

Inhalt

Einleitung	11
------------------	----

Teil 1: Nährstoff

Rohe Kräfte	23
Dung und Dünger	29
Das Gesetz des Minimums	35

Teil 2: Rohstoff

Nährstoffe aus Übersee	43
Brot aus Luft	54
Monte Kali	67
Wo liegt Banaba?	87
Der Schatz am Storeknuten	119

Teil 3: Schadstoff

Japsende Dorsche	137
Das Große Sterben	155
Ozeanische Ströme	164
Die atmende Murre	176
Die große Mobilisierung	194

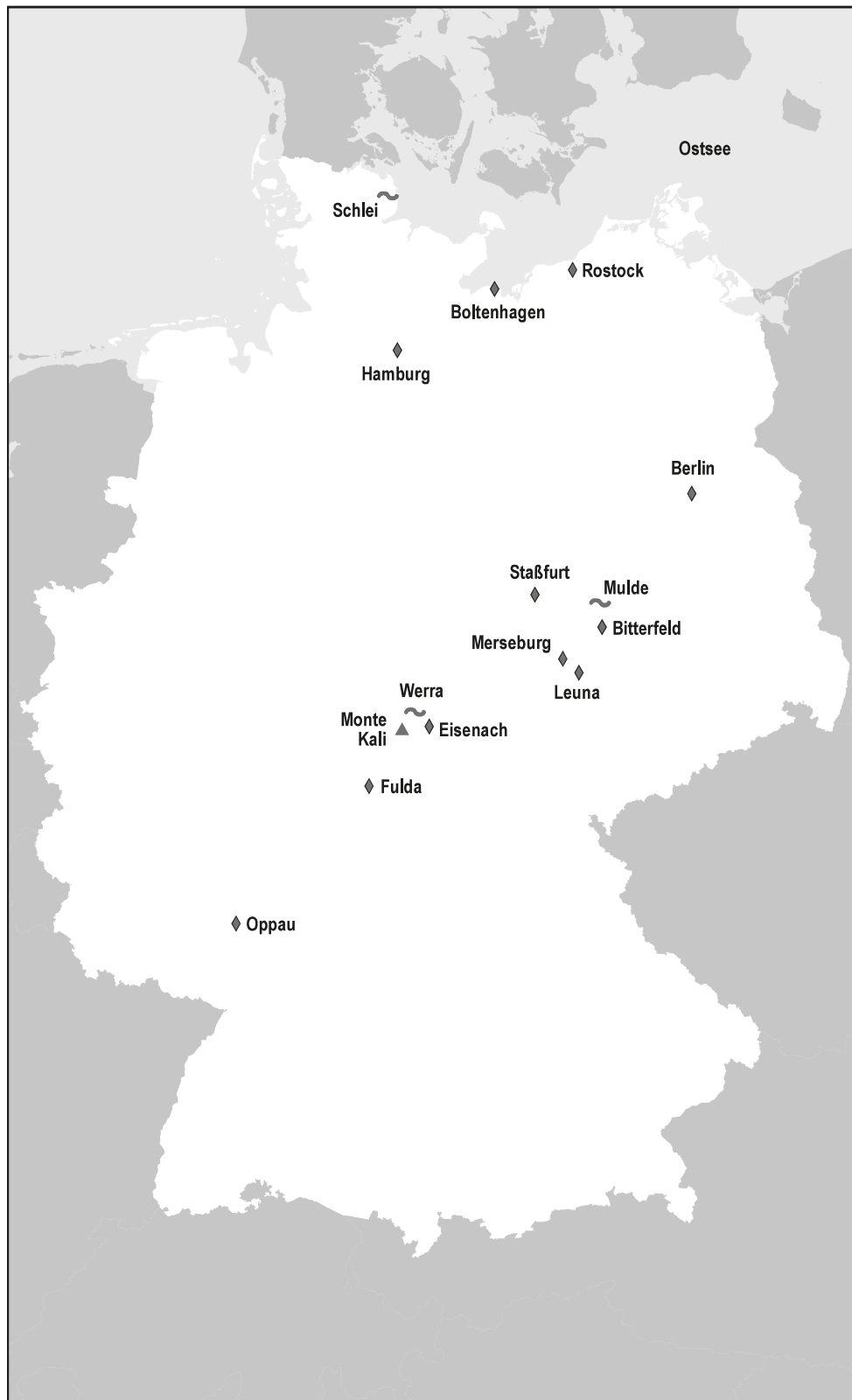
Teil 4: Wertstoff

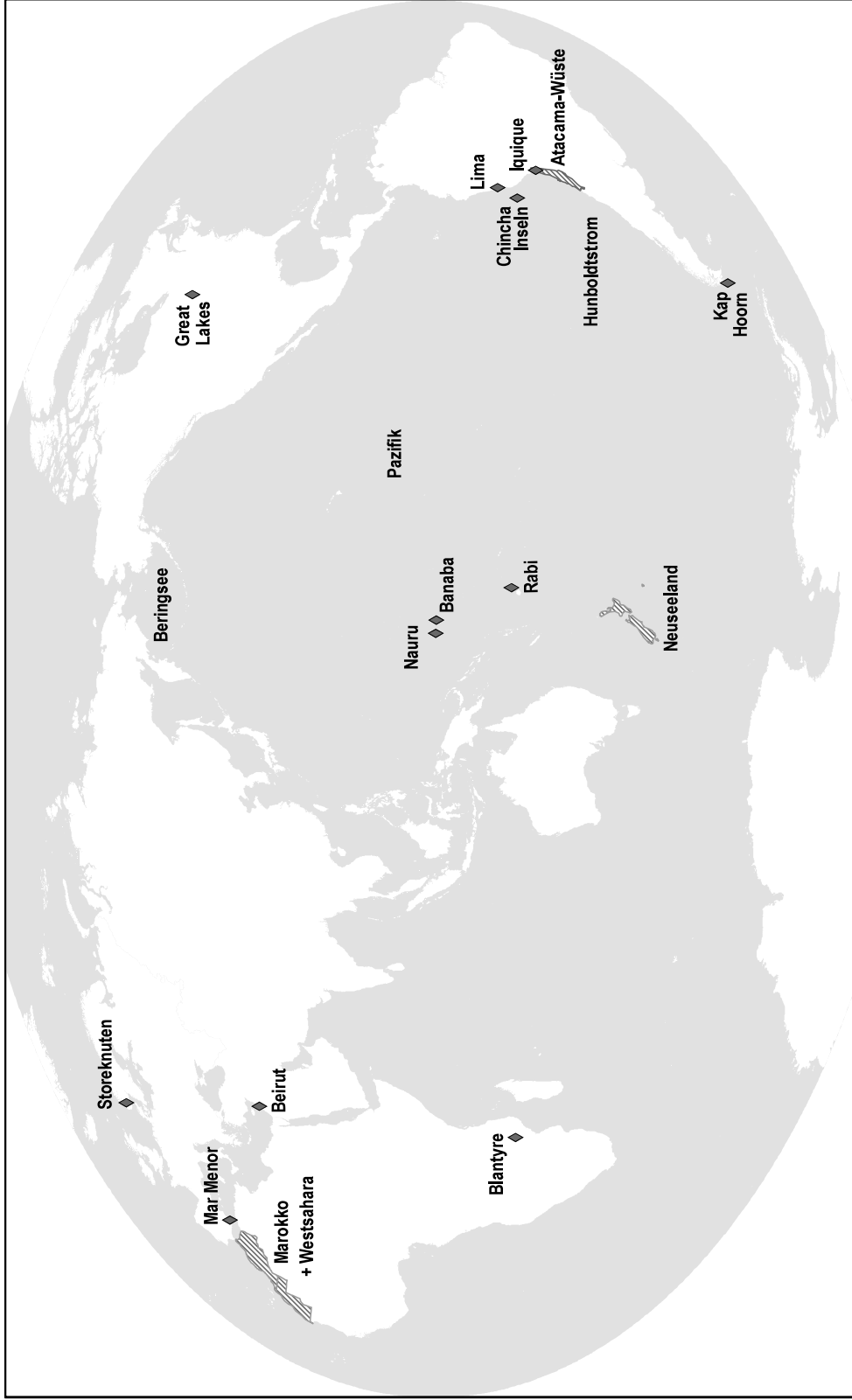
Bodenbildung in Malawi	215
Weniger fürs Meer	235
Eine Frage der Governance	249
Neue Verhältnisse	263

Epilog	278
Dank	280
Glossar	282
Anmerkungen	289
Bibliografie	310
Textnachweise für Mottos	327
Register	328

Zeittafel

ÄON	ÄRA	PERIODE	EPOCHE	ALTER
PHANEROZOIKUM	KANOZOIKUM	Quartär	Pleistozän	2,58 Mio. J. – 12.000 J.
		Neogen	Pliozän	5,333 – 2,58 Mio. J.
			Miozän	23,03 – 5,333 Mio. J.
		Paläogen	Oligozän	33,9 – 23,03 Mio. J.
			Eozän	56 – 33,9 Mio. J.
			Paleozän	66 – 56 Mio. J.
	MESOZOIKUM	Kreide		145 – 66 Mio. J.
		Jura		201,3 – 145 Mio. J.
		Trias		251,9 – 201,3 Mio. J.
		Perm		298,9 – 251,9 Mio. J.
		Karbon		358,9 – 298,9 Mio. J.
		Devon		419,2 – 358,9 Mio. J.
PROTEROZOIKUM	PALÄOZOIKUM	Silur		443,8 – 419,2 Mio. J.
		Ordovizium		485,4 – 443,8 Mio. J.
		Kambrium		541 – 485,4 Mio. J.
		Ediacarium		635 – 541 Mio. J.
		Cryogenium		720 – 635 Mio. J.
	NEOPROTEROZOIKUM	Tonium		1000 – 720 Mio. J.





Einleitung

Im Herzen

Wann haben Sie zum letzten Mal Ihren Puls gefühlt? Ist schon ein bisschen her? Dann legen Sie mal Zeige- und Mittelfinger an Hals oder Handgelenk und fühlen Sie. Nur zu, ganz in Ruhe. Ich warte hier.

Gefunden? Sehr gut. Sie sind also am Leben. Das war zu erwarten. Und doch sollte es Sie erstaunen. Denn Ihr Herzschlag und was Sie sonst am Leben hält, entsteht aus dem feinen Zusammenspiel von lebloser Materie. Oder anders gesagt: Wenn Sie Ihren Puls fühlen, sehen Sie den Elementen bei der Arbeit zu. Für jeden Pulsschlag strömen zum Beispiel Kalium und andere Mineralien durch winzige Kanäle in der Hülle Ihrer Herzmuskelzellen. Nicht viel, nur gerade genug, um zu helfen, das System über die Schwelle zu heben und den nächsten Herzschlag auszulösen. Ganz ohne Ihr Zutun, autonom und verlässlich. Die Kalium-Kanälchen bestehen aus Proteinen, Eiweißen also, und die enthalten Stickstoff. Ohne diesen Stickstoff gäbe es keine Kanälchen, ohne Kanälchen keinen Kaliumstrom. Ohne Kalium keinen Puls. Und im Innern der Herzzellen geben bestimmte Moleküle Phosphor ab und damit Energie frei oder lagern Phosphor an, um Energie zu speichern. Auch ohne diese winzigen chemischen Batterien bliebe Ihnen das Herz stehen. Und das sind nur ein paar wenige Takte aus dem Tanz der Elemente, von dem Ihr Leben abhängt.

Die Anzahl der Tänzer ist überschaubar. Von den knapp

hundert natürlich auf der Erde vorkommenden chemischen Elementen bilden nur elf die wesentlichen Grundbausteine für alles Leben auf der Erde. Stickstoff, Phosphor und Kalium sind drei der wichtigsten, neben Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und einigen anderen. Dazu ein gutes Dutzend Spurenelemente wie Eisen, Jod oder Mangan. Diese wenigen Grundstoffe ermöglichen alles, was wir tun. Atmen. Denken. Fortpflanzen.

Sie gelangen über die Nahrung oder im Fall von Sauerstoff auch direkt aus der Luft in unsere Körper und gehen dort ihren chemischen und physikalischen Geschäften nach. Genau genommen bilden sie überhaupt erst unsere Körper, denn ohne das Zusammenspiel der Elemente gäbe es uns gar nicht. Das heißt, wir sind zwar Menschen mit eigenen Gedanken und einem eigenen Sinn. Aber wir sind eben auch »wandelnde, sprechende Mineralien«, wie die Biologen Lynn Margulis und Dorion Sagan schreiben.¹

Und auch das nur auf Zeit. Denn für diese Elemente sind wir nichts weiter als ein Zwischenstopp auf ihrer Reise durch das Erdsystem. Wir nehmen sie auf, gliedern sie ein und scheiden sie wieder aus, mal schneller, mal langsamer, aber beständig. Stoffwechsel nennen wir das, sehr zu Recht. Fast alle menschlichen Gewebe werden so im Laufe unseres Lebens mehrmals komplett ausgewechselt. Und wenn wir schließlich sterben, löst sich das Gefüge, unsere Materie zieht weiter und bildet neue Allianzen. Wieder und wieder und wieder.

Wir haben uns daran gewöhnt, dies einen Kreislauf zu nennen. Doch ein Kreis ist ein mathematisches Konstrukt. Eine schöne und verführerisch einfache Form – die im richtigen Leben praktisch nicht vorkommt. Genau wie unser Blut nicht in Kreisen läuft und die Erde nicht um die Sonne kreist, reisen

auch die Elemente nicht in Kreisen um die Erde. Vielmehr um- und manchmal durchströmen sie den Planeten in einem unermesslich feinen und verschlungenen Netz. Sie folgen dabei eher den Gesetzen der Strömungsmechanik als strengen Bahnen, oft chaotisch, aber nicht regellos, voller Wirbel, Strudel, Turbulenzen, immer in Bewegung, immer im Wandel. Mal gelöst, mal gebunden, Berghänge, Flüsse, Ladungs- und Energiegradienten hinunter und manchmal hinauf, einzeln oder in Kaskaden, oft äonisch langsam und dann plötzlich rasend schnell. Lauter laufende Prozesse, ineinander vernebelt und verschlungen, ein scheinbar wirres Knäuel. Und doch seit Jahrmillionen in steter Wiederkehr. Der Pulsschlag der Erde.

Globale »biogeochemische« Zyklen sagen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu diesen Strömen der Elemente im Erdsystem. Auf den ersten Blick ein mächtig sperriges Wortungetüm, doch wenn man es genauer betrachtet, beschreibt es sehr gut, worum es hier geht: um »bio« und »geo«, verbunden mit »chemisch«. Also das Lebende und das Irdene, in ständiger Wandlung vom einen ins andere. Metamorphosen zwischen Leben und Tod. Stoffwechsel.

Dass dies überhaupt nicht selbstverständlich ist, zeigt ein kurzer Blick in unsere unmittelbare planetare Nachbarschaft. Dort sehen die Stoffströme ganz anders aus. Auf der Venus und auf dem Mars machen »geo« und »chemisch« die Dinge unter sich aus. Von »bio« keine Spur. Auf der Erde dagegen, wo Leben ist, kommt es, während der Planet mit seinem Kern aus brodelndem Eisen durchs All jagt, fortlaufend zu Übergängen zwischen »bio« und »geo«, zwischen lebend und nicht, die unter anderem dazu führen, dass Sie gerade diese Zeilen lesen. Denn die Elemente strömen nicht nur um Sie herum, sondern auch durch Sie hindurch.

Wenn wir Menschen sagen, wir sind ein Teil der Natur, dann meinen wir meist das Zusammenleben mit Blumen und Bienen oder Delfinen, als Teil eines Ökosystems. Aber tatsächlich ist unsere Verbindung mit der Erde sehr viel enger, inniger und wesentlicher, als wir uns das normalerweise bewusst machen. Deswegen tragen wir sie auch in unserem Namen: *Homo sapiens*. *Homo*, das lateinische Wort für Mensch und Mann, ist verwandt mit *humus*, lateinisch für Erde und Erdboden. *Humus*, die Erde, steckt auch in *human* und im englischen *humble* für demütig und bescheiden. Eine ähnliche Verwandtschaft gibt es auch im Hebräischen: *ādām* ist der Mensch, *adāmā* die Ackererde.² Alles, was wir essen, trinken, atmen, ist von dieser Erde. Wir sind von dieser Erde. Und diese Erde steht niemals still.

Im Schlamm

Meine erste bewusste Begegnung mit dieser niemals stillen Erde war in der Mulde bei Dessau, wo ich Jahre meiner Ausbildung als Biologin verbracht habe. Dort, im heutigen Biosphärenreservat Flusslandschaft Elbe, gibt es einen der wenigen noch nahezu intakten Auwälder in Deutschland.

Das an sich ist schon etwas Besonderes, denn die Mulde war in ihrem Unterlauf jahrzehntelang biologisch praktisch tot, schwer belastet unter anderem durch die Abwässer aus dem Chemiekombinat Bitterfeld und das Sumpfungswasser, das aus den nahen Tagebauen des Mitteldeutschen Braunkohlereviere abgepumpt wurde. Die Aue dagegen, das Überflutungsgebiet rund um den Fluss, hat diese Zeit strukturell erstaunlich intakt überstanden, paradoxerweise gerade wegen der Schadstoffe im Wasser und in den Sedimenten, denn durch sie war eine Bewirt-

schaftung der Auenböden kaum möglich, und die Aue konnte sich beinahe naturbelassen entwickeln. Ein kostbares Habitat für alle, die nicht auf Böden oder Sedimente angewiesen sind. Und so stand ich zwei Sommer lang in Watstiefeln im Schlamm.

Die Arbeit war weder die schlickigste noch die mückigste noch die stinkigste, die ich je verrichtet habe. Sie sticht jedoch hervor durch die glorreiche Kombination aller drei Merkmale, nicht zuletzt, weil sich für einige meiner Insektenfallen mehrere Tage alte Schweineleber als der beste Köder erwies.

Mein Ziel war es, zu verstehen, wie die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften von Wasserkäfern in einer Flussaue zustande kommt. Doch gelernt habe ich etwas ganz anderes. Zwei Jahre lang habe ich ein komplexes und dynamisches System intensiv und aus nächster Nähe begleitet, über verschiedene Jahreszeiten, Witterungen, Wasserpegel hinweg. Ich stand in halb verlandeten Altarmen, offenen Wiesenteichen und waldigen Tümpeln. Ich fing Wassertreter und Taumelkäfer, zangenbewehrte Gelbrandkäferlarven und fingerlange, schwarze Kolbenwasserkäfer. Ich sah, wie anpassungsfähig diese Arten waren, und auch, warum sie das sein mussten. Denn die verdamnte Aue war niemals gleich.

Wo in einer Woche ein Tümpel fast trockenlag, stand in der nächsten Woche das Wasser knietief. Wo im einen Jahr das Ufer dicht bewachsen war und fest, war es im Jahr darauf weggespült und kahl. Die ganze Aue, scheinbar friedlich und still, war in ständiger Bewegung, eine mäandernde Welt aus unaufhörlich strömenden Elementen. Es ist eine Sache, von den Weisen zu hören, man steige niemals in denselben Fluss. Es ist eine ganz andere Sache, in diesem Fluss zu stehen und zu erleben, dass nichts bleibt, wie es war. Die Zeit in der Muldeaue hat meinen Blick auf die Welt bis heute geprägt. Nichts auf der Erde bleibt