

Universität Bern
Philosophisch-historische Fakultät
Institut für Archäologische Wissenschaften
Abt. für Vorderasiatische Archäologie

Universität Bern
Walter Benjamin Kolleg
Digital Humanities

Exposé

Die 101 Tells der Mardin-Ebene

Eine satellitengestützte Kartierung der Siedlungshügel in der Mardin-Ebene
mit Hilfe eines Convolutional Neural Networks

Patric Stefan Guggisberg

Kontext

Aufgrund des hohen zeitlichen und finanziellen Aufwandes sind regionale *Surveys* nur in beschränktem Umfang möglich. Für die Kartierung von bislang undokumentierten Siedlungshügeln wird deshalb in den Archäologischen Wissenschaften vermehrt auf die Auswertung von Luft- oder Satellitenbildern gesetzt¹, wobei die manuelle Auswertung der Bilddaten nach wie vor zeitintensiv verbleibt. Das vorliegende Exposé beschreibt eine interdisziplinäre Methode um potentielle Tells auf Satellitenbilder durch den Einsatz von *Machine Learning* Algorithmen zu identifizieren. Mit dem hier vorgestellten Verfahren soll erstmalig die *Mardin-Ebene* flächendeckend untersucht werden.

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Süden der heutigen Türkei und bildet den westlichen Teil der bekannteren *Viranşehir-Ebene*. Im Westen wird die *Mardin-Ebene* durch das steil abfallende Kalksteingebirge *Tur Abdin* begrenzt, auf der der Namensgebende Hauptort der Provinz thront. Im Osten stellt der Oberlauf des *Nehir Kayali*, die natürliche Begrenzung dar, welcher gegen Süden in den *Circip Deresi* übergeht. An diesen zwei Flussabschnitten orientieren sich noch heute die moderne Provinzgrenze zwischen *Sanliurfa* und *Mardin*. Im Norden stösst der Schildvulkan *Karacadağ*, dessen Lavamassen bis weit in die Ebene hinein reichen, direkt an das *Tur Abdin* Gebirge an. Im Süden geht die *Mardin-Ebene* direkt in die syrische Ebene über.



Abbildung 1: Lage der Mardin Ebene

1 vergl. Menze u. a. 2011 und Casana 2020

Methode

Tells heben sich auf Satellitenbilder durch ihre Kegelform meist sehr deutlich von der umgebenden Landschaft ab. Dadurch lässt sich die Erkennung von Tells auf Bildern als ein binäres Klassifikationsproblem mit den Klassen *Tell* und *Other* betrachten. Da eine Klassifizierung jedoch nur für ein einzelnes Bild vorgenommen werden kann, ist es erforderlich das gesamte Untersuchungsgebiet in einzelne Bild-Kacheln zu unterteilen. Für das Untersuchungsgebiet wurden in der Folge insgesamt 17760 Einzelaufnahmen mit einer Auflösung von 250x250px von *Bing Maps* heruntergeladen. Eine einzelne Bild-Kachel deckt dabei eine Fläche von rund 500x500m² ab.²

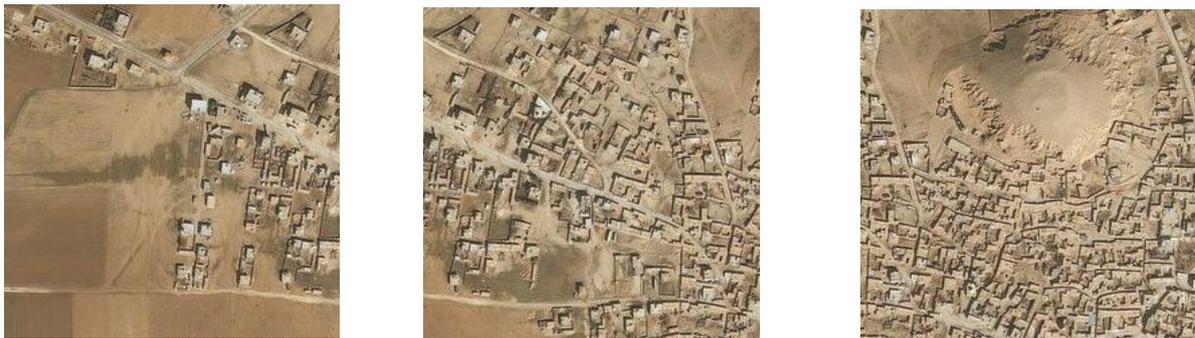


Abbildung 2: Anschliessende Bildkacheln mit Tell im rechten Bild
(Bing ©Microsoft Cooperation ©Digital Globe)

Mit *Keras* steht ein Interface zur Verfügung, welches eine rasche Implementierung eines *ConvNets* zur Auswertung der Bilddaten ermöglicht³. Es handelt sich dabei um eine in *Python* geschriebene Open-Source-Bibliothek, die wahlweise als Interface für die Deep-Learning-Frameworks *TensorFlow*, *Theano*, *MXNet* oder das *Microsoft Cognitive Toolkit* eingesetzt werden kann.⁴ Für diese Studie wurde auf das *TensorFlow Framework*⁵ zurückgegriffen. Das erstellte *Keras*-Modell wurde mit insgesamt 1600 Satellitenbilder von gesicherten Tells aus insgesamt acht Ländern⁶ sowie 1000 weiteren Aufnahmen ohne Tellstrukturen trainiert⁷. Um die Tells in der geologisch anspruchsvollen Region von natürlichen Erhebungen unterscheiden zu können, wurden die Trainingsdaten für die Klasse *Other* per Zufallsgenerator aus dem Dataset der *Mardin-Ebene* gewonnen und im Anschluss manuell überprüft. Um der geringen Anzahl Trainingsbilder entgegenzuwirken, wurde der Datenbestand durch den Einsatz von *Data Augmentation*⁸ künstlich erhöht. Zusätzlich konnte die Vorhersagegenauigkeit durch die Verwendung des vor trainierten *ResNet50* Modells deutlich verbessert werden.⁹

2 Bedingt durch die Mercator Projektion, ist die exakte Abdeckung abhängig vom Längengrad und nimmt von Süden gegen Norden leicht ab.

3 Keras Website (<https://keras.io/>) <12.01.2021>

4 Litzel – Luber 2018

5 TensorFlow Website (<https://www.tensorflow.org/>) <12.01.2021>

6 Pedersen 2016

7 Um die komplexe geologische Situation der Mardin Ebene möglichst präzise abzubilden, wurden die Trainingsbilder ohne Tellstrukturen vom ursprünglich gewonnenen Dataset abgesplittet und manuell überprüft.

8 Allaire – Chollet 2018, 132–135

9 Allaire – Chollet 2018, 128–132

Zwischenergebnisse und Ausblick

Bei den bisherigen Suchläufen konnten bislang 89 potentielle Tellstrukturen in der *Mardin-Ebene* dokumentiert werden. Die Falsch-positiv-Rate, also der prozentuale Anteil fälschlicherweise als Tell bestimmter Bilder, beträgt dabei 2.69%. Weil die tatsächliche Anzahl Tells im Untersuchungsgebiet unbekannt ist, verbleibt die Falsch-negativ-Rate jedoch unbekannt.



Abbildung 3: Rechts: Satellitenaufnahme (Bing ©Microsoft Cooperation ©Digital Globe)
Lnks: Erkannte Struktur durch Keras

Damit die Vorhersagegenauigkeit abgeschätzt werden kann, ist es daher notwendig, das trainierte *Keras-Modell* auf ein Gebiet anzuwenden, dessen Siedlungshügel durch systematisch durchgeführte *Surveys* bekannt sind. Da das Modell spezifisch mit den Landschaftsdaten der *Mardin-Ebene* trainiert wurde, darf sich die Geologie des Testgebiets nicht nennenswert verändern. Es erscheint daher naheliegend, ein Testgebiet zu wählen, welches sich südlich dem Untersuchungsgebiet anschliesst.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:

Lage der Mardin Ebene

Abbildung 2:

Anschliessende Bildkacheln mit Tell im rechten Bild (Bing ©Microsoft Cooperation ©Digital Globe)

Abbildung 3:

Rechts: Satellitenaufnahme (Bing ©Microsoft Cooperation ©Digital Globe). Lnks: Erkannte Struktur durch Keras.

Literaturverzeichnis

Allaire – Chollet 2018

J. J. Allaire – F. Chollet, Deep learning with R (Shelter Island 2018)

Casana 2020

J. Casana - Remote Sensing-Based Approaches to Site Morphology and Historical Geography in the Northern Fertile Crescent in: D. Lawrence, M. Altaweel, G. Philip (Hrsg.), New Agendas in Remote Sensing and Landscape Archaeology in the Near East - Studies in Honour of Tony J. Wilkinson (Oxford 2020)

Litzel – Luber 2018

N. Litzel – S. Luber, Was ist Keras?, <<https://www.bigdata-insider.de/was-ist-keras-a-726546/>> (09.11.2019)

Menze u. a. 2011

B. H. Menze – J. A. Ur – A. G. Sherratt, Tell spotting - surveying near eastern settlement mounds from space, <https://hciweb.iwr.uni-heidelberg.de/sites/default/files/publications/files/2012694439/menze_05_tell.pdf> (10.11.2019)

Pedersén 2016

O. Pedersén – Ancient Near East <<https://www.lingfil.uu.se/research/assyriology/earth/>> (27.04.2020)