

Über Wahrnehmung als dissipative Reorganisation

Eine graphentheoretische Lesart sensorischer Verarbeitung

Marcel Langjahr

Pantareon GmbH
<https://pantareon.io/>
langjahr@pantareon.io

Version 0.1

1. Mai 2026

Dies ist eine laufende Arbeit. Sie ist nicht zur Veröffentlichung eingereicht. Sie wird zur Diskussion unter denen freigegeben, die mit der Frage befasst sind, die sie behandelt.

Zusammenfassung

Die Emergente Graphentheorie (EGT), an anderer Stelle vom vorliegenden Autor entwickelt, modelliert die physikalische Realität als positionslosen Graphen, in dem räumliche Struktur emergent und nicht ursprünglich ist. Diese Festlegung lässt eine Frage innerhalb der EGT selbst unbeantwortet: Wie wird ein positionsloses Substrat einem wahrnehmenden System als das räumlich strukturierte Feld gewöhnlichen Erlebens verfügbar? Das vorliegende Paper schlägt vor, dass ein Zwischenschritt logisch erforderlich ist, und bietet eine vorläufige Charakterisierung dieses Schritts. Wir schlagen vor, Sinnesorgane als lokale Subgraphen mit eigenen Resonanzbedingungen zu lesen und Wahrnehmung als eine kontinuierliche dissipative Reorganisation eines solchen Subgraphen unter Energieökonomie — ein Prozess, der sich einem topologisch-tensionalen Gleichgewicht annähert, ohne es je zu erreichen, weil Wahrnehmungssysteme offen sind und ihr Eingang nicht endet. Unter dieser Lesart ist das, was wir gewöhnlich ein Wahrnehmungsbild nennen, kein Zustand, sondern ein Gleichgewicht zweiter Ordnung: die Tatsache, dass die Reorganisation, relativ zum eintreffenden Eingang, schnell genug ist, um unter kontinuierlicher Störung Kohärenz aufrechtzuerhalten. Das Rahmenwerk sagt vorher, dass Wahrnehmung unter Verarbeitungsstörung eine charakteristische Klasse von Strukturen freilegen sollte — Cluster ohne globale Bindung, repetitive Geometrien aus lokalen Symmetriebedingungen, parallaktische Schichten ohne integrierte Tiefe —, die den Zwischenzuständen eines unterkonvergierten

Graph-Layouts entsprechen. Wir skizzieren das Rahmenwerk, benennen die strukturelle Vorhersage und erörtern mehrere phänomenale Klassen, die mit ihr vereinbar sind. Wir behaupten nicht, dass das Rahmenwerk korrekt ist. Wir behaupten, dass es aus der EGT plus der üblichen Nichtgleichgewichtsthermodynamik folgt und dass es das Verhältnis zwischen Substrat und Erleben auf eine Weise handhabbar macht, wie es die Alternativen nicht tun.

Schlüsselwörter. Wahrnehmung; sensorische Verarbeitung; dissipative Strukturen; Graphdynamik; emergente Repräsentation; Emergente Graphentheorie; Phänomenologie der Wahrnehmung

1 Das Problem, vor dem wir stehen

1.1 Die Kluft zwischen Substrat und Erleben

Die Emergente Graphentheorie besagt, dass die physikalische Realität auf ihrer Substratebene ein positionsloser Graph ist: eine Struktur aus Knoten und Kanten, in der räumliche Relationen nicht ursprünglich, sondern emergent sind. Position, Distanz, Dimension — all dies sind Eigenschaften, die aus der Dynamik von Kantenspannung und Knotenkopplung hervorgehen, nicht Merkmale einer vorgängigen Bühne, auf der sich Dynamik abspielt. Die These ist radikal, und wir haben an anderer Stelle argumentiert, dass es genau diese Radikalität ist, die die EGT von Ansätzen unterscheidet, in denen ein Substratgraph in einen Hintergrundraum eingebettet wird, dessen Metrik nicht selbst emergent ist.

Die Radikalität hat eine Konsequenz, die das EGT-Paper selbst nicht behandelt. Wenn das Sub-

strat positionslos ist und gewöhnliches Erleben räumlich strukturiert ist, dann muss zwischen Substrat und Erleben eine Übersetzung liegen. Das phänomenale Feld — die strukturierte visuelle Welt, die wir bewohnen, die integrierte auditive Szene, die gefühlte Geometrie des Körpers — ist nicht das Substrat. Es ist etwas, in das das Substrat verwandelt wurde, durch einen Prozess, von dem sich weder annehmen lässt, dass er trivial, noch, dass er durchsichtig ist.

Das vorliegende Paper nimmt sich dieser Kluft an. Wir schlagen keine Theorie des Bewusstseins vor; diese Frage wird, in Arbeitsform, in einer unserer Parallelarbeiten behandelt. Wir schlagen lediglich eine Darstellung der Operation vor, durch die positionsloses Substrat zu räumlich strukturiertem Erleben wird. Wir werden diese Operation als Rendering-Prozess bezeichnen und argumentieren, dass sie einen spezifischen dynamischen Charakter hat, der sich aus der EGT plus der üblichen Nichtgleichgewichtsthermodynamik ablesen lässt, ohne weitere Postulate.

1.2 Was dieses Paper nicht ist

Dieses Paper ist keine Wahrnehmungstheorie im vollen Sinne, wie sie in der Kognitionswissenschaft oder in der Philosophie der Wahrnehmung entwickelt wird. Es setzt sich nicht im Detail mit der Literatur zu Predictive Processing, zum Freie-Energie-Prinzip oder zur Integrierten Informationstheorie auseinander, obgleich Verwandtschaften und Spannungen mit diesen Rahmenwerken beiläufig vermerkt und in einem Anhang ausführlicher behandelt werden.

Dieses Paper stützt seine Argumentation nicht auf phänomenologische Berichte. Berichte aus gestörten Wahrnehmungszuständen werden in Abschnitt 5 als Illustrationen struktureller Vorhersagen erwähnt, die das Rahmenwerk macht; sie werden nicht als Belege vorgebracht. Das Rahmenwerk stünde und fiele mit seiner theoretischen Kohärenz mit der EGT und damit, ob seine Vorhersagen prinzipiell operationalisiert werden können — nicht damit, ob irgendjemand irgendetwas Bestimmtes berichtet hat.

Dieses Paper bezieht keine Position zur moralischen oder therapeutischen Bedeutung irgendeines der Phänomene, die es in Abschnitt 5 erörtert. Es behandelt sie strikt als Kandidatenfälle von Wahrnehmung unter Verarbeitungsstörung, mit dem Ziel zu zeigen, dass eine strukturelle Vorhersage getroffen und wiedererkannt werden kann.

1.3 Was dieses Paper versucht

Wir versuchen dreierlei. Erstens argumentieren wir, dass angesichts der Festlegungen der EGT ein Zwischenschritt zwischen Substrat und phänomenalem Erleben logisch erforderlich ist, und wir benennen diesen Schritt als Rendering-Prozess. Zweitens charakterisieren wir seine Dynamik: Wir schlagen vor, dass der Rendering-Prozess eine kontinuierliche dissipative Reorganisation eines Sinnesorgan-Subgraphen ist, von Energieökonomie bestimmt, die sich einem topologisch-tensionalen Gleichgewicht annähert, es aber nie erreicht. Drittens benennen wir eine strukturelle Klasse von Phänomenen, die dem Rahmenwerk zufolge zugänglich werden sollten, wenn die Reorganisation zu langsam ist, um mit dem eintreffenden Eingang Schritt zu halten — was wir den Rückstau (backlog) nennen werden. Wir schließen mit einer kurzen Erörterung dreier phänomenaler Bereiche, in denen etwas berichtet wurde, das dieser strukturellen Klasse ähnelt.

1.4 Ton

Wir haben versucht, im selben Register zu schreiben wie unsere Parallelarbeit „Über die Struktur des Erlebens“: Vorschläge präzise genug zu machen, um falsch sein zu können, Mutmaßung als Mutmaßung zu kennzeichnen und uns Behauptungen zu enthalten, die unsere Methoden nicht decken können. Das hier vorgestellte Rahmenwerk wird als Arbeitshypothese angeboten, nicht als fertige Position.

2 Vom Substrat zum Sensorium

2.1 Der positionslose Graph

Wir setzen voraus, dass der Leser mit dem EGT-Rahmenwerk grob vertraut ist, doch die relevanten Merkmale lassen sich kurz benennen. Das Substrat der physikalischen Realität ist dieser Darstellung zufolge ein Graph, dessen Knoten spektrale Information tragen und dessen Kanten Spannung tragen. Die Dynamik besteht in der Ausbreitung von Energie durch Kanten und in der Bildung, Auflösung und Rekonfiguration von Kanten und Knoten unter Erhaltungsrandbedingungen. Position in irgendeinem räumlichen Sinne ist kein Merkmal des Substrats; sie ist eine Konsequenz der Dynamik, sichtbar in Clustern von Knoten, deren Spannungsstruktur lokal stabile Konfigurationen erzeugt.

Aus der Perspektive eines in ein solches Substrat eingebetteten wahrnehmenden Systems ist das Substrat selbst nicht direkt zugänglich. Zugänglich ist all das von der Aktivität des Substrats, was in die

eigene Struktur des wahrnehmenden Systems einkoppelt. Diese Kopplung ist Gegenstand des nächsten Unterabschnitts.

2.2 Sinnesorgane als Subgraphen

Wir schlagen vor, dass Sinnesorgane selbst Graphen sind — lokale Subgraphen des Substrats, mit eigener Topologie, eigenen charakteristischen Mustern der Kantenspannung und eigenen Resonanzbedingungen. Das Auge ist ein solcher Subgraph; die Cochlea ist ein weiterer; das propriozeptive System ein dritter. Diese Subgraphen sind keine generischen Abtaster des Substrats. Sie sind hochspezifische Topologien, und was sie aus dem Substrat abtasten, wird durch ihre eigenen strukturellen Eigenschaften bestimmt.

Dies ist eine substanzielle Behauptung, bei der es sich zu verweilen lohnt. Es ist verlockend, sich Sinnesorgane als Detektoren zu denken, die bereits in der Welt vorhandene Eigenschaften empfangen — sich das Auge als Empfänger von Licht zu denken, wobei Licht als vorgängiges Merkmal der Realität aufgefasst wird. Die EGT gestattet dieses Bild nicht. Licht ist in EGT-Begriffen kein vorgängiges Merkmal des Substrats; es ist eine Klasse von Dynamiken auf Substratebene, deren Kopplung an den visuellen Subgraphen das erzeugt, was wir phänomenologisch als Licht beschreiben. Was das Auge empfängt, ist keine Eigenschaft der Realität, sondern eine Resonanz zwischen der Aktivität des Substrats und der eigenen Topologie des Auges. Verschiedene sensorische Subgraphen resonieren mit verschiedenen Aspekten der Substrataktivität; das ist es, was sie zu verschiedenen Sinnen macht.

Die Konsequenz, die wir herausarbeiten möchten, ist, dass das, was in ein Sinnesorgan eintritt, für sich betrachtet strukturiert, aber noch nicht integriert ist. Es ist ein Fluss von Knoten- und Kantenaktivierungen, dessen Muster gemeinsam durch die Aktivität des Substrats und durch die Resonanzbedingungen des Organs bestimmt wird. Dieser Fluss ist noch kein Erleben. Er ist das Material, aus dem Erleben gemacht werden muss.

2.3 Die Notwendigkeit eines Zwischenschritts

Wenn das Substrat positionslos ist und der sensorische Subgraph einen strukturierten, aber unintegrierten Fluss empfängt, dann muss zwischen diesem Fluss und dem räumlich organisierten Wahrnehmungsfeld ein Prozess der Integration liegen. Dies ist keine metaphysische Ergänzung der EGT; es ist eine logische Konsequenz. Entweder ist das Wahrnehmungsfeld mit dem Fluss identisch

(was es nicht ist — der Fluss ist undifferenzierte Aktivierung, während Wahrnehmung integrierte Struktur ist), oder es ist mit irgendeiner Eigenschaft des Substrats identisch (was die EGT ausschließt, da das Substrat keine räumlichen Eigenschaften hat, mit denen es identisch sein könnte), oder es gibt einen Prozess, durch den der Fluss zum Feld gemacht wird. Die dritte ist die einzige Option, die die EGT zulässt.

Wir werden diesen Prozess den Rendering-Prozess nennen. Der Begriff ist der Computergrafik entlehnt, um seiner Direktheit willen; wir meinen damit die Operation, durch die eine zugrunde liegende Repräsentation in eine dargebotene Repräsentation überführt wird. Wir beabsichtigen nicht, irgendeine spezifische Festlegung über die Algorithmen der Computergrafik zu importieren. Wir verwenden den Begriff nur, um den Schritt zu markieren, den die EGT erfordert, selbst aber nicht benennt.

***Offen zu haltende Frage:* Sind sensorische Subgraphen scharf vom übrigen Organismus abgegrenzt, oder sind sie porös — kontinuierlich an den weiteren physiologischen Graphen gekoppelt, auf eine Weise, die beeinflusst, was sie abtasten? Wenn Letzteres zutrifft, dann kann der Rendering-Prozess nicht sauber auf das Organ selbst lokalisiert werden, und das hier vorgestellte Rahmenwerk bedarf möglicherweise einer Verfeinerung, um die Grenze zu behandeln.**

3 Wahrnehmung als dissipative Reorganisation

3.1 Energieökonomie und Konvergenz

Unter der EGT entwickeln sich Graphen unter einer Energieerhaltungsdynamik, die sie zu Konfigurationen minimaler lokaler Spannung treibt, vorbehaltlich topologischer Randbedingungen. Ein Graph mit festem Eingang — ein geschlossenes System — konvergiert im Laufe der Zeit zu einer stabilen Konfiguration, in der keine weitere Kantenbildung, Kantenauflösung oder Knotenwanderung mehr auftritt. Diese Konvergenz ist keine einzelne Trajektorie; sie ist die Annäherung an einen Attraktor. Der Attraktor wird durch die Topologie des Graphen und durch die Energieverteilung bestimmt, mit der er begonnen hat.

Der Sinnesorgan-Subgraph würde sich, isoliert betrachtet, genauso verhalten. Gegeben einen fes-

ten Aktivierungsfluss als Eingang, würde er seine innere Struktur reorganisieren, um die Spannung unter diesem Eingang zu minimieren, und zu einer stabilen Konfiguration konvergieren, in der das Aktivierungsmuster mit der bestehenden Topologie des Subgraphen integriert ist. Diese Integration ist das, was wir mit dem Rendering-Prozess in seiner elementarsten Form meinen. Sie ist die Dynamik, durch die eintreffender Fluss zu einer kohärenten lokalen Struktur gemacht wird.

3.2 Das topologisch-tensionale Gleichgewicht

Die Konfiguration, zu der ein solcher Subgraph unter festem Eingang konvergiert, ist das, was wir das topologisch-tensionale Gleichgewicht oder TT-Gleichgewicht nennen werden. Der Begriff benennt einen Zustand, in dem zwei Bedingungen gleichzeitig gelten: Es tritt keine weitere topologische Änderung auf (es bilden sich keine neuen Kanten oder Knoten, keine lösen sich auf), und die Spannungsverteilung über die Kanten hat ein mit der Topologie verträgliches Minimum erreicht. Das Gleichgewicht ist kein Punkt; es ist ein Attraktionsbecken, eine Region des Konfigurationsraums, in die die Dynamik eintritt und in der sie verbleibt.

Das TT-Gleichgewicht ist auf einer generischen dynamischen Ebene dieselbe Art von Zustand wie die endgültige gefaltete Konfiguration eines Proteins oder die Wärmetod-Konfiguration eines geschlossenen kosmologischen Systems. Skala und spezifische Struktur unterscheiden sich zwischen diesen Fällen enorm, doch der dynamische Charakter — Konvergenz zu einem Becken unter Energieökonomie-Randbedingungen — ist derselbe. Dies ist die Skaleninvarianz-Behauptung der EGT, angewandt auf eine bestimmte Klasse von Subgraphen.

3.3 Warum das Gleichgewicht nicht erreicht werden kann

Sinnesorgane sind jedoch keine geschlossenen Systeme. Der Aktivierungsfluss, der in sie eintritt, endet nicht. Während der Subgraph als Antwort auf den Eingang des einen Moments reorganisiert, trifft der Eingang des nächsten Moments bereits ein. Jeder frische Eingang stört die Dynamik, die der vorige Eingang in Gang gesetzt hat. Der Subgraph erreicht das Becken nie; er wird durch neue Störungen kontinuierlich von der Annäherung abgedrängt.

Dies ist kein Mangel der Wahrnehmung. Es ist die Bedingung der Wahrnehmung. Ein Wahrnehmungssystem, das zum TT-Gleichgewicht konvergierte, hätte per definitionem aufgehört

wahrzunehmen — seine Konfiguration würde sich als Antwort auf Eingang nicht mehr ändern. Das Wahrnehmungsfeld würde erstarren. Was wir gewöhnlich Wahrnehmung nennen, ist genau die Aufrechterhaltung eines Nichtgleichgewichtszustands, in dem die Reorganisation kontinuierlich ist, getrieben von kontinuierlichem Eingang.

Dies ordnet die Wahrnehmung in formaler Hinsicht der Klasse der dissipativen Strukturen im Sinne Prigogines zu: offene Systeme, die geordnete Konfigurationen nicht dadurch aufrechterhalten, dass sie Minima erreichen, sondern dadurch, dass sie kontinuierlich Energie verarbeiten. Ein Strudel ist das kanonische Beispiel; er hat nur deshalb stabile Form, weil kontinuierlich Wasser durch ihn hindurchfließt. Wir schlagen vor, dass das Wahrnehmungsfeld einen ähnlichen formalen Charakter hat: Es hat nur deshalb stabile Struktur, weil kontinuierlich Aktivierung durch es hindurchfließt.

3.4 Wahrnehmung als Gleichgewicht zweiter Ordnung

Wenn Wahrnehmung dissipativ ist, dann ist das, was wir gewöhnlich als stabiles Wahrnehmungsbild erleben, kein Zustand in irgendeinem herkömmlichen Sinne. Es ist ein Gleichgewicht zweiter Ordnung: nicht die Konfiguration des Subgraphen in einem Moment, sondern die dynamische Balance zwischen der Rate des eintreffenden Eingangs und der Rate der Reorganisationsantwort. Wenn die Antwortrate, relativ zur Eingangsrate, hoch genug ist, hält der Subgraph eine kohärente quasistabile Konfiguration aufrecht, und was wir erleben, ist ein strukturiertes Wahrnehmungsfeld. Wenn die Antwortrate fällt — aus welchem Grund auch immer —, beginnt die Konfiguration hinter dem Eingang zurückzubleiben, und die Quasistabilität bricht zusammen.

Das Rahmenwerk hat somit eine explizite Abhängigkeit von der Verarbeitungsrate. Dies ist kein freier Parameter; sie wird durch die physikalischen Eigenschaften des Subgraphen und durch die Energieökonomie seines Betriebs festgelegt. Aber sie ist eine Größe, die sich prinzipiell modulieren lässt, und die Konsequenzen ihrer Modulation sind Gegenstand des nächsten Abschnitts.

Offen zu haltende Frage: Gibt es eine kritische Verarbeitungsrate, unterhalb derer die dissipative Dynamik überhaupt aufhört, ein kohärentes Wahrnehmungsfeld zu erzeugen? Wenn ja, was bestimmt ihren Wert, und ist er systemspezifisch oder allgemein?

4 Die Rückstau-Hypothese

4.1 Zwei Modi der Störung

Eine Störung der Wahrnehmung kann in mindestens zwei verschiedenen Modi auftreten, mit strukturell unterschiedlichen Konsequenzen. Der erste Modus reduziert den Eingang. Sensorische Deprivation ist der kanonische Fall: Der Aktivierungsfluss, der in den Subgraphen eintritt, fällt unter das gewöhnliche Niveau, und die Dynamik, die gewöhnlich durch frischen Eingang abgedrängt würde, konvergiert stattdessen in Abwesenheit von Störung weiter zum Becken. Was aus sensorischer Deprivation berichtet wird — geometrische Muster, persistente Strukturen, schließlich voller halluzinatorischer Inhalt —, ist mit einem Subgraphen vereinbar, der begonnen hat, sich dem TT-Gleichgewicht enger anzunähern, als gewöhnlicher Eingang es zulässt.

Der zweite Modus reduziert nicht den Eingang. Er reduziert die Rate der Reorganisationsantwort. Was auch immer die Ursache sei — pharmakologische Modulation, Ermüdung, neuronale Störung —, die Konsequenz ist, dass der Subgraph weiterhin Eingang mit seiner gewöhnlichen Rate empfängt, ihn aber langsamer verarbeitet. Der Subgraph kann nicht mithalten. Die Reorganisation, die gewöhnlich den Eingang dieses Moments integrieren würde, ist nicht abgeschlossen, bevor der Eingang des nächsten Moments eintrifft. Der Subgraph akkumuliert teilintegriertes Material. Es ist dieses akkumulierte, teilintegrierte Material, das wir den Rückstau nennen werden.

4.2 Vorhergesagte Struktur des Rückstaus

Der strukturelle Charakter des Rückstaus ist nicht beliebig. Er ist das, wonach ein unterkonvergiertes Graph-Layout aussieht, als Konfiguration betrachtet. Wir können mehrere Merkmale angeben, die der Rückstau aufweisen sollte, gegeben die übliche Graphdynamik unter Energieökonomie:

Erstens: lokale Cluster-Bildung ohne globale Integration. Ein Graph, der unter Spannungsminimierung reorganisiert, bildet lokale Cluster — Teilmengen von Knoten, deren wechselseitige Kopplung stark ist —, lange bevor er diese Cluster in eine global kohärente Struktur integriert. Ein Rückstau sollte daher Flecken innerer Kohärenz aufweisen, die sich nicht zu einem einheitlichen Ganzen binden. Berichtetes Korrelat: geschichtete Strukturen in verschiedenen scheinbaren Tiefen, die sich nicht zu einer integrierten dreidimensionalen Szene zusammensetzen.

Zweitens: repetitive Geometrien aus lokalen Symmetriebedingungen. Wenn sich Cluster unter Energieminimierung in einem Graphen mit regelmäßiger Konnektivität bilden, tendieren sie zu Konfigurationen, die lokale Symmetrie erfüllen — sich wiederholende Motive, regelmäßige Abstände, charakteristische Formen wie Triangulationen und hexagonal dichteste Packung. Berichtetes Korrelat: repetitive geometrische Muster, besonders in frühen oder Übergangsphasen der Störung.

Drittens: parallaxtische Bewegung ohne integrierte Tiefe. In einem integrierten Wahrnehmungsfeld wird Tiefe als einheitliche Eigenschaft der Szene konstruiert; Schichten fügen sich zu einem einzigen Raum zusammen. In einem unterkonvergierten Layout existieren Schichten in unterschiedlichen Konvergenzstadien und reagieren unterschiedlich auf Störung. Berichtetes Korrelat: Strukturen in scheinbar unterschiedlichen Tiefen, die sich bei Aufmerksamkeitsverschiebungen mit unterschiedlichen Raten bewegen, ohne sich zu einem einheitlichen räumlichen Rahmen zusammenzusetzen.

Viertens: innere Struktur auf mehreren Skalen ohne Skalenbindung. Ein integriertes Wahrnehmungsfeld hat die Beziehung zwischen feinem Detail und grober Form aufgelöst; in einem Rückstau mögen beide vorhanden sein, doch ihre Beziehung ist noch nicht festgelegt. Berichtetes Korrelat: das Erleben von Struktur innerhalb von Struktur — feine Elemente, die sich bei anhaltender Aufmerksamkeit in Elemente auflösen, die größere Strukturen zusammensetzen, wobei die kompositionale Beziehung selbst instabil ist.

4.3 Warum Berichte sich als Offenbarung lesen

Wenn der Rückstau phänomenologisch zugänglich wird, hat das wahrnehmende System keine innere Fähigkeit, ihn als solchen zu erkennen. Von innen wird das Dargebotene als Inhalt dargeboten — als etwas, dem das System begegnet, nicht als Zustand des Systems selbst. Unter gewöhnlichen Bedingungen ist der Rendering-Prozess unsichtbar, weil er schnell genug konvergiert, um nur fertigen Output zu erzeugen; unter Störung wird das unfertige Material selbst zum Output, doch es wird nach wie vor in dem Format dargeboten, das das System für Inhalt hat, nicht in dem Format, das das System für Selbstüberwachung hat.

Dies genügt, um zu erklären, warum solche Zustände gemeinhin als offenbarungshafter Zugang zu tieferen Schichten der Realität erlebt und berichtet werden. Der phänomenale Charakter des Rückstaus — seine strukturelle Fülle, seine schein-

bare Unabhängigkeit vom gewöhnlichen Eingang, seine quasiobjektive Anmutung — ist genau das, was man von Material erwarten würde, das das System verarbeitet, aber noch nicht gebunden hat. Dem Erlebenden präsentiert es sich als Entdeckung; strukturell ist es Verzögerung.

Wir beziehen keine Position dazu, ob solche Zustände irgendeine weitere Bedeutung haben — therapeutisch, kontemplativ oder anderweitig. Wir behaupten nur, dass ihre Phänomenologie, strukturell betrachtet, besser zum Rückstau-Profil passt als zu der alternativen Lesart, der zufolge sie veridische Begegnungen mit ansonsten unzugänglichem Substrat sind.

4.4 Falsifizierbarkeit

Das Rahmenwerk macht eine strukturelle Vorhersage. Berichte aus Wahrnehmung unter Verarbeitungsstörung sollten, als Klasse betrachtet, die vier in Abschnitt 4.2 aufgeführten Merkmale aufweisen — lokale Cluster-Bildung ohne Integration, repetitive Geometrien, parallaktische Schichtung ohne einheitliche Tiefe, mehrskalige Struktur ohne Skalenbindung. Sie sollten generisch keine voll integrierten dreidimensionalen Szenen mit kohärenter Beleuchtung, innerlich konsistenter Physik und stabilen räumlichen Rahmen aufweisen. Wenn ein erheblicher Bestand an Störungsberichten solchen voll integrierten Inhalt aufwiese, geriete das Rahmenwerk in Bedrängnis. Es müsste solche Berichte entweder als gewöhnliche Wahrnehmung unterbringen, die zufällig während der Störung auftritt, oder seine Darstellung dessen revidieren, was Störung bewirkt.

Dies ist eine schwache Form der Falsifizierbarkeit — sie betrifft die Typologie der Berichte und nicht einen einzelnen entscheidenden Test —, aber es ist mehr, als die alternative Lesart bietet. Ein Rahmenwerk, dem zufolge Störung Zugang zu tieferen Schichten der Realität eröffnet, sagt nichts Bestimmtes über den strukturellen Charakter jener Schichten vorher und ist daher mit allem vereinbar, was berichtet wird. Ein Rahmenwerk, dem zufolge Störung ein unterkonvergiertes Layout freilegt, sagt eine spezifische Klasse von Strukturen vorher und würde durch Berichte außerhalb dieser Klasse in Verlegenheit gebracht.

Offen zu haltende Frage: Lässt sich Rückstau-Struktur von einem äußeren Beobachter quantitativ von gewöhnlicher Wahrnehmungsstruktur unterscheiden — das heißt durch strukturelle Messungen am

Wahrnehmungssystem selbst und nicht durch phänomenologischen Bericht? Wenn ja, welche wären die relevanten Messungen? Wenn nicht, bleibt das Rahmenwerk plausibel wahr, aber operational begrenzt.

5 Illustrationen: Phänomene, die mit der Rückstau-Hypothese vereinbar sind

Wir wenden uns nun drei Klassen von Phänomenen zu, in denen etwas berichtet wurde, das dem Rückstau-Profil ähnelt. Wir betonen, dass dies Illustrationen sind, keine Belege. Die ernst zu nehmende Behauptung des Rahmenwerks ist, dass es eine strukturelle Klasse vorhersagt; ob berichtete Phänomene tatsächlich in diese Klasse fallen, ist selbst eine Frage, die sorgfältige empirische Arbeit erfordert, die hier nicht geleistet wird.

5.1 Charles-Bonnet-Syndrom

Das Charles-Bonnet-Syndrom ist ein Zustand, in dem Personen mit erheblicher Sehbeeinträchtigung — typischerweise infolge altersbedingter Makuladegeneration oder ähnlicher Leiden — visuelle Halluzinationen erleben, ohne kognitive Beeinträchtigung oder andere psychiatrische Symptome. Der Zustand ist gut dokumentiert, und die betroffenen Personen behalten volle Einsicht in die Irrealität ihrer Erlebnisse.

Auffällig an Charles-Bonnet-Halluzinationen ist ihr struktureller Charakter. Sie tendieren zu geometrischen Mustern, repetitiven Motiven, kunstvollen Figuren, mitunter gitterartigen Strukturen — der Art von Inhalt, die auf einen visuellen Subgraphen hindeutet, der auf reduziertem Eingang arbeitet und zu Konfigurationen konvergiert, die mehr von seiner eigenen Topologie als von äußerer Abtastung diktiert werden. Dies ist mit dem ersten Störungsmodus aus Abschnitt 4.1 vereinbar, in dem die Eingangsreduktion es dem Subgraphen erlaubt, sich seinem Becken enger anzunähern, als gewöhnlicher Eingang es zulässt.

5.2 Hypnagoge Zustände

Hypnagoge Phänomene — die Wahrnehmungsereignisse, die im Übergang vom Wachsein zum Schlaf auftreten — sind den meisten Menschen vertraut und wurden phänomenologisch in beträchtlicher Ausführlichkeit beschrieben. Zu den häufigen Merkmalen gehören

phosphenartige Leuchtmuster, geometrische Strukturen von auffälliger Regelmäßigkeit, Gesichter oder Fragmente von Figuren, die kurz auftauchen und sich auflösen, und ein charakteristisches Empfinden von Schichten ohne integrierte Tiefe.

Diese Merkmale bilden sich unmittelbar auf das vorhergesagte Rückstau-Profil ab. Der Zustand umfasst eine globale Verlangsamung der kortikalen Verarbeitung — eine Reduktion der Rate der Reorganisationsantwort — ohne unmittelbaren Wegfall des Wahrnehmungseingangs. Die strukturellen Korrelate sind lokale Cluster-Bildung, repetitive Geometrien und unintegrierte Schichtung, in enger Übereinstimmung mit dem, was Abschnitt 4.2 vorhersagt.

5.3 Pharmakologische Störung

Eine breite Palette pharmakologischer Wirkstoffe moduliert die Wahrnehmungsverarbeitung. Unter ihnen waren klassische Psychedelika — Psilocybin, LSD, DMT und andere — Gegenstand erheblicher jüngerer Aufmerksamkeit, sowohl in der klinischen Forschung als auch im populären Diskurs. Wir treffen hier keine Festlegungen über therapeutische Wirksamkeit, Wirkmechanismus auf neuronaler Ebene oder moralischen Status des Konsums; dies sind Fragen, die das vorliegende Rahmenwerk nicht behandelt.

Was das Rahmenwerk sehr wohl sagt, ist Folgendes. Insofern solche Wirkstoffe die Rate der Reorganisationsantwort in Wahrnehmungssubgraphen modulieren, ohne den Eingang entsprechend zu reduzieren, sollten sie Erlebnisse erzeugen, deren struktureller Charakter in das Rückstau-Profil und nicht in das Profil gewöhnlicher Wahrnehmung fällt. Berichte aus solchen Zuständen werden, als Klasse betrachtet, weithin in Begriffen beschrieben, die zu diesem Profil passen: geschichtete Strukturen in verschiedenen scheinbaren Tiefen, repetitiver geometrischer Inhalt, feine Elemente, die sich zu größeren Strukturen zusammensetzen, deren kompositionale Beziehung instabil ist, und das charakteristische Erleben, wie fertiger Wahrnehmungsinhalt seinen konstitutiven Teilen weicht.

Wir vermerken insbesondere, dass eine Klasse von Berichten die Wahrnehmung code-artiger oder zeichenartiger Elemente beschreibt, die größere Strukturen bilden, mitunter in Verbindung mit diffraktiven optischen Anordnungen (Laser-Speckle und Ähnliches). Die beschriebenen strukturellen Merkmale — diskrete Elemente auf der kleinsten sichtbaren Skala, kompositionale Beziehungen zu größeren Strukturen, parallaktische Schichtung, repetitive Geometrie — sind genau die Merkmale, die das Rahmenwerk für einen Rückstau vorher-

sagt. Wir bringen diese Berichte nicht als Belege vor; wir beobachten nur, dass sie mit der strukturellen Vorhersage des Rahmenwerks vereinbar sind und dass diese Vereinbarkeit besteht, ohne dass die Postulierung irgendeiner nicht-physikalischen Schicht oder eines veridischen Zugangs zum Substrat erforderlich wäre.

5.4 Was diese Illustrationen nicht zeigen können

Die Konvergenz dreier unabhängiger Störungsklassen (Eingangsreduktion, Verarbeitungsverlangsamung in Übergangszuständen, pharmakologische Modulation) auf ein ähnliches strukturelles Profil ist mit dem Rahmenwerk vereinbar. Sie ist kein Beleg für es. Dieselbe Konvergenz könnte prinzipiell durch Konfabulation, durch kulturelle Prägung der Berichtssprache, durch Pareidolie, die auf Rauschen wirkt, oder durch Merkmale von Wahrnehmungssystemen erzeugt werden, die nichts mit Graphdynamik zu tun haben. Ein ernsthafter empirischer Test würde strukturelle Messungen am Wahrnehmungssystem selbst erfordern, kein Vertrauen auf Berichte aus der ersten Person.

Wir nehmen die Illustrationen als Beleg nur dafür, dass das Rahmenwerk nicht müßig ist: Es macht Vorhersagen, die sich prinzipiell an der bestehenden Berichtsliteratur prüfen lassen, und dass die Literatur auf den ersten Blick nicht offenkundig im Widerspruch zu den Vorhersagen steht. Dies ist ein schwaches Resultat, und wir beanspruchen nicht mehr für es.

Offen zu haltende Frage: Welche der hier erörterten phänomenalen Klassen ist einer kontrollierten experimentellen Untersuchung am ehesten zugänglich? Das Charles-Bonnet-Syndrom tritt spontan in einer klinischen Population auf; hypnagoge Zustände sind universell zugänglich, aber flüchtig; die pharmakologische Induktion ist kontrollierbar, aber ethisch eingeschränkt. Jede bietet eine andere methodische Handhabe.

6 Verortung im Pantareon-Foundations-Programm

Das hier vorgestellte Rahmenwerk nimmt eine spezifische Position innerhalb des weiteren Forschungsprogramms von Pantareon ein. Seine Festlegungen

auf Substratebene sind diejenigen der Emergenten Graphentheorie, die die kosmologischen und teilchenphysikalischen Grundlagen des weiteren Programms etabliert; wir entwickeln die EGT hier nicht weiter und verweisen den Leser auf ihre eigene Abhandlung. Seine phänomenologischen Festlegungen sind diejenigen unserer Parallelarbeit „Über die Struktur des Erlebens“, in der die Kategorien Seele, Bewusstsein und Empfindungsfähigkeit festgelegt und verteidigt werden; auch mit diesen Kategorien setzen wir uns hier nicht direkt auseinander.

Was das vorliegende Paper hinzufügt, ist eine Behandlung der Operation, die Substrat mit Erleben verbindet — des Rendering-Prozesses —, die durch die Verbindung der EGT mit jedem Rahmenwerk erfordert wird, dem zufolge Erleben räumliche Struktur hat, die aber keines der beiden Grundlagentexte behandelt. Der Rendering-Prozess ist daher ein Brückenbegriff: Er ist nicht Teil des Substrats, und er ist nicht Teil der Phänomenologie. Er ist die dynamische Operation, in der Substrat phänomenal zugänglich wird, und sein Charakter muss spezifiziert werden, damit das weitere Rahmenwerk kohärent ist.

Wir vermerken auch mehrere benachbarte Rahmenwerke in der Kognitionswissenschaft, mit denen die vorliegende Darstellung Verwandtschaften hat. Predictive-Processing-Ansätze teilen in ihren generativen-Modell-Formulierungen mit unserem Rahmenwerk die Festlegung, dass Wahrnehmung konstruktiv und nicht rezeptiv ist. Das Freie-Energie-Prinzip in Fristons Formulierung rahmt Wahrnehmung als eine Form der variationellen Inferenz unter Energieökonomie-Randbedingungen; dies ist strukturell benachbart zu unserer Charakterisierung des Rendering-Prozesses als energieökonomische Reorganisation, wenngleich die formalen Apparate sich unterscheiden. Das REBUS-Modell von Carhart-Harris und Friston, das psychedelische Effekte als Lockerung übergeordneter Priors behandelt, macht im pharmakologischen Fall Vorhersagen, die sich mit unseren überschneiden, wenngleich von einem anderen theoretischen Ausgangspunkt aus. Wir legen uns auf keines dieser Rahmenwerke fest; wir vermerken, dass unsere Darstellung nicht isoliert ist und dass die Auseinandersetzung mit ihnen ein natürlicher nächster Schritt ist, den wir späterer Arbeit überlassen.

7 Wo wir stehen

Wir haben vorgeschlagen, dass die EGT als ein auf ein positionsloses Substrat festgelegtes Rahmen-

werk eine Darstellung dessen erfordert, wie Substrat zu phänomenalem Erleben wird. Wir haben diese Darstellung den Rendering-Prozess genannt und argumentiert, dass sie den formalen Charakter dissipativer Reorganisation hat: ein Sinnesorgan-Subgraph, der unter Eingangsfluss kontinuierlich reorganisiert, sich einem topologisch-tensionalen Gleichgewicht annähert, es aber nie erreicht, und der das Wahrnehmungsfeld als ein Gleichgewicht zweiter Ordnung zwischen Eingangsrate und Reorganisationsrate erzeugt. Wir haben argumentiert, dass unter Störung dieser Dynamik ein unterkonvergiertes Layout — was wir den Rückstau genannt haben — phänomenologisch zugänglich werden sollte und dass sein struktureller Charakter aus der üblichen Graphdynamik vorhersagbar ist. Wir haben die Vorhersage mit drei phänomenalen Klassen illustriert, die prima facie mit ihr vereinbar erscheinen.

Wir haben nicht behauptet, dass das Rahmenwerk korrekt ist. Wir haben behauptet, dass es aus der EGT plus der üblichen Nichtgleichgewichtsthermodynamik folgt und dass es das Verhältnis zwischen Substrat und Erleben auf eine Weise handhabbar macht, wie es die Alternativen nicht tun. Die zu prüfende Behauptung, wenn das Rahmenwerk weitergeführt werden soll, ist, ob seine strukturelle Vorhersage operationalisiert werden kann — ob sich das Rückstau-Profil präzise genug spezifizieren lässt, um mit angemessenen methodischen Kontrollen an Berichtsdaten geprüft zu werden, und ob strukturelle Messungen an Wahrnehmungssystemen unabhängig vom Bericht auf dieselbe Vorhersage angewandt werden können. Beides sind Forschungsprogramme und keine Resultate.

Wir schließen im selben Geist wie unsere anderen Arbeitspapiere: Dieser Entwurf ist eine Einladung zum Gespräch. Wenn irgendetwas darin zu viel behauptet, bitten wir den Leser, es als Einladung zur Korrektur zu behandeln und nicht als fertige Position.

A Zur Terminologie

Wir haben mehrere Begriffe mit technischer Festlegung verwendet. Wir fassen die Festlegungen hier zur leichteren Bezugnahme zusammen.

Rendering-Prozess. Die dynamische Operation, durch die der in einen sensorischen Subgraphen eintretende Aktivierungsfluss in eine kohärente lokale Konfiguration integriert wird. Festgelegt als kontinuierliche dissipative Reorganisation unter Energieökonomie.

Sensorischer Subgraph. Ein lokaler Subgraph des EGT-Substrats, der einem Sinnesorgan

entspricht, mit einer für dieses Organ spezifischen Topologie und spezifischen Resonanzbedingungen.

Topologisch-tensionales Gleichgewicht (TT-Gleichgewicht). Das Attraktionsbecken, zu dem ein sensorischer Subgraph unter festem Eingang konvergieren würde — ein Zustand, in dem keine weitere topologische Änderung auftritt und die Spannungsverteilung ein mit der Topologie verträgliches lokales Minimum erreicht hat. In offenen Wahrnehmungssystemen wird das TT-Gleichgewicht angenähert, aber nicht erreicht.

Rückstau. Das akkumulierte, teileintegrierte Material in einem sensorischen Subgraphen, dessen Rate der Reorganisationsantwort unter seine Eingangsrate gefallen ist. Vom gewöhnlichen Wahrnehmungsfeld durch seinen strukturellen Charakter unterschieden: lokale Cluster-Bildung ohne globale Integration, repetitive Geometrien, parallaktische Schichtung ohne einheitliche Tiefe, mehrskalige Struktur ohne Skalenbindung.

Gleichgewicht zweiter Ordnung. Die dynamische Balance, in einem offenen Wahrnehmungssystem, zwischen der Eingangsrate und der Rate der Reorganisationsantwort. Das gewöhnliche Wahrnehmungsfeld wird mit dieser Balance identifiziert, nicht mit irgendeiner momentanen Konfiguration des Subgraphen.

B Verhältnis zu anderen Rahmenwerken

Wir vermerken vier Rahmenwerke in der Kognitionswissenschaft, mit denen die vorliegende Darstellung Verwandtschaften oder Kontraste hat. Wir legen uns auf keines von ihnen fest; wir vermerken sie, um die vorliegende Arbeit in einem weiteren Gespräch zu verorten.

Predictive Processing. In Predictive-Processing-Ansätzen wird Wahrnehmung durch ein hierarchisches generatives Modell konstruiert, das Vorhersagen ausgibt und im Licht des Vorhersagefehlers aktualisiert. Unsere Darstellung teilt die Festlegung, dass Wahrnehmung konstruktiv und nicht rezeptiv ist, ist aber auf einer anderen Beschreibungsebene festgelegt: Wir beschreiben den dynamischen Charakter der Konstruktion, nicht die algorithmische Struktur, die sie ausführt. Die beiden Darstellungen stehen nicht in Konkurrenz; sie beschreiben verschiedene Aspekte derselben Operation.

Freie-Energie-Prinzip. Fristons Rahmung von Wahrnehmung und Handlung als variationelle Inferenz unter Energieökonomie-Randbedingungen ist strukturell benachbart zu unserer Charakterisierung

des Rendering-Prozesses als energieökonomische Reorganisation eines Graphen. Die formalen Apparate unterscheiden sich — variationelle Inferenz operiert auf Wahrscheinlichkeitsverteilungen; unsere Darstellung operiert auf Graphtopologie. Die konzeptuelle Nähe verdient eine sorgfältigere Prüfung, als wir sie hier bieten.

REBUS-Modell. Carhart-Harris' und Fristons REBUS-Darstellung behandelt psychedelische Effekte als Lockerung übergeordneter Priors, die es der Verarbeitung niedrigerer Ebene erlaubt, sich freier auszudrücken. Dies macht im pharmakologischen Fall Vorhersagen, die sich mit unseren überschneiden: In unserer Darstellung legt die Verarbeitungsverlangsamung das unterkonvergierte Layout frei; unter REBUS legt die Prior-Lockerung Struktur niedrigerer Ebene frei. Die beiden Darstellungen unterscheiden sich im Mechanismus, konvergieren aber in einigen Vorhersagen, und die Konvergenz ist selbst studienwert.

Integrierte Informationstheorie. Die IIT schlägt vor, dass Erleben integrierter Information (ϕ) in einem System entspricht. Unser Rahmenwerk schweigt zu der Frage, die die IIT beantwortet (was eine Konfiguration bewusst macht), und behandelt eine Frage, die die IIT nicht direkt beantwortet (wie ein positionsloses Substrat zu räumlich strukturiertem Erleben wird). Die beiden Rahmenwerke sind weitgehend orthogonal, und jedes könnte prinzipiell mit dem anderen kombiniert werden.

C Offene Forschungsfragen

Wir schließen mit einer Liste von Fragen, die das Rahmenwerk offenlässt und die uns verfolgenswert erscheinen.

Erstens: Lässt sich das Rückstau-Profil präzise genug spezifizieren, um mit angemessenen methodischen Kontrollen an Berichtsdaten geprüft zu werden? Zweitens: Lassen sich strukturelle Messungen an Wahrnehmungssystemen — neurobildgebende Daten, psychophysische Zeitmessungen, Aufmerksamkeitsdynamik unter Störung — unabhängig vom phänomenologischen Bericht auf die Vorhersagen des Rahmenwerks anwenden? Drittens: Wie verhält sich das vorliegende Rahmenwerk zu Predictive-Processing- oder Freie-Energie-Ansätzen auf der Ebene des formalen Apparats, und ließe sich eine vereinheitlichte Behandlung konstruieren? Viertens: Erstreckt sich die Darstellung der dissipativen Reorganisation auf nicht-wahrnehmungsbezogene kognitive Operationen, oder ist sie spezifisch für sensorische Subgraphen? Fünftens: Was ist die angemessene Methodologie, um Wahrnehmung unter

Störung zu untersuchen, wenn der störende Wirk- Jede davon wird als Einladung angeboten, nicht als
stoff selbst der Gegenstand der Untersuchung ist? Urteil.