

Es ist uns schon klar, dass Kooperation etwas ist, indem (mindestens) zwei¹ „Beteiligten“ irgendwie etwas miteinander tun. Aber sobald wir diese zwei „Beteiligte“ und dieses „tun“ benennen, wird eine so gearbete Beschreibung von Kooperation speziell und nicht mehr allgemein gültig. In einer ganz abstrakten Betrachtung handelt es sich

- a) bei solchen „Beteiligten“ immer um **Phänomene**, die sich darum erkennen lassen, weil Mengen von Substanzen in einer dynamischen Organisiertheit ein Muster entwickeln, welches sich von allem anderen ringsherum abgrenzt, und
- b) der Prozess, der aus der puren **Interaktion** eine Kooperation werden lässt, scheint auch einem ganz bestimmten **Muster** zu folgen.

Es ist also unsere Aufgabe, im Folgenden eine Beschreibung für genau diese Phänomene und dieses Interaktionsmuster zu finden!

5.1 Beschreibung der Phänomene, die miteinander kooperieren

5.1.1 Dissipative Strukturen

Eines Tages im August 1834 ritt der schottische Ingenieur und Schiffsbauer John Scott Russell (1841–1901) entlang des Union Kanals in der Nähe von Edinburgh, als sich etwas sehr Merkwürdiges auf dem Kanalwasser ereignete. Russell berichtete hierzu:

¹ Im Verlauf des Buches ist zumeist von „zwei“ Beteiligten die Rede. Dies mögen wir nur vereinfachend verstehen für die Verallgemeinerung von „mindestens zwei“ oder theoretisch auch beliebig viele Beteiligte. Für unsere theoretischen Untersuchungen in diesem Teil des Buches ist die Anzahl irrelevant. In der Praxis sei aber darauf hingewiesen, dass sich das Verhalten sozialer Systeme ändert, wenn der Aspekt der Anonymität mit ins Spiel kommt.

Ich beobachtete die Bewegung eines Bootes, das von einem Pferdgespann ziemlich rasch einen engen Kanal entlang gezogen wurde, als das Boot plötzlich anhielt – nicht jedoch die Wassermasse im Kanal, die das Boot in Bewegung gesetzt hatte; sie sammelte sich rund um den Schiffsbug in einem Zustand wilder Erregung, ließ das Schiff dann plötzlich hinter sich, rollte mit hoher Geschwindigkeit vorwärts, nahm dabei die Form einer großen einzelnen Erhöhung an, ein abgerundeter, glatter, wohldefinierter Haufen Wasser, der entlang dem Kanal anscheinend ohne Formveränderung oder Geschwindigkeitsabnahme seinen Lauf nahm. Ich begleitete diese Welle auf meinem Pferd und überholte sie, während sie sich immer noch mit einer Geschwindigkeit von etwa acht oder neun Meilen pro Stunde bewegte, wobei sie ihre ursprüngliche Gestalt von 30 Fuß Länge und ein bis eineinhalb Fuß Höhe beibehielt. Die Höhe nahm allmählich ab, und nachdem ich das Ganze für ein oder zwei Meilen verfolgt hatte, verlor ich es in den Windungen des Kanals aus dem Auge.²

Doch wie kam es, dass diese Russel'sche Welle eine so erhebliche Stabilität besaß, wo doch jede normale Welle nach einer kurzen Zeit des energetischen Abstiegs versiegt? Heute weiß man, dass die Stabilität von Russels Welle auf nicht linearen Wechselwirkungen beruhte, in welcher die einzelnen Sinuswellen sich aneinander koppelten und ein harmonisches System erzeugten. Diese Nichtlinearitäten wirkten über dem Kanalboden und erzeugten eine Kopplung der einzelnen Sinuswellen, sodass eine Anti-Turbulenz entstand. Anstatt dass sich die Wellen bis zum Brechen aufschaukelten, koppelten sich deren Schwingungen derart aneinander, dass ein Ausbrechen einzelner Wellen aus dieser rückgekoppelten Struktur nicht möglich war.³

Das Phänomen, das Russel beobachtete, ist heute unter dem Begriff „Solitone“ bzw. „solitäre Welle“ bekannt. Für diese solitären Wellen gilt die Kopplung von individuell schwingenden Systemen (=die einzelnen Wellen), spontan und unvorhersehbar aus einem Zustand des Chaos heraus, zu einer gemeinsamen Schwingung (=die Solitone) als typisch. Treten die Individualwellen in harmonische Resonanz wird in der Physik vom „phase locking“ oder zu Deutsch von einer „phasenstarrten Kopplung“ gesprochen.⁴ Das Erstaunliche an solitären Wellen ist ihre Eigenschaft der Strukturhaltung. Hunderte von Kilometern können von ihnen zurückgelegt werden, ohne zu versiegen. Die folgende Satellitenaufnahme zeigt eine große solitäre Welle in der Meeresenge von Gibraltar (Abb. 5.1⁵).

Das „Wunder“ der solitären Welle ist nur ein Beispiel für eine Reihe von ähnlichen Phänomenen, die alle unter der Theorie der dissipativen Strukturen subsumiert werden. Die Theorie um diese selbst organisierenden Systeme geht auf den aus Russland stammenden Chemiker und Nobelpreisträger Ilya Prigogine zurück.

² Bericht von John Scott Russell, zitiert nach [Brig90], S. 173 f.

³ Vgl. [Brig90], S. 175.

⁴ Vgl. [Brig90], S. 283.

⁵ Vgl. http://www.lpi.usra.edu/publications/slidesets/oceans/oceanviews/slide_13.html – STS-41G, October 1984. Picture #17-34-081 Oceanographer-astronaut Paul Scully-Power and other crewmembers saw a dramatic example of ocean solitons propagating from the Strait of Gibraltar on STS 41-G in October 1984. In this frame from STS 41-G, Gibraltar appears at the top right of the passage through the Strait of Gibraltar. Ceuta, on the tip of Morocco, is located about 30 kilometers to the south. controlled from the Earth, and the second EVA included an investigation of several craters and the Surveyor 3 spacecraft.- oder auch [Brig90].

Abb. 5.1 Solitäre Welle in der Meeresenge von Gibraltar



Prigogine entdeckte und beschrieb das Prinzip im Rahmen von Untersuchungen physikalischer und chemischer Systeme, namentlich der Belusow-Zhabotinsky-Reaktion.⁶ Einordnen lassen sich die Überlegungen um die dissipativen Strukturen in den Rahmen der Chaos-Theorie.⁷

Der Begriff „dissipative Struktur“ (dissipativ⁸ $\approx$ kontinuierlicher Zerfall, Energie vernichtend, Zerstreuung; Struktur $\approx$ Ordnung, Niveau, Stabilität) klingt zugegeben paradox, was sich in der Frage widerspiegelt, wie etwas, das zerfällt, zu einer neuartigen, ja höherwertigen Struktur gelangen kann. ([Brig90], S. 207) hebt hier hervor, dass dissipative Strukturen Systeme sind, „[...] die ihre Identität nur dadurch behalten können, dass [!] sie ständig für die Strömungen und Einflüsse ihrer Umgebung offen sind.“ Obgleich diese Systeme informationell geschlossen sind, fließt Energie durch sie hindurch, welche von ihnen aufgenommen, verarbeitet und die restliche Abfallenergie in die Umwelt zerstreut wird.⁹ Diese Eigenschaft wird als energetische Offenheit bezeichnet und ist höchst charakterisierend für dissipative Strukturen. Durch energetische Offenheit erhalten die eigentlich dissipativen und zum Untergang bestimmten Phänomene ihre Struktur. Sie können gar eine höhere Struktur annehmen, wie im Folgenden beschrieben wird.

Die Entwicklungsgeschichte einer dissipativen Struktur wie der solitären Welle oder einem Strudel, der beim Abfließen von Wasser aus der Badewanne über dem Abfluss entsteht,¹⁰ verläuft nach einem festen Schema, welches in der folgenden Abbildung dargestellt ist. Dissipative Strukturen sind Wesen aus einer nicht linearen Welt, die an Punkten der Instabilität (Stabilitätsschwelle) die Ordnungsstruktur wechseln und in einen stabilen Zustand fern vom Gleichgewicht kehren, welcher

⁶ Siehe [Capr96], S. 105; siehe auch [Brig90], S. 210–211.

⁷ Die Chaos-Theorie befasst sich als Schnittgebiet verschiedener Disziplinen, insbesondere der Mathematik und Physik, mit nichtlinearen dynamischen Systemen und der Beschreibung der resultierenden Phänomene. Für nähere Informationen sei auf [Brig90] verwiesen.

⁸ Der deutsche Duden (Band 1) definiert das Wort „Dissipation“ als „Übergang einer Energieform in Wärmeenergie“.

⁹ Vgl. [Schn91], S. 56; vgl. auch [Capr96], S. 203 ff.

¹⁰ Vgl. [Capr96], S. 194.

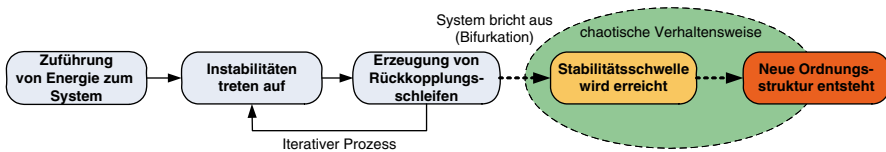


Abb. 5.2 Entwicklungsgeschichte einer dissipativen Struktur

durch ein höher organisiertes Niveau gekennzeichnet ist.¹¹ Dieser stabile Zustand wird so lange aufrechterhalten, wie ein entsprechendes Maß an Energie bzw. Materie durch die Struktur fließt. Eine Struktur zerfällt in ihren ursprünglichen Zustand (oder tiefer), wenn ihr keine Energie mehr zugeführt wird bzw. wenn die Energie aufgebraucht ist (z. B. Feuer, Strudel, Mensch etc.) (Abb. 5.2).

Fragen wir uns nun, was der Begriff des höher organisierten Niveaus genau bezeichnet und woran er sich festmacht: Es bezieht sich auf die Ausnutzung der Energie und das Muster, sprich die Art und Weise, wie die Elemente der Struktur miteinander vernetzt sind, sodass ihr dynamisches Miteinander ein System bildet. Dabei können wir drei Möglichkeiten unterscheiden:

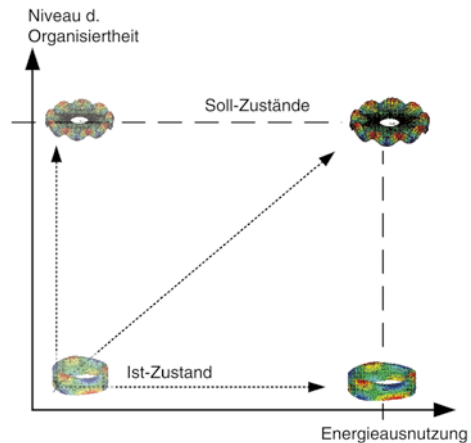
- a) Die Struktur benötigt weniger Energie, steigert also den Wirkungsgrad bei gleicher Existenz (Merkmal: gesteigerte Effizienz; Beispiel: der Putzerfisch).
- b) Bei gleichem Energieaufwand kann ein höheres Organisiertheitsniveau erzielt werden (Merkmal: höherer Effekt; Beispiel: Entwicklungsland in der Globalisierung).
- c) Ein höheres Organisiertheitsniveau wird erreicht, welches sich zudem durch einen besseren Wirkungsgrad auszeichnet (Merkmal: gesteigerte Effizienz und höherer Effekt; Beispiel: Verpuppung der Raupe im Kokon).

Alle drei genannten Arten von Höherorganisiertheit erfordern eine interne Strukturveränderung, wie sie bei dissipativen Strukturen im Wechsel des Ordnungszustands vorkommen. Die folgende Abbildung zeigt das Verhältnis der drei Möglichkeiten bzgl. des Energiehaushalts (Abb. 5.3).

Zusammengefasst können dissipative Strukturen an den folgenden Kriterien klassifiziert werden:

- a) Ein Phänomen neigt zur Entropie als zur Zerstreuung.
- b) Es existiert die Möglichkeit für das Phänomen durch die Zuführung von Energie bzw. Materie seine Struktur zu halten bzw. eine neue, höher entwickelte Struktur anzunehmen.
- c) Das Phänomen zeichnet sich durch energetische Offenheit und informationelle Geschlossenheit aus.
- d) Eine Höherentwicklung geschieht in den skizzierten Zuständen obiger Abbildung.
- e) Wird die Zuführung von Materie und Energie eingestellt, nähert sich die Struktur dem Wärmetod (thermodynamisches Gleichgewicht).

¹¹ Vgl. [Capr96], S. 203–211.

Abb. 5.3 Energiehaushalt

Dissipative Strukturen bilden also die Grundstruktur aller lebenden Systeme¹² und sind somit genau das Phänomen, welches wir suchen. Es ist ja auch nahe liegend, dass nur dynamische Phänomene miteinander kooperieren können, denn statische Phänomene – seien sie auch als System organisiert – haben nicht die Möglichkeit, einen Weg zur Kontaktaufnahme zu beschreiten. Das Problem war es bloß eine Beschreibung zu finden, wie sich diese dynamischen Phänomene beschreiben lassen. Allgemein können wir also diese dissipativen Strukturen als grundlegenden Akteur in einer Kooperation verstehen. Allerdings müssen wir uns noch die Frage stellen, warum eine solche dissipative Struktur mit einer anderen ein ganz bestimmtes Interaktionsverhältnis aufnehmen sollte ... und dessen Interaktionsmuster dann letztlich wirklich „Kooperation“ genannt werden darf. Dazu bieten sich uns zwei Punkte an, die wir jetzt untersuchen sollten: Aus der Behauptung, dass dissipative Strukturen die Grundform des Lebens sind, sollten wir einstweilen

- dem Begriff „Leben“ auf den Grund gehen und uns dann damit beschäftigen,
- was diese Lebensphänomene dazu treibt, sich weiterzuentwickeln.

5.1.2 Leben als dissipative Struktur

In der Philosophie ist Leben das Wesen des Organischen. In der Antike ist der Begriff gleich bedeutend mit der Fähigkeit, sich selbst zu bewegen. Antreibende Kraft hierfür ist die Seele oder wie Platon es nennt: Das Lebende ist mit Selbstbewegung begabt.¹³ Platon war wohl der erste, der den Lebensbegriff im philosophischen Sinnen betrachtete und ihn – basierend auf purer Naturbeobachtung – mit dem Begriff der Selbstbewegung faszinierend nahe an den der dissipativen Struktur stellte. Aristoteles unterscheidet drei verschiedene Arten von Leben, die er

¹² Vgl. [Capr96], S. 220.

¹³ [Ritt80], S. 53.

hierarchisch anordnet und den Lebewesen zuordnet: Auf der untersten Stufe steht das vegetative Leben der Pflanzen, darauf folgt das sensitive Leben der Tiere, auf der obersten Stufe befindet sich das geistig-seelische Leben des Menschen.¹⁴ Wobei er allerdings auch das Denken als Leben bezeichnet. Während im Mittelalter der Begriff stark durch religiöses Gedankengut geprägt wurde, lösten sich die Strömungen um das 17. Jahrhundert etwas davon ab und die Erklärungen tendierten in die Richtung des Leib-Seele-Problems (z. B. Descartes und Spinoza). Der Cartesianer Clauberg unterschied die Bewegung der Wärme und das Handeln, welches ihm die Möglichkeit gab, zwischen geistigem und körperlichem Leben zu unterscheiden: Die Existenz des Denkens ist das Denken selbst; das Denken ist Leben als Vollzug des Denkens. Leben besteht in handelndem Vollzug.¹⁵ Wenn wir allerdings diese Ansätze vor unseren heutigen Kenntnissen der Neurologie betrachten und erkennen, dass „Denken“ letztlich auch nichts weiter ist als Energieaustausche zwischen Neuronen, so bricht dieser Ansatz in sich zusammen¹⁶. Eine andere historische Vorstellung besagte, dass Leben sich aus Unbelebtem immer wieder neu bildet, zum Beispiel in einem Heu-Wasseraufguss. Diese Theorie wurde als Urzeugung bezeichnet. Louis Pasteur konnte dieses experimentell widerlegen. In der Neuzeit entwickeln sich zwei (bzw. drei) gegensätzliche Grundauffassungen:¹⁷

- Mechanismus: Leben lässt sich allein aus den Gesetzmäßigkeiten der Bewegung der Materie vollständig erklären (siehe auch: Materialismus und Physikalismus).
- Vitalismus: Leben kommt nur den organischen Erscheinungsformen zu und unterscheidet sich qualitativ von anorganischen Erscheinungsformen: Alles Lebendige zeichnet sich durch eine zielgerichtet formende Lebenskraft (*vis vitalis*) aus (siehe auch: Idealismus).
- Der Organismus kann als Synthese dieser beiden Ansätze angesehen werden: Lebensvorgänge lassen sich zwar durch die Prinzipien der Physik und Chemie erklären. Lebewesen besitzen aber auch Eigenschaften, die unbelebte Materie nicht aufweist. Dies sind emergente Eigenschaften, die sich einerseits aus der Komplexität von Lebewesen, andererseits durch die besondere Rolle ihres genetischen Programms ergeben.

Lange Zeit wurde die Auffassung in der Biologie vertreten, dass im Zellsaft, im Protoplasma, diese besondere Lebenskraft stecken würde. In Anlehnung an religiöse Vorstellungen wurde angenommen, dass es ‚belebte‘ und ‚unbelebte‘ Materie gebe. Diese Vorstellung spiegelt sich noch in der Wortwahl „organische Chemie“ und „anorganische Chemie“ wider. Heute ist jedoch bekannt, dass jede organische Substanz aus anorganischen Bestandteilen hergestellt werden kann (erstmal: Harnstoffsynthese durch Friedrich Wöhler), und so lässt sich die Entstehung von Leben auch als chemisches Phänomen beschreiben. Nach Ernst Mayr ist der Begriff „Leben“

¹⁴ Vgl. Wikipedia zu „Leben“.

¹⁵ [Ritt80], S. 66.

¹⁶ Siehe dazu auch im Anhang der Artikel von Nida-Rümelin zur Freiheit des Willens.

¹⁷ Vgl. Wikipedia zu „Leben“.

nur der zum Ding gemachte Vorgang „Leben“ und existiert nicht als selbstständige Entität.¹⁸

Ein kleiner Exkurs „Das lebendige Feuer“: Von je her ist Feuer auch ein Symbol für Leben. Eine naturwissenschaftliche Erklärung wäre: Es hat einen Stoffwechsel, welcher grundsätzlich derselbe ist wie bei vielen Lebewesen, nämlich die Oxidation von Kohlenwasserstoff-Verbindungen zu Kohlendioxid, wobei Energie in Form von Wärme entsteht. Es „wächst“ und „pflanzt“ sich fort, solange es „genährt“ wird. Es reagiert auf äußere Einflüsse.

Charakteristika eines Lebewesens

Die moderne Biologie liefert uns eine Menge von Merkmalen, die allen Lebewesen auf der Erde gemeinsam sind und sie gegenüber den unbelebten Systemen scharf abgrenzen lassen.

- Aus artfremden Substanzen werden arteigene Substanzen in einem internen Prozess erzeugt. Über die Verstoffwechselung wächst oder schrumpft das Individuum und steht so in einer Balance zwischen „Leben und Tod“.
- Individualität und Ganzheitlichkeit: Das „Lebewesen“ grenzt sich durch eine äußere Hülle von seiner Umwelt ab. So kann „Zugehörigkeit“ als Grenzmerkmal im Sinne Spencer-Browns zur Abgrenzung von Innen und Außen eines Systems oder Organismus verstanden werden.
- Fortpflanzung und Entwicklung: Lebende Individuen pflanzen sich fort. Dabei entsteht durch den Fortpflanzungsprozess aus bestehenden Individuen heraus das neue Individuum, welches in gleicher Struktur aufgebaut sein wird. Daher wird von identischer Replikation gesprochen. Leichte Veränderungen werden als Mutationen bezeichnet. Hierin liegt die Fähigkeit zur Evolution begründet.
- Reizbeantwortung: Lebewesen reagieren sensitiv auf Veränderungen in der Umwelt. Gewohnte Strukturen passen nicht mehr auf neue Anforderungen, die die Umwelt stellt. Daher müssen die Strukturen angepasst werden.
- Beweglichkeit: In der Zelle finden bei allen Lebewesen gerichtete Massenbewegungen statt. Dies gilt auch für solche Lebewesen, die sich äußerlich scheinbar nicht bewegen. Diese Bewegungen stehen in enger Verbindung zum Reiz. Reagiert ein Lebewesen sensitiv auf einen wie auch immer gearteten Reiz aus der Umwelt, so folgen kurzfristig innere Bewegungen und langfristig Strukturveränderungen durch Anpassung. Das Lebewesen ist ein instabiles, offenes System. Nur durch Zuführung von Energie, also: Nahrung von außen, kann es im stabilen Bereich im regelungstechnischen Sinn gehalten werden. Veränderungen entstehen über Generationen durch Mutation und Selektion.
- Informationsgehalt: Alles individuelle Leben verläuft nach einem „Plan“. Dieser Plan liegt im genetischen Code der Zelle. Komplexere Lebensformen bestehen aus einer Vielzahl von Zellen und schließlich Organen, deren jeweilige Einzel-funktionen sich über einen speziellen, aber eingegrenzten Bereich erstrecken. Die Autonomie der Zelle wird im vielzelligen Organismus einer Hierarchie von Regelungsprinzipien unterworfen. Wesentlich ist dabei, dass die Regelungsprinzipien alle zielgerichtet verlaufen und alle Zellen den gleichen genetischen Code

¹⁸ ebd.

oder die gleichen Erbinformationen tragen. Alle Zellen enthalten die gleiche Grundlage und werden über Datenkanäle (z. B. Nerven) mit Informationen versorgt. Ein neuronales Netz stellt das Kanalsystem dar und verbindet damit jede Zelle mit jeder anderen.

- „Intelligenz“: Hat ein Individuum die komplexe Fähigkeit Leistungen zu erbringen, die durch spontanes Erfassen (Kognition) in neuen Situationen gekennzeichnet sind, so spricht man von Intelligenz. Wichtige Einzelfähigkeiten sind dabei Abstraktionsfähigkeit, Kombinationsfähigkeit, intellektuelle Beweglichkeit, schlussfolgerndes Denken, Auffassungsgabe, Gedächtnis und Kommunikationsfähigkeit. Intelligentes Leben ist somit eine Unterklasse von „Leben“ im Allgemeinen.

Die obige Auflistung bietet uns sicherlich eine gute Anschauung für Kriterien, die ein Lebewesen kennzeichnen – damit sind sie sicherlich für lebende Objekte (!) gut geeignet, aber sie vernebeln ein wenig den Blick auf „Leben“ als ein Phänomen.¹⁹ Dies ist auch die Kritik der Biophilosophie, der wir uns hier m. E. anschließen sollten.²⁰ Die Beschreibung, die für unser Vorhaben einer abstrakten Definition noch gut herangezogen werden kann ist, die von L. v. Bertalanffy:

Die Eigenschaft, ein offenes System zu sein und sich im Fließgleichgewicht zu befinden, ist das primäre Kennzeichen des Lebenden, das die organischen Grundphänomene Stoff- und Energiewechsel, Reizerscheinung, Formwechsel, Aktivität und Äquifinalität zur Folge hat.²¹

„Leben“ und „Intelligenz“ sind Begriffe, mit denen sich auch weitere Wissenschaften beschäftigen, deren Gehalt an dieser Stelle aber nur gestreift werden kann. In einer technischen Ausrichtung sind die neuronalen Netze zu nennen – z. B. Rojas. In einer ähnlichen Ausrichtung sind vor allem Humberto Maturana und Francisco Varela zu würdigen, die sich mit der Biologie der Kognition beschäftigen. D. h. es wird nicht nur die Frage bearbeitet, was Kognition ist, sondern vielmehr das biologische Problem der Funktionsweise von Kognition. Dabei finden wir den Schlüsselschluss zwischen der Philosophie und Naturwissenschaft. Die Biologie der Kognition in neuronalen Netzen wird ausgerichtet an Repräsentationen. Damit lässt sich auch über die Grundlagen der Kognition diskutieren: z. B. im Sinne Kants, dass das „Ding an sich“ nicht erkennbar sei, oder im Sinne Glasersfelds, dass Erkenntnis vor allem zum Aufbau mentaler Ordnung dient, also Konstruktion sei.

Die gesamte Geschichte um den Begriff „Leben“ schwankt immer zwischen den beiden Polen eines rein mechanischen Phänomens der (Selbst-)Bewegung über Ansichten eines absoluten Seins oder der Existenz eines „Geistes“ bis hin zur metaphysischen Erklärung mit göttlichem Prinzip. Auf unserer Suche nach demjenigen, der ein Akteur in einer Kooperation sein kann, ist die Beantwortung dieses Problems einstweilen aber auch nicht wichtig. Es reicht, dass wir den Akteur als

¹⁹ Hier liegt z. B. der Streit begraben, dass es sich nach diesen Kriterien nicht eindeutig erklären lässt, ob Viren nun Lebewesen sind oder nicht.

²⁰ [Ritt80], S. 130 f.

²¹ ebd., zitiert aus [Bert32].

Kooperation und Wertschöpfung
Mit Beispielen aus der Produktentwicklung und
unternehmensübergreifenden Logistik
Krüger, J.
2012, XV, 498 S. 210 Abb., Hardcover
ISBN: 978-3-642-21790-6