

# Revision unter endlichen Bedingungen

## Eine Theorie der Modelltransformation in der Epistemik

### Abstract

Dieses Paper entwickelt Revision als eigenständige epistemische Grundoperation des Modellmanagements unter endlichen Bedingungen. Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass wissenschaftliche Rationalität nicht angemessen beschrieben werden kann, wenn man nur Stabilisierung, Falsifikation, Suche oder vollständigen Modellwechsel betrachtet. Zwischen dem vorläufigen Erhalt eines Modells und seinem vollständigen Ersatz liegt ein Feld geregelter Transformationen, das im vorliegenden Beitrag begrifflich und systematisch als Revision bestimmt wird. Revision bezeichnet die regelgeleitete Umformung eines Modells oder Modellzusammenhangs unter Bedingungen steigender Friktion, sinkender Geltung, wachsender Kosten oder zunehmender Domänenkonflikte.

Das Paper arbeitet die strukturelle Stellung der Revision innerhalb der Epistemik heraus und grenzt sie von benachbarten Operationen wie Falsifikation, Suche und bloßer Stabilisierung ab. Darauf aufbauend entwickelt es eine Typologie lokaler, struktureller, domänenbezogener und globaler Revision. Zudem bestimmt es typische Auslöser von Revision, formuliert Kriterien rationaler Revision und analysiert zentrale Fehlformen, darunter unterlassene, verspätete, kosmetische und disproportionale Revision sowie revisionsblockierende Ontologisierung.

Die zentrale These lautet, dass Revision die vermittelnde Transformationsoperation zwischen Friktion, Falsifikation und Suche bildet. Friktion signalisiert Belastung, Falsifikation markiert Geltungsverlust, Suche eröffnet den Raum möglicher Alternativen, Revision organisiert die tatsächliche Umformung des Modells. Damit zeigt das Paper, dass wissenschaftliche Rationalität unter endlichen Bedingungen nicht nur in Stabilisierung, Kritik und Exploration besteht, sondern ebenso in der kontrollierten Fähigkeit zum Übergang bestehender Modellordnungen.

### Keywords

Epistemik, Revision, Modellrevision, wissenschaftliche Modelle, Friktion, Falsifikation, Suche, Modellmanagement, endliche Bedingungen, Domänen, epistemische Kosten, Ontologisierung

Stefan Rapp

Independent Researcher

Last revised: 10 March 2026

<https://orcid.org/0009-0004-0847-9164>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18935786>

Epistemics Project: <https://www.epistemics.de>

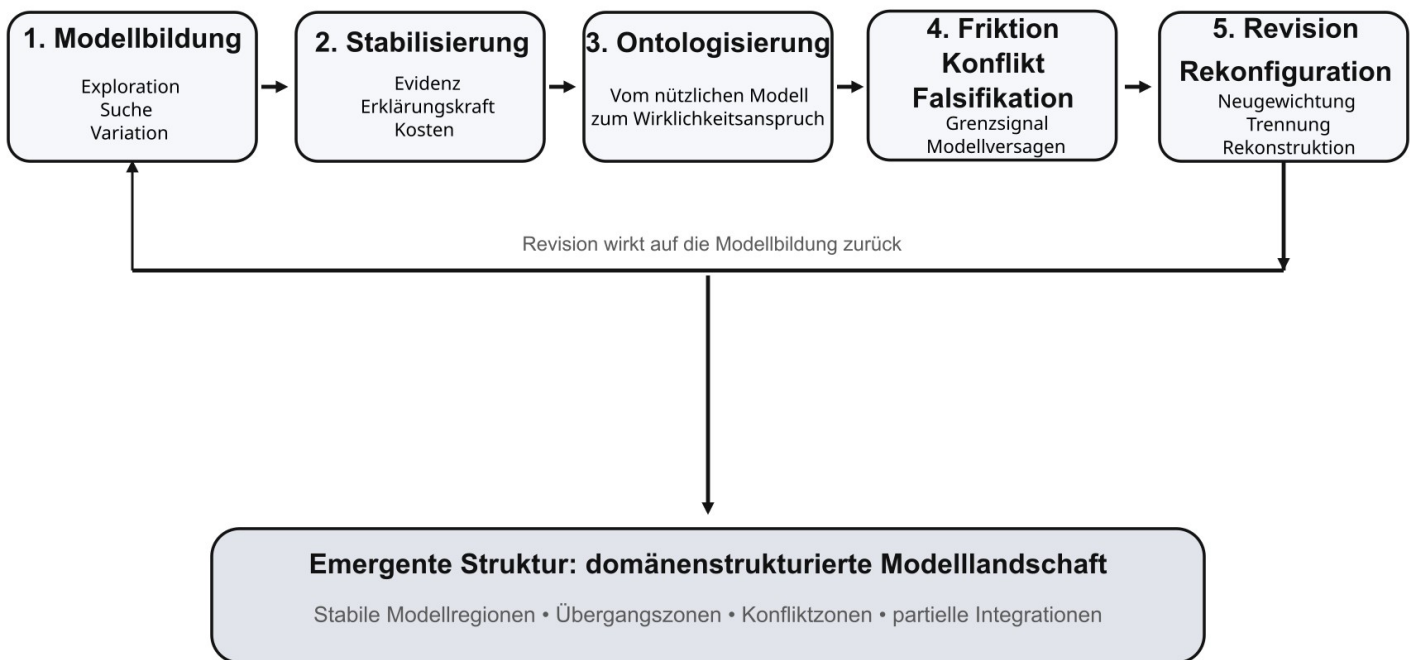
© 2026 Stefan Rapp — Licensed under CC BY-NC-ND 4.0

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Problemstellung und Ziel des Papers.....                                     | 4  |
| 2. Die strukturelle Stellung der Revision in der Epistemik.....                 | 7  |
| 3. Was Revision ist.....                                                        | 10 |
| 4. Auslöser von Revision.....                                                   | 13 |
| 5. Formen der Revision.....                                                     | 16 |
| 5.1 Lokale Revision.....                                                        | 16 |
| 5.2 Strukturelle Revision.....                                                  | 17 |
| 5.3 Domänenbezogene Revision.....                                               | 17 |
| 5.4 Globale Revision.....                                                       | 18 |
| 5.5 Verhältnis der vier Revisionsformen.....                                    | 19 |
| 6. Kriterien rationaler Revision.....                                           | 20 |
| 7. Revision, Friktion, Falsifikation und Suche.....                             | 23 |
| 8. Fehlformen der Revision.....                                                 | 26 |
| 9. Beispiel: Revision als domänenbezogene und strukturelle Reorganisation.....  | 29 |
| 10. Revision als Grundoperation des Modellmanagements.....                      | 30 |
| Literatur.....                                                                  | 31 |
| Appendix A: Didaktische Veranschaulichungen für Lehre und Erstorientierung..... | 32 |

# Epistemik – Dynamik wissenschaftlicher Modellsysteme

Modellbildung, Stabilisierung, Ontologisierung, Friktion, Falsifikation, Revision



Das Diagramm bietet einen schematischen Überblick über die Kerndynamik wissenschaftlicher Modellsysteme im Sinne der Epistemik. Im Kontext dieses Papers dient es insbesondere dazu, die Stellung der Revision innerhalb des Zusammenhangs von Modellbildung, Stabilisierung, Ontologisierung, Friktion und Falsifikation zu verorten.

# 1. Problemstellung und Ziel des Papers

Wissenschaft operiert nicht unter idealen, sondern unter endlichen Bedingungen. Modelle entstehen, werden geprüft, stabilisiert, belastet, angepasst und gegebenenfalls ersetzt, ohne dass zu irgendeinem Zeitpunkt unbegrenzte kognitive, methodische, empirische oder institutionelle Ressourcen zur Verfügung stünden. Eine Theorie wissenschaftlicher Rationalität muss daher nicht nur erklären, wie Modelle gebildet oder verworfen werden, sondern auch, wie sie unter Belastung transformiert werden.

Genau an diesem Punkt liegt eine systematische Lücke vieler wissenschaftstheoretischer Darstellungen. Entweder rückt die Stabilisierung bestehender Modelle in den Vordergrund, oder der Fokus liegt auf ihrer Falsifikation, ihrem Ersatz oder der Suche nach Alternativen. Weniger klar bestimmt ist die Frage, wie der Übergang zwischen diesen Zuständen epistemisch zu fassen ist. Wissenschaftliche Praxis besteht jedoch in vielen Fällen weder in bloßer Modelltreue noch in vollständigem Modellbruch, sondern in geregelten Formen der Revision. Modelle werden umgebaut, eingegrenzt, umstrukturiert, ergänzt oder in Teilbereichen aufgegeben, ohne dass damit notwendig sofort ein vollständiger Paradigmenwechsel verbunden wäre.

Der vorliegende Zugriff steht damit in einem Feld, das bereits durch unterschiedliche Modelle wissenschaftlichen Wandels geprägt ist, dessen operative Mitte jedoch nur teilweise explizit gefasst wird. Popper macht mit der Falsifikation den Geltungsverlust von Modellen sichtbar, bestimmt aber nicht genauer die abgestuften Umbauprozesse zwischen lokalem Scheitern und vollständiger Verwerfung (Popper 2002). Kuhn zeigt, dass wissenschaftliche Ordnungen in Krisenphasen tiefgreifend umstrukturiert werden können, richtet den Blick jedoch vor allem auf makrohistorische Umschläge und weniger auf kontrollierte Reorganisationen innerhalb fortbestehender Modellzusammenhänge (Kuhn 2012).

Lakatos beschreibt die Modifikation von Forschungsprogrammen, fasst diese Veränderungen aber nicht als allgemeine epistemische Grundoperation proportionierter Modellumformung (Lakatos 1978). Laudan betont die Reorganisation wissenschaftlicher Praxis im Horizont von Problemlösung, arbeitet jedoch Revision nicht als eigenständige Vermittlungsoperation zwischen Belastung, Geltungsverlust, Suchbewegung und Umbau aus (Laudan 1977). Wimsatt schließlich macht die Lage endlicher Erkenntnissubjekte sichtbar, die nur stückweise, robust und unter begrenzten Ressourcen operieren, entwickelt daraus aber keine eigenständige Theorie der Revision als kontrollierter Transformationsleistung von Modellen (Wimsatt 2007).

Das vorliegende Paper knüpft an diese Debatten an, setzt aber genau an dieser offenen Stelle an. Es behandelt Revision nicht als Randfall von Fortschritt, Falsifikation, Paradigmenwechsel oder Problemlösung, sondern als eigenständige epistemische Operation, durch die Modelle unter Belastung kontrolliert umgeformt werden.

Im Rahmen der Epistemik ist dieser Befund besonders wichtig. Die Grundidee, dass wissenschaftliche Modellführung nicht nur Stabilisierung und Verwerfung, sondern auch geregelte Anpassung umfasst, ist im Forschungsprogramm bereits angelegt. Das Basispaper bestimmt Wissenschaft als Management von Modellen unter endlichen Bedingungen und macht damit sichtbar, dass Modelle unter Belastung nicht einfach unverändert fortgeführt oder vollständig aufgegeben werden. Auch die bisherigen Teilpapiere setzen diese Beweglichkeit voraus. Was bislang jedoch fehlt, ist keine erste Erwähnung von Revision, sondern ihre eigenständige systematische Ausarbeitung. Unterbestimmt bleiben bislang ihre genaue Stellung im Operationsgefüge der Epistemik, ihre typischen Auslöser, ihre unterschiedlichen Reichweiten, ihre Rationalitätskriterien und ihre Fehlformen. Genau diese Lücke bearbeitet das vorliegende Paper.

Dieses Paper schließt diese Lücke nicht durch die erstmalige Einführung von Revision, sondern durch ihre eigenständige systematische Ausarbeitung. Es entwickelt Revision als spezifische epistemische Grundoperation des Modellmanagements. Gemeint ist die regelgeleitete Umformung eines Modells oder Modellzusammenhangs unter Bedingungen steigender Friktion, sinkender Geltung, wachsender Kosten oder zunehmender Domänenkonflikte. Der Beitrag des Papers besteht damit darin, Revision nicht nur implizit vorauszusetzen, sondern ihre Operationslogik ausdrücklich zu bestimmen.

Die zentrale These des Papers lautet, dass Revision die vermittelnde Transformationsoperation zwischen Friktion, Falsifikation und Suche bildet. Friktion signalisiert Belastung, Falsifikation markiert Geltungsverlust, Suche eröffnet den Raum möglicher Alternativen. Revision organisiert den Übergang zu einer modifizierten Modellordnung. Ohne eine explizite Theorie der Revision bleibt die Epistemik daher nicht nur ergänzungsbedürftig, sondern im Kern transformatorisch unvollständig.

Der begriffliche Rahmen des vorliegenden Textes folgt dem Basispaper der Epistemik. Die dort eingeführten Grundbegriffe, insbesondere Modell, Geltung, Domäne, Stabilisierung, Kosten und Friktion, werden hier vorausgesetzt. Das vorliegende Paper knüpft an diesen Begriffskanon an und präzisiert innerhalb dieses Rahmens spezifisch den Begriff der Revision.

### **Begrifflicher Rahmen dieses Papers**

Für das vorliegende Paper sind vor allem die folgenden revisionsspezifischen Bestimmungen leitend. Revision bezeichnet die regelgeleitete Umformung eines Modells oder Modellzusammenhangs unter epistemischem Druck. Lokale Revision betrifft begrenzte Elemente eines Modells, ohne seine Grundarchitektur wesentlich zu verändern. Strukturelle Revision greift in zentrale Relationen, Übergänge oder Organisationsprinzipien des Modells ein. Domänenbezogene Revision betrifft die Neubestimmung des Geltungsbereichs eines Modells. Globale Revision liegt dort vor, wo die bisherige Modellordnung in ihrer Grundarchitektur nicht mehr tragfähig fortgeführt werden kann und umfassend reorganisiert oder ersetzt werden muss.

Leitend ist dabei das Prinzip der Revisionsproportion. Die Reichweite der gewählten Umformung muss zur Struktur des Problems passen. Damit dient dieser Rahmen zunächst nur der begrifflichen Vororientierung. Die systematische Ausarbeitung der einzelnen Revisionsformen, ihrer Auslöser, Rationalitätskriterien und Fehlformen erfolgt in den folgenden Kapiteln.

Die im vorliegenden Text entwickelte Revisionstheorie ist dabei nicht auf Wissenschaft im engen Sinn beschränkt. Sie wird hier an wissenschaftlichen Modellen ausgearbeitet, weil wissenschaftliche Praxis den besonders expliziten, methodisch kontrollierten und institutionell verdichteten Fall epistemischer Modellführung darstellt. Revision betrifft jedoch allgemeiner die Fähigkeit eines Erkennungssystems, auf Belastung, Geltungsverlust, Reichweitenprobleme und innere Spannungen mit kontrollierter Reorganisation zu reagieren. Wissenschaft erscheint in diesem Sinn nicht als Ursprungsort der Revision, sondern als besonders ausgearbeitete Sonderform einer allgemeineren epistemischen Grundoperation.

Das Ziel des Papers besteht in vier Schritten. Erstens wird die strukturelle Stellung von Revision innerhalb der Epistemik bestimmt. Zweitens wird Revision begrifflich von benachbarten Operationen abgegrenzt. Drittens wird eine Typologie unterschiedlicher Revisionsformen entwickelt. Viertens werden Kriterien rationaler Revision unter endlichen Bedingungen formuliert und von typischen Fehlformen unterschieden.

Das Paper verfolgt damit keine historische Rekonstruktion konkreter Wissenschaftsentwicklungen und auch keine allgemeine Theorie des Fortschritts. Sein Ziel ist enger und systematischer. Es geht darum, Revision als eigenständige Operation des Modellmanagements sichtbar zu machen und damit die transformatorische Dimension wissenschaftlicher Rationalität explizit zu fassen. Die Leitfrage lautet entsprechend: Unter welchen Bedingungen, in welchen Formen und nach welchen Kriterien werden wissenschaftliche Modelle rational revidiert, wenn man Wissenschaft als Management von Modellen unter endlichen Bedingungen versteht?

## 2. Die strukturelle Stellung der Revision in der Epistemik

Innerhalb der Epistemik kann Revision nicht als bloß nachgeordneter Spezialfall behandelt werden. Sie gehört vielmehr zur inneren Funktionslogik wissenschaftlichen Modellmanagements selbst. Sobald Wissenschaft nicht als lineare Annäherung an eine vollständig verfügbare Wirklichkeit, sondern als Umgang mit Modellen unter endlichen Bedingungen verstanden wird, wird deutlich, dass Stabilisierung und Verwerfung allein nicht ausreichen, um wissenschaftliche Praxis angemessen zu beschreiben. Zwischen dem vorläufigen Erhalt eines Modells und seinem vollständigen Ersatz liegt ein breites Feld geregelter Transformationen. Genau dieses Feld bezeichnet Revision.

Im Basispaper der Epistemik wird Wissenschaft als Management von Modellen unter endlichen Bedingungen bestimmt. Modelle erscheinen dort nicht als bloße Abbilder einer unabhängig vollständig verfügbaren Welt, sondern als funktionale Strukturen, mit deren Hilfe dynamische Komplexität reduziert, Orientierung ermöglicht und Belastung bearbeitet wird. Bereits dieser Ausgangspunkt macht deutlich, dass wissenschaftliche Rationalität nicht in einer einfachen Alternative zwischen Bewahrung und Verwerfung aufgeht. Wo Modelle unter endlichen Bedingungen geführt werden, entstehen notwendig Situationen, in denen bestehende Ordnungen weder unverändert festgehalten noch vollständig aufgegeben werden können. Genau an dieser Stelle wird eine eigenständige Transformationsoperation erforderlich. Revision ist daher nicht bloß ein nachträglicher Spezialfall, sondern eine innere Konsequenz des Grundansatzes selbst: Wenn Modellführung unter Druck steht und dennoch nicht in bloßem Bruch enden soll, muss es eine regelgeleitete Form des Umbaus geben.

Diese Grundperspektive steht zudem in deutlicher Nähe zu Wimsatts Überlegungen zu Erkenntnis unter Bedingungen begrenzter kognitiver und methodischer Reichweite (Wimsatt 2007). Wo endliche Erkenntnissubjekte nicht auf vollständige, einheitliche und unmittelbar verfügbare Weltzugänge zurückgreifen können, gewinnen robuste, stückweise und revidierbare Modellordnungen besondere Bedeutung. Das vorliegende Paper schließt daran an, radikalisiert den Punkt jedoch in operativer Hinsicht. Es fragt nicht nur, warum Erkenntnis unter endlichen Bedingungen auf partielle und belastbare Ordnungen angewiesen ist, sondern wie deren Umbau unter Druck selbst als eigenständige epistemische Operation zu bestimmen ist.

Ihre strukturelle Bedeutung wird noch deutlicher, wenn man die bereits vorliegenden Teilpapiere der Epistemik zusammennimmt. Das Ontologisierungspaper zeigt, wie Modelle ihren Konstruktionscharakter verdecken und dadurch gegen Umbau abgeschirmt werden können. Das Friktionspaper bestimmt Friktion als Grenzsignal endlicher Tragfähigkeit. Das Falsifikationspaper präzisiert unterschiedliche Formen des Geltungsverlusts. Das Suchpaper beschreibt die Öffnung und Strukturierung des Möglichkeitsraums. In all diesen Arbeiten sind damit Voraussetzungen einer Revisionstheorie bereits vorhanden. Was jedoch noch fehlt, ist ihre ausdrückliche systematische Bündelung in einer eigenen Operationsform. Revision bezeichnet genau diese Stelle: nicht bloß Belastung, nicht bloß Geltungsverlust, nicht bloß Alternativsuche, sondern die geregelte Transformation, in der auf solche Lagen tatsächlich mit Umbau reagiert wird. Dadurch erhält sie innerhalb der Epistemik den Status einer eigenständigen Scharnieroperation.

Das Friktionspaper macht deutlich, dass steigende Belastung allein noch keine epistemische Reaktion organisiert. Friktion signalisiert, dass die Aufrechterhaltung eines Modells, seiner Übergänge oder seines Geltungsanspruchs wachsende Last erzeugt, entscheidet aber nicht, wie darauf zu antworten ist. Genau an dieser Stelle wird Revision notwendig. Sie ist die Operation, die auf Friktion reagiert, indem sie prüft, ob lokale Anpassungen genügen, struktureller Umbau erforderlich wird, die Domäne neu zugeschnitten werden muss oder ein globaler Modellwechsel ansteht.

Das Falsifikationspaper präzisiert diese Lage weiter. Dort wird zwischen kontextueller und globaler Falsifikation unterschieden. Ein Modell kann in bestimmten Kontexten scheitern, ohne insgesamt aufgegeben werden zu müssen, oder es kann in seiner globalen Tragfähigkeit kollabieren. Diese Unterscheidung ist für die Revision zentral. Denn Falsifikation ist nicht identisch mit Revision, sondern bildet einen ihrer möglichen Auslöser. Ein kontextueller Geltungsverlust kann zu lokaler oder domänenbezogener Revision führen. Ein globaler Geltungsverlust kann globale Revision oder Modellersatz erzwingen. Ohne Revisionsbegriff bleibt jedoch unklar, wie genau der Übergang vom diagnostizierten Geltungsproblem zur tatsächlichen epistemischen Umorganisation verläuft.

Gerade hier zeigt sich auch eine Nähe und Differenz zu Laudans problemlösungsorientierter Sicht wissenschaftlichen Wandels (Laudan 1977). Laudan macht plausibel, dass wissenschaftlicher Fortschritt weder angemessen als bloße Falsifikationsgeschichte noch als reine Abfolge von Revolutionen verstanden werden kann, sondern wesentlich mit der Bearbeitung von Problemen zusammenhängt. Das vorliegende Paper knüpft an diese Einsicht an, verschiebt den Akzent jedoch. Es fragt nicht primär nach Fortschritt als solchem, sondern nach der eigenständigen epistemischen Operation, durch die auf Belastung, Geltungsverlust, Kostensteigerung oder Domänenkonflikte mit kontrollierter Modellumformung reagiert wird.

Eine ähnliche Differenz gilt gegenüber Lakatos. Lakatos beschreibt die Modifikation von Forschungsprogrammen und macht damit sichtbar, dass wissenschaftliche Ordnungen nicht nur in abrupten Brüchen, sondern auch in gestufter Veränderung fortgeführt werden können (Lakatos 1978). Der hier entwickelte Revisionsbegriff setzt jedoch allgemeiner an. Er betrifft nicht nur die Dynamik ganzer Forschungsprogramme, sondern die proportionierte Umformung von Modellen und Modellzusammenhängen auf unterschiedlichen Reichweitenstufen. Revision erscheint damit nicht bloß als Sonderfall programmatischer Verschiebung, sondern als eigenständige Transformationsoperation des Modellmanagements.

Das Suchpaper ergänzt diese Architektur um den explorativen Pol. Suche öffnet und strukturiert den Raum möglicher Alternativen. Sie ist notwendig, wenn vorhandene Modelle an Grenzen stoßen oder neue Konfigurationsmöglichkeiten erschlossen werden müssen. Doch auch Suche ist noch nicht Revision. Suche erzeugt Variation, Vergleichsmöglichkeiten und neue Kandidaten. Revision entscheidet, wie diese Möglichkeiten in eine konkrete Umbauform überführt werden. Man kann daher sagen: Suche produziert den Möglichkeitsraum, Revision organisiert die Transformation im Lichte dieses Raums.

Aus dieser Stellung ergibt sich, dass Revision innerhalb der Epistemik die operative Verbindung zwischen mehreren Kernmechanismen bildet. Sie verknüpft Stabilisierung mit Umbau, Friktion mit Reaktion, Falsifikation mit Reorganisation und Suche mit konkreter Modelltransformation. Ohne Revision bliebe die epistemische Architektur unvollständig. Auf der einen Seite stünden Diagnosebegriffe wie Friktion und Falsifikation, auf der anderen Seite Strukturbegriffe wie Modell, Domäne und Suche. Es fehlte dann gerade die Operationsform, in der aus diagnostischem Druck und explorativer Öffnung eine geregelte Umformung des Modells wird.

Revision hat deshalb in der Epistemik eine Scharnierfunktion. Gerade darin unterscheidet sie sich auch von Beschreibungen wissenschaftlichen Wandels, die primär auf Krisenumschläge oder forschungsprogrammatische Verschiebungen im größeren Maßstab zielen (Kuhn 2012; Lakatos 1978). Sie ist weder bloße Folge eines Defekts noch bloße technische Nachbesserung. Sie ist die Form, in der ein System wissenschaftlicher Modellführung seine eigene Anpassungsfähigkeit unter endlichen Bedingungen realisiert. Gerade weil Ressourcen begrenzt sind, kann nicht jede Friktion durch totalen Neuaufbau beantwortet und nicht jede Stabilität unbegrenzt konserviert werden. Revision ist die mittlere, aber keineswegs schwache Operation zwischen starrer Bewahrung und vollständigem Bruch. Sie erlaubt es, Tragfähigkeit zu erhalten, ohne Blindheit gegenüber Belastung zu erzwingen, und Veränderung zu vollziehen, ohne die gesamte Modellordnung vorschnell zu destabilisieren.

Damit lässt sich ihre strukturelle Stellung präzise bestimmen: Revision ist in der Epistemik die zentrale Transformationsoperation des Modellmanagements. Sie setzt dort ein, wo Stabilisierung unter Druck gerät, Falsifikation wirksam wird, Friktion ansteigt oder der Suchraum neue tragfähigere Möglichkeiten eröffnet. Ihre Funktion besteht darin, unter endlichen Bedingungen den Übergang von einer gegebenen Modellordnung zu einer modifizierten Modellordnung rational zu organisieren.

### 3. Was Revision ist

Um Revision als eigenständige Operation der Epistemik bestimmen zu können, muss sie zunächst von benachbarten Begriffen klar abgegrenzt werden. Im alltäglichen Sprachgebrauch bezeichnet Revision oft ganz allgemein eine Überarbeitung, Korrektur oder Neubewertung. Für den hier entwickelten Zusammenhang ist ein präziserer Begriff erforderlich. Revision meint nicht irgendeine Veränderung eines Modells, sondern eine regelgeleitete Transformation seiner Struktur, seiner Reichweite oder seiner inneren Organisation unter Bedingungen epistemischen Drucks.

Vorläufig lässt sich Revision daher definieren als die kontrollierte Umformung eines Modells oder Modellzusammenhangs in Reaktion auf Friktion, Geltungsprobleme, Kostensteigerungen oder Domänenkonflikte, mit dem Ziel, seine Tragfähigkeit zu erhalten, wiederherzustellen oder neu zu bestimmen. Diese Bestimmung ist enger, als es der alltagssprachliche Gebrauch des Wortes nahelegt. Revision meint weder jede beliebige Korrektur noch jede bloße Reparametrisierung, sofern diese nur technische Feinjustierung ohne epistemisch relevante Umbauleistung bleibt.

Von Revision soll vielmehr erst dort gesprochen werden, wo sich die epistemisch relevante Struktur, Reichweite oder innere Organisationsweise eines Modells kontrolliert verändert. Nicht jede Nachjustierung ist bereits Revision. Revision liegt erst dann vor, wenn der Umbau über bloße technische Anpassung hinausgeht und die Weise betrifft, in der ein Modell seine Geltung, seine Domäne oder seine innere Ordnung trägt.

Der hier verwendete Begriff der Revision ist dabei nicht mit dem engeren Rahmen formaler Belief-Revision-Theorien gleichzusetzen, wie sie insbesondere in der logischen Tradition seit Alchourrón, Gärdenfors und Makinson entwickelt wurden (Alchourrón, Gärdenfors, and Makinson 1985; Gärdenfors 1988). Diese Ansätze betreffen vor allem die rationale Veränderung von Überzeugungsmengen unter Konsistenzbedingungen. Das vorliegende Paper operiert demgegenüber auf einer anderen Analyseebene. Im Zentrum stehen nicht belief sets, sondern wissenschaftliche Modelle, ihre Domänen, ihre Tragfähigkeit, ihre Kosten und ihre kontrollierte Reorganisation unter epistemischem Druck. Der gemeinsame Ausdruck „Revision“ darf daher nicht über den Unterschied der theoretischen Ebene hinwegtäuschen.

**Erstens ist Revision eine Transformation, keine bloße Reaktion.** Das ist wichtig, weil Modelle auf Belastungen in ganz unterschiedlicher Weise antworten können. Sie können verteidigt, ignoriert, symbolisch angepasst oder tatsächlich umgebaut werden. Von Revision soll nur dort gesprochen werden, wo eine Veränderung der epistemisch relevanten Modellstruktur stattfindet. Nicht jede Verteidigung eines Modells ist bereits Revision, und nicht jede sprachliche Umformulierung stellt einen echten Umbau dar.

**Zweitens ist Revision kontrolliert.** Damit ist gemeint, dass sie nicht als zufällige Drift oder bloßes Nachgeben gegenüber äußerem Druck verstanden wird, sondern als methodisch fassbare Reorganisation. Revisionen können verschieden stark, verschieden schnell und verschieden tiefgreifend ausfallen, doch sie gehören weiterhin in den Rahmen rationaler Modellführung. Ein Modell wird nicht einfach deformiert, sondern entlang bestimmter Probleme, Spannungen und Zielbedingungen umgearbeitet.

**Drittens ist Revision auf Tragfähigkeit bezogen.** Sie ist keine Selbstzweckoperation und auch kein Ausdruck allgemeiner Beweglichkeit um ihrer selbst willen. Ein Modell wird revidiert, um seine Geltung zu sichern, seine Belastung zu senken, seine Domäne angemessener zu bestimmen oder eine bessere Struktur unter den gegebenen Bedingungen zu erreichen. Revision ist daher immer funktional gerichtet. Sie ist an der Frage orientiert, wie ein Modell unter endlichen Bedingungen weitergeführt werden kann, ohne unnötige epistemische Kosten zu erzeugen.

**Viertens setzt Revision epistemischen Druck voraus.** Dieser Druck kann aus verschiedenen Quellen stammen: aus ansteigender Friktion, aus kontextueller oder globaler Falsifikation, aus struktureller Überdehnung, aus inneren Inkohärenzen oder aus dem Auftreten besserer Alternativen. Revision ist also keine beliebige kreative Variation, sondern eine Antwort auf Belastungen, die die bestehende Modellordnung nicht mehr ungebrochen tragen kann.

Von hier aus wird deutlicher, warum Revision weder mit Falsifikation noch mit Suche noch mit Stabilisierung identisch ist. Falsifikation markiert einen Geltungsverlust, legt aber noch nicht fest, wie darauf zu reagieren ist. Suche erweitert den Raum möglicher Alternativen, ohne bereits eine bestimmte Umformung zu vollziehen. Stabilisierung zielt auf Erhalt und Belastbarkeit einer Modellordnung, während Revision dort einsetzt, wo diese Ordnung unter Druck kontrolliert umgearbeitet werden muss. Gerade darin liegt der Eigenanspruch des hier entwickelten Begriffs: Revision bezeichnet die eigenständige epistemische Operation zwischen Belastungsdiagnose, explorativer Öffnung und tatsächlichem Umbau.

Man kann daher sagen: Suche ist explorativ, Stabilisierung erhaltend, Revision hingegen transformatorisch. Revision eröffnet nicht bloß Möglichkeiten und sichert nicht bloß Bestehendes, sondern organisiert die abgestufte Reorganisation eines Modells unter epistemischem Druck. Gerade deshalb darf sie weder als bloße Suchbewegung noch als bloße Stabilisierung missverstanden werden.

Schließlich ist Revision auch nicht einfach identisch mit Modellwechsel. Ein vollständiger Wechsel der Modellarchitektur ist nur ein möglicher Grenzfall von Revision. Viele wissenschaftlich zentrale Veränderungen bleiben unterhalb dieser Schwelle. Modelle werden eingeschränkt, neu kalibriert, intern umgebaut, mit Zusatzannahmen versehen, in ihrer Domäne neu bestimmt oder in Teilbereichen ersetzt. Würde man Revision nur dort ansetzen, wo ein Gesamtmodell aufgegeben wird, ginge gerade der Bereich verloren, in dem wissenschaftliche Praxis besonders häufig operiert.

Daraus ergibt sich ein engerer Begriff: Revision ist die abgestufte Reorganisation eines bestehenden Modells oder Modellzusammenhangs, ohne dass bereits vorausgesetzt wäre, ob diese Reorganisation lokal, strukturell, domänenbezogen oder global ausfällt. Genau diese Offenheit ist wichtig. Revision bezeichnet zunächst die Operationsform, nicht schon ihre Reichweite.

In systematischer Perspektive lässt sich Revision daher als mittlere Form epistemischer Veränderung beschreiben. Sie steht zwischen bloßer Fortführung und vollständigem Bruch. Diese mittlere Stellung darf jedoch nicht mit epistemischer Schwäche verwechselt werden. Revision ist nicht deshalb „mittel“, weil sie theoretisch weniger bedeutsam wäre, sondern weil sie die operative Zone darstellt, in der wissenschaftliche Systeme ihre Anpassungsfähigkeit realisieren. Gerade unter endlichen Bedingungen ist diese Zone zentral. Ein System, das nur konservieren oder kollabieren kann, ist epistemisch starr. Ein System, das jede Belastung sofort in vollständigen Neubau überführt, ist epistemisch instabil. Revision ist die Form rationaler Beweglichkeit zwischen diesen Extremen.

Für die Epistemik lässt sich daraus eine knappe Arbeitsdefinition ableiten: Revision ist die regelgeleitete Umformung eines Modells unter endlichen Bedingungen, ausgelöst durch epistemischen Druck und orientiert an der Wiederherstellung, Verbesserung oder Neuordnung seiner Tragfähigkeit. Diese Bestimmung macht deutlich, warum Revision als eigenständige Grundoperation behandelt werden muss. Sie ist nicht bloß Nachtrag zu Stabilisierung, Suche oder Falsifikation, sondern die spezifische Form, in der wissenschaftliche Modellführung ihre Transformationsfähigkeit organisiert.

Auf dieser begrifflichen Grundlage kann im nächsten Schritt untersucht werden, wodurch Revision typischerweise ausgelöst wird. Denn wenn Revision nicht willkürliche Veränderung, sondern druckabhängige Reorganisation ist, dann muss präzise bestimmt werden, welche Arten epistemischer Belastung sie rationalerweise in Gang setzen.

## 4. Auslöser von Revision

Wenn Revision als regelgeleitete Umformung eines Modells verstanden wird, dann stellt sich unmittelbar die Frage, wodurch sie ausgelöst wird. Nicht jede Abweichung, nicht jede Schwierigkeit und nicht jede neue Beobachtung rechtfertigt bereits eine Revision.

Wissenschaftliche Modellführung würde instabil, wenn jede lokale Irritation sofort in Umbau übersetzt würde. Umgekehrt würde sie dogmatisch, wenn selbst anhaltende Belastungen keine transformatorische Reaktion mehr auslösten. Deshalb ist es notwendig, die typischen Auslöser von Revision genauer zu bestimmen.

Der allgemeinste Auslöser ist steigender epistemischer Druck. Gemeint ist damit eine Belastungslage, in der die Fortführung einer bestehenden Modellordnung in ihrer bisherigen Form zunehmend untragbar, kostenintensiv, geltungsschwach oder domänenunangemessen wird und dadurch Revisionsbedarf entsteht. Revision wird dann rational, wenn die bisherigen Stabilisierungsformen nicht mehr ausreichen, um Geltung, Anschlussfähigkeit oder Domänenangemessenheit in tragbarer Weise zu sichern. Dieser allgemeine Druck kann in mehreren spezifischen Formen auftreten.

**Ein erster zentraler Auslöser ist Friktion.** Im Rahmen der Epistemik ist damit bereits ein eigener Diagnosebegriff eingeführt: Friktion bezeichnet ein Grenzsinal endlicher Tragfähigkeit. Für das vorliegende Paper ist daher nicht ihre erneute Grundbestimmung entscheidend, sondern ihre Funktion als Revisionsauslöser. Friktion zeigt an, dass die Fortführung eines Modells, einer Modellverbindung oder eines Geltungsanspruchs wachsende Belastung erzeugt, ohne damit bereits festzulegen, welche Reichweite die angemessene Reaktion haben muss. Gerade darin liegt ihre revisionslogische Bedeutung. Sie signalisiert nicht notwendig unmittelbare Falschheit, wohl aber steigenden Umbaudruck. Wo Friktion zunimmt, ohne dass die bestehende Stabilisierung die Lage noch in tragbarer Weise auffangen kann, entsteht ein rationaler Anlass zur Revision.

**Ein zweiter Auslöser ist Geltungsverlust.** Dieser kann, wie im Falsifikationspaper gezeigt, kontextuell oder global auftreten. Ein Modell kann in bestimmten Bereichen versagen, ohne insgesamt zusammenzubrechen, oder es kann seine allgemeine Tragfähigkeit verlieren. In beiden Fällen entsteht Revisionsdruck. Der Unterschied liegt in Reichweite und Intensität. Kontextueller Geltungsverlust legt häufig lokale oder domänenbezogene Revision nahe. Globaler Geltungsverlust kann strukturelle oder globale Revision erforderlich machen. Entscheidend ist: Falsifikation ist nicht selbst Revision, aber sie gehört zu ihren stärksten Auslösern.

**Ein dritter Auslöser besteht in steigenden epistemischen Kosten.** Ein Modell kann weiterhin verwendbar sein und dennoch revisionsbedürftig werden, wenn seine Aufrechterhaltung unverhältnismäßig teuer wird. Gemeint sind hier nicht nur monetäre oder institutionelle Kosten, sondern auch kognitive, methodische und theoretische Belastungen. Wenn ein Modell immer mehr Zusatzannahmen, Spezialkorrekturen, Ausnahmen oder Schutzmechanismen benötigt, kann dies anzeigen, dass seine bisherige Form nicht mehr ökonomisch tragfähig ist. Revision wird dann nicht primär durch direkten Zusammenbruch ausgelöst, sondern durch eine Verschiebung im Verhältnis von Aufwand und Tragfähigkeit.

**Ein vierter Auslöser liegt in Domänenkonflikten.** Modelle sind nicht grenzenlos gültig, sondern an bestimmte Bereiche, Bedingungen und Anwendungsformen gebunden. Revisionsdruck entsteht, wenn diese Domänengrenzen unscharf werden, wenn ein Modell überdehnt wird oder wenn unterschiedliche Domänenanforderungen in derselben Modellstruktur nicht mehr angemessen zusammengehalten werden können. In solchen Fällen muss oft nicht sofort das gesamte Modell aufgegeben werden. Häufig genügt es, seine Reichweite neu zu bestimmen, seine Geltungsbedingungen zu präzisieren oder verschiedene Modellformen sauberer zu trennen. Gerade hier zeigt sich, wie wichtig die Unterscheidung zwischen Revision und vollständigem Modellbruch ist.

**Ein fünfter Auslöser ist interne Inkohärenz.** Modelle können unter Belastung nicht nur durch externe Befunde, sondern auch durch eigene Spannungen revisionsbedürftig werden. Wenn zentrale Begriffe, Übergänge, Annahmen oder Funktionszusammenhänge nicht mehr konsistent zusammenarbeiten, entsteht ein Druck, die innere Organisation des Modells neu zu ordnen. Interne Inkohärenz ist deshalb besonders relevant, weil sie zeigt, dass Revision nicht ausschließlich reaktiv auf empirische Widerstände erfolgt. Auch die innere Form eines Modells kann Revisionsbedarf erzeugen.

**Ein sechster Auslöser ergibt sich aus dem Auftreten robusterer Alternativen.** Ein Modell kann revisionsbedürftig werden, obwohl es noch nicht eindeutig kollabiert ist. Wenn sich neue Konfigurationen zeigen, die bei geringerer Friktion, geringeren Kosten oder höherer Domänenangemessenheit bessere Stabilität versprechen, kann bereits dadurch Revisionsdruck entstehen. Wissenschaftliche Rationalität besteht nicht nur darin, offensichtliches Scheitern zu registrieren, sondern auch darin, tragfähigere Ordnungen zu erkennen und den Übergang zu ihnen vorzubereiten. Revision beginnt also nicht erst am Punkt des Defekts, sondern kann schon durch das Sichtbarwerden besserer Reorganisationsmöglichkeiten motiviert sein.

**Ein siebter Auslöser liegt in der fehlenden Kontextangemessenheit der verwendeten Modellauflösung.** Nicht jede Belastung entsteht daraus, dass ein Modell im strengen Sinn falsch oder intern defizitär wäre. Revisionsdruck kann auch dann entstehen, wenn für einen gegebenen Kontext eine Modellform verwendet wird, deren Komplexität, Präzision oder Reichweite unpassend geworden ist. In solchen Fällen kann es rational sein, ein Modell zu vereinfachen, seine Anwendung auf eine gröbere Ordnung umzustellen oder seine operative Form an die Anforderungen der Situation anzupassen. Nicht immer ist die tiefste verfügbare Modellierung auch die epistemisch vernünftigste.

Aus diesen Überlegungen folgt ein wichtiger Punkt: Revision darf weder zu spät noch zu früh einsetzen. Erfolgt sie zu spät, verfestigen sich Friktionen, Kosten und Fehlanpassungen so stark, dass nur noch radikale und oft verlustreiche Umbauten möglich sind. Erfolgt sie zu früh, verliert das System seine Stabilität, weil jede Irritation in übermäßige Transformation übersetzt wird. Rationale Modellführung benötigt daher eine Schwellenlogik. Nicht jede Belastung verlangt sofortige Revision, aber anhaltende oder sich verdichtende Belastung darf auch nicht bloß verwaltet werden.

Damit zeigt sich, dass Revisionsauslöser nicht isoliert, sondern meist in Konstellationen auftreten. Friktion, Kostensteigerung, Geltungsverlust und Domänenkonflikte verstärken sich oft gegenseitig. Gerade diese Bündelung macht Revision epistemisch dringlich. Ein Modell wird selten deshalb revidiert, weil nur ein einzelnes Signal auftritt. Häufig entsteht Revisionsbedarf dort, wo mehrere Belastungsformen zusammenlaufen und die bisherige Stabilisierung dadurch ihre Tragfähigkeit verliert.

Für die Epistemik lässt sich daher festhalten: Revision wird durch solche Belastungslagen ausgelöst, in denen die Fortführung eines Modells in seiner bisherigen Form epistemisch zunehmend untragbar wird, ohne dass damit bereits festgelegt wäre, welche Reichweite die erforderliche Transformation haben muss. Genau diese Frage führt zum nächsten Schritt. Wenn Revision durch unterschiedliche Druckformen ausgelöst wird, dann muss nun präzisiert werden, in welchen Formen sie auftreten kann.

## 5. Formen der Revision

Revision ist keine einheitliche Operation mit stets gleicher Reichweite. Wenn Modelle unter endlichen Bedingungen transformiert werden, dann kann diese Transformation sehr unterschiedlich ausfallen. Manche Revisionen betreffen nur einzelne Elemente, andere greifen in die innere Struktur ein, wieder andere verschieben die Domäne eines Modells oder führen zu einem umfassenden Neuaufbau. Für eine Theorie der Revision ist es deshalb notwendig, die verschiedenen Formen dieser Operation systematisch zu unterscheiden.

Im Folgenden wird eine Vierer-Typologie vorgeschlagen: lokale Revision, strukturelle Revision, domänenbezogene Revision und globale Revision. Diese Typen sind nicht als starre Klassen zu verstehen, sondern als unterschiedliche Reichweiten kontrollierter Umformung. Entscheidend ist weniger die Zuordnung zu geschlossenen Schubladen als die Bestimmung der Frage, wie tief ein Modell unter gegebenem Druck tatsächlich verändert werden muss. Die Typologie ist daher als Reichweitentypologie angelegt. Sie soll sichtbar machen, dass Revision nicht einfach als einheitlicher Vorgang zwischen Erhalt und Bruch auftritt, sondern abgestuft verläuft. Gerade unter endlichen Bedingungen ist diese Abstufung epistemisch zentral, weil Belastungen weder systematisch unterschätzt noch unnötig totalisiert werden dürfen.

### 5.1 Lokale Revision

Lokale Revision betrifft begrenzte Elemente eines Modells, ohne dessen Grundarchitektur infrage zu stellen. Sie setzt dort an, wo einzelne Annahmen, Parameter, Übergänge, Messzuordnungen oder Nebenbedingungen angepasst werden müssen, während die tragende Struktur des Modells im Wesentlichen erhalten bleibt. Solche Revisionen sind in der wissenschaftlichen Praxis besonders häufig. Sie reagieren auf konkrete Belastungen, ohne das gesamte Modell neu zu organisieren.

Der epistemische Sinn lokaler Revision liegt in ihrer Sparsamkeit. Wo ein Modell insgesamt tragfähig bleibt, wäre vollständiger Umbau unnötig teuer und destabilisierend. Lokale Revision ermöglicht es, begrenzte Störungen zu bearbeiten, ohne bewährte Strukturressourcen preiszugeben. Gerade unter endlichen Bedingungen ist dies von hoher Bedeutung. Ein rationales Wissenschaftssystem darf nicht jede Irritation in einen Totalumbau übersetzen.

Gleichzeitig hat lokale Revision eine klare Grenze. Sie ist nur dann angemessen, wenn die Belastung tatsächlich lokal bleibt. Wird mit lokalen Korrekturen auf strukturelle Probleme reagiert, entsteht leicht der Eindruck von Anpassungsfähigkeit, während die eigentliche Friktion bestehen bleibt. Lokale Revision kann dann in bloße Reparaturketten umschlagen, die das Modell zwar kurzfristig stabilisieren, langfristig aber seine Kosten erhöhen und seine Revisionsfähigkeit untergraben.

## 5.2 Strukturelle Revision

Strukturelle Revision greift tiefer ein. Sie verändert nicht bloß einzelne Elemente, sondern zentrale Relationen, Übergänge oder Organisationsprinzipien innerhalb eines Modells. Das Modell bleibt als identifizierbare Ordnung noch erhalten, aber seine innere Architektur wird in wesentlichen Punkten umgebaut. Man kann sagen: Nicht das Modell als solches verschwindet, wohl aber die Weise, in der seine tragenden Komponenten zueinander geordnet sind.

Diese Form der Revision wird typischerweise dann notwendig, wenn Friktion nicht mehr an isolierten Stellen sitzt, sondern aus der inneren Organisation des Modells selbst hervorgeht. Einzelkorrekturen reichen dann nicht aus, weil gerade die Verbindung der Elemente revisionsbedürftig ist. Strukturelle Revision ist deshalb die angemessene Antwort auf Belastungen, die nicht punktuell, sondern architektonisch sind.

Ihr Vorteil liegt darin, dass sie tiefgreifende Umformung ermöglicht, ohne schon in vollständigen Modellabbruch überzugehen. Sie erhält Kontinuität, wo dies sinnvoll ist, erlaubt aber substanzielle Reorganisation. Unter endlichen Bedingungen ist das oft die epistemisch vernünftigste Form des Umbaus: radikaler als lokale Korrektur, aber ökonomischer und kontrollierter als globaler Bruch.

Die Gefahr struktureller Revision liegt umgekehrt darin, dass sie unterschätzt oder vermieden wird. Häufig werden Modelle zu lange lokal repariert, obwohl das eigentliche Problem in ihrer inneren Struktur liegt. In solchen Fällen steigt die Friktion weiter, weil die Revisionsreichweite systematisch zu klein gewählt wird.

## 5.3 Domänenbezogene Revision

Domänenbezogene Revision betrifft nicht primär die innere Struktur eines Modells, sondern seinen Geltungsbereich. Sie setzt dort an, wo nicht unbedingt das Modell selbst in seiner Konstruktion versagt, wohl aber seine Reichweite unklar, überdehnt oder unangemessen geworden ist. In solchen Fällen besteht die rationale Reaktion nicht notwendig im Umbau des Modells, sondern in der Neubestimmung seiner Anwendungsgrenzen.

Diese Form ist für die Epistemik besonders wichtig, weil sie den Zusammenhang zwischen Modellgeltung und Domänenbindung ausdrücklich sichtbar macht. Modelle scheitern oft nicht absolut, sondern relativ zu einer falsch angesetzten oder zu weit ausgedehnten Domäne. Revision bedeutet dann, den Geltungsanspruch enger, präziser oder differenzierter zu fassen. Ein Modell kann dadurch in einem begrenzten Bereich stabilisiert werden, obwohl es seinen früheren Universalitätsanspruch verliert.

Domänenbezogene Revision ist epistemisch oft produktiver als pauschale Verwerfung. Sie erlaubt es, tragfähige Elemente eines Modells zu erhalten, ohne seine Überdehnung weiterzuführen. Gerade in komplexen Wissenschaftslagen ist dies zentral. Viele Konflikte entstehen nicht, weil ein Modell schlechthin wertlos wäre, sondern weil seine Zuständigkeit falsch bestimmt wurde.

Ihre typische Fehlform besteht in der gegenteiligen Bewegung: Entweder wird ein Modell trotz klarer Domänengrenzen weiter universalisiert, oder seine Domäne wird opportunistisch immer weiter verkleinert, bis fast jede Belastung abgewehrt werden kann. Im ersten Fall entsteht Überdehnung, im zweiten Immunschwäche. Rationale domänenbezogene Revision muss daher echte Grenzklärung leisten, nicht bloß strategische Selbstrettung.

## 5.4 Globale Revision

Globale Revision ist die weitreichendste Form. Sie liegt dort vor, wo die bisherige Modellarchitektur nicht mehr in tragbarer Weise fortgeführt werden kann und durch eine neue Grundordnung ersetzt oder grundlegend reorganisiert werden muss. Im Unterschied zur strukturellen Revision bleibt hier nicht nur die interne Organisation eines Modells verändert, sondern der gesamte Rahmen der Modellführung wird neu bestimmt.

Diese Form wird typischerweise dort relevant, wo Friktion, Geltungsverlust und Kostensteigerung nicht mehr lokal oder strukturell bearbeitet werden können. Das Modell ist dann nicht nur in einzelnen Teilen oder in seiner Reichweite problematisch, sondern in seiner Gesamtarchitektur. Globale Revision ist daher der Grenzfall, in dem Revision an Modellwechsel heranreicht oder in ihn übergeht.

Für die Theorie der Revision ist entscheidend, dass auch dieser Fall noch als Revision beschrieben werden kann, solange der Übergang methodisch als geregelte Transformation gefasst wird. Globaler Umbau ist nicht einfach identisch mit diskontinuierlichem Bruch. Auch tiefgreifende Reorganisation kann epistemisch als Revisionsprozess verstanden werden, sofern sie auf identifizierbare Belastungen antwortet und den Übergang in eine neue Ordnungsform rational organisiert.

Ihre Gefahr liegt in vorschneller Totalisierung. Nicht jede ernsthafte Friktion verlangt globale Revision. Wo sie zu früh angenommen wird, verliert das System Kontinuität und erzeugt unnötige Umbaukosten. Globaler Umbau ist deshalb notwendig, wenn geringere Revisionsformen nicht mehr ausreichen, aber problematisch, wenn er bloß als dramatische Überreaktion auf begrenzte Schwierigkeiten erfolgt.

## 5.5 Verhältnis der vier Revisionsformen

Diese vier Typen sind nicht als starre Schubladen zu verstehen. In der wissenschaftlichen Praxis gehen sie oft ineinander über. Lokale Revision kann sich als unzureichend erweisen und in strukturelle Revision übergehen. Strukturelle Revision kann mit domänenbezogener Neuabgrenzung verbunden sein. Mehrere Formen können gleichzeitig auftreten. Dennoch ist die Unterscheidung unverzichtbar, weil sie die Reichweite der jeweils angemessenen Reaktion sichtbar macht.

Der eigentliche theoretische Gewinn dieser Typologie liegt darin, dass sie eine proportionale Revisionslogik ermöglicht. Modelle müssen nicht einfach erhalten oder verworfen werden. Zwischen diesen Polen gibt es abgestufte Möglichkeiten der Umformung. Gerade unter endlichen Bedingungen ist diese Abstufung epistemisch zentral, weil sie verhindert, dass Belastungen entweder bagatellisiert oder überdramatisiert werden.

Für die Epistemik folgt daraus ein Leitprinzip: Nicht Revisionsbereitschaft als solche ist rational entscheidend, sondern die angemessene Revisionsreichweite. Eine zu kleine Revision konserviert Friktion. Eine zu große Revision zerstört unnötig Stabilität und erhöht die Kosten des Umbaus. Gute Modellführung verlangt daher nicht bloß die Bereitschaft zur Veränderung, sondern die proportionierte Abstimmung von Problemstruktur und Revisionsform.

Mit dieser Typologie ist der Rahmen geschaffen, um im nächsten Schritt zu klären, nach welchen Kriterien Revision als rational gelten kann. Denn die Frage ist nicht nur, welche Formen von Revision möglich sind, sondern woran sich entscheiden lässt, ob eine konkrete Revision epistemisch gelungen ist.

## 6. Kriterien rationaler Revision

Wenn Revision eine eigenständige Operation des Modellmanagements ist, dann genügt es nicht, nur ihre Auslöser und Formen zu bestimmen. Es muss auch geklärt werden, nach welcher Logik konkrete Revisionsentscheidungen beurteilt werden können. Die Frage lautet also nicht nur, ob ein Modell verändert wird, sondern ob die gewählte Form der Veränderung zur Struktur des Problems passt und eine tragfähigere Ordnung hervorbringt. Kriterien rationaler Revision sind deshalb nicht bloß eine nachträgliche Liste erwünschter Eigenschaften. Sie bilden vielmehr den Maßstab, an dem sich prüfen lässt, ob eine Revision epistemisch gelungen, unzureichend oder fehlgeleitet ist. Eine Theorie der Revision benötigt damit nicht nur eine Typologie möglicher Umbauten, sondern auch eine Entscheidungslogik ihrer Beurteilung.

Im Kern ist Revision nach drei miteinander verschränkten Gesichtspunkten zu beurteilen: nach der Struktur des Problems, nach der Reichweite der gewählten Umformung und nach der Tragfähigkeit der dadurch entstehenden neuen Ordnung. Eine Revision ist rational, wenn diese drei Ebenen in ein angemessenes Verhältnis gebracht werden. Sie ist unzureichend, wenn die Revisionsreichweite hinter der Problemstruktur zurückbleibt, und fehlgeleitet, wenn sie mehr Stabilität zerstört oder mehr Kosten erzeugt, als die bearbeitete Belastung rechtfertigt. Die folgenden Kriterien präzisieren diese allgemeine Prüfregel.

Diese Perspektive entspricht einer nicht-idealisierten Sicht wissenschaftlicher Rationalität unter endlichen Bedingungen, in der robuste Tragfähigkeit, proportionale Anpassung und begrenzte Revisionskosten wichtiger sind als die Fiktion vollständiger und kostenfreier Optimierung (Wimsatt 2007; Rescher 1978).

**Das erste und grundlegendste Kriterium ist die Reduktion von Friktion.** Revision ist rational, wenn sie auf Belastungen nicht bloß reagiert, sondern sie in epistemisch tragbarer Weise verringert. Dabei geht es nicht um die vollständige Beseitigung jeder Spannung. Wissenschaft operiert grundsätzlich unter endlichen Bedingungen, daher ist friktionsfreie Modellführung weder realistisch noch notwendig. Entscheidend ist vielmehr, ob die Revision eine problematische Belastungslage so umordnet, dass das Modell wieder mit geringerer innerer Reibung, geringerer Abwehrlast oder besserer Anschlussfähigkeit geführt werden kann.

**Ein zweites Kriterium ist die Sicherung oder Verbesserung von Geltung.** Revision darf nicht nur deshalb als gelungen gelten, weil sie die Handhabung eines Modells erleichtert. Sie muss auch epistemisch etwas leisten. Das bedeutet, dass das revidierte Modell seine Domäne angemessener erfasst, kontextuelle Belastungen besser verarbeitet oder seinen Geltungsanspruch klarer und tragfähiger bestimmt als zuvor. Eine Revision, die zwar Friktion senkt, aber den epistemischen Gehalt des Modells entleert, wäre nur scheinbar erfolgreich. Rational ist Revision deshalb nur, wenn sie nicht bloß die Last verringert, sondern zugleich die Modellgeltung erhält, präzisiert oder steigert.

**Ein drittes Kriterium ist Kostenangemessenheit.** Unter endlichen Bedingungen ist nicht jede Verbesserung um jeden Preis rational. Eine Revision kann inhaltlich attraktiv erscheinen und dennoch epistemisch unvernünftig sein, wenn sie unverhältnismäßige kognitive, methodische, institutionelle oder theoretische Kosten erzeugt. Umgekehrt kann eine begrenztere Revision rational vorzuziehen sein, wenn sie bei deutlich geringerem Aufwand einen hinreichenden Tragfähigkeitsgewinn ermöglicht. Rationalität bedeutet hier nicht Maximierung einer einzelnen Zielgröße, sondern proportionale Balance zwischen Revisionsaufwand und erreichter Stabilisierung.

**Ein viertes Kriterium ist Domänenangemessenheit.** Revision ist nur dann gelungen, wenn sie die Reichweite eines Modells weder unangemessen ausdehnt noch künstlich so verengt, dass nahezu jede Belastung vermieden werden kann. Ein Modell muss nach seiner Revision in einer Weise positioniert sein, die seiner tatsächlichen Tragfähigkeit entspricht. Domänenbezogene Überdehnung führt zu fortgesetzter Friktion. Domänenbezogene Unterbestimmung oder opportunistische Verengung kann zur Immunisierung gegen Kritik führen. Rationale Revision verlangt deshalb eine angemessene Neujustierung des Geltungsbereichs.

**Ein fünftes Kriterium ist Strukturert in angemessenem Maß.** Revision soll nicht mehr zerstören, als zur Problembearbeitung notwendig ist. Dieser Punkt ist besonders wichtig, weil wissenschaftliche Modelle nicht nur Schwächen, sondern auch bereits erreichte Stabilitätsleistungen enthalten. Eine rationale Revision bewahrt tragfähige Strukturen, sofern sie nicht selbst Teil des Problems sind. Sie arbeitet also weder blind konservierend noch unnötig destruktiv. Das Ziel ist nicht maximale Veränderung, sondern problemadäquate Reorganisation.

**Ein sechstes Kriterium ist Revisionsfähigkeit zweiter Ordnung.** Eine gute Revision löst nicht nur ein aktuelles Problem, sondern erhält die Fähigkeit des Modellsystems, auf künftige Belastungen erneut reagieren zu können. Genau hier zeigt sich der Unterschied zwischen rationaler Umformung und dogmatischer Verfestigung. Revisionen, die ein Modell zwar kurzfristig stabilisieren, es aber zugleich gegen spätere Anpassungen abschirmen, sind epistemisch riskant. Eine gelungene Revision schafft daher nicht bloß lokale Entlastung, sondern erhält oder verbessert die Offenheit für weitere kontrollierte Transformation.

**Ein siebtes Kriterium ist Anschlussfähigkeit an Suchprozesse und Modellvergleich.** Revision darf nicht isoliert verstanden werden. Sie steht innerhalb eines größeren Zusammenhangs aus Variation, Vergleich und Reorganisation. Deshalb ist eine Revision auch danach zu beurteilen, ob sie den Bezug zu alternativen Modellen, benachbarten Domänen oder weiteren Suchbewegungen produktiv hält. Eine Revision, die nur intern notdürftig flickt und alle Vergleichsmöglichkeiten abschottet, mag kurzfristig Ruhe erzeugen, schwächt aber die langfristige epistemische Beweglichkeit.

Aus diesen Kriterien folgt, dass rationale Revision weder rein konservativ noch rein innovativ ist. Sie bewahrt tragfähige Strukturen, sofern diese nicht selbst Teil des Problems sind, und lässt reale Umformung dort zu, wo Belastungen andernfalls nur verwaltet würden. Rationalität liegt deshalb weder auf der Seite des Erhalts noch auf der Seite des Umbaus als solcher, sondern in der angemessenen Abstimmung von Problemstruktur, Revisionsreichweite und erreichter Tragfähigkeit. Für die Epistemik lässt sich dies in einer knappen Leitformel bündeln: Eine Revision ist rational, wenn sie mehr tragfähige Ordnung zurückgewinnt oder neu erzeugt, als sie an zusätzlicher Belastung, Verengung oder Instabilität hervorruft.

Mit diesen Kriterien ist nun der Punkt erreicht, an dem die Stellung der Revision im Gesamtgefüge noch einmal präziser gefasst werden kann. Denn wenn Revision nach bestimmten Rationalitätsmaßstäben bewertet werden soll, muss deutlich werden, wie sie sich genau zu Friktion, Falsifikation und Suche verhält. Genau diese Vermittlungsfunktion ist Gegenstand des nächsten Kapitels.

## 7. Revision, Friktion, Falsifikation und Suche

Die bisherige Argumentation erlaubt nun eine präzisere Funktionsbestimmung. Revision steht innerhalb der Epistemik nicht neben Friktion, Falsifikation und Suche als bloß weiterer Begriff, sondern nimmt eine eigene Stellung im Zusammenspiel dieser Operationen ein. Friktion signalisiert Belastung, Falsifikation markiert Geltungsverlust, Suche öffnet und strukturiert den Raum möglicher Alternativen, Revision organisiert die tatsächliche Umformung eines Modells unter dem Druck solcher Lagen. Ihr systematischer Status liegt damit weder auf der Seite bloßer Diagnose noch auf der Seite bloßer Exploration, sondern auf der Seite des Transformationsvollzugs. Gerade dadurch wird verständlich, warum Revision nicht als Nebeneffekt anderer Operationen behandelt werden kann.

Gerade hier zeigt sich auch, warum naheliegende Alternativrahmen allein nicht ausreichen. Wird wissenschaftlicher Wandel primär über Falsifikation beschrieben, bleibt der Umbauprozess selbst zu binär gefasst (Popper 2002). Wird er vor allem als Suchbewegung verstanden, bleibt offen, wie aus Möglichkeiten eine konkrete Reorganisation wird. Wird er im Stil Kuhns primär als makrohistorische Krisen- und Umordnungsdynamik gelesen, geraten abgestufte Formen kontrollierter Transformation unterhalb des Paradigmenbruchs aus dem Blick (Kuhn 2012).

Lakatos erfasst zwar die Modifikation forschungsprogrammatischer Ordnungen, bestimmt Revision aber nicht als allgemeine Grundoperation proportionierter Modellumformung (Lakatos 1978). Laudan macht die Reorganisation wissenschaftlicher Praxis im Horizont von Problemlösung verständlich, arbeitet Revision jedoch nicht als eigenständige Vermittlungsoperation zwischen Belastung, Geltungsverlust, Suchbewegung und Umbau aus (Laudan 1977). Und wird „Revision“ im engeren AGM-Sinn formaler Überzeugungsänderung verstanden, bleibt die Ebene wissenschaftlicher Modelle, Domänen, Tragfähigkeitsordnungen und Revisionskosten unterbestimmt (Alchourrón, Gärdenfors, and Makinson 1985). Der vorliegende Begriff der Revision setzt genau an dieser Lücke an.

Am deutlichsten wird dies zunächst im Verhältnis zur Friktion. Friktion bezeichnet in der Epistemik ein Grenzsinal endlicher Tragfähigkeit. Sie zeigt an, dass die Aufrechterhaltung eines Modells, seiner Übergänge oder seines Geltungsanspruchs wachsende Belastung erzeugt. Doch Friktion ist zunächst nur Signal, nicht Lösung. Sie macht sichtbar, dass etwas unter Druck geraten ist, sagt aber noch nicht, in welcher Form darauf zu reagieren ist. Genau hier setzt Revision ein. Sie ist die epistemische Antwort auf Friktion, sofern diese nicht bloß hingenommen oder verdrängt, sondern in eine kontrollierte Umformung übersetzt wird. Man kann daher sagen: Friktion ist das Belastungssignal, Revision die Transformationsreaktion.

Dieses Verhältnis ist wichtig, weil es zeigt, dass Friktion nicht automatisch Modellbruch bedeutet. Steigende Friktion kann lokale, strukturelle, domänenbezogene oder globale Revision auslösen. Erst im Licht der konkreten Revisionsform wird sichtbar, welche Reichweite die Belastung tatsächlich hat. Ohne Revisionsbegriff bliebe Friktion daher entweder ein bloßes Warnzeichen oder würde vorschnell als Zeichen des Totalversagens missverstanden. Revision vermittelt zwischen beiden Extremen, indem sie Friktion in proportionale Umformung übersetzt.

Auch das Verhältnis zur Falsifikation ist präzise zu bestimmen. Falsifikation markiert einen Geltungsverlust. Sie zeigt an, dass ein Modell in einer bestimmten Hinsicht, in einer bestimmten Domäne oder unter globalen Bedingungen nicht mehr trägt. In der klassischen Falsifikationslogik liegt der Akzent entsprechend auf der diagnostischen Seite des Scheiterns (Popper 2002). Doch auch hier gilt: Falsifikation allein organisiert noch keine neue Modellordnung. Sie ist eine Diagnose der Untragsfähigkeit, nicht die Operation des Umbaus. Erst Revision bestimmt, wie auf Falsifikation reagiert wird. Ein kontextueller Geltungsverlust kann zu lokaler Korrektur, strukturellem Umbau oder domänenbezogener Eingrenzung führen. Ein globaler Geltungsverlust kann in umfassendere Reorganisation oder Modellwechsel münden. Revision ist damit die Form, in der Falsifikation praktisch wirksam wird.

Gerade dieser Punkt ist für die Epistemik zentral. Wenn Falsifikation ohne Revision gedacht wird, entsteht leicht ein zu binäres Bild. Dann scheint nur die Alternative zu bestehen, ein Modell entweder beizubehalten oder zu verwerfen. Wissenschaftliche Praxis ist jedoch meist komplexer. Modelle werden oft nicht sofort aufgegeben, sondern kontrolliert transformiert. Revision verhindert damit nicht Falsifikation, sondern macht ihren epistemischen Vollzug differenzierbar. Sie ermöglicht es, Geltungsverlust proportional zu verarbeiten, statt ihn nur als Ja-Nein-Entscheidung zu behandeln.

Im Verhältnis zur Suche zeigt sich die andere Seite dieser Vermittlungsfunktion besonders deutlich. Suche öffnet den Raum möglicher Alternativen, erschließt neue Modellkandidaten, Varianten und Vergleichsmöglichkeiten. Damit ist jedoch noch nicht entschieden, wie mit dem bestehenden Modell unter den gegebenen Belastungen tatsächlich verfahren wird. Revision beginnt erst dort, wo ein solcher Möglichkeitsraum in eine konkrete Reorganisation übersetzt wird. Sie ist daher nicht mit explorativer Öffnung identisch, sondern mit dem kontrollierten Transformationsvollzug im Licht dieser Öffnung. Eben deshalb bleibt der Unterschied zwischen Suche und Revision auch dann wichtig, wenn beide in der Praxis eng verschränkt auftreten: Suche erzeugt Möglichkeiten, Revision formt aus ihnen eine bestimmte Umbauentscheidung.

Damit lässt sich das Verhältnis knapp ordnen. Friktion signalisiert Belastung, Falsifikation markiert Geltungsverlust, Suche eröffnet alternative Konfigurationsräume, Revision organisiert die tatsächliche Transformation. Ohne Friktion fehlte oft der Druck zur Umformung, ohne Falsifikation die Präzisierung des Geltungsproblems, ohne Suche der Raum möglicher Neuordnung. Ohne Revision aber blieben diese Momente epistemisch unverbunden. Gerade deshalb besitzt Revision innerhalb der Epistemik eine Scharnierstellung.

Diese Scharnierstellung lässt sich auch temporallogisch beschreiben. Friktion und Falsifikation treten häufig als diagnostische Vorformen auf. Suche erweitert daraufhin oder parallel den Möglichkeitsraum. Revision ist dann die Operation, in der aus Diagnose und Exploration ein reorganisierter Modellzustand hervorgeht. Das bedeutet nicht, dass in der Praxis immer eine lineare Reihenfolge vorliegt. Oft verlaufen diese Prozesse verschränkt. Friktion kann Suche auslösen, Suche kann neue Falsifikationslagen sichtbar machen, Revision kann selbst neue Friktionen erzeugen. Entscheidend ist daher nicht starre Abfolge, sondern funktionale Differenz: Belastungssignal, Geltungsdiagnose, Möglichkeitsöffnung und Transformationsvollzug sind unterscheidbare, aber eng gekoppelte Momente.

Gerade aus dieser Kopplung folgt, dass Revision weder nur defensiv noch nur offensiv verstanden werden darf. Sie ist nicht bloß Reparatur eines beschädigten Modells, sondern auch eine aktive Umordnung im Licht neuer Möglichkeiten. Revision reagiert auf Druck, aber sie erschöpft sich nicht in Schadensbegrenzung. Sie kann ebenso Ausdruck epistemischer Beweglichkeit sein, wenn Suchprozesse robustere Ordnungen sichtbar machen, bevor ein Modell vollständig kollabiert. In diesem Sinn ist Revision die operative Form, in der ein wissenschaftliches System seine Anpassungsfähigkeit unter Belastung realisiert.

Für die Epistemik ergibt sich daraus ein präziser Zusammenhang: Friktion, Falsifikation und Suche bilden die diagnostisch-explorative Umwelt der Revision, Revision selbst ist die transformatorische Kernoperation, durch die diese Umwelt in eine neue Modellordnung übersetzt wird. Damit zeigt sich noch einmal, warum das Revisionsproblem nicht als bloßer Anhang behandelt werden kann. Es betrifft die Stelle, an der die verschiedenen Kernmechanismen des Programms in eine konkrete Praxis des Modellumbaus zusammenlaufen.

Wenn Revision aber die zentrale Vermittlungsoperation ist, dann wird auch verständlich, warum ihre Fehlformen epistemisch so folgenreich sind. Wo Revision unterbleibt, zu spät einsetzt, bloß kosmetisch erfolgt oder jede Belastung sofort in Totalumbau übersetzt, gerät die gesamte Architektur des Modellmanagements aus dem Gleichgewicht. Daher muss im nächsten Schritt untersucht werden, welche typischen Fehlformen der Revision zu unterscheiden sind.

## 8. Fehlformen der Revision

Wenn Revision eine zentrale Operation wissenschaftlicher Modellführung ist, dann sind ihre Fehlformen nicht bloße Randprobleme. Sie betreffen unmittelbar die Fähigkeit eines Modellsystems, unter endlichen Bedingungen belastbar, beweglich und revisionsfähig zu bleiben. Fehlformen der Revision entstehen dort, wo auf epistemischen Druck entweder gar nicht, unverhältnismäßig oder in nur scheinbar transformatorischer Weise reagiert wird. Sie markieren damit Störungen des Verhältnisses zwischen Belastung, Reaktionsreichweite und erreichter Tragfähigkeit.

**Eine erste und grundlegende Fehlform ist die unterlassene Revision.** Sie liegt vor, wenn anhaltende Friktion, wiederholte Geltungsprobleme, steigende Kosten oder klare Domänenkonflikte auftreten, ohne dass daraus eine echte Umformung des Modells folgt. Das Modell wird dann trotz wachsender Belastung in seiner bisherigen Form weitergeführt. Diese Haltung kann unterschiedliche Motive haben: theoretische Trägheit, institutionelle Pfadabhängigkeit, Identifikation mit einem etablierten Rahmen oder die ontologisierende Tendenz, das Modell nicht mehr als revidierbare Konstruktion, sondern als feste Wirklichkeitsbeschreibung zu behandeln. In allen Fällen entsteht eine Form epistemischer Starrheit. Die kurzfristige Stabilität wird dadurch oft nur scheinbar gewahrt, während die langfristige Tragfähigkeit sinkt.

**Eine zweite Fehlform ist die verspätete Revision.** Hier wird Revisionsbedarf nicht vollständig ignoriert, aber zu lange hinausgeschoben. Das Modell reagiert erst dann transformatorisch, wenn Friktion und Kosten bereits stark angestiegen sind oder wenn der Geltungsverlust sich soweit verdichtet hat, dass nur noch weitreichende Umbauten möglich sind. Die Folge ist häufig, dass Revision dann teurer, verlustreicher und instabiler ausfällt, als es bei früherem Eingreifen nötig gewesen wäre. Verspätete Revision ist daher keine bloß zeitliche Unschärfe, sondern ein epistemischer Schaden. Sie verschlechtert die Bedingungen der Umformung selbst.

**Eine dritte Fehlform ist die kosmetische Revision.** Sie liegt dort vor, wo ein Modell zwar äußerlich verändert wird, die eigentliche problemtragende Struktur aber unangetastet bleibt. Typisch sind Zusatzannahmen, Umformulierungen, Sonderfallregeln oder begriffliche Verschiebungen, die den Eindruck von Anpassung erzeugen, ohne die reale Friktionsquelle zu bearbeiten. Kosmetische Revision ist epistemisch besonders problematisch, weil sie den Anschein rationaler Reaktionsfähigkeit erzeugt und dadurch echten Revisionsbedarf verdecken kann. Sie stabilisiert nicht das Modell in tragfähiger Weise, sondern häufig nur seine Fassade.

**Eine vierte Fehlform ist der Revisionsexport.** Er liegt vor, wenn Revisionsdruck zwar erkannt, die problemtragende Struktur aber systematisch auf eine andere Ebene verschoben wird, als diejenige, auf der die eigentliche Umbauleistung erforderlich wäre. In solchen Fällen werden etwa Daten, Instrumente, Randbedingungen oder Ausführungsumstände als primärer Ort des Problems behandelt, obwohl die maßgebliche Belastungsquelle im Modell selbst liegt. Revisionsexport ist epistemisch heikel, weil er nicht mit legitimer Kritik an Daten oder Messverfahren verwechselt werden darf. Problematisch wird er erst dort, wo solche Verschiebungen dazu dienen, den Umbau der eigentlichen Modellordnung zu vermeiden. Die Fehlform besteht dann nicht in der Prüfung externer Faktoren, sondern in der systematischen Auslagerung eines intern liegenden Revisionsbedarfs.

**Eine fünfte Fehlform besteht in disproportionaler Revision.** Hier passt die Reichweite der Umformung nicht zur Struktur des Problems. Dies kann in zwei Richtungen geschehen. Entweder wird auf tiefe strukturelle oder domänenbezogene Probleme nur mit lokaler Korrektur reagiert. Dann bleibt die Belastungsquelle bestehen, obwohl Revisionsaktivität sichtbar wird. Oder umgekehrt: Auf begrenzte Störungen wird mit übermäßigem Umbau reagiert. Dann werden stabile und funktionierende Strukturen unnötig zerstört, die epistemischen Kosten steigen, und das System verliert Kontinuität. Disproportionale Revision ist daher der Ausdruck fehlender Revisionsproportion.

**Eine sechste Fehlform ist die revisionsblockierende Ontologisierung.** Sie stellt eine besonders folgenreiche Variante unterlassener oder verspäteter Revision dar, verdient aber eine eigene Hervorhebung. Wo Modelle ontologisiert werden, erscheinen sie nicht mehr als revidierbare Ordnungen, sondern als unmittelbare Erfassung dessen, was der Fall ist. Belastungen werden dann nicht als Anlass zur methodischen Prüfung, sondern als Angriff auf eine vermeintlich feste Realität gelesen. Diese Verschiebung erschwert nicht nur einzelne Revisionen, sondern beschädigt die Revisionsfähigkeit des Modellsystems insgesamt. Die Blockade liegt dann nicht auf der Ebene einzelner Daten oder Argumente, sondern in der epistemischen Selbstdeutung des Modells.

**Eine siebte Fehlform ist permanente Revision ohne ausreichende Stabilisierung.** Sie stellt das Gegenbild zur Starrheit dar. Hier wird nahezu jede Irritation, jede neue Möglichkeit oder jede lokale Schwierigkeit in fortlaufenden Umbau übersetzt. Das System bleibt dadurch zwar beweglich, verliert aber die Fähigkeit, tragfähige Ordnungen überhaupt eine Zeit lang zu konsolidieren. Revision wird dann von einer rationalen Anpassungsform zu einem Modus ständiger Selbstaflösung. Unter endlichen Bedingungen ist auch dies unvernünftig, weil Erkenntnis nicht nur Offenheit, sondern ebenso temporäre Stabilisierung benötigt.

**Eine achte Fehlform ist die Revisionskaskade.** Sie liegt dort vor, wo eine Revision nicht zu tragfähiger Entlastung führt, sondern selbst eine Kette weiterer Revisionsnotwendigkeiten auslöst. Dies geschieht vor allem in stark gekoppelten Modellzusammenhängen, in denen Eingriffe an einer Stelle neue Inkohärenzen, Friktionen oder Domänenprobleme an anderer Stelle erzeugen. Die Fehlform besteht daher nicht in der bloßen Mehrzahl von Revisionen, sondern in ihrer unkontrollierten Verkettung. Ein Modellsystem verliert dann die Fähigkeit, Umbauten lokal zu begrenzen, und gerät in eine Folge wechselseitiger Nachrevisionen. Gerade in komplexen und eng vernetzten Ordnungen kann dies dazu führen, dass die Revisionsdynamik selbst zur Quelle epistemischer Instabilität wird.

**Eine neunte Fehlform ist die strategische Domänenverengung.** Sie tritt auf, wenn ein Modell auf Belastungen nicht mit echter Umformung reagiert, sondern seinen Geltungsbereich immer weiter so verengt, dass problematische Fälle ausgeschlossen werden. Domänenbezogene Revision ist als solche rational und oft notwendig. Sie wird jedoch fehlgeleitet, wenn die Grenzbestimmung nicht der tatsächlichen Tragfähigkeit folgt, sondern bloß der Abwehr von Kritik dient. In diesem Fall entsteht keine präzisere Modellordnung, sondern eine immunisierte Restgeltung, deren Stabilität nur um den Preis epistemischer Entleerung erkaufte wird.

**Eine zehnte Fehlform ist der revisionslose Modellwechsel.** Auch der vollständige Übergang zu einer neuen Modellarchitektur ist nicht automatisch rational. Wo ein Modell vorschnell durch ein anderes ersetzt wird, ohne die Übergangsprobleme, Reichweitenfragen und Strukturverluste methodisch zu bearbeiten, fehlt gerade jene kontrollierte Transformationslogik, die Revision ausmacht. Ein bloßer Sprung in eine neue Ordnung kann zwar manchmal unvermeidlich sein, bleibt aber epistemisch defizitär, wenn er nicht als nachvollziehbare Reorganisation gestaltet wird. Revision ist daher auch dort wichtig, wo sie an den Rand globaler Umbrüche reicht.

Diese Fehlformen zeigen, dass Revision nicht einfach als positives Gegenstück zur Starrheit zu verstehen ist. Auch Umbau kann fehlgeleitet, unzureichend oder destruktiv sein. Gerade deshalb braucht eine Theorie der Revision nicht nur eine Typologie legitimer Formen, sondern auch eine Diagnostik ihrer Missformen. Erst dadurch wird sichtbar, dass wissenschaftliche Rationalität nicht bloß in der Bereitschaft zur Veränderung besteht, sondern in der Fähigkeit, Veränderungen in Reichweite, Zeitpunkt und Zielrichtung angemessen zu steuern.

Die vorliegende Typologie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie benennt zentrale Fehlformen der Revision, schließt jedoch weitere Missformen nicht aus. Je nach Kopplungsgrad, Reichweitenstruktur, Domänenlogik und Identitätsbedingungen von Modellen können zusätzliche Problemfälle auftreten. Dazu gehören etwa verdeckte Identitätsverschiebungen, selektive Domänenrevision, symbolische Revisionsbehauptungen ohne operative Umformung oder andere Formen stiller Umordnung unter behaupteter Kontinuität. Die hier entwickelte Liste ist daher nicht als abgeschlossener Katalog, sondern als systematische Auswahl besonders wichtiger Fehlformen zu verstehen.

Für die Epistemik ergibt sich daraus ein klares Gesamtbild. Fehlformen der Revision sind Störungen im Verhältnis von Belastung und Umformung. Entweder bleibt das Modell trotz Druck zu starr, oder es verändert sich in einer Weise, die keine tragfähige neue Ordnung erzeugt. In beiden Fällen wird die Funktion des Modellmanagements unter endlichen Bedingungen beschädigt. Gute Revision ist deshalb weder minimal noch maximal, sondern angemessen. Sie trifft die Reichweite des Problems, ohne mehr Stabilität zu zerstören oder mehr Friktion zu konservieren, als notwendig ist.

## **9. Beispiel: Revision als domänenbezogene und strukturelle Reorganisation**

Man kann an ein zunächst sehr erfolgreiches Modell mit hohem Integrationsanspruch denken. Es erklärt viele Phänomene in einer gemeinsamen Ordnung und wird gerade deshalb zunehmend auch auf Bereiche angewendet, für die seine ursprünglichen Voraussetzungen nur noch eingeschränkt gelten. Zunächst bleiben die auftretenden Schwierigkeiten begrenzt. Einzelne Parameter werden nachjustiert, Zusatzannahmen eingeführt und Messzuordnungen verfeinert. Solange die Belastung punktuell bleibt, ist lokale Revision rational.

Mit der Zeit kann sich jedoch zeigen, dass die Probleme nicht nur einzelne Stellen betreffen. Bestimmte Phänomenbereiche lassen sich nur noch mit wachsendem Aufwand integrieren, Übergänge werden unsauber, und der Bedarf an Sonderannahmen steigt. Das Problem liegt dann nicht mehr bloß in einzelnen Parametern, sondern im Geltungsanspruch des Modells selbst. An diesem Punkt wird domänenbezogene Revision rational. Das Modell wird nicht verworfen, sondern in seiner Reichweite neu bestimmt. Sein Anspruch wird auf die Bereiche zurückgeführt, in denen seine Voraussetzungen tatsächlich erfüllt sind.

Gerade diese Neuabgrenzung kann sichtbar machen, dass auch die innere Struktur des Modells noch auf den früheren, überdehnten Anspruch zugeschnitten war. Begriffe sind zu grob, Kopplungen zu stark vereinheitlichend, Übergänge zu undifferenziert. Dann reicht domänenbezogene Revision allein nicht mehr aus; zusätzlich wird strukturelle Revision erforderlich. Das Beispiel zeigt, dass wissenschaftliche Rationalität weder in starrer Modelltreue noch in vorschnellem Totalbruch besteht, sondern in der proportionierten Steuerung des Übergangs von lokaler Korrektur über Domänenklärung bis hin zu tieferem Umbau.

## **10. Revision als Grundoperation des Modellmanagements**

Das Paper hat gezeigt, dass Revision innerhalb der Epistemik die zentrale Transformationsoperation des Modellmanagements bildet. Sie vermittelt zwischen Belastungssignalen, Geltungsverlust, Suchbewegungen und konkreter Modellumformung. Im Zentrum standen eine Typologie lokaler, struktureller, domänenbezogener und globaler Revision sowie die These, dass rationale Revision an der angemessenen Abstimmung von Problemstruktur, Revisionsreichweite und erreichter Tragfähigkeit zu messen ist.

Zugleich wurde deutlich, dass Revision weder mit Falsifikation noch mit Suche noch mit bloßer Stabilisierung identisch ist. Friktion signalisiert Belastung, Falsifikation markiert Geltungsverlust, Suche eröffnet den Raum möglicher Alternativen, Revision organisiert die konkrete Transformation des Modells. Ohne eine explizite Theorie der Revision bliebe die Epistemik daher diagnostisch stark, aber transformatorisch unvollständig.

Die übergeordnete Konsequenz lautet entsprechend: Wissenschaftliche Rationalität besteht nicht nur in Stabilisierung, Kritik und Suche, sondern ebenso in der kontrollierten Fähigkeit zum Umbau. Revision ist keine Randerscheinung wissenschaftlicher Praxis, sondern eine ihrer zentralen Vollzugsformen. Wer Wissenschaft als Management von Modellen versteht, muss deshalb auch Revision als Grundoperation dieser Praxis begreifen.

# Literatur

- Alchourrón, Carlos E., Peter Gärdenfors, and David Makinson. 1985. "On the Logic of Theory Change: Partial Meet Contraction and Revision Functions." *The Journal of Symbolic Logic* 50 (2): 510–30.
- Gärdenfors, Peter. 1988. *Knowledge in Flux: Modeling the Dynamics of Epistemic States*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Godfrey-Smith, Peter. 2003. *Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, Thomas S. 2012. *The Structure of Scientific Revolutions*. 4th ed. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakatos, Imre. 1978. *The Methodology of Scientific Research Programmes*. Edited by John Worrall and Gregory Currie. Cambridge: Cambridge University Press.
- Laudan, Larry. 1977. *Progress and Its Problems: Towards a Theory of Scientific Growth*. Berkeley: University of California Press.
- Morrison, Margaret, and Mary S. Morgan, eds. 1999. *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nickles, Thomas, ed. 1980. *Scientific Discovery, Logic, and Rationality*. Dordrecht: Reidel.
- Popper, Karl R. 2002. *The Logic of Scientific Discovery*. London: Routledge.
- Rapp, Stefan. 2026. *Epistemik: Modellmanagement unter endlichen Bedingungen*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18441301>.
- Rapp, Stefan. 2026. *Jenseits von Physik und Metaphysik: Epistemik und die Differenzierung der Realität in subjektive, intersubjektive und funktional-empirische Physik*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18317920>.
- Rapp, Stefan. 2026. *Ontologisierung als epistemische Grundoperation: Funktionale Stabilisierung, Intersubjektivität und Fehlfunktion*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18346552>.
- Rapp, Stefan. 2026. *Friktion: Grenzsinal endlicher Tragfähigkeit in subjektiven, intersubjektiven und funktional-empirischen Stabilitätsräumen*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18434648>.
- Rapp, Stefan. 2025. *Kontextuelle und globale Falsifikation wissenschaftlicher Modelle: Eine integrierte Theorie epistemischer Geltung*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17692470>.
- Rapp, Stefan. 2026. *Effiziente Suche unter endlichen Bedingungen: Eine Dual-Mode-Architektur des Modellmanagements*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18799355>.
- Rescher, Nicholas. 1978. *Scientific Progress: A Philosophical Essay on the Economics of Research in Natural Science*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Wimsatt, William C. 2007. *Re-Engineering Philosophy for Limited Beings: Piecewise Approximations to Reality*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

# **Appendix A: Didaktische Veranschaulichungen für Lehre und Erstorientierung**

Der vorliegende Appendix dient ausschließlich der didaktischen Veranschaulichung zentraler Unterscheidungen des Haupttexts. Er hat nicht die Funktion, die systematischen Begriffsbestimmungen des Papers zu ersetzen, zu erweitern oder eigenständig zu begründen. Die folgenden Beispiele sind bewusst vereinfacht, alltagsnah und lehrorientiert gewählt. Sie sollen die im Haupttext entwickelte Theorie der Revision in ihrer Grundlogik leichter zugänglich machen, insbesondere für Erstlektüre, Lehre und begriffliche Orientierung.

Maßgeblich für die begriffliche Bestimmung von Revision, Revisionsformen, Rationalitätskriterien und Fehlformen bleibt ausschließlich der Haupttext. Die Beispiele des Appendix sind daher nicht als definitorische Fälle oder als erschöpfende Klassifikationen realer wissenschaftlicher Prozesse zu lesen, sondern als vereinfachte Anschauungsformen, die das Verständnis der systematischen Architektur unterstützen sollen.

## **A.1 Lokale Revision: Die Wettervorhersage für morgen**

Jemand nutzt eine Wetter-App, die für den nächsten Tag 22 Grad und keinen Regen vorhersagt. Im Laufe des Abends zeigen neue Daten, dass die Temperatur vermutlich nur 19 Grad betragen wird und am Nachmittag mit einzelnen Schauern zu rechnen ist. Die Wetter-App muss deshalb ihre Vorhersage anpassen. Das zugrunde liegende Wettermodell wird dadurch aber nicht grundsätzlich aufgegeben. Es werden nur einzelne Parameter und kurzfristige Einschätzungen korrigiert.

Genau das veranschaulicht lokale Revision. Das Modell bleibt im Ganzen bestehen, aber einzelne Elemente werden verändert, weil neue Belastungen sichtbar geworden sind. Niemand würde deshalb sagen, die Meteorologie als Ganze sei zusammengebrochen. Vielmehr wird ein tragfähiges Modell punktuell nachjustiert.

## **A.2 Strukturelle Revision: Der Arzt mit dem zu einfachen Krankheitsbild**

Ein Arzt deutet die Beschwerden eines Patienten zunächst mit einem einfachen Erklärungsmodell: Müdigkeit, Blässe und Konzentrationsprobleme werden als Stressfolge eingeordnet. Mit der Zeit zeigt sich jedoch, dass dieses Schema zu grob ist. Blutwerte, weitere Symptome und der Verlauf sprechen dafür, dass nicht bloß „Stress“ vorliegt, sondern dass verschiedene Ursachen unterschieden werden müssen, etwa Eisenmangel, Schilddrüsenprobleme oder Schlafstörungen. Das bisherige Modell war nicht einfach an einer einzelnen Stelle falsch, sondern koppelte verschiedene Symptome in einer zu einfachen Ordnung.

Hier genügt keine bloße Einzelkorrektur mehr. Es reicht nicht, nur einen kleinen Zusatz zu machen. Das Diagnosemodell selbst muss intern differenzierter organisiert werden. Genau das ist strukturelle Revision. Die Grundaufgabe bleibt dieselbe, Krankheitssymptome sinnvoll zu deuten, aber die innere Architektur des Modells wird umgebaut.

### **A.3 Domänenbezogene Revision: Das Lernkonzept, das nur für Anfänger funktioniert**

Eine Lehrerin entwickelt ein Unterrichtskonzept, das bei Anfängern sehr gut funktioniert. Die Schüler machen schnell Fortschritte, weil die Methode stark auf Wiederholung, klare Muster und feste Übungsroutinen setzt. Wegen dieses Erfolgs wird dieselbe Methode später auch auf fortgeschrittene Schüler angewendet. Dort treten jedoch Probleme auf. Die Lernenden langweilen sich, wichtige Feinheiten werden nicht mehr erfasst, und die Fortschritte bleiben aus.

In diesem Fall muss das Konzept nicht vollständig verworfen werden. Es war ja durchaus tragfähig. Das Problem liegt vielmehr darin, dass seine Reichweite falsch bestimmt wurde. Die vernünftige Reaktion besteht darin, die Domäne des Modells neu zu bestimmen: Das Konzept ist gut für Anfänger, aber nicht für Fortgeschrittene. Das ist domänenbezogene Revision. Das Modell wird nicht primär intern umgebaut, sondern in seinem Geltungsbereich neu eingegrenzt.

### **A.4 Globale Revision: Das Navi mit der falschen Grundkarte**

Ein Navigationssystem berechnet immer wieder unplausible Routen. Zunächst versucht man, einzelne Ziele neu einzugeben, Verkehrsdaten zu aktualisieren und kleine Einstellungen zu ändern. Doch die Fehler bleiben bestehen. Schließlich zeigt sich, dass die Grundkarte des Systems veraltet oder beschädigt ist. Straßen fehlen, Einbahnregelungen sind falsch erfasst, ganze Verbindungen stimmen nicht mehr.

Hier helfen lokale Korrekturen nicht mehr. Auch eine bloße Eingrenzung des Einsatzbereichs wäre keine wirkliche Lösung. Die Grundordnung, auf der das System aufbaut, ist fehlerhaft geworden. Es braucht daher eine grundlegende Neuerstellung oder einen tiefgreifenden Austausch der Kartenbasis. Das veranschaulicht globale Revision. Nicht nur einzelne Elemente, sondern die tragende Architektur des Modells muss neu organisiert werden.

### **A.5 Kosmetische Revision: Die Ausrede statt des Umbaus**

Jemand benutzt seit langem ein bestimmtes Erklärungsschema für sein ständiges Zuspätkommen. Mal ist der Verkehr schuld, mal das Wetter, mal ein Anruf, mal etwas Unvorhergesehenes. Jede einzelne Erklärung klingt zunächst plausibel. Mit der Zeit wird jedoch sichtbar, dass das eigentliche Problem nicht in wechselnden äußeren Umständen liegt, sondern in einer systematisch falschen Zeitplanung. Statt das eigene Modell zu ändern, also zum Beispiel Wege, Pufferzeiten und Vorbereitung realistischer einzuordnen, werden immer neue Ausreden ergänzt.

Das ist kosmetische Revision. Oberflächlich verändert sich etwas, denn die jeweilige Geschichte wird angepasst. Die eigentliche problemtragende Struktur bleibt jedoch unberührt. Gerade deshalb wirkt kosmetische Revision oft täuschend plausibel. Sie erzeugt den Eindruck von Reaktionsfähigkeit, ohne wirklichen Umbau zu leisten.

## **A.6 Strategische Domänenverengung: „Es funktioniert schon, aber nur in Sonderfällen“**

Jemand behauptet, seine Methode zur Einschätzung von Menschen sei sehr zuverlässig. Anfangs wird sie breit angewendet. Wenn Fehlurteile auftreten, wird der Geltungsbereich der Methode jedoch immer weiter eingeschränkt. Plötzlich soll sie nur noch bei ruhigen Situationen funktionieren, dann nur noch bei bekannten Personen, dann nur noch bei Personen einer bestimmten Altersgruppe, dann nur noch dann, wenn diese gerade nicht gestresst sind. Am Ende bleibt von der ursprünglichen Behauptung fast nichts übrig.

Hier liegt keine vernünftige domänenbezogene Revision mehr vor, sondern strategische Domänenverengung. Der Geltungsbereich wird nicht deshalb präzisiert, weil die tatsächliche Tragfähigkeit sauber bestimmt wird, sondern weil Kritik abgewehrt werden soll. Das Modell rettet seine Restgeltung um den Preis seiner inhaltlichen Entleerung.

## **A.7 Unterlassene und verspätete Revision: Das Haushaltsbudget**

Eine Familie merkt seit Monaten, dass ihr Haushaltsbudget nicht mehr funktioniert. Bestimmte Ausgaben steigen, Rücklagen schrumpfen, und am Monatsende bleibt immer weniger übrig. Trotzdem wird das bisherige Ausgabenmodell zunächst beibehalten. Man hofft, dass es schon wieder besser wird. Erst als die Belastung sehr groß geworden ist, wird reagiert, dann aber unter erheblichem Druck und mit schmerzhafteren Einschnitten, als sie früher nötig gewesen wären.

Dieses Beispiel zeigt den Unterschied zwischen unterlassener und verspäteter Revision. Unterlassene Revision bedeutet, dass auf klaren Belastungsdruck zunächst gar nicht mit Umformung reagiert wird. Verspätete Revision bedeutet, dass die Korrektur zwar irgendwann erfolgt, aber erst dann, wenn die Kosten des Umbaus bereits stark gestiegen sind.

## **A.8 Zeitdruck und Schwellenumschlag: Die Urlaubsvorbereitung**

Eine Familie weiß, dass sie in zwei Wochen in den Urlaub fliegt. Zu diesem Zeitpunkt ist das Modell ihrer Lage noch klar: Es ist genug Zeit vorhanden, die Vorbereitung ist wichtig, aber noch nicht dringend, und viele Aufgaben können sinnvoll auf später verschoben werden. Dieses Modell ist unter den gegebenen Bedingungen zunächst tragfähig. Mit dem Näherrücken des Abflugs verändert sich jedoch die Belastungslage. Bestimmte Erledigungen werden dringlicher, Koffer müssen gepackt, Dokumente geprüft, Fahrten organisiert und letzte Einkäufe abgeschlossen werden. Je knapper die verbleibende Zeit wird, desto weniger trägt das frühere Modell einer noch entspannten Vorbereitung.

Das Beispiel veranschaulicht, wie Friktion mit veränderten Bedingungen ansteigt, obwohl das ursprüngliche Modell anfangs keineswegs unvernünftig war. Die Familie muss ihre Handlungsordnung deshalb schrittweise revidieren: von einer lockeren Zeitperspektive zu einer priorisierten und schließlich zu einer akuten Vollzugslogik. Am Tag des Aufbruchs kollabiert dann die frühere Modellform vollständig. Das Modell „es ist noch genügend Zeit“ ist nun nicht bloß ungenau, sondern unhaltbar geworden. Der Fall zeigt damit besonders anschaulich, dass Revision oft nicht auf absoluter Falschheit beruht, sondern auf zeitabhängiger Tragfähigkeit, steigendem Revisionsdruck und einem Schwellenpunkt, an dem eine bisher sinnvolle Ordnung nicht mehr fortgeführt werden kann.

## **A.9 Die Grundidee in einfacher Form**

Die Beispiele machen sichtbar, dass Revision mehr ist als bloße Korrektur und weniger als sofortiger Totalbruch. Sie bezeichnet die geregelte Umformung eines Modells, wenn dessen bisherige Form unter Druck gerät. Mal genügt eine kleine Nachjustierung, mal muss die innere Struktur neu geordnet werden, mal ist vor allem die Reichweite falsch bestimmt, und in manchen Fällen wird ein umfassender Neubau notwendig.

Ebenso wird deutlich, dass nicht jede Veränderung schon gute Revision ist. Man kann Probleme auch verdecken, hinauszögern oder sich durch künstliche Eingrenzung vor echter Korrektur schützen. Revision ist deshalb nur dann rational, wenn die Reichweite der Veränderung zur Struktur des Problems passt und eine tragfähigere Ordnung hervorbringt.