

4. Die Ressource Wasser in prähistorischer Zeit in den Becken von Sykourio und Elateia: ein Rekonstruktionsversuch

Amelie Mohrs

4.1. Einleitung

Aufgrund der globalen Klimaveränderungen wechseln sich langanhaltende Dürreperioden mit extremen Regenereignissen ab. Dadurch verändert sich vielerorts der Wasserhaushalt. Bleibt der Regen aus oder ist der Niederschlag zu gering, wirkt sich dies besonders auf die Landwirtschaft aus. Notgedrungen muss dann auf das Grundwasser zurückgegriffen werden, indem z.B. Brunnen zur Bewässerung immer tiefer gebohrt werden.

In den Becken von Sykourio und Elateia ist diese Veränderung klar erkennbar.¹ Viele Bachbetten in der Ebene liegen trocken und sind inzwischen befahrbar; Brücken werden nicht mehr instandgehalten, da die Wege durch die Bachbetten führen. Wenn die Bäche an ihren Oberläufen noch Wasser führen, wird dieses direkt von den Hängen für die landwirtschaftliche Nutzung umgeleitet.

Hierbei handelt es sich jedoch um eine Entwicklung aus den letzten Jahrzehnten, eine Situation, die nicht auf historische, geschweige denn prähistorische Epochen übertragen werden kann. Um aber einen ersten Eindruck zu erhalten, wie ein oberirdisches Wassernetz im Neolithikum und Chalkolithikum ausgesehen haben könnte, werden im Folgenden Simulationen von Fließ- und Stehgewässern mithilfe von QGIS² und SAGA GIS³ vorgestellt.

Grundlage bildete ein Digitales Oberflächenmodells (DOM) der Firma Airbus Defence and Space GmbH.⁴ Durch vorhandenes Kartenmaterial konnten die Ergebnisse zudem mit den Zuständen der hydrologischen Gegebenheiten der Jahre

zwischen 1909 und 1985 verglichen werden (vgl. Kapitel 3, Beitrag Manakos). Zudem werden die topographischen Gegebenheiten mit den Ergebnissen der feinchronologischen Keramikanalyse verknüpft (vgl. Kapitel 6, Beitrag Reingruber), so dass die jeweiligen Fundstellen als Indikatoren für das Vorhandensein (oder eben nicht) eines stehenden Gewässers dienen können.

4.2. Flussnetzwerkberechnung

Die in QGIS durchgeführte Flussnetzwerkberechnung wurde mithilfe eines im ‚Processing modeler‘ erstellten Berechnungsablaufes durchgeführt. Dieser wurde mit den Daten des Thessalien-Projekts getestet, ist aber auch auf andere landschaftsarchäologische Projekte und Untersuchungsgebiete übertragbar.

4.2.1. Berechnungsablauf

Der Berechnungsablauf benötigt als einzige Eingabedatei ein Digitales Höhenmodell (DHM) – im vorliegenden Fall ein DOM. Für die weiteren Berechnungen müssen zudem ein Neigungs- und Grenzwert⁵ definiert werden. Der in Abb. 4.1 dargestellte Ablauf der Berechnung sieht vor, dass zuerst mögliche Senken bzw. Depressionen im DOM, die zu Fehlberechnungen der Flussläufe führen können, gefüllt werden. Für diese Berechnung findet der ‚Fill sinks (wang & liu)‘-Algorithmus Anwendung.⁶ Hier erfolgt die Eingabe des erwähnten Neigungswertes.⁷

¹ Die nachfolgenden Inhalte stellen überarbeitete Auszüge aus der am 18. April 2019 an der HTW Berlin vorgelegten Masterarbeit dar (Mohrs 2019).

² Version 3.4.4.

³ Version 2.3.2.

⁴ Es handelt sich dabei um ein WorldDEM mit einer vertikalen Genauigkeit von 2 m (relativ) / 4 m (absolut) in einem 12 x 12 m Raster. Da es sich um ein DOM handelt, sind Pflanzen und Gebäude nicht herausgerechnet worden.

⁵ In Abb. 1: engl. ‚Slope‘ und ‚Threshold‘.

⁶ Wang und Liu 2006; SAGA GIS Module Documentation.

⁷ Zur Durchführung von realistischeren Simulationen werden weitere Grundlagen, wie bspw. hydrologische und geologische Daten, benötigt. Je nach Fragestellung und vorliegenden Daten könnten dann empirische, konzeptionelle oder physikalisch basierte Modelle Anwendung finden (Devia et al. 2015).

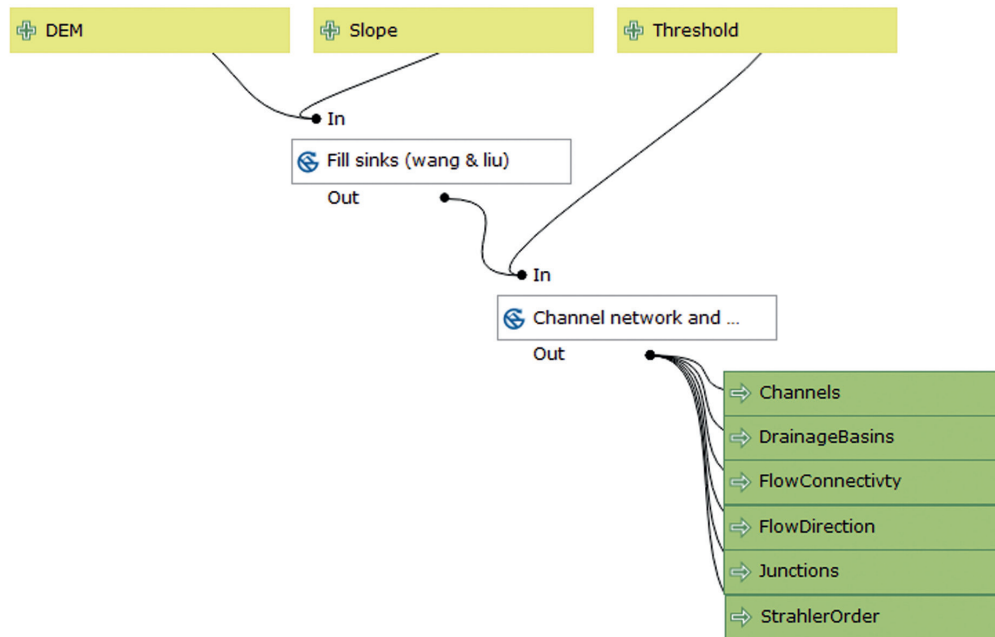


Abb. 4.1. Berechnungsablauf in QGIS (gelb: Eingaben, weiß: Algorithmen, grün: Ergebnisse).

Das daraus entstandene gefüllte bzw. depressionslose DOM dient als Grundlage für die folgende ‚Channel network and drainage basins‘⁸ – Berechnung, für die der oben erwähnte Grenzwert benötigt wird. Als Endergebnis werden sechs Dateien ausgegeben (Abb. 4.1 in grün).

Dabei handelt es sich um die Flussläufe (‚Channels‘), Wassereinzugsgebiete (‚Drainage Basins‘), Fließverbindung (‚Flow Connectivity‘) und -richtungen (‚Flow Direction‘), Flussmündungen (‚Junctions‘) sowie die Flussordnungszahl nach Strahler⁹ (‚Strahler Order‘).

Die kleinsten Flüsse werden von Strahler als 1. Ordnung klassifiziert und der Fluss, in den sie münden, als 2. Ordnung und so weiter. Anhand der hierarchisch gegliederten Flussordnungszahl kann man also schnell erkennen, wo sich die Ordnung eines Flusses ändert.

4.2.1.1. Parameterwahl

Für die Berechnungen werden die beiden Parameter ‚Neigung‘ und ‚Grenzwert‘ benötigt. Die Wahl der

beiden Werte beeinflusst sehr unterschiedlich das Ergebnis der Berechnungen.

Der **Neigungswert** wird für das Erkennen und Füllen der natürlichen und künstlichen Senken im DOM benötigt. Es wurden die Werte 0,01, 0,05 und 0,1 genutzt. Um nachvollziehen zu können, wie sich der Neigungswert auswirkt, wurde die Differenz zwischen dem ursprünglichen und dem gefüllten DOM berechnet. Stellt man diese Ergebnisse einander gegenüber (Abb. 4.2–4.4) ist klar zu erkennen, dass bei steigendem Neigungswert auch die Ausmaße der gefüllten Senken zunehmen. Nach Wang und Liu sind natürliche Depressionen und Senken selten bzw. in den meisten Landschaftstypen nicht vorhanden.¹⁰ Auch im Falle des Arbeitsgebietes kann davon ausgegangen werden, dass es nur wenige natürliche Senken gibt, die zudem geringe Ausmaße aufweisen. Bei den im Süden vorhandenen Lehmgruben handelt es sich jedoch um künstliche, rezente Senken, die es zu füllen gilt (in Abb. 4.2 rote Bereiche). Da ein hochauflösendes DOM verwendet wurde, können mithilfe des oben genannten Algorithmus nach Wang und Liu, auch kleinere Senken, wie Teiche

⁸ SAGA GIS Module Documentation.

⁹ Strahler 1952; 1957.

¹⁰ Wang und Liu 2006.

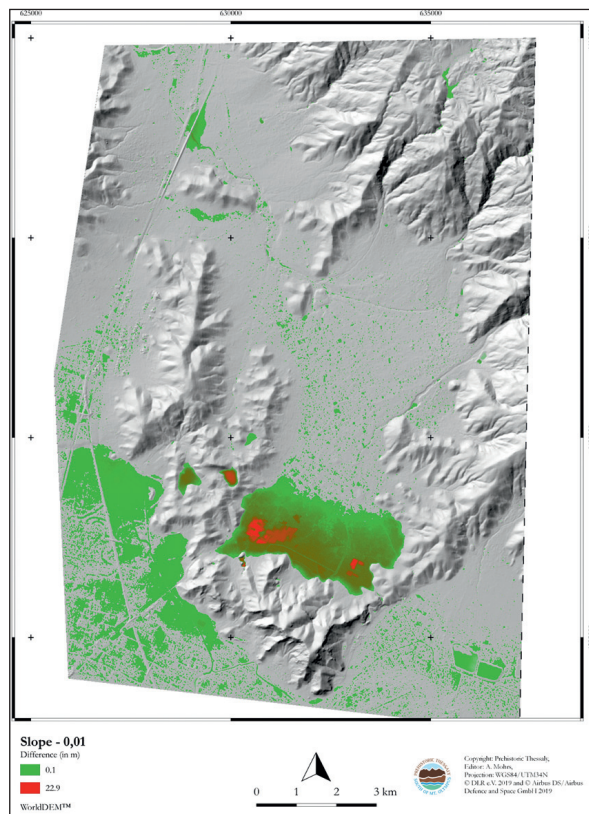


Abb. 4.2. Berechnungen mit dem Neigungswert 0,01.

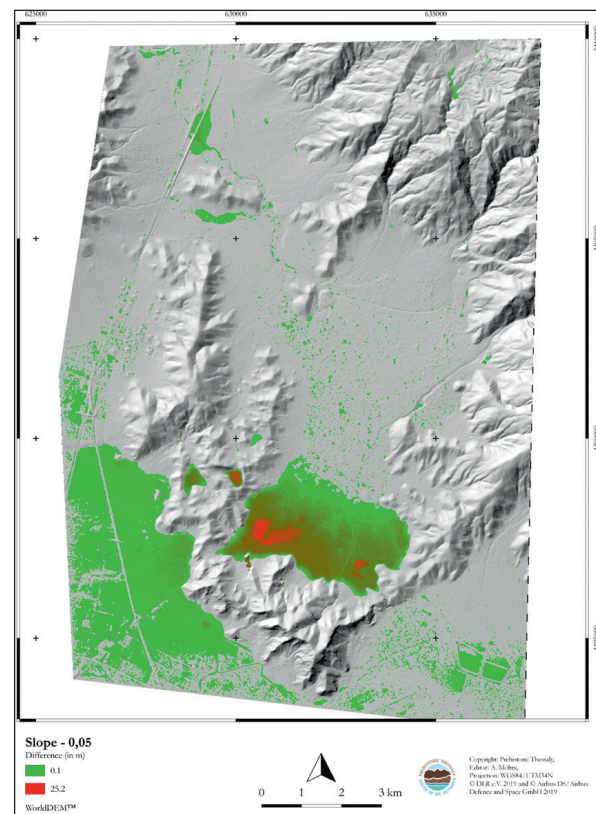


Abb. 4.3. Berechnungen mit dem Neigungswert 0,05.

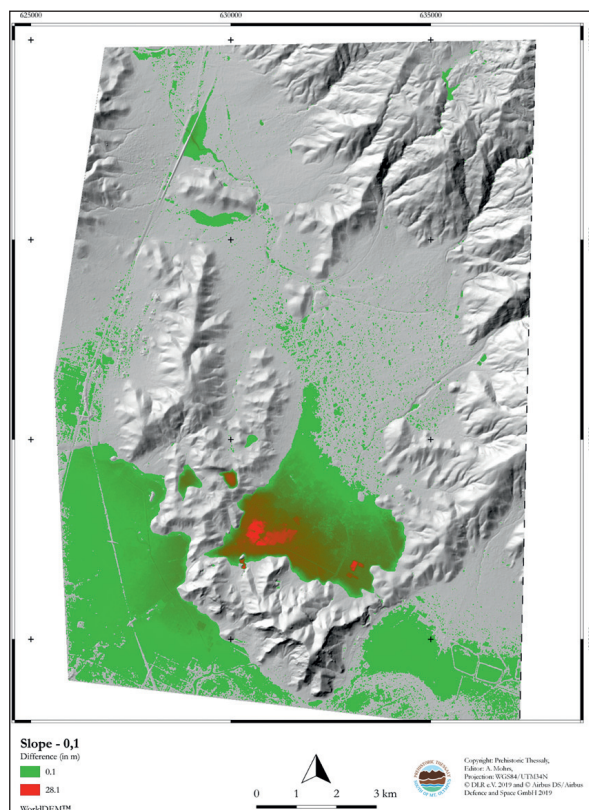


Abb. 4.4. Berechnungen mit dem Neigungswert 0,1.

und Rückhaltebecken, erkannt werden.¹¹ Je hochaufgelöster das verwendete DOM also ist, desto detaillierter wird die topographische Situation dargestellt und umso genauer kann die Identifikation von Senken stattfinden.¹²

Der Wasserhaushalt in den Beckenbereichen und in der Tiefebene unterlag über die Zeiten hinweg starken Schwankungen.¹³ Bereits bei der Anwendung des Neigungswertes 0,01 (dem Minimalwert) wären bereits große Areale im Bereich des Bara Toibasi – und auch südlich davon, außerhalb des Beckens – mit Wasser gefüllt. Und auch im nördlichen Becken von Elateia könnte sich nördlich und südlich des querverlaufenden Berges Douramani Wasser in Senken angesammelt haben. Hingegen wäre beim Neigungswert 0,1 mit einem sehr viel feuchteren Milieu zu rechnen.

Der für den Algorithmus der **Flussnetzwerk-berechnung** benötigte Grenzwert wird in der

¹¹ Wang und Liu 2006.

¹² Vgl. Wang und Liu 2006, Fig. 6.

¹³ Manakos (in diesem Band, Kapitel 3) vermutet unter den Bedingungen des vergangenen Jahrhunderts eine maximale Ausdehnung des Bara Toibasi bis hin zu 96 mNN.

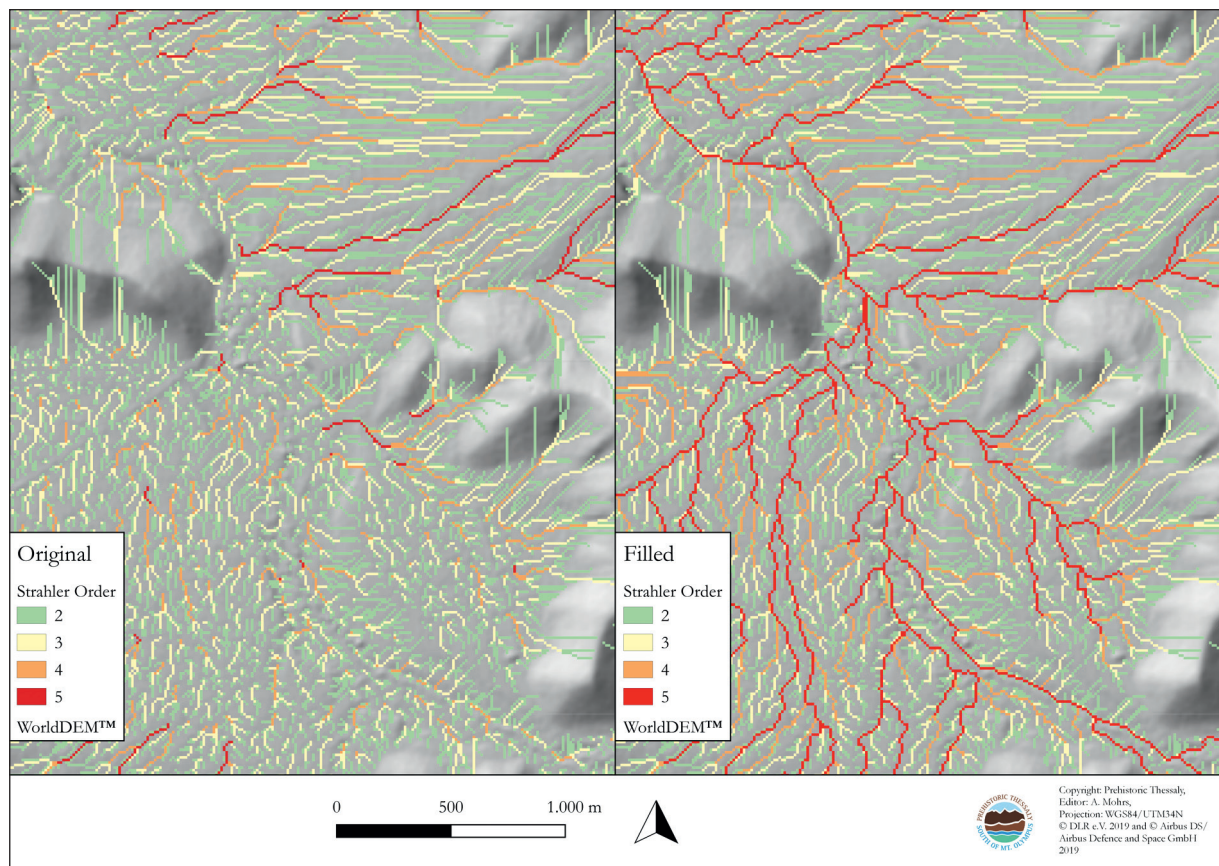


Abb. 4.5. Anwendung des Fill-Algorithmus auf die Berechnung der Flussordnungszahlen im Bereich der Flüsse Kalamitsa und Tsantarli beim Fundort Elateia 1, ohne (links) und mit (rechts) gefüllten Senken.

Erklärung des SAGA-Modules mit ‚Strahler order to begin a channel‘ beschrieben. Der minimale Wert wird mit 1 und der Standardwert mit 5 angegeben. Erhöht man diesen Grenzwert wird das Flussnetz weniger verzweigt, da es in mehr Ordnungen klassifiziert wird.

Diese Klassifizierung wird durch die Analyse einzelner Pixel durchgeführt. Hat ein Pixel keinen stromaufwärts gerichteten Pixel wird er zur 1. Ordnung gezählt. Pixel, die stromabwärts zu diesen 1. Ordnung-Pixeln liegen, werden folglich zur 2. Ordnung gezählt.¹⁴ Der vorherige Schritt des Füllens von Senken hat hier bemerkbare Auswirkungen. Wählt man nun zur Berechnung der Flussordnungszahl (nach Strahler) das SAGA-Modul ‚Strahler Order‘¹⁵ und nutzt das ungefüllte DOM als Grundlage, würden manche Flussläufe nicht als solche erkannt werden. Ein gutes Beispiel dafür stellt der

Flusslauf des Kalamitsa im Bereich der Flachsiedlung Elateia 1 dar. Im Vergleich der Abbildungen ist zu sehen, dass sich die Flussordnungszahlen im ursprünglichen DOM (Abb. 4.5, links) und im gefüllten DOM (Abb. 4.5, rechts) unterscheiden. Grund dafür ist die Klassifizierung der jeweils höchsten Flussordnungszahl. Im ursprünglichen DOM handelt es sich um die 6. Ordnung, während im gefüllten DOM die 9. Ordnung die höchste Flussordnungszahl darstellt.

Durch diese unterschiedliche Klassifizierung würde im ursprünglichen DOM der Flusslauf des Kalamitsa nicht als solcher bestimmt werden und es käme im weiteren Verlauf der Berechnungen zu Fehlern. Um nun einen geeigneten Wert als Grenzwert zu bestimmen, kann man das Ergebnis dieser Berechnung als Entscheidungsgrundlage nutzen.

Betrachtet man zudem die historischen Karten und die dort mehrfach dokumentierten Flussläufe, lässt sich nachweisen, dass die meisten dieser Flussläufe im Bereich der 5. Ordnung liegen (Abb. 4.6). So

¹⁴ Passy und Théry 2018.

¹⁵ SAGA GIS Module Documentation.

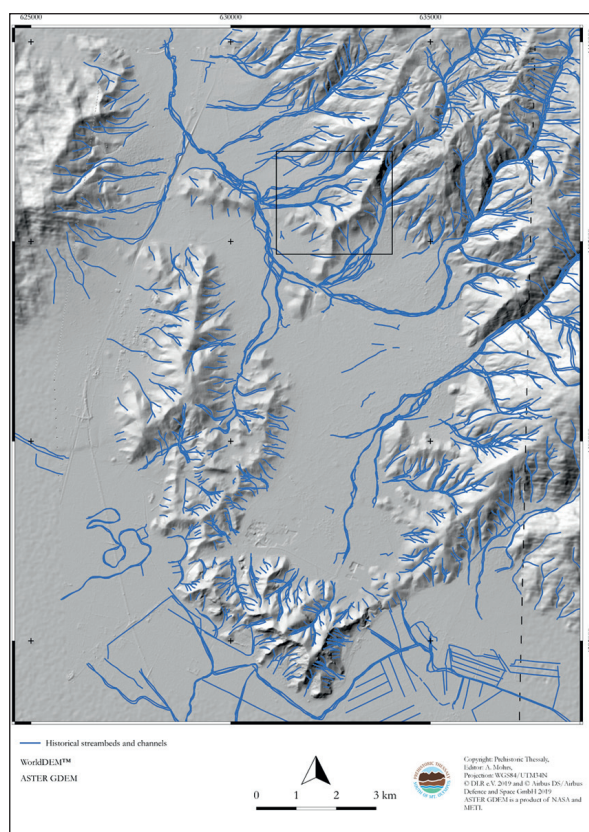


Abb. 4.6. Von historischem Kartenmaterial übernommene Flussläufe (das schwarze Quadrat zeigt den Ausschnitt auf Abb. 4.7).

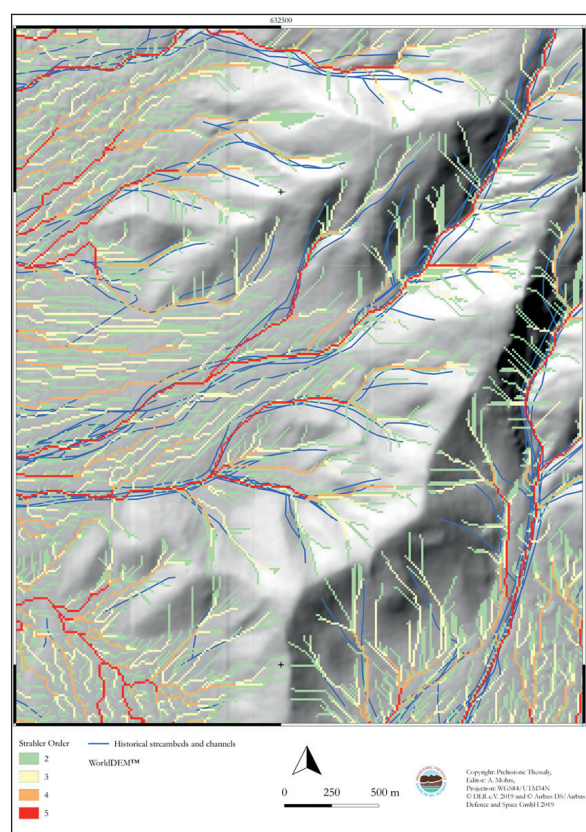


Abb. 4.7. Berechnungen mit Flussordnungszahlen 2–5 im Vergleich mit den (blau) kartierten Flussläufen östlich von Elateia 1.

sind in einem Hangausschnitt nahe des Fundortes Elateia 1 (Abb. 4.7) zum einen die mehrfach kartierten Flussläufe (in blau) und zum anderen die Flussordnungszahlen (im Farbspektrum von grün bis rot) dargestellt. So wird eine Übereinstimmung der 5. Ordnung mit den historischen Flussläufen deutlich. Beruhend auf dieser Erkenntnis kann die 5. Ordnung als Grenzwert für die Flusslaufberechnung gewählt werden.

Zur Überprüfung wurden die Berechnungen aber auch mit den Grenzwerten 4 und 6 durchgeführt und mit den kartierten Flussläufen verglichen. Dazu wurde die Differenz zwischen dem jeweiligen Flussnetzwerk und den kartierten Flussläufen berechnet. Wie auf Abb. 4.8 zu erkennen, ist das Flussnetz bei einem Grenzwert von 4 stark verzweigt und sehr dicht. Das Gegenteil ist der Fall bei dem Ergebnis mit Grenzwert 6 (Abb. 4.10). Beim Grenzwert 5 (Abb. 4.9) hingegen stimmt das berechnete Flussnetz in seiner Dichte am ehesten mit den historischen Verläufen überein.

4.2.2. Ergebnisse

4.2.2.1. Das Flussnetzwerk

Für die Berechnung wurden folglich der Neigungswert 0,01 und der Grenzwert 5 angegeben. Betrachtet man das damit erzielte Ergebnis (Abb. 4.11), fallen als erstes die ‚geraden Flussläufe‘ auf. Um nachvollziehen zu können, um was genau es sich hierbei handelt, muss stets die gesamte verfügbare Datengrundlage herangezogen werden. Der Vergleich ist notwendig, um rezente, moderne Strukturen von natürlichen Landschaftsformen zu unterscheiden. Handelt es sich um moderne Eingriffe, werden sie als lineare Strukturen berechnet, wie z.B. im Falle der Bahngleise und des Straßenbaus im Nordwesten des Untersuchungsgebietes (s. weiter unten). Nach O’Callaghan und Mark¹⁶ treten lineare Strukturen besonders häufig in flachen Bereichen auf. Bei nicht rezenten Strukturen kann es sich dann

¹⁶ O’Callaghan und Mark 1984.

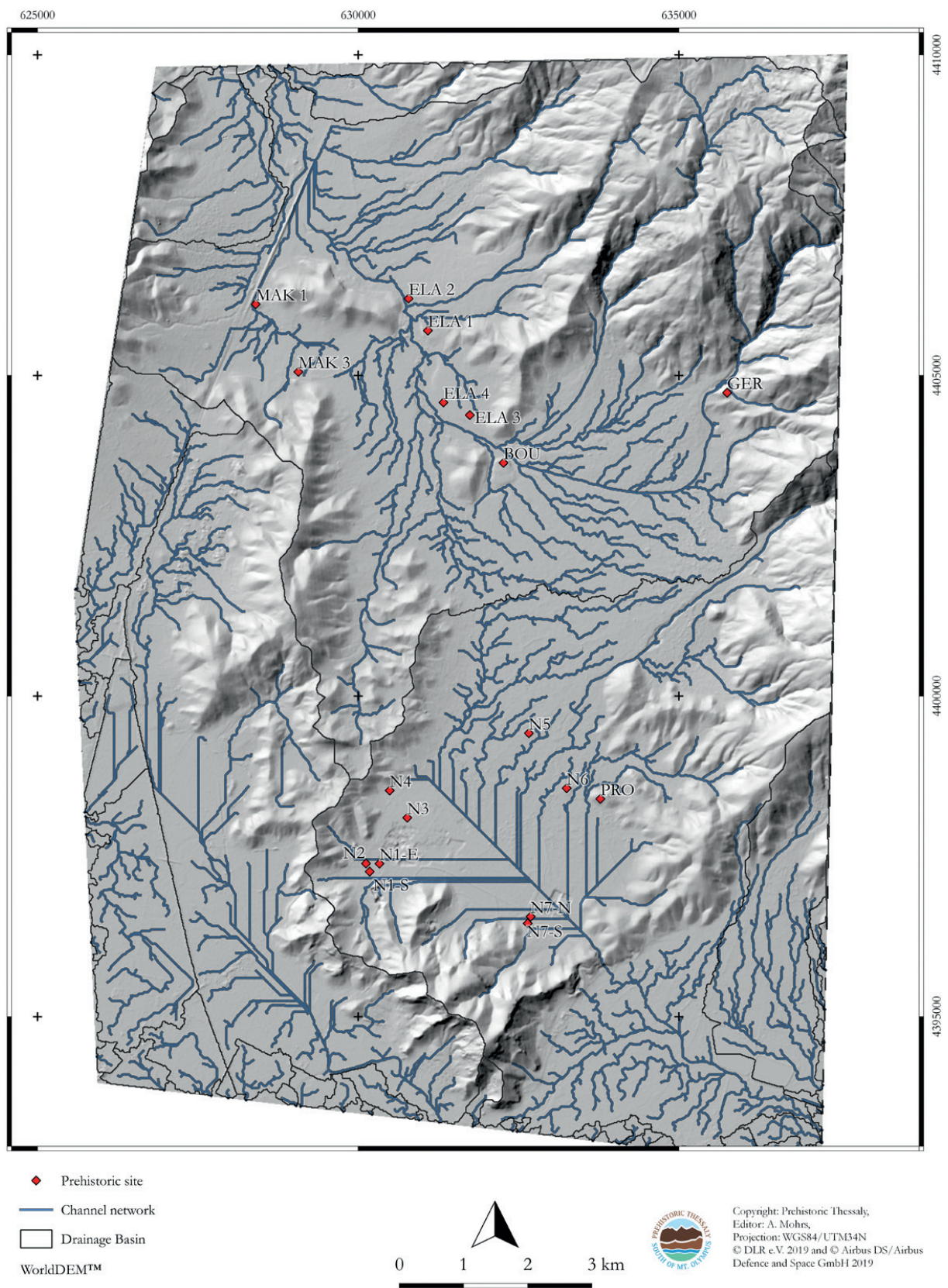


Abb. 4.11. Prähistorische Fundstellen innerhalb des rekonstruierten Flussnetzwerkes.

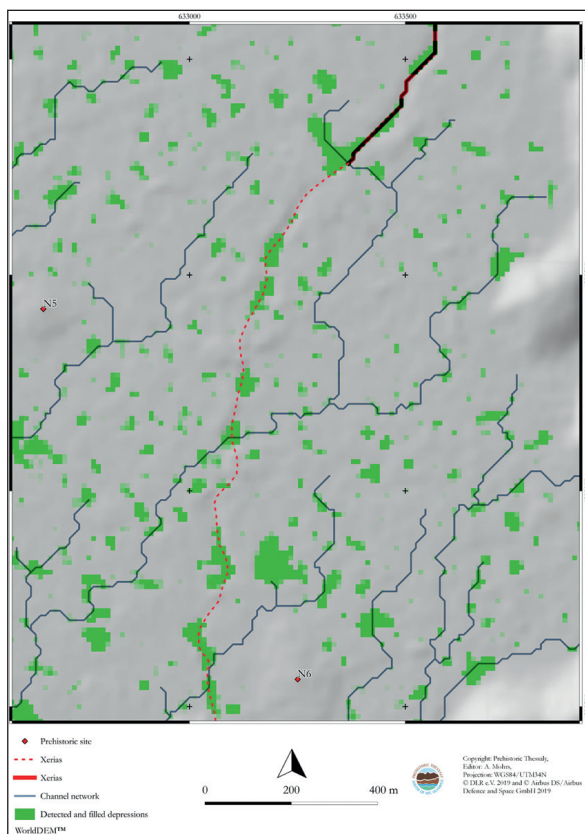


Abb. 4.12. Fehlberechnung im Verlauf des Xerias.

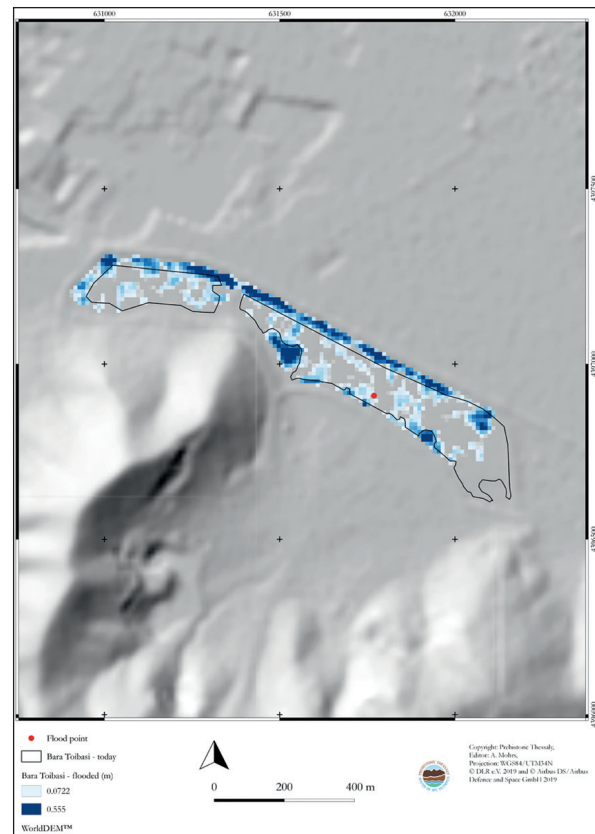


Abb. 4.13. Ergebnis der Flutung des Sees Bara Toibasi.

sind. Dadurch kam es bei der weiteren Berechnung des Xerias zum Abbruch und somit zu falsch berechneten Flussläufen in diesem Areal. Folglich lässt sich durch das Füllen von Senken und Depressionen im DOM auch ein ebenes Areal schaffen, das zu Fehlern in der Flusslaufberechnung führt. Deshalb ist es stets notwendig, Kartenmaterial und Satellitenaufnahmen zum Vergleich heranzuziehen.

4.3. Flutungssimulationen

Über die Jahrtausende hinweg haben sich die Wassermengen und Wege der Fließgewässer mehrfach verändert. Dadurch unterlagen auch die mit ihnen verbundenen Stehgewässer enormen Schwankungen.

Die Existenz von Seen im Arbeitsgebiet und direkt südlich davon ist für die Antike bei Strabon belegt, und zudem ist die Existenz eines Paläosees von S. Valkaniotis vorgeschlagen worden.¹⁹ Aufgrund

der Verteilung von prähistorischen Fundorten ergab sich die Frage nach deren Bezug nicht nur zu einem Fluss, sondern auch zu einem potentiellen See. Dieser Frage wurde anhand von Flutungssimulationen in GIS nachgegangen.

4.3.1. Berechnungsgrundlagen

Da für die Berechnungen ein DOM genutzt wurde, sind auch die moderne Infrastruktur sowie die starken Eingriffe durch die Lehmentnahmegruben und den Dammbau im Süden des Bara Toibasi enthalten, die die Simulationsergebnisse beeinflussen. Die in den Flutungsergebnissen genannten Werte beziehen sich immer auf die heutige Oberfläche. Durch die Wahl eines oder mehrerer Punkte wird das gesamte DOM bis zu diesen Höhen gefüllt. Anders als bei der Senkenfüllung durch den „Fill sinks (wang & liu)“-Algorithmus wird in diesem Fall gezielt das gesamte DOM bis zu einem gewünschten Niveau gefüllt.

Da sich QGIS als eine nicht ausreichend stabile Rechenumgebung herausstellte, wurden die

¹⁹ Reingruber et al. 2024.

Nessonis (N)	Flut N1	Flut N2	Flut N3	Flut N4	Flut N5	Flut N6	Flut N7
N1	0,03	3,96	1,84	3,24	17,54	13,93	2,80
N2		0,17			13,75	10,14	
N3		2,37	0,24	1,64	15,95	12,33	1,20
N4		0,74		0,01	14,32	10,70	
N5					0,17		
N6					3,78	0,17	
N7		1,23		0,51	14,81	11,20	0,07

Tab. 4.1. Flutungshöhen (in Meterangaben) errechnet für die sieben Nessonis-Fundorte.

Flutungssimulationen in SAGA GIS durchgeführt. Es wurden die SAGA-Module ‚Lake Flood‘ und ‚Shapes to Grid‘²⁰ genutzt. Mit diesen Simulationen sollen Vermutungen zu möglichen Gewässern und Sumpfgebieten überprüft werden. Die hier durchgeführten Simulationen gehen stets nur von einem Punkt aus, da für eine sinnvolle Wahl mehrerer Punkte nicht genug Informationen vorliegen. Die Wahl des Flutungspunktes wurde nach der Höhe getroffen, damit ein möglichst maximales Flutungsausmaß erreicht werden kann. Der Flutungspunkt stellt in jeder der Simulationen einen Punkt auf der jeweils betrachteten Fundstelle dar, der auch bei der Flussnetzwerksanalyse verwendet wurde. Der erste Schritt in SAGA GIS besteht darin, aus den Flutungspunkten den für die ‚Lake Flood‘-Berechnung benötigten ‚Seed‘ zu erstellen. Bei der Wahl dieses Punktes wurde meist versucht, einen erhöhten Punkt mittig der jeweiligen Fundstelle zu ermitteln.

Mithilfe des Tools ‚Shapes to Grid‘ kann aus dem Punkt-Shapefile das benötigte Raster berechnet werden. Um eine korrekte Berechnung zu gewährleisten, muss als ‚Target Grid System‘ das zugrundeliegende DOM ausgewählt werden. Bei der ‚Lake Flood‘-Berechnung werden dann das gewählte DOM und das zuvor berechnete Raster genutzt. Zudem kann entschieden werden, ob das Ergebnis als absolute Wasserhöhe ausgegeben werden soll. Auf diese Weise wurde jede Fundstelle, sowie der See Bara Toibasi, einzeln geflutet. Der Bara Toibasi wurde zudem an einer zweiten Stelle geflutet. Der erste Flutungspunkt liegt innerhalb der kartierten historischen Ausdehnung. Der

zweite Punkt wurde so gewählt, dass er innerhalb des in den 1980er Jahren errichteten Damms liegt. Diese Flutung mit dem zweiten Punkt diente der Überprüfung der Simulation. Durch die kartierten modernen Ausmaße des so eingedämmten Bara Toibasi ist ein guter Vergleich mit den Ergebnissen der Flutungssimulation möglich. Das Ergebnis der Flutung des Bara Toibasi (Abb. 4.13), zeigt eine gute Übereinstimmung mit seinen kartierten Ausmaßen. Für leichte Abweichungen zwischen Berechnung und Kartierung können schwankende Wasserstände verantwortlich sein. Die durch die Berechnung erstellten Rasterdateien werden im Folgenden wieder in QGIS analysiert und visualisiert.

In einem weiteren Schritt der Flutungssimulationen der Fundstellen wurde das QGIS Plugin ‚Point sampling tool‘²¹ genutzt. Mithilfe dieses Plugins konnten die Höhen der Wasserstände den Fundstellen als Attribute hinzugefügt werden. Damit ergibt sich für jede einzelne Fundstelle ein Wert des Wasserstandes pro Flutung (Tab. 4.1).

4.3.2. Ergebnisse der Flutungssimulationen

Im nördlichen Becken von Elateia verläuft das Flussnetz über den Einzugsbereich des Kalamitsa in Richtung Pinios. So ist in den Flutungsergebnissen immer auch eine Verbindung zum Pinios gegeben. Wenn es also zu Überschwemmungen durch den Pinios kam, besteht die Möglichkeit, dass die nördlichen Fundstellen davon betroffen waren. Das südliche Becken von Sykourio hat als separates

²⁰ SAGA GIS Module Documentation.

²¹ QGIS Plugin Repository.

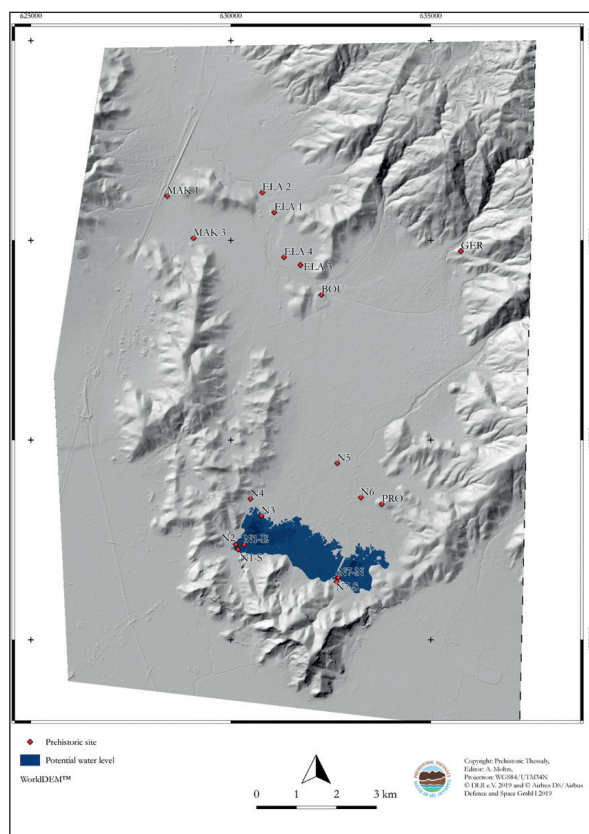


Abb. 4.14. Flutung von Nessonis 1 bei 88 mNN.

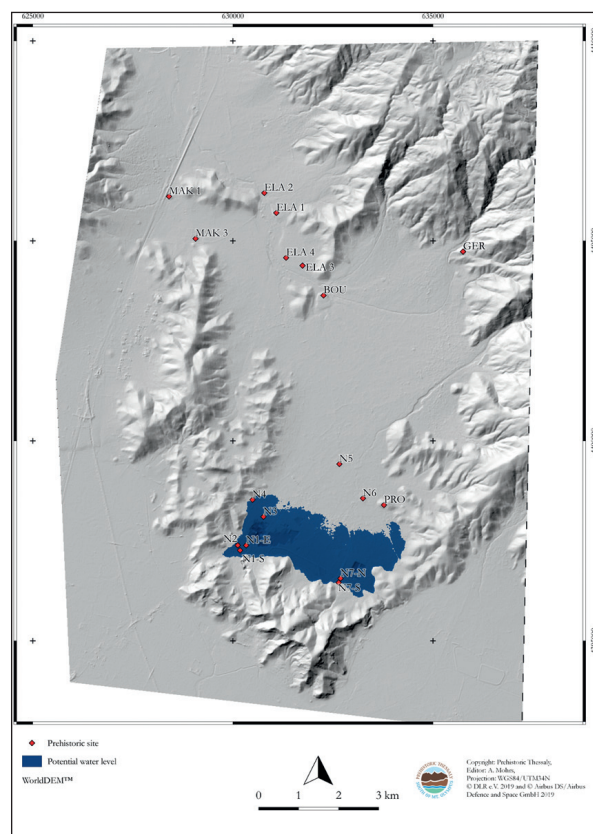


Abb. 4.15. Flutung von Nessonis 4 bei 92 mNN.

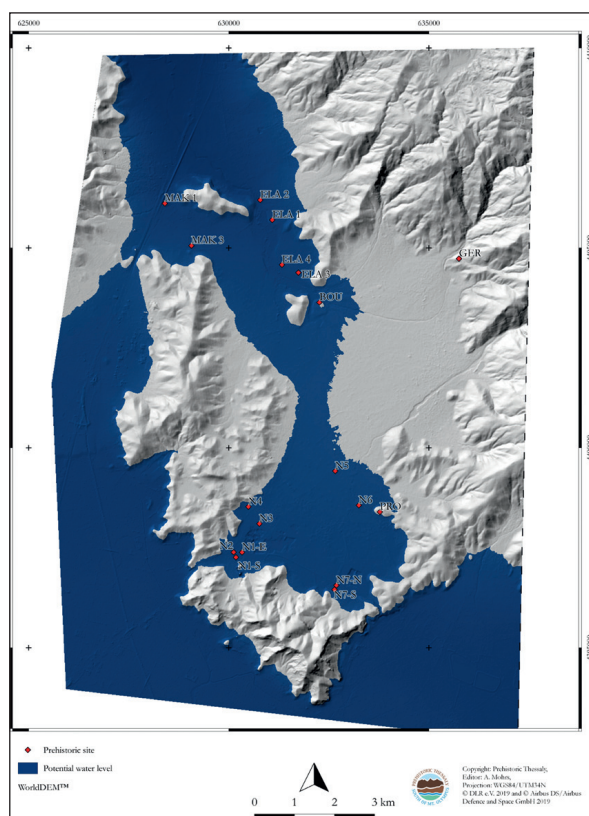


Abb. 4.16. Flutung von Nessonis 5 bei 105 mNN.

Wassereinzugsgebiet den Xerias als Hauptfluss, der in Richtung Bara Toibasi fließt. Im Folgenden liegt das Hauptaugenmerk auf dem südlichen Becken von Sykourio mit den Siedlungen Nessonis 1 bis Nessonis 7 (vgl. Abb. 4.11).

In Tabelle 4.1 sind die Flutungshöhen der südlichen Fundstellen abgebildet. Hier fallen besonders die Ergebnisse der Flutungen der Fundstellen Nessonis 1, 5 und 6 auf. Während bei einer Flutung von Nessonis 1 keine weitere Fundstelle betroffen wäre (vgl. Abb. 4.14), würden bei den Flutungen von Nessonis 5 und 6 (fast) alle Fundstellen unter Wasser liegen und das südliche Becken wäre, bis auf die Anhöhen, unbewohnbar (vgl. Abb. 4.16). Damit können die Höhenlagen dieser beiden Fundstellen als nicht flutungsgefährdet eingestuft werden. Eine Flutung der Orte Nessonis 5 und 6 ist aber auch deswegen unwahrscheinlich, da das Wasser bei 100 mNN durch die Täler in die Ebene abgefließen wäre (s. unten). Bei einer Flutung von Nessonis 4 bei 92 mNN wären auch andere Fundorte beeinträchtigt worden, sogar jene in Hanglage (vgl. Abb. 4.15), zumindest aber die Außenbereiche und Anbaugelände in Nessonis 7-Süd.

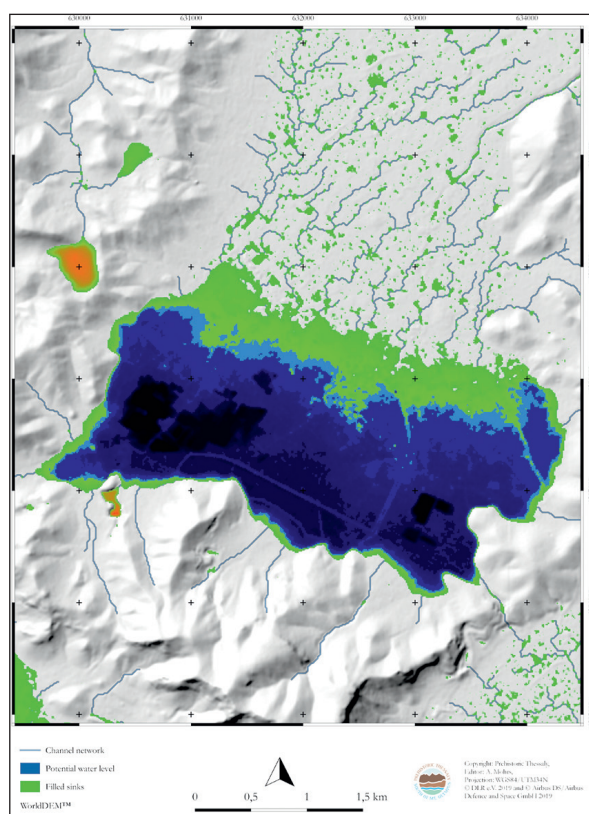


Abb. 4.17. Flutung der Fundorte Nessonis 1–4 und 7 (blau) und gefüllte Senken (grün).

Die Flutungssimulationen wurden zwar auf die prähistorischen Fundstellen angewandt, aber es ist nicht erwiesen, ob sie tatsächlich Kontakt zum Wasser hatten. Somit ist es schwer, eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit einer solchen Flutung zu treffen. Immerhin können durch die Ergebnisse Rückschlüsse auf mögliche Schwankungen der Ausdehnung des potentiellen Sees gezogen werden. Um ein vollständiges hydrologisches Bild des Untersuchungsgebietes zu erhalten, müssen die Ergebnisse der Berechnungen von Flussnetzwerk und Flutung gemeinsam betrachtet und in Bezug zueinander gesetzt werden.

4.4. Die Lage der Fundstellen in Bezug auf ein Gewässer

4.4.1. Entfernungen zwischen prähistorischen Fundstellen und dem rekonstruierten Stehgewässer

Bei einer gemeinsamen Betrachtung der durchgeführten Berechnungen werden die

Flutungsergebnisse der Nessonis-Fundstellen mit den gefüllten Senken im Bereich der Fundstellen verglichen (vgl. Kap. 4.2).²² Eine Gegenüberstellung der Flutung im Bereich der Fundstellen bei 92 mNN (Abb. 4.17, blauer Bereich), der Auffüllung der Senken (grüner Bereich bis 94 mNN) mit den berechneten Flussläufen verdeutlicht, dass letztere alle in dem (grünen) Senkenbereich münden, teilweise bis zu 500 m von den berechneten Flutungen (in blau) entfernt. In diesem grünen Bereich weisen die Flüsse einen geraden Verlauf auf (vgl. auch Abb. 4.24), was dahingehend interpretiert werden kann, dass es sich hierbei um ein Sumpfgebiet nördlich des Stehgewässers, wenn nicht sogar um den See selbst gehandelt haben könnte, in dem die Flüsse ehemals endeten. Zeitweise mag der See eine Höhe von bis zu 94 mNN erreicht haben.

An dieser Stelle sei auf eine rezente topographische Veränderung hingewiesen, da sie einen Teil der Berechnungen beeinträchtigt: Die Täler zwischen den einzelnen Bergen (türk. ‚Gedik‘) sind durch den modernen Straßenbau und durch die Entnahme von Baumaterial vor allem im südöstlichen Bereich vertieft worden. Wie ein Vergleich zwischen einer Karte von 1926 mit der heutigen Situation zeigt, handelt es sich dabei um mehrere Meter (Abb. 4.18): Während das Tal 1926 bis minimal 110 mNN reichte, liegt der heutige Durchbruch 20 m tiefer, bei 90 mNN. Berechnungen mithilfe von QGIS würden (fälschlicherweise) unweigerlich zu einer Verbindung der Einzugsgebiete nördlich und südlich des Passes bei bereits 90 mNN und nicht bei 110 mNN führen (Abb. 4.19).

Für die Fundstellen Nessonis 1–4 und 7 kann von einer Uferlage mit geringer Distanz zum See ausgegangen werden (vgl. Abb. 4.14). Bei einer Erhöhung des Wasserstandes würden sich die Ufergrenzen hauptsächlich in Richtung Norden verschieben, da dieser Bereich sehr flach ist. Bei einer Verringerung des Wasserstandes würden sich die Distanzen von Nessonis 3 und 4 zum See vergrößern. Bei dem geringsten anzunehmenden Wasserstand und den sich nach Süden zurückziehenden Ufergrenzen würden sich die Distanzen von Nessonis 5 und 6 zum Ufer noch weiter vergrößern und könnten bei über 1 km liegen.

²² Die Flutungen von Nessonis 5 und 6 werden nicht mit einbezogen (vgl. Kap. 4.3.2).

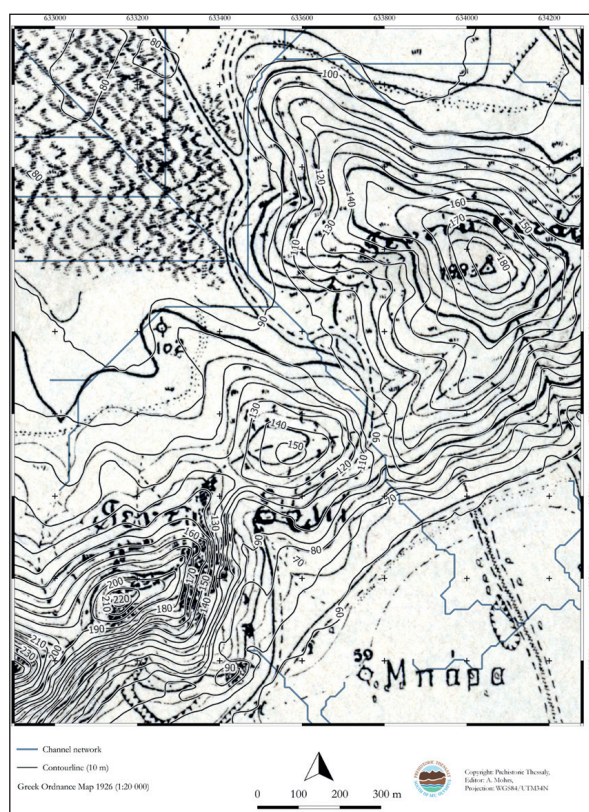


Abb. 4.18. Vergleich der Höhenlinien von 1926 mit den heutigen im Bereich der beiden Täler („Gediks“) im Südosten des Beckens.

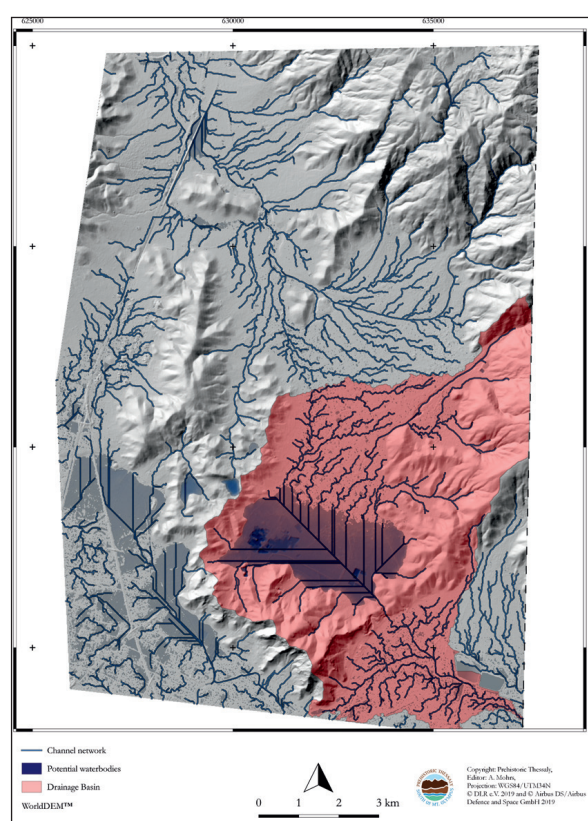


Abb. 4.19. Südliches Einzugsgebiet aufgrund der heutigen Höhenverhältnisse (nach Vertiefung der beiden Täler durch den Straßenbau).

Fundstelle	Höhe (mNN)	Datierung (vgl. Abb. 6.4)
Nessonis 1-Ost	86–87 m	FN II–III
Nessonis 1-Süd	87–89 m	FN II–III, MN-früh
Nessonis 2	88–93 m	MN
Nessonis 3	88–91 m	SN I-spät, SN II
Nessonis 4	91–94 m	CH
Nessonis 7-Nord	86–87 m	FN III/MN
Nessonis 7-Süd	90–94 m	SN I, CH

Tab. 4.2. Relative Chronologie und absolute Höhen der Fundstellen (Abkürzungen: FN/MN/SN: Früh-/Mittel-/Spätneolithikum, CH: Chalkolithikum).

Für eine genauere Differenzierung müssen die relative Chronologie und die Höhen der Fundstellen herangezogen werden (Tab. 4.2). Durch die feinchronologische Analyse (vgl. Kapitel 6), lassen sich maximal mögliche Flutungsausmaße für die einzelnen Perioden bestimmen. Im Frühneolithikum (FN) sind die maximalen Wasserausmaße am

geringsten (Abb. 4.20). Bis ans Ende des Mittelneolithikums (MN) um 5500 v. Chr. stieg der Wasserstand an, was zur Aufgabe von Nessonis 2 und der Gründung von Nessonis 6 geführt haben mag. Im darauffolgenden Spätneolithikum (SN) blieb die Wasserfläche, gemessen an den Höhenlagen der jeweiligen Siedlungen, wohl bis ca. 4500 v. Chr.

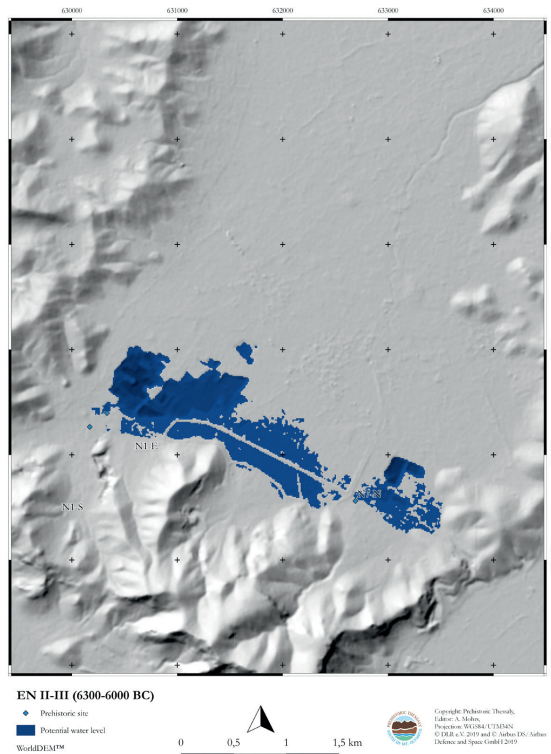


Abb. 4.20. Die potentiellen Ausmaße des Sees Bara Toibasi im Frühneolithikum II–III (vor 6000 v. Chr.).

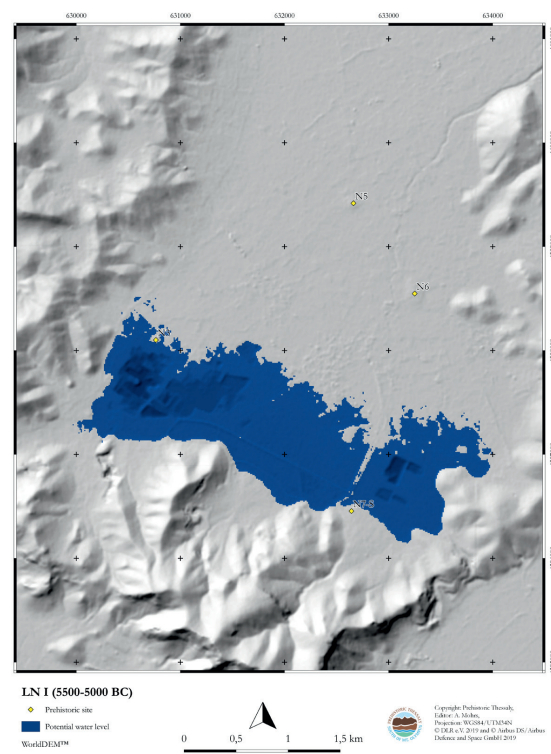


Abb. 4.21. Die potentiellen Ausmaße des Sees Bara Toibasi im Spätneolithikum I (nach 5500 v. Chr.).

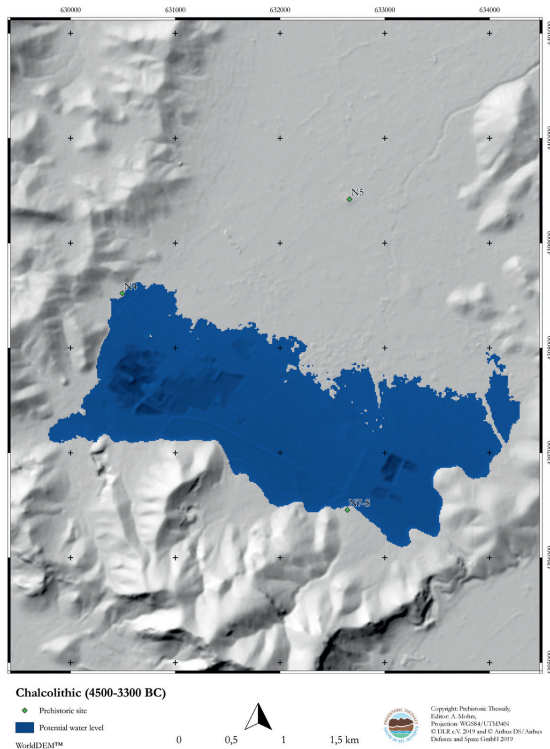


Abb. 4.22. Die potentiellen Ausmaße des Sees Bara Toibasi im Chalkolithikum (nach 4500 v. Chr.).

eher konstant (Abb. 4.21)²³. Allerdings wurden danach, im Chalkolithikum (CH), die Siedlungen in höheren Bereichen gegründet, so dass es möglich wäre, dass der See in der Zeit nach 4500 v. Chr. eine größere Fläche bedeckte und seine maximale Ausdehnung erreichte (Abb. 4.22). Seine Tiefe lässt sich allerdings nicht bestimmen, da durch den Lehmabbau massive Eingriffe bis in eine Tiefe von 25 m stattgefunden haben (vgl. Kap. 2.1.3.3).

4.4.2. Entfernungen zwischen prähistorischen Fundstellen und (rekonstruierten) Fließgewässern

Um die Entfernung zwischen Fundstellen und Fließgewässern zu erfassen, werden Pufferzonen genutzt. Das Zentrum dieser Pufferzonen stellt jeweils ein Punkt dar, der in etwa mittig der

²³ Es sei aber auf die Gefährdung des Siedlungshügels Nessonis 3 hingewiesen, der bereits vor 4500 v. Chr. verlassen wurde (vgl. Kap. 6, Tab. 6.4-1).

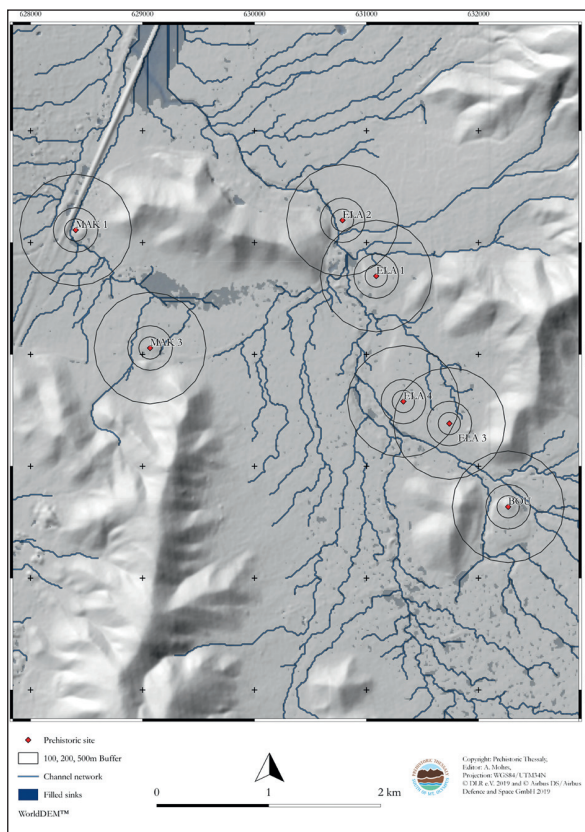


Abb. 4.23. Pufferzonen um die nördlichen Fundstellen.

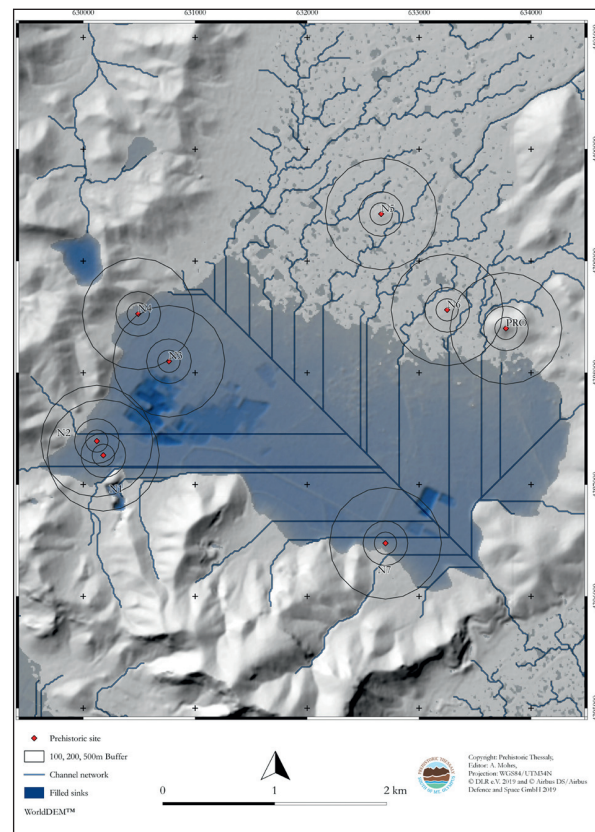


Abb. 4.24. Pufferzonen um die südlichen Fundstellen.

Fundstelle verortet ist.²⁴ Die Pufferzonen reichen von 100 m über 200 m bis 500 m (Abb. 4.23–4.24). Damit lassen sich die Fundstellen aufgrund ihrer Distanz in einzelne Kategorien unterteilen. Die erste Kategorie liegt am Ufer von mindestens einem Fluss. Dazu gehören Elateia 1 bis 3, Makrychori 1 und 3 sowie Bounarbasi. Elateia 1 und 2 grenzen direkt an zwei Flussläufe, die auch heute noch im Gelände sichtbar sind. Bei dem westlichen Flusslauf handelt es sich jeweils um den des Kalamitsa, der an dieser Stelle das Relief stark geprägt hat.

Makrychori 1 liegt an einem Flusslauf, der in der Berechnung einen geraden Verlauf aufweist, das Ergebnis einer modernen Überprägung. Bei der Betrachtung der historischen Karten wird klar, dass, noch bevor an dieser Stelle zwischen den 1950er und 1970er Jahren die heutige Infrastruktur entstand, dort ein Bachbett verlief, das für den Bau von Straßen und Bahngleisen genutzt wurde. Das

ursprüngliche Bachbett kann auch heute noch teilweise im Gelände verfolgt werden.

Im Gegensatz dazu liegt Makrychori 3 zwischen zwei rekonstruierten Flussläufen. Durch den niedrigen Siedlungshügel verläuft eine Mitte des letzten Jahrhunderts gebaute Straße (vgl. Beitrag Hüntemann, Kapitel 7) in Richtung Kalamitsa: Sie ist aufgrund ihrer teilweise bis 1 m hohen Aufschüttung als künstliche Erhebung noch stellenweise erkennbar. Zudem ist auf Karten der 1980er Jahre eine ehemals dort verlaufende Bahnstrecke nachvollziehbar.

In Bounarbasi ähnelt die Situation jener in Elateia 1, da auch diese Magula von mehreren Flussläufen umgeben ist. Beim nordöstlichen Fluss handelt es sich um den Kalamitsa. Allerdings ist dessen Einfluss auf das Relief in diesem Bereich nicht so deutlich erkennbar wie bei der flussabwärts gelegenen Fundstelle Elateia 1.

Die zweite Kategorie wird aus Fundstellen gebildet, die zwischen 100 und 200 m von einem Flusslauf entfernt liegen. Dazu gehören die Fundstellen Nessonis 1, 2, 5, 6, 7, Elateia 4 und Profitis Ilias (Abb. 4.24). Die beiden Fundstellen von Nessonis 5 und 6

²⁴ Diese Punkte wurden auch für die Flutungssimulationen genutzt.

liegen jeweils zwischen zwei Flussläufen. Betrachtet man hier jedoch das Kartenmaterial und auch Satellitenaufnahmen, erkennt man, dass westlich von Nessonis 6 das Flussbett des Xerias verläuft, das in der Berechnung nicht vorkommt (vgl. Kap. 4.2.2.1). Bei Nessonis 1, 2 und 7 liegen die nächsten Fließgewässer in den Hanglagen. Die Orte befinden sich in einem potentiellen Seebereich und liegen somit in einer gefüllten Senke.

Die dritte Kategorie bildet sich aus Nessonis 3 und 4, deren Entfernung von einem Flusslauf mehr als 500 m beträgt. Wie auch Nessonis 1, 2 und 7 liegen diese beiden Fundstellen innerhalb des potentiellen Seebereichs und folglich ebenfalls in einer gefüllten Senke.

4.5. Schlussfolgerung

Durch Wetterschwankungen und Klimaveränderungen kann davon ausgegangen werden, dass die Flüsse und Bäche eines relativ gut vernetzten Flussnetzwerkes in unterschiedlichen Perioden unterschiedlich viel Wasser transportieren. Im Falle des Untersuchungsgebietes lag ein erheblicher Teil des Flussnetzwerkes im südlichen Einzugsgebiet und speiste einen dort gelegenen, heutzutage ausgetrockneten See. In historischen Zeiten ist belegt, dass es bei bestimmten Wetterereignissen, z.B. einem schneereichen Winter, im Frühjahr mehr Schmelzwasser gab und der Wasserstand des Sees ‚Bara Toibasi‘ anstieg.

Für prähistorische Zeiten müssen vorläufig, und bis zur Entnahme von Bohrkernen in der Zukunft, Rekonstruktionen auf Simulationen und Modellberechnungen beruhen. Diese lassen vermuten, dass einige der prähistorischen Siedlungen nahe an einem See lagen: Im Falle von gravierenden Umweltveränderungen (z.B. im feuchtwarmen Atlantikum nach 6000 v. Chr.) wären die damaligen Bewohner gezwungen gewesen, ihre Standorte zumindest zeitweilig aufzugeben (vgl. auch Kapitel 12). Ein Anstieg des Wasserstandes des Bara Toibasi würde dazu geführt haben, höhere Positionen für Siedlungen und Felder aufzusuchen, und sei es auch in Hanglage (z.B. Nessonis 4 und 7-Süd). Eine andere Möglichkeit war wohl, aus dem Süden (mit den Fundorten Nessonis 1, 2 und 7) in nördliche Richtung abzuwandern. Die dort neu gegründeten Siedlungen Nessonis 5 und 6 waren vor Überflutungen sicher – es verwundert also nicht, dass just hier die beiden größten und langlebigsten Siedlungshügel im gesamten Arbeitsgebiet entstanden sind (vgl. Beitrag Reingruber, Tab. 6.30).

Im nördlichen Becken von Elateia lagen die prähistorischen Siedlungen in der Nähe von Fließgewässern, oft in der Nähe des Zusammenflusses zweier Bäche. Ob sich in diesem Becken ebenfalls Senken füllten und kleinere Stehgewässer bzw. Feuchtgebiete entstanden, wurde aufgrund der Berechnungen vermutet – die stark versinterten Scherben aus z.B. Makrychori 3 (vgl. Kapitel 7, Beitrag Hüntemann) würden diese Vermutung unterstützen.

Literaturverzeichnis

Devia et al. 2015: G.K. Devia, B.P. Ganasri und G.S. Dwarkish, A Review on Hydrological Models. Aquatic Procedia, 4, 2015, 1001–1007.

Mohrs 2019: A. Mohrs, Landschaftsarchäologische Betrachtungen prähistorischer Fundstellen in den Becken von Sykourio und Elateia, Nordost-Thessalien. Masterarbeit vorgelegt im Fachbereich 5, Gestaltung und Kultur, Studiengang Landschaftsarchäologie der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, 18. April 2019.

O’Callaghan und Mark 1984: J.F. O’Callaghan und D.M. Mark, The extraction of drainage networks from digital elevation data. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 28(3), 1984, 323–344.

Passy und Théry 2018: P. Passy und S. Théry, The Use of SAGA GIS Modules in QGIS. In: N. Baghdadi, M. Zribi und C. Mallet (Hg.), QGIS and Generic Tools, Vol. 1: QGIS in Remote Sensing (London and Hoboken 2018) 107–149. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781119457091>

QGIS Plugin Repository:

-Point Sampling Tool – <https://plugins.qgis.org/plugins/pointssamplingtool> [14:17 09.04.19]

-Visibility Analysis – <https://plugins.qgis.org/plugins/ViewshedAnalysis> [14:17 09.04.19]

Reingruber et al. 2024: A. Reingruber, G. Toufexis, S. Valkaniotis und A. Manakos, The basins of Sykourio and Elateia

in northeastern Thessaly: an attempt at reconstructing the (pre) historic landscape. In: AETHSE, Archaïologiko Ergo Thessalias kai Sterea Elladas 6, Volos 2018 (Athen 2024) 59–70.

SAGA GIS Module Documentation:

-Lake Flood – http://www.saga-gis.org/saga_tool_doc/2.3.0/ta_hydrology_16.html [14:17 09.04.19]

-Shapes to Grid – http://www.saga-gis.org/saga_tool_doc/2.2.0/grid_gridding_0.html [14:17 09.04.19]

-Strahler order – http://www.saga-gis.org/saga_tool_doc/2.3.0/ta_channels_6.html [14:17 09.04.19]

-Fill Sinks (Wang und Liu) – http://www.saga-gis.org/saga_tool_doc/2.1.3/ta_preprocessor_4.html [14:17 09.04.19]

-Channel Network and Drainage Basins – http://www.saga-gis.org/saga_tool_doc/2.1.4/ta_channels_5.html [14:17 09.04.19]

Strahler 1952: A. N. Strahler, Hypsometric (Area-Altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin 63(11), 1952, 1117–1142.

Strahler 1957: A. N. Strahler, Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union, 38(6), 1957, 913–920.

Toufexis und Reingruber 2021: G. Toufexis und A. Reingruber, Προϊστορική κατοίκηση και παλαιοπεριβάλλον στις Λεκάνες του Συκουρίου και Ελάτειας (The prehistoric habitation and the palaeo-environment in the basins of Sykourio and Elateia). In: Πρακτικά 10ου Συνεδρίου Λαρισαϊκών Σπουδών, (Proceedings of the 10th Conference of Larissa Studies), 2021, 7–24.

Wang und Liu 2006: L. Wang und H. Liu, An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling. International Journal for Geographical Information Science 20(2), 2006, 193–213.