

Von Landschaftsaffordanzen zu Landschaftskonnektivitäten: Konzepte funktionalistischer Humanökologie

Michael Kempf 

Zusammenfassung Natur und Landschaft – unvereinbar und doch untrennbar? Zunächst beinhaltet dieser Ansatz ein rein anthropozentrisches Weltbild, das sich aus der emischen Perspektive des handelnden Menschen innerhalb seiner sogenannten Kulturlandschaften entwickelt hat. In diesem Konzept wird Natur Bedeutung zugeschrieben, woraus sich eine paradoxe Situation ergibt. Doch wie lassen sich solche semantischen Kategorien identifizieren und wie werden Landschaften aus verschiedenen räumlichen und zeitlichen Komponenten zusammengesetzt? In diesem Artikel wird das von James J. Gibson in den späten 1970er Jahren entwickelte Konzept der ‚Landschaftsaffordanzen‘ mit dem transdisziplinären Ansatz der Umwelt- und Landschaftsarchäologie zur Analyse und Interpretation menschlicher Handlungsmuster in verschiedenen Zeiträumen kombiniert. Im Vordergrund der methodologischen Auseinandersetzungen mit der Dichotomie von Landschaft und Natur stehen Lösungsvorschläge zur Einbeziehung menschlicher Handlungsmuster in quantitative Analysen. Das Ziel dieser Auseinandersetzungen ist es, GIS-basierte, räumliche Untersuchungen vergangener Landschaftsdynamiken sinnvoll mit aktuellen Fragen der Bevölkerungsentwicklung vormodernej Gesellschaften, ihrer Landschaftswahrnehmung und -transformation zu verknüpfen.

Schlüsselbegriffe GIS; Landschaftsarchäologie; Ressourcennutzung; Landnutzung; Humanökologie; Raummodellierung

Abstract Landscape and nature are considered to be a methodological dichotomy. However, this approach involves an anthropocentric conception of the world, which has developed from the emic perspective of the acting human being within his cultural landscapes. In this approach, nature is

attributed a meaning – which inevitably contradicts itself. How can such semantic categories be identified, and how are landscapes assembled from different spatial and temporal components? In this article, the concept of landscape affordances, developed by James J. Gibson in the late 1970s, is combined with the interdisciplinary approach of environmental and landscape archaeology to analyse and interpret human activity patterns on different temporal scales. The aim of this methodological approach is to link GIS-based spatial analyses of past environmental dynamics to current issues of population development in premodern societies and their perception and transformation of the landscape.

Keywords Human Ecology; Land Use; Multivariate Modelling; GIS; Resource Assemblages; Landscape Archaeology

Einführung

Mitte der 1990er Jahre veröffentlichten Thomas Greider und Lorraine Garkowitsch einen Aufsatz über die soziale Konstruktion von Landschaft und Umwelt, in dem sie darlegten, wie soziokulturelle Phänomene die physische Umwelt als Teil des Prozesses der sozialen Selbstdefinition in Landschaften verwandeln (Greider – Garkowitsch, 1994). Nach ihnen ist die natürliche Welt für Individuen und Gruppen bedeutungslos, da Bedeutung nicht in der Natur der Dinge liegt. Ferner sind sie der Meinung, dass „symbols and meanings that comprise landscapes reflect what people in cultural groups define to be proper and improper relationships among themselves and between themselves and the physical environment“ (Greider – Garkowitsch 1994, 2).

Eine durchaus umstrittene Aussage, die nicht nur auf Zustimmung traf. Ken Taylor (2012) betonte beispielsweise, dass Landschaften von Menschen geschaffene Artefakte kultureller Werte sind. Sie können eher durch kontinuierliche Prozesse der Transformation von Umwelt und nicht als Ausdruck eines tieferen Sinns jener Objekte begriffen werden, die auf irgendeine Art und Weise im Raum verteilt sind (siehe auch Stedman 2003; Taylor 2012). Das Ausmaß des „perceptible realm“ (Gobster u. a. 2007) von Landschaften, in dem Menschen ihre unmittelbar wahrgenommene Umgebung intentionell und ständig neugestalten, hat jedoch wiederum einen direkten Einfluss auf die Umwelt. Bestimmte Teile dieser Umwelt werden anders wahrgenommen als andere, was zu einer mentalen und schließlich physischen Kategorisierung des verfügbaren Raumes führt. Ob diese Kategorisierungen durch die sogenannte Ästhetik der Landschaft (beispielsweise gut/schlecht, schön/hässlich, freundlich/bedrohlich) (Gobster u. a. 2007) oder durch individuelle und kollektive Erfahrungen, Ideen sowie Traditionen (Gramsch 1996) verursacht

werden, ist hingegen umstritten (Kempf 2020c). Darüber hinaus organisieren die kulturellen Differenzierungen verschiedener sozialer Gruppen Kommunikationsnetzwerke und Bewegungskorridore unter Vernachlässigung ökologischer Voraussetzungen (Llobera 1996; Müller 2005; Furholt 2018). Landschaften sind natürlich dynamisch: Organismen verändern Lebensräume und passen sich an veränderte ökologische Bedingungen an; soziale und kulturelle Gruppendynamiken beeinflussen benachbarte Gemeinschaften durch den Transport sogenannter materieller Kultur und technologischer sowie wirtschaftlicher Neuerungen, die sich entlang von Kommunikationsnetzen und Bewegungskorridoren ausbreiten. Die meisten dieser Veränderungen finden über die *longue durée* statt – was eine kontinuierliche Überlagerung von ‚Kulturlandschaften‘ nach sich zieht. Landschaften erscheinen folglich als vom Menschen geschaffene Assemblagen mit gleichzeitig ablaufenden prozessualen und ereignisbasierten Überlagerungen.

Dies hat insbesondere Auswirkungen auf die heute ersichtlichen Konzepte und Vorstellungen von Landschaften, die in ihrer Betrachtung gemeinhin als ‚natürlich‘ empfunden werden. Wenn die Wechselwirkungen zwischen Menschen und Umwelt einen wesentlichen Einfluss auf die als natürlich wahrgenommenen Teile der menschlichen Handlungsräume hatten, so sind die zu jedem Zeitpunkt sichtbaren ‚Kulturlandschaften‘ vielmehr ein Palimpsest der Umweltwahrnehmungen und -veränderungen vergangener Gesellschaften und somit Agglomerationen vorangegangener Traditionen, Ideen und Anforderungen an diese unmittelbaren Handlungsräume von Individuen und Gruppen (Kempf 2020c).

Wenig Zweifel besteht daran, dass intensivierte Landnutzung und erste ortsfeste Siedlungen die Erdoberfläche zumindest seit dem Neolithikum zunehmend verändert haben (Ruddiman 2007; Bickle u. a. 2017). In der eher kurzen Zeitspanne der letzten 7000 Jahre haben sich in den meisten Ackerbaugebieten Mitteleuropas vielfältige landwirtschaftliche Subsistenzstrategien entwickelt (Küster 1999). Doch jede Gesellschaft stellte wiederum unterschiedliche Anforderungen an ihre unmittelbare Umgebung, je nach Zusammenspiel von technologischer Entwicklung, sozialer Organisation und den vorherrschenden ökologischen Rahmenbedingungen. Das Überdenken des Aufbaus prähistorischer Landschaften und der besonderen Bedürfnisse der Bevölkerung innerhalb ihrer spezifischen räumlichen Bedingungen ist entscheidend für das Verständnis der jüngsten Veränderungen der Landoberfläche und der Entstehung der modernen Umwelt.

Die intensive Wechselwirkung von Umwelt und kulturellen sowie sozialen Prägungen vormoderner Gesellschaften stellt dabei ein wichtiges Bindeglied für das Verständnis der Entwicklung heutiger Landschaften dar. Doch wie sind diese fassbar und wie können sie sichtbar gemacht werden? Der

hier präsentierte Ansatz beleuchtet die methodologische Integration digitaler naturräumlicher (und zumeist moderner) Datensätze sowie archäologischer raumbezogener Daten zur Entwicklung funktionalistischer und interdisziplinärer Modelle von menschlichem Verhalten in der Vergangenheit auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen. Die Einbeziehung der Konzepte der sogenannten Landschaftsaffordanzen (Gibson 1979) und Landschaftskonnektivitäten (Taylor u. a. 1993) in der archäologischen Forschung stellt zudem einen möglichen Ansatz zur Charakterisierung des Umfangs von Handlungsräumen sowie Mustern menschlichen Verhaltens und Handlungen in der Landschaft dar (Kempf 2020c). Forschungsprojekte, die Humanökologie, Geographie und Archäologie verbinden, sind durchaus in der Lage, die Lücke transdisziplinärer Terminologieproblematiken und Konzeptdiskrepanzen zu schließen – und damit neue Erkenntnisse und Zukunftsperspektiven im dynamischen Feld der Mensch-Umwelt-Beziehungen zu schaffen.

Methodologische Herausforderungen

Der Neologismus ‚*Affordance*‘ (im weiteren als *Affordanz* bezeichnet), der erstmals Ende der 1970er Jahre von James J. Gibson (1979) in die Psychologie eingebracht wurde, beschreibt im eigentlichen Sinne das Phänomen von angebotenen Nutzungs- und Interaktionsweisen, die von Objekten innerhalb einer bestimmten Umgebung ausgehen (vgl. u. a. Loveland 1991; Jung 2018). *Affordanzen* sind demnach keine (meta)physischen Eigenschaften, sondern vielmehr empirische Bedeutungen, die in unbestimmter Weise im Raum angeordnet sind (Jung 2018). Um das Konzept der *Affordanzen* zu erfassen, muss man jedoch auch Schwankungen in den Bedingungen des Umgebungssystems ermitteln, welches das Objekt und das betrachtende Individuum oder eine betrachtende Gruppe systematisch umfasst. Gibson bezeichnet die Eigenschaften der *Affordanzen* als unveränderlich im Gegensatz zur konstanten Veränderlichkeit des Umgebungs- und Betrachtungssystems: „The affordance of something does not change as the need of the observer changes“ (Gibson 1979). Das steht im Gegensatz zu der von Carl Knappett (2004) vorgeschlagenen Sichtweise materieller *Affordanzen*. Knappett ist der Ansicht, dass sich *Affordanzen* in Abhängigkeit von Situationen ändern, in denen sie sich befinden. Doch wird eine konstante Verknüpfung zwischen Raum und Betrachtungssystem vorausgesetzt, so ist es vernachlässigbar, welche Komponenten des Systems sich verändern. Eine Modifikation führt letztlich zu einem transformierten System mit unterschiedlichen Umweltbedingungen, die eine Anpassung an die neue Situation erfordern.

Gibsons Affordanzen sind zudem nicht nur naturräumliche Grundvoraussetzungen, sondern vielmehr komplexes Zusammenspiel von Erfahrungen, Ideen und Wissen um einen spezifischen ‚(Umwelt-)Prototypen‘, der die Interaktion zwischen Umgebung und Betrachtungssystem erst ermöglicht. Im Gegensatz zur Definition von Umweltparametern als passive Einflussfaktoren orientiert sich das Konzept der Landschaftsaffordanzen an den dynamischen und prozessorientierten Rückkopplungen, mit denen sich Verhalten und Handlungen eines Individuums im Moment der gegenseitigen Interaktion ausdrücken (siehe beispielsweise bei Gillings 2009). Handlungen von Individuen und Gruppen werden jedoch auch durch die Vulnerabilität des Individuums gegenüber Krisensituationen sowie die Fähigkeit begrenzt, ortsspezifische Hindernisse entweder zu überwinden oder an ihren Herausforderungen zu scheitern. An dieser funktionalistischen Schnittstelle setzen die hier diskutierten Konzeptualisierungen von Landschaftskonnektivitäten an, die sich zu einem großen Teil aus den ökologischen Beziehungen von Ressourcenverteilung und Handlungsraum erschließen.

Gestaltung der Umwelt

Um eine sinnvolle Definition von Umwelt zu finden, ist eine anthropozentrische Vorstellung davon erforderlich, wie menschliches Verhalten (und als Ausdruck davon: Handlungen) in einer umfassenderen Beziehung zu Biosphäre, Ökologie und physischer Realität stattfindet (Alexander 2009). Es geht vor allem darum, zu bestimmen, wo das menschliche Verhalten innerhalb eines konzeptuellen Rahmens von Mensch-Umwelt-Wechselwirkungen angeordnet ist und ob sich eine Gesellschaft kontinuierlich an die jeweilige natürliche oder ökologische Gegebenheit anpasst, oder ob sie auf rasche Veränderungen des ökologischen Gleichgewichts reagieren muss.¹ Die menschliche, soziokulturelle Weiterentwicklung ist jedoch im weiteren Sinne ein Prozess ohne klar definiertes Ziel. Humanökologische Theorien über menschliches Verhalten, welches die anthropogene Biosphäre transformiert, erfordern die Kenntnis vergangener menschlicher Teststrategien über die Art und Weise, wie ökologische Systeme zu bestimmten Zeitpunkten hätten funktionieren können – ein eher paläoökologisches *trial and error* vergangener Gesellschaften (Ellis 2015).

Wie bereits dargelegt, wird der Wahrnehmung der Umwelt eine schwere theoretische Last auferlegt. Nimmt ein Individuum seine Umgebung lediglich

1 Head 2010; Fazey u. a. 2010; Harden 2012; Ellis 2015.

durch rein physische Rezeptoren wahr, die eine spezifische Empfindung und schließlich eine informative Wahrnehmung hervorrufen? Oder besteht eine unmittelbare Bedeutung in der Umwelt, die vom Individuum im Augenblick der Konfrontation kontinuierlich empfangen wird (Ingold 2000; Chemero 2003)? Gibsons Umgebung – und die darin enthaltenen Affordanzen – besteht aus Wahloptionen, die das Verhalten und eine potenzielle Handlung eines Individuums ermöglichen (Withagen – Chemero 2009; Withagen u. a. 2012; Bruineberg u. a. 2019). Daher sind Landschaftsaffordanzen immaterielle, relative Umweltmerkmale, die mit dem Individuum in Wechselwirkung stehen und durch das Individuum wahrgenommen werden (Heras-Escribano – Pinedo-García 2017). Wie von Manuel Heras-Escribano und Manuel Pinedo-García (2017) formuliert, gibt es keine klare Unterscheidung zwischen dem objektiven (*agent-independent*) und dem subjektiven (*agent-dependent*) Charakter von Affordanzen. Das Umwelt-Organismus-System ergänzt sich durch gegenseitige Affordanzen der ökologischen Parameter innerhalb des Lebensraums des Organismus (Gibson 1979; Rietveld – Kiverstein 2014; Heras-Escribano – Pinedo-García 2017). Daher sind Affordanzen nicht nur mögliche Entscheidungsarrangements im Lebenszyklus von Organismen, sondern können auch Agglomerationen von Anziehungs- oder Abstoßungsreizen erzeugen, die das Verhalten des Agens beeinflussen und damit die Zusammensetzung zukünftiger Affordanzen bestimmen (Withagen u. a. 2017). Schließlich entstehen Affordanzsequenzen, die den Entscheidungsfindungsprozess des Individuums begleiten. Da sich diese Entscheidungen direkt auf das soziale Umfeld des Individuums auswirken, werden die Affordanzassemblagen sowohl im Laufe der Zeit als auch räumlich beispielsweise durch Tradierung, Wegstreckenkontinuitäten und ‚mental maps‘ weitergegeben (Gramsch 1996; Ingold 2010). Es entstehen Umweltpalimpseste, die vergangene, gegenwärtige und zukünftige Affordanzassemblagen innerhalb einer sich ständig neu formenden, situativen und performativen Landschaft enthalten.

Gestaltung von Landschaft

Nach der Begriffsbestimmung von William Marquardt und Carole Crumley sind Landschaften räumliche Beschreibungen der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt (Marquardt – Crumley 1987; Crumley 2016). Das bedeutet, dass Landschaften als angemessene räumliche Skalen verstanden werden können, um funktionale ökologische Netzwerke innerhalb terrestrischer Ökosysteme zu erfassen (Baguette u. a. 2013). Doch ist dies bei weitem nicht die einzige Definition von Landschaft. Die Mehrdeutigkeit des

Landschaftsbegriffes liegt in der Divergenz der Konzepte von Biogeographie und Landschaftsökologie begründet: Die Biogeographie definiert Landschaft beispielsweise als räumlich-zeitliche Organisationsebene mit spezifischer Geomorphologie und bestimmten klimatischen Parametern (Hanson u. a. 2012; Baguette u. a. 2013; Lomolino u. a. 2015). In der Landschaftsökologie werden die Verbreitung des Organismus, seine persönliche Wahrnehmung der Umgebung, die Ausdehnung seines individuellen Handlungsfeldes und die Beeinflussung dieser Parameter durch die Struktur der Landschaft untersucht.² Folglich sind die jeweiligen räumlichen Skalen sehr variabel und Landschaften sind vielmehr als unscharfe geometrische Gebilde zu verstehen, in denen heterogene Muster bestimmte Prozesse wie beispielsweise Bewegungsabläufe erzeugen (Kent 2007; McGarigal – Cushman 2009; Cushman u. a. 2010).

Um die hinter der konstruierten/strukturierten Landschaft stehenden Verhaltensmuster zu beschreiben, führten Philip D. Taylor, Lenore Fahrig, Kringen Henein und Gray Merriam (1993) das Konzept der sogenannten Landschaftskonnektivität ein. Diese erschließt sich aus der Interaktion zwischen einem Verhaltensprozess (z. B. einer Bewegung) und der physischen Landschaftsstruktur. Zwei Arten von Konnektivitäten wurden unterschieden: eine ‚strukturelle Landschaftskonnektivität‘, die sich ausschließlich auf (statische) physische Beziehungen zwischen und unter Ressourcen oder Habitaten konzentriert, und eine ‚funktionale Landschaftskonnektivität‘, welche die dynamischen Entwicklungseigenschaften der physischen Landschaft und die multidirektionalen sowie situativen Bewegungsabläufe der Organismen berücksichtigt (Taylor u. a. 1993; 2006) (siehe hierzu auch Abb. 1). Landschaftskonnektivität ist in der Regel eine Funktion beider Ansätze, da sie in erster Linie von Bewegungsmustern abhängt, die stark mit der Raumgliederung und der Durchdringbarkeit des Geländes verknüpft ist, allerdings auch mit der Zusammensetzung der verfügbaren Ressourcen in enger Verbindung steht. Somit definiert Landschaftskonnektivität den Grad, in dem eine bestimmte Landschaft Bewegung zwischen diesen Flächen ermöglicht.³ Diese Habitate befinden sich in ständiger Veränderung und zwingen so den Organismus zur kontinuierlichen Anpassung an die situativen Landschaftsstrukturen. Lutz Tischendorf und Leonore Fahrig (2000) beschreiben drei Szenarien, denen ein Organismus während der Habitatveränderung unterworfen ist: ein höheres Mortalitätsrisiko, angepasste Bewegungsmuster und schließlich die Überwindung der Habitatgrenzen.

2 Kent 2007; Gurrutxaga u. a. 2010; Schaich u. a. 2010; Kupfer 2012; Baguette u. a. 2013.

3 Taylor u. a. 1993; Kupfer 1995; Tischendorf – Fahrig 2000; Baguette u. a. 2013.

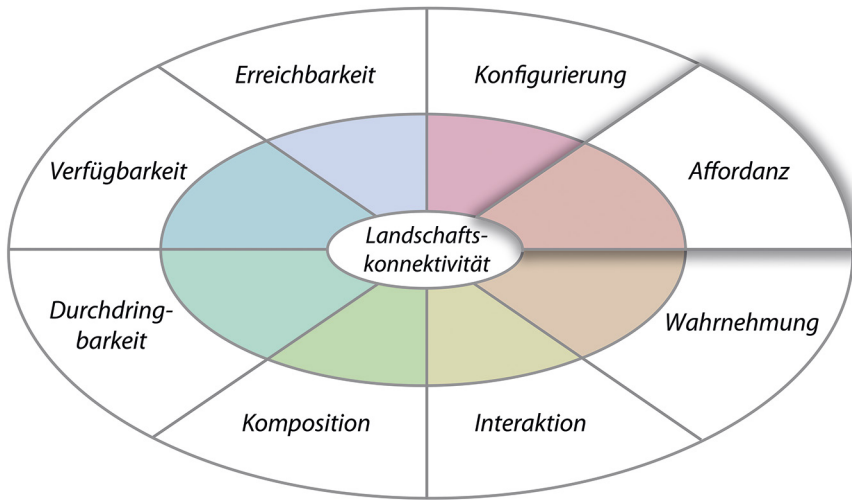


Abb. 1: Kompositionsmodell von Landschaftskonnektivitäten sowie einer Auswahl von deren physischen sowie kognitiven Steuerungsfaktoren (© Autor).

Das hier beschriebene Konzept ist stark auf die räumliche Definition von Organismen und deren ökologischen Lebensräumen ausgerichtet. Auf den ersten Blick scheint die Anwendbarkeit in vom Menschen geschaffenen Landschaftszusammensetzungen unangemessen. Die Integration von ökologischen Ansätzen mit landschaftlichen Affordanzen (systembezogen) und räumlicher Konnektivität (ressourcenbezogen) bietet jedoch die Möglichkeit, Landschaften nicht nur durch ihre räumliche Ausdehnung und (physische) menschliche Interaktion zu verstehen, sondern auch als situativer Ausdruck des unmittelbaren Handlungsfeldes im Moment der Auseinandersetzung eines Individuums oder einer Gruppe mit der räumlichen Verbreitung und Verfügbarkeit von Ressourcen.

Landschaftsprozesse und Ereignisse

Die Rekonstruktion von Paläoumwelten mit Hilfe rezenter Datensätze ist ein methodisch stark diskutierter Ansatz (generell bei Butzer 1982; Dincauze 2000). Moderne Daten sind nicht nur durch die Variabilität der naturräumlichen Vergangenheit stark verzerrt, sondern auch durch den konzeptuellen Rahmen unserer heutigen Gesellschaft. Bestimmte ‚Landschaftsperspektiven‘ scheinen das Ergebnis einer langfristigen natürlichen Entwicklung zu sein. Einzeln betrachtet sind diese Perspektiven jedoch eher das Produkt der jüngsten Veränderungen der Landoberfläche und stellen nicht zwingend

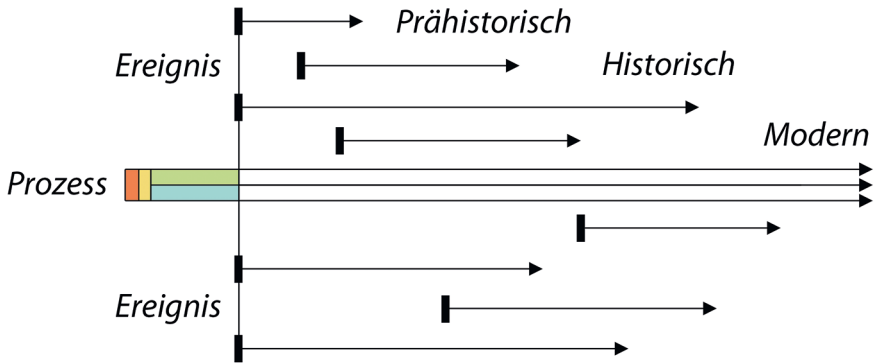


Abb. 2: Zeitliche Dimensionen der Landschaftsentwicklung.

akkumulierte Niederschläge dar (Kempf 2020a; 2020b). Um das Verhalten von Landschaften in einer räumlich-zeitlichen Perspektive zu verstehen, müssen viele verschiedene Skalen berücksichtigt werden. All diese Skalen sind potenziell in der funktionalen Landschaftskonnektivität miteinander verbunden.

Kulturelle Abdrücke vergangener Gesellschaften sammeln sich im Prozess der Oberflächenanpassung an die jeweiligen Bedürfnisse und Ansprüche der Bevölkerung, die zu einem bestimmten Zeitpunkt mit dem belebten Teil ihrer Landschaft interagierte. Es gibt jedoch keine statischen Umwelt- und soziokulturellen Systeme. Kurzfristige Ereignisse wie etwa Vulkanausbrüche oder gesellschaftspolitische Krisen führen zu schnellen Veränderungen des Ökosystems und oft scheinbar zum Wandel der lokalen sozialen Hierarchie (Brandes 2005; Büntgen u. a. 2016). Beide zeitlichen Perspektiven finden parallel statt, ihre Folgen werden jedoch unterschiedlich wahrgenommen, da rasche Auswirkungen auf die Landschaft viel unmittelbarer erlebt werden. Die zeitnahe Veränderung der individuellen Landschaftsaffordanzen trägt zur zukünftigen Entscheidungsfindung über Ressourcenmanagement, Landnutzungsstrategien und Siedlungsstandortwahl bei. Rasche Auswirkungen führen also zu einer erheblich schnelleren Transformation, während prozessorientierte Anpassungen eine langfristige Entwicklung auslösen. Der rezente Landnutzungswandel und die demografische Entwicklung der letzten 250 Jahre markiert beispielsweise eine Schwelle verstärkter Landschaftsveränderung und bestimmt somit unsere Wahrnehmung der gegenwärtigen Landschaft (Abb. 2).

Doch Bevölkerungsdynamiken sind nicht linear (Verhagen u. a. 2014; Diachenko – Zubrow 2015; Fernández-López de Pablo u. a. 2019) und moderne demografische Veränderungen setzen das Ökosystem zunehmend unter

Druck (Henderson – Loreau 2019; Nguyen – Liou 2019). Folglich müssen die zeitlichen Skalen der modernen, historischen und prähistorischen Landbedeckung in jedem Modell, das darauf abzielt, mögliche vormoderne Oberflächenentwicklungen zu verstehen, unterschieden werden. Die vergangene Umweltveränderung wird jedoch eher auf der langfristigen Achse wahrgenommen. Jüngere historische Landschaften hingegen werden immer noch als aktiv mit dem Konzept der modernen Gesellschaft verbunden betrachtet – durch Bilder, Traditionen und Schriftquellen. Moderne Landschaften sind somit viel stärker mit rezenten Landschaften verbunden, was die Diskussion über Landschaften als identitätsstiftende Komplexe oder Heimat – Begriffe, die im deutschsprachigen Diskurs mitunter kritisch gesehen werden – nachhaltig prägt (Kühne 2019; Kühne – Weber 2019).

Multivariate Landschaftsmodelle als Grundlage für das Verständnis (vergänger) Umweltsysteme

Inzwischen haben sich multivariate Landschaftsmodelle als Konzepte der modernen Umweltforschung weitgehend etabliert, um Oberflächentransformationen mittels Fernerkundung und GIS-Software abzuschätzen (Carrara 1983; Hargrove – Hoffman 2004; Tehrany u.a. 2013). In den vergangenen Jahren wurden diese Konzepte weitgehend in die Landschafts- und Umweltarchäologie integriert, was die Übertragbarkeit geowissenschaftlicher Methoden auf archäologische Fragestellungen (und umgekehrt) vielfach unter Beweis gestellt hat.⁴ Nach wie vor sind solche räumlichen Modelle in der Archäologie stark mit Verwaltung, Schutz und Erhaltung des kulturellen Erbes verbunden (Kamermans – Wansleben 1999; Verhagen 2018). Diese Modelle erfordern oftmals eine Kategorisierung der Landschaft und der verschiedenen Umweltdatensätze in potenzielle Eignungsbereiche, was eine Charakterisierung der archäologischen Gefährdungslage in sogenannten Potenzialkarten ermöglicht (Brandt u.a. 1992; Fry u.a. 2004; Hesse 2010). Doch unterliegen diese Modelle größtenteils einem modernen Filter und die bloße Übertragbarkeit solcher Datensätze auf vermeintlich vormoderne gesellschaftliche Aktivitätsräume ist ohne die Integration gruppenspezifischer Landschaftsaffordanzen kaum möglich (Kempf 2019; 2020a; 2020b). Sowohl die individuellen Anforderungen als auch die Umweltparameter sind hochdynamische soziokulturelle Eigenschaften, die sich im Laufe der Zeit und situationsbedingt ständig weiter- oder zurückentwickeln. Die Schwierigkeit

4 Siehe stellvertretend bei Fleming 2006; David – Thomas 2010; Doneus 2013.

liegt in den vielschichtigen Landschaftsassemblagen verschiedener Kultur-epochen. Die einfache Überlagerung aller archäologischer Aufzeichnungen führt nicht zu einem präzisen Vorhersagemodell archäologischer Handlungsräume in einem ‚*predictive model*‘, also einem Vorhersagemodell archäologischer Befunde im Raum (vgl. bspw. bei Verhagen 2007; 2018; Kempf 2019), sondern visualisiert vielmehr die maximale Ausdehnung des aktuellen archäologischen Forschungsstandes. Bei der Interpretation dieser Karten muss die immerwährende Unvollständigkeit der archäologischen Datengrundlage berücksichtigt werden. Ebenso wie die selektive und einseitige Interpretation einer Auswahl bestimmter materieller Objekte in einem archäologischen Kontext simuliert die lokale Auswahl bestimmter archäologischer Fundstellen kohärente Muster. In Wirklichkeit spiegeln sie den gegenwärtigen Wissensstand, die Wahl des chronologischen Zeitraums oder das Interesse des jeweiligen Forschungsrahmens wider.

Es gibt jedoch verschiedene Modellierungstechniken, um multivariate Daten und archäologische Datensätze zu kombinieren. Unscharfe (sogenannte *fuzzy*) Kategorisierungen erzeugen beispielsweise Datenbereiche, die distinkte Brüche und Grenzwerte in Landschafts- und archäologischen Klassifikationen auflösen (Popa – Knitter 2016; Knitter u. a. 2019). Die Methode bietet Tendenzen (z. B. gut/schlecht, ungeeignet/geeignet) anstelle von Zäsuren. Das entspricht der Semantik, wie vorteilhaft bestimmte Landschaftsbereiche zu bestimmten Zeiten gewesen sein könnten. Auf der anderen Seite erzeugt ein binäres Modell intentionale Klassen in Abhängigkeit vom Datenbereich (z. B. 0,1,2...X) und damit von der Idee und der Konzeption absoluter Daten an bestimmten Orten (Adriaenssens u. a. 2004; Alexakis – Sarris 2010; Nakoinz – Knitter 2016). Beide Methoden können jedoch Unsicherheiten bei der Vorhersage von archäologischen Verbreitungen konstruieren (Verhagen 2007) – und eine Vorhersage von archäologischen Spuren bedeutet nicht automatisch deren Schutz (Reeder-Myers 2015). Letztendlich ermöglicht die ‚postdiktive‘ Modellierung, basierend auf empirischen Verteilungen, eine Theorie darüber zu entwickeln, wie die Verhältnisse in bestimmten Momenten in bestimmten Umgebungen organisiert gewesen sein könnten (Nakoinz – Knitter 2016; Verhagen 2018) und erlaubt so, eine Vorstellung davon zu entwickeln, wie das soziale und kulturelle Verhalten in einzelnen Zeitabschnitten strukturiert war (Güimil-Fariña – Parcero-Oubiña 2015; Cowley 2016).

GIS produzieren nicht einfach nur statische Karten, sondern ermöglichen durch die hohe Datenverarbeitungskapazität und -speichermöglichkeit die Einbeziehung von Langzeitreihen moderner Landoberflächenveränderungen und historischen Karten sowie archäologischen Fundstellen (Hacıgüzeller 2012; Lock – Pouncett 2017). Insbesondere die Integration von

Satellitenbildern ermöglicht heutzutage eine sehr hohe räumliche und zeitliche Auflösung der Oberflächenüberwachung (stellvertretend bei Doneus 2013). Neuere Arbeiten haben eine Vielzahl von Methoden zur Verfolgung von beispielsweise Vegetationsbedeckung, Bodenerosion und Dürreerisiken auf verschiedenen Zeitskalen vorgestellt (Erfurt u. a. 2019; Kempf – Glaser 2020). Satellitengestützte Fernerkundungsanwendungen bieten eine umfangreiche Auswahl an Werkzeugen für digitale Umweltstudien, Vorhersagen und Kartierungen.⁵

In der quantitativen Archäologie ebenso wie in der Paläogeographie bieten die meisten Datensätze jedoch keinen unmittelbaren Zugang zu vormodernen Umweltparametern. In diesem Zusammenhang spielt interdisziplinäres Fachwissen eine entscheidende Rolle bei der Interpretation und der Wahl des methodischen Forschungsrahmens. Archäologische Narrative bieten vielfältige Fallstricke und erleichtern nicht immer die inter- oder transdisziplinäre Zusammenarbeit. Paläoumweltdaten aus der Analyse (stabiler) Isotope, von Radiokarbondatierungen, Eisbohrkernproben, Seesedimenten, Pollen, Jahrringbreiten und malakofaunalen Überresten liefern zum Teil hochauflösende chronologische Stratigraphien vormoderner Umwelten.⁶ Diese Proxys werden durch schriftliche Quellen, historische Karten und die Typologie der jeweiligen archäologischen Periode ergänzt (Schuppert – Dix 2009). Andererseits kann auch die Verteilung der archäologischen Fundstellen in der Landschaft dazu beitragen, spezifische naturräumliche Entwicklungen nachzuvollziehen. Diese Kombinationen ermöglichen innovative Ansätze in beiden Wissenschaftsbereichen – Archäologie und Umwelt- und Naturwissenschaft.

Landschaftsaffordanzen: von Landschaftsökologie zu Landschaftsassemblagen

„The affordance of an object is neither solely an independent property of the object itself, nor is it exclusively an intentional state within the mind of the person engaging with it, but a relational property shared between object and agent.“ (Knappett 2004, 46)

5 Lasaponara – Masini 2011; 2013; Sarris u. a. 2013; Chen u. a. 2017; Masini u. a. 2018; Knitter u. a. 2019.

6 Longin 1971; Dansgaard u. a. 1982; Krolopp – Sümegi 1995; Stuiver – Grootes 2000; Tegel u. a. 2010; Brewer u. a. 2017.

In seiner Arbeit von 2004 sieht Knappett das Zusammenspiel von Agens und Objekt als ein dynamisches und situationsbedingtes Verhältnis, das sich in der Umgebung im Moment der kognitiven und/oder physischen Interaktion abspielt (vgl. zudem Gibson 1979; Stoffregen 2003; Withagen u. a. 2012). Mit der Begründung, dass räumliche Variablen im Moment der Wahrnehmung immer auch eine zeitliche Komponente besitzen, bildet die direkte Bedeutungswahrnehmung die Hauptvoraussetzung für die Anwendung des Konzepts der Affordanzen. Nicht unmittelbar direkte und zeitlich verzögerte Wahrnehmungen verhindern intuitives Handeln und jeder Moment ist durch die ständige Verarbeitung von neuen Umwelterkenntnissen gekennzeichnet. Primär die direkte visuelle Wahrnehmung erlaubt es dem Individuum, Informationen schnell zu erfassen und zu verarbeiten, und so eine mentale Interaktionsfläche zu erzeugen, die wiederum die narrativen Strukturen der Landschaft abbildet (Ingold 2000). Das ermöglicht Bewegung und bei kontrollierter, kontinuierlicher Entscheidung auch rationale Bewegungsmuster.

Obwohl die in diesem Artikel vorgestellten Argumente darauf abheben, dass Landschaft keine eigene Agency besitzt und die im Raum vorhandenen Umweltattribute keine vom Betrachtungssystem losgelöste Bedeutung haben können, ist diese direkte Wahrnehmung von Naturraum(daten) durch das Individuum eine der Hauptanforderungen bei der Entwicklung von Landschaften. Basierend auf den Ergebnissen von David Webster (1999) kann die Beziehung zwischen Affordanz und Landschaft in zwei Teile zerlegt werden: Sogenannte Invarianten niederer Ordnung bezeichnen die einzelnen Elemente einer Landschaft, wie beispielsweise physische Komponenten. Invarianten höherer Ordnung fassen diese Elemente zusammen und erzeugen potenziell verfügbare/nicht verfügbare oder nutzbare/nicht nutzbare Flächen, die einem Individuum angeboten werden (Webster 1999). Doch wäre es darüber hinaus sinnvoll, die scheinbaren und tatsächlichen Möglichkeiten durch die Einbeziehung der dynamischen Bedingungen der Invarianten niederer Ordnung um eine weitere Ebene zu ergänzen (Gillings 2007). Bloße physikalische Variablen sind durchweg ein Produkt von Rückkopplungen und Wechselbeziehungen von Variablen, die im Umweltnetzwerk nahe beieinander liegen – man stelle sich hier Vegetationsdynamik und Wasserkreislauf einzelner Pflanzenarten vor. Invarianten niederer Ordnung können als Variablen ohne einen spezifischen zeitlichen und/oder räumlichen Charakter angesprochen werden. Der Sprung einer Variablen von einer Stufe niederer Ordnung zu einer anderen höherer Ordnung ist in diesem Gefüge jedoch ein konstanter Prozess. Sobald dieses Element eine höhere Stufe im System erreicht hat, wird es aktiviert und überträgt seine Energie auf das nächste Element in der neuen Umgebung. Ganz besonders kommen solche ökologischen Rückkopplungen bei Systemänderungen wie Klimawandel und dem

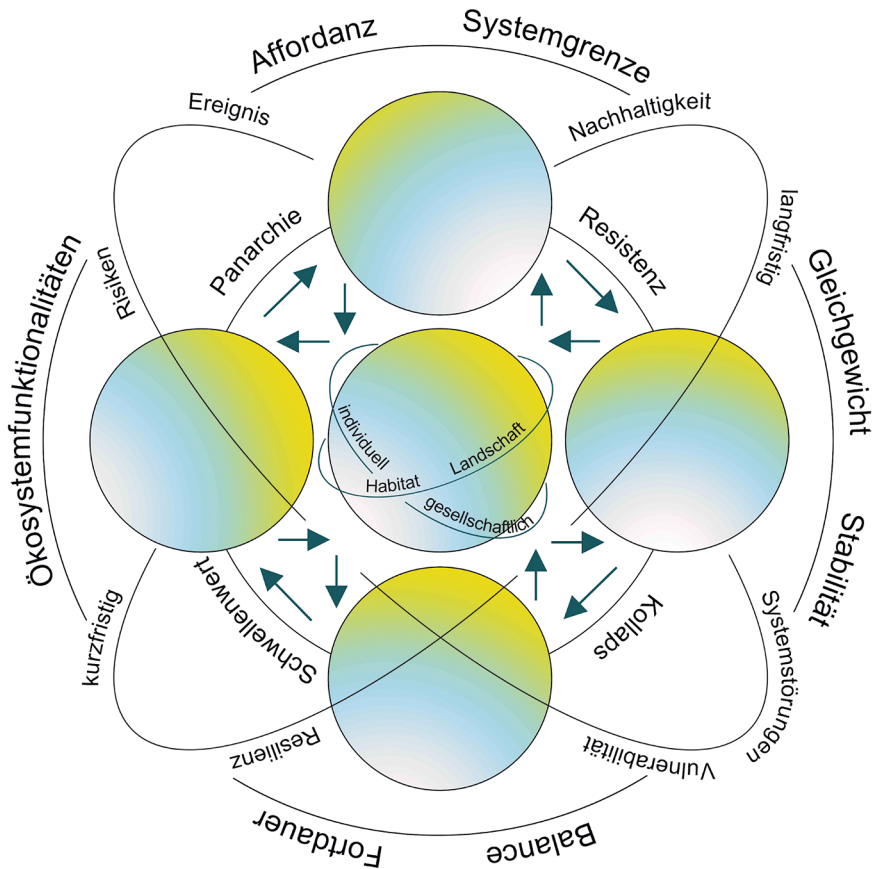


Abb. 3: Systemkonnektivitätsmodell mit multidimensionalen Rückkopplungen (© Autor).

Eindringen von Neophyten zum Ausdruck. Die angepasste Spezies vollzieht den Sprung von niederer Ordnung (Pflanze) zu höherer Ordnung (Dominant, Verdrängung) rasant und optimiert dabei für sich die Standortbedingungen wie beispielsweise Lichtverfügbarkeit. Damit ändern sich die verfügbaren Affordanzen im gesamten Ökosystem aufgrund von Habitatausweitungen im verfügbaren Rahmen von Topographie, Wasserhaushalt, Temperatur etc. Die Aktivierung und Deaktivierung ökologischer Prozesse sind konstante Parameter der Umweltentwicklung (Stoffregen 2000). Der genaue zonale Ablauf ökologischer Prozesse unterliegt wiederum den Determinanten der Zugänglichkeit und Verfügbarkeit ökologischer Lebensräume. Im ökologischen Sinne sind diese Lebensräume nur dann von Interesse, wenn sie in einem ökonomischen Kosten-Nutzen-Verhältnis erreichbar und verfügbar sind.

Die Schwelle, die es einer Population ermöglicht, die Grenzen ihres Lebensraumes zu überwinden, kann räumlich beschrieben werden (z.B. Überbevölkerung – Systemkollaps – Migration/Aussterben). In einem Modell bedeutet dies die Berücksichtigung der erhöhten Erhaltungskosten des Systems (Energieaufwand) und der lokalen Verwundbarkeit mit den möglichen Kosten der Umstrukturierung (Vulnerabilität der Bevölkerung, Resilienz, Anpassungskosten) (vgl. Abb. 3). Die tatsächliche Vulnerabilität eines ökologischen Systems wird also durch die potenziellen Affordanzen gesteuert, die durch die Akkumulation von mindestens zwei Variablen niedriger Ordnung gebildet werden. Obwohl diese potenziellen Affordanzen nicht materiell greifbar sind, materialisiert sich ihre Gegenwart in der ständigen Anpassung, Vorbereitung, Reaktion und Transformation ihrer unmittelbaren Umgebung an vergangene und mögliche zukünftige Ereignisse (Steigerung der kurzfristigen Resilienz auf Kosten der Langzeit-Nachhaltigkeit). Auch wenn die Affordanzen für Außenstehende des Systems vielleicht nicht unmittelbar verständlich sind, sind wir in der Lage, ihre Ausgangssituation (akkumulative Variablen niedriger Ordnung) und ihre Folgen (Anpassungsstrategien, Lebensraumverlust, Neuorientierung) zu erkennen und zu visualisieren. Ganz grundsätzlich bedeutet dies, dass Menschen Informationen aus den Erfahrungen anderer Menschen gewinnen (Gramsch 1996; Scarantino 2003). In einem umweltarchäologischen Kontext ermöglicht dies, aus multivariaten Landschaftsanalysen Affordanzen zu interpolieren.

Die Transformation der (vor)modernen Landschaft

Wie bereits betont wurde, ist die Entwicklung von Landschaft in Raum und Zeit multidirektional und hochgradig situationsbedingt. Entscheidungen, die in der Vergangenheit getroffen worden sind, veränderten das heutige Erscheinungsbild der Welt. Und jüngste Entscheidungen darüber, wie bestimmte Teile der Erde in Zukunft genutzt werden, beeinflussen unsere heutige Landschaftskategorisierung. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass jede (menschliche) Präsenz eine Transformation darstellt und die Transformation von (A) zu einer Transformation von (B) führt. Diese Theorie wird durch das Konzept der funktionalen Landschaftskonnektivität unterstützt, das die Bewegung von Organismen und die konsequente Entwicklung der Landschaft durch die Nutzung und entlang von Ressourcenfelder beschreibt. Es ist jedoch zu beachten, dass Landschaften nicht *per se* als Ressourcen zu betrachten sind. Landschaften enthalten Ressourcen. Diese Ressourcenverteilungen bestimmen zumindest teilweise die Richtung der menschlichen Bewegungsmuster und folglich die soziokulturelle Entwicklung.

Das Verständnis der Variabilität eines Untersuchungsgebietes und seiner Umweltfeedbacks scheint der Schlüssel für die Erstellung eines multivariaten Affordanzmodells zu sein, das darauf abzielt, die charakteristischen Strukturen der archäologischen Datensätze zu erklären. Diese Muster unterliegen jedoch vielfältigen Verzerrungen, die meist in der unstrukturierten und wenig repräsentativen Natur der archäologischen Datenbestände liegen.⁷ Verschiedene Umweltparameter und moderne Oberflächentransformationen verzerren die Verteilung und die Wahrnehmung des archäologischen Datensatzes. In den meisten Fällen ist die tatsächliche Verzerrung eine Zusammensetzung von Wechselwirkungen zwischen natürlichen Voraussetzungen und menschlichen Reaktionen auf diese (Cowley 2016). Die starken modernen Oberflächenmodifikationen machen es besonders schwierig, sich einer potenziell vormodernen Umwetoberfläche zu nähern. Kritische Stufen und umweltbedingte Kippunkte in soziokulturellen Systemen können erst nach ihrem Auftreten erfasst werden. Das ist natürlich eines der Schlüsselemente der archäologischen Forschung, die zumeist auf den materiellen Überresten von vergangenen Gesellschaften aufbaut. Aber inwieweit ist unsere moderne archäologische Verbreitung eine Reaktion ehemaliger Gesellschaften auf vormoderne Umweltbedingungen und wie haben diese ihre Umwelt wahrgenommen? Jede archäologisch identifizierbare Gruppe nimmt ihre Landschaft als ein umgestaltetes Konstrukt der Kulturlandschaft ihrer Vorgänger wahr, und es existiert keine Landschaft ohne entsprechende menschliche Wahrnehmung.

Räumliche Muster in der archäologischen Erfassung: eine moderne Vergangenheit?

Einfache Verbreitungskarten archäologischer Daten sind vordergründig wenig sinnstiftend. Sie erzeugen artifizielle Muster im künstlichen Raum. Die Stärke von GIS in der Archäologie hingegen ist seine Vielfalt (Conolly – Lake 2006). Der Prozess, der hinter der Einbeziehung von GIS oder digitaler Modellierung im Allgemeinen steht, ist nicht dazu gedacht, der Interpretation menschlicher Verhaltensmuster entgegenzustehen, sondern vielmehr die Ansätze einer umfassenden und modernen Landschaftsarchäologie zu ergänzen und zu erweitern (Llobera 2012). Wie in jeder anderen Wissenschaft sind Unsicherheiten eine grundlegende Eigenschaft des Fortschritts und der Forschungsentwicklung, und insbesondere archäologische relative

7 van Leusen 1996; 2002; Knappett 2004; Cowley 2016.

Daten können leicht mit naturwissenschaftlich ‚absoluten‘ Daten verwechselt werden. Es ist jedoch der momentane Stand der archäologischen Forschung, der zur Modellierung des räumlichen Verhaltens vergangener Gesellschaften herangezogen wird. Moderne Landschafts-Eignungsmodelle und ‚Potenzialkarten‘ können dazu verwendet werden, kontinuierlich genutzte Gebiete mit intensiver menschlicher Aktivität zu identifizieren. Andererseits können sie aber auch dazu verwendet werden, die Auswirkungen der modernen Landbedeckungsveränderung auf die (moderne) archäologische Verteilung abzuschätzen und damit methodische Quellenkritik zu betreiben.

Die moderne Landnutzung beeinflusst unsere Wahrnehmung der Verteilung von archäologischen Funden in der Landschaft. Dafür kann es mehrere Gründe geben: Erstens ist es möglich, dass das Untersuchungsgebiet eine durchgängige landwirtschaftliche Nutzung und Besiedlungskontinuität erfahren hat. Folglich befinden sich die archäologischen Fundorte dort, wo die geeignetsten Umweltbedingungen herrschen. Dies würde auf ein sehr stabiles Umwelt- und Ökosystem und ein ebenfalls statisches menschliches Verhalten in der Landschaft hindeuten. Die andere Möglichkeit ist jene, dass die Daten durch die moderne, verstärkte Oberflächentransformation, die vielen Ausgrabungen, die Prospektionen und das allgemeine Interesse an Archäologie verzerrt sind. Am wahrscheinlichsten wäre eine Kombination aus mehreren Faktoren, der hohen Eignung einer Region, einer kontinuierlichen Bevölkerung und einer modernen Verzerrung der Daten.

In diesem Artikel wird der Begriff Landschaftsaffordanz nicht als die Wahrnehmung rein physischer Ressourcen verstanden, sondern vielmehr als die persönlichen Bedürfnisse von Individuen, die in ihrer unmittelbaren Umgebung handeln. Es wurde argumentiert, dass Affordanzen nicht als materielle Eigenschaften in der Landschaft gesehen werden, die rein physisch wahrgenommen werden können (Webster 1999; Gillings 2007). Dies wird besonders deutlich, wenn die Forschung die digitale Ebene erreicht. Es wird schnell relativiert, dass Gibson und Ingold weniger die Modellierung archäologischer Aufzeichnungen in Bezug auf die Umwelt im Auge hatten, als vielmehr die soziologischen Aspekte des Aussagecharakters der Landschaft in Bezug auf ihre Organismen (Llobera 2012; Lock – Pouncett 2017). Quantitative Methoden in der Archäologie zur Erfassung von Interaktionen des Menschen sind unweigerlich mit der Visualisierung von räumlichen Mustern des archäologischen Materials verbunden. Und diese unterliegen kartographischen Standards, digital aufbereiteten Geodaten und somit zwangsläufig der Gefahr von umweltdeterministischer Interpretation (Kempff 2020c).

Schlussbetrachtung

Zu Recht hinterfragt David Cowley kritisch, ob unsere archäologischen Daten ein repräsentatives Abbild vergangener Aktivitäten darstellen oder vielmehr das Produkt moderner Landnutzungsmuster sind (Cowley 2016). Genauso könnte man zu bedenken geben, ob unsere Landschaft ein ebenso charakteristisches Bild vergangener menschlicher Aktivitäten oder letztendlich das Ergebnis rein moderner Landnutzungsänderungen widerspiegelt. In beiden Fällen handelt es sich bei menschlichen Handlungsräumen um dynamische und vielschichtige Anpassungen an Umweltkonfigurationen und lokale Landschaftsaffordanzen. Moderne Oberflächen repräsentieren somit Ressourcenzusammenstellungen verschiedener Wahrnehmungen, Ideen und Entscheidungen, die in der jeweiligen Landschaft platziert wurden. Das System, das den Konnektivitätsmustern der Ressourcen zugrunde liegt und das letztlich die Landschaft gestaltet, wird jedoch durch mehrere kurz- und langfristige Umweltprozesse gesteuert, die für die menschliche Kategorisierung potenzieller Lebensraum- oder Ressourcenflächen entscheidend sind. Um die Muster des menschlichen Verhaltens in der Vergangenheit nachzuvollziehen, muss diese räumlich-zeitliche Umweltvariabilität erkannt, isoliert und im Hinblick auf ökologische Rückkopplungen und soziokulturelle Reaktionen interpretiert werden. Die Verwendung GIS-basierter moderner Datensätze, die Integration von Fernerkundungstechniken und die konsequente Einbeziehung archäologischer Daten hat sich in diesem Zusammenhang als eine immer bedeutendere Methode zum Verständnis vormoderner und moderner Landschaftsentwicklung erwiesen.

Eine Vielzahl kultureller Gruppen hat unterschiedliche Anforderungen an ihre Landschaft gestellt – auf unterschiedlichen soziokulturellen oder sozioökonomischen Ebenen. Das hat zur Überlagerung verschiedenster Kulturschichten und zu einer heterogenen Nutzungsintensität der Landschaft geführt. Sicherlich haben bestimmte Bereiche der Landschaft eine intensivere Ressourcennutzung erfahren als andere – zumeist aufgrund ihrer höheren Affordanzen, wie beispielsweise der Verfügbarkeit der eigentlichen materiellen Ressourcen, des strategischen Standortes, der landwirtschaftlichen Eignung oder der geringeren Anfälligkeit der Siedlungsgebiete gegenüber Umwelttrisiken. Diese räumlichen Muster erlauben es, jenes kulturelle Verhalten von Gruppen zu bestimmen, das ihren Umweltvoraussetzungen am besten entspricht.

Ein Hauptproblem ist dabei die dynamische Zusammensetzung der Landschaft, die keinen klaren Grenzen folgt und ständig durch Erfahrungen, Entscheidungen und Auswahlmöglichkeiten der Individuen umgestaltet wird. Die räumliche Analyse von archäologischen Quellen wie Siedlungs- oder

Gräberfeld-Verteilungen bietet einen möglichen Zugang zu diesen Kompositionen. Die quantitative Forschung ermöglicht es, Muster in Bezug auf Topographie, Geologie oder das hydrologische System der heutigen Gesellschaft zu erkennen. Es muss jedoch betont werden, dass weder die Archäologie noch die Umweltwissenschaften in der Lage sind, vergangene menschliche Verhaltensmuster vollständig zu rekonstruieren. Zum einen sind die verfügbaren Daten entweder unvollständig oder durch moderne Oberflächentransformationen erheblich verzerrt. Und schließlich ist die moderne Wahrnehmung der Landschaft das Produkt einer Vielzahl von Landschaftspalimpsesten der Vergangenheit, die kulturelle Abläufe auf (sehr) langfristiger Ebene einschließen. Das Verständnis menschlicher Muster würde folglich die Analyse aller Kulturperioden auf allen Zeitskalen erfordern – eine wissenschaftliche Herausforderung.

Wie dargelegt, sind die verfügbaren Daten durch die baulichen Aktivitäten der modernen Gesellschaft stark verzerrt. Dies hat umfassende archäologische Erkenntnisse hervorgebracht. Der räumliche Informationsgehalt dieser Daten wird jedoch in erster Linie von den lokalen Behörden, dem modernen Pull-Faktor der städtischen und ländlichen Agglomerationen und den technischen Standards der jeweiligen Denkmalbehörde festgelegt. Das macht es fast unmöglich, die Standortparameter zu bewerten und ein Vorhersagemodell für potenzielle archäologische Risikokarten zu erstellen – eines der Hauptziele der Denkmalpflege. Die Isolierung der Verzerrungen (und des *noise*, also das Rauschen) in den Daten ist eine große Herausforderung der modernen Landschaftsarchäologie und zukünftiger denkmalpflegerischer Bemühungen. Der hier diskutierte Ansatz ist ein möglicher Schritt zu einer umfassenderen Interpretation vergangener menschlicher Handlungen und Entscheidungen im Raum. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass der interdisziplinäre Ansatz der Verbindung von archäologischer Forschung mit (natur-)wissenschaftlichen Methoden und digitaler Modellierung ein breit gefächertes Fachwissen über ökologische Rückkopplungen und Zusammenhänge in den sozioökologischen Systemen erfordert. Multivariate Raummodelle können einen möglichen Weg zu einer gleichwertigen interdisziplinären Forschung ebnen.

Bibliografie

- Adriaenssens u. a. 2004: Veronique Adriaenssens – Bernard De Baets – Peter L. M. Goethals – Niels De Pauw, Fuzzy Rule-based Models for Decision Support in Ecosystem Management, *Science of The Total Environment* 319,1–3, 2004, 1–12

- Alexakis – Sarris 2010: Dimitrios Alexakis – Apostolos Sarris, Environmental and Human Risk Assessment of the Prehistoric and Historic Archaeological Sites of Western Crete (Greece) with the Use of GIS, Remote Sensing, Fuzzy Logic and Neural Networks, in: Marinos Ioannides – Dieter Fellner – Andreas Georgopoulos – Diofantos G. Hadjimitsis (Hrsg.), *Digital Heritage. Third International Conference, EuroMed 2010 Lemessos, Cyprus, November 8–13, 2010. Proceedings (Berlin 2010)* 332–342
- Alexander 2009: Richard J. Alexander, *Framing Discourse on the Environment. A Critical Discourse Approach* (New York 2009)
- Baguette u. a. 2013: Michel Baguette – Simon Blanchet – Delphine Legrand – Virginie M. Stevens – Camille Turlure, Individual Dispersal, Landscape Connectivity and Ecological Networks, *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 88,2, 2013, 310–326
- Bickle u. a. 2017: Penny Bickle – Vicki Cummings – Daniela Hofmann – Joshua Pollard (Hrsg.), *The Neolithic of Europe. Papers in Honour of Alasdair Whittle* (Oxford 2017)
- Brandes 2005: Wolfram Brandes, Die Pest in Byzanz nach dem Tode Justinians (565) bis 1453, in: Mischa Meier (Hrsg.), *Pest. Die Geschichte eines Menschheits-traumas* (Stuttgart 2005) 201–224
- Brandt u. a. 1992: Roel Brandt – Bert J. Groenewoudt – Kenneth L. Kvamme, An Experiment in Archaeological Site Location. Modeling in the Netherlands Using GIS Techniques, *World Archaeology* 24,2, 1992, 268–282
- Brewer u. a. 2017: Simon Brewer – Thomas Giesecke – Basil A. S. Davis – Walter Finsinger – Steffen Wolters – Heather Binney – Jacques-Louis de Beaulieu – Ralph Fyfe – Graciela Gil-Romera – Norbert Kühl – Petr Kuneš – Michelle Leydet – Richard H. Bradshaw, Late-glacial and Holocene European Pollen Data, *Journal of Maps* 13,2, 2017, 921–928, DOI: <https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1197613>
- Bruineberg u. a. 2019: Jelle Bruineberg – Anthony Chemero – Erik Rietveld, General Ecological Information Supports Engagement with Affordances for ‚Higher‘ Cognition, *Synthese* 196,12, 2019, 5231–5251, DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s11229-018-1716-9>
- Büntgen u. a. 2016: Ulf Büntgen – Vladimir S. Myglan – Fredrik Charpentier Ljungqvist – Michael McCormick – Nicola Di Cosmo – Michael Sigl – Johann Jungclauss – Sebastian Wagner – Paul J. Krusic – Jan Esper – Jed O. Kaplan – Michiel A. C. de Vaan – Jürg Luterbacher – Lukas Wacker – Willy Tegel – Alexander V. Kirdyanov, Cooling and Societal Change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD, *Nature Geoscience* 9,3, 2016, 231–236
- Butzer 1982: Karl W. Butzer, *Archaeology as Human Ecology. Method and Theory for a Contextual Approach* (Cambridge 1982)
- Carrara 1983: Alberto Carrara, Multivariate Models for Landslide Hazard Evaluation, *Mathematical Geology* 15,3, 1983, 403–426

- Chemero 2003: Anthony Chemero, An Outline of a Theory of Affordances, *Ecological Psychology* 15,2, 2003, 181–195
- Chen u. a. 2017: Fulong Chen – Rosa Lasaponara – Nicola Masini, An Overview of Satellite Synthetic Aperture Radar Remote Sensing in Archaeology. From Site Detection to Monitoring, *Journal of Cultural Heritage*, 23, 5–11
- Conolly – Lake 2006: James Conolly – Mark Lake, *Geographical Information Systems in Archaeology* (Cambridge 2006)
- Cowley 2016: David Cowley, What Do the Patterns Mean? Archaeological Distributions and Bias in Survey Data, in: Maurizio Forte – Stefano Campana (Hrsg.), *Digital Methods and Remote Sensing in Archaeology. Archaeology in the Age of Sensing* (Cham 2016) 147–170
- Crumley 2016: Carole L. Crumley, Historical Ecology. Integrated Thinking at Multiple Temporal and Spatial Scales, in: Alf Hornborg – Carole L. Crumley (Hrsg.), *The World System and the Earth System. Global Socio-environmental Change and Sustainability since the Neolithic* (London 2016) 15–28
- Cushman u. a. 2010: Samuel A. Cushman – Kevin Gutzweiler – Jeffrey S. Evans – Kevin McGarigal, The Gradient Paradigm. A Conceptual and Analytical Framework for Landscape Ecology, in: Samuel A. Cushman – Falk Huettmann (Hrsg.), *Spatial Complexity, Informatics, and Wildlife Conservation* (Tokyo 2010) 83–108
- Dansgaard u. a. 1982: Willi Dansgaard – Henrik B. Clausen – Niels Gundestrup – Claus U. Hammer – Sigfús F. Johnsen – P. M. Kristinsdottir – Niels Reeh, A New Greenland Deep Ice Core, *Science* 218,4579, 1982, 1273–1277
- David – Thomas 2010: Bruno David – Julian Thomas (Hrsg.), *Handbook of Landscape Archaeology* (Abingdon 2010)
- Diachenko – Zubrow 2015: Aleksandr Diachenko – Ezra B. W. Zubrow, Stabilization Points in Carrying Capacity. Population Growth and Migrations, *Journal of Neolithic Archaeology* 17, 2015, 1–15, DOI: <https://www.doi.org/10.12766/jna.2015.1>
- Dincauze 2000: Dena F. Dincauze, *Environmental Archaeology. Principles and Practice* (Cambridge 2000)
- Doneus 2013: Michael Doneus, Die hinterlassene Landschaft. Prospektion und Interpretation in der Landschaftsarchäologie, *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission / Österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse* 78 (Wien 2013)
- Ellis 2015: Erle C. Ellis, Ecology in an Anthropogenic Biosphere, *Ecological Monographs* 85,3, 2015, 287–331, DOI: <https://www.doi.org/10.1890/14-2274.1>
- Erfurt u. a. 2019: Mathilde Erfurt – Georgios Skiadaresis – Erik Tjeldeman – Veit Blauhut – Jürgen Bauhus – Rüdiger Glaser – Julia Schwarz – Willy Tegel – Kerstin Stahl, A Multidisciplinary Drought Catalogue for Southwestern Germany Dating Back to 1801, *Natural Hazards and Earth System Sciences* 20,11, 2019, 2979–2995: DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-20-2979-2020>
- Fazey u. a. 2010: Ioan Fazey – Javier G. P. Gamarra – Joern Fischer – Mark S. Reed – Lindsay C. Stringer – Mike Christie, *Adaptation Strategies for Reducing*

- Vulnerability to Future Environmental Change, *Frontiers in Ecology and the Environment* 8,8, 2010, 414–422
- Fernández-López de Pablo u. a. 2019: Javier Fernández-López de Pablo – Mario Gutiérrez-Roig – Madalena Gómez-Puche – Rowan McLaughlin – Fabio Silva – Sergi Lozano, Palaeodemographic Modelling Supports a Population Bottleneck During the Pleistocene-Holocene Transition in Iberia, *Nature Communications* 10,1, 2019, Art. 1872, DOI: <https://www.doi.org/10.1038/s41467-019-09833-3>
- Fleming 2006: Andrew Fleming, Post-processual Landscape Archaeology. A Critique, *Cambridge Archaeological Journal* 16,3, 2006, 267–280
- Fry u. a. 2004: Gary L. A. Fry – Brigitte Skar – Gro Jerpåsen – Vegar Bakkestuen – Lars Erikstad, Locating Archaeological Sites in the Landscape. A Hierarchical Approach Based on Landscape Indicators, *Landscape and Urban Planning* 67,1–4, 2004, 97–107
- Furholt 2018: Martin Furholt, Massive Migrations? The Impact of Recent aDNA Studies on our View of Third Millennium Europe, *European Journal of Archaeology* 21,2, 2018, 159–191, DOI: <https://www.doi.org/10.1017/ear.2017.43>
- Gibson 1979: James J. Gibson, *The Ecological Approach to Visual Perception* (Boston 1979)
- Gillings 2007: Mark Gillings, The Ecsefalva Landscape. Affordance and Inhabitation, in: Alasdair Whittle (Hrsg.), *The Early Neolithic on the Great Hungarian Plain. Investigations of the Körös Culture Site of Ecsefalva 23, County Békés, Varia Archaeologica Hungarica* 21 (Budapest 2007) 31–46
- Gillings 2009: Mark Gillings, Visual Affordance, Landscape, and the Megaliths of Alderney, *Oxford Journal of Archaeology* 28,4, 2009, 335–356
- Gobster u. a. 2007: Paul H. Gobster – Joan I. Nassauer – Terry C. Daniel – Gary Fry, The Shared Landscape. What Does Aesthetics Have to Do with Ecology?, *Landscape Ecology* 22,7, 2007, 959–972, DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s10980-007-9110-x>
- Gramsch 1996: Alexander Gramsch, Landscape Archaeology. Of Making and Seeing, *Journal of European Archaeology* 4, 1996, 19–38
- Greider – Garkovich 1994: Thomas Greider – Lorraine Garkovich, Landscapes. The Social Construction of Nature and the Environment, *Rural Sociology* 59,1, 1994, 1–24
- Güimil-Fariña – Parcero-Oubiña 2015: Alejandro Güimil-Fariña – César Parcero-Oubiña, „Dotting the Joins“. A Non-reconstructive Use of Least Cost Paths to Approach Ancient Roads. The Case of the Roman Roads in the NW Iberian Peninsula, *Journal of Archaeological Science* 54, 2015, 31–44
- Gurrutxaga u. a. 2010: Mikel Gurrutxaga – Pedro J. Lozano – Gabriel del Barrio, GIS-based Approach for Incorporating the Connectivity of Ecological Networks into Regional Planning, *Journal for Nature Conservation* 18,4, 2010, 318–326
- Hacıgüzeller 2012: Piraye Hacıgüzeller, GIS, Critique, Representation and Beyond, *Journal of Social Archaeology* 12,2, 2012, 245–263

- Hanson u. a. 2012: China A. Hanson – Jed A. Fuhrman – M. Claire Horner-Devine – Jennifer B. H. Martiny, Beyond Biogeographic Patterns. Processes Shaping the Microbial Landscape, *Nature Reviews Microbiology* 10,7, 2012, 497–506
- Harden 2012: Carol P. Harden, Framing and Reframing Questions of Human-Environment Interactions, *Annals of the Association of American Geographers* 102,4, 2012, 737–747
- Hargrove – Hoffman 2004: William W. Hargrove – Forrest M. Hoffman, Potential of Multivariate Quantitative Methods for Delineation and Visualization of Ecoregions, *Environmental Management* 34, Suppl. 1, 2004, S39–S60, DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s00267-003-1084-0>
- Head 2010: Lesley Head, Cultural Ecology. Adaptation – Retrofitting a Concept?, *Progress in Human Geography* 34,2, 2010, 234–242
- Henderson – Loreau 2019: Kirsten Henderson – Michel Loreau, An Ecological Theory of Changing Human Population Dynamics, *People and Nature* 1,1, 2019, 31–43, DOI: <https://www.doi.org/10.1002/pan3.8>
- Heras-Escribano – Pinedo-García 2017: Manuel Heras-Escribano – Manuel De Pinedo-García, Affordances and Landscapes. Overcoming the Nature-Culture Dichotomy through Niche Construction Theory, *Frontiers in Psychology* 8, 2017, Art. 2294, DOI: <https://www.doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02294>
- Hesse 2010: Ralf Hesse, LiDAR-derived Local Relief Models. A New Tool for Archaeological Prospection, *Archaeological Prospection* 17,3, 2010, 67–72
- Ingold 2000: Tim Ingold, The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill (London 2000)
- Jung 2018: Matthias Jung, Das objekt-epistemologische Potential des Affordanzkonzeptes James Gibsons und seine Bedeutung als Grundlage von ‚Objektbiographien‘. Methodologische Anmerkungen und exemplarische Fallstudie, in: Markus Hilgert – Kerstin P. Hofmann – Henrike Simon (Hrsg.), Objekt-epistemologien. Zur Vermessung eines transdisziplinären Forschungsraums, *Berlin Studies of the Ancient World* 59 (Berlin 2018) 135–178
- Kamermans – Wansleeben 1999: Hans Kamermans – Milco Wansleeben, Predictive Modelling in Dutch Archaeology, Joining Forces, in: Juan A. Barcelo – Ivan Briz – Assumpcio Vila (Hrsg.), New Techniques for Old Times – CAA 98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 26th Conference, Barcelona, March 1998, *British Archaeological Reports. International Series* 757 (Oxford 1999) 225–229
- Kempf 2019: Michael Kempf, The Application of GIS and Satellite Imagery in Archaeological Land-use Reconstruction. A Predictive Model?, *Journal of Archaeological Science. Reports* 25, 2019, 116–128
- Kempf 2020a: Michael Kempf, Modeling Multivariate Landscape Affordances and Functional Ecosystem Connectivity in Landscape Archeology, *Archaeological and Anthropological Sciences* 12, 2020, Art. 159, DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s12520-020-01127-w>

- Kempf 2020b: Michael Kempf, Fables of the Past. Landscape (Re-)constructions and the Bias in the Data, *Documenta Praehistorica* 47, 2020, 476–492, DOI: <https://www.doi.org/10.4312/dp.47.27>
- Kempf 2020c: Michael Kempf, From Landscape Affordances to Landscape Connectivity. Contextualizing an Archaeology of Human Ecology, *Archaeological and Anthropological Sciences* 12, 2020, Art. 174, DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s12520-020-01157-4>
- Kempf – Glaser 2020: Michael Kempf – Rüdiger Glaser, Tracing Real-Time Transnational Hydrologic Sensitivity and Crop Irrigation in the Upper Rhine Area over the Exceptional Drought Episode 2018–2020 Using Open Source Sentinel-2 Data, *Water* 12,12, 2020, Art. 3298, DOI: <https://www.doi.org/10.3390/w12123298>
- Kent 2007: Martin Kent, Biogeography and Landscape Ecology, *Progress in Physical Geography, Earth and Environment* 31,3, 2007, 345–355
- Knappett 2004: Carl Knappett, The Affordances of Things. A Post-Gibsonian Perspective on the Relationality of Mind and Matter, in: Elizabeth DeMarrais – Chris Gosden – Colin Renfrew (Hrsg.), *Rethinking Materiality. The Engagement of Mind with the Material World* (Cambridge 2004) 43–51
- Knitter u. a. 2019: Daniel Knitter – Gerrit Günther – Wolfgang Berengar Hamer – Torben Keßler – Joana Seguin – Ingmar Unkel – Erika Weiberg – Rainer Duttmann – Oliver Nakoinz, Land Use Patterns and Climate Change. A Modeled Scenario of the Late Bronze Age in Southern Greece, *Environmental Research Letters* 14,12, 2019, Art. 125003, DOI: <https://www.doi.org/10.1088/1748-9326/ab5126>
- Krolopp – Sümegi 1995: Endre Krolopp – Pál Sümegi, Palaeoecological Reconstruction of the Late Pleistocene, Based on Loess Malacofauna in Hungary, *GeoJournal* 36,2, 1995, 213–222
- Kühne 2019: Olaf Kühne, Phänomenologische Landschaftsforschung, in: Olaf Kühne – Florian Weber – Karsten Berr – Corinna Jenal (Hrsg.), *Handbuch Landschaft, RaumFragen. Stadt – Region – Landschaft* (Wiesbaden 2019) 135–144
- Kühne – Weber 2019: Olaf Kühne – Florian Weber, Landschaft und Heimat. Argumentative Verknüpfungen durch Bürgerinitiativen im Kontext des Stromnetzes und des Windkraftausbaus, in: Martina Hülz – Olaf Kühne – Florian Weber (Hrsg.), *Heimat. Ein vielfältiges Konstrukt, RaumFragen. Stadt – Region – Landschaft* (Wiesbaden 2019) 163–178
- Kupfer 1995: John A. Kupfer, Landscape Ecology and Biogeography, *Progress in Physical Geography. Earth and Environment* 19,1, 1995, 18–34
- Kupfer 2012: John A. Kuper, Landscape Ecology and Biogeography. Rethinking Landscape Metrics in a Post-FRAGSTATS Landscape, *Progress in Physical Geography. Earth and Environment* 36,3, 2012, 400–420
- Küster 1999: Hansjörg Küster, *Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart* ²⁰(München 1999)

- Lasaponara – Masini 2011: Rosa Lasaponara – Nicola Masini, Satellite Remote Sensing in Archaeology. Past, Present and Future Perspectives, *Journal of Archaeological Science* 38,9, 2011, 1995–2002
- Lasaponara – Masini 2013: Rosa Lasaponara – Nicola Masini, Satellite Synthetic Aperture Radar in Archaeology and Cultural Landscape. An Overview, *Archaeological Prospection* 20,2, 2013, 71–78
- van Leusen 1996: Martijn van Leusen, Unbiasing the Archaeological Record, *Archeologia e Calcolatori* 7, 1996, 129–135
- van Leusen 2002: Martijn van Leusen, Pattern to Process. Methodological Investigations into the Formation and Interpretation of Spatial Patterns in Archaeological Landscapes, PhD Thesis (Groningen 2002) <<https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/7002343/thesis.pdf>> (13.03.2024)
- Llobera 1996: Marcos Llobera, Exploring the Topography of Mind. GIS, Social Space and Archaeology, *Antiquity* 70,269, 1996, 612–622
- Llobera 2012: Marcos Llobera, Life on a Pixel. Challenges in the Development of Digital Methods Within an „Interpretive“ Landscape Archaeology Framework, *Journal of Archaeological Method and Theory* 19,4, 2012, 495–509, DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s10816-012-9139-2>
- Lock – Pouncett 2017: Gary Lock – John Pouncett, Spatial Thinking in Archaeology. Is GIS the Answer?, *Journal of Archaeological Science* 84, 2017, 129–135
- Lomolino u. a. 2015: Mark V. Lomolino – Bryan C. Pijanowski – Amandine Gasc, The Silence of Biogeography, *Journal of Biogeography* 42,7, 2015, 1187–1196
- Longin 1971: Robert Longin, New Method of Collagen Extraction for Radiocarbon Dating, *Nature* 230,5291, 1971, 241–242
- Loveland 1991: Katherine A. Loveland, Social Affordances and Interaction 2. Autism and the Affordances of the Human Environment, *Ecological Psychology* 3,2, 1991, 99–119
- Marquardt – Crumley 1987: William H. Marquardt – Carole L. Crumley, Theoretical Issues in the Analysis of Spatial Patterning, in: Carole L. Crumley – William H. Marquardt (Hrsg.), *Regional Dynamics. Burgundian Landscapes in Historical Perspective* (San Diego 1987) 1–18
- Masini u. a. 2018: Nicola Masini – Cosimo Marzo – Paola Manzari – Antonella Belmonte – Canio Sabia – Rosa Lasaponara, On the Characterization of Temporal and Spatial Patterns of Archaeological Crop-marks, *Journal of Cultural Heritage* 32, 2018, 124–132
- McGarigal – Cushman 2009: Kevin McGarigal – Samuel A. Cushman, The Gradient Concept of Landscape Structure, in: John A. Wiens – Michael R. Moss (Hrsg.), *Issues and Perspectives in Landscape Ecology* (Cambridge 2009) 112–119
- Müller 2005: Johannes Müller, Soziale Grenzen und Zeichensysteme in prähistorischen Gesellschaften, in: Tobias L. Kienlin (Hrsg.), *Die Dinge als Zeichen. Kulturelles Wissen und materielle Kultur. Internationale Fachtagung an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, 3. – 5. April 2003, Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie* 127 (Bonn 2005) 255–261

- Nakoinz – Knitter 2016: Oliver Nakoinz – Daniel Knitter, *Modelling Human Behaviour in Landscapes* (Cham 2016)
- Nguyen – Liou 2019: Kim-Anh Nguyen – Yuei-An Liou, *Global Mapping of Eco-environmental Vulnerability from Human and Nature Disturbances*, *The Science of the Total Environment* 664, 2019, 995–1004
- Popa – Knitter 2016: Cătălin Nicolae Popa – Daniel Knitter, *From Environment to Landscape. Reconstructing Environment Perception Using Numerical Data*, *Journal of Archaeological Method and Theory* 23,4, 2016, 1285–1306, DOI: <https://www.doi.org/10.1007/s10816-015-9264-9>
- Reeder-Myers 2015: Leslie A. Reeder-Myers, *Cultural Heritage at Risk in the Twenty-First Century. A Vulnerability Assessment of Coastal Archaeological Sites in the United States*, *The Journal of Island and Coastal Archaeology* 10,3, 2015, 436–445
- Rietveld – Kiverstein 2014: Erik Rietveld – Julian Kiverstein, *A Rich Landscape of Affordances*, *Ecological Psychology* 26,4, 2014, 325–352, DOI: <https://www.doi.org/10.1080/10407413.2014.958035>
- Ruddiman 2007: William F. Ruddiman, *The Early Anthropogenic Hypothesis. Challenges and Responses*, *Reviews of Geophysics* 45,4, 2007, 1–37, DOI: <https://www.doi.org/10.1029/2006RG000207>
- Sarris u. a. 2013: Apostolos Sarris – Nikos Papadopoulos – Athos Agapiou – Maria Cristina Salvi – Diofantos G. Hadjimitsis – William A. Parkinson – Richard W. Yerkes – Attila Gyucha – Paul R. Duffy, *Integration of Geophysical Surveys, Ground Hyperspectral Measurements, Aerial and Satellite Imagery for Archaeological Prospection of Prehistoric Sites. The Case Study of Vésztő-Mágor Tell, Hungary*, *Journal of Archaeological Science* 40,3, 2013, 1454–1470
- Scarantino 2003: Andrea Scarantino, *Affordances Explained*, *Philosophy of Science* 70,5, 2003, 949–961
- Schaich u. a. 2010: Harald Schaich – Claudia Bieling – Tobias Plieninger, *Linking Ecosystem Services with Cultural Landscape Research*, *GAIA* 19,4, 2010, 269–277, DOI: <https://www.doi.org/10.14512/gaia.19.4.9>
- Schuppert – Dix 2009: Christof Schuppert – Andreas Dix, *Reconstructing Former Features of the Cultural Landscape Near Early Celtic Princely Seats in Southern Germany*, *Social Science Computer Review* 27,3, 2009, 420–436
- Stedman 2003: Richard C. Stedman, *Is It Really Just a Social Construction? The Contribution of the Physical Environment to Sense of Place, Society and Natural Resources* 16,8, 2003, 671–685
- Stoffregen 2000: Thomas A. Stoffregen, *Affordances and Events*, *Ecological Psychology* 12,1, 2000, 1–28
- Stoffregen 2003: Thomas A. Stoffregen, *Affordances as Properties of the Animal-Environment System*, *Ecological Psychology* 15,2, 2003, 115–134
- Stuiver – Grootes 2000: Minze Stuiver – Pieter M. Grootes, *GISP2 Oxygen Isotope Ratios*, *Quaternary Research* 53,3, 2000, 277–284

- Taylor 2012: Ken Taylor, Landscape and Meaning. Context for a Global Discourse on Cultural Landscape Values, in: Ken Taylor – Jane Lennon (Hrsg.), *Managing Cultural Landscapes* (London 2012) 21–44
- Taylor u. a. 1993: Philip D. Taylor – Lenore Fahrig – Kringen Henein – Gray Merriam, Connectivity Is a Vital Element of Landscape Structure, *Oikos* 68,3, 1993, 571–573
- Taylor u. a. 2006: Philip D. Taylor – Lenore Fahrig – Kimberly A. With, Landscape Connectivity. A Return to the Basics, in: Kevin R. Crooks – M. Sanjayan (Hrsg.), *Connectivity Conservation*, *Conservation Biology* 14 (Cambridge 2006) 29–43
- Tegel u. a. 2010: Willy Tegel – Jan Vanmoerkerke – Ulf Büntgen, Updating Historical Tree-ring Records for Climate-Reconstruction, *Quaternary Science Reviews* 29,17/18, 2010, 1957–1959
- Tehrany u. a. 2013: Mahyat Shafapour Tehrany – Biswajeet Pradhan – Mustafa Neamah Jebur, Spatial Prediction of Flood Susceptible Areas Using Rule Based Decision Tree (DT) and a Novel Ensemble Bivariate and Multivariate Statistical Models in GIS, *Journal of Hydrology* 504, 2013, 69–79
- Tischendorf – Fahrig 2000: Lutz Tischendorf – Lenore Fahrig, On the Usage and Measurement of Landscape Connectivity, *Oikos* 90,1, 2000, 7–19
- Verhagen 2007: Philip Verhagen, Case Studies in Archaeological Predictive Modeling, *Archaeological Studies Leiden University* 14 (Leiden 2007)
- Verhagen 2018: Philip Verhagen, Predictive Modeling, in: Sandra L. López Varela (Hrsg.), *The Encyclopedia of Archaeological Sciences* (Malden, MA 2018) 1–3
- Verhagen u. a. 2014: Philip Verhagen – Jamie Joyce – Mark Groenhuijzen, Modelling the Dynamics of Demography in the Dutch Roman Limes Zone, in: Gert-Jan Burgers – Sjoerd Kluiving – Jeremia Pelgrom – Corine Tetteroo – Malena McGrath – Rita Hermans (Hrsg.), *Multi-, Inter- and Transdisciplinary Research in Landscape Archaeology*. Landscape Archaeology Conference 2014, DOI: <https://www.doi.org/10.5463/lac.2014.62>
- Webster 1999: David S. Webster, The Concept of Affordance and GIS. A Note on Llobera (1996), *Antiquity* 73,282, 1999, 915–917
- Withagen – Chemero 2009: Rob Withagen – Anthony Chemero, Naturalizing Perception. Developing the Gibsonian Approach to Perception along Evolutionary Lines, *Theory and Psychology* 19,3, 2009, 363–389
- Withagen u. a. 2012: Rob Withagen – Harjo J. de Poel – Duarte Araújo – Gert-Jan Pepping, Affordances Can Invite Behavior. Reconsidering the Relationship Between Affordances and Agency, *New Ideas in Psychology* 30,2, 2012, 250–258
- Withagen u. a. 2017: Rob Withagen – Duarte Araújo – Harjo J. de Poel, Inviting Affordances and Agency, *New Ideas in Psychology* 45, 2017, 11–18

Kontakt

Michael Kempf | University of Basel | Department of Environmental Sciences |
Quaternary Geoogy | Bernoullistrasse 32 | 4056 Basel | michael.kempf@unibas.ch
& University of Cambridge | Department of Geography | Downing Place | CB2 3EN |
Cambridge
& Vilnius University | Faculty of History | Department of Archaeology | Universite-
to g. 7 | 01513 Vilnius |  <https://orcid.org/0000-0002-9474-4670>