Cosmologica

Das offene Universum

Karlo Beyer

VERLAG VON BEDEUTUNG

Inhalt

Vorwort 6
Einführung 7

Teil I — Was das Universum transportiert 10

1 Licht: die älteste Nachricht 11
2 Materie: woher die Elemente kommen 19
3 Gravitationswellen 28
4 Neutrinos 33
5 Magnetfelder und Polarlichter 38
6 Information, Entropie und Shannon 43
7 Sterne: von der Geburt bis zur Supernova 49
8 Zeit und Zeitdilatation 55
9 Warum die Erde keine Ellipse beschreibt 61
10 COSMOS-Web — Das Netz bei z~7 64
11 DESI und das kosmologische Prinzip 66
12 Die grössten Strukturen im Universum 71

Teil II — Die Grossstruktur 75

1 Die sieben Skalen des Universums 76
2 Voids: die Leere im Universum 82
3 Filamente: das kosmische Netz 88
4 Galaxienhaufen 94
5 Dunkle Materie und Dunkle Energie 100
6 Das erste Bild eines kosmischen Filaments 106

7 Antimaterie 111
8 Fraktale im Universum 115
9 Drei Grenzen der Fraktalität 122
10 Warum das Universum fraktal ist 124
11 Vom Baum zum Galaxienhaufen 127
12 Murrays Gesetz: von Blutgefässen zu Galaxien 131
13 Die Sparsamkeit der Natur 135

Teil III — Warum Netzwerke entstehen 138

1 Was ist ein Netzwerk? 139
2 Der Weg des geringsten Widerstands 148
3 Das holographische Prinzip 153
4 Transport erzwingt Hierarchie 158
5 Biologische Netzwerke: Gefässe und Pilze 164
6 Das Internet 168
7 Schwärme, Robotik und kollektive Intelligenz 170

Teil IV — Invarianz und Universalität 175

1 Die Formen des Kosmos: Kugel, Spirale, Netz 176
2 Skalengesetze in Natur und Kosmos 181
3 Ist das Universum flach? 187
4 Bedeutung = Information + Komplexität 193
5 Wie Komplexität entsteht 196
6 Rosa Rauschen: das 1/f-Muster ist überall 199
7 Universalität 202
8 Die universellen Prinzipien der Natur 207
9 Das Spektrum des Lebens 213

Teil V — Entropie und Schwarze Löcher 218

1 Was ist Entropie? 219
2 Was ist ein Schwarzes Loch? 220
3 Hawking-Strahlung 223
4 Die Entropie Schwarzer Löcher 225
5 Leben gegen die Entropie 228

Teil VI — Das primordiale Spektrum 232

1 Der kosmische Mikrowellenhintergrund 233
2 Inflation und der Planck-Satellit 238
3 Bewusstsein und das Spektrum 243
4 Euclid und die Weltraumteleskope 247
5 Erste Bilder von Euclid und James Webb 252

Teil VII — Das offene Universum 256

1 Drei Bedeutungen von offen 257
2 Das Universum als Teenager 259
3 Was als Nächstes gemessen wird 265
4 Das Spektrum: 1/f im Kosmos 270

Teil VIII — Hinter dem Urknall 274

1 Was war vor dem Urknall? 275
2 Zwei Horizonte 279
3 Das offene Fenster 284

Anhang — Quellen 292

VORWORT

Worin wir leben

Wir wissen nicht, worin wir leben.

Das klingt nach einer Provokation. Es ist keine. Es ist der nüchterne Stand der Dinge — und er sollte uns in Staunen versetzen. Die Menschheit hat in ihrer Geschichte Kontinente vermessen, Atome gespalten, das Erbgut des Lebens entschlüsselt. Und doch wissen wir, wenn wir ehrlich sind, noch erstaunlich wenig darüber, wie der Kosmos wirklich aufgebaut ist, in dem wir uns befinden.

Seit knapp fünfzig Jahren erst — einem Wimpernschlag der Geschichte — haben wir Instrumente, die tief genug ins Universum blicken können, um seine Grossstruktur zu erahnen. Seit knapp fünfzig Jahren erst hat die theoretische Physik ernsthaft begonnen zu fragen: Warum sieht das Universum so aus, wie es aussieht?

Es war immer so: die Theorie reiste der Messung voraus. Maxwell beschrieb elektromagnetische Wellen, bevor jemand sie erzeugen konnte. Einstein sagte Gravitationswellen voraus — sie wurden erst hundert Jahre später nachgewiesen, mit Instrumenten, die er sich nicht hätte vorstellen können. Die grossen Ideen der Physik wurden nicht im Labor geboren. Sie wurden zuerst gedacht, auf Papier gebracht, für unmöglich gehalten — und dann, irgendwann, bestätigt.

Dieses Buch ist in dieser Tradition geschrieben. Es stellt Fragen, auf die es heute noch keine Messergebnisse gibt. Es folgt Spuren, tiefer als bisher gedacht. Und es gelangt, am Ende, an einen Ort, den kein Teleskop je erreichen wird — zumindest nicht in diesem Jahrhundert, vielleicht nicht in diesem Jahrtausend.

Karlo Beyer & Cosmo Claude, 2026

Das Universum als Teenager

Wir sind früh — das meiste liegt noch vor uns

I. 13,8 Milliarden Jahre — alt oder jung?

13,8 Milliarden Jahre. Das klingt alt. Unvorstellbar alt. Die Erde ist 4,6 Milliarden Jahre alt — das Universum ist dreimal so alt wie die Erde. Kein menschliches Gehirn kann diese Zeitspanne wirklich fassen.

Und trotzdem: das Universum ist jung. Nicht im Vergleich zu einem Menschenleben — im Vergleich zu seiner eigenen Zukunft.

Rote Zwerge — die häufigsten Sterne im Universum — brennen Billionen von Jahren. Der kühlste rote Zwerg den wir kennen hat noch etwa vier Billionen Jahre Brennstoff. Das ist fast dreihundertmal so lang wie das bisherige Alter des Universums. Kein einziger roter Zwerg hat bisher sein Leben beendet. Das Universum ist noch nicht alt genug dafür.

Die 13,8 Milliarden Jahre, die hinter uns liegen, sind ein Wimpernschlag verglichen mit dem, was noch kommt. Das Universum ist ein Teenager. Energiegeladen, noch nicht zur Ruhe gekommen, mit dem grössten Teil seines Lebens noch vor sich.

II. Sternfossilien — ein neues Alter

Woher wissen wir wie alt das Universum ist? Die klassische Antwort kommt vom kosmischen Mikrowellenhintergrund und der Expansion: Planck hat das Alter auf 13,80 Milliarden Jahre bestimmt, mit einer Unsicherheit von weniger als einem Prozent.

Im März 2026 kam eine neue, unabhängige Messung — aus einer völlig anderen Richtung. NASA-Forscher analysierten die ältesten Sterne der Milchstrasse, sogenannte Sternfossilien: uralte, metallarm zusammengesetzte Sterne, die noch aus der Frühzeit des Universums stammen, bevor die ersten Supernovae die Galaxien mit Schwermetallen anreicherten. Diese Sterne sind lebende Zeugen der Frühzeit — ihr Alter lässt sich aus ihrer Leuchtkraft, ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer Entwicklungsphase berechnen.



Das Zentrum der Milchstrasse im Infrarotlicht: Was hinter dichten Staubwolken verborgen liegt, wird erst in längeren Wellenlängen sichtbar. (NASA / JPL-Caltech / Spitzer)

Das Ergebnis: 13,6 Milliarden Jahre. Etwas jünger als der Planck-Wert — aber innerhalb der Fehlergrenzen beider Messungen konsistent. Zwei völlig verschiedene Methoden, zwei verschiedene Beobachtungsinstrumente, dasselbe Bild: das Universum ist etwa 13,6 bis 13,8 Milliarden Jahre alt. Die Konvergenz unabhängiger Methoden ist dabei genauso wichtig wie die Zahl selbst — sie zeigt, dass wir das Alter des Universums nicht nur schätzen, sondern wirklich messen.

Sternfossilien — lebende Zeugen der Frühzeit

Metallarm zusammengesetzte Sterne (Population-III-Nachfolger) entstanden in den ersten Milliarden Jahren des Universums, bevor Supernovae die interstellare Materie mit Kohlenstoff, Sauerstoff und Eisen anreicherten. Ihr Alter lässt sich aus der Hertzsprung-Russell-Entwicklung ableiten: wie weit ein Stern den Hauptreihenzweig

entlanggewandert ist, verrät sein Alter mit hoher Präzision. NASA Space News, März 2026: Messung ergibt 13,6 Milliarden Jahre.

III. Das Zivilisationsfenster

Nicht jeder Moment in der kosmischen Geschichte ist gleich günstig für Komplexität. Das frühe Universum — die ersten Hunderte von Millionen Jahren — war zu heiss, zu dicht, zu arm an Schwermetallen für Planeten und Leben. Das späte Universum — Billionen von Jahren in der Zukunft — wird zu kalt, zu leer, zu dunkel sein. Sterne erlöschen. Materie zerstreut sich.

Dazwischen liegt ein Fenster — ein Bereich kosmischer Zeit in dem die Bedingungen für Komplexität günstig sind. Sterne leuchten. Planeten existieren. Chemie ist möglich. Leben kann entstehen. Dieses Fenster beginnt etwa eine Milliarde Jahre nach dem Urknall und erstreckt sich — je nach Modell — bis zu einigen zehn Billionen Jahren in die Zukunft.

Wir leben bei etwa 13,8 Milliarden Jahren. Das ist rund 13 Prozent dieses Fensters — wenn man das Ende bei zehn Billionen Jahren ansetzt. Wir sind am Anfang des Fensters, nicht in der Mitte. Nicht am Ende.

Wir sitzen bei 13 Prozent
des Zivilisationsfensters.
87 Prozent liegen noch vor uns.

IV. Die meisten Sterne sind noch nicht geboren

Das klingt überraschend — aber es ist wahr. Die Sternentstehungsrate des Universums hat bereits ihren Höhepunkt überschritten. Vor etwa zehn Milliarden Jahren, bei Rotverschiebung $z \approx 2$ — dem sogenannten Cosmic Noon — entstanden pro Jahr zehnmal mehr Sterne als heute. Seitdem nimmt die Rate ab.

Aber rote Zwerge entstehen noch immer in grossen Zahlen. Und sie leben so lange, dass die meisten die je existieren werden noch gar nicht gezündet haben. Auf Zeitskalen von Billionen von Jahren werden noch Billionen von Sternen entstehen, brennen, erlöschen. Die Gesamtzahl der Sterne, die das

Universum je haben wird — über seine gesamte Lebenszeit — ist grösser als die heutige Anzahl. Das Universum hat noch nicht seinen maximalen Sternenreichtum erreicht.

Rote Zwerge — die Herrscher der kosmischen Zukunft

Rote Zwerge machen heute etwa 75 Prozent aller Sterne aus. Massen zwischen 8 und 60 Prozent der Sonnenmasse. Brenndauer: Hunderte von Milliarden bis zu Billionen von Jahren. Kein einziger roter Zwerg ist bisher in seinem natürlichen Lebensende gestorben — das Universum ist noch nicht alt genug. In einer Billion Jahren werden rote Zwerge noch brennen, lang, nachdem die Sonne erloschen ist.

V. Das Fermi-Paradox — neu betrachtet

Enrico Fermi stellte 1950 bei einem Mittagessen eine täuschend einfache Frage: wenn es so viele Sterne gibt, so viele Planeten, so viele Milliarden Jahre — wo sind dann alle? Warum haben wir noch keine Zivilisation von ausserhalb gefunden?

Das Fermi-Paradox hat viele vorgeschlagene Lösungen. Vielleicht sind wir allein. Vielleicht verstecken sich andere. Vielleicht sind die Entfernungen einfach zu gross.

Aber es gibt eine Lösung, die selten diskutiert wird und die aus dem Teenager-Argument folgt: vielleicht sind die meisten noch nicht da. Das Universum ist bei 13 Prozent seines Zivilisationsfensters. Die meisten Sterne, die je brennen werden, sind noch nicht gezündet. Die meisten Planeten die je Leben beherbergen könnten, existieren noch nicht. Die meisten Zivilisationen, die je entstehen werden, sind noch nicht geboren.

Wir könnten zu den Frühen gehören. Das Schweigen des Universums wäre dann keine Aussage über die Seltenheit von Leben — sondern über seinen Zeitpunkt. Das Universum hat gerade erst begonnen seine Zivilisationen zu erzeugen.

VI. Cosmic Noon — der Höhepunkt liegt hinter uns

Das Universum ist heute ein Teenager. Aber es hatte bereits seinen Höhepunkt. Vor etwa zehn Milliarden Jahren war die Sternentstehungsrate zehnmal höher als heute. Das kosmische Netz war jung, dicht, aktiv. Filamente leuchteten in Sternentstehungsgebieten. Galaxien kollidierten und verschmolzen in einem Tempo, das heute nicht mehr vorkommt.

Das war Cosmic Noon. Das Universum war weder zu jung — zu wenige Schwermetalle, zu wenig Chemie — noch zu alt — zu viel Dunkle Energie, zu viel Expansion. Alles was wir heute sehen, Sterne, Galaxien, Elemente, Planeten, Leben, entstand in dieser Epoche oder aus dem was sie hinterliess.

Cosmic Noon ist vorbei. Wir leben in der Nachmittagsstille danach. Die Sternentstehungsrate sinkt seit Milliarden Jahren. Das Netz wird dünner. Aber die Strukturen, die Cosmic Noon hinterlassen hat — die Galaxien, die Haufen, die Filamente — die sind noch da. Wir leben in den Überresten des grössten Augenblicks, den das Universum bisher kannte.

VII. Das Ende des Netzes

Das kosmische Netz hat eine Zukunft — aber keine unbegrenzte. Die beschleunigte Expansion sorgt dafür, dass Galaxiengruppen jenseits unserer lokalen Gruppe in einigen Milliarden Jahren für immer hinter dem kosmologischen Horizont verschwinden. Das globale Filamentnetz — die Struktur, die dieses Buch beschrieben hat — fragmentiert. Jede Galaxiengruppe wird zur eigenen Insel.

Innerhalb dieser Inseln läuft die Geschichte weiter. Galaxien verschmelzen. Sterne verbrauchen ihr Gas. Rote Zwerge brennen noch Billionen von Jahren. Aber das grosse Netz — die Filamente, die Superhaufen, die Voids — das ist eine Erscheinung dieser Epoche.

Wir leben in dem Moment wo es maximal ausgebaut und noch vollständig sichtbar ist. Dass wir es jetzt kartieren können — mit Euclid, mit JWST, mit DESI — ist keine Selbstverständlichkeit. Es ist ein Zeitfenster. Eines das sich schliesst.

Diese Zukunft setzt voraus, dass die Dunkle Energie bleibt, was sie ist. Genau das wird gerade geprüft. Falls sie sich verändert, sieht das Ende anders aus — und wir wüssten wieder weniger als wir dachten.

Was war vor dem Urknall?

Die offene Frage — und vier Versuche einer Antwort

I. Die verbotene Frage

Was war vor dem Urknall? Das ist die verbotene Frage der Kosmologie. Lange galt sie als sinnlos — weil Zeit selbst beim Urknall begann, gibt es kein „davor". Ein „vor dem Anfang" ist ein Widerspruch in sich, wie nördlich vom Nordpol.

Aber diese Antwort hat einen Haken. Sie setzt voraus, dass der Urknall wirklich ein absoluter Anfang war — ein Moment der Schöpfung aus dem Nichts. Und das setzt die Singularität der allgemeinen Relativitätstheorie als physikalisch real voraus. Singularitäten sind aber keine physikalischen Objekte — sie sind mathematische Punkte wo eine Theorie aufhört zu gelten. Die allgemeine Relativitätstheorie bricht beim Urknall zusammen. Was jenseits liegt, kann sie nicht beschreiben.

Das bedeutet: wir wissen nicht, ob der Urknall ein absoluter Anfang war. Wir wissen nur, dass unsere beste Theorie dort versagt. Das ist nicht dasselbe. Und in dieser Lücke — in dem, was die Physik noch nicht vollständig beschreiben kann — liegt Raum für Fragen. Echte, wissenschaftliche Fragen.

Vier Modelle haben ernsthaft versucht, eine Antwort zu geben. Keines ist bewiesen. Keines ist widerlegt. Sie stehen gleichberechtigt nebeneinander — und das ist keine Schwäche der Wissenschaft, sondern ihre ehrlichste Aussage über die Grenzen des Wissens.

II. Loop-Quantenkosmologie — der Bounce

Stell dir vor, du drückst einen Ball zusammen. Immer kleiner, immer dichter. Irgendwann lässt er sich nicht weiter komprimieren — der Druck wächst, bis er zurückfedern muss. Die Loop-Quantenkosmologie beschreibt den Urknall ähnlich — nur auf der kleinsten denkbaren Skala.

In der Loop-Quantengravitation ist der Raum nicht unendlich teilbar. Er ist gequantelt — hat eine minimale Längeneinheit, die Planck-Länge.



Quantenschaum — künstlerische Darstellung der Raumzeit-Struktur unterhalb der Planck-Länge. Auf dieser Skala verliert die klassische Geometrie ihre Bedeutung. (Illustration: Karlo Beyer, DALLE 2026)

Das hat eine dramatische Konsequenz: die Singularität verschwindet. Statt unendlicher Dichte gibt es eine endliche maximale Dichte — den Bounce-Punkt. Das Universum kollabiert nicht bis zur Singularität, sondern prallt ab. Vor dem Bounce: ein schrumpfendes Vorgängeruniversum. Nach dem Bounce: unser expandierendes Universum.

Das Modell macht Vorhersagen — ein leicht modifiziertes primordiales Spektrum auf sehr grossen Skalen, möglicherweise messbar mit der nächsten Generation von CMB-Teleskopen. Es kann scheitern. Das ist sein grösster Vorzug.

III. Konforme Zyklische Kosmologie — Penroses Zyklen

Roger Penrose hatte eine kühne Idee. Am Ende eines Universums — nach dem Wärmetod, wenn alle Schwarzen Löcher durch Hawking-Strahlung verdampft sind — bleibt nur masselose Strahlung übrig. Photonen, Gravitonen. Masselose Teilchen erfahren keine Zeit. Sie kennen kein Längen- oder Zeitintervall. Das erschöpfte, unendlich ausgedehnte Universum ist — mathematisch gesprochen — konform äquivalent zu einem

neuen Urknall. Die Unendlichkeit des Endes wird zur Singularität des Anfangs. Ein neuer Äon beginnt.

Penrose sucht im kosmischen Mikrowellenhintergrund nach Spuren früherer Äonen: konzentrische Ringe, die auf Kollisionen massereicher Schwarzer Löcher aus dem Vorgänger-Äon hindeuten könnten. Die Evidenz ist schwach — aber nicht null. Und das Modell ist mathematisch sauber formuliert, in einem Buch, das Penrose selbst geschrieben hat.

IV. String-Gas-Kosmologie — Wärme ohne Singularität

Robert Brandenberger und Cumrun Vafa schlugen in den 1980ern einen ganz anderen Weg vor. In der Stringtheorie sind die fundamentalsten Objekte keine Punkte, sondern eindimensionale Fäden — Strings. Strings können sich um kompakte Raumdimensionen wickeln. Und gewundene Strings verhindern, dass das Universum beliebig klein werden kann — sie erzeugen einen Gegendruck.

In der String-Gas-Kosmologie beginnt das Universum in einem heissen, dichten Zustand der thermischen Gleichgewichtigkeit — einem „Hagedorn-Zustand“ — statt in einer Singularität. Die primordialen Fluktuationen entstehen nicht aus Quantenfluktuationen eines Inflaton-Feldes, sondern aus der Thermodynamik dieses heissen String-Gases. Das Ergebnis ist ebenfalls ein nahezu skaleninvariantes Spektrum — sehr ähnlich dem was Planck und ACT messen.

Das ist die Stärke und die Schwäche dieses Modells zugleich: es erzeugt dasselbe Spektrum wie die Inflation. Das macht es schwer zu unterscheiden — und macht deutlich warum das primordiale Spektrum allein nicht zwischen den Modellen entscheiden kann.

V. Das ekpyrotische Modell — der Aufprall

Paul Steinhardt und Neil Turok schlugen vor: unser Universum ist nicht allein. In der Stringtheorie existieren höherdimensionale Membranen — „Branes“. Unser Universum sitzt auf einer solchen Brane. Eine zweite Brane existiert in einer extra Dimension daneben — unsichtbar, aber gravitativ spürbar.

Wenn diese beiden Branes aufeinanderprallen, entsteht eine explosive Energiefreisetzung — der Urknall. Die primordialen Fluktuationen entstehen aus Quantenfluktuationen der Abstands- und Ausrichtungsvariation der Branes vor dem Aufprall. Auch hier: das Ergebnis ist ein nahezu skaleninvariantes Spektrum ohne Inflation.

Das ekpyrotische Modell macht eine klare Vorhersage, die es von der Inflation unterscheidet: keine primordiale Gravitationswellen-Signatur (B-Moden im CMB). Die Inflation sagt schwache aber vorhandene B-Moden voraus. Wenn CMB-S4 B-Moden findet: Ekpyrosis ist falsifiziert. Wenn nicht: die Inflation ist unter Druck.

Vier Modelle — ein gemeinsames Problem

Alle vier Modelle — LQC, CCC, String-Gas, Ekpyrosis — erzeugen nahezu skaleninvariante primordiale Spektren, ähnlich dem was Planck und ACT messen. Das bedeutet: das Spektrum allein kann nicht zwischen ihnen entscheiden. Was sie unterscheidet, sind sekundäre Signaturen: B-Moden (Gravitationswellen im CMB), nicht-gaussische Statistiken, Spuren früherer Äonen. Diese Signaturen werden CMB-S4, LiteBIRD und zukünftige Experimente suchen.

VI. Was wir wissen — und was nicht

Keines dieser vier Modelle ist bewiesen. Alle sind mathematisch konsistent. Alle machen Vorhersagen die scheitern können — das ist die entscheidende Gemeinsamkeit, die sie von reiner Spekulation unterscheidet.

Was alle vier gemeinsam haben: keines sagt absolutes Nichts. Keines sagt, vor dem Urknall war buchstäblich gar nichts — kein Quantenvakuum, keine Raumzeit, keine mathematische Struktur. Das ist keine zufällige Gemeinsamkeit. Ein absolutes Nichts bietet keinen Mechanismus, aus dem heraus etwas entstehen könnte. Die Physik kennt keinen solchen Mechanismus — und hat ihn nie gekannt.

Was vor dem Urknall war, wissen wir nicht. Dass es irgendetwas war — dass der Urknall kein absoluter Anfang aus dem buchstäblichen Nichts war — dafür spricht jedes der vier Modelle auf seine Art. Das ist nicht wenig.

Das ist die ehrlichste Aussage, die die Kosmologie über den Ursprung des Universums machen kann.

Vier Modelle. Vier Antworten.
Alle mathematisch möglich.
Keine bewiesen. Keine widerlegt.

Zwei Horizonte

Die Grenzen des Beschreibbaren — und was dahinter ist

I. Die andere Richtung

Das vorige Kapitel hat nach oben geschaut — zurück in die Zeit, hinter den Urknall. Jetzt schauen wir in die andere Richtung. Nicht zurück in die Vergangenheit, sondern hinunter in den Raum. Zu einer zweiten Grenze, die genauso undurchdringlich ist wie der Urknall — und genauso interessant.

Die Planck-Länge. $1{,}6 \times 10^{-35}$ Meter.

Das ist kleiner als ein Atomkern um denselben Faktor, um den ein Atomkern kleiner ist als die Erde. Eine Zahl die das Vorstellungsvermögen nicht fassen kann. Und dennoch: sie ist eine Grenze, die die Physik kennt, benennt und ernst nimmt. Denn unterhalb dieser Länge hört unsere beste Beschreibung der Welt auf zu funktionieren.

II. Was die Planck-Länge wirklich ist

Die Planck-Länge ist keine Wand im Raum. Sie ist eine Grenze unserer Theorien — der Punkt, an dem sich Quantenmechanik und allgemeine Relativitätstheorie so fundamental widersprechen, dass keine der beiden noch gilt.

Die Quantenmechanik sagt: auf dieser Skala ist die Energieunsicherheit so gross, dass spontan winzige Schwarze Löcher entstehen und sofort wieder vergehen. Der Raum wird schaumig — er fluktuiert, kräuselt sich, verliert

VERLAG VON BEDEUTUNG

Das war die Leseprobe.

Auszüge aus Teil VII · Das offene Universum und Teil VIII · Hinter dem Urknall

Cosmologica. Das offene Universum. Der Kosmos ist noch jung, ein einziges Spektrum durchzieht alles, und das Universum ist älter als sein Urknall.

Erhältlich als Print und E-Book bei tredition und im Buchhandel, englische E-Books über Books2Read:

books2read.com/u/b5d781

symbiontart.github.io/verlag-von-bedeutung

Karlo Beyer & Cosmo Claude