Der Beweis, den niemand mehr lesen kann

Was die Meldung zur Riemannschen Vermutung bedeutet – und warum sie auch Nicht-Mathematiker angeht

Stand: 24. November 2026

Am 20. November 2026 hat Levent Alpöge, Mathematiker bei Anthropic, einen Beweis der Riemannschen Vermutung veröffentlicht, den er gemeinsam mit dem KI-Modell Claude entwickelt hat. Hält der Beweis, wäre das eines der größten Ergebnisse der Mathematik überhaupt. Mindestens so interessant ist eine zweite Frage: Wie können wir einem Ergebnis vertrauen, das kein Mensch mehr vollständig durchlesen kann?

Worum geht es bei der Riemannschen Vermutung?

Primzahlen – 2, 3, 5, 7, 11 und so weiter – sind die Bausteine aller ganzen Zahlen. Sie tauchen auf dem Zahlenstrahl scheinbar unregelmäßig auf. 1859 formulierte Bernhard Riemann eine Vermutung, die dieser Unregelmäßigkeit eine genaue Ordnung zuschreibt. Vereinfacht gesagt: Die Primzahlen streuen so gleichmäßig um ihre durchschnittliche Häufigkeit, wie es überhaupt möglich ist.

Seit mehr als 160 Jahren konnte das niemand beweisen. Das Clay Mathematics Institute zählt die Vermutung zu den sieben Millennium-Problemen und hat für jede Lösung eine Million US-Dollar ausgelobt. Viele Sätze der Zahlentheorie beginnen mit „Falls die Riemannsche Vermutung stimmt …“. Und weil die Verschlüsselung im Internet auf Primzahlen baut, berührt die Frage nach ihrer Verteilung auch die mathematischen Grundlagen der Kryptografie.

Was ist passiert?

Veröffentlicht wurde kein klassischer Fachartikel, sondern ein Beweis in der formalen Sprache Lean. Nach den Berichten umfasst das Archiv rund 17,4 Millionen Zeilen in 175.187 Dateien. Dazu gibt es eine vierseitige Notiz. Das ausführliche, in normaler mathematischer Sprache geschriebene Manuskript würde laut einem Medienbericht über 250.000 Seiten füllen und ist für Menschen praktisch nicht lesbar. Ein formales Manuskript soll separat folgen.

Was bedeutet „Lean hat das geprüft“?

Lean ist ein sogenannter Beweisassistent. Jeder Schritt eines Beweises wird dort auf wenige, streng festgelegte Grundregeln zurückgeführt. Ein kleiner Prüfkern kontrolliert dann jeden einzelnen Schritt, ohne Ausnahme und ohne Nachsicht.

Ein Vergleich aus der Wirtschaft hilft: Eine Abschlussprüferin liest bei einem Jahresabschluss nicht jede einzelne Buchung nach. Sie vertraut einem Prüfverfahren, das auf klaren Regeln beruht, etwa der doppelten Buchführung. Bei Lean ist es ähnlich, nur gründlicher: Niemand muss die 17 Millionen Zeilen lesen, es genügt, dem kleinen Prüfkern zu vertrauen. Und diesen Kern gibt es in mehreren, voneinander unabhängig entwickelten Programmen. Die Prüfung erfolgt also nicht durch eine einzelne Instanz.

Was ist gesichert, was ist noch offen?

Die Lage ist günstiger, als sie auf den ersten Blick wirkt, aber noch nicht abgeschlossen:

Bereits bestätigt	Noch offen
• Der MIT-Mathematiker Andrew Sutherland hat alle 175.187 Module fehlerfrei gebaut; auch der Kernel-Replay bestand. • Weitere unabhängige Prüfprogramme (nanoda, con-leche, lean4lean) akzeptieren den Beweis. • Es werden nur die drei Standardaxiome der Lean-Mathematik benutzt, also keine versteckten Zusatzannahmen. • Die Hauptdatei enthält die Riemannsche Vermutung als formale Aussage; die Formulierung stimmt mit der Datei eines externen Projekts überein.	• Der offizielle Comparator-Lauf im strengsten Prüfmodus („Paranoid“) hat noch kein Ergebnis. • Ein vollständiger Vergleich in einer abgeschotteten Umgebung fehlt. Eine Stichprobe von 77 Modulen stimmt überein. • Die fachliche Begutachtung durch Mathematiker und ein für Menschen nachvollziehbares Manuskript stehen aus. • Die Anerkennung durch das Clay-Institut: Maschinelle Prüfung allein erfüllt laut Bericht die Preisbedingungen nicht.

Zwischen den Meldungen gibt es Unterschiede im Ton. Ein Mathematiker sprach in sozialen Medien von „voller Bestätigung“, während die Prüfseite von Andrew Sutherland den offiziellen Lauf weiterhin als „in Arbeit“ führt. Maßgeblich ist die Prüfseite, nicht der Kommentar.

Warum das auch Nicht-Mathematiker angeht

Erstens: Das Verhältnis von Ergebnis und Verständnis ändert sich. Bisher erweiterte der Computer vor allem unsere Rechenkraft. Hier liefert die KI ein Ergebnis, dessen Richtigkeit wir maschinell prüfen können, dessen Weg wir aber nur mit großem Aufwand nachvollziehen. Das ist neu.

Zweitens: Vertrauen entsteht durch kleine, unabhängige Prüfinstanzen. Nicht, weil jemand alles selbst durchschaut. Wer in der Finanzwelt arbeitet, kennt das Prinzip von Jahresabschlussprüfung, Standards und Kontrollsystemen. Es passt zu einem Grundsatz, der auch in der Beratung gilt: Standardisierung vor Intelligenz. Je mächtiger die Werkzeuge werden, desto wichtiger wird eine einfache, überprüfbare Kontrolle am Ende.

Drittens: Verstehen bleibt eine Aufgabe. Lean sagt, dass etwas stimmt, aber nicht, warum. Auch frühere computergestützte Beweise, etwa der Vierfarbensatz von 1976, riefen zunächst Skepsis hervor und wurden später auch formal nachgeprüft. Meist gelang es mit der Zeit, die tragende Idee herauszuarbeiten. Ob das hier ebenfalls gelingt, ist offen und wird eine der spannendsten Fragen der nächsten Monate.

Drei Fragen für jede KI-Erfolgsmeldung

Dieser Fall liefert eine praktische Checkliste, die auch bei anderen Meldungen über KI-Durchbrüche hilft, etwa in Medizin, Wirtschaft oder Recht:

1. **Wer hat unabhängig geprüft?** Eine Prüfung durch die Urheber selbst zählt weniger als mehrere voneinander unabhängige.
2. **Womit wurde geprüft?** Ein kleines, einfaches Prüfverfahren, das jeder kennt und das sich nicht überlisten lässt, ist mehr wert als ein weiteres KI-Urteil.
3. **Was ist noch offen?** Seriöse Berichte nennen das ausdrücklich. Wo es fehlt, ist Vorsicht angebracht.

Fazit

Nach allem, was bisher bekannt ist, sieht es nach einem gültigen formalen Beweis aus. Eine endgültige Antwort geben erst die noch laufenden Prüfungen, die fachliche Begutachtung und die offizielle Anerkennung. Schon jetzt zeigt der Fall, wie wissenschaftliche Erkenntnis künftig entstehen kann: Die KI findet den Weg, und kleine, unabhängige Prüfinstanzen sichern ab, dass das Ergebnis trägt. Das Verstehen bleibt die Aufgabe der Menschen.

Hinweis zum Stand

Dieser Beitrag beruht auf Medienberichten vom 20. und 21. November 2026. Die Prüfungen laufen noch, Einzelheiten können sich rasch ändern. Das ist keine Fachpublikation.

Quellen: Lean 4 Dev (academy.lean4.dev), Beitrag zur Beweisbehauptung vom 20.11.2026; Science Monitor (scimonitors.com), „Riemann Lean proof clears independent checkers“, 21.11.2026. Die dort verlinkten Primärquellen sind die Prüfseite von Andrew Sutherland (math.mit.edu/~drew/grh/) und die Notiz von Levent Alpöge (alpo.ge/remark.pdf).

Klickbare Quellen:

1. **Clay Mathematics Institute:** Riemann Hypothesis. Offizielle Beschreibung des Millennium-Problems. Die Vermutung wird dort weiterhin als ungelöst geführt.
2. **Associated Press (21.11.2026):** Anthropic worker claims to have solved a Holy Grail of math problems with the help of AI.
3. **Lean 4 Dev (20.11.2026):** The Riemann Hypothesis: a claimed proof, delivered in Lean. Technische Informationen zum Beweisarchiv und dessen Umfang.
4. **SciMonitors (21.11.2026):** Riemann Hypothesis Lean Proof Clears Independent Checkers. Informationen zur unabhängigen Überprüfung.
5. **Cairn Commons (22.11.2026):** Has the Riemann hypothesis been proved?. Differenzierte Darstellung des aktuellen Prüfungsstands.

Stand: 24. November 2026.