes, or “the total history of transportation and of world resource discovery, development, distribution, and redistribution”. All of this would “become comprehensible to the human mind”; and what is more:



MINNI EARTH - LOCATION AT



Abbildung IV.4: Eine Illustration von Richard Buckminster Fullers Vorschlag eines projizierenden Geoskops gegenüber dem Gebäude der Vereinten Nationen in New York. Zeichnung von Winslow Wedin, 1956, mit freundlicher Genehmigung des Department of Special Collections, Stanford University Libraries and the Estate of R. Buckminster Fuller.

Figure IV.4: An illustration of Richard Buckminster Fuller's proposal of a projection Geoscope across from the United Nations building in New York, drawing by Winslow Wedin, 1956, courtesy of the Department of Special Collections, Stanford University Libraries and the Estate of R. Buckminster Fuller.

des Transportwesens und der Entdeckung, Entwicklung, Verteilung und Umverteilung der Ressourcen der Welt“. All dies würde „für den menschlichen Verstand nachvollziehbar werden“, ja mehr noch:

„Die Konsequenzen verschiedener Weltpläne könnten berechnet und projiziert werden.“

(Fuller 1962)

Die wichtigsten Dynamiken der Welt könnten simuliert und somit erforscht werden, aber in physischer Projektion, vergleichbar der Situation, wie Petrarca der Landschaft Südfrankreichs bis hin zum Mittelmeer begegnet war und wie Humboldt von den Höhen von Huangamarca aus auf den Pazifik geblickt hatte. Fuller schlägt vor, den menschlichen Geist mit einem konstruierten physischen Gegenüber zu konfrontieren, das er studieren und mit dem er sich im Versuch auseinandersetzen kann, die größere systemische Gesamtheit zu verstehen. Der Vorschlag, ein Geoskop gegenüber dem Gebäude der Vereinten Nationen zu platzieren, war kein Zufall: Hier ging es um das Weltgeschehen und die Notwendigkeit, es zu verstehen, um zu erreichen, dass gut regiert würde. Das Anthropozän rückte im Jahr 1962 rasch näher.

Heute sind die Berghöhen, welche uns einen derartigen Überblick verschaffen, numerische Simulations- und Visualisierungsmodelle, die aus den Datensätzen der planetaren Beobachtung, verallgemeinerten Theorien der Erdsysteme und Annahmen über deren Unterteilung, Auswahl und Kategorisierung formuliert worden sind. Anstelle eines physischen Fuller'schen Geoskops haben mit dem Internet verbundene Computerbildschirme detaillierte digitale Kartierungen und Projektionen auf physische, in Händen gehaltene Geräte gebracht. Was wir jetzt beobachten und numerisch projizieren, ist oder könnte ein Abbild der dynamischen Reaktion unseres kosmischen Lebensraums auf das unbeabsichtigte planetarische Experiment sein, das die Menschheit unternimmt, indem sie die physikalischen Eigenschaften, die chemische Zusammensetzung und die ökologische Beschaffenheit der Erde verändert. Fuller war ein Technooptimist, der hoffte, dass neue Technologien das Wissen aus den Mauern des Akademischen befreien und einer größeren Weltbevölkerung zugänglich machen könnten. Aber damals wie heute bleibt ungewiss, ob diese das notwendige Nachdenken ermöglichen oder doch eher für andere Zwecke genutzt werden.

Einer der wichtigsten Aspekte, den man sich für ein Verständnis der Erde als komplexem System im Anthropozän bewusst machen muss, ist, dass das Leben in seiner Gesamtheit ein zentraler Bestandteil der planetarischen Maschinerie ist und nun durch anthropogene Veränderungen in ein ökologisches Chaos gestürzt wird. In Bezug auf die Biosphäre als der Gesamtheit des planetaren Ökosystems und seiner Funktionen auf der Erde war es Vladimir Vernadskij, der 1925 mit seinem Buch über die Biosphäre ein epochaler Wegbereiter der fortschrittlichsten heutigen Erdsystemanalyse war. Er schlug eine revolutionäre Sichtweise der konstitutionellen Verflechtung des Phänomens des Lebens auf der Erde

“The consequences of various world plans could be computed and projected.”

(Fuller 1962)

Key world dynamics could be simulated, and thus explored, but in physical projection, to be encountered just as Petrarch had encountered the landscape of southern France to the Mediterranean, and as Humboldt had looked out toward the Pacific from the heights of Huangamarca. Fuller’s suggestion is confronting the human mind with a constructed physical opposite to study and engage with, to try and comprehend the larger systemic entirety. The suggestion of placing it across from the United Nations building was no coincidence: this was about world affairs, and the need to understand them in order to govern them well. The Anthropocene was fast approaching in 1962.

Today, the mountain heights that create this overview are the numerical simulation and visualisation models created from data sets of planetary observation, generalised theories of Earth systems, and assumptions about their decomposition, filtering and classification. Instead of a physical Fullerian Geoscope, computer screens connected to the internet have brought detailed digital mapping and projections to physical hand-held devices. What we are observing and numerically projecting now is, or could be, the dynamic reaction of our cosmic habitat, to the unintentional planetary experiment humanity is undertaking in altering Earth’s physical properties, chemical composition and ecological makeup. Fuller was a techno-optimist, hopeful that the new technologies could liberate knowledge from the confines of academia to a larger world population, but then as now it remains uncertain whether they will lead to the required reflection or mainly be used for other purposes.

One of the key aspects to understand about Earth as a complex system in the Anthropocene is to realise that life as a whole is a key constituent of the overall planetary machinery, and is now dangerously being thrown into ecological turmoil by anthropogenic change. Considering the biosphere as the totality of the planetary ecosystem and its functions on Earth, it was Vladimir Vernadsky who, in his 1925 book on the biosphere, was an epochal pioneer of today’s advanced Earth system analysis. He suggested a revolutionary view of the constitutional interconnectedness of the phenomenon of life on Earth with its geology, implying a completely novel approach to Earth as a complex planet. He wrote:

mit ihrer Geologie vor, die einen völlig neuen Ansatz für die Erde als komplexen Planeten implizierte. Er schrieb:

„Es gibt kein wesentliches chemisches Gleichgewicht auf der Erdkruste, bei welchem der Einfluss des Lebens nicht sichtbar ist.“

(Vernadskij 1926, 1998: 58)

Voller Zuversicht leitet er daraus mit atemberaubendem Mut eine Revolution unserer Auffassungen ab:

„Das Leben ist daher kein externes oder zufälliges Phänomen der Erdkruste. Es ist eng in die Struktur der Kruste eingebunden, bildet einen Teil ihres Mechanismus und erfüllt Funktionen, die für die Existenz dieses Mechanismus von größter Bedeutung sind.“

(Vernadskij 1926, 1998: 58)

Obwohl er dies Jahrzehnte vor der Zeit niederschrieb, in welcher der Einfluss der Menschheit auf die Erde in planetarem Ausmaß kritisch wurde, folgerte er mit größter Klarheit:

„Die zivilisierte Menschheit hat Veränderungen in der Struktur des Films [des Lebens] auf der Landoberfläche herbeigeführt. [...] Diese Veränderungen sind ein neues Phänomen in der geologischen Geschichte und haben chemische Auswirkungen, die noch zu untersuchen sind. Eine der wichtigsten Veränderungen Im Verlauf der Menschheitsgeschichte ist die systematische Zerstörung der Wälder, der mächtigsten Teile dieses Films.“

(Vernadskij 1926, 1998: 143)

Einige Jahrzehnte später wurden diese Beobachtungen von James Lovelock und Lynn Margulis erneut aufgegriffen, als diese die sogenannte Gaia-Hypothese (oder -Theorie) formulierten (Lovelock und Margulis 1974). Lovelock baute auf der Annahme auf, dass die Auswirkungen des Lebens auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften eines Planeten dessen Umwelt so verändern können, dass die Biosphäre durch geokybernetische Rückkopplungen

“There is no substantial chemical equilibrium on the crust in which the influence of life is not evident.”

(Vernadsky 1926, 1998: 58)

And confidently infers with breathtaking boldness what amounts to a revolution in perception:

“Life is, therefore, not an external or accidental phenomenon of the Earth’s crust. It is closely bound to the structure of the crust, forms part of its mechanism, and fulfils functions of prime importance to the existence of this mechanism.”

(Vernadsky 1926, 1998: 58)

Despite writing decades before humanity’s impact on Earth became critical on a planetary scale, he concluded with utmost clarity:

“Civilized humanity has introduced changes into the structure of the film [of life] on land [...] These changes are a new phenomenon in geological history, and have chemical effects yet to be determined. One of the principal changes during human history is the systematic destruction of forests, the most powerful parts of the film.”

(Vernadsky 1926, 1998: 143)

Several decades later, such observations were again taken up by James Lovelock and Lynn Margulis, who outlined what became known as the Gaia hypothesis (or theory) (Lovelock and Margulis 1974). Lovelock focussed on the suggestion that the effects of life on the physical and chemical properties of a planet can alter its environment in such a manner that the biosphere supports itself through geocybernetic feedbacks. Margulis added to Darwin’s

ihren eigenen Bestand unterstützt. Margulis ergänzte Darwins Betonung des Wettbewerbs zwischen Arten bei Vorliegen von Variation als Haupttriebkraft der biologischen Evolution durch eine parallele Betonung der Vorteile von Zusammenarbeit und Symbiose zwischen den Arten in ökologischen Systemen (Margulis 1976). Eine integrierte Sichtweise auf Arten und ihre Bildung von Ökosystemen könnte möglicherweise entsprechend auf die gesamte Biosphäre als Mitgestalterin ihres eigenen Lebensraums erweitert werden, in Anlehnung daran, dass Vögel Nester bauen, um lokal die Bedingungen für ihre Eier anzupassen, Mäuse sich Höhlen graben und Biber Staudämme anlegen, jedoch in planetarischem Maßstab. Im Hinblick auf das Leben als einem Phänomen mit niedriger Entropie schreibt Lovelock:

„Die Atmosphäre [...] ist Teil des Systems, innerhalb welchem die Entropie reduziert wird.“

(Lovelock 1975)

Ähnliche Vorstellungen lassen sich auch für organische Böden verfolgen, von Pflanzen selbst erzeugt und ein Substrat, das sie bestens versorgt. Lovelock hält fest:

„Ein Planet, der Leben trägt, ist von einem sterilen Planeten wie folgt zu unterscheiden: 1. Die Allgegenwärtigkeit tiefgreifender Ordnung und von Strukturen und Ereignissen, die aus Sicht eines thermodynamischen Gleichgewichts absolut unwahrscheinlich sind; 2. extreme Abweichungen von einem anorganischen Gleichgewicht des chemischen Potentials.“

(Lovelock 1965)

Er schlussfolgert: „Leben bildet sich nicht ohne weiteres, aber bleibt für enorme Zeit bestehen und verändert seine Umgebung ganz erheblich.“

Die Gaia-Hypothese besagt,

„dass die Biosphäre über kolligative Eigenschaften verfügt, welche es ihr ermöglichen, zumindest die folgenden planetarischen Eigenschaften zu regulieren: Oberflächentemperaturen, Zusammensetzung der Atmosphäre, pH-Wert der Oberfläche und der Ozeane, Zusammensetzung der Ozeane, stoffliche Gleichgewichte. In dieser Hypothese wird

emphasis on competition between species as a key driver of biological evolution (given variation) a parallel focus on the benefits of collaboration and symbiosis between species in ecological systems (Margulis 1976). An integrated view of species composing ecosystems could potentially extend to the whole of the biosphere acting as a co-creator of its own habitat, much as birds build nests to locally alter the environment for the eggs, mice build burrows and beavers dams, but on a planetary scale. Referring to life as a low-entropy phenomenon, Lovelock writes:

“The atmosphere [...] is a part of the system within which entropy is reduced and not just an external environment for life.”

(Lovelock 1975)

Similar ideas can also be developed for organic soils, created by plants, and a substrate that supports them well. He finds:

“A planet bearing life is distinguishable from a sterile one as follows: 1. The omnipresence of intense orderliness and of structures and of events utterly improbable on a basis of thermodynamic equilibrium; 2. Extreme departures from an inorganic steady-state equilibrium of chemical potential.”

(Lovelock 1965)

He concludes: “Life does not easily form, but persists indefinitely and vastly modifies its environment.”

The Gaia hypothesis suggests

“that the biosphere has colligative properties which enable it to control at least the following planetary variables: surface temperatures, atmospheric composition, surface and ocean pH, ocean composition, materials balance. In this hypothesis the biosphere is, like its constituent plant and animal parts, seen as a complex cybernetic system

die Biosphäre, ebenso wie ihre Bestandteile, die Pflanzen und Tiere, als ein komplexes kybernetisches System verstanden, welches in der Lage ist, seine interne Umwelt zu seinem Vorteil in Homöostase zu halten.“

(Lovelock 1975).

Es war Pierre Teilhard de Chardin, der zu diesem geokybernetischen kosmischen Spektakel der planetarischen Koevolution zwischen Geosphäre und Biosphäre die menschliche Dimension hinzufügte, indem er diesen Grundgedanken auf die mentale Präsenz der Menschheit als Teil der Erde ausdehnte: „Im Vergleich mit allen lebenden Wirteln ist der menschliche Stamm nicht wie jeder andere“, schreibt er.

„Die biologische Zustandsveränderung, die im Erwachen des Denkens endet, stellt nicht nur einen kritischen Punkt dar, den das Individuum oder sogar die Spezies durchlaufen muss. Vielmehr betrifft sie das Leben selbst in seiner organischen Gesamtheit, und markiert folglich eine Transformation mit Auswirkungen auf den Zustand des gesamten Planeten.“

(Teilhard de Chardin 1959: 181)

Und

„nur eine Interpretation, nur eine Bezeichnung kann diesem großartigen Phänomen entsprechen. Weil sie viel zusammenhängender und nicht weniger ausgedehnt ist als jede vorangegangene Schicht, ist sie tatsächlich eine neue Schicht, die „denkende Schicht“, welche sich seit ihrem Aufkeimen am Ende des Tertiärs über und oberhalb der Welt der Pflanzen und Tiere ausgebreitet hat. Mit anderen Worten: Außerhalb und oberhalb der Biosphäre befindet sich die Noosphäre.“

(Teilhard de Chardin 1959: 182)

Diese neu postulierte Noosphäre, deren Bezeichnung das griechische Wort für „Geist, Verstand“ aufgreift, ist ein Begriff, den Teilhard de Chardin und Vernadskij verwendeten, um das kollektive Ergebnis vernetzter, miteinander verbundener menschlicher Gedanken, Präferenzen und Entscheidungsfindungen zu beschreiben. Teilhard de Chardin vertrat die An-

with the capacity to keep its internal environment in homeostasis to its advantage.”

(Lovelock 1975).

Adding to this geocybernetic cosmic spectacle of planetary co-evolution between geosphere and biosphere the human dimension, among earlier thinkers it was Pierre Teilhard de Chardin who extended the thought to the mental presence of humans on Earth: “When compared to all the living verticils, the human phylum is not like any other”, he writes.

“The biological change of state terminating in the awakening of thought does not represent merely a critical point that the individual or even the species must pass through. Vaster than that, it affects life itself in its organic totality, and consequently it marks a transformation affecting the state of the entire planet.”

(Teilhard de Chardin 1959: 181).

And

“only one interpretation, only one name can be found worthy of this grand phenomenon. Much more coherent and just as extensive as any preceding layer, it is really a new layer, the ‘thinking layer’, which, since its germination at the end of the Tertiary period, has spread over and above the world of plants and animals. In other words, outside and above the biosphere there is the noosphere.”

(Teilhard de Chardin 1959: 182)

The newly postulated noosphere, reflecting the Greek word for “mind”, is a term that Teilhard de Chardin and Vernadsky used to address the collective outcome of networked, interlinked human thoughts, preferences and decision making. Teilhard de Chardin argued that as humanity was first divided into different species living in parallel, but is reduced to a single

sicht, dass die Menschheit, welche zunächst in verschiedene parallel lebende Menschenarten unterteilt war, heute jedoch auf eine einzige Spezies reduziert ist, nun im mentalen Bereich in verschiedene Kulturen und Denkweisen unterteilt ist. Er spekulierte, dass die Menschheit irgendwann wieder zu einem strukturierten, wenn auch komplexen und verteilten globalen Bewusstsein zusammenwachsen wird, welches die Noosphäre zu einem planetaren Phänomen macht, das mehr ist als die Summe seiner einzelnen, disjunkten Gehirne.

Diese Erwägungen sind größtenteils spekulativ, treten im Anthropozän aber in einer Schlüsselrolle wieder hervor, wenn es um das kollektive Projekt einer möglichen Sachwaltung für die Erde mit dem Ziel geht, diese in der Nähe der planetaren Grenzen zu halten. Sie legen den Gedanken nahe, dass sich die Menschheit in der Tat möglicherweise zu einer Spezies mit planetarischem Bewusstsein entwickeln könnte. Dies erfordert jedoch ein umfassendes Humboldt'sches Programm der Begegnung mit der Erde, der Beobachtung und des Verständnisses des Planeten: nicht nur eine voll entwickelte, fortschrittliche Erdsystemwissenschaft mit Modellierung und Beobachtung, sondern auch eine geeignete Schnittstelle zu Geschichte, Kulturen und Zivilisation, zu menschlichen Gehirnen und ihrer kollektiven Identitätsbildung. Wenn die Gaia-Eigenschaften der Erde nicht zerstört werden sollen und die Menschheit nicht unter einer intolerablen Degradierung ihres eigenen Lebensraums leiden soll, wäre ein solches integriertes, kollektives Erdsystemverständnis und seine Einbindung in das globale Bewusstsein ein entscheidendes Element für die zukünftige Entwicklung von Erde und Menschheit. Dies ist der Scheideweg, an dem wir im Anthropozän stehen.

5 John Schellhubers koevolutionäre Erdsystemanalyse

Dies bringt uns zum Pionier der emergierenden Wissenschaft der Erdsystemanalyse. In einem monumentalen 200-seitigen Beitrag von 1998 in einem gleichnamigen Buch, „Erdsystemanalyse“ entwickelt Schellhuber einen atemberaubenden Bauplan für die notwendige neue Wissenschaft der planetarischen Koevolution von Menschheit und Erde (Schellhuber 1998). „Erdsystemanalyse (ESA) ist eine Wissenschaft in statu nascendi“, schreibt er.

„Sie ist eine Wissenschaft, weil sie: 1. einen konkreten Gegenstand hat, nämlich die gesamte Erde im Sinne eines fragilen und anfälligen dynamischen Systems; 2. eine konkrete Methodik nutzt, nämlich transdisziplinäre Systemanalyse auf der Basis planetarischer Beobachtung, globaler Modellierung und Simulation; und 3. einen konkreten Zweck hat, nämlich die befriedigende (oder zumindest tolerable) Koevolution von Ökosphäre und Anthroposphäre (vulgo: nachhaltige Entwicklung) in Zeiten des globalen Wandels und darüber hinaus.“

(Schellhuber 1998: VII)

species today, it finds itself now subdivided into different cultures and mindsets in the mental sphere. He speculated that humankind will eventually grow together once more to form a structured, albeit complex and distributed global consciousness, making the noosphere a planetary phenomenon that is more than the sum of its separate and disjunct brains.

These considerations are mostly speculation but reappear in a key role regarding the collective project of potential planetary stewardship, of maintaining Earth close to planetary boundaries, in the Anthropocene. It suggests the idea that humanity might indeed potentially develop into a species with planetary awareness. However, that requires a full Humboldtian programme of encountering, observing and understanding the planet: not just a fully developed advanced Earth system science with modelling and observation, but also a suitable interface with human history, cultures and civilisation, and with human brains and their collective formation of identities. If the Gaian properties of Earth are not to be destroyed, and humanity is not to suffer from intolerable degradation of its own habitat, such integrated collective Earth system understanding and its injection into global consciousness would be a critical element in the future trajectories of both Earth and humankind. This is the juncture we face in the Anthropocene.

5 John Schellnhuber's Co-Evolutionary Earth System Analysis

Which brings us to the pioneer of the emerging science of Earth system analysis. In his monumental 200-page contribution of 1998 in a book of the same name, Schellnhuber provides a breathtaking blueprint for the required new science of the planetary co-evolution of humankind and Earth (Schellnhuber 1998). “Earth System Analysis (ESA) is a science in statu nascendi,” he writes.

“It is a science as it has: 1. a genuine subject, namely the total Earth in the sense of a fragile and gullible dynamic system; 2. a genuine methodology, namely transdisciplinary systems analysis based on planetary monitoring, global modelling, and simulation; and 3. a genuine purpose, namely the satisfactory (or at least tolerable) coevolution of the ecosphere and the anthroposphere (vulgo: Sustainable Development) in the times of Global Change and beyond.”

(Schellnhuber 1998: VII)

Auf dieser Grundlage entwickelt Schellnhuber einen schwindelerregend umfassenden, tiefeschürfenden Entwurf eines epochalen Programms zur Erforschung der Koevolution im Erdsystem des Anthropozäns. Er beschreibt die „gesamte Erde“ E als unterteilbar in die beiden „Hauptkomponenten“ der natürlichen und der menschlichen Sphären, $E = (N, H)$. Die natürliche Sphäre N besteht aus „eng miteinander verknüpften planetaren Teilsphären“ $N = (a, b, c \dots)$, also Atmosphäre, Biosphäre, Kryosphäre und so weiter. Die menschliche Sphäre H wiederum besteht aus $H = (A, S)$, wobei A die Anthroposphäre, die materielle Präsenz der Menschheit auf der Erde, und S das ist, was Schellnhuber das „globale Subjekt“ nennt, welches aus $S = (B, V, M)$ besteht. Hier bezeichnet B die Gehirne bzw. „Intelligenz“ der Menschheit, V ihre Werte oder „Seele“ und M die ausführenden Organe oder das „Management“ (Schellnhuber 1998: 36). Das globale Subjekt ist räumlich verteilt und multipolar, baut aber ein Verständnis der Dynamik von Erdsystem und Governance auf, das auf analytischem Verständnis, Werten, Wahrnehmungen und Präferenzen beruht. Derzeit ist das globale Subjekt noch immer kurzsichtig, überlegt Schellnhuber, und verhält sich in globalen Angelegenheiten wie ein Kleinkind oder Teenager, mit Neigung zu Wutausbrüchen und hartnäckiger Verweigerung. Aber es „wird über die kommenden Jahrhunderte regieren. Eine seiner verantwortungsvollsten Aufgaben wird es sein, aus der unbegrenzten Menge optionaler Koevolutionen von N und A eine tolerable ökologische Zukunft auszuwählen“ (Schellnhuber 1999).

Schellnhuber'sche Erdsystemanalyse umfasst drei Dimensionen. In der ersten geht es darum, die komplexe Dynamik des gesamten Erdsystems wissenschaftlich zu verstehen. Dies ist Erdsystemwissenschaft im engeren Sinne. Allerdings schließt eine solche Erdsystemwissenschaft im Anthropozän auch die Menschheit mit ein. Ihre Dynamik ist umfassend koevolutionär statt in separate disziplinäre Silos aufgeteilt. Zweitens geht es darum, zu verstehen, ob und in welchem Ausmaß Menschen (bzw. die Menschheit) den Entwicklungsweg der Erde beeinflussen können, das heißt: ob, wie und inwieweit, und unter welchen Voraussetzungen, Governance der Erde oder Einfluss auf ihren Entwicklungspfad möglich ist. Dies ist das Kontrollproblem. Und drittens geht es darum, welche Richtung einer solchen Steuerung eigentlich wünschenswert wäre, insofern die Menschheit ein gewisses Maß an Handlungsfähigkeit bzgl. des Entwicklungspfades besäße oder entwickeln würde. Dies ist eine Frage der Werte und Ambitionen der Menschheit. Schellnhuber entwickelt fünf „Nachhaltigkeitsparadigmen“, welche von der Verhinderung des Schlimmsten bis zum Streben nach Gleichheit, vom Anhalten der Systemdynamik bis zur Verbesserung von Systemeigenschaften reichen.

Obwohl seine Entwicklung einer Erdsystemanalyse, welche ernstlich diese Bezeichnung verdient, bereits ein Vierteljahrhundert alt ist, gibt es bis heute weder ein numerisches Modell noch eine systematische wissenschaftliche Analyse, die es ermöglichen würde, die praktischen, realen Unterschiede zwischen der Annahme des einen oder des anderen Nachhaltigkeitsparadigmas in Bezug auf die damit verbundenen Materialflüsse, den Energiebedarf und die räumlichen Strukturen sowie die erforderliche Governance zu untersuchen. Es ist eine Tatsache, dass es noch immer keine koordinierten Anstrengungen gibt, eine Schellnhuber'sche Erdsystemanalyse zu etablieren.

Die Menschheit ist noch weit davon entfernt, ein ausreichend analytisches Instrumentarium zur Verfügung zu haben, mit dem der makroskopischer Überblick gewonnen werden

From there, Schellnhuber develops a staggeringly comprehensive, profound outline of an epochal programme of co-evolution research into the Anthropocene Earth system. He describes the ‘total Earth’ E as decomposable into the two ‘main components’ of the natural and human spheres, $E = (N, H)$. The natural sphere N is composed of ‘intricately linked planetary sub-spheres’ $N = (a, b, c \dots)$, as in atmosphere, biosphere, cryosphere and others. The human sphere H , in turn, is composed of $H = (A, S)$, where A is the anthroposphere, the material presence of humanity on Earth, and S is what Schellnhuber designates the ‘Global Subject’, composed of $S = (B, V, M)$, where B are the brains, or ‘intelligence’, V are the values, or the ‘soul’, and M are humanity’s executive organs, or ‘management’ (Schellnhuber 1998: 36). The global subject is distributed and multi-polar, but builds an understanding of Earth system dynamics and governance based on analytical understanding, values, perceptions and preferences. Today, it is still myopic, a toddler or teenager in global affairs, and prone to temper tantrums and stubborn denial, as Schellnhuber suggests. But it “will reign over the centuries to come. One of its most responsible tasks will be to seek out a tolerable environmental future from the infinity of optional co-evolutions of N and A ” (Schellnhuber 1999).

Schellnhuberian Earth System Analysis consists of three dimensions. The first is understanding the complex dynamics of the total Earth system. This is Earth system science in a strict sense. However, such Earth system science includes, in the Anthropocene, humanity. Its dynamics are fully co-evolutionary, rather than separated into disciplinary silos. The second is understanding whether and to what extent humans or humanity can influence Earth’s trajectory, that is: whether, how and to what extent governance of or influence upon Earth’s trajectory is possible, and under what preconditions. This is the control problem. And the third is what, if humanity had or were to develop some degree of agency over the trajectory, the desired direction of such management would be. This is a matter of humanity’s values and ambitions. Schellnhuber develops five ‘sustainability paradigms’ that range from preventing the worst to striving for equity, from halting systems dynamics to improving system properties.

To date, although his exposition of Earth system analysis truly worthy of the word is already a quarter of a century old, there is still no numerical model available, or systematic scientific analysis, that would allow exploring the practical, real-world differences between adopting one or the other of these sustainability paradigms in terms of the material flows, energy requirements and spatial structures involved, or the governance required. Indeed, there is still no coordinated effort to create Schellnhuberian Earth system analysis.

Humanity is still far from having sufficiently analytical instruments to provide the macroscopic overview needed in the Anthropocene, to chart paths on which, as a planetary civilisation, it might approach its own planetary processes with informed awareness. Whether the outcome of this overview would be a Humboldtian integration of an outlook with personal lives, a Fullerian project of physical projection to alter humankind’s ecological pattern, or a virtual digital insight that informs the interconnected brains forming an emerging noosphere, at present there is still no suitable model. It would have to be a model that investigates the structural conditions that would have to be met in terms of organisation, objectives and maintaining human agency if both planetary boundaries and inclusive hu-

könnte, den das Anthropozän erfordert, auf dessen Basis sie, als planetare Zivilisation, Entwicklungspfade kartieren und ihre eigenen planetaren Prozesse informiert und bewusst in Entscheidungen einbeziehen könnte. Ob das Ergebnis dieses Überblicks nun eine Humboldt'sche Integration von Überblicken mit persönlichen Lebenserfahrungen, ein Fuller'sches Projekt der physischen Projektion zur Veränderung des ökologischen Musters der Menschheit oder eine virtuelle digitale Einsicht ist, welche die vernetzten Gehirne der sich ausbildenden Noosphäre informiert, es gibt derzeit dafür noch kein angemessenes Modell. Es müsste ein Modell sein, mit dem man die strukturellen Bedingungen untersuchen könnte, die in Bezug auf die Organisation, die Ziele und die Aufrechterhaltung der menschlichen Handlungsfähigkeit erfüllt werden müssen, wenn sowohl die planetaren Grenzen als auch die inklusive Würde der Menschen als absolute Begrenzungen für Wirtschaft und Gesellschaft im Allgemeinen anerkannt würden⁵. Ein echtes Erdsystemmodell, das diesem Ziel entspricht, wäre sehr wünschenswert, existiert aber noch nicht. Es müsste analytisch auf dynamischen adaptiven Netzwerken aufbauen, die von den energetischen und materiellen Gradienten ihrer ökologischen und geophysiologischen Dimensionen angetrieben werden, diese mit dem gesellschaftlichen materiellen Metabolismus verbinden und diesen wiederum mit dem metaphysischen, immateriellen Bereich des vernetzten menschlichen Denkens, welches Präferenzen ausbildet, Entscheidungen trifft und Werte und kulturelle Identitäten verfolgt.

Schellnhubers brillantes magnum opus zur Erdsystemanalyse als Wissenschaft von einer tolerablen Koevolution der kollektiven Menschheit mit dem Planeten ist nach Meinung des Verfassers dieses Textes mehr als ein volles Vierteljahrhundert später immer noch bei weitem die beste zur Verfügung stehende Schrift zum Thema Nachhaltigkeit und die Art von Analyse des „Gesamtsystems Erde“, welche erforderlich ist, um die Zukunft zu navigieren. Es handelt sich um einen weitreichenden, atemberaubenden Bauplan für ein Verständnis der Erde im Anthropozän; aber das Gebäude, das er vor Augen stellt, ist bis heute nicht gebaut worden.

Diesen Pfad weiter zu verfolgen erforderte eine etwas andere Art von Wissenschaft, nämlich die Entwicklung eines quantifizierten, systemischen Verständnisses der Auswirkungen der Klimaerhitzung und der Zerstörung von Lebensräumen sowie eine wirtschaftliche Analyse der Folgen von Maßnahmen bzw. Untätigkeit, auf der Grundlage von Erkenntnissen der Erdsystemwissenschaft: ein Verständnis der Anwesenheit von Kipppunkten in der Erdsystemdynamik und der Begründungen für die Definition von planetaren Belastungsgrenzen, die nicht zu weit überschritten werden sollten. Als einer der zentralen wissenschaftlichen Akteure hinter dem Klimaabkommen von Paris von 2015 und Autor entscheidender Beiträge der Klimawissenschaft, auf deren Grundlage die damals vereinbarten politischen Grenzen der Klimaerhitzung festgelegt wurden, war John Schellnhuber, um nur ein prominentes Beispiel unter anderen zu nennen, der beratende Wissenschaftler, der die Enzyklika des katholischen Papstes von 2015 mit vorstellte; sie spricht von der Unverantwortlichkeit unseres Handelns, von Umkehr und davon, unsere Leidenschaft für Mitmenschen und die Natur wieder zu finden statt einem zerstörerischen, extraktivistischen Weg zu folgen. Das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), das er 1992 gründete und bis 2018 leitete, wurde zu einer global wirksamen wissenschaftlichen Kraft bei den Bemühungen der Menschheit, das Klima zu stabilisieren, die Biosphäre zu schützen und zu regenerieren und internationale Politik umfassend auf den Erkenntnissen der Erdsystemwissenschaft aufzubauen, sowie dies entsprechend zu kommunizieren.

man dignity are seen as absolute constraints on the economy and society in general.⁵ A true Earth system model reflecting this objective would be highly desirable but does not yet exist. It would have to link dynamic adaptive networks driven by energy and material gradients of the ecological and geophysiological realm with material metabolism of societies, and that in turn with the meta-physical immaterial realm of interconnected human minds forming preferences, arriving at decisions and pursuing values and cultural identities.

Schellnhuber's brilliant magnum opus on Earth system analysis as a science of the tolerable coevolution of collective humanity and the planet is, in the author's opinion, more than a full quarter century later, still by far the best text available on sustainability and the kind of analysis of the 'total Earth system' required for navigating the future. It is a sweeping, breathtaking blueprint for understanding Earth in the Anthropocene, but the building it outlines has still not been constructed.

Following this path further, however, required a modified kind of science, namely a quantified, systemic understanding of the impacts of climate heating and habitat destruction, as well as economic analysis of the implications of action and inaction, based on the findings of Earth system science: the presence of tipping points in Earth system dynamics, the justification for delineating planetary boundaries that should not be crossed too far. Among the critical scientific actors behind the world's Paris Climate Agreement of 2015, one of the core contributors to the climate science underpinning the limits to climate warming then established, John Schellnhuber was also the advising scientist, to name just one prominent example among many, co-announcing the Catholic pope's encyclical of 2015 on the irresponsibility of our ways, turning around, and finding once more our passion for fellow humans and nature rather than following the destructive extractivist path. The Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) he founded in 1992 and led until 2018 became a global scientific force in humanity's efforts to stabilise climate, to protect and regenerate the biosphere, and to base international politics on substantial awareness of the findings of Earth system science, communicated accordingly.

6 Ein Humboldt'sches Programm für das Anthropozän

Des Verfassers eigene kognitive Kartierung einer planetaren sozialen Ökologie der Menschheit, des gesamten Erdsystems im Anthropozän, greift Denklinien von Vernadskij bis Lovelock und Schellnhuber auf. Sie integriert darüber hinaus Erkenntnisse der Evolutionsbiologie und zum gesellschaftlichen Stoffwechsel der Technosphäre und vereinigt biogeochemische, klimatische und biologische Überlegungen mit den Phänomenen der sozialen Innovation, menschlicher Kulturen und des reflexiven Bewusstseins. Das Ergebnis ist eine Übersicht über die Gesamtheit der Erde im Anthropozän, nicht nur vom Standpunkt einer virtuellen Höhe aus, sondern auch in der Zeitdimension. Es kann als Diagramm gezeichnet werden, nimmt hier aber die Gestalt von Worten an, welche einen Überblick vorstellen, wie er in dieser Form noch vor wenigen Jahrzehnten nicht möglich gewesen wäre (**Abbildung IV.5** zeigt eine erheblich vereinfachte Zusammenfassung).

Schon zu einem frühen Zeitpunkt der Erdgeschichte ging die Biosphäre aus der Geosphäre hervor. Seitdem bilden Geosphäre und Biosphäre durch Koevolution gemeinsam die Ökosphäre. Physikalische und chemische Umweltbedingungen prägten die Möglichkeiten und Begrenzungen, unter denen sich das Leben entwickelte. Im Gegenzug veränderte das Leben jedoch zunehmend diese physikalischen und chemischen Bedingungen auf eine Weise, die das Leben unterstützte. Infolgedessen entwickelte sich die Biosphäre dahin, den Zustand der Erde zunehmend durch geokybernetische Nischenbildung im planetarischen Maßstab mitzugestalten. Diese Koevolution wurde durch zwei verschiedene Arten von Prozessen gestört. Auf der abiotischen Seite bewirkten astronomische und geologische Ereignisse wie Meteoriteneinschläge, Magnetfeldumkehrungen, Kontinentaldrift und Vulkanausbrüche erhebliche Umwälzungen, welche die Evolution des Lebens prägten. Im Gegenzug veränderten evolutionäre biologische Innovationen ihrerseits die physikalische und chemische Umwelt der Erde tiefgreifend. Einige dieser evolutionären Durchbrüche erfolgten in Form von „großen Übergängen der Evolution“, die sich dadurch auszeichnen, dass sie extrem unwahrscheinliche und daher in der Lebensspanne der Biosphäre äußerst seltene Ereignisse erfordern (Smith und Szathmáry 1998). Die Entstehung des Lebens selbst war eine solche Veränderung. Die biogene „Große Oxidation“ vor 2,3 Milliarden Jahren veränderte den Zustand der Erde von einer reduzierenden zu einer oxidierenden Chemie. Evolutionäre Durchbrüche in der epigenetischen Regulation ermöglichten das Entstehen makroskopischer Lebensformen in der kambrischen Explosion und eine Besiedlung der Landflächen, was erneut die Eigenschaften der Erde grundlegend veränderte. Von Anfang an war die Erde mehr als ein steiniger Planet, der das Leben zum Passagier hatte. Ab einem bestimmten Zeitpunkt war sie ein lebender Planet.

Aus diesem koevolutionären Verlauf der Naturgeschichte der Erde ging vor gerade einmal drei Millionen Jahren als ein solcher „großer Übergang“ der Mensch hervor. Diese sapientische Transition in Form des Menschen ist von enormer Bedeutung. Die Biosphäre bewegt sich als ein fortlaufender Strom der erblichen Weitergabe von Information durch die Zeit. Der Mensch ist mit seiner Fähigkeit zu symbolischer Kommunikation durch strukturierte, grammatikalische Sprache in der Geschichte der Biosphäre Träger des erst vierten Kanals der Informationsübertragung, nach der genetischen, der epigenetischen und

6 A Humboldtian Programme for the Anthropocene

The author's own mental map of humankind's planetary social ecology, of the whole Earth system in the Anthropocene, takes up lines of thought from Vernadsky to Lovelock and Schellnhuber. It also integrates insights from evolutionary biology and on the technosphere's social metabolism, and in doing so, fuses biogeochemical, climatic and biological considerations with the phenomena of social innovation, human cultures and reflexive consciousness. The result is an overview of the entirety of Earth in the Anthropocene not just from a virtual height but also through time. While it can be drawn as a diagram, it here takes the form of words presenting an overview that would not have been possible in this form just a few decades ago (Figure IV.5 provides a greatly simplified synopsis).

The biosphere arose from the geosphere early in Earth's history. Ever since, geosphere and biosphere have co-evolved to jointly form the ecosphere. Physical and chemical environmental conditions shaped the opportunities and limitations under which life evolved. In turn, however, life increasingly altered these physical and chemical properties in ways that supported it. The biosphere, as a consequence, developed to increasingly co-shape the state of Earth through geocybernetic niche building at planetary scale. Two different kinds of processes caused disruptions to this co-evolution. On the abiotic side, astronomical and geological events such as meteor impacts, magnetic field reversals, continental drift and volcanic eruptions caused major upheaval, shaping the evolution of life. In turn, evolutionary biological innovations profoundly altered the physical and chemical environment of Earth. Some of these evolutionary breakthroughs took the form of 'major transitions in evolution', requiring highly unlikely and therefore exceedingly rare events in the lifetime of the biosphere (Smith and Szathmáry 1998). The advent of life itself was such an alteration. The biogenic Great Oxidation Event 2.3 billion years ago turned Earth from a reducing into an oxidising state. Evolutionary breakthroughs in epigenetic regulation allowed macroscopic life forms to appear in the Cambrian explosion and land to be settled, fundamentally altering the properties of Earth. From early on, Earth was not a rocky planet with life as a passenger. Rather, from some point onward, it was a living planet.

From this co-evolutionary trajectory of Earth's natural history emerged humans as a major transition, a mere three million years ago. This sapientic transition in humans is hugely significant. The biosphere evolves through time as a stream of information inheritance. Humans with their capacity of symbolic communication through structured, grammatical language opened just the fourth channel of information transmission in the history of the biosphere, following genetic, epigenetic and behavioural (imitational) forms of information inheritance (Jablonka and Lamb 2005). In that sense, humans are both an ordinary product of evolution and subjects of a rare major transition in evolution. The sapientic transition, however, goes beyond immaterial symbolic information exchanges. The language of symbols is paralleled in humans by a material language of artefacts. Material expressions of culture and civilisation are far more than just utilitarian tools. They are also material representations of cultural programmes that in turn influence the self-perception

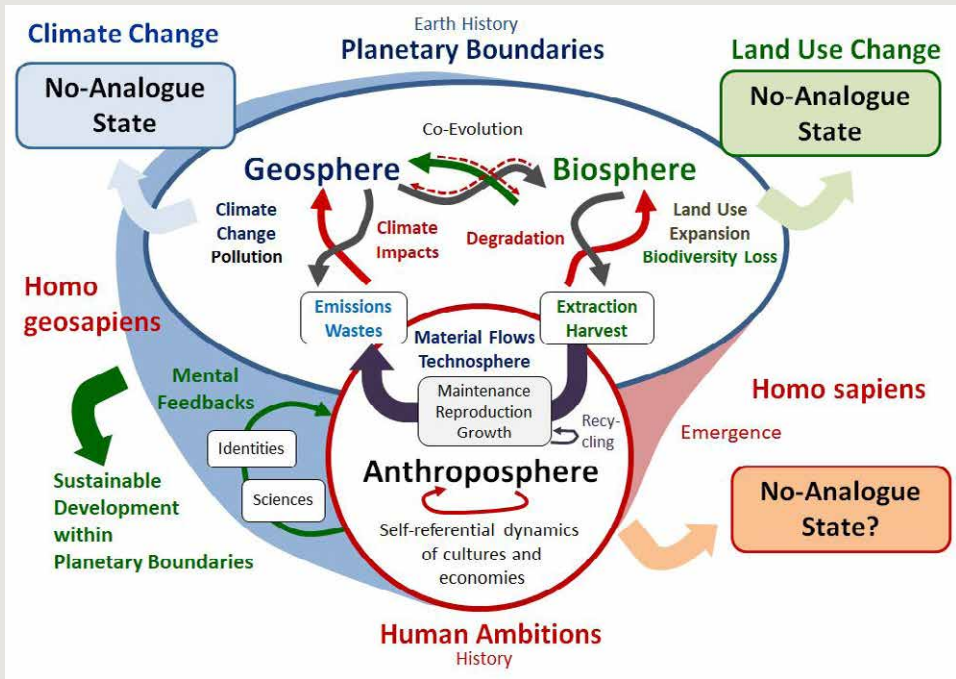


Abbildung IV.5: Ein erheblich vereinfachtes Diagramm des Erdsystems im Anthropozän, welches die koevolutionäre Wechselwirkung der Geosphäre mit der Biosphäre sowie die koevolutionäre Wechselwirkung dieser beiden mit der Anthroposphäre und ihrer Technosphäre zeigt. Da Geosphäre und Biosphäre im Anthropozän in noch nie dagewesene nicht-analoge Zustände übergehen, ist es unwahrscheinlich, dass die Anthroposphäre nicht ebenfalls in einen nicht-analogen Zustand eintreten wird. Es ist Aufgabe des kollektiven Verständnisses der Menschheit, im Hinblick auf die Dynamik des Erdsystems im Anthropozän den Versuch zu unternehmen, einen nachhaltigen Entwicklungspfad für die Erde innerhalb der planetaren Grenzen zu erreichen, welcher es der menschlichen Ambition entsprechend ermöglicht, Leben in Würde zu führen.

Figure IV.5: A greatly simplified diagram of the Earth system in the Anthropocene, showing the co-evolutionary interaction of the geosphere and the biosphere, and the co-evolutionary interaction of these with the anthroposphere and its technosphere. As geosphere and biosphere are entering unprecedented no-analogue states in the Anthropocene, it is not likely that the anthroposphere will not also enter a no-analogue state. It is up to collective human understanding of Earth system dynamics in the Anthropocene to attempt and achieve a sustainable Earth system trajectory within planetary boundaries that allows meeting human ambitions for living lives in dignity.

der verhaltensbedingten, imitatorischen Form der Informationsvererbung (Jablonka und Lamb 2005). In diesem Sinne ist der Mensch zwar auch ein gewöhnliches Produkt der Evolution, aber ebenso Träger eines der unwahrscheinlichen großen Übergänge der Evolution. Die sapientische Transition geht jedoch über den immateriellen symbolischen Austausch von Informationen hinaus. Die immaterielle Sprache der Symbole wird beim Menschen von einer materiellen Sprache der Artefakte begleitet. Materielle Ausdrucksformen von Kultur und Zivilisation sind weit mehr als nur nützliche Werkzeuge. Sie sind zeitgleich auch materielle Repräsentationen kultureller Programme, die ihrerseits Einfluss auf die Selbstwahrnehmung von Gesellschaften ausüben (Fischer-Kowalski und Weisz 1999). Auf dieser Grundlage bildeten sapiente Menschen weitgehend selbstreferenzielle Kultur- und Wirtschaftssysteme aus. Dabei fügten sie der biologischen Innovation die Prozesse der sozialen und kulturellen Innovation hinzu. Diese schufen neue soziale Strukturen und Methoden der politischen Sachwaltung, die ihrerseits die benötigten Material- und Energieströme auslösten und kollektive Ziele der Gesellschaften formten, während diese sich zu Zivilisationen entwickelten, prähistorisch ebenso wie historisch.

In jüngerer Zeit, in der die Zahl der auf der Erde lebenden Menschen rasant anstieg und Technologien sich zu planetarischer Größe entwickelten, entstand die Technosphäre als Produkt der Anthroposphäre. Ihre Aufrechterhaltung, ihr Wachstum, ihre Reproduktion, ihre innere Differenzierung und ihre Vernetzung erfordern einen wachsenden Zustrom an Energie und materiellen Ressourcen. Diese werden in der Umwelt abgeerntet oder aus ihr extrahiert. Im Gegenzug werden Abfälle und Emissionsströme zurück in die Umwelt gegeben. Die heutigen Transformationen der Landoberfläche, der Verlust von Habitaten, die Klimaerhitzung und die Umweltverschmutzung sind allesamt Auswirkungen dieses kollektiven gesellschaftlichen Stoffwechsels, welcher mit der Energiemenge skaliert, welche erzeugt wird, um diese Arbeit zu leisten. Aus diesem Grund steht die Steuerung des sozialen Stoffwechsels der Menschheit als entscheidender Sachverhalt im absoluten Zentrum der Herausforderung Nachhaltigkeit. Qualität und Umfang dieses Stoffwechsels, der heute durch die planetarische Umweltzerstörung, die rasante Erhitzung des Klimas und die Vergiftung von Körpern und Organismen auf gefährliche Weise schädlich wirkt, bestimmen im Anthropozän Zustand und Zustandsveränderung unseres Planeten. Hauptverantwortlich sind die industrialisierten Konsumländer der wirtschaftlich wohlhabenden Welt, ein Bruchteil der Menschheit. Wie wir gemeinsam und einzeln unseren gesellschaftlichen Stoffwechsel gestalten und regeln, ist der größte Einzelfaktor, der den künftigen Zustand der Erde beeinflusst.

Diese Herausforderung wirft die Frage auf, unter welchen Voraussetzungen die Menschheit ihre Handlungsfähigkeit bezüglich des Metabolismus der Technosphäre wiedergewinnen und aufrechterhalten kann. Die kollektiven, miteinander vernetzten menschlichen Gehirne, welche das ausbilden, was man als Noosphäre oder vielleicht Semiosphäre bezeichnen kann, den kollektiven mentalen Teil des Erdsystems, verteilt und vielschichtig, aber zunehmend vernetzt, stehen nun vor der Herausforderung, bewusst und zielgerichtet ein Verständnis der Koevolution von Geo- und Biosphäre sowie dieser Ökosphäre mit dem Komplex aus Anthroposphäre und Technosphäre mit an Bord zu nehmen. Dies erweitert die Koevolution um eine metaphysische, immaterielle Ebene: den bewussten Einbezug dessen, was wir über planetare Dynamik wissen. Es ist diese koevolvierende mentale Di-

of societies (Fischer-Kowalski and Weisz 1999). On this basis, sapientic humans formed largely self-referential cultural and economic systems. In doing so, they added to biological innovation the processes of social and cultural innovation. These created new social structures and methods of governance that in turn produced the streams of materials and energy they required and shaped the collective objectives of societies evolving into civilisations, both prehistoric and historic.

More recently, as the numbers of humans living on Earth increased strongly and technologies evolved to a planetary scale, the technosphere emerged as a product of the anthroposphere. Its maintenance, growth, reproduction, internal differentiation and networking requires a growing supply of energy and material resources. These are harvested and extracted from the environment. In turn, wastes and emission streams are released back into the environment. Today's land transformations, habitat losses, climate heating and environmental pollution are all effects of this collective social metabolism, scaling with the energy harnessed to perform work. It is for this reason that the critical matter at the core of the sustainability challenge is the governance of humanity's social metabolism. Its quality and volume, dangerously harmful today by causing planetary-scale ecological degradation, the rapid heating of the climate and the poisoning of bodies and organisms, determines the state and change of state of our planet in the Anthropocene. Those mainly responsible are the industrial consumer nations of the economically affluent world, a fraction of humanity. How we jointly and separately design and govern our social metabolism is the largest factor influencing the future state of Earth.

This challenge raises the question under which preconditions humanity can reacquire and maintain agency over the technosphere's metabolism. The collective, interlinked human brains constituting what can be called the noosphere or perhaps semiosphere, the collective mental component of the Earth system, distributed and multi-layered but increasingly networked, is now challenged with consciously and purposefully taking on board an understanding of the co-evolution of geosphere and biosphere, and of the ecosphere with the anthroposphere-technosphere complex. It adds a metaphysical, immaterial layer to co-evolution: taking into account what we know about planetary dynamics. It is this co-evolving mental dimension of the Earth system that is now charged with designing systems that safeguard collective human agency over Earth's trajectory to the extent possible. The objective would be an ecologically sound, inclusive and just development of humanity within the planetary boundaries. Were that to be successful, sapientic humankind would begin to be geosapientic.

The foundations that Alexander von Humboldt's journey to the pass of Huangamarca set and have led to John Schellnhuber's Earth system analysis have also come home to Humboldt University, named for the brothers Humboldt since 1949. In 2009, a decade after his book on Earth system analysis, John Schellnhuber and the Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) he led combined forces with Humboldt University to create, in the university's Department of Geography, the first professorship in Germany explicitly dedicated to the science of sustainability, the 'Alexander von Humboldt Chair in Sustainability Science'. The name was chosen for good reasons: the professorship was to advance Earth system science and the challenge of sustainability in the spirit of Alexander von Humboldt.

mension des Erdsystems, welche nun die Aufgabe hat, Systeme zu entwerfen, welche die kollektive menschliche Handlungsfähigkeit bezüglich der Entwicklung der Erde so weit als möglich sichern. Das Ziel wäre eine ökologisch durchdachte, integrative und gerechte Entwicklung der Menschheit innerhalb der planetaren Grenzen. Sollte dies gelingen, würde die sapientische Menschheit beginnen, geosapient zu sein.

Die grundlegenden Überlegungen, die Alexander von Humboldt auf seiner Reise zum Pass von Huangamarca entwickelt hatte und zu John Schellnhubers Erdsystemanalyse führten, haben auch an der Humboldt-Universität, welche seit 1949 den Namen der Brüder Humboldt trägt, eine Wirkstätte gefunden. Im Jahr 2009, ein Jahrzehnt nach seinem Buch zur Erdsystemanalyse, vereinten John Schellnhuber und das von ihm geleitete Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) ihre Kräfte mit denjenigen der Humboldt-Universität, um am Geographischen Institut der Universität die erste Professur Deutschlands zu schaffen, welche explizit eine Wissenschaft der Nachhaltigkeit zum Programm hatte, den „Alexander von Humboldt-Lehrstuhl für Nachhaltigkeitswissenschaft“. Die Bezeichnung wurde aus gutem Grunde gewählt: Die Professur sollte Erdsystemwissenschaft und die Herausforderung Nachhaltigkeit im Geiste Alexander von Humboldts vorwärtsbringen.

Der Alexander-von-Humboldt-Lehrstuhl für Nachhaltigkeitswissenschaft, mit dem der Autor dieses Textes betraut wurde, wurde am 6. Mai 2009 eingeweiht, am 150. Todestag Humboldts. Aus diesem Anlass fand ein Eröffnungssymposium statt mit Beiträgen aus der Geografie, den Geschichtswissenschaften, der Soziologie und der wissenschaftlichen Politikberatung. Es war der Auftakt für nachfolgende Jahre des Nachdenkens über ein „Humboldt’sches Programm für das Anthropozän“. Lehrveranstaltungen umfassten „Die Erde als komplexes System“ und „Transformation: Wissenschaft, Politik, Gesellschaft“. Als Wissenschaftler am PIK trug der Autor zu der diskursprägenden ersten Veröffentlichung über Kippelemente im Erdsystem (Lenton et al. 2008), der letzten großen Aktualisierung des Rahmenkonzepts der planetaren Grenzen (Richardson et al. 2023) und einem Aufruf zur politischen Sachwahrung über die planetaren Gemeingüter bei (Rockström et al. 2024), die beiden Letzteren unter der Leitung des einflussreichen Direktors des PIK, Johan Rockström. Im Jahr 2024 veröffentlichte der Autor zusammen mit dem Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung einen 100-seitigen Text über „Suffizienz als Strategie des Genug“ für ein Leben innerhalb der planetaren Grenzen bei gleichzeitigem Fortschritt in Sachen der globalen Gerechtigkeit. In diesem Bericht wird argumentiert, dass diese Ziele beide auf den gemeinsamen Werten basieren, auf denen das Gesamtprojekt des Westens beruht (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2024). Der in Revolutionen entstandene liberale demokratische Staat, der nachfolgend einen liberalen Wohlfahrtsstaat hervorbrachte, muss sich nun zu einer ökologischen Demokratie, als einem sozialen Umweltrechtsstaat, weiterentwickeln. Nicht nur der administrative Rechtsstaat ist ein rationalistisches Produkt der Aufklärung zugunsten des Ziels, Bürgerinnen und Bürgern ein gutes Leben zu ermöglichen, sondern auch die moderne Wissenschaft. Ökologische Demokratie ist eine Herausforderung für kollektives gesellschaftliches Lernen, einem Prozess, der konstitutiv für die Demokratie ist. In diesem Sinne ist das Anthropozän keine Störung der politischen Entwicklung, sondern die Herausforderung, sie über ihren derzeitigen unvollständigen Zustand hinaus voranzutreiben.

The Alexander von Humboldt Chair in Sustainability Science, with which the author of this text was entrusted, was inaugurated on 6 May 2009, the 150th return of Humboldt's passing. The occasion was marked with an inaugural symposium featuring talks by geographers, historians, sociologists and senior policy advisors. It was a beginning of subsequent years of thought into a 'Humboldtian Programme for the Anthropocene'. Teaching courses covered 'Earth as a Complex System' and 'Transformation: Science, Society, Politics'. As a scientist at PIK, the author contributed work to the landmark first paper on tipping elements in the Earth system (Lenton et al. 2008), the most recent major update on the state of planetary boundaries framework (Richardson et al. 2023), and a call to governing the planetary commons (Rockström et al. 2024), the latter two under the leadership of PIK's influential director, Johan Rockström. In 2024, the author with the German Advisory Council on the Environment published a 100-page text on 'Sufficiency as a Strategy of the Enough' for living within planetary boundaries while improving global justice. This report argued that both of these objectives are based on the common values upon which the larger project of the West is founded (German Advisory Council on the Environment 2024). The liberal democratic state established in the revolutions that created a liberal welfare state now needs to evolve into ecological democracy. Not only the administrative constitutional state based on the rule of law is a rationalistic product of the enlightenment aimed at providing good lives to citizens, but modern science is as well. Ecological democracy is a challenge to collective societal learning, a process that is constitutional to democracy. In that sense, the Anthropocene is not a disturbance of political developments, but a challenge of advancing it beyond its current incomplete state.

Ecological democracy as a form of ecological civilisation implies more than sustainable development. It goes beyond the questionable promises that a combination of green technologies and economic growth will be sufficient to alleviate poverty and environmental destruction. That is not likely, as any open system requires a gradient of energy and material to run through it if it is to perform work, and this system metabolism scales allometrically with its growth (Ballesteros et al. 2018). What is additionally needed is governance of the material exchange flows between societies and the environment, reflected not just in a practice, but also a culture of sustainability. The present text suggests that the ecological dimension of social self-understanding, as the social and the liberal, reaches far beyond a rationalistic approach. Matters of humankind's position in the world have evolved in the West from the humanist renaissance to the Copernican revolution, from the findings of Darwin to modern Earth system science. A modern cosmology commensurate with the challenges of the Anthropocene has to found human identity squarely not just on cultural traditions, but equally on scientific Earth system analysis.

On this basis, thinking through the Anthropocene as a challenge of design of humanity's algorithmic technosystems, self-organisation and self-understanding raises the central question: What are the principles of such design? Its objective is clear: to allow human lives in dignity within the planetary boundaries, and to safeguard human agency over settling on the civilisatory and ecological qualities of such a course in view of the inherent, intertwined dynamics of both natural and human systems. On the basis of the programme Alexander von Humboldt suggested, the proposal is to combine Alvar Aalto's principles of humane

Ökologische Demokratie als eine Form ökologischer Zivilisation bedeutet mehr als nachhaltige Entwicklung. Sie geht über die fragwürdigen Versprechen hinaus, dass eine Kombination aus grünen Technologien und Wirtschaftswachstum ausreiche, um die Probleme der Armut und der Umweltzerstörung zu lösen. Das ist nicht wahrscheinlich, denn jedes offene System erfordert den Unterhalt eines Energie- und Stoffgefälles über seine Grenzen, um in der Lage zu sein, Arbeit zu leisten; und dieser Stoffwechsel des Systems skaliert allometrisch mit seinem Wachstum (Ballesteros et al. 2018). Was daher zusätzlich notwendig ist, ist eine Governance der materiellen Austauschströme zwischen der Gesellschaft und der Umwelt, welche sich nicht nur in einer Praxis, sondern auch in einer Kultur der Nachhaltigkeit niederschlägt. Der vorliegende Text legt nahe, dass die ökologische Dimension des gesellschaftlichen Selbstverständnisses, wie auch das Soziale und das Liberale, weit über einen rationalistischen Zugang hinausgeht. Die Frage der Stellung des Menschen in der Welt hat sich im Westen von der humanistischen Renaissance bis zur kopernikanischen Revolution, von den Erkenntnissen Darwins bis zur modernen Erdsystemforschung entwickelt. In einer modernen Kosmologie, die den Herausforderungen des Anthropozäns gerecht wird, muss die menschliche Identität nicht nur auf kulturellen Traditionen, sondern auch auf einer wissenschaftlichen Analyse des Erdsystems gründen.

Auf dieser Grundlage wirft eine Betrachtung des Anthropozäns als Herausforderung für das Design der algorithmischen Technosysteme, der Selbstorganisation und des Selbstverständnisses der Menschheit die zentrale Frage auf: Was sind die Prinzipien einer solchen Gestaltung? Das Ziel ist klar: menschenwürdiges Leben innerhalb der planetaren Grenzen zu ermöglichen und die menschliche Handlungsfähigkeit bezüglich des Anliegens zu bewahren, sich angesichts der inhärenten, ineinandergreifenden Dynamiken von Natur- und Menschheitssystemen auf die zivilisatorischen und ökologischen Qualitäten eines solchen Kurses zu einigen. Auf der Grundlage des von Alexander von Humboldt angeregten Programms wird hier der Gedanke vorgelegt, Alvar Aaltos Prinzipien einer humanen koevolutionären Gestaltung mit John Schellnhubers Entwurf eines Programms der Erdsystemanalyse in der Absicht zu verbinden, eine tolerable Koevolution von Erde und Welt, von Menschheit und Planet zu ermöglichen. Mit anderen Worten: einen Beitrag zu einer geosapienten ökologischen Zivilisation zu leisten.

Im fünften vorchristlichen Jahrhundert formuliert der griechische Philosoph Heraklit in seinem Fragment B51:

„Sie verstehen nicht, wie etwas, das mit sich selbst in Spannung steht, mit sich selbst übereinstimmt; es ist eine auf sich selbst gerichtete Harmonie, wie beim Bogen und der Leier.“

(Heraklit 2011)⁶

co-evolutionary design with John Schellnhuber's outline of a programme of Earth system analysis, with the objective of making possible a tolerable co-evolution of Earth and World, of people and planet. In other words, to contribute to geosapientic ecological civilisation.

In the 5th century BCE, the Greek philosopher Heraclitus' fragment B51 states:

"They do not understand how something in tension with itself agrees with itself; it is a harmony turned onto itself, like with the bow and the lyre."

(Heraclitus 1981)⁶

Die gesamte Welt wird von diesen Spannungen angetrieben. Dies ist eine profunde Feststellung. Die Spannungen, welche im Anthropozän aufgegriffen werden müssen, wenn dieses menschlich sein soll, sind diejenigen zwischen Natur und Kultur, Geschichte und Moderne, Gesellschaft und Individuum, Tradition und Innovation, Standardisierung und Vielfalt, Spezifität und Verallgemeinerung, Intellektuellem und Emotionalem, Rationalem und Intuitivem, Universalität und Einzigartigkeit, Verstehen und Handeln, Wissen und Bedeutung.

All die gewundenen, nicht immer klar auszumachenden, ziemlich verschlungenen Pfade dieser Reise führen zu einem folgenden, noch vorläufigen Humboldt'schen Programm für das Anthropozän. Es wird hier als vier Prinzipien des Designs formuliert:

1. Das Design aller sozialökologischen Systeme muss biozentrisch sein, nicht geozentrisch.

Um anthropozentrisch zu sein, muss das Leben im Fokus stehen statt Atmosphäre, Ozeane und Gesteine.

2. Das Design aller sozialökologischen Systeme muss dem menschlichen Maßstab entsprechen.

Handwerkwerkliche Arbeit ist eine unverzichtbare Grundlage, Handlungsfähigkeit und Verbundenheit mit sich selbst, anderen Menschen und der Natur zu bewahren.

3. Das Design aller sozialökologischen Systeme muss die Spannungen zwischen natürlichen und menschlichen Welten integrieren.

Es muss substanziell auf der fortschrittlichsten koevolutionären Erdsystemanalyse aufbauen, einem Verständnis der Koevolution von Geosphäre und Biosphäre, dieser Ökosphäre mit der Anthroposphäre sowie von Geist und Materie.

4. Das Design aller sozialökologischen Systeme muss die Form angewandter Kunst annehmen.

Dies ist die einzige Möglichkeit, wissenschaftliche Erkenntnis in die Gedankenwelt des Menschen einzubringen.

Zusammen bilden diese vier eine vorläufige Tetrarchie von Prinzipien (**Abbildung IV.6**), welche die Entwicklung der Menschheit leiten könnte, wenn es darum geht, die ökologischen planetaren Grenzen der Erde zu respektieren und ein Leben in Würde für alle zu ermöglichen. Es handelt sich um einen unabdingbaren nächsten Schritt.

All of the world is driven by these tensions. It is a profound observation. The tensions to be considered in the Anthropocene, if it is to be humane, are those between nature and culture, history and modernity, society and the individual, tradition and innovation, standardisation and variation, specificity and generalisation, the intellectual and the emotional, the rational and the intuitive, universality and uniqueness, understanding and action, knowledge and meaning.

All the convoluted, not always clearly discernible, heavily entangled paths of this journey lead to the following provisional Humboldtian Programme for the Anthropocene, expressed as four principles of design:

1. Design of all socio-ecological systems must be biocentric, not geocentric.

To be anthropocentric, planning must be focussed on life rather than atmosphere, oceans and rocks.

2. Design of all socio-ecological systems must be on the human scale.

Manual skillcraft is an indispensable foundation for retaining agency and connection, with respect to ourselves, between humans, and with respect to nature.

3. Design of all socio-ecological systems must integrate the tensions between natural and human dimensions.

It must be firmly based on the most advanced co-evolutionary Earth system analysis, an understanding of the co-evolution of geosphere and biosphere, of this ecosphere with the anthroposphere, and of mind and matter.

4. Design of all socio-ecological systems must take the form of applied art.

It is the only way to interface scientific knowledge with the human mind.

Together, these four form a provisional tetrarchy of principles (Figure IV.6) that might guide human development on Earth to respect its ecological planetary boundaries while supporting lives in dignity for all. It is a necessary next step.



Abbildung IV.6: Eine Skulptur des 4. Jahrhunderts aus dunklem rotem Porphyry zeigt vier Herrscher, welche gemeinsam regieren, vergleichbar den vier Gestaltungsprinzipien des vorläufigen Humboldt'schen Programms für das Anthropozän. Diese Tetrarchen regierten das römische Reich unter der Reform Diokletians. Die 130 cm hohe Statue wurde in Kleinasien geschaffen, befindet sich heutzutage aber am Markusdom in Venedig. Die heutige Tetrarchie der Gestaltungsprinzipien muss Ausdruck einer demokratischen, ökologischen und humanen politischen Sachwaltung sein.

Figure IV.6: A 4th century sculpture of dark red porphyry presents four rulers exercising joint government, comparable to the four design principles of a provisional Humboldtian Programme for the Anthropocene. These tetrarchs ruled the Roman empire under Diocletian's reform. The statue, 130 cm high, was created in Asia Minor but is situated today in Venice, at Saint Mark's Cathedral. Today's tetrarchy of design principles has to be an expression of democratic ecological, humane governance.

Danksagungen

Dieser Beitrag steht enorm in der Schuld von Christoph Schneider, der mich einlud, im Jahre 2019, dem Jahr der 250. Wiederkehr des Geburt Humboldts, eine ursprüngliche Version dieses Textes in der KOSMOS-Vortragsreihe vorzutragen, und dann mit unfassbarer Geduld, Beharrlichkeit und viel Einsatz darauf bestanden hat, dass ich diesen Artikel schreibe: Danke. Ebenso schulde ich unermesslich großen Dank meinem Mentor Hans Joachim Schellnhuber, auf dessen wegweisenden Schultern ich stehe, wenn auch mit nur einem Bruchteil seines Intellekts und seiner Einsichten. Ein großer Dank gebührt Melina Radecke und Petra Franz für ihre hervorragende Begleitung dieses Beitrags. Und schließlich ist diese Arbeit Beate Bieniek gewidmet, die sich genau zur richtigen Zeit meine Erklärungen und Kämpfe anhörte, an der Küste der Ostsee.

Acknowledgements

This paper owes a huge debt to Christoph Schneider, who invited me to give an original version of this paper in the KOSMOS lecture series in 2019, the year of the 250th return of Humboldt's birth, and then insisted on my writing this paper with a patience, insistence and commitment beyond words: thank you. Equally, to my mentor Hans Joachim Schellnhuber, on whose pioneering shoulders I squarely stand, albeit clearly with only a fraction of the intellect and insight. A big thank you is due to Melina Radecke and Petra Franz for outstanding shepherding of this text. And finally, this paper is dedicated to Beate Bieniek, who listened to my explanations and struggles at just the right time, on the shores of the Baltic Sea.

Endnoten

- (1) Humboldt gab den Namen dieses Andenpasses als „Guangamarca“ wieder.
- (2) Die englische Version dieses Textes ist das Original des Autors; diese deutsche Version wurde unter Nutzung maschineller und menschlicher Fähigkeiten mit Sorgfalt erstellt, als Übersetzung fließt sie aber nicht überall ganz so natürlich. Einzelne kleinere Abweichungen im exakten Wortlaut wurden im Dienste von „Übertragung, nicht blinde Übersetzung“ in Kauf genommen.
- (3) Sämtliche Zitate von Humboldts folgen dem Original der dritten Ausgabe (Humboldt 1849).
- (4) Die hier verwendete deutsche Übersetzung weicht in mancherlei Hinsicht sprachlich etwas von der englischen Übersetzung des lateinischen Originals ab und ist leider nicht sehr elegant.
- (5) In der Nachhaltigkeitsstrategie der deutschen Bundesregierung heißt es zum Beispiel: „Basis der Nachhaltigkeitsstrategie ist ein ganzheitlicher, integrativer Ansatz: [...] Die Strategie zielt auf eine wirtschaftlich leistungsfähige, sozial ausgewogene und ökologisch verträgliche Entwicklung, wobei die planetaren Grenzen unserer Erde zusammen mit der Orientierung an einem Leben in Würde für alle die absoluten Leitplanken für politische Entscheidungen bilden“ (Deutsche Bundesregierung 2016).
- (6) Übersetzung des Verfassers, nicht der angeführten deutschsprachigen Quelle; eine von vielen möglichen Versionen einer Übersetzung aus dem Griechischen.

Literaturverzeichnis

- Aalto, A. (1935). Rationalism and Man. In: G. Schildt (Hrsg.), Alvar Aalto in his own Words. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1940). The Humanizing of Architecture. In: G. Schildt (Hrsg.), Alvar Aalto in his own Words. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1941). The Reconstruction of Europe is the Key Problem for Architecture of our Time, 1941. In: G. Schildt (Hrsg.), Alvar Aalto in his own Words. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1947). The Dichotomy of Culture and Technology. In: G. Schildt (Hrsg.), Alvar Aalto in his own Words. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1948). The Trout and the Stream, 1948. In: G. Schildt (Hrsg.), Alvar Aalto in his own Words. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1950). Eulogy for Eliel Saarinen. In: G. Schildt (Hrsg.), Alvar Aalto in his own Words. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1955). Art and Technology. In: G. Schildt (Hrsg.), Alvar Aalto in his own Words. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1956). Form as a Symbol of Artistic Creativity, 1956. In: G. Schildt (Hrsg.), Alvar Aalto in his own Words. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1957). The Enemies of Good Architecture. In: G. Schildt (Hrsg.), Alvar Aalto in his own Words. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Alvar Aalto Foundation (2019). Design & Peace. G. Kjellin (Hrsg.), Alvar Aalto Foundation, Jyväskylä.
- Ballesteros, F. J., V. J. Martinez, B. Luque, L. Lacasa, E. Valor and A. Moya (2018): On the thermodynamic origin of metabolic scaling. *Scientific Reports* 8 (1), 1448. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19853-6>.
- Beck, H. (1987). Zu dieser Ausgabe der ‚Ansichten der Natur‘ Alexander von Humboldts. In: Humboldt, A. v. (1987), *Ansichten der Natur*, H. Beck (Hrsg.), Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Deutsche Bundesregierung (2016). *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie*. Deutsche Bundesregierung, Berlin.

Endnotes

- (1) Note that Humboldt spelled the name of this Andean pass “Guangamarca”.
- (2) This English version of the text is the author’s original; the German version was carefully crafted using both machine and human abilities but, being a translation, does not quite flow as naturally.
- (3) All translations of Humboldt’s German original in this text are by the author, with guidance from the contemporary historical translations (Humboldt 1849, translator Sabine 1849 and Humboldt 1849, translators Otté and Bohn 1850).
- (4) The translation here follows the alternative translation found in (Pallasmaa 1998).
- (5) The German government’s German Sustainable Development Strategy declares, for example: “The Sustainable Development Strategy is based on a holistic, integrated approach: [...] the Strategy aims at economically efficient, socially balanced and environmentally sustainable development, whereby the planetary boundaries of our Earth together with the objective of a life in dignity for everyone form the ultimate constraints for political decisions” (Deutsche Bundesregierung 2016).
- (6) The author’s version, one of many possible translations from the Greek.

Bibliography

- Aalto, A. (1935). Rationalism and Man. In: G. Schildt (ed.), *Alvar Aalto in his own Words*. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1940). The Humanizing of Architecture. In: G. Schildt (ed.), *Alvar Aalto in his own Words*. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1941). The Reconstruction of Europe is the Key Problem for Architecture of our Time, 1941. In: G. Schildt (ed.), *Alvar Aalto in his own Words*. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1947). The Dichotomy of Culture and Technology. In: G. Schildt (ed.), *Alvar Aalto in his own Words*. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1948). The Trout and the Stream, 1948. In: G. Schildt (ed.), *Alvar Aalto in his own Words*. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1950). Eulogy for Eliel Saarinen. In: G. Schildt (ed.), *Alvar Aalto in his own Words*. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1955). Art and Technology. In: G. Schildt (ed.), *Alvar Aalto in his own Words*. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1956). Form as a Symbol of Artistic Creativity, 1956. In: G. Schildt (ed.), *Alvar Aalto in his own Words*. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Aalto, A. (1957). The Enemies of Good Architecture. In: G. Schildt (ed.), *Alvar Aalto in his own Words*. Rizzoli International Publications, New York, 1998.
- Alvar Aalto Foundation (2019). *Design & Peace*. G. Kjellin (ed.), Alvar Aalto Foundation, Jyväskylä.
- Ballesteros, F. J., V. J. Martinez, B. Luque, L. Lacasa, E. Valor and A. Moya (2018): On the thermodynamic origin of metabolic scaling. *Scientific Reports* 8 (1), 1448. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19853-6>.
- Beck, H. (1987). Zu dieser Ausgabe der ‚Ansichten der Natur‘ Alexander von Humboldts. In: Humboldt, A. v. (1987), *Ansichten der Natur*, H. Beck (Ed.), Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Deutsche Bundesregierung (2016). *German Sustainable Development Strategy (Summary)*. The Federal Government of Germany, Berlin.

- Cook, J. (2013). *Ice Age art: Arrival of the modern mind*. British Museum Press, London.
- Cosgrove, D. (1984). *Social Formation and Symbolic Landscape*. University of Wisconsin Press, Madison.
- Einstein, A. (1931). Rede an Studenten des California Institute of Technology, zitiert in: *Applying Science*. Man Has „Not Yet Learned to Make Sensible Use of It,“ he asserts. *The New York Times*, 17. Februar 1931.
- Elhacham, E., L. Ben-Uri, J. Grozovski, Y. M. Bar-On und R. Milo (2020): Global human-made mass exceeds all living biomass. *Nature* 588 (7838), S. 442–444.
- Fischer-Kowalski, M. und H. Weisz (1999). Society as a Hybrid Between Material and Symbolic Realms, *Adv. Human Ecology* 8, 215-251.
- Folke, C. (2011). Reconnecting to the Biosphere, *Ambio* 40, 719–738. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0184-y>
- Fuller, R. B. (1962). *Education Automation*. Southern Illinois University Press, Carbondale.
- Graczyk, A. (2004). *Das literarische Tableau zwischen Kunst und Wissenschaft*. Wilhelm Fink Verlag, München.
- Haberl, H., K. Erb, F. Krausmann, V. Gaube, A. Bondeau, C. Plutzer, S. Gingrich, W. Lucht und M. Fischer-Kowalski (2007). Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in the Earth's terrestrial ecosystems, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 104, 12942-12947.
- Haus der Kulturen der Welt (1999). Alexander von Humboldt. Netzwerke des Wissens. Ausstellung im Haus der Kulturen der Welt. F. Holl (Hrsg.), Berlin.
- Heraklit (2011), in: B. Snell (Hrsg.), *Fragmente: Griechisch - Deutsch (Sammlung Tusculum)*. De Gruyter, Berlin.
- Hickel, J., C. Dorninger, H. Wieland und I. Suwandi (2022). Imperialist appropriation in the world economy: Drain from the global South through unequal exchange, 1990–2015, *Global Environmental Change* 73, 102467.
- Humboldt, A. von (1808). *Ansichten der Natur*. J. G. Cotta'sche Buchhandlung, Tübingen.
- Humboldt, A. von (1810). „Pittoreske Ansichten der Cordilleren und Monumente americanischer Völker“. J. G. Cotta'sche Buchhandlung, Tübingen.
- Humboldt, A. von (1987). *Ansichten der Natur*. H. Beck (Hrsg.), Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Jablonka E. und M. J. Lamb (2005). *Evolution in Four Dimensions*, Bradford Books, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Lenton, T. M., H. Held, E. Kriegler, J. W. Hall, W. Lucht, S. Rahmstorf und H.-J. Schellnhuber (2008). Tipping elements in the Earth's climate system, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 105 (6), 1786-1793, <https://doi.org/10.1073/pnas.0705414105>.
- Lovelock, J. E. (1965). A physical basis for life detection experiments, *Nature* 207, 568-570.
- Lovelock, J. E. und L. Margulis (1974). Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the gaia hypothesis, *Tellus* 26, 2-10.
- Lovelock, J. E. (1975). Thermodynamics and the recognition of alien biospheres. *Proc. Royal Soc. London B*, 189, 167-181.
- Margulis, L. (1976) Genetic and evolutionary consequences of symbiosis. A review. *Experimental Parasitology*, 39, 277-349.
- Petrarca, F. (1336, 1996). *Die Besteigung des Mont Ventoux*. Paul Stern und Hans Nachod (Übersetzer). Insel, Frankfurt.
- Pronk, J. (2002). The Amsterdam Declaration on Global Change. In: Steffen, W., J. Jäger, D. J. Carson und C. Bradshaw (Hrsg.) *Challenges of a Changing Earth*. Global Change — The IGBP Series. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19016-2_40.

- Cook, J. (2013). *Ice Age art: Arrival of the modern mind*. British Museum Press, London.
- Cosgrove, D. (1984). *Social Formation and Symbolic Landscape*. University of Wisconsin Press, Madison.
- Einstein, A. (1931). Speech to students at the California Institute of Technology, as quoted in: *Applying Science. Man Has „Not Yet Learned to Make Sensible Use of It,“ he Asserts*. The New York Times, 17 February 1931.
- Elhacham, E., L. Ben-Uri, J. Grozovski, Y. M. Bar-On and R. Milo (2020): Global human-made mass exceeds all living biomass. *Nature* 588 (7838), S. 442–444.
- Fischer-Kowalski, M. and H. Weisz (1999). Society as a Hybrid Between Material and Symbolic Realms, *Adv. Human Ecology* 8, 215-251.
- Folke, C. (2011). Reconnecting to the Biosphere, *Ambio* 40, 719–738. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0184-y>.
- Fuller, R. B. (1962). *Education Automation*. Southern Illinois University Press, Carbondale.
- German Advisory Council on the Environment (Sachverständigenrat für Umweltfragen, SRU) (2024). *Suffizienz als „Strategie des Genug“: Eine Einladung zur Diskussion*, self-published, Berlin.
- Graczyk, A. (2004). *Das literarische Tableau zwischen Kunst und Wissenschaft*. Wilhelm Fink Verlag, Munich.
- Haberl, H., K. Erb, F. Krausmann, V. Gaube, A. Bondeau, C. Plutzer, S. Gingrich, W. Lucht and M. Fischer-Kowalski (2007). Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in the Earth's terrestrial ecosystems, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 104, 12942-12947.
- Haus der Kulturen der Welt (1999). *Alexander von Humboldt. Netzwerke des Wissens*. Ausstellung im Haus der Kulturen der Welt. F. Holl (ed.), Berlin.
- Heraclitus, in: *The Art and Thought of Heraclitus: An Edition of the Fragments with Translation and Commentary*, C. H. Kahn (ed.), Cambridge University Press, Cambridge, 1981.
- Hickel, J., C. Dorninger, H. Wieland and I. Suwandi (2022). Imperialist appropriation in the world economy: Drain from the global South through unequal exchange, 1990–2015, *Global Environmental Change* 73, 102467.
- Humboldt, A. von (1808). *Ansichten der Natur*. J.G. Cotta'sche Buchhandlung, Tübingen.
- Humboldt, A. von (1810). „Pittoreske Ansichten der Cordilleren und Monumente americanischer Völker“. J.G. Cotta'sche Buchhandlung, Tübingen.
- Humboldt, A. von (1849). *Aspects on Nature in Different Lands and Different Climates; with Scientific Elucidations*. Mrs. Sabine (translator), Lea and Blanchard, Philadelphia.
- Humboldt, A. von (1850). *Views of Nature. Or Contemplations on the Sublime Phenomena of Creation*, E.C. Otté and H. G. Bohn (translators), Henry G. Bohn, London.
- Humboldt, A. von (1987). *Ansichten der Natur*. H. Beck (ed.) Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Humboldt, A. von (2014). *Views of Nature*. S. T. Jackson (ed.) Chicago: University of Chicago Press, Chicago.
- Jablonka E. and M. J. Lamb (2005). *Evolution in Four Dimensions*, Bradford Books, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Lenton, T.M., H. Held, E. Kriegler, J. W. Hall, W. Lucht, S. Rahmstorf and H.-J. Schellnhuber (2008). Tipping elements in the Earth's climate system, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 105 (6), 1786-1793, <https://doi.org/10.1073/pnas.0705414105>.
- Lovelock, J. (1965). A physical basis for life detection experiments, *Nature* 207, 568-570.
- Lovelock, J.E. and L. Margulis (1974). Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the gaia hypothesis, *Tellus* 26, 2-10.
- Lovelock, J. (1975). Thermodynamics and the recognition of alien biospheres. *Proc. Royal Soc. London B*, 189, 167-181.

- Richardson, K., W. Steffen, W. Lucht, J. Bendtsen, S.E. Cornell, J. F. Donges, M. Drüke, I. Fetzer, G. Bala, W. von Bloh, G. Feulner, S. Fiedler, D. Gerten, T. Gleeson, M. Hofmann, W. Huiskamp, M. Kummu, C. Mohan, D. Nogués-Bravo, S. Petri, M. Porkka, S. Rahmstorf, S. Schaphoff, K. Thonicke, A. Tobian, V. Virkki, L. Wang-Erlandsson, L. Weber und J. Rockström (2023). Earth beyond six of nine Planetary Boundaries, *Science Advances* 9, <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh24582023>.
- Rockström, J., L. J. Kotzé, S. Milutinović, F. Biermann, V. Brovkin, J. F. Donges, J. Ebbesson, D. French, J. Gupta, R. E. Kim, T. M. Lenton, D. Lenzi, N. Nakicenovic, B. Neumann, F. Schuppert, R. Winkelmann, K. Bosselmann, C. Folke, W. Lucht, D. Schlosberg, K. Richardson und W. Steffen (2024). The Planetary Commons: A New Paradigm for Safeguarding Earth Regulating Systems in the Anthropocene, *Proc. Nat. Acad. Sci. US*, 121, e2301531121, <https://doi.org/10.1073/pnas.2301531121>.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (2024). Suffizienz als „Strategie des Genug“: Eine Einladung zur Diskussion. Selbstverlag. Berlin.
- Schellnhuber, H.-J. (1998). Earth system analysis – The scope of the challenge. In: Schellnhuber, H.-J. und V. Wenzel, *Earth System Analysis. Integrating Science for Sustainability*. Springer, Berlin.
- Schellnhuber, H.-J. (1999). Earth system analysis and the second Copernican revolution. *Nature* 402: C19–C23.
- Smith, J. M., und E. Szathmáry (1998). *The Major Transitions in Evolution*, Oxford University Press, Oxford.
- Steffen, W., W. Broadgate, L. Deutsch, O. Gaffney und C. Ludwig (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2, 81-98. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>.
- Szerszynski, B. (2017). The Anthropocene monument: On relating geological and human time. *European Journal of Social Theory*, 20(1), 111-131. <https://doi.org/10.1177/1368431016666087>.
- Teilhard de Chardin, P. (1955). *Le phénomène humain*. Éditions du Seuil, Paris. Eine deutsche Übersetzung ist: Teilhard de Chardin, P. (2018) *Der Mensch im Kosmos*. O. Marbach (Übersetzer). Beck, München. Hier übersetzt nach der englischen Ausgabe Teilhard de Chardin, P. (1959): *The Phenomenon of Man*. B. Wall (translator), Harper Perennial, New York.
- Vernadskij, V. I. (1926). *Biosfera*. Leningrad: Nauchoe Khimikotekhnicheskoe Izdatelstvo. English translation: *The Biosphere*. D. B. Langmuir (Übersetzer), Springer Copernicus, New York, 1997.
- Waters, C. et al. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* 351, aad2622, <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>.
- White, F. (1987). *The Overview Effect: Space Exploration and Human Evolution*, Houghton Mifflin, Boston.

- Margulis, L. (1976) Genetic and evolutionary consequences of symbiosis. A review. *Experimental Parasitology*, 39, 277-349.
- Pallasmaa, J. (1998). Alvar Aalto: Towards a Synthetic Formalism. In: P. Reed (ed.). *Alvar Aalto. Between Humanism and Materialism*. The Museum of Modern Art, New York.
- Petrarch, F. (1336). *The Ascent of Mount Ventoux*. In: J. H. Robinson (translator), *Petrarch, the First Modern Scholar and Man of Letters*. G.P. Putnam, New York, 1898.
- Pronk, J. (2002). The Amsterdam Declaration on Global Change. In: Steffen, W., J. Jäger, D. J. Carson and C. Bradshaw (eds.) *Challenges of a Changing Earth. Global Change — The IGBP Series*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19016-2_40.
- Richardson, K., W. Steffen, W. Lucht, J. Bendtsen, S. E. Cornell, J. F. Donges, M. Drüke, I. Fetzer, G. Bala, W. von Bloh, G. Feulner, S. Fiedler, D. Gerten, T. Gleeson, M. Hofmann, W. Huiskamp, M. Kumm, C. Mohan, D. Nogués-Bravo, S. Petri, M. Porkka, S. Rahmstorf, S. Schaphoff, K. Thonicke, A. Tobian, V. Virkki, L. Wang-Erlandsson, L. Weber and J. Rockström (2023). Earth beyond six of nine Planetary Boundaries, *Science Advances* 9, <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh24582023>.
- Rockström, J., L. J. Kotzé, S. Milutinović, F. Biermann, V. Brovkin, J. F. Donges, J. Ebbesson, D. French, J. Gupta, R. E. Kim, T. M. Lenton, D. Lenzi, N. Nakicenovic, B. Neumann, F. Schuppert, R. Winkelmann, K. Bosselmann, C. Folke, W. Lucht, D. Schlosberg, K. Richardson and W. Steffen, (2024). The Planetary Commons: A New Paradigm for Safeguarding Earth Regulating Systems in the Anthropocene, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 121, e2301531121, <https://doi.org/10.1073/pnas.2301531121>.
- Schellnhuber, H.-J. (1998). Earth system analysis – The scope of the challenge. In: Schellnhuber, H.-J. and V. Wenzel, *Earth System Analysis. Integrating Science for Sustainability*. Springer, Berlin.
- Schellnhuber, H.-J. (1999). Earth system analysis and the second Copernican revolution. *Nature* 402: C19–C23.
- Smith, J. M. and E. Szathmáry (1998). *The Major Transitions in Evolution*, Oxford University Press, Oxford.
- Steffen, W., W. Broadgate, L. Deutsch, O. Gaffney and C. Ludwig (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2, 81-98. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>.
- Szszynski, B. (2017). The Anthropocene monument: On relating geological and human time. *European Journal of Social Theory*, 20(1), 111-131, <https://doi.org/10.1177/13684310166666087>.
- Teilhard de Chardin, P. (1955). *Le phénomène humain*. Éditions du Seuil, Paris. English translation (1959): *The Phenomenon of Man*. B. Wall (translator), Harper Perennial, New York.
- Vernadsky, V. I. (1926). *Biosfera*. Leningrad: Nauchoe Khimikotekhnicheskoe Izdatelstvo. English translation: *The Biosphere*. D. B. Langmuir (translator), Springer Copernicus, New York, 1997.
- Waters, C. et al. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* 351, aad2622, <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>.
- White, F. (1987). *The Overview Effect: Space Exploration and Human Evolution*, Houghton Mifflin, Boston.