

SWR2 Wissen

## Felix Hausdorff und das Wesen der Räume

Geniale Mathematiker (4/6)

Von Aeneas Rooch

Sendung: Dienstag, 17. März 2020, 8:30 Uhr

Redaktion: Gabor Paal

Regie: Felicitas Ott

Produktion: SWR 2020

**Er schimpfte gegen „Impfgegner, Naturärzte und Keuschheitsapostel“ und schrieb Gedichte. Vor allem aber begründete Hausdorff ein neues mathematisches Fachgebiet: Die Topologie.**

SWR2 Wissen können Sie auch im **SWR2 Webradio** unter [www.SWR2.de](http://www.SWR2.de) und auf Mobilgeräten in der **SWR2 App** hören – oder als **Podcast** nachhören:  
<https://www.swr.de/~podcast/swr2/programm/swr2-wissen-podcast-102.xml>

---

### Bitte beachten Sie:

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

---

### Kennen Sie schon das Serviceangebot des Kulturradios SWR2?

Mit der kostenlosen SWR2 Kulturkarte können Sie zu ermäßigten Eintrittspreisen Veranstaltungen des SWR2 und seiner vielen Kulturpartner im Sendegebiet besuchen. Mit dem Infoheft SWR2 Kulturservice sind Sie stets über SWR2 und die zahlreichen Veranstaltungen im SWR2-Kulturpartner-Netz informiert. Jetzt anmelden unter 07221/300 200 oder [swr2.de](http://swr2.de)

### Die SWR2 App für Android und iOS

Hören Sie das SWR2 Programm, wann und wo Sie wollen. Jederzeit live oder zeitversetzt, online oder offline. Alle Sendung stehen mindestens sieben Tage lang zum Nachhören bereit. Nutzen Sie die neuen Funktionen der SWR2 App: abonnieren, offline hören, stöbern, meistgehört, Themenbereiche, Empfehlungen, Entdeckungen ...

Kostenlos herunterladen: [www.swr2.de/app](http://www.swr2.de/app)

## MANUSKRIFT

### **Sprecherin:**

Im Jahr 1898 erscheint ein Essay in der Kulturzeitschrift „Neue Deutsche Rundschau“. Der Autor kritisiert esoterische Weltanschauungen.

### **Zitator: HAUSDORFF:**

„Impfgegner, Alkoholgegner, Tierschützer, Naturärzte, Keuschheitsapostel und sonstige Weltverbesserer: lauter Menschen, mit denen sich nicht reden lässt, weil sie bei dem geringsten Misserfolg ihrer Propaganda zum Dynamit greifen.“

### **Sprecherin:**

Hier schreibt – unter Pseudonym – der Mathematiker Felix Hausdorff. Er ist ein Pionier der Mengenlehre und auf dem Weg, die Topologie mit zu begründen, die Lehre von Räumen, Abständen und Verformungen. Mit seinen grundlegenden Arbeiten wird er in den folgenden Jahrzehnten ein Architekt der modernen Mathematik. Um die Jahrhundertwende ist er aber – unter Pseudonym – bekannter als Philosoph und Dichter.

### **TITEL-SPRECHERIN:**

Felix Hausdorff und das Wesen der Räume. Von Aeneas Roach.

**Atmo:** „*Waldgeräusche*“ (dezent, kleiner Stadtwald)

**Atmo:** „*Wind*“ (dezent)

### **Sprecherin:**

Das Kloster „Maria Hilf“ im Bonner Stadtteil Endenich liegt am Fuße eines kleinen, waldbedeckten Berges. Im Zentrum erhebt sich eine neugotische Kirche, aus rot-braunem Ziegelstein, mit spitz zulaufenden Fenstern, einem massiven Turm und dunklem Dach. Rings herum sind Wohngebäude angeschlossen.

**Musik:** (dunkel, beklemmend, ausweglos, phlegmatisch, Stimmung: „*Hinter den Klostermauern wartet ein schreckliches Schicksal, vor dem es kein Entrinnen gibt.*“), *schleicht sich langsam in die Naturatmosphäre, die plötzlich ebenfalls beklemmend wird/wirkt*

### **Sprecherin:**

Im Jahr 1941 leben in der Klosteranlage keine Nonnen mehr, sie sind vertrieben worden. Jetzt sollen hier rund 500 Menschen aus Bonn und der Umgebung interniert werden. Unter ihnen befindet sich auch Felix Hausdorff. Er ist ein vielseitiger und produktiver Mathematiker, hat neue, abstrakte Strukturen und Instrumente geschaffen und die Mathematik damit auf ein neues Level gehoben. Jetzt soll er, im Alter von 72 Jahren, mit seiner Frau und seiner Schwägerin in das Kloster in Bonn Endenich umziehen. Er schreibt an einen Bekannten:

**Zitator: HAUSDORFF:**

„Das Gefühl der Geborgenheit, das Sie uns vorausgesagt haben, wenn wir erst einmal die Schwierigkeiten des Umzugs überwunden hätten, will sich durchaus nicht einstellen, im Gegenteil:

auch Eendenich ist noch vielleicht das Ende nich!“

**Sprecherin:**

Hausdorff behält Recht. Von den knapp 500 Menschen, die Anfang der 1940er Jahre in das Kloster umgesiedelt werden, überleben nur eine Handvoll.

***Musik: aus mit Akzent***

**Sprecherin:**

Bevor Felix Hausdorff die Mathematik in die Moderne führt, legt er als Wissenschaftler erst einmal einen Fehlstart hin. Er wird am 8. November 1868 in Breslau geboren und wächst in Leipzig auf. Er ist ein exzellenter Schüler, interessiert sich für Musik und möchte Komponist werden, doch sein Vater, ein Kaufmann, hält ihn davon ab. Hausdorff studiert stattdessen Mathematik und Astronomie, besucht nebenher aber auch Vorlesungen in Physik, Chemie, Geographie, Philosophie, Literatur, Musikwissenschaften und Sozialwissenschaften. Er arbeitet als „Rechner“ an der Sternwarte in Leipzig und habilitiert schließlich beim dortigen Direktor, Heinrich Bruns.

**O-Ton 01: („WP Schiffbruch in Astronomie " Walter Purkert):**

Er hat mit diesen astronomischen Arbeiten, obwohl die mathematisch total auf hohem Niveau sind, im Grunde völligen Schiffbruch erlitten, weil die zugrunde liegende Idee von Bruns praktisch nicht durchführbar war...

**Sprecherin:**

Der Mathematik-Professor Walter Purkert hat gemeinsam mit seinem inzwischen verstorbenen Kollegen Egbert Brieskorn eine Biographie über Felix Hausdorff geschrieben. Er kennt die frühen astronomischen Arbeiten, in denen Hausdorff das Verhalten von Licht in der Atmosphäre berechnen wollte.

**O-Ton 01: („WP Schiffbruch in Astronomie“ Walter Purkert):**

...also diese Arbeiten haben keinerlei Einfluss gehabt, und danach ist er dann zur Mathematik übergegangen. Aber auch dort, und das ist selten für einen jungen Mathematiker, der später berühmt wird, da ist er auch noch etwas orientierungslos herumgetappt.

**Sprecherin:**

Hausdorff schreibt fünf Arbeiten über völlig verschiedene Themen: geometrische Optik, hyperkomplexe Zahlensysteme, Versicherungsmathematik, nicht-euklidische Geometrie und über Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Auf sein Hauptgebiet „Mengen und Räume“ – dass für Entwicklung der modernen Mathematik so wichtig werden sollte –, kommt er erst später und über Umwege: Über die Philosophie.

**O-Ton 02: („WP Doppelleben " Walter Purkert):**

Hausdorff hat ja einen Art Doppelsexistenz, und die Biografie, die wir geschrieben haben, ist deshalb so dick, weil man praktisch zwei Existenzen darstellen muss. Einmal Hausdorff als den weltberühmten Mathematiker, der entscheidende Impulse für die Entwicklung der modernen Mathematik des zwanzigsten Jahrhunderts gegeben hat. Aber dann auch unter dem Pseudonym Paul Mongré war er der Philosoph, Literat, [...] der als Theaterdichter zum Beispiel vor dem Ersten Weltkrieg wesentlich bekannter war als Mathematiker.

----- PHILOSOPHIE UND ESSAYS -----

**Musik: (künstlerisch, musikalisch, kreativ, inspirierend, Avantgarde, um 1900, Stimmung: „Künstler der Jahrhundertwende lässt seiner Kreativität freien Lauf.“)**

**Sprecherin:**

Unter dem Namen Paul Mongré verfasst Felix Hausdorff Gedichte, Essays und ein Theaterstück. Dieses Stück, eine derbe Grotteske über das Duellwesen, ist in seiner Zeit sehr erfolgreich und wird einige hundert Mal aufgeführt. Hausdorff alias Mongré ist in der Literaturszene bekannt, er verkehrt mit Schriftstellern, Musikern und Künstlern – mit Richard Dehmel, Max Klinger, Gustav Lindemann, Max Reger, Frank Wedekind und dem Dramatiker Otto Erich Hartleben...

**Musik: aus (oder hinter dem nächsten O-Ton)**

**Sprecherin:**

Wie Hartleben auch, überträgt Hausdorff Gedichte aus dem französischen „Pierrot Lunaire“-Zyklus ins Deutsche. Diese Nachdichtungen stechen aus seinem Werk heraus, meint Friedrich Vollhardt, Professor für Neuere Deutsche Literatur an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

**O-Ton 03: („FV Pierrot Lunaire Zyklus " Friedrich Vollhardt):**

Übersetzung ist zu wenig gesagt. Es sind Adaptationen. Er nimmt den französischen Text und kreierte im deutschen, und zwar in dem vorgegebenen Versmaß, dem französischen, des Rondeaux, ganz eigene lyrische Gebilde. Und diese „Pierrot Lunaire“-Gedichte waren ganz zweifellos avantgardistisch in der Zeit.

**Sprecherin:**

Hausdorff gelingt, woran Hartleben gescheitert war: Seine „Pierrot Lunaire“-Gedichte halten nicht nur die anspruchsvolle Form ein – sondern sie reimen sich auch.

**Musik: aus (spätestens hier)**

**Zitator: HAUSDORFF:**

O Heimatduft, erinnerungsschwer  
Von weichen Träumen ohne Namen!  
Der bunten Torheit Blütensamen  
Treibt sich in linder Luft umher.

**Sprecherin:**

Allerdings passen nicht alle Gedichte von Hausdorff zum fortschrittlichen, radikalen Zeitgeschmack der Jahrhundertwende – manche seiner Verse wirken auch ein bisschen angestaubt. Manchmal jedoch täuscht der Eindruck: Hinter den scheinbar romantisch-religiösen Zeilen seines Sonetts „An die Zeit“ etwa verbirgt Hausdorff die große philosophisch-mathematische Frage nach dem Verhältnis von Raum und Zeit:

**Zitator: HAUSDORFF:**

Hier unter Michelangelos Cypressen,  
Die still im Mittagshauch die Wipfel wiegen,  
Bleib' ich bei Säulen, Särgen, Trümmern liegen.  
Rinnt draußen wohl die Zeit noch unterdessen?

**Sprecherin:**

Raum und Zeit – das sind Themen, die Hausdorff interessieren und inspirieren. Künstlerisch, philosophisch, wissenschaftlich. Was sind Raum und Zeit? Wie stellen wir sie uns vor? Wie zeigen sie sich in physikalischen Beobachtungen? Wie kann man sie mathematisch beschreiben?

Die Themen finden sich auch in seinen zahlreichen Essays.

**Musik: (neugierig, abstrakt, kurios, Stimmung: „Ich denke über die Welt nach und schreibe kluge Gedanken auf.“)**

**Sprecherin:**

Sie erscheinen in der führenden Kulturzeitschrift der Zeit, in „Die neue Rundschau“. Hier schreibt er buchstäblich über Gott und die Welt, zum Beispiel über den schon damals spürbaren Trend, die Welt esoterisch zu erklären, sagt Friedrich Vollhardt.

**Musik: aus (oder nach dem O-Ton)**

**O-Ton 04: („FV Markt der Weltanschauung 1“ Friedrich Vollhardt):**

Er lässt die Autorität und die illusionslose Abgeklärtheit des Naturwissenschaftlers durchscheinen, der diese Zeiterscheinungen mustert und kritisiert.

**Sprecherin:**

Vor allem attackiert Hausdorff die Ansicht, die Welt sei mit Vernunft nicht zu erfassen. Eine Diskussion, die sich bis heute fortsetzt. Hausdorff schreibt 1898:

**Zitator: HAUSDORFF:**

“Wir bemerken nur beiläufig und mit Ekel, dass in unserem unreinlichen neunzehnten Jahrhundert keine Partei, und sei es an sich die vernünftigste, ohne Flankendeckung

durch die Legionen des Obskurantismus sich ins Feld wagt. Impfgegner, Alkoholgegner, Tierschützer, Naturärzte, Friedensfreunde, Keuschheitsapostel und sonstige Weltverbesserer: lauter Menschen, mit denen sich über ihre Sache reden ließe, – mit denen sich aber nicht reden lässt, weil sie mit vier Brettern das Universum einzäunen und weil sie bei dem geringsten Misserfolg ihrer Propaganda zum Dynamit greifen.“

**Sprecherin:**

Nicht nur in den Gedichten, auch in den Essays von Paul Mongré verbergen sich Spuren des Mathematikers Felix Hausdorff: Mal ist von Logik die Rede, mal von Mengen, mal von Raum und Zeit. In einem Essay mit dem Titel „Tod und Wiederkunft“ etwa überlegt er, dass es für unser Bewusstsein keinen einzelnen „Augenblick“ gibt, den wir wahrnehmen können, sondern nur zusammenhängende Folgen von Momenten:

**Zitator: HAUSDORFF:**

“Unendliche, transfinite Mengen eines feinen Punktstaubes, nur Continua von erfüllten Augenblicken geben einen Bewusstseinsvorgang.“

**O-Ton 05: („FV Punktstaub 1 “ Friedrich Vollhardt):**

Das ist so ein typischer Hausdorff-Satz, wo er andeutet, dass mit der Cantorschen Mengenlehre, die hier ganz vorsichtig ins Spiel gebracht wird über den Begriff „Punkt-Staub“, für den Nicht-Mathematiker natürlich nicht erkennbar, dass wir gewaltige wissenschaftliche Umbrüche erleben einerseits.

**Sprecherin:**

„Unendlich“, „transfinit“, „Punktstaub“... Begriffe, die an das Werk des Mathematikers Georg Cantor erinnern. Cantor hatte 30 Jahre zuvor unendliche Punktmengen mathematisch erforscht – und bahnbrechende Dinge herausgefunden, unter anderem, dass es verschiedene Arten von Unendlichkeit gibt. - Über „Georg Cantor und das Universum der Unendlichkeiten gibt es in unser Mathematiker-Reihe im SWR2 Wissen-Podcast übrigens eine eigene Folge. - Spielt Hausdorff mit dem Wort „Punktstaub“ in seinem Essay auf Cantors Unendlichkeiten an? Mathematiker können es so lesen. Das Wort „Punktstaub“ kann aber auch als Anspielung auf die menschliche Vergänglichkeit verstanden werden:

**O-Ton 06: („FV Punktstaub 2 “ Friedrich Vollhardt):**

Wir alle werden zu Staub, wir alle sind Staub und werden wieder zu Staub. Man muss dann dahinter nicht diese Anspielungen auf das, was in der Mathematik gerade an Umwälzungen passiert, erkennen, sondern kann es eine humane Konstante lesen, wenn man so will.

**Sprecherin:**

Felix Hausdorff stößt durch sein philosophisches Interesse auf Georg Cantor – und auf die revolutionären Dinge, die dieser über Punktmengen und die Unendlichkeit herausgefunden hatte. Und er beginnt selbst, Punktmengen zu erforschen. Er stürzt sich in eine komplexe, theoretische Gedankenwelt und lässt seine literarische Arbeit ruhen. Seine Doppelexistenz als Mathematiker einerseits und

Dichter und Essayist andererseits ist 1910 beendet. Jetzt ist er ganz in abstrakten Fragen versunken, die ihn tief in den Kern der Geometrie und der Mathematik führen.

----- MATHEMATIK: TOPOLOGIE -----

**Sprecherin:**

Ihm ist klar, dass er sich in einem tückischen, hoch-komplizierten Gedankenkonstrukt bewegt...

**Zitator: HAUSDORFF:**

„In einem Gebiet, wo schlechthin nichts selbstverständlich und das Richtige häufig paradox, das Plausible falsch ist“

**Sprecherin:**

... so beschreibt er es im Vorwort seines bedeutenden Werks „Grundzüge der Mengenlehre“. Trotzdem verspricht er...

**Zitator: HAUSDORFF:**

„...von dem menschlichen Privileg des Irrtums einen möglichst sparsamen Gebrauch zu machen.“

**Musik: (abstrakt, Dimension, Raum und Zeit, Stimmung: „Ich erforsche, was ein Raum ist, tief in seinem Wesen, jenseits aller Vorstellungskraft.“)**

**Sprecherin:**

Was ist ein Raum? Felix Hausdorff denkt bei seinen Überlegungen nicht an einen konkreten Raum – nicht an ein Zimmer, eine Landschaft oder einen sonstigen Raum, wie wir ihn im Alltag erfahren –, er denkt abstrakt, ganz mathematisch: Was ist das Wesen eines Raumes? Worin unterscheiden sich Räume voneinander? Hausdorff stellt einen Bezug her zwischen Räumen und Mengen.

**Musik aus:**

**Sprecherin:**

Eine Menge ist für Mathematiker erst einmal nichts weiter als eine Ansammlung von Dingen. So eine Menge kann ganz unterschiedlich aussehen:

**Zitator:**

Die „natürlichen Zahlen“ sind eine Menge. Sie enthält die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 und so weiter.

**SFX: „Punkt/Aufzählungszeichen“**

**Zitator:**

Auch die Lösungen einer Gleichung bilden eine Menge. Beispielsweise besitzt die Gleichung „x Quadrat = 2“ die Lösungsmenge: „Wurzel 2“ und „minus Wurzel 2“, denn diese beiden Zahlen lösen die Gleichung.

**SFX: „Punkt/Aufzählungszeichen“**

**Zitator:**

Es gibt Mengen von Zahlen, Mengen von Lösungen, sogar Mengen von Funktionen oder Mengen von Mengen.

Mengen können in der Mathematik ganz unterschiedlich aussehen und ganz verschiedene Eigenschaften besitzen.

**Zitator:**

Manche Mengen haben nur ein paar Elemente, andere unendlich viele.

**SFX: „Raum/Aufzählungszeichen“**

**Zitator:**

In manchen Mengen kann man mit den Elementen rechnen, zum Beispiel sie addieren oder vervielfachen.

**SFX: „Raum/Aufzählungszeichen“**

**Zitator:**

In manchen Mengen kann man den Abstand zwischen zwei Elementen angeben, in anderen ist gar nicht klar, was ein „Abstand“ überhaupt bedeuten soll.

**SFX: „Punkt/Aufzählungszeichen“**

**Sprecherin:**

Felix Hausdorff untersucht Mengen. Was eint sie? Worin unterscheiden sie sich? Welche Typen von Mengen gibt es? Er schafft eine Sprache, mit der die moderne Mathematik ihre Grundlagen formuliert. Und er geht weiter. Er verallgemeinert die klassische Lehre über Punktmengen und ergänzt sie um Konzepte und Werkzeuge rund um die Frage: Wann ist eine Menge nicht nur eine Ansammlung von Elementen, sondern gar ein „Raum“? Was macht einen Raum aus? Mit seinen Überlegungen schafft Hausdorff die Grundlagen eines ganz neuen Teilgebiets der Mathematik, der „Topologie“, der Lehre über stetige Verformungen, über Strukturen, über Räume und Abstände.

**O-Ton 07: („CS Abstand 1“, Catharina Stroppel):**

Also wenn Sie zwei Punkte haben, wollen Sie den Abstand wissen. Zum Beispiel wenn Sie von einer Stadt, Hamburg, nach München fahren, wollen Sie natürlich wissen, wie weit das ist? Die Frage ist jetzt: In welchem Raum machen Sie diesen Abstand?



**Sprecherin:**

In den abstrakten Welten der Mathematik, die weit über das hinausgehen, was man sich bildlich vorstellen kann, ist überhaupt nicht klar, was ein „Abstand“ zwischen zwei Punkten ist. Schon in unserer Alltagswelt gibt es mehrere Möglichkeiten, den Abstand Hamburg-München zu berechnen, wie Catharina Stroppel, Mathematik-Professorin an der Universität Bonn, erläutert.

**O-Ton 08: („CS Abstand 2“, Catharina Stroppel):**

Es gibt zum Beispiel die Vogel-Metrik, also ein Vogel, der fliegt einfach direkt von einem Ort zum anderen auf der kürzesten Strecke. Das ist aber sehr unterschiedlich von, sagen wir mal, der Straßenbahn-Metrik, die eben entlang von ihren Straßenbahnlinien fahren muss, oder der sogenannten Französischen-Eisenbahn-Metrik. Die französische Eisenbahn zeichnet sich dadurch aus, dass sie immer über Paris fährt. Das heißt, wenn Sie den Abstand messen von einer Zugfahrt von einer Stadt in die andere, die eben immer über Paris gehen muss, ist das sicherlich ein anderer Abstand, als wenn sie direkt gehen. Insbesondere können anschaulich naheliegenden Orte plötzlich sehr weit auseinander sein, weil Sie eben immer über Paris gehen müssen.

**Musik: (abstrakt, Dimension, Raum und Zeit, Stimmung: „Ich erforsche, was ein Raum ist, tief in seinem Wesen, jenseits aller Vorstellungskraft.“)**

**O-Ton 09: („CS Abstand 3“, Catharina Stroppel):**

Und diese Fragestellung: Was sind Abstände? Wann sind zwei Orte, zwei Punkte in einem Raum, nah beieinander? Was ist eine Umgebung? Also welche Orte sind nah um einen anderen Ort gelegen? Wie sieht das aus? Das war eine der großen Fragestellungen von Hausdorff.

**Sprecherin:**

Die Topologie war geboren.

**O-Ton 10: („CS Topologie“, Catharina Stroppel):**

Topologie ist sozusagen die abstrakte mathematische Formulierung von Abstandsbegriffen.

**Musik aus:**

----- MATHEMATIK: DIMENSION -----

**Sprecherin:**

Von allen denkbaren mathematischen Räumen ist der zwei-dimensionale Raum, den man sich als „Karte“ oder „Koordinatensystem“ vorstellen kann, nur ein kleiner, anschaulicher Spezialfall. Doch selbst hier, im scheinbar Vertrauten und Vorstellbaren, lauern unvorstellbare Dinge.

Mathematiker finden im 19. Jahrhundert heraus, dass es skurrile Kurven und Flächen gibt, die so stark zerklüftet und zerfasert sind oder so dicht und so fluktuierend, dass man sie nicht zeichnen und sie sich nicht einmal vorstellen kann.

Bei seinen Überlegungen über Räume und Geometrien denkt Felix Hausdorff Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts auch über solche Gebilde nach. Diese Flächen, die so zerfasert und dünn sind: Sind es wirklich noch „Flächen“? Und diese Kurven, die so dicht und unruhig sind: Sind es wirklich noch „Kurven“?

**O-Ton 11: („CS Dimension Anschauliche Definition“, Catharina Stroppel):**

Wenn ich eine Strecke nehme, eine dünne Strecke, dann dehnt die sich aus in eine Richtung. Da würde man sagen: Die hat Dimension 1. Wenn man eine Fläche hat, ein Quadrat oder sowas, würde man sagen: Die hat Dimension 2, weil es in zwei Richtungen sich ausdehnt. Wenn man einen Würfel hat, würde man sagen: Es hat Dimensionen 3, weil ich drei Richtungen habe.

**Sprecherin:**

Aber welche Dimension haben diese skurrilen Flächen und Kurven? Felix Hausdorff merkt, dass der intuitive Dimensionsbegriff nicht ausreicht, um diese Objekte angemessen zu beschreiben [], sagt Mathematikprofessorin Catharina Stroppel. Soll beispielsweise eine stark zerklüftete Linie die gleiche Dimension besitzen wie eine schnurgerade Linie?

**O-Ton 12: („CS Dimension Küstenlinie vs Gerade“, Catharina Stroppel):** Oder soll die Dimension noch etwas aussagen über die strukturelle Schwierigkeit von diesem Gebilde? Also ist eine gerade Gerade so schwierig, also eindimensional, wie eine ganz komplizierte, gebogene, gekrümmte Küstenlinie?

**Sprecherin:**

Hausdorff erfindet eine neue Art, wie man die „Dimension“ von einem Objekt berechnen kann. Diese später nach ihm benannte „Hausdorff-Dimension“ kann auch gebrochene Werte annehmen und ordnet auch vielen irregulären, zerfaserten Objekten eine sinnvolle „Dimension“ zu. Ein schneeflocken-artiges Objekt zum Beispiel, das zerklüfteter als eine gerade Linie ist, aber noch nicht so dicht wie eine ebene Fläche – ein Objekt, das also anschaulich zwischen den klassischen Dimensionen 1 und 2 existiert –, hat die Hausdorff-Dimension 1,2619.

Hausdorffs Konzept erweitert den bisherigen Dimensionsbegriff. Es funktioniert auch bei vielen irregulären Objekten, etwa bei „Fraktalen“, filigranen Strukturen, mit denen der Mathematiker Benoit Mandelbrot Ende des 20. Jahrhunderts berühmt wurde. Die Hausdorff-Dimension wird in der Geometrie, der Finanzmathematik und der Physik zu einem wichtigen Konzept.

Zäsur

----- ARBEITSWEISE -----

**Sprecherin:**

Hausdorff ist ein fleißiger und sorgfältiger Wissenschaftler. So beschreibt ihn Biograph Prof. Walter Purkert:

**O-Ton 13: („WP Arbeitsstil“, Walter Purkert):**

Sein Arbeitsstil war so, dass er also bis tief in die Nacht gearbeitet hat, dabei Unmengen von Zigarren geraucht und abends auch immer ein gutes Glas Wein getrunken hat. Seine Vorlesungen schreibt Hausdorff druckreif auf – auch wenn er sie dann komplett frei aus dem Kopf hält. Und bei dem bedeutenden Mathematiker David Hilbert findet Hausdorff drei kleine Fehler in dessen berühmter Arbeit „Die Grundlagen der Geometrie“. Hilbert korrigiert die Stellen umgehend.

----- MUSIK -----

**Sprecherin:**

Die Philosophie bringt Felix Hausdorff auf das Thema „Punktmengen“. Und auf die Philosophie bringt ihn als junger Mann... die Musik:

**Musik: (wenn möglich, instrumentale Varianten aus Wagner-Opern-Themen)**

**O-Ton 14: („WP Wagner-Opern in Mitschrift 1“, Walter Purkert):**

Er war ein großer Wagner-Verehrer, und das Interessante ist: Der hatte die Wagner-Opern im Kopf. Das kann man sich überhaupt nicht vorstellen! Es gibt eine Nachschrift von Hausdorff einer mathematischen Vorlesung, die er als Student gehört hat, und die hat ihn offenbar sehr gelangweilt. Und da hat er überall Noten reingeschrieben.

**Sprecherin:**

Orchestermusikerinnen und -musiker untersuchen diese Noten. Sie stellen fest:

**O-Ton 15: („WP Wagner-Opern in Mitschrift 2“, Walter Purkert):**

Das sind Stücke aus Lohengrin, Rheingold, Walküre, Siegfried, Tristan und Isolde, Meistersinger, Götterdämmerung, Parsifal, er hatte also die Wagner Opern im Kopf, da konnte Passagen da die Noten aufschreiben, er hat also offenbar in dieser Mathematikvorlesung nur an Musik gedacht.

**Musik: aus mit Akzent]]**

----- FAMILIE UND ANTISEMITISMUS -----

**Sprecherin:**

Hausdorff heiratet 1899 die Tochter eines jüdischen Arztes. Ein Jahr später wird Lenore geboren, sein einziges Kind. Wiederum ein Jahr später, im Dezember 1901, wird er zum außerplanmäßigen Professor an die Universität Leipzig berufen.

**O-Ton 16: („WP Außerplanmäßige Professur 1“, Walter Purkert):**

Außerplanmäßig bedeutet also: ohne Gehalt, also „Titel ohne Mittel“ sagte man immer.

**Sprecherin:**

Es liegt ein lobendes Gutachten über Hausdorff vor, und es geht um nichts als den Titel. Trotzdem fügt der Dekan dem Gutachten noch einen Absatz hinzu:

**Musik: (dunkel, beklemmend, ausweglos, phlegmatisch; wie zu Anfang, hier als zarte Anspielung/Reprise)**

**Zitator NEUTRAL:**

„Die Fakultät hält sich für verpflichtet, dem Königlichen Ministerium noch zu berichten, dass der vorstehende Antrag nicht mit allen, sondern mit 22 gegen 7 Stimmen angenommen wurde. Die Minorität stimmte deshalb dagegen, weil Dr. Hausdorff mosaischen Glaubens ist.“

**Sprecherin:**

„Mosaischen Glaubens“ – Felix Hausdorff ist Jude.

**O-Ton 17: („WP Außerplanmäßige Professur 3“, Walter Purkert):**

Es gibt keinerlei fachliche, irgendwelche Kritik an ihm, oder charakterliche oder sonst wie, sondern einfach dieser pure Antisemitismus wird hier schlaglichtartig deutlich.

**Musik aus:**

**Sprecherin:**

Dabei ist Hausdorff nicht gläubig. Er ist zwar Mitglied der jüdischen Gemeinde, aber Agnostiker. Mit der jüdischen Religion setzt er sich ebenso kritisch auseinander wie mit der christlichen. Diskriminierung kennt er jedoch schon seit seiner Kindheit.

**Sprecherin:**

Ahnt Hausdorff, dass es noch schlimmer kommt? Dass er im NS-Regime extreme Judenfeindlichkeit und Staatsterror erfahren wird?

**O-Ton 18: („WP Essay Glaube an Wahrheit 1“, Walter Purkert):**

Typisch für Hausdorff in seinem ganzen Leben ist die tiefe Skepsis gegen jedwede Teleologie, also Lehren, die der Menschheit irgendein Ziel vorschreiben, gegen alle Ideologien und Weltverbesserungslehren, die vorgeben, im Besitz der Wahrheit über Sinn und Ziel des Menschengeschlechts zu sein.

**Sprecherin:**

In seinem Aphorismen-Band schreibt er:

**Zitator: HAUSDORFF:**

“Wenn nicht die Wahrheit selbst, so ist doch der Glaube an die gefundene Wahrheit in gefährlichem Maße lebensfeindlich und zukunftsgefährlich. Noch keiner von denen, die sich mit Wahrheit begnadet wähnten, hat einen Augenblick gezögert, das große Finale oder den großen Mittag oder irgendeinen Endpunkt, Wendepunkt, Gipfelpunkt der Menschheit zu verkünden, das heißt jedes Mal allem Zukünftigen sein Bild, seinen Stempel, seine Beschränktheit aufzuprägen.“

**O-Ton 19: („WP Essay Glaube an Wahrheit 2“, Walter Purkert):**

Angesichts der im zwanzigsten Jahrhundert dann aufkommenden durch Ideologien geprägten Diktaturen ist das wirklich geradezu hellsichtig, ja, als hätte er irgendetwas vorausgesehen.

**Sprecherin:**

1910 wird Hausdorff nach Bonn berufen. Er beginnt mit der Arbeit an seinem großen Werk, den „Grundzügen der Mengenlehre“. Ein paar Jahre unterrichtet er in Greifswald, dann kehrt er nach Bonn zurück.

In der Zeit des Nationalsozialismus wird die Arbeit für ihn immer schwieriger. Er darf die Bibliothek nicht mehr betreten, sein Vermögen wird eingezogen, seine neusten Ergebnisse veröffentlicht er nur noch in polnischen Fachzeitschriften. Nach seiner Emeritierung 1935 versucht er, in die USA auszuwandern – vergeblich.

**Musik: (dunkel, beklemmend, ausweglos, phlegmatisch; wie zu Anfang)**

**Sprecherin:**

Im Januar 1942 schließlich erhält Hausdorff den Befehl, in das Kloster „Maria Hilf“ in Bonn-Endenich umzusiedeln. Die Nonnen sind vertrieben worden, nun dient das Kloster als Internierungslager für Juden. Hausdorff macht sich keine Illusionen.

**Atmo: „Mit Tinte auf Papier schreiben“**

**Zitator: HAUSDORFF:**

„Lieber Freund Wollstein, wenn Sie diese Zeilen erhalten, haben wir drei das Problem auf andere Weise gelöst.“

auch Endenich ist noch vielleicht das Ende nicht!

Was in den letzten Monaten gegen die Juden geschehen ist, erweckt begründete Angst, dass man uns einen für uns erträglichen Zustand nicht mehr erleben lassen wird.“

**Musik aus:**

**O-Ton 20: („WP Selbstmord 2“, Walter Purkert):**

Ja, er hat also noch ein Wortspiel gebraucht, und es war ihm also klar, dass Endenich das Ende nicht ist in dem Sinne, dass es noch schlimmer weitergeht. Das hat er offenbar gewusst.

**Sprecherin:**

In das Kloster in Bonn-Endenich werden rund 500 Menschen gebracht – und von dort in Vernichtungslager deportiert. Felix Hausdorff, der talentierte Denker und Künstler, der sich auf Sprache, Poesie, Musik und Wissenschaft versteht, entzieht sich diesem Schicksal: Er, seine Frau und seine Schwägerin nehmen sich am 26. Januar 1942 durch eine Überdosis Schlafmittel gemeinsam das Leben. Hausdorffs Tochter kann fliehen und überlebt.

*Akzent*

**Sprecherin:**

Anfang des 20. Jahrhunderts war die Mathematik im Umbruch. Das Fach erfand sich neu, aufbauend auf streng reduzierten, abstrakten Grundlagen. Die Grundsubstanz eines Problems herausarbeiten, Gemeinsamkeiten in der Struktur suchen, Dinge vereinfachen und vereinheitlichen und ineinander überführen – bei dieser modernen Neuaufstellung der Mathematik haben sich „Räume“ als universelles, unverzichtbares Werkzeug herausgestellt. Mit den Konzepten und Instrumenten, die er entwickelt hat, hat Felix Hausdorff der Mathematik geholfen, sich neu zu erfinden.

**O-Ton 21: („WP Analogien zum gewöhnlichen Raum“, Walter Purkert):**

Das erleichtert die Sache eben entscheidend. Es ist nicht so, dass das abstrakter wird. Es wird anschaulicher.

**O-Ton 22: („CS Nutzen der Axiomatik 2“, Catharina Stroppel):**

Es spielt auch für mich eine große Rolle, wirklich die Schönheit und strukturelle Klarheit der Mathematik zu sehen. Sie ermöglicht aber natürlich auch, ganz erstaunliche Verbindungen herzustellen, die man vorher so nicht erwartet hätte.

***Musik: aus mit Akzent***

\* \* \* \* \*