

Mit den Überresten von Wasserleitungen, Brunnen, Zisternen, städtischer Wasserkunst<sup>1</sup> und Wiesenwässerungen<sup>2</sup> sind vor allem technische Aspekte historischen Wassermanagements archäologisch fassbar. Eine Auseinandersetzung mit dem Thema Wasserbau führt daher allzu leicht zu einer Perspektive, die vor allem eine Geschichte des technischen Fortschrittes darstellt.

Wasserversorgung ist jedoch nicht allein ein technikgeschichtliches Thema, sondern mindestens ebenso ein umwelthistorisches. Das bedeutet nun nicht, dass der positiven Sicht des Fortschrittes eine negative Sicht der Umweltzerstörung gegenüber gestellt werden soll. Es geht vielmehr darum, Wasserbau als einen Teil der Interaktion des Menschen mit seiner Umwelt zu sehen.

Heute verbindet man Wasserverknappung eher mit klimatisch trockenen, fast wüstenhaften Regionen. Es ist in unserer Wahrnehmung zudem vor allem ein Problem der „Dritten Welt“. Wir denken an Afrika oder den Vorderen Orient, aber erst in zweiter Linie an die „westlichen“ Industriestaaten. Wassermangel in der westlichen Welt wird häufig schon als Folge des Klimawandels begriffen. Das gilt beispielsweise für die Trockenheit, die in den vergangenen Jahren die Schaffarmen in Australien heimgesucht hat, für diejenige im Mittleren Westen der USA, die die Versorgung der Westküstenmetropolen Los Angeles und San Francisco gefährdet, aber auch für den Hitzesommer 2003, bei dem es in Europa schätzungsweise 70 000 Tote gab und Vieh verdurstete.<sup>3</sup> Aufgrund der günstigen, vom Atlantik beeinflussten klimatischen Situation sind in Europa für die agrarischen Produktionsflächen normalerweise keine großflächigen Bewässerungssysteme notwendig, wie sie in weiten Teilen Asiens oder Lateinamerikas Voraussetzung für Acker- und Feldbau sind.<sup>4</sup>

Dass Wassermangel in Europa heute eine untergeordnete Rolle spielt, hat seine Gründe jedoch in der hohen Technisierung der Wasserversorgung, die Trinkwasser oft über hunderte Kilometer in die Ballungszentren transportiert. Wasserprobleme in Europa scheinen weniger eine Frage der Quantität, als vielmehr der Wasserqualität insbesondere durch Überdüngung und Abwässereinleitungen<sup>5</sup> sowie der veränderten Hydrologie zahlreicher Landschaften.

In einer umwelthistorischen Perspektive auf das Thema „Wasserbau“ geht es daher um einen möglichst ausgewogenen Blick auf die komplexe Interaktion von Mensch und Umwelt. Daraus ergibt sich eine lange Liste von Fragen, die allein mit archäologischen Quellen möglicherweise nicht zu bearbeiten sind, zu denen die Archäologie in einem interdisziplinären Kontext jedoch Wesentliches beitragen kann:<sup>6</sup>

- Nach den Strategien der Wasserversorgung: Wurde Brunnen-, Quell- oder fließendes Wasser bevorzugt? Wie wurden Engpässe der Versorgung gemeistert?
- Nach den Nutzungen des Wassers: Wasser ist nicht nur als Trinkwasser von Bedeutung, sondern auch als Fischwasser, Energielieferant, Transportweg oder auch als Ausdruck einer kultisch-religiösen Sphäre.
- Nach den sozialen Aspekten der Wassernutzung: Unterschiedliche Nutzungsinteressen können auch ohne äußere Wasserverknappung zu Konflikten um Verteilung, Qualität und konkurrierende Nutzungen des Wassers, wie zum Beispiel Reußenfischfang oder Mühlenwehr gegen die Funktion als Verkehrsweg.<sup>7</sup>
- Nach der herrschaftsbildenden Rolle des Wassermanagements: Inwiefern begünstigt die Regelung der Wasserrechte beziehungsweise die Organi-

1 Grewe 1991; Grabowski/Mührenberg 1994; Lindgren 1996; Grewe 2007. – Vgl. Klápště 2005 sowie die Beiträge in diesem Band.

2 Seidenspinner 1991; Haasis-Berner 2001.

3 Neu/Thalmann 2006; Stott u. a. 2004.

4 Bienert/Häser 2004; Elvin/Liu 1998; Denevan u. a. 1987; Denevan 2001; Rice u. a. 1989.

5 Mauser 2007.

6 Vgl. für die Neuzeit Kluge/Schramm 1986; Blackburn 2007; für das Mittelalter enthält die Tagungspublikation Fondazione Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo 2008 zahlreiche Beiträge.

7 Vgl. Schreg 2003.

sation des Wasserbaus die Etablierung von Machtverhältnissen oder gar Herrschaft beziehungsweise staatlicher Strukturen?<sup>8</sup>

- Nach der Monopolisierung und Kommerzialisierung von Wasser: Wer sind die Wasserberechtigten? Welche herrschaftlichen Rechte sind bei der Verteilung des Wassers involviert?
- Nach den hygienischen und medizinischen Auswirkungen der Wasserversorgung: Welche Folgen hatten wasserbauliche Maßnahmen auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung und auf die Demographie?
- Nach der Wasserqualität: Einige Formen des Wassernutzung und des Wasserbaus schaffen spezielle Anfälligkeiten für Verschmutzungen. Welche Wasserbelastungen sind nachweisbar? Wo lag dabei die Akzeptanzgrenze? Welche Gegenmaßnahmen gab es?
- Nach der Abwasserentsorgung: Wie wurde mit Abwässern umgegangen? Inwiefern diente Wasserbau der Entsorgung von Abfällen?
- Nach der Wasserregulierung zur Minderung des Hochwasserrisikos, zur Landgewinnung oder zur Schiffbarkeit.
- Nach den ökologischen Folgen der Wasserbaus: Wie veränderten sich die Grundwasserverhältnisse? Welche Auswirkungen ergaben sich für Biotope und die Biodiversität? Wie veränderte sich der regionale Wärmehaushalt?

Umwelthistorische Studien, die diese Fragen aufgegriffen haben, setzen vielfach in Extremsituationen an – in den Trockengebieten des Vorderen Orients, am Nil, in Venedig oder auch einfach in den Industrieregionen der modernen Welt.<sup>9</sup>

Gerade der historische Blick nach Mitteleuropa auf eine Region mit einer vermeintlich sicheren Wasserversorgung kann hier den Blick für das Beziehungsgeflecht von Mensch und Natur schärfen.

### *Karstlandschaften*

Karstlandschaften bieten sich für eine Fallstudie besonders an. Viele Landschaften in Europa werden durch Karst geprägt, sind also keineswegs ein extremer Sonderfall, bieten jedoch eine besonders sensible Hydrologie, die daher die Mensch-Umwelt-Relationen widerspiegelt. Die Karsthydrologie ist geprägt durch ober- und unterirdische Geländeformen, die durch Auswaschung und chemische Lösung des anstehenden Gesteins entstehen. Kalkstein ist hierzu besonders prädestiniert. Neben Karsterscheinungen an der Felsoberfläche entwickelt sich im Karst eine überwiegend unterirdische Hydrologie, vielfach mit ausgeprägten Höhlensystemen. Quellhorizonte bilden sich nur dort, wo unter den verkarsteten Schichten unlösliche Gesteine an die Oberfläche treten. Das ist häufig in Taleinschnitten der Fall, in denen sich der gelöste Kalk als Kalktuff oder Travertin wieder ablagert. Der Karst ist in stetem Wandel begriffen, führt an der Oberfläche zu einer Wasserknappheit, aber auch zum Risiko von Wildwässern und ist besonders anfällig für Verschmutzungen.

Für das Wassermanagement bieten Karstlandschaften daher eine Reihe von Besonderheiten, die teilweise mit speziellen Problemen und Risiken, aber auch Nutzungspotentialen verbunden sind:<sup>10</sup>

- Wassermangel: In vielen Fällen führt die Verkarstung zu einem raschen Abfluss des Oberflächenwassers und zu einem tief liegenden, mit vorindustriellen Techniken unerreichbaren Grundwasserspiegel. Erdfälle (Dolinen) funktionieren häufig als Schlucklöcher, Bachläufe versickern in ihrem Verlauf. Karstlandschaften können daher trotz hoher Niederschlagsmengen über lange Perioden absolut wasserlos sein.
- Abhängig von den Karstwasserständen tritt Wasser häufig saisonal an die Oberfläche. Sogenannte Hungerbrunnen fließen oft nur alle paar Jahre für nur wenige Tage, womit aber oft die Gefahr von Wildwässern verbunden ist. In Senken können sich Karstseen ausbilden, die durch überlaufende Karstwasserstände ebenfalls oft nur saisonal wasserführend sind

8 Wittfogel 1956; Radkau 2002.

9 Bevilacqua 1998; Kluge/Schramm 1986; Bliss/Tetzlaff 1992.

10 Moderne Verschmutzungsprobleme: Heinz u. a. 2006; Schmidt 2003.

- Travertinbildungen (Kalktuff) führen in den Tälern häufig zu Tuffbarrieren, hinter denen sich Seen aufstauen oder eine Versumpfung erfolgt. Agrarische Nutzungen oder die Wegbarkeit werden dadurch sehr eingeschränkt, doch ergeben sich andererseits gute Mühlenstandorte. Zudem ist Kalktuff ein begehrtes Baumaterial.

Karstlandschaften sind heute vielfach wichtige touristische Regionen, da Landschaftsbild und spektakuläre Höhlen romantische Anziehungspunkte für die Menschen der Neuzeit bilden – eine Landschaftswahrnehmung, die für den Menschen des Mittelalters so nicht gilt. Für ihn stand eher der problematische Aspekt der Wasserversorgung und deren Sicherung im Vordergrund. In manchen historischen Situationen mag dies durchaus kritisch gewesen sein. In der amerikanischen Forschung wird seit Jahrzehnten der Niedergang oder Kollaps der Maya-Kultur debattiert.<sup>11</sup> Dabei wurde auch die Frage aufgeworfen, welche Rolle dabei die Verkarstung und die daraus resultierende problematische Wasserversorgung in Yucatán spielte. Im Vergleich zu den technischen Leistungen im Städte- und Straßenbau, aber auch in der Landwirtschaft ist dort der Aufwand für die Wasserwirtschaft relativ gering geblieben und so könnte diese ein Schwachpunkt des ökologisch-ökonomischen Systems gewesen sein.<sup>12</sup> In der europäischen Forschung wurden die weiter reichenden umwelthistorischen Aspekte der Karstlandschaften und ihre besonderen Bedingungen für Wassermanagement und Wasserbau bisher nur selten diskutiert. Die These der „hydraulischen Gesellschaft“, wonach der Wasserbau eine wesentliche Rolle bei der Herrschafts- und Staatenbildung spielte, wurde überwiegend für den Vorderen Orient, aber selten für mittelalterliche Siedlungslandschaften aufgegriffen.<sup>13</sup> Es wäre aber wohl auch falsch, Umweltgeschichte nur unter dem Aspekt des Niedergangs oder des Aufstiegs von Staaten zu sehen, weil uns dies den Blick auf die wesentlich subtileren und alltäglicheren, oft nur langfristig spürbaren Konsequenzen versperren könnte.

Ein Beispiel einer solchen Karstlandschaft ist die Schwäbische Alb (Abb. 1). Zahlreiche Tropfsteinhöhlen, abflusslose Senken und Dolinen sowie die Donauversickerung und die Quelltöpfe sind Kennzeichen der Verkarstung. Auf der Albhochfläche gibt es fast keine Quellen und Fließgewässer. Oberflächenwasser versickert in kürzester Zeit. Der Grundwasserspiegel liegt auf der Albhochfläche unerreichbar tief, die Täler sind Trockentäler, in denen keine Bäche fließen. Im Untergrund legt das Wasser weite Strecken zurück, bevor es in Quellen am Albtrauf im Norden und in wenigen zur Donau entwässernden Tälern wieder austritt. Der Blautopf bei Blaubeuren (UL) beispielsweise ist ein Quelltopf, hinter dem sich ein Höhlensystem über 3 km weit in das Kalkmassiv erstreckt. Höhlenforscher dringen hier in immer neue Hohlräume vor.<sup>14</sup> Sein Einzugsgebiet reicht weit nach Norden und deckt ein Gebiet von etwa 160 km<sup>2</sup> ab. Weiter nördlich, östlich von Geislingen an der Steige (GP) liegt die Battenau, die größte Karstsenke der Alb,<sup>15</sup> in deren Untergrund sich die Laierhöhle befindet, die mit 126 m die derzeit tiefste Höhle der Alb darstellt.<sup>16</sup> Das Wasser fließt hier teilweise zur Eyb, die in Richtung Rhein entwässert, teilweise aber auch zum Lonetopf bei Urspring (Gemeinde Lonse UL), der zum danubischen Einzugsgebiet gehört. Nach nur wenigen Kilometern beginnt die Lone in ihrem Tal zu versickern, so dass nach 25 km bei ihrer Mündung in die Hürbe bzw. Brenz nur noch ein Bruchteil des Wassers ankommt. Der Hungerbrunnen bei Heuchlingen (Gemeinde Gerstetten HDH) ist im Sommer ganz trocken, nach starken Regenfällen kommt es jedoch zu extremen Wildwässern, die mit großer Kraft durch das ansonsten trockene Hungerbrunnental abfließen.

Im Gegensatz zu vielen anderen deutschen Mittelgebirgslandschaften wurde die Schwäbische Alb früh besiedelt, sowohl im Frühneolithikum wie auch in der Völkerwanderungszeit.<sup>17</sup> Zumindest im Südosten sind die

### *Schwäbische Alb*

11 Webster 2002; Demarest 2004, 240 ff.

12 Veni 1990; Scarborough/Gallop 1991.

13 Wittfogel 1956. – Vgl. aus archäologischer Sicht die Beiträge im Band 41, 2009 der Zeitschrift *World Archaeology*, wobei Sayer 2009 Bezug auf das europäische Mittelalter nimmt.

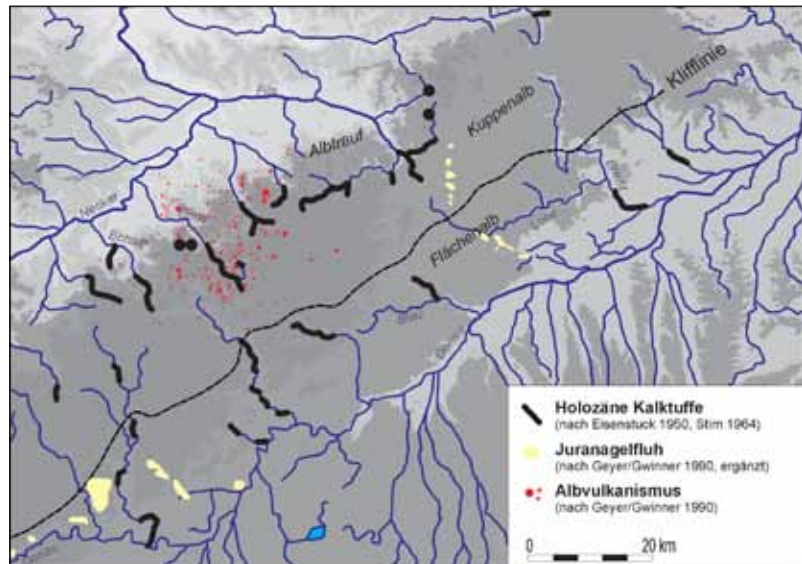
14 Schopper/Kücha 2007.

15 Binder 1993.

16 Strasser u. a. 2009.

17 Sick 1992; Fisher u. a. 2007; Quast 2006; Schreg 2008a; Schreg 2008c.

Abb. 1: Karte der Schwäbischen Alb mit ausgewählten geologischen Erscheinungen. Vulkanschlote wie Juranagelfluh sind einige der wenigen Situationen in denen sich auf der nur von wenigen Fließgewässern durchzogenen Albhochfläche Grundwasservorkommen bilden. In vielen Tälern finden sich Kalktuffablagerungen. 1 Blautopf; 2 Lonetopf; 3 Karstsenke Battenau; 4 Hungerbrunnen; 5 Donauversickerung



aus Lössanwehungen entstandenen Böden recht fruchtbar, ansonsten sind sie steinig und karg. Obgleich auf der Alb keine besonderen Rohstoffvorkommen vorhanden sind, dürften im Neolithikum der Jurahornstein und in der Eisenzeit- und der Völkerwanderungszeit das Bohnerz wichtige Impulse zur Besiedlung gegeben haben. Möglicherweise ging dem intensiven Ackerbau eine extensivere outfield-Nutzung durch Beweidung oder Waldgewerbe voraus.<sup>18</sup>

### Wasserversorgung

Die Wasserversorgung der Siedlungen auf der Alb ist aufgrund des tief im Karst liegenden Grundwassers problematisch. Erst die Einrichtung der Albwasserversorgung ab 1871 hat eine technische Lösung gefunden, indem Wasser mit großem Energieaufwand aus den Tälern heraufgepumpt wird.<sup>19</sup>

Die Niederschläge reichen für die Bewässerung der Felder aus, aber Trinkwasser kann in den Sommermonaten in vielen Orten sehr knapp werden. Von der Gründung des Klosters Blaubeuren wird berichtet, dass es 1085 wegen Wassermangels auf der Albhochfläche von seinem Gründungsstandort bei Egelsee an den Blautopf verlegt worden sei.<sup>20</sup> Mag dies zu einem gewissen Grad auch ein Topos der Gründungssagen von Klöstern sein, so hat es im konkreten Fall einen realen Hintergrund.

Vor der Albwasserversorgung wurde der Wasserbedarf durch Speicherung des Regenwassers in sogenannten „Dachbrunnen“ – Zisternen oder Fässer, die durch das von den strohgedeckten Dächern ablaufende Wasser gespeist wurden – und in sogenannten „Hülen“ oder „Hülben“ (offenen Teichen) gedeckt (Abb. 2). Das Vieh wurde von der Alb in die wasserführenden Täler getrieben, während für die Menschen das Wasser in Fässern über große Distanzen und große Höhenunterschiede transportiert werden musste.<sup>21</sup> Hülen liegen in den Zentren der Dörfer, als Viehtränke jedoch häufig auch außerhalb. Einige dieser Hülen sind mit Sicherheit künstlich angelegt und abgedichtet, andere mögen Dolinen ausnutzen, die natürlich plombiert waren oder auch künstlich abgedichtet wurden.<sup>22</sup> Im Bereich des Uracher Albvulkanismus liegen die Hülen meist im Bereich der miozänen Vulkanschlote, die ein Versickern des Oberflächenwassers im Karst verhinderten und teilweise zur Ausbildung kleinräumiger Grundwasservorkommen führten. Hier kann der Übergang zum Brunnen oder Quelfassung fließend sein.

Archäologische Untersuchungen von Hülen fehlen weitgehend. Da diese immer wieder gereinigt werden mussten, ist kaum mit originalen Ablagerungen zu rechnen. Aus der ehemaligen Hüle von Sontbergen (Gemeinde Gerstetten HDH) stammen immerhin einige hochmittelalterliche

18 Kempa 1995; Schreg 2008a.

19 Müller 1995.

20 Tubingius 1966, 32 f.

21 Müller 1995, 11 ff.

22 Das ist heute, da Dolinen rasch verfüllt werden, nur selten zu beobachten, wird aber im 18. Jahrhundert als häufigeres Phänomen beschrieben: Haid 1786, 395.

Keramikscherben, die ein Indiz für deren mehrhundertjährige Nutzung sein könnten.<sup>23</sup> Archäologische Aufschlüsse gibt es in Tomerdingen (Gemeinde Dornstadt UL),<sup>24</sup> sowie bei Großkuchen (Stadt Heidenheim) auf der östlichen Alb,<sup>25</sup> die jedoch allesamt nicht angemessen untersucht beziehungsweise publiziert worden sind. In Tomerdingen wurde neben der dortigen latènezeitlichen Viereckschanze eine Grube innerhalb einer Doline dokumentiert, die mit Funden verfüllt war, die von der jüngeren Latènezeit bis ins Spätmittelalter reichen (Abb. 3). Es dürfte sich hier um eine Feldhülle handeln, die möglicherweise in die Eisenzeit zurückreicht und erst bei der Flurbereinigung in den 1970er Jahren aufgefüllt wurde.

Dass mehrfach eine Nachbarschaft von mittelalterlichen Wüstungen zu Hülen oder Dolinen beobachtet werden kann, verwundert nicht.<sup>26</sup> So liegt die völkerwanderungszeitliche Siedlung in Flur „Brunnenäcker“ bei Oberstetten (Gemeinde Hohenstein RT) neben einer alten, heute verfüllten Hülle, aus deren Verfüllung römische Funde stammen. In der Nachbarschaft liegen Funde von der Bronzezeit bis ins Hochmittelalter vor, ohne dass jedoch eine kontinuierliche Besiedlung fassbar wäre.<sup>27</sup> Bereits während der frühneolithischen Linearbandkeramik ist auf der südöstlichen Alb die häufige Bezugnahme von Siedlungsstellen auf Dolinen auffällig,<sup>28</sup> so dass sich die Frage stellt, ob diese im Einzelfall damals schon existent waren und möglicherweise als Hülle dienen konnten. Bisher liegen aus der bandkeramischen Siedlung Bollingen (Gemeinde Dornstadt UL) „Waisenjauchert“ einschlägige Beobachtungen vor, die jedoch leider nur ungenügend dokumentiert sind.<sup>29</sup> Am Rand der Siedlung deuten Schluffablagerungen, in die Scherben der Linearbandkeramik eingelagert sind, auf eine offene Wasserstelle, die vor allem durch Oberflächenwasser gespeist worden sein dürfte.

Daneben nutzten die Siedlungen auf der Alb die wenigen Quellwasservorkommen so gut es ging. Aus dem Blautopf stammt ein Ensemble von Bügelkannen des 13. Jahrhunderts.<sup>30</sup> In Türkheim (Stadt Geislingen GP) ist eine vor- und frühgeschichtliche Siedlungsfläche direkt an der Kante des Albtraufes nachgewiesen. Eine kurze Steige führt etwa 50 m hinab zu einer Quelle, aus deren Umgebung weitere Lesefunde stammen.<sup>31</sup> Auf der Hochfläche selbst gibt es allenfalls lokale Grundwasservorkommen, die sich dort bilden, wo der Kalk durch jüngere geologische Formationen überdeckt oder gestört ist. Im Bereich der Uracher Alb zeigt sich ein deutlicher Bezug zwischen den wasserstauenden Vulkanschlotten und merowingerzeitlichen Gräberfeldern, etwa in Groß- und Kleinengstingen (RT) oder Hengen (Stadt Bad Urach RT).<sup>32</sup> Auf der Hochfläche südlich der Höhengiedlung des Runden Berges liegt der Rutschenbrunnen im Bereich eines Vulkanschlotes, das Wasser versickert jedoch nach wenigen Metern in einer Doline im Karst.

Ein weiteres Beispiel bietet die Stubersheimer Alb östlich von Geislingen an der Steige (Abb. 4).<sup>33</sup> Im Bereich eines miozänen Flusslaufes hatte sich hier lehmiger Kies abgelagert, der heute in Reliefumkehr als seichter Höhenrücken von Nord nach Süden zieht und Ansatzpunkt für mehrere Dörfer ist. Im Bereich dieser Juranagelfluh sind kleine Grundwasservorkommen vorhanden, die durch zahlreiche Brunnen in den Dörfern genutzt wurden. Interessanterweise deuten die archäologischen Befunde jedoch einen Wandel der Wassernutzung an. Durch die Auswertung privater Sammlungsbestände und systematische Begehungen wurden bei allen drei untersuchten Dörfern (Schalkstetten, Stubersheim, Bräunisheim, Gemeinde Amstetten UL) früh- bis hochmittelalterliche Siedlungen lokalisiert, die jeweils am Rand der Juranagelfluh liegen und Bezug auf einen Quellhorizont nehmen. Zwei der siedlungsnahen Quellen sind – jedenfalls heute – nur nach kräftigen Regenfällen wasserführend. In den Ortslagen der drei untersuchten Dörfer fehlen bisher trotz einzelner innerörtlicher Fundstellen frühmittelalterliche Siedlungsbelege. Gleichgültig, ob hier eine Siedlungsverlagerung oder nur eine Siedlungskonzentration statt-



Abb. 2: Asch, Dorfhülle.

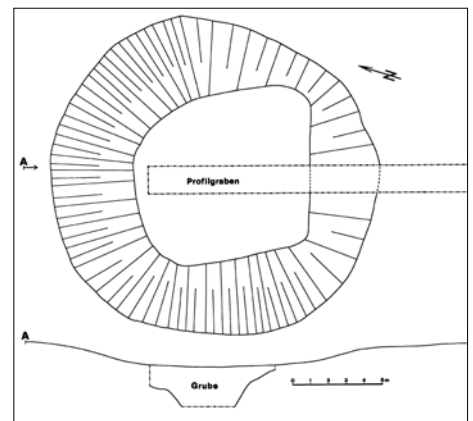


Abb. 3: Tomerdingen (Dornstadt UL), Doline mit Grube.

23 Funde Sammlung A. Kley, Bräunisheim, unpubliziert.

24 Zürrn/Fischer 1991.

25 Biel 1986.

26 Zum Beispiel Wüstungen Breithülen, Oberweiler und Tragenweiler bei Berghülen (UL).

27 Kreutle 1991; Quast/Schreg 1999; Quast 2006, 264 ff.; Schreg 2006b, 240 ff.

28 Pankau 2007, 230 f.

29 Bislang: Schreg 2007.

30 Straub 2002.

31 Schreg 2006a, 37.

32 Quast 2006, 236 f., 239 f., 244 ff.

33 Bislang: Schreg 2005; Schreg 2006a.

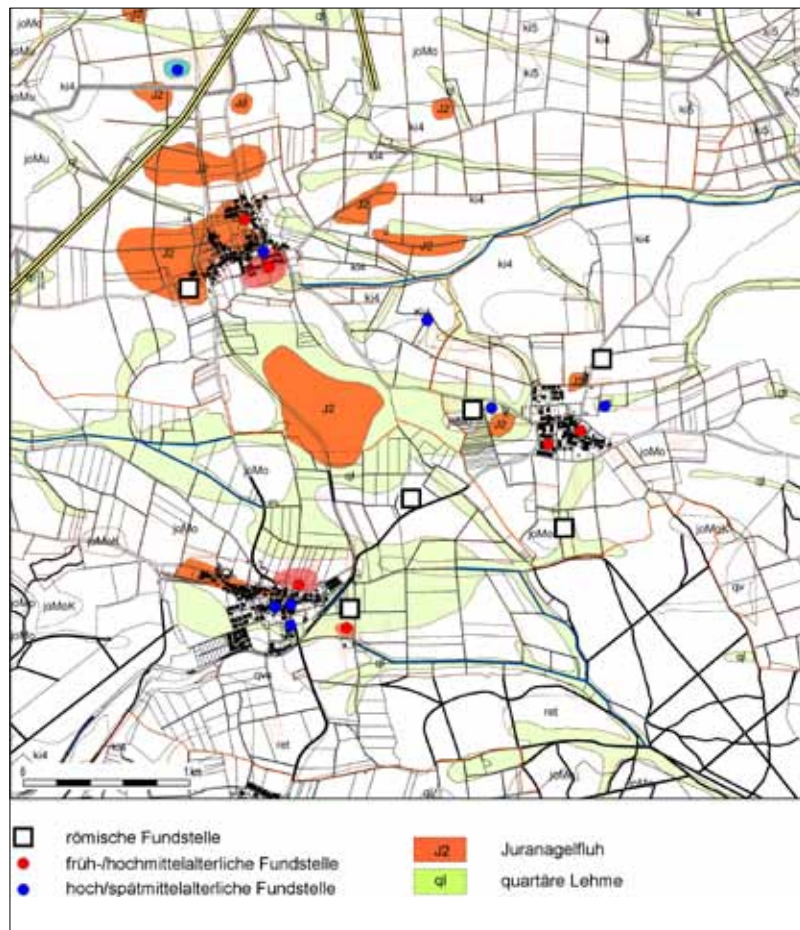


Abb. 4: Stubersheimer Alb mit mittelalterlichen Siedlungsflächen und Verbreitung der Juranagefluh.

gefunden hat: der Bezug der frühmittelalterlichen Siedlungen auf den Quellhorizont im Kontrast zum Bezug der spätmittelalterlichen Dörfer auf die Grundwasservorkommen ist auffallend. Siedlungsverlagerungen sind im Hochmittelalter keine Ausnahmerecheinung, doch gehen sie im konkreten Fall offenbar mit einer veränderten Wassernutzung einher. Ob dafür klimatische Faktoren, anthropogene Veränderungen des Grundwasserhaushaltes, verbesserte technische Möglichkeiten des Brunnenbaus oder einfach veränderte Anforderungen an die Wasserqualität ausschlaggebend waren, wäre zu untersuchen.

Die Brunnen der Stubersheimer Alb sind bisher – abgesehen von einem römischen Befund – nicht zu datieren. Prinzipiell sind Brunnen im frühen und hohen Mittelalter auch in Südwestdeutschland aus zahlreichen Siedlungen bekannt,<sup>34</sup> auf der Alb bisher jedoch nur in der Wüstung Zollhausen bei Riedlingen. Der trocken aus Bruchsteinen gesetzte Riedlinger Brunnen (Abb. 5) liegt bereits auf den Schottern einer Niederterrasse der Donau und konnte bis ca. 3,5 m Tiefe ergraben werden. Er war in einer großen Grube errichtet worden, die gezielt mit wechselnden, zum trocken gesetzten Brunnenschacht einfallenden Lehm- und Kiesschichten verfüllt worden war. Damit wurde ein Filtereffekt für das von oben einsickernde Wasser erreicht.<sup>35</sup>

Diese Vorsorge für die Wasserqualität ist bemerkenswert, würde man doch heute das Verschmutzungsrisiko im Vergleich zu den anderen Wasserversorgungsstrategien eher gering einschätzen. Von Verschmutzungen des prinzipiell anfälligen Karstwassers ist in vorindustrieller Zeit wenig bekannt, doch bemängeln schriftliche Quellen der Neuzeit regelmäßig die Qualität des Hülenwassers. So berichtet Friedrich August Köhler Ende des 18. Jahrhunderts: „Wir erstaunten, als wir in dem Wirthshause [in Feldstetten] etwas Wasser unter den Wein zu mischen verlangten und man

34 Biermann 2005.

35 Bräuning 1996.

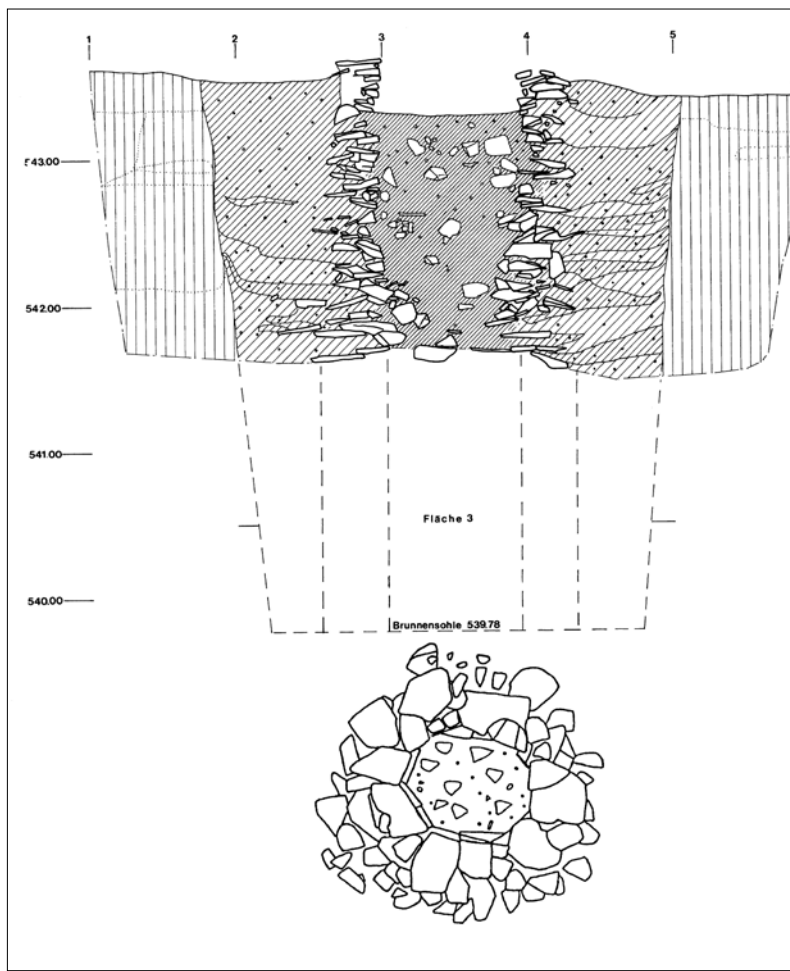


Abb. 5: Riedlungen (BC), Wüstung Zollhausen: Brunnen.

uns welches brachte, das so gelb wie Mistjauche war; und wirklich müssen sich die Einwohner mit lauter gesammeltem Regenwasser behelfen, das von den Strohdächern und durch Fäulniß die ekele Farbe erhält. Auch der Geschmack desselben verleitete es uns noch mehr.<sup>36</sup> Das Wasser in den Hülen war ebenfalls von schlechter Qualität, da „das Wasser darinn, besonders in denen weniger verwahrten Hülen für das Vieh, so durch die Sonnenhitze verdorben, und mit einer Haut von Insecten und aus der Fäulniß entstehenden Pflanzen überzogen [wird], daß einem Thalbewohner dafür wie vor Sümpfen ekeln muß.“<sup>37</sup> Im 19. Jahrhundert wurde in den offenen Hülen vor allem auch ein Hygiene-Problem gesehen, obgleich von keinen Epidemien bekannt ist, die tatsächlich auf die Wasserverhältnisse zurückgeführt werden könnten.

Ein anderes Risiko, das sich aus der auf Hülen basierten Wasserversorgung ergab, ist die Möglichkeit, dass die in Dolinen angelegten Hülen erneut durchbrechen und trocken fallen konnten. Untersuchungen, wie groß dieses Risiko unter Bedingungen unterschiedlicher klimatischer Verhältnisse oder Landnutzungsformen ist, stehen aus. Zu prüfen wäre, inwiefern dies möglicherweise zu einer verstärkten Fluktuation und Verlegung von Siedlungen auf der Alb geführt haben könnte.<sup>38</sup>

Verantwortlich für die Hülen war die Dorfgemeinschaft. Mitte des 16. Jahrhunderts kam es in Asch zu einem Streit zwischen der Gemeinde und einem Anlieger der Dorfhüle, der sich an dem Vorhaben der Gemeinde entzündete, das Wasser aus der Hüle abzulassen, um diese zu reinigen. Das Wasser sollte dazu in eine Doline geleitet werden, die sich jedoch in einem privaten Garten befand. Die Schlichtungsurkunde zeigt den Unterhaltsaufwand und die kommunale Verantwortung für die Wasserversorgung, aber auch die daraus entstehenden Interessenskonflikte.<sup>39</sup>

36 Köhler 1978, 146.

37 Köhler 1978, 98 f.

38 In den vergangenen Jahren wurden zwar zunehmend prähistorische Siedlungsstellen auf der Schwäbischen Alb lokalisiert, doch bleiben sie nach wie vor relativ selten. Dies mag mit Problemen der Keramikerhaltung und der Landschaftsgeschichte zusammenhängen, könnte aber auch in relativ kurzen Siedlungslaufzeiten begründet sein.

39 Stadtarchiv Blaubeuren, Gde. Archiv Asch Bd. 16 Fleckenbuch Asch, fol. 10r-12v (Eberl/Martin 2000, B 154, S. 99): Vergleich von Streitigkeiten zwischen der Gemeinde und Michael Hainckhel, 1557, Juli 26.

## Kalktufflandschaft

Ein anderes Charakteristikum der Karstlandschaft Schwäbischen Alb sind die Kalktuffbildungen, die vor allem in den Tälern am Nordrand, in geringerem Maße aber auch in den wenigen zur Donau entwässernden Tälern vorkommen (Abb. 2).<sup>40</sup> Kalktuff ist kein Tuff im eigentlichen Sinne eines vulkanischen Gesteins, sondern ein Kalksinter beziehungsweise Travertin. Das Karstwasser hat einen relativ hohen Kohlendioxid-Gehalt, der dafür verantwortlich ist, dass Kalk aus dem Fels gelöst wird und im Lauf der Zeit Höhlensysteme entstehen. Tritt das Wasser an die Oberfläche wird das Kohlendioxid infolge von Druck- und Temperaturänderungen an die Atmosphäre abgegeben und der gelöste Kalk fällt aus.

Die Kalkablagerungen sind dort besonders stark, wo das Wasser über eine Kante stürzt, Gischt versprüht und dabei mit Sauerstoff angereichert wird. Im Lauf der Zeit bilden sich daher allmählich Terrassen, die immer weiter talabwärts wachsen. Die Tuffbarren wirken oft als Staudämme, so dass Seen und Sümpfe entstehen. Die Ablagerungen aus Tuff und Tuffsand können mehrere Meter hoch aufwachsen. Das kann relativ schnell geschehen, andererseits kann bei starker Strömung Material auch wieder abgetragen werden. Alte Kalktuffbarren können so trockenfallen und inmitten einer feuchten Talandschaft trockene Geländerrücken bilden.

Im Geislinger Talkessel (Stadt Geislingen GP) sind alle Charakteristika einer solchen Kalktufflandschaft<sup>41</sup> zu erkennen: Mächtige Ablagerungen aus Tuff und Tuffsand füllen das Rohrachtal und weite Teile des Talkessels selbst aus.<sup>42</sup> Dabei bildeten sich mehrere Tuffterrassen, die im frühen Mittelalter Ansatzpunkte der Besiedlung wurden. Auf den Tuffbarren boten sich trockene Siedlungsstandorte in einem ansonsten durch Sümpfe oder gar Seen geprägten Tal. Zudem boten sich hier günstige Mühlenstandorte, die angesichts des Fehlens von Bachläufen auf der benachbarten Albhochfläche zahlreich genutzt wurden. Die Mühlen im oberen Rohrachtal wurden wahrscheinlich ausgehend von den Dörfern auf der Hochfläche angelegt. Aufgrund der Vernässung des Tales führten die alten Verkehrswege nicht über die heute bedeutende Geislinger Steige, sondern umgingen das Rohrachtal entweder weiträumig – über das Albvorland entsprechend der in der Tabula Peutingeriana dokumentierten Route – oder aber, indem sie die alte Weiler Steige passierten, die im Mittelalter durch die Burg Helfenstein kontrolliert wurde. Für die Mühlen wurde die Rohrach kanalisiert, die schließlich in den Stadtgraben geleitet und teilweise als Gewerbebach durch die Untere Vorstadt floss. Unterhalb der Stadt wurde die Rohrach für die Anlage von Wässerwiesen genutzt, wo es im 16. Jahrhundert zu einem langen Streit über die Wasserrechte kam.<sup>43</sup>

Im Echaztal bei Pfullingen (RT) setzt die vorgeschichtliche und frühmittelalterliche Besiedlung wie im Geislinger Talkessel auf den Tuffbarren an. Daneben gibt es zahlreiche Fundstellen, die in die Kalktuffablagerungen eingebettet sind und so die erheblichen Veränderungen des Talgrundes demonstrieren.<sup>44</sup> Seine Ersterwähnung verdankt der Ort den Fischgewässern, deren rechtliche Regelung 937 Gegenstand einer königlichen Urkunde war.<sup>45</sup> Auch hier finden wir Hinweise auf intensive Regulierungen wie Mühlen und Wässerwiesen.<sup>46</sup>

Im Ermstal erstrecken sich Kalktuffbarren über eine ausgesprochen lange Talstrecke von etwa 9 km.<sup>47</sup> Die Stadt Urach wurde wiederum auf einer Kalktuffbarre errichtet, talaufwärts bestanden zahlreiche Seen, die teilweise wohl als natürliche Bildungen, teilweise aber auch als künstliche Stauungen der hier zahlreichen Mühlen zu verstehen sind. Oben im Tal, bei Seeburg blockierte eine Tuffbarre das Tal und staute so den „bodenlosen See“ auf, der erst 1821 endgültig abgelassen wurde. Hier bot sich ein Ansatzpunkt für eine frühmittelalterliche Besiedlung, die über eine frühe Nennung der Kirche im Lorscher Codex aus dem Jahr 770 belegt ist.<sup>48</sup>

Ein wichtiger Gewerbebezug der Neuzeit war die Ausbeutung der Kalktuffe als Baustein, der sich in frischem Zustand gut bearbeiten und sogar sägen lässt, dann an der Luft aber aushärtet.<sup>49</sup> Tatsächlich sind

40 Groschopf 1952; Groschopf 1950; Eisenstuck 1950.

41 Zum Begriff der Kalktufflandschaft: Grüninger 1969.

42 Kley 1963, 6 ff.; Kley/Schreg 1992, 59 ff. – Vgl. Schreg 2009, im Druck.

43 Burkhardt 1963, 412 f.

44 Kreutle 1992.

45 Stiftsarchiv Chur (WUB Band I, Nr. 180, S. 209–210), 23. Mai 937.

46 Sickelmann-Bisinger 1992.

47 Schwenkel 1933, 125 ff.; Grüninger 1969; Bernhard u. a. 1991, 56 ff.; Rosendahl/Sahm-Stotz 2005.

48 Codex Laureshamensis Nr. 3220: *Donatio Waldonis in Munigesinger marca*, 11. Juni 770.

49 Rosendahl/Sahm-Stotz 2005.

50 Zum Beispiel im Geislinger Talkessel: Burg Helfenstein, zahlreiche Fundamente der Geislinger Altstadt; Stadtkirche St. Maria in Geislingen. – Ermstal zum Beispiel Stadtmauer und Stiftskirche St. Amandus in Urach. – Echaztal: Pfullingen: Sickelmann-Bisinger 1992.

51 Vgl. Kley/Schreg 1992, 39.

52 Fundberichte aus Schwaben N.F. 12, 1952, 87.

53 Czysz 2002, 191; Ortisi 2001.

54 Baker/Simms 1998.

55 Schreg 2009, im Druck.

56 Im Rahmen eines vom RGZM gemeinsam mit Kollegen der Akademie der Wissenschaften und der Taurischen Universität in Simferopol (A. Ajbabin; A. Gercen) durchgeführten Projektes wurden 2006 bis 2008 Geländebegehungen, geophysikalische Prospektionen (VIAS) und kleinere Sondagen durchgeführt, um die mittelalterliche Siedlungslandschaft zu erfassen. Bislang u. a.: Ajbabin u. a. 2008; Schreg, im Druck; Herdick/Schreg, im Druck.

57 Albrecht, in Vorbereitung.

58 Zum Karst im Bergland der Krim: Páneu u. a., im Druck.





Abb. 6: Das Bergland der Krim.

zahlreiche mittelalterliche Gebäude des Geislinger Raumes, des Erms- und Echztales aus Kalktuff errichtet worden.<sup>50</sup> In der Neuzeit wurde das Baumaterial im Albvorland weiter verbreitet. Eine erste Nutzung des Kalktuffes fand jedoch bereits in römischer Zeit statt. Am nördlichen Albtrauf ist dies nur in relativ geringem Maße zu belegen, etwa bei einem römischen Gutshof im Geislinger Talkessel<sup>51</sup> oder dem Bad von Unterböhringen.<sup>52</sup> Nach Süden zu wurden jedoch Günzburg und Augsburg<sup>53</sup> mit Kalktuffen versorgt, die wohl aus den Vorkommen der Brenz und der Nau stammen.

Heute findet in all diesen Tälern fast keine Kalktuffbildung mehr statt. Die geologische Forschung hat dafür vor allem die holozäne Klimaentwicklung verantwortlich gemacht. Eine Abkühlung hätte die Travertinbildung zum weitgehenden Stillstand gebracht.<sup>54</sup> Tatsächlich zeigen die Beispiele der Schwäbischen Alb, dass deren Ende und die Umbildung der Landschaften wahrscheinlich als Folge mittelalterlichen Wasserbaus zu begreifen ist. Im Geislinger Talkessel gibt es Hinweise, dass die Kalktuffbildungen noch bis ins Frühe Mittelalter andauerten.<sup>55</sup> Später scheint dies keine Rolle mehr zu spielen. Die Anlage von Mühlen, die Regulierung von Fischteichen, die Drainage von Feuchtwiesen, die Einfassung und Kanalisierung von Bächen etwa als Gewerbekanal stoppen die Sauerstoffzufuhr und unterbinden die Neubildung von Kalktuffen.

Intensive Geländebegehungen einer Kleinregion im Bergland der Krim<sup>56</sup> liefern ein weiteres Beispiel für den Umgang des Menschen mit einer Karstlandschaft. Die Hochfläche des fast 1500 m hohen Jailagebirges um den Chatyr-Dag ist mit zahlreichen Dolinen durchsetzt und fast wasserlos. Hier finden sich bislang nur wenige archäologische Fundstellen, was zu einem gewissen Grad eine Frage des Forschungsstandes sein mag. Nach Reiseberichten wurde diese Landschaft in der Neuzeit als Sommerweide genutzt.<sup>57</sup> Das nördlich anschließende Bergland mit Höhen von etwa 100–700 m über dem Meeresspiegel war nach den Befunden archäologischer Surveys dicht besiedelt (Abb. 6). Im Unterschied zur Schwäbischen Alb und zum Jaila-Gebirge, die in weiten Teilen einen „tiefen Karst“ bilden, bei dem die wasserstauenden Schichten unterhalb der Vorfluter liegen, handelt es sich beim Bergland der Krim um einen seichten Karst.<sup>58</sup> Da in den Kalk oberhalb der Vorfluter mehrere wasserundurchlässige Horizonte eingelagert sind, ergeben sich in der kleinteilig strukturierten Landschaft verteilt zahlreiche Grundwasservorkommen und kleinere Quellbereiche. Wassermangel beschränkt sich auf die Zeit der Sommertrockenheit, die

*Das Bergland der südwestlichen Krim*



Abb. 7: Bakchissarai, Chufut Kale: Blick in den Schacht des Tiefbrunnens mit umlaufender Wendeltreppe.

59 Харитонов 2005.

60 Jakobson 1970.

61 Репников 1935.

62 Laufende Arbeiten mit P. Lehman, University of Texas, gefördert durch die Thyssen-Stiftung („Übernutzung einer Berglandschaft? – Umweltarchäologie auf der südwestlichen Krim“).

63 Auskunft Prof. V. M. Shumskiy, Simferopol, Juni 2008 anlässlich einer geographisch-bodenkundlichen Führung auf dem Mangup.

64 Ambert/Gascó 1989; Vaudour 1993.

unter dem Einfluss des kontinentalen Steppenklimas deutlich ausgeprägt war. Da die Grundwasservorkommen jedoch oft tief unter dem Talgrund oder weit oben in den Hängen liegen, wo die Bachläufe nach wenigen Metern wieder versickern, waren dennoch besondere wasserbautechnische Anstrengungen notwendig, um die Wasserversorgung zu sichern. Die Probleme lagen weniger in der Erreichbarkeit von Wasser als vielmehr in der saisonalen und kleinräumigen Verfügbarkeit.

In diesem Bergland liegen auch die berühmten „Höhlenstädte“, die auf die Völkerwanderungszeit zurückreichen und in byzantinischer Zeit in einer Grenzzone lagen, die zeitweise in unmittelbarer byzantinischer Verwaltung, zeitweise aber unter chasarischer Vorherrschaft stand und im Spätmittelalter schließlich ein eigenes spätbyzantinisches Fürstentum bildete. Die größte dieser Städte auf dem Berg Mangup verfügte über einen Quellhorizont einige Meter unterhalb des Felsplateaus, der in die byzantinischen Befestigungsanlagen einbezogen war. Bei anderen Anlagen, wie dem Eski Kermen oder der Siedlung Chufut Kale bei Bakchissarai (Abb. 7) hohlte man aufwändige und bis zu 45 m tiefe Brunnenanlagen samt Zugangstreppen aus dem Fels.<sup>59</sup>

Eine Praxis, die bis heute verfolgt wird, ist die Anlage von Staudämmen, mit denen das Wasser kleiner Bäche zurückgehalten wird. Im Gelände erhaltene Reste älterer Dämme sind nicht datierbar, scheinen aber vielfach auf ländliche Siedlungen des Mittelalters Bezug zu nehmen.<sup>60</sup> Im näheren Umfeld der beiden zentralen Höhengründungen Mangup und Eski Kermen kennt man mehrere mittelalterliche Rohrleitungen, die siedlungsnah Speicherbecken speisten.<sup>61</sup>

Der technische Aufwand der Wasserversorgung war hier größer als auf der Alb. Die Auswirkungen auf die Landschaft sind jedoch wesentlich geringer einzuschätzen. Zwar gibt es einige Anzeichen, dass die mittelalterliche Landnutzung zu erheblichen Erosionen und Veränderungen des Wasserhaushaltes geführt hat, doch dürfte dies vor allem auf weitgehende Entwaldung zurückgehen.<sup>62</sup> Wie in vielen Gebieten des Mittelmeeres ist dabei auch auf der Krim die Frage zu stellen, inwiefern dies die Ausbildung des Karstes beförderte. Eine oberflächliche Anlösung des Kalksteines, die auf dem Mangup an vielen Stellen zu erkennen ist, wird erst ins Mittelalter datiert.<sup>63</sup>

#### *Fazit: Wasserbau als Thema der Umweltgeschichte*

Die beiden Karstlandschaften zeigen zwei wichtige umwelthistorische Aspekte des Wasserbaus: Die Anpassung des Menschen an die Umweltbedingungen sowie die beabsichtigten wie unbeabsichtigten Eingriffe in die Landschaft und das jeweilige Ökosystem. Tabelle 1 gibt hier eine Übersicht über Potentiale und Umweltfolgen der Nutzung dieser Kalktufflandschaft. Sie basiert auf einer französischen Studie zu den Karstlandschaften des Massif central und der Chevennen in Südfrankreich. Ein besonderes Augenmerk galt hier dem Umfeld des Klosters St. Guilhem-le-Désert, das auf einer Kalktuffbarre in einem Seitental des Hérault errichtet wurde.<sup>64</sup>

Dr. Rainer Schreg M.A.  
Römisch-Germanisches Zentralmuseum  
Ernst-Ludwig-Platz 2, D-55116 Mainz  
schreg@rgzm.de

Ressourcen und Potential	Nutzung	Umweltauswirkungen
<b>Topographie</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnell fließende Gewässer/ Wasserfälle/ Kaskaden</li> <li>• Kalktuffbarren</li> <li>• Sumpfbiete/Seen</li> <li>• Hochflächen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mühlen (Getreidemühlen, Ölmühle, Hammerwerk...)</li> <li>• Frühe Industriestandorte</li> <li>• Drainage, Bewässerung</li> <li>• Weidenutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industriefolgen</li> <li>• Veränderung der Hydrologie</li> <li>• Erosion</li> <li>• Entwaldung, Erosion</li> </ul>
<b>Wasser</b>		
<p>Häufig, perennierend, frisch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karstquellen</li> <li>• Seen</li> <li>• Höhlen</li> <li>• Zahlreiche Wasserfälle</li> </ul> <p>Auf Hochflächen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kaum zugänglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisch (v. a. Forellen)</li> <li>• Quellen oft mit religiöser Bedeutung</li> <li>• Ansatzpunkt für Besiedlung</li> <li>• Regulierung</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trink- und Brauchwasser</li> <li>• Anlage von Speichern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gering</li> <li>• unbedeutend</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stark: Ende der Kalktuffbildung, rückschreitende Erosion der Kalktuffbarren</li> </ul>
<b>Gestein</b>		
<p>Kalktuff</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuffstein unterschiedlicher Härte</li> <li>• Tuffsand</li> </ul> <p>Lehme/Seeablagerungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehm</li> <li>• Sand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baustein</li> <li>• Bau von Höhlen (Vorratskeller, Eiskeller...)</li> <li>• Tonlager für Töpferei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steinbrüche</li> <li>• Zerstörung der Kalktuffbarren</li> <li>• Ton- und Sandgruben</li> </ul>
<b>Böden</b>		
Vernässt, moorig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vor der Trockenlegung: Sommerweide</li> <li>• Nach Trockenlegung und regulierter Bewässerung: Gartenland, Obstwiesen, Wasserwiesen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zerstörung von Mooren</li> <li>• Verlust von Biotopen</li> </ul>
<b>Vegetation</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Röhricht</li> <li>• Wald</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einöde/„Wildnis“</li> <li>• Holznutzung</li> <li>• Baumaterial (z.B. Schilf, Weidenruten)</li> <li>• Wildpflanzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängig von der Nachhaltigkeit der Nutzung/ Bewirtschaftung</li> <li>• Veränderung von Biotopen</li> </ul>

Tab. 1: Nutzung und Human Impact einer Kalktufflandschaft.

## Literatur

- L'Acqua nei secoli altomedievali. Spoleto, 12–17 aprile 2007 (Settimane di studio della Fondazione Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo 55). Spoleto 2008.
- Ajbabin, Alexandr I. u. a.: Höhlenstädte der Krim am Rande des Byzantinischen Reiches; in: *Archäologie in Deutschland* 2008, H. 1, 12–16.
- Albrecht, Stefan (Hrsg.): *Martinus Broniovius' Tartariae descriptio*. Mainz, in Vorbereitung.
- Ambert, Paul/Gascó, Jean: Évolution holocène et pression anthropique sur le milieu karstique; in: *Bulletin du Musée d'anthropologie préhistorique de Monaco* 32, 1989, 63–85.
- Baker, Andy/Simms, Michael J.: Active deposition of calcareous tufa in Wessex, UK, and its implications for the late-Holocene tufa decline; in: *The Holocene* 8, 3, 1998, 359–365.
- Bernhard, Helmut u. a.: *Der Runde Berg bei Urach (Führer zu archäologischen Denkmälern Baden-Württemberg 14)*. Stuttgart 1991.
- Bevilacqua, Piero: *Venedig und das Wasser*. Frankfurt 1998.
- Biel, Jörg: Neue Untersuchungen zu einer frühgeschichtlichen Siedlung bei Heidenheim-Großkuchen; in: *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 1986. Stuttgart 1987, 184–186.
- Bienert, Hans-Dieter/Häser, Jutta (Hrsg.): *Men of Dikes and Canals. The Archaeology of Water in the Middle East (Orient-Archäologie 13)*. Rahden 2004.
- Biermann, Felix: Brunnen im mittelalterlichen ländlichen Siedlungswesen Deutschlands: ein Überblick; in: *Klápště* 2005, 152–173.
- Binder, Hans: *Karstlandschaft Schwäbische Ostalb. Karst und Höhle*. Giengen 1993.
- Blackbourn, David: *Die Eroberung der Natur. Eine Geschichte der deutschen Landschaft*. München 2007.
- Bliss, Frank/Tetzlaff, Rainer: Der Kampf um das knappe Nilwasser. Perspektiven eines Regionalkonfliktes zwischen Ägypten, Sudan und Äthiopien; in: Meyer, Berthold/Wellmann, Christian (Hrsg.): *Umweltzerstörung – Kriegsfolge und Kriegsursache*. Frankfurt 1992, 175–193.
- Bräuning, Andrea: Grabungen in einer mittelalterlichen Wüstung bei Riedlingen an der Donau, Kreis Biberach; in: *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 1996. Stuttgart 1997, 197–200.
- Burkhardt, Georg (Hrsg.): *Geschichte der Stadt Geislingen an der Steige von der Vor- und Frühgeschichte bis zum Jahr 1803*. Konstanz 1963.
- Харитонов, С. В.: „Пещерные Города“ Крыма. Санкт Petersburg/Odessa/Simferopol 2005.
- Czys, Wolfgang: Gontia. Günzburg in der Römerzeit. Archäologische Entdeckungen an der bayerisch-schwäbischen Donau. Friedberg 2002.
- Demarest, Arthur A.: *Ancient Maya: The Rise and Fall of a Rainforest Civilisation*. Cambridge 2004.
- Denevan, William M.: *Cultivated landscapes of native Amazonia and the Andes (Oxford geographical and environmental studies)*. Oxford 2001.
- Denevan, William M./Mathewson, Kent/Knapp, Gregory (Hrsg.): *Pre-Hispanic Agricultural Fields in the Andean Region (British Archaeological Reports, International Series 359)*. Oxford 1987.
- Eberl, Immo/Martin, Jörg: *Urkunden aus Blaubeuren und Schelklingen. Regesten aus den Stadtarchiven Blaubeuren und Schelklingen sowie dem Pfarrarchiv Schelklingen [1356–1805] (Alb und Donau, Kunst und Kultur 23)*. Ulm 2000.
- Eisenstuck, Margret: *Die Kalktuffe der mittleren Schwäbischen Alb: Entstehung und Landschaftsbild*. Tübingen 1950.
- Elvin, Mark/Liu, Ts'ui-Jung (Hrsg.): *Sediments of time. Environment and society in Chinese history*. Cambridge/New York 1998.
- Fisher, Lynn u. a.: Jungsteinzeitliche Hornsteingewinnung in Blaubeuren-Asch „Borgerhau“ im Kontext der neolithischen Siedlungslandschaft auf der Blaubeurer Alb, Alb-Donaukreis; in: *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 2007. Stuttgart 2008, 36–41.
- Fondazione Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo 2008.
- Grabowski, Mieczyslaw/Mührenberg, Doris: *In Lübeck fließt Wasser in Röhren ... seit 700 Jahren. Eine kulturgeschichtliche Studie (Ausstellungen zur Archäologie in Lübeck [1])*. Lübeck 1994.
- Grewe, Klaus: *Wasserversorgung und Entsorgung im Mittelalter – Ein technikgeschichtlicher Überblick*; in: Grewe, Klaus (Hrsg.): *Die Wasserversorgung im Mittelalter (Geschichte der Wasserversorgung 4)*. Mainz 1991, 11–86.
- Grewe, Holger: *Die Wasserversorgung der Kaiserpfalz Ingelheim am Rhein im 8./9. Jahrhundert*; in: *Wasser auf Burgen im Mittelalter*. Mainz 2007, 191–199.
- Groschopf, Paul: *Alte Blau-Ablagerungen im Stadtgebiet von Ulm und ihre siedlungsgeschichtliche Bedeutung*; in: *Mitteilungen des Vereins für Naturwissenschaft und Mathematik Ulm* 23, 1950, 3–12.
- Groschopf, Paul: *Pollenanalytische Datierung württembergischer Kalktuffe und der postglaziale Klima-Ablauf*; in: *Jahreshefte der Geologischen Abteilung des Württembergischen Statistischen Landesamtes* 2, 1952, 72–94.
- Grüninger, Werner: *Das hintere Ermstal, eine Kalktufflandschaft (Topographische Karte 1:25000, Bl. 7522 Urach)*; in: *Die Schulwarte* 22, 1969, 468–478.
- Haasis-Berner, Andreas: *Wasserkünste, Hangkanäle und Staudämme im Mittelalter (Freiburger Beiträge zur Archäologie und Geschichte 5)*. Rahden 2001.
- Haid, Johann Herkules: *Ulm mit seinem Gebiete*. [Ulm] 1786.
- Heinz, Birgit u. a.: *Vulnerability of a Karst Spring to Wastewater Infiltration (Gallusquelle, Southwest Germany)*; in: *Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft* 99, 2006, 11–17.
- Herdick, Michael/Schreg, Rainer: *Das Bergland der Krim im Frühmittelalter – Eski Kermen, Mangup und ihr Umfeld*; in: Biermann, Felix/Kersting, Thomas/Klammt, Anne (Hrsg.): *Siedlungsstrukturen und Burgen im westslawischen Raum. Langenweißbach, im Druck*.

- Jakobson, Anatolij L.: Rannesrednevekoveje sefskie posenija jugo-zapadnoj Tavriki (Materialy i issledovanija po archeologii SSSR 168). Moskau 1970.
- Kempa, Martin: Die Ausbeutung der Erzlagerstätten in vor- und frühgeschichtlicher Zeit; in: Beiträge zur Eisenverhüttung auf der Schwäbischen Alb (Forschungen und Berichte der Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 55). Stuttgart 1995, 311–336.
- Klápště, Jan (Hrsg.): Water management in medieval rural economy. Les usages de l'eau en milieu rural au Moyen Âge (Ruralia 5; Památky archeologické Supplementum 17). Prag 2005.
- Kley, Albert: Vor- und Frühgeschichte; in: Burkhardt 1963, 1–56.
- Kley, Albert/Schreg, Rainer: Vor- und Frühgeschichte von Geislingen und Umgebung. Scherben schreiben Geschichte. Begleitheft zur Weihnachtsausstellung 1992. Geislingen 1992.
- Kluge, Thomas/Schramm, Engelbert: Wassernöte. Umwelt- und Sozialgeschichte des Trinkwassers 1. Reihe Umweltgeschichte. Aachen 1986.
- Köhler, Friedrich August: Eine Alb-Reise im Jahre 1790 zu Fuß von Tübingen nach Ulm. Tübingen 1978.
- Kreutle, Rainer: Zwei Grabfunde der beginnenden Urnenfelderkultur von Oberstetten, Gde. Hohenstein, Lkr. Reutlingen; in: Fundberichte aus Baden-Württemberg 16, 1991, 105–126.
- Kreutle, Rainer: Spuren vor- und frühgeschichtlicher Besiedlung in Pfullingen; in: Denkmalpflege in Baden-Württemberg 21, 1992, 78–82.
- Lindgren, Uta (Hrsg.): Europäische Technik im Mittelalter 800–1400. Tradition und Innovation. Berlin 1996.
- Mauser, Wolfram: Wie lange reicht die Ressource Wasser? Vom Umgang mit dem blauen Gold (Forum für Verantwortung 17273). Frankfurt 2007.
- Müller, Winfried: 125 Jahre Albwasserversorgung. Nasse contra Trockene. Stuttgart 1995.
- Neu, Urs/Thalmann, Ester: Hitzesommer 2003. Synthesebericht. Bern 2006.
- Ortisi, Salvatore: Die Stadtmauer der raetischen Provinzhauptstadt Aelia Augusta – Augsburg (Augsburger Beiträge zur Archäologie 2). Augsburg 2001.
- Pánek, Tomáš u. a.: Time constraints for the evolution of a large slope collapse in karstified mountainous terrain of the southwestern Crimean Mountains, Ukraine; in: Geomorphology, im Druck.
- Pankau, Claudia: Die Besiedlungsgeschichte des Brenz-Kocher-Tals (östliche Schwäbische Alb) vom Neolithikum bis zur Latenezeit (Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 142). Bonn 2007.
- Quast, Dieter: Die frühalamannische und merowingerzeitliche Besiedlung im Umland des Runden Berges bei Urach (Forschungen und Berichte der Vor- und Frühgeschichte aus Baden-Württemberg 84). Stuttgart 2006.
- Quast, Dieter/Schreg, Rainer: Ausgrabungen in einer frühalamannischen Siedlung bei Oberstetten, Gde. Hohenstein, Kreis Reutlingen; in: Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 1999. Stuttgart 2000, 167–170.
- Radkau, Joachim: Natur und Macht. Eine Weltgeschichte der Umwelt. München 2002.
- Репников, Н.: Иригационные сооружения округа Эски-Кермена; in: Материалы Эски-Керменской экспедиции 1931–1933 гг. (Известия государственной академии истории материальной культуры 117). Moskau/Leningrad 1935, 43–46.
- Rice, Don Stephen/Stanish, Charles/Scarr, Phillip R. (Hrsg.): Ecology, Settlement and History in the Osmore Drainage (British Archaeological Reports, International Series 545). Oxford 1989.
- Rosendahl, Wilfried/Sahm-Stotz, Dorothee (Hrsg.): Bodenloser See und Schickhardt-Stollen. Natur- und Kulturgeschichte im Kalktuff von Seeburg bei Bad Urach (Grabenstetter höhlenkundliche Hefte 10). Stuttgart 2005.
- Sayer, Duncan: Medieval Waterways and Hydraulic Economics: monasteries, towns and the East Anglian fen; in: World Archaeology 41, H. 1, 2009, 134–150.
- Scarborough, Vernon L./Gallop, Gary G.: A Water Storage Adaptation in the Maya Lowlands; in: Science 251, 4994, 1991, 658–662.
- Schmidt, Fridjof: Vulnerabilitätskartierung für den Trinkwasserschutz im Karst. Anwendungsbeispiel Veldensteiner Mulde; in: Grundwasser 8, 2003, 103–112.
- Schopper, Michael/Kücha, Andreas: Neueste Forschungsergebnisse im Blauhöhlsystem 7524/30; in: Mitteilungen des Verbands deutscher Höhlen- und Karstforscher 53, 2007, 100–105.
- Schreg, Rainer: Struktureller Wandel des Verkehrs als Forschungsproblem der Archäologie. Die These vielfältiger Veränderungen im Verkehrswesen während der staufischen Zeit; in: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit 14, 2003, 65–70.
- Schreg, Rainer: Grabungen in einer früh- bis hochmittelalterlichen Siedlung am Ortsrand von Schalkstetten (Gde. Amstetten, Alb-Donau-Kreis); in: Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 2005. Stuttgart 2006, 181–183.
- Schreg, Rainer (2006a): Vor mehr als 900 Jahren... Archäologische Zeugnisse zur Siedlungsgeschichte Türkheims; in: Gruber, Hartmut (Hrsg.): 1107–2007. 900 Jahre Türkheim (Veröffentlichungen des Stadtarchivs Geislingen 23). Geislingen 2006, 32–44.
- Schreg, Rainer (2006b): Dorfgenese in Südwestdeutschland. Das Renninger Becken im Mittelalter (Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 76). Stuttgart 2006.
- Schreg, Rainer: Albert Kley – der Archäologe; in: Currell, Günther/Gruber, Hartmut (Hrsg.): Viele Wege und ein Ziel. Albert Kley zum 100. Geburtstag. Geislingen 2007, 84–124.
- Schreg, Rainer (2008a): Before Colonization: Early Medieval Land-Use of Mountainous Regions in Southern and Western Germany; in: Bartels, Christoph/Küpper-Eichas, Claudia (Hrsg.): Cultural Heritage and Landscapes in Europe (Veröffentlichungen des Deutschen Bergbau-Museums Bochum 161). Bochum 2008, 293–312.

- Schreg, Rainer (2008b): Bevölkerungswachstum und Agrarisierung: Faktoren des früh- und hochmittelalterlichen Landesausbaus im Spiegel umweltarchäologischer Forschungen; in: Herrmann, Bernd (Hrsg.): Vorträge im Umwelthistorischen Kolloquium Göttingen 2007–2008. Göttingen 2008, 117–146.
- Schreg, Rainer (2008c): Die Erschließung der Siedlungslandschaft; in: Ade, Dorothee/Rüth, Bernhard/Zekorn, Andreas (Hrsg.): Alamannen zwischen Schwarzwald, Neckar und Donau. Begleitbuch zur Wanderausstellung. Stuttgart 2008, 56–61.
- Schreg, Rainer: Die mittelalterliche Siedlungslandschaft um Geislingen – eine umwelthistorische Perspektive; in: Gruber, Hartmut (Hrsg.): 900 Jahre Geislingen (Veröffentlichungen des Stadtarchivs Geislingen). Geislingen 2009, im Druck.
- Schreg, Rainer: Das Umfeld der Höhlenstädte Mangup und Eski Kermen auf der südwestlichen Krim – eine Siedlungslandschaft in der Peripherie des byzantinischen Reiches; in: Siedlungsforschung 25, im Druck.
- Schwenkel, Hans (Hrsg.): Heimatbuch des Bezirks Urach. Urach 1933.
- Seidenspinner, Wolfgang: Historische Wiesenwässerung im Teinachtal. Relikte der Agrar- und Technikgeschichte zwischen Funktionsverlust und Zeugniswert; in: Denkmalpflege in Baden-Württemberg 20, 1991, 136–144.
- Sick, Wolf-Dieter: Die Besiedlung der Mittelgebirge im alemannischen Raum; in: Siedlungsforschung 10, 1992, 49–59.
- Sickelmann-Bisinger, Barbara: Die Echaz – Vergangenheit und Gegenwart eines Energielieferanten; in: Krins, Hubert/Scholkmann, Barbara (Hrsg.): Pfullingen. Zeugen der Geschichte (Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 24). Stuttgart 1992, 77–84.
- Stott, Peter A./Stone, D. A./Allen, M. R.: Human contribution to the European heatwave of 2003; in: Nature 432 (7017), 2004, 610–614.
- Strasser, Marcel u. a.: A mid Miocene to early Pleistocene multi-level cave as a gauge for tectonic uplift of the Swabian Alb (Southwest Germany); in: Geomorphology 106, 2009, 130–141.
- Straub, Rainer: Spätmittelalterliche Keramikfunde aus dem Quelltrichter der Blautopfföhle (7524/34) in Blaubeuren; in: Mitteilungen des Verbands deutscher Höhlen- und Karstforscher 48, 2002, 18–19.
- Tubingius, Christian: Burrensis Coenobii Annales. Die Chronik des Klosters Blaubeuren. Übersetzt v. Bruno Maier, hrsg. von Gertrud Brösamle (Schriften zur südwestdeutschen Landeskunde 3). Stuttgart 1966.
- Vaudour, J.: Les édifices travertinaux et l'histoire de l'environnement dans le midi de la France (Provence, Languedoc, Roussillon). Essai de synthèse; in: Beck, Corinne/Delort, Robert (Hrsg.): Pour une histoire de l'environnement. Travaux du programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement. Paris 1993, 209–218.
- Veni, George: Maya utilization of karst groundwater resources; in: Environmental Geology 16, 1990, 63–66.
- Webster, David L.: The fall of the ancient Maya. Solving the mystery of the Maya collapse. London/New York 2002.
- Wittfogel, Karl A.: The Hydraulic Civilizations; in: Thomas, William L. u. a. (Hrsg.): Man's Role in Changing the Face of the Earth. Chicago 1956, 152–164.
- Zürn, Hartwig/Fischer, Franz: Die keltische Viereckschanze von Tomerdingen (Gem. Dornstadt, Alb-Donau- Kreis) (Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 14). Stuttgart 1991.

### Abbildungsnachweis

- Abb. 1: Graphik R. Schreg  
 Abb. 2: Foto R. Schreg, 2007  
 Abb. 3: nach Zürn/Fischer 1991  
 Abb. 4: nach Schreg 2009, im Druck  
 Abb. 5: nach Bräuning 1996  
 Abb. 6: Foto RGZM, 2008  
 Abb. 7: Foto RGZM, 2006  
 Tab. 1: modifiziert nach Vaudour 1993, 216