

Buhr | Die Tiefe des Eingriffs

[Was bedeutet das alles?]

Lorina Buhr

## **Die Tiefe des Eingriffs**

Wie wir Menschen unsere Umwelt  
unumkehrbar verändern

Reclam

Der Verlag behält sich die Verwertung der urheberrechtlich geschützten Inhalte dieses Werkes für Zwecke des Text- und Data-Minings nach § 44b UrhG ausdrücklich vor. Jegliche unbefugte Nutzung ist ausgeschlossen.

RECLAMS UNIVERSAL-BIBLIOTHEK Nr. 14498

2026 Philipp Reclam jun. Verlag GmbH,

Siemensstraße 32, 71254 Ditzingen

info@reclam.de

Gestaltung: Cornelia Feyll, Friedrich Forssman

Druck und Bindung: Elanders Waiblingen GmbH,

Anton-Schmidt-Straße 15, 71332 Waiblingen

Printed in Germany 2026

RECLAM, UNIVERSAL-BIBLIOTHEK und

RECLAMS UNIVERSAL-BIBLIOTHEK sind eingetragene Marken

der Philipp Reclam jun. GmbH & Co. KG, Stuttgart

ISBN 978-3-15-014498-5

reclam.de

# Inhalt

Einleitung	7
I. Irreversibilität/Reversibilität in der Natur	13
1. Klassische Mechanik und Thermodynamik	14
2. Ökologie	32
3. Erdsystemwissenschaften	49
II. Reversibilitätstechniken	69
4. Den Klimawandel aufhalten und umkehren: Climate Engineering	70
5. Natur schützen und wiederherstellen: Ökosystemmanagement	90
6. Antizipieren, restaurieren, reparieren	123
Ausblick: Leben und Entscheiden mit menschengemachter Irreversibilität	136
Anmerkungen	143
Abkürzungen	154
Literaturhinweise	155
Glossar	156
Danksagung	157
Zur Autorin	158



## Einleitung

Als Sudan, das letzte männliche Nördliche Breitmaulnashorn, 2018 im Wildtierreservat Ol Pejeta im Alter von 45 Jahren starb, und im Sommer 2023 der Südliche Schneeferner, einer der letzten verbleibenden Gletscher in den Bayerischen Alpen, wegschmolz und nur noch ein Rest aus ›Toteis‹ übrig blieb, war klar, dass etwas Bedeutendes in der Natur *unwiederbringlich* zu existieren aufhörte.

Diese beiden Ereignisse verweisen auf Formen der Endlichkeit, die Unbehagen und Beklemmen auslösen. Sie stehen aber auch exemplarisch für allgegenwärtige Phänomene der Gegenwart.

So ist seit einiger Zeit vermehrt von ›irreversiblen Schäden‹, ›irreversiblen Veränderungen‹ und ›irreversiblen Verlusten‹ in der Natur und Umwelt die Rede – häufig in Zusammenhang mit *Tipping Points* (Kippunkten) im Erdklima, mit der Veränderung von Ökosystemen und dem Verschwinden von Tier- und Pflanzenarten. Entsprechend warnte der letzte Sachstandsbericht des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) vor »irreversiblen Veränderungen und Verlusten«, wenn der menschengemachte Klimawandel ungebremst voranschreite.<sup>1</sup> Und jüngst vermeldete eine Forschungsinitiative, dass Warmwasser-Korallenriffe

bereits andauernd so hohen Wassertemperaturen ausgesetzt sind, dass ihr Ökosystem einen Temperatur-Kipppunkt überschritten habe. Mit mehr als 99-prozentiger Wahrscheinlichkeit befinden sie sich demnach auf einem unumkehrbaren Pfad zum Absterben.<sup>2</sup>

Zugleich nimmt sich die aktuelle, von den Vereinten Nationen ausgerufene ›Dekade zur Wiederherstellung von Ökosystemen‹ zum Ziel, jene drohenden und bereits vorliegenden »Verluste der Natur aufzuhalten und umzukehren«.<sup>3</sup>

›Die Natur‹ zu ›reparieren‹ oder ›wiederherzustellen‹ scheint zu einer breiteren Mission geworden zu sein. Ja, selbst das Aussterben von Tier- und Pflanzenarten wie dem Nördlichen Breitmaulnashorn, von denen zwei weibliche Tiere, Najin und Fatu, ihren Vater bzw. Großvater Sudan überlebt haben, soll umgekehrt werden und lange ausgestorbene Arten wie das Wollhaarmammut und der Dodo ›wiederauferstehen‹. Damit geht die Annahme einher, dass, zumindest zu einem bestimmten Maße, eine Reversion, eine Umkehr oder eine ›Reparatur‹ des Schadens und der Verluste in der Natur möglich ist.

Das klingt sehr abstrakt. Doch die Frage, was irreversible Veränderungen und Eingriffe in der Umwelt sind, wer davon Schaden nimmt und ob und wie sich der Schaden wieder umkehren oder zumindest ausgleichen

ließe, stellt sich nicht nur im eher abstrakten Kontext des globalen Klimas oder beim Aussterben von Tierarten auf anderen Kontinenten. Sie zeigt sich auch im Kleinen, konkret mit jeder Entscheidung und Umweltsprüfung vor Ort zu Bodenversiegelungen, Infrastrukturprojekten und Rohstoffabbau. Wenn eine Kommune etwa über die massive Erweiterung eines Kiesabbaugebiets und den damit verbundenen Verlust von Wäldern und das Versiegen von Bächen entscheidet und über Auflagen und Maßnahmen zur Renaturierung der Fläche diskutiert, dann geht es genau darum: Was droht der Gemeinde vor Ort *unwiederbringlich* verloren zu gehen? Was wird sich in den lokalen Ökosystemen in nächster Zukunft und auf längere Sicht *unumkehrbar* verändern?

Das vorliegende Buch widmet sich dieser doppelten Frage: Was hat es mit dieser ›Irreversibilität‹ und den Zielen, menschengemachten Schaden in der Umwelt ›umzukehren‹ und Natur ›wiederherzustellen‹, auf sich? Zwei Thesen drängen sich auf:

1. Fragen zur Unumkehrbarkeit (Irreversibilität) und Umkehrbarkeit (Reversibilität) im Zusammenhang mit Umweltzerstörung und Klimawandel sind im ausgehenden 20. Jahrhundert und verstärkt ab Mitte der 2000er Jahre in den wissenschaftlichen Diskur-

sen und in der Wissenschaftskommunikation zu diesen Themen aufgetaucht. Die Begriffe ›irreversibel‹ und ›reversibel‹ werden verwendet, um die Qualität der Veränderungen in der Umwelt und die menschlichen Eingriffe in die Natur genauer zu klassifizieren und zu bewerten. Die Klassifizierung und Bewertung von Veränderungen in der Umwelt als ›irreversibel‹ oder ›reversibel‹ scheint angesichts der Vielzahl von nunmehr sichtbaren Phänomenen der drastischen Veränderung in der Umwelt dringlicher denn je geworden zu sein. Was sich seit der Wende zum neuen Jahrtausend beobachten lässt, ist ein ›Irreversibilitäts-/Reversibilitätsdiskurs‹ (fortan kurz: Ir/Reversibilitätsdiskurs) in den Bio-, Umwelt-, Geo- und Klimawissenschaften, der sich teilweise offensiv an die Politik richtet. Erschwert wird die Diskussion dadurch, dass die wissenschaftliche Idee von Reversibilität einem – bis heute wirksamen – mechanistischen Paradigma der Natur und Wissenschaft entstammt, während Irreversibilität als wissenschaftlicher Begriff zunächst mit der Thermodynamik im 19. Jahrhundert eingeführt wurde. Mit diesen Paradigmen sind unterschiedliche Vorstellungen von und Zugänge zur Natur verbunden. Eine Aufarbeitung der Begriffe aus wissenschaftsgeschichtlicher Perspektive lohnt sich daher.

2. Quasi im Gepäck mit dem wissenschaftlichen ›Ir/

Reversibilitätsdiskurs konzentriert man sich besonders auf Umkehrung von Schäden durch Gegen-Intervention in die Natur. In den letzten drei Jahrzehnten wurde von verschiedenen wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Akteuren ein breites Spektrum an Interventionsmaßnahmen und Techniken entwickelt, die jeweils darauf angelegt sind, den bereits verursachten oder den drohenden irreversiblen Veränderungen und Verlusten in der Umwelt zumindest teilweise eine Umkehrung abzurufen. Sie reichen vom klassischen Naturschutz über aufwendige Restaurierungen von geschädigten Ökosystemen, über Techniken des ›Climate Engineering‹, wie etwa chemische Wolkenmanipulationen, über Maßnahmen zum Gletscherschutz bis hin zu Technologien zur ›Wiederbelebung‹ von ausgestorbenen Arten, die sogenannte ›De-Extinktion‹. Diese Techniken sind als Reversibilitätstechniken zu verstehen, da sie mit der Idee der Umkehrung spielen. Die Gesamtheit aus aufgetauchten Ideen, Konzepten und Techniken zur Umkehrung und Reparatur von Schäden in der Umwelt und zur ›Wiederherstellung‹ von Natur wird hier als ›Reversionsdispositiv‹ identifiziert. Dieses Dispositiv, also die bestimmte, favorisierte Umgangsweise mit einem Problem, muss kritisch analysiert werden.

Entsprechend besteht das Buch aus zwei Teilen:

Im ersten Teil werden die verschiedenen wissenschaftlichen und diskursiven Kontexte rund um die Begriffe Reversibilität und Irreversibilität beleuchtet. Dieser wissenschafts- und ideengeschichtliche Streifzug beginnt mit Überlegungen zum mechanistischen Weltbild und der klassischen Mechanik der Frühen Neuzeit (Kap. 1), führt über die im 20. Jahrhundert auftauchenden Biowissenschaften mit einem besonderen Fokus auf den Diskurs der Ökologie (Kap. 2) und mündet in die gegenwärtig prominent gewordenen Erdsystemwissenschaften (Kap. 3).

Der zweite Teil stellt das breite Spektrum an Reversibilitätstechniken vor (Kap. 4 und 5) und legt die ideellen Grundlagen und den bisweilen ideologischen Charakter dieser Techniken frei: So ist die Absicht, Schäden in der Umwelt umkehren oder reparieren zu wollen, von der fixen Idee getragen, dass sich tiefgreifende Veränderungen im Klimasystem und Zerstörungen in Ökosystemen durch Menschen auch wieder durch entsprechende Maßnahmen korrigieren lassen. Die gute Absicht wird allerdings zur Illusion und zur Ideologie, wenn die Reparatur empirisch gar nicht oder nur sehr begrenzt möglich ist (Kap. 6).

# 1. Irreversibilität/Reversibilität in der Natur

In welchen Kontexten werden Reversibilität und Irreversibilität als wissenschaftliche, das heißt in einem Theorie- und Forschungszusammenhang systematisierte Annahmen bedeutsam?

Welche Veränderungen in der Verwendung und Bedeutung der Begriffe lassen sich je nach wissenschaftlichem und praktischem Kontext im Laufe der Geschichte des Wissens feststellen?

Und welche Verständnisse von Natur und welche normativen Zugänge zur Natur werden mit den Begriffen von Irreversibilität und Reversibilität jeweils verbunden?

Ein Blick zurück in die europäische Wissenschaftsgeschichte kann hier weiterhelfen. Knapp zusammengefasst, gewinnt Reversibilität in der Neuzeit im 17. und 18. Jahrhundert im Kontext der klassischen oder Newton'schen Mechanik an Bedeutung, während Irreversibilität erst im 19. Jahrhundert als wissenschaftliches Problem auftaucht.