

hält« (Hirschberger 1980, 653). Das Verbindende zwischen Denken und Reden ist die Sprache, die durch die Aussagenlogik und die Wahrheitswerte von wahr oder falsch formalisiert werden. Die Geburt der modernen Logik erfolgt durch die sukzessive Übersetzung des gesprochenen Wortes in eine symbolische Sprache.

Während bei Leibniz die *Characteristica universalis* noch eine Beziehung zu den Wesenheiten einschloß, hat die moderne Logik sich zu einer reinen Kombinationstechnik entwickelt, wo das Ist nicht mehr auf das Sein verweist, sondern nur noch die rein innerlogische, syntaktische Funktion ausspricht wie etwa das Ist in einer algebraischen Gleichung oder in einer Aussage über die Züge in einem Schachspiel. (Ebd.)

Es war auch das Jahrhundert, in dem sich die Philosophie und die Wissenschaft von den christlich geprägten Einschränkungen des Mittelalters und der Orientierung an einer alles erklärenden Letztinstanz und dem Gottesbeweis emanzipierte. Zudem wurden in diesem Jahrhundert neue Methoden entwickelt, die zu Methodenstreits und zu der Frage, welche Möglichkeiten der (Natur-)Erkenntnis überhaupt möglich sind.

Die Mathematische Logik zu Beginn des 20. Jahrhunderts fußt auf dem Gedanken, dass die Regeln der Algebra und der Arithmetik allem anderen vorausgehen und damit auch die Beschaffenheit von Logik bestimmen. Die mathematische Sprache, die diese Regeln ausdrücken soll, rekurriert auf Symbole und deren Beziehungen zueinander. Durch die Aufwertung der Mathematischen Logik als nicht nur das universale Prinzip in der Natur, sondern auch das grundlegende Prinzip, das den menschlichen Denkprozessen im Gehirn entspricht, wird eine weitere Analogie saloppfähig gemacht: Die Abläufe im Gehirn werden sukzessive der Mathematischen Logik unterworfen.

3 Vom Wahren und Wahrscheinlichen – Sozialstatistik

Das 17. und 18. Jahrhundert verabschiedeten sich sukzessive von den Prämissen einer philosophischen Logik. Eine Neuausrichtung dessen, was unter Logik verstanden wird, wurde im Bereich der Mathematischen Logik vor allem von George Boole, Gottlob Frege und Ernst Schröder im 19. und frühen 20. Jahrhundert vorangetrieben. Die oben beschriebene Weiterentwicklung wissenschaftlicher Methoden und erkenntnistheoretischer Ansätze führt im 19. Jahrhundert zu einem neuen Blick auf den Menschen, der zum Subjekt

und zugleich Objekt wissenschaftlicher Erkenntnis wird: Alles und alle Dinge werden nun in Bezug auf ihn betrachtet. Jede empirische Erkenntnis, die den Menschen betrifft, wird zu einem möglichen philosophischen Feld, in dem sich die Grundlagen und Grenzen der menschlichen Erkenntnis offenbaren. Der Blick auf die Bedingungen der Erkenntnis verändert sich. Dies gilt auch für die Mathematik, die Zahlen und Mathematischen Logiken.

Nach wie vor galt das Finden einer adäquaten formalen, universalen Sprache, ganz im Sinne Leibniz', als oberstes Gebot der Mathematiker*innenriege des 19. Jahrhunderts. Ein wichtiger Vertreter war Henri Poincaré (1854–1912), der sich wie andere seiner Zeit in der Zwickmühle einer sich immer erfolgreicher in Messmethoden auszeichnenden Physik und eines empirischen Materialismus einerseits und der Suche nach einer allgemeingültigen, abstrakten und symbolischen Sprache andererseits befand:

Alle Gesetze sind aus der Erfahrung gezogen; um sie aber auszudrücken, brauchen wir eine besondere Sprache; unsere gewöhnliche ist zu arm, sie ist auch zu unbestimmt, um so zarte, genaue und inhaltsreiche Beziehungen auszudrücken. Dies ist also ein erster Grund, weshalb der Physiker die Mathematik nicht entbehren kann: sie schafft ihm die einzige Sprache, die er sprechen kann. Und eine zweckmäßig gebildete Sprache ist nichts Gleichgültiges (Poincaré 1906, 69).

Eine zufriedenstellende im Sinne von ›funktionierender‹ Übersetzung fand erst im 20. Jahrhundert statt, ausgehend von den erkenntnistheoretischen Überlegungen der Mathematiker*innen, Physiker*innen, Physiolog*innen und Philosoph*innen des 19. Jahrhunderts. Dies sei den nun folgenden Abhandlungen über die Implementierung von Statistik und damit den Regierungs- und Verwaltungsweisen eines Staates im Allgemeinen und der Sozialstatistik in der Medizin als biopolitische Regierungsweise menschlicher Körper im Besonderen vorangestellt.

Im 19. Jahrhundert finden vermessende Methoden und statistische Verfahren zusammen und werden am menschlichen Körper exerziert. Ebenfalls auf Leibniz geht der Begriff der Kombinatorik zurück, die sich, im Anschluss an die ersten Überlegungen Blaise Pascals zu den Gewinnchancen beim Glücksspiel, mit den Kombinationsmöglichkeiten und Variationen abzählbarer Variablen beschäftigt. In seiner Abhandlung *Dissertatio de arte combinatoria* aus dem Jahr 1666 stellt er mathematisch zu dem Zeitpunkt noch wenig fundierte Kombinationsweisen, zum Beispiel von Permutationen, also dem regelgeleiteten Anordnen von Objekten in einer bestimmten Reihenfolge, vor.

3.1 Erbsenzählen für Fortgeschrittene – Einführung in die Sozialstatistik von Adolphe Quételet

Die Statistik bietet die elementaren Bedingungen, um das newtonscbe Prinzip der Mechanik auch auf die menschliche Natur und die menschliche Gesellschaft anzuwenden, woraus die Sozialphysik entsteht. Statistik beschreibt die Lehre der Methoden und Analyseinstrumentarien zum Umgang mit quantitativen Informationen beziehungsweise Daten und gibt Methoden an die Hand, größere Datenmengen auszuwerten, um daraus Handlungsanweisungen für die Zukunft zu ziehen. Vor dem 18. Jahrhundert beschränkte sich die »amtliche Statistik« (Henze 2008) zunächst auf Fragen des Regierens: Volkszählungen; Bevölkerungszahlen; Berechnungen, wie viele Soldaten im Kriegsfall eingezogen werden können; die Steuersumme, die das nächste Quartal in die Kassen spült; Abwägungen, wie viel Getreide produziert beziehungsweise eingeführt werden muss, um ausreichend Nahrung zur Verfügung zu haben; Todeszahlen, die notiert wurden, um sie über einen längeren Zeitraum zu beobachten. Statistik stellt also die Grundlage des Regierens und Verwaltens von Bevölkerungsgruppen, Einheiten wie dem Militär und Gesellschaften dar. Erst im 18. Jahrhundert definiert der Jurist und Historiker Gottfried Achenwall (1719–1772) das Wort Statistik »im Sinne von Staatskunde (ital. statista=Staatsmann)« (zit. n. Henze 2008, 22).

Statistik und Sozialstatistik – Verknüpfung von Durchschnitt und Wahrscheinlichkeit

Im England entstand Mitte des 17. Jahrhunderts die politische Arithmetik, die im Anschluss an biometrische Vermessungen des Menschen und bevölkerungsstatistische Erhebungen zu einer eigenen wissenschaftlichen Bewegung heranwuchs. Begründet wurde die politische Arithmetik durch den Mediziner und Anatom William Petty (1623–1687). In seiner *Kritik der politischen Ökonomie* (1859) rechnet Karl Marx mit Pettrys politischer Arithmetik ab, dessen statistische und demografische Methoden für Marx die Anfänge der politischen Ökonomie, als Form des Regierens, darstellen. Aber die symbolische Dimension der hierarchisierenden Bio- und Soziometrie hatte in die Wissenschaft Einzug erhalten und die »quantitative Rangbildung« (Mau 2017, 15) konnte als Erkenntnisgrundlage fundiert werden. Durch die wissenschaftliche Etablierung dieser statistischen induzierten »quantitativen Rangbildung« findet gleichzeitig eine »Naturalisierung sozialer Ungleichheit« (ebd.) statt.

An Newtons Theorie und Pettys Vorstoß einer politischen Arithmetik anknüpfend, entwirft Adolphe Quêtelet (1796–1874) seine Sozialphysik, die sich mit dem Zusammenhang von Durchschnitt und dem wahrscheinlichen Auftreten eines bestimmten Merkmals beschäftigt. Quêtelet untersucht hierfür zunächst den Brustumfang schottischer Soldaten, um darüber den soldatischen Durchschnittsmann zu ermitteln. Die Ergebnisse der Brustumfangsmessungen bringt er in ein mathematisches Muster, die er als gaußsche Normalverteilung wiedererkennt. Quêtelet befindet, dass, »[w]enn es darum geht, Aussagen prozessierbar zu machen«, kein Medium besser geeignet zu sein scheine »als die Zahl, die sich in formalen Verfahren darstellen lässt und jene technische Universalität bereitstellt« (zit. n. Döring 2011, 111). Quêtelet, eigentlich Astronom und somit an Himmelskörpern und den statistischen Berechnungen ihrer Laufbahnen interessiert, konkretisiert die Statistik für die Bereiche des menschlichen Körpers, indem er die Wahrscheinlichkeitsrechnung mit der Normalverteilung verbindet. Für ihn steht fest, dass es mathematische Regelmäßigkeiten in der Natur des Menschen gibt, und um diese näher zu erforschen und die statistische Durchschlagskraft der Vorhersagbarkeit von Wahrscheinlichkeiten zu nutzen, wie sie bereits bei der Berechnung himmlischer Körper förderlich waren, schlägt er vor, auch in den Politik- und Geisteswissenschaften die Methode anzuwenden, die auf Beobachtung und Berechnung basiert. In diesem Sinne überträgt Quêtelet den Anspruch der mathematischen und statistischen Berechnungen aus dem Bereich der Naturwissenschaften in jene der sozialen Phänomene.

In seiner *Sozialen Physik oder Abhandlungen über die Entwicklung der Fähigkeiten des Menschen* (1921 [1835]) erhebt Quêtelet den Durchschnitt zur Norm, indem er versucht, einen durchschnittlichen Menschen zu ermitteln, um daraus vorhersagbare Wahrscheinlichkeiten bestimmter Verhaltensweisen und Lebenserwartungen zu generieren.

Seine quantifizierenden Untersuchungen erfassen nicht nur Ereignisse wie Geburt, Tod, Taufe, sondern auch Fruchtbarkeit, Körpergröße und -gewicht, Wachstum, literarisches Talent, Mut und Verbrechen. Dabei kommt seine Theorie der Mittelwerte zur Anwendung, die dem Verfahren der Physik entlehnt ist, beispielsweise die Temperaturen verschiedener Länder zu bestimmen und zu vergleichen, indem man auf den berechneten Wert der mittleren Temperatur zurückgreift. Die einzelnen Schwankungen außer Acht lassend, geht es ihm darum, ebenso jene Zahlen »auszumitteln«, die die verschiedenen Individuen eines Volkes repräsentieren. (Döring 2011, 217)

Aus dem gemittelten Menschentypen will Quêtelet eine prototypische Norm entwickeln:

Vor allem müssen wir vom einzelnen Menschen abstrahiren wir dürfen ihn nur als Bruchteil der ganzen Gattung betrachten. Indem wir ihn seiner Individualität entkleiden, beseitigen wir Alles, was zufällig ist; und die individuellen Besonderheiten, die wenig oder gar keinen Einfluss auf die Masse haben, verschwinden von selbst und lassen uns zu allgemeinen Ergebnissen gelangen. (Quêtelet 1838, 3)

Die Gesellschaftstheorie Quêtelets ruft die Vorstellung einer neuen sozialen Ordnung ins Leben, die um den (Durchschnitts-)Menschen kreist. Ausgehend von dem Blick eines Astronomen, wird der Mensch innerhalb einer physikalischen Ordnung der Schwerkraft als Gravitationszentrum der Gesellschaft positioniert. Die zufälligen, unvorhersehbaren Aspekte individueller Verhaltensweisen und Eigenschaften werden auf diese Art und Weise zu einem regelmäßigen, stabilen Konstrukt formiert. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung wird darin als feste experimentelle Ordnung verhandelt, die die Möglichkeit des Nachprüfens und der Wiederholbarkeit offeriert.

Quêtelet hat somit einen Prozess der Normalisierung und Essenzialisierung vorangetrieben, der das körperlose statistische Kalkül in jeden Einzelnen einschreibt. Durch das Scheiden von Körper und Zeichen wird die Übersetzung in eine mathematische Sprache möglich. Durch neue mathematisch-symbolisch verobjektivierte Zeichensysteme nimmt der numerisch definierte »mittlere Mensch« den Charakter einer mathematischen Wahrheit an, wird zum Prinzip der Vererbungslehre Francis Galtons und von diesem zur verhängnisvollen Eugenik ausgebaut, wo der individuelle Körper immer nur als Entsprechung oder Abweichung vom gemittelten Menschen wahrgenommen wird. Insbesondere in der frühen Phase der eugenischen Theoriebildung »tritt besonders deutlich das utopische Element der Eugenik hervor, der Glaube an eine Allmacht der Wissenschaft und an ihren Einsatz zum Wohle der gesamten Menschheit für eine zukünftige bessere Welt« (Lulay 2021, 14).

Der gemittelte Mensch, als Verschränkung einer neu gewonnenen »Norm« und einer prototypischen Vollkommenheit »liefert [...] einen neuen Maßstab, der eine männlich codierte Norm der Mitte (zwischen zwei Extremen) her vorbringt. [...] Er ist zugleich Mitte und Mittel, um Quêtelets physikalische Gesellschaftstheorie als mathematische Gesetzmäßigkeit zu fundieren.« (Döring 2011, 144) Die Kulturwissenschaftlerin Daniela Döring weist in ihrem Buch *Zeugende Zahlen* auch auf die binär vergeschlechtlichen, rassifizie-

renden und klassifizierenden Dimensionen hin, die Quetelets Methode der Hervorbringung eines Durchschnitts mit der Verknüpfung eines am wahrscheinlichsten auftretenden Merkmals durch die statistische Setzung innewohnen. Der minimale Wert ist bei beiden Geschlechtern gleich; der mittlere Wert ist beim männlichen Geschlecht größer, wohingegen der maximale Wert beim weiblichen Geschlecht größer ist. Dennoch schlussfolgert Quetelet aus diesen Zahlen, »dass zur Zeit der Geburt die Grösse des einen Geschlechts die des anderen überwiegt; reduziert man die Zahlen, welche sie ausdrücken, auf Bruchteile des Meters, so erhält man für die Knaben 0,4999 und für die Mädchen 0,4896, für die ersteren also etwa einen Centimeter mehr« (zit. n. Döring 2011, 126). Der bemessene Wert, so gering er auch sein mag, vereinheitlicht die vorhandenen (und geschlechtsspezifisch konträren) Schwankungen der Extremwerte und setzt den Maßstab für zukünftige binäre Kategorisierungen, die von da an über Norm und Abweichung bestimmen.

Hier erfolgt eine Mathematisierung und Totalisierung der Geschlechterdifferenz, die auch den Ausgangspunkt für Quetelets weitere Argumentation bildet. Sein Werk *Soziale Physik* basiert auf der Verknüpfung von biologischen Überlegungen mit den zutiefst binär codierten Aufgaben, die Männer und Frauen in einem ›Volkskörper‹ zu erfüllen hätten: »Das Wachstum der Frau richtet sich nach ihrer Aufgabe, Kinder zu gebären, und das Wachstum des Mannes darauf zu verteidigen. Orientiert wird sich dabei am Durchschnitt der ›Mannbarkeit‹« (Quetelet 1838, 335) von Männern, die Mannbarkeit von Frauen hängt hier immer hinterher, ihr Wachstum ist früher abgeschlossen, weil sie einfach nicht so groß wird, das Wachstum der Männer ist mit 25 Jahren noch nicht abgeschlossen, vielleicht nie (vgl. Döring 2011, 127).

Die Verknüpfung neuer Vermessungs- und Typologisierungsweisen mit Statistik in der empirischen Forschung führt zu neuen Normierungs- und Kategorisierungsweisen, die wiederum auf das Soziale und den Körper rückübertragen werden. Die Verlinkung von Normtypen, etwa des Schädels, mit Wesenszügen, wie z.B. Intelligenz oder rationalem Denken, zieht eine Essentialisierung des Sozialen nach sich.

Aus den beschriebenen Verknüpfungen statistisch gemittelter Durchschnittswerte entstehen Wissenschaften wie die Phrenologie, die Physiognomie und die Eugenik. Quetelets Verbindung von Wahrscheinlichkeit und Normalverteilung für die Vermessung menschlicher Körper wurde etwa zeitgleich von dem Physiologen Gustav Theodor Fechner (1801–1887) für die Beschreibung geistiger Prozesse eingeführt. Fechner stellte zunächst physikalische Regeln für psychische Vorgänge auf und formalisiert diese so,

dass sie sich mit mathematischen Formeln ausdrücken lassen. Dies stellt einen weiteren wichtigen Schritt dar, die Psyche des Menschen in einer mechanisch-mathematischen Logik zu begreifen: Die mathematischen Modellierungen Ernst Webers (1795–1878) und Gustav Fechners gehören zu den ersten Versuchen, die mathematische Technik der Funktionsgleichungen aus der Physik auf psychologische Prozesse anzuwenden. Sie begründeten damit das Gebiet der experimentellen Psychologie im Allgemeinen und das der Psychophysik im Besonderen. Fechners physiologische Versuche werden in Kapitel 2 weiter diskutiert.

3.2 Der Korrelationskoeffizient

Die Verknüpfung von Wahrscheinlichkeitsrechnung und statistischem Durchschnitt, wie sie oben beschrieben wurde, hatte tiefgreifende Auswirkungen. Francis Galton (1822–1911) verwendete als Erster lineare Korrelationen in seinen zutiefst problematischen Überlegungen zu Vererbungsweisen – zunächst über die Vererbung der Körpergröße von Vätern auf ihre Söhne. In der von ihm begründeten Eugenik wird der Korrelationskoeffizient als direkte Wechselbeziehung zwischen den Generationen angenommen. Dabei werden nicht nur Körpermerkmale wie Körpergröße, Haarfarbe etc. vererbt, sondern auch alle vermeintlich ›guten‹ wie ›schlechten‹ Merkmale, Kriminalität, Intelligenz etc. werden linear direkt an die Kinder weitergegeben. Diese Eigenschaften werden somit nicht mehr gesellschaftlich kontextualisiert, sondern allein im Vererbungsmaterial des Individuums verortet. Galton führte seine Forschungen anhand statistischer Kriterien durch und setzte eine Reihe von intellektuellen und institutionellen Entwicklungen in Gang, die in der modernen Disziplin der Statistik – beziehungsweise einer mathematischen Statistik – und damit in einer mathematischen Biologie mündeten. Dazu gehören einerseits die soeben beschriebene Idee der linearen Korrelation und andererseits der Begriff der Regression. Mit dem Begriff der Regression beschrieb Galton das biologische Phänomen der Regression zur Mitte, wonach Nachfahren großer Eltern dazu tendieren, nur durchschnittlich groß zu werden.

Der Mathematiker Karl Pearson (1857–1936) und im Anschluss an diesen der Psychologe Charles Spearman (1863–1945) brachten die Statistik Ende des 19. Jahrhunderts auf den Stand einer eigenen Wissenschaft mit eigenen an Mathematik und Zahlen angelegten Methoden. Auf Basis der Ausprägungen von Merkmalen entwickelte Pearson den linearen Korrelationskoeffizienten,

der darüber Auskunft geben soll, ob und wie stark zwei Merkmale zusammenhängen. Diese Wechselbeziehung wird durch einen Wert ausgedrückt, der nicht von den Maßeinheiten der Messung abhängig sein soll und zwischen +1 und -1 liegen kann. Der Wert bestimmt, wie hoch die Korrelation, also wie stark die Wechselbeziehung zwischen zwei Merkmalen ist. Ergibt der Wert die Zahl 0, korrelieren die Merkmale gar nicht miteinander, beträgt der Wert 1, hängen die Merkmale sehr stark linear voneinander ab. Mit dem spearmanschen Rangkorrelationskoeffizienten schaut man auf die Ränge der Ausprägungen und sucht ein Korrelationsmaß für Daten auf Rangskalenniveau. Der Korrelationskoeffizient eignet sich hingegen nicht für Variablen, die in nicht linearer Weise voneinander abhängen, und bietet somit kein ausreichendes Maß für die stochastische Abhängigkeit, etwa wenn Ereignisse oder Merkmale nicht immer, sondern nur manchmal eintreten und die Berechnung des Eintretens anhand von Wahrscheinlichkeitskalkülen mit in die Rechnung aufgenommen werden soll. Pearson und Spearman beziehen daher Zufälliges nicht mit ein, das verbindet sie mit Theorien, wie sie Quételet mit seiner Sozialphysik oder aber auch Francis Galton mit der Eugenik vorgenommen haben. Pearson wie Spearman, deren Berühmtheit sich auf den Aufbau von statistischen Berechnungsweisen stützt, stehen beide in der Tradition Galtons und seiner eugenischen Überlegungen, zu denen sie mit ihrer wissenschaftlichen Arbeit ebenfalls beitrugen.

Der Großteil der in den Computern angewendeten statistischen Berechnungen basiert auf der stochastischen Unabhängigkeit von Zufallsvariablen und hat sich dementsprechend größtenteils von der direkten Linie der Vererbung oder direkten Korrelation zweier Variablen verabschiedet. Insbesondere die Entwicklung rechenstarker Computer hat es ermöglicht, das Augenmerk auf die Modellierung von Komplexität zu legen und dadurch mehr Variablen in die Berechnung mit einzubeziehen zu können. Regressionsverfahren sind bis heute ein wichtiges Forschungsgebiet. Mit der Implementierung statistischer Verfahren in die Rechenmaschinen, heute Computer, wurden weitere Schätzmethoden entwickelt, etwa im Bereich der bayesschen Statistik, bei fehlenden Daten und bei fehlerbehafteten unabhängigen Variablen.

Die Kombinatorik als Teildisziplin der Mathematik erhält ab dem 20. Jahrhundert mit der Verbreitung der Wahrscheinlichkeitstheorie in statistischen Berechnungen eine immer entscheidendere Bedeutung (heute ist die Kombinatorik in stochastischen Berechnungen unersetzlich). Das Sammeln von Daten, um daraus allgemeingültige Regeln zu erstellen, wird zur Doktrin. Zunächst als Grundlage für Atlanten und die Herausbildung

von Typologien bestimmt sich die Analyse der erfassten Daten sowie ihre Rückbindung an den individuellen Körper später immer mehr über stochastische Logiken, berechnet mit Wahrscheinlichkeiten zum Zwecke der in die Zukunft gerichteten probabilistischen Aussage. Der Korrelationskoeffizient findet seinen Weg in die Statistik, um damit begründbare und reproduzierbare Ursache-Wirkungs-Mechanismen zu beschreiben.

4 Logik und Mathematisierung im 20. Jahrhundert: geschätzte Funktionen

Am Vorabend der Jahrhundertwende, am 29. Dezember 1899, schreibt der Mathematiker David Hilbert seinem Kollegen Gottlob Frege seine Sicht auf die Merkmale einer neuen Axiomatik der Mathematik, die er in seinem Brief mit Nachdruck erläutert:

Aus der Wahrheit der Axiome folgt, dass sie einander nicht widersprechen. Es hat mich sehr interessiert, gerade diesen Satz bei Ihnen zu lesen, da ich nämlich, solange ich über solche Dinge denke, schreibe und vortrage, immer gerade umgekehrt sage: Wenn sich die willkürlich gesetzten Axiome nicht einander widersprechen mit sämtlichen folgen, so sind sie wahr, so existieren die durch die Axiome definirten Dinge. Das ist für mich das Criterium der Wahrheit und der Existenz. (Hilbert im Brief an Frege 1899)

Für Frege war es wesentlich, dass Axiome an Erfahrung geknüpfte Wahrheitsbedingungen haben, für Hilbert spielt dieser Wahrheitsbegriff als Charakteristik von Axiomen keine Rolle mehr. Axiome beschreiben ihm zufolge dann eine Wahrheit, wenn sie sich selbst und anderen Axiomen nicht widersprechen. Hilbert umreißt in seinem Brief an Frege die grundlegende Annahme seines mathematischen Formalismus und grenzt sich darin gleichzeitig deutlich von Freges Logizismus ab. Die formalistische Ausrichtung Hilberts führt zu einem neuen mathematischen Wissen. Axiome müssen nicht mehr an physische Erfahrung gekoppelt sein. So lange sie in sich konsistent sind und sich nicht selbst widersprechen, gelten sie als wahr. Hier schließt sich der Streit um das erkenntnistheoretische Dilemma an, das die Mathematik zunächst nicht wahrhaben wollte: Gibt es einen Unterschied zwischen dem Wahrheitsgehalt einer Formel und ihrer Beweisbarkeit? David Hilberts neue Axiomatik und Kurt Gödels Unvollständigkeit sind die mathematischen Veränderungen