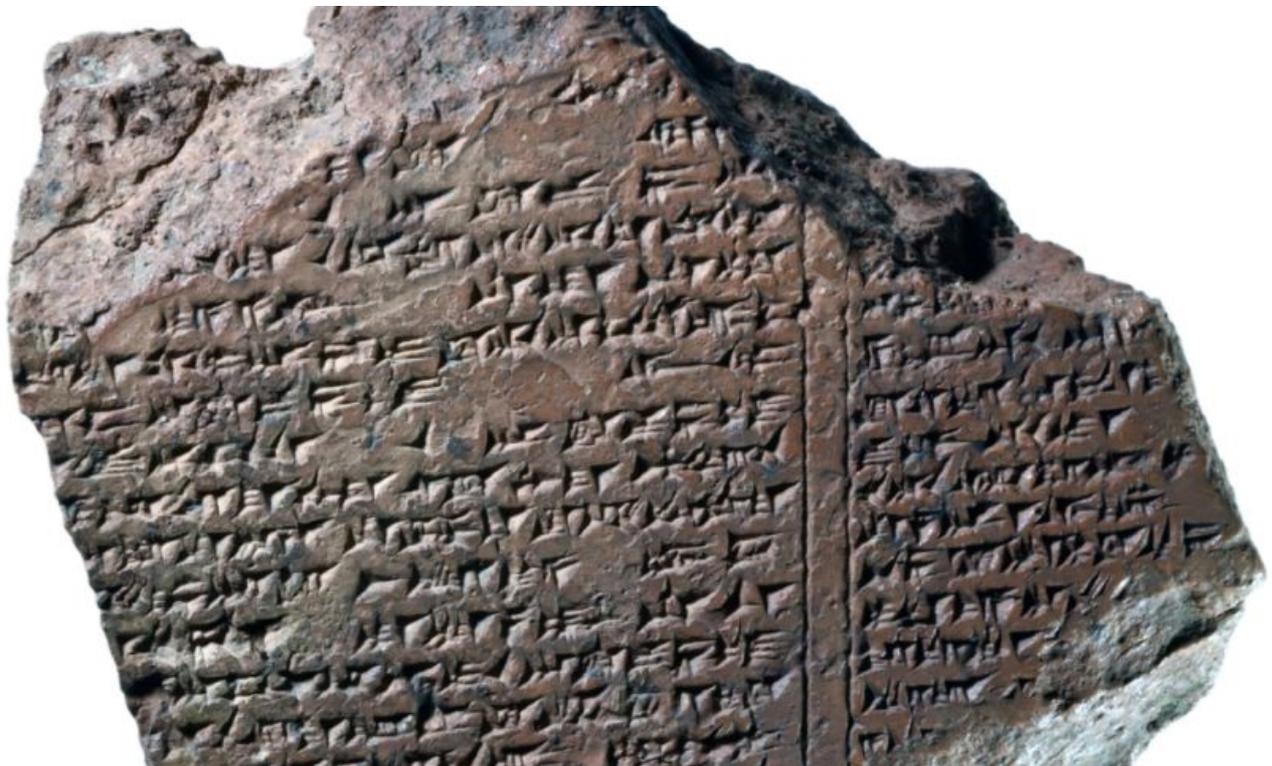


Antike

Babylonisches Puzzle

Werke wie das Gilgamesch-Epos sind nur in Bruchstücken erhalten. Wie künstliche Intelligenz hilft, die Lücken in den Texten zu füllen.

VON CHRISTOPH VON EICHHORN



Über 600 000 Keilschriftfragmente sind bekannt, und ständig gibt der Wüstensand weitere Tontafeln frei. Foto: A. A. Fadhil

Wenn man eine Botschaft für die Nachwelt erhalten will, sollte man sie eher nicht auf einer Festplatte speichern. Wer weiß schon, ob man in ein paar Tausend Jahren noch USB-Anschlüsse kennt (falls der Datenträger sich nicht ohnehin längst aufgelöst hat)? Besser man macht es wie die Babylonier - und ritzt seine Nachricht in eine nasse Tontafel ein.

So war es etwa 3000 Jahre lang in Mesopotamien üblich, etwa bis zum Beginn unserer Zeitrechnung, und der Erfolg spricht für sich. Rund 600 000 mesopotamische Keilschrifttafeln haben überdauert, und das ist nur der Fundus in Museen. Ständig gibt der Wüstensand im heutigen Irak und seinen Nachbarländern weitere Tontafeln frei. Hinterlassen haben sie mehrere Hochkulturen, Sumerer, Akkadier, Babylonier, Assyrer, die jedoch alle in derselben so genannten "akkadischen" Keilschrift schrieben und sie weiterentwickelten. Mit 10,3 Millionen Wörtern bildet das Akkadische den zweitgrößten antiken Textkorpus, hinter griechischen Quellen, aber knapp vor dem Lateinischen.

Anders als die Sprache der Römer wird Akkadisch jedoch nicht mehr in der Schule unterrichtet. Der Keilschrift-Flut stehen daher heute nur einige Hundert Assyriologen weltweit gegenüber, sodass Hunderttausende Tontafeln noch immer einer Übersetzung harren. Eigentlich sei das ja etwas sehr Schönes, sagt Enrique Jiménez, Assyriologe an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München: "Wir finden fast jeden Tag etwas Neues. Die Texte wachsen vor unseren Augen." Nur sei es leider unmöglich, alle Tafeln zu sichten. Und da gebe es noch ein zweites Problem: "Es ist so fragmentarisch."

Gilgamesch-Epos: 150 Jahre für die Rekonstruktion des Prologs

Denn kaum eine Keilschrifttafel hat im Ganzen die Zeit überstanden, die meisten sind in Einzelteile zerbrochen - ein Nachteil von hart gewordenem Ton. Das bedeutet, dass die Texte häufig mittendrin abbrechen, von manchen Zeilen ist nur ein einziges Zeichen erhalten. Experten verheißt das ein großes Puzzlespiel. Wenn sie Glück haben, liegt das passende Gegenstück ein paar Meter weiter im Sand. Falls nicht, müssen sie hoffen, dass vielleicht das Eck einer anderen Tontafel in einem anderen Museum den Text ergänzen kann - falls es sich bei beiden Tafeln um die Abschrift desselben Inhalts handelt.

Ein Team um Jiménez ist nun bei der Lösung dieser Probleme einen großen Schritt vorangekommen. Die Forscher haben mithilfe künstlicher Intelligenz

(KI) viele neue Tafeln übersetzt, zugleich reihte die Software verschiedene Bruchstücke passend aneinander. Davon soll auch die Öffentlichkeit profitieren: Die Sammlung aus Tontafeln, wissenschaftlichen Notizen und fertig übersetzten Werken wird demnächst [auf dem Portal "electronic Babylonian Literature" \(eBL\)](#) zugänglich gemacht.

Wie mühsam die Rekonstruktion bislang ist, kann man am wohl bekanntesten babylonischen Werk ablesen, dem Gilgamesch-Epos. Das 3000 Verse lange Gedicht beschreibt die Abenteuer von Gilgamesch, einem König der Stadt Uruk, auf seiner Suche nach Unsterblichkeit. Als dicker Wälzer steht eine Ausgabe im Regal von Jiménez im Münchner Univiertel. Wenn man es in der Mitte aufschlägt, zeigen zahlreiche "[...]" unbekannte Stellen im Text an. Die ersten Tafeln mit dem Gedicht wurden um 1850 ausgegraben, 2007 gelang es, die ersten vier Zeilen des Prologs zu komplettieren: "Der, der die Tiefe sah, die Grundfeste des Landes, der die Wege kannte, der, dem alles bewusst - Gilgamesch, der die Tiefe sah, die Grundfeste des Landes, der die Wege kannte, der, dem alles bewusst." Noch immer ist ein Drittel des Epos unbekannt.

Neben fehlenden Teilen macht den Altorientalisten zu schaffen, dass akkadische ähnlich wie chinesische Schriftzeichen je nach Kontext verschiedene Bedeutungen haben können. Die gleichen Linien bedeuten beispielsweise sowohl "Gott" als auch "Himmel" - manchmal unterscheidet sich die Übersetzung auch je nach Zeitalter, in dem der Text entstand, oder je nach Gattung des Werks. Viele Wörter, etwa für "Schäfer" oder "Gouverneur", bestehen aus mehreren Einzelsymbolen, somit ist nicht auf Anhieb klar, wo ein Wort beginnt und endet. Assyriologen verlassen sich bei der Übersetzung auf ihre Erfahrung - und auch eine Portion Glück.

"Der Frustration den Krieg erklären"

"Das Problem bei den traditionellen Verfahren ist, dass sie zu viel vom Zufall abhängen. Wenn man ein Wort nicht erkennen kann, weil es im Fragment nicht vollständig erhalten ist, dann kann man nichts tun", erklärt Jiménez. Um "der Frustration den Krieg zu erklären", arbeitet sein Forscherteam seit

vier Jahren daran, den Rekonstruktionsprozess zu automatisieren. Grundlage sind einerseits Tausende Fotos von Keilschrifttafeln, die beispielsweise Kollegen aus dem Irakischem Nationalmuseum in Bagdad hochgeladen haben. Daneben enthält die Datenbank etliche handschriftliche Transliterationen - darunter versteht man die saubere Abschrift von Keilschrifttafeln -, die Assyriologen in Jahrzehnten zusammengetragen haben. Diese Vorarbeit erleichtert es, die Schriften in eine maschinenlesbare Form zu bringen. 20 000 Keilschrifttafeln wurden auf diese Weise digitalisiert, rund 280 000 Zeilen Text.

Hier kommt die künstliche Intelligenz ins Spiel. Von vielen Tafeln ist die Übersetzung bereits bekannt - diesen Datensatz nutzten die Forscher, um damit ein neuronales Netzwerk zu trainieren. Die KI lernte auf diese Weise Akkadisch, genauer gesagt, welche Zeichen in welchem Kontext welchen Wörtern entsprechen. Mit diesem Wissen ausgerüstet kann die KI auch neue Texte übersetzen. [In einer Studie im Fachmagazin *Plos One*](#) berichtet Jiménez zusammen mit Kollegen aus Israel, dass ihr Modell eine Genauigkeit von bis zu 97 Prozent erreicht. Das Tool, das die Forscher entwickelt haben, kann zudem Überlappungen zwischen einzelnen Tafeln finden, also beim Zusammenfügen der Puzzlestücke helfen. Fast tausend passende Teile seien innerhalb weniger Monate gefunden worden, sagt Jiménez - was früher ein ganzes Forscherleben gedauert hätte.

Dabei stoßen die Wissenschaftler auch auf bislang unbekannte Teile babylonischer Literatur. Mit einem irakischen Kollegen hat Jiménez einen Text entdeckt, der die Schönheit von Babylon und seiner Bewohner preist, ein frühes Stück Lokalpatriotismus. Zudem arbeitet er an einem Gedicht, in dem sich Ištar, die Göttin der Liebe und des Krieges, anscheinend selbst parodiert ("Ich bin groß von Statur, wie eine Schildkröte"). Dies sei ein wichtiger Text, um zu verstehen, wie die Mesopotamier mit ihrer eigenen Literatur gespielt hätten, sagt Jiménez. Diese spielte im Alltag eine herausragende Rolle. Schulkinder lernten anhand von Gedichten das Schreiben, Werke wie das Weltschöpfungs-Epos wurden jedes Jahr öffentlich rezitiert. Auch die biblische Geschichte von der Sintflut war ursprünglich Teil des Gilgamesch-Epos.

Welches Potenzial künstliche Intelligenz für die Erforschung der Antike birgt, [zeigte kürzlich auch eine Studie in Nature](#). Die KI-Firma Deep-Mind entwickelte zusammen mit mehreren Universitäten ein neuronales Netzwerk, das die Lücken in fragmentierten griechischen Inschriften füllen kann, beispielsweise auf Steintafeln. Die Methode funktioniert ähnlich wie jene der LMU: Das neuronale Netz wird zunächst mit Daten gefüttert und lernt so typische griechische Namen oder Ausdrücke. Auf diese Weise kann es fehlende Buchstaben von beschädigten Inschriften recht zuverlässig erraten - laut der Studie besser als menschliche Experten. Die KI schlägt zudem eine mögliche Datierung der jeweiligen Inschrift vor, ausgehend vom Schreibstil.

Im Falle der akkadischen Keilschrift wäre der nächste Schritt in der Automatisierung, auch das Lesen der Tontafeln dem Computer zu überlassen. Da sich Algorithmen noch schwer damit tun, die Einkerbungen zu erkennen, bringen bislang Menschen die Zeichen vom Ton in eine maschinenlesbare Form. Eine Gruppe an der Uni Heidelberg [arbeitet aber derzeit an einer Zeichenerkennung ausgehend von Fotos der Tafeln](#) - damit könnte der Übersetzungsprozess weiter beschleunigt werden.

Einen gewissen Schub erhofft sich Jiménez auch von der Freischaltung der eBL-Datenbank für eine breite Öffentlichkeit. Zwar richtet sich das Projekt hauptsächlich an Fachleute - doch wer weiß? Als die Universität Oxford [eine Sammlung griechischer Papyri digitalisierte](#), wollten auch überraschend viele Laien beim Transkribieren mithelfen. "Es ist ein Weg zur Demokratisierung von Wissenschaft", sagt Jiménez. Vielleicht lässt sich auf diese Weise auch der Wahrheitsgehalt eines alten Witzes der Assyriologen klären. Demnach haben die Mesopotamier ursprünglich nur über eine einzige riesige Tontafel verfügt, die dann in Hunderttausende Stücke zersprungen sei.