

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen  
Forschung  
**Band:** 29 (2017)  
**Heft:** 112

**Artikel:** Das Schicksal von Galaxien  
**Autor:** Saraga, Daniel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-821469>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Ein Algorithmus entziffert Maya-Schriftzeichen

Nur drei stark beschädigte Maya-Handschriften auf Baumrinde, die zwischen 1000 und 1519 verfasst wurden, haben die spanische Eroberung und die Zeit überdauert. Aufgrund des schlechten Zustands konnten die erhaltenen Glyphen bisher nicht direkt in eine Datenbank aufgenommen und automatisch analysiert werden. Dies wird sich nun ändern – dank eines Verfahrens zur Extraktion von Maya-Glyphen, das Forschende am Idiap in Martigny entwickelt haben.

«Die Rinde der Maya-Kodizes weist oft Flecken auf, die Tintenstriche sind ausgeblichen und unterschiedlich gross», erklärt Rui Hu, Forscherin am Idiap. «Deshalb gelingt es mit der herkömmlichen Binarisierung nicht, die Glyphen korrekt zu erfassen.»

Die Forschenden verwendeten ein regionenorientiertes System zur Bildsegmentierung. Sie entwickelten einen neuen Algorithmus, der jedes Bild mit Superpixeln in verschiedenen Auflösungen darstellt und so die Glyphen vom Hintergrund unterscheiden kann.

2015 erstellten Rui Hu und ihr Projektteam eine Datenbank mit mehreren hundert Maya-Glyphen. «Für die Einträge mussten die Experten für Maya-Schrift dem Kodex die Schriftzeichen manuell entnehmen», erklärt die Forscherin. «Das ist eine Herkulesaufgabe: Rund 30 Minuten pro Glyphe, je nachdem, wie komplex und gut erhalten sie ist.» Der neue Algorithmus zur automatischen Extraktion wird den Experten Zeit sparen. Kombiniert mit Funktionen zur automatischen visuellen Suche wird dies einen schnellen Zugang zu einer grossen Zahl von Glyphen ermöglichen. Dies wird den Forschenden vielleicht dabei helfen, die alten Texte besser zu verstehen und die Bedeutung der zehn Prozent Glyphen zu enthüllen, die noch nicht entschlüsselt sind. *Geneviève Ruiz*

R. Hu et al.: Extracting maya glyphs from degraded ancient documents via image segmentation. ACM Journal on Computing and Cultural Heritage (2017, im Druck)

Mayan hieroglyphs from the Dresden Codex, manually processed by Carlos Pallán Gayol, based on the 1880 facsimile by Ernst Förstemann



Die Maya-Handschriften des Dresdner Kodex (linke Reihe) digital restauriert.



Supermassenreiche schwarze Löcher entstehen, wenn Galaxien verschmelzen.

## Das Schicksal von Galaxien

Sie sind die schwersten Objekte im Universum: Supermassenreiche schwarze Löcher wiegen mehr als eine Milliarde Sonnen. Hunderttausende wurden entdeckt, stets im Zentrum einer Galaxie. Wie sie rund eine Milliarde Jahre nach dem Urknall entstanden, ist weitgehend unbekannt.

Ihr extrem schnelles Wachstum dürfte auf die Fusion von Galaxien zurückzuführen sein. Ein internationales Team fand in drei von sechs untersuchten supermassenreichen schwarzen Löchern verschmelzende Galaxien. «Das sieht nach einer mageren Beweislage aus, ist aber eine wichtige Entdeckung», erklärt der Erstautor einer neuen Studie, Benny Trakhtenbrot von der ETH Zürich. «Normalerweise stehen Galaxien allein. Die Verschmelzung in 50 Prozent der Fälle weist darauf hin, dass dies der Hauptmechanismus für die Bildung von supermassenreichen schwarzen Löchern sein könnte.»

«Die meisten Galaxien haben mehr als genügend Masse, um ein schwarzes Loch zu füttern», erklärt der Astronom. «Aber das vom schwarzen Loch angezogene Gas muss zuerst seinen Drehimpuls verlieren, indem es um das Loch kreist, wie Wasser um einen Badewannenabfluss. Die benachbarte Galaxie ändert die Gravitationskraft, die auf das Gas wirkt, etwa so, wie der Mond auf der Erde die Gezeiten herbeiführt. Dies trägt dazu bei, dass das Gas rasch und gerade ins Zentrum der Galaxie fällt, wo das schwarze Loch liegt.»

Nicht einmal Licht kann der Gravitationskraft der schwarzen Löcher entfliehen. Astronomen können diese indirekt beobachten: Das hineinfallende Gas erreicht so hohe Geschwindigkeiten, dass es extrem starke elektromagnetische Strahlung abgibt. Das Team nutzte die ALMA-Anlage in Chile, die es mit Dutzenden von Antennen in einer Höhe von 5000 Metern ermöglichte, die benachbarten Galaxien zu entdecken. Das eintreffende Licht war während über 12 Milliarden Jahren unterwegs. *dsa*

B. Trakhtenbrot et al.: ALMA Observations Show Major Mergers Among the Host Galaxies of Fast-growing, High-redshift Supermassive Black Holes. The Astrophysical Journal (2017)

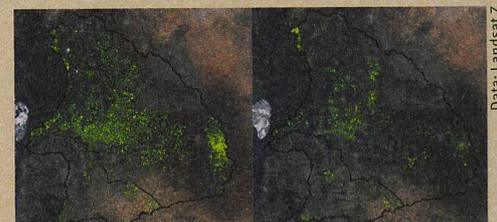
## Krieg in Syrien verteilt das Wasser neu

Der Umfang der bewässerten Flächen und der Stauseereservoirs hat sich in Syrien seit 2013 halbiert – seit dem Beginn der kriegsbedingten Migrationskrise. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie von Forschenden aus den USA und Kanada. Der Krieg in Syrien und der Bevölkerungsexodus haben substanzielle Auswirkungen auf die Wasserressourcen der Region. Die Durchflussmenge des Jarmuk, der durch Israel, Syrien und Jordanien fliesst, hat in Jordanien zu-genommen, weil in Syrien weniger Wasser verbraucht wird.

Um in Erfahrung zu bringen, wie stark die bewässerten Flächen und die Wasserreservoirs geschrumpft sind, hat die Forschungsgruppe Satellitenbilder der Nasa verwendet und historische Vergleiche vorgenommen. Dieser Ansatz wurde gewählt, weil Analysen vor Ort in Syrien unmöglich waren. Die genauen Gründe der Entwicklung sind deshalb nicht klar. «Wir wissen zum Beispiel nicht, ob das Niveau der Reservoirs gesunken ist, weil der Wasserbedarf abgenommen hat und deshalb weniger gespeichert wird oder weil sich niemand darum kümmert», erklärt der Hauptautor der Studie, Marc Müller. Der Schweizer ist zurzeit als Assistenzprofessor an der University of Notre Dame in Indiana tätig.

Es ist das erste Mal, dass die Auswirkungen des Kriegs auf die Wasservorräte genauer untersucht werden. «Der Einfluss des Wassers auf die Konflikte ist gut erforscht, das Umgekehrte hingegen deutlich weniger», erklärt Müller. Der Forscher betont, dass Jordanien keineswegs vom Krieg im Nachbarland profitiere: Das Königreich hat Hunderttausende von syrischen Flüchtlingen aufgenommen, deren Bedarf durch die grössere Durchflussmenge des Jarmuk nicht kompensiert wird. *Benjamin Keller*

M. F. Müller et al.: Impact of the Syrian refugee crisis on land use and transboundary freshwater resources. PNAS (2016)



In Syrien hat die Wassernutzung zwischen 2012 (links) und 2015 um 50 Prozent abgenommen.