

Ein computerbasiertes Cultural Evolution Modell zur  
Dynamik hoch erfolgreicher Meme am Fallbeispiel  
europäisch-bronzezeitlicher Bestattungssitten

*Clemens Schmid*

# Contents

<b>Abstract</b>	<b>4</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>5</b>
1.1 Gliederung . . . . .	5
<b>2 Cultural Evolution</b>	<b>7</b>
2.1 Definition und Forschungsgeschichte . . . . .	7
2.2 Memetik . . . . .	13
2.2.1 The selfish meme . . . . .	13
2.2.2 Dawkins Schüler . . . . .	16
2.2.3 Kritik und Abgesang . . . . .	17
2.3 Themen und Konflikte der Cultural Evolution Forschung . . . . .	17
2.3.1 Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Kulturentwicklung und Genetik . . . . .	18
2.3.2 Menschliches Verhalten: Genetische Determination vs. Kulturelles Lernen . . . . .	18
2.3.3 Mensch-Umwelt Interaktion und Cultural Niche construction . . . . .	19
2.3.4 Mikroorganismen und Pathogene . . . . .	19
2.3.5 Entstehung und Wirkung von Innovationen: Cultural Complexity und Demographie .	20
2.4 Cultural Transmission . . . . .	21
2.4.1 (Computerbasierte) Modellierung . . . . .	23
<b>3 Bestattungsritus in der Europäischen Bronzezeit</b>	<b>24</b>
3.1 Wahl des Fallbeispiels . . . . .	24
3.1.1 Datensatz Radon-B . . . . .	25
3.2 Vorüberlegungen zur archäologischen Untersuchung von Bestattungen . . . . .	25
3.2.1 Der rituelle Umgang mit dem Tod . . . . .	26
3.2.2 Eine Cultural Evolution Perspektive auf Bestattungssitten . . . . .	29
3.3 Räumliche und zeitliche Trends im Bestattungsritus der Bronzezeit . . . . .	29
3.3.1 Körperbestattung und Brandbestattung . . . . .	30
3.3.2 Flachgrab und Hügelgrab . . . . .	31
3.4 Fragestellungen . . . . .	31
<b>4 Modellimplementierung</b>	<b>32</b>
4.1 Funktionalität . . . . .	32
4.2 Technische Umsetzung von Modell und Datenauswertung . . . . .	32
4.2.1 Datenbeschaffung und -Vorbereitung . . . . .	33
4.2.2 Modelldurchlauf . . . . .	33
4.2.3 Ergebnisauswertung . . . . .	33
4.3 Resultate . . . . .	33
<b>5 Diskussion</b>	<b>34</b>
<b>6 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>35</b>



# Abstract

...

# Chapter 1

## Einführung

Die vorliegende Master-Arbeit entstand 2017-2018 am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel unter Betreuung von Priv.-Doz. Dr. Oliver Nakoinz und Dr. Martin Hinz. Sie ist open source und voll reproduzierbar.

Ausgangspunkt der Überlegungen für diese Arbeit war die Frage, ob kulturhistorische Transformations- und Ausbreitungsprozesse in einer Modellimplementierung abgebildet werden können, die Ideen oder Innovationen als handlungsfähige Agenten begreift. Grundlage dafür ist Richard Dawkins Meme-Konzept, das unter dem Schlagwort *Cultural Evolution* Eingang in die archäologische Fachdiskussion gefunden hat.

Das Fallbeispiel, an dem dieser Modellansatz erprobt werden soll, beschäftigt sich mit der Entwicklung von miteinander konkurrierenden Bestattungssitten in der Europäischen Bronzezeit. Dabei werden die sich gegenseitig jeweils weitestgehend ausschließenden Paare Brandbestattung und Körperbestattung sowie Flachgrab und Hügelgrab betrachtet. Ein Datensatz von X C14-datierten Gräbern mit Metainformationen bildet die Phänomene in einem Zeitfenster von 2500 bis 500calBC in hoher Auflösung ab. Das Modell wird mit diesem Datensatz gespeist bzw. abgeglichen. Fragestellungen, die mithilfe des Modells potentiell beantwortet werden können sind u.A.:

- X
- Y
- Z

### 1.1 Gliederung

Im zweiten Kapitel nach dieser Einführung wird die theoretische Grundlage des Modells diskutiert. Dabei ist die *Cultural Evolution theory* die Perspektive aus der alle weiteren wesentlichen Aspekte besehen werden sollen. Dazu gehören Fragen nach Wahrnehmung, Lernen und Wissensvermittlung in prähistorischen Gesellschaften (*Cognitive Archaeology*), nach Mechanismen der Ausbreitung von Ideen (*Diffusion of Innovation*) und nach Interaktion komplexer, selbständiger Entitäten in Computermodellen (*Agent-based Modelling*).

Das dritte Kapitel stellt das Fallbeispiel der Entwicklung bronzezeitlicher Bestattungssitten vor. Die Betrachtung bezieht sich auf ein großes Untersuchungsgebiet und einen langen Zeitraum. Entsprechend werden die wichtigsten Trends aufgezeigt, ohne zu sehr auf regionale und lokale Detailbeobachtungen eingehen zu können. Neben einer Darstellung des Forschungsstands aus der Literatur greift dieses Kapitel nach einer quellenkritischen Analyse auch auf oben beschriebenen Datensatz zurück, um die Zusammenhänge zu visualisieren und abzugleichen. Ein letzter Abschnitt reflektiert, inwiefern das Fallbeispiel vor dem Hintergrund der vorangegangenen theoretischen Überlegungen verstanden werden kann und welche Fragestellungen durch diesen Modellansatz beantwortet werden können.

Das darauf folgende, vierte Kapitel präsentiert die Modellimplementierung. Es erklärt einerseits kurz, wie die technische Umsetzung des Modells gelöst wurde und andererseits, wie die Zusammenhänge des Fallbeispiels durch die Software abgebildet werden. Eine quantitative und qualitative Darstellung der Modelldurchläufe schließt sich an.

Der Diskussion der Ergebnisse ist Kapitel fünf gewidmet. Dabei werden Modelloutput und archäologisches Wissen über reale Zusammenhänge verglichen und kontextualisiert. Die im dritten Kapitel eröffneten Fragestellungen werden – soweit möglich – beantwortet oder kommentiert.

Ein letztes, sechstes Kapitel fasst die theoretischen Grundlagen, die Entwicklung der Bronzezeitlichen Bestattungssitten und die Modellierungsergebnisse abschließend zusammen. Ein Ausblick eröffnet die Perspektive für zukünftige Forschung und zeigt Möglichkeiten auf, wie Modell und Vergleichsdatensatz für verschiedene Fragestellungen konkret verbessert oder angepasst werden könnten.

## Chapter 2

# Cultural Evolution

### 2.1 Definition und Forschungsgeschichte

Die Grundaussage der *Cultural evolution theory* ist, dass die Prozesse der natürlichen Entwicklung von Spezies durch Evolution auch bei der menschlichen Kulturentwicklung wirken. Mechanismen der Evolution wie Selektion und Mutation wären entscheidend dafür, welche Verhaltensweisen, Ideen und Innovationen sich langfristig durchsetzen könnten. Entsprechend könnte biologische Terminologie und Modellbildung zumindest eingeschränkt auch in anthropologischen Kontexten sinnvoll eingesetzt werden.

Cultural evolution theory wird in der archäologischen Fachliteratur vor allem als *Darwinian Archaeology* oder *Evolutionary Archaeology* diskutiert. Daneben gab und gibt es in der Forschungsgeschichte eine ganze Reihe weiterer Begriffe und Schulen, die mit dem Evolutionsbegriff verknüpft sind. Das ist kein rein archäologisches Forschungsgebiet: Unter anderem Verhaltensbiologie, Neurologie, Genetik, Soziologie und alle Anthropologischen Fächer sind betroffen und haben sich an dieser Diskussion beteiligt. Die Übertragung biologisch-evolutiver Wirkmechanismen zur Erklärung menschlichen Verhaltens war bereits Bestandteil der frühesten öffentlichen Debatte um Charles Darwins (\*1809 - †1882) Evolutionstheorie als seine Standartwerke *On the Origin of Species*<sup>1</sup> und *The Descent of Man*<sup>2</sup> in der Fachwelt und Öffentlichkeit verarbeitet wurden<sup>3</sup>.

Die biologische Forschung ist nicht bei Charles Darwin stehen geblieben sondern hat sich über die Korrekturen im *Neo-Darwinismus* um 1890, über die *Synthetische Theorie der biologischen Evolution* um 1940 und die *Erweiterte Synthetischen Theorie* Ende der 1990er weiterentwickelt. Ende des 19. Jahrhunderts wurden wesentliche Aspekte biologischen Evolutionstheorie noch kontrovers diskutiert<sup>4</sup>. Insbesondere der Streit zwischen darwinistischer Evolution durch Selektion und lamarkistischer Evolution durch Vererbung erworbener Eigenschaften war nicht entschieden. Jean-Baptiste de Lamarck (\*1744 - †1829) war zwar weitestgehend überholt, aber sein Adaptionsgedanke lebte in *Neo-Lamarckismus*<sup>5</sup> und *Orthogenese*<sup>6</sup> fort, die als Alternativen für den vor allem von August Weismann (\*1834 - †1914) und Alfred Russel Wallace (\*1823 - †1913) propagierten Neo-Darwinismus<sup>7</sup> diskutiert wurde. Weismann vertrat einen dogmatischen Selektionismus und führte mit der Keimplasmatheorie eine Erklärung für Vererbung ein, die wichtige Aspekte der Genetik vorwegnahm und lamarkistische Adaption ausschloss. Die frühe *Genetik* ging jedoch nicht aus darwinistischem Selektionismus hervor. Stattdessen wurde die Wiederentdeckung der bereits von Gregor Mendel (\*1822 - †1884) 1866 publizierten *Mendelschen Vererbungsregeln* um 1900 vor allem im Kontext der *Saltationstheorie* diskutiert, die nicht Selektion, sondern tiefgreifende, spontane Mutationen als Motor der Evolution favorisierte<sup>8</sup>. Ein

---

<sup>1</sup>@Darwinoriginspeciesmeans1859

<sup>2</sup>@Darwindescentmansselection1871

<sup>3</sup>**Zitat!**

<sup>4</sup>@bowler\_evolution\_1989, 188-202.

<sup>5</sup>@bowler\_evolution\_1989, 236-247.

<sup>6</sup>@bowler\_evolution\_1989, 247-250.

<sup>7</sup>@bowler\_evolution\_1989, 251-260.

<sup>8</sup>@bowler\_evolution\_1989, 260-261.

bekannter, streitbarer Vertreter dieser Schule war William Bateson (\*1861 - †1926). Er prägte den Begriff *Genetik* und trug maßgeblich zur Popularisierung der Mendelschen Regeln bei. Ihm entgegen stand die ebenfalls noch junge Wissenschaft der *Biometrie*, die statistische Methoden zur Untersuchung von Populationen einführt und die Bedeutung von Selektion hervorhob. Darwins Cousin Francis Galton (\*1822 - †1911) gilt als Vorreiter dieser Strömung, vertrat aber eine fehlerhafte, inkohärente Vererbungslehre. Erst Nachfolgern wie Walter Frank Raphael Weldon (\*1860 - †1906) und Karl Pearson (\*1857 - †1936) gelang der Nachweis, dass Selektion zur nachhaltiger Veränderung in Populationen führen kann<sup>9</sup>. Die Debatte um den genauen Mechanismus der Evolution war entscheidend für die Biologie im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert. Die Interdependenz von Mutation, Adaption und Selektion war noch nicht verstanden. Est 1920... **ausbauen**<sup>10</sup>

Parallel zu den Entwicklungen in den Naturwissenschaften – allerdings mit allgemein geringen Wechselwirkungen – wurde Evolutionstheorie auch im wissenschaftlichen Diskurs der Sozialwissenschaften reflektiert. Eine erste wesentliche Spannungslinie, die hier betrachtet werden muss, reicht von *Evolutionismus* über *Neoevolutionismus* hin zu *Kulturrelativismus* und *Multilinearer Evolution*. Sie hat in der archäologischen Theoriediskussion große Wirkung entfaltet und ist untrennbar mit der Geschichte des Faches verknüpft.

Klassischer *Evolutionismus* ist ein Überbegriff für die erste Übertragung biologischer Evolutionsforschung auf die Kulturgeschichte. Er betont den Aspekt des schrittweisen, kulturellen Aufstiegs und der Zunahme organisatorischer Komplexität. Zivilisation hätte sich über mehrere Fortschrittsstufen von einem primitiven Urzustand zur modernen Industriegesellschaft weiterentwickelt. Die Beschreibung einer Kultur kann vor diesem Hintergrund in sehr einfachen Begriffen und mit wenigen Parametern erfolgen<sup>11</sup>. Bei der ersten Formulierung Evolutionistischer Theorie hat Darwins Werk jedoch nur eine untergeordnete Rolle gespielt. Protagonisten wie Herbert Spencer (\*1820 - †1903) und John Lubbock (\*1834 - †1913) orientierten sich stärker an Charles Lyell (\*1797 - †1875), der in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit den geologischen Schlüsselprinzipien *Aktualismus* (rezente, natürliche Phänomene haben so auch in der Vergangenheit stattgefunden) und *Gradualismus* (geologischer Wandel ist langsam und stetig) wesentliche Grundlagen für die Evolutionsforschung gelegt hatte. Die Prinzipien gaben der stratigraphischen Vergesellschaftung menschlicher Skelettüberreste mit Pleistozänen Tierknochen eine neue Bedeutung, die eine auf breiter Front *vergleichende Methode* rechtfertigte. Damit wurden vorgeschichtliche Gesellschaften dem Vergleich mit ‘primitiven’, rezenten Gesellschaften zugänglich. Evolutionismus konzentrierte sich nicht auf Mechanismen der Evolution wie Mutation und Selektion, sondern griff ein dem Kapitalismus entlehntes Konzept von Wettbewerb und Weiterentwicklung der Kulturen auf, das durch Vergleich mit rezenten Gesellschaften und deren Organisationsgrad versteh- und kategorisierbar geworden war. Die Evolutionisten bildeten keine kohärente Schule. Stattdessen wurde eine Gruppe von Individuen – maßgeblich Lewis Henry Morgan (\*1818 - †1881), Herbert Spencer, John Ferguson McLennan (\*1827 - †1881), Edward Burnett Tylor (\*1832 - †1917) und John Wesley Powell (\*1834 - †1902) – abschätzig von Gegnern mit diesem Begriff belegt. Dem Evolutionismus wurde vorgeworfen, die Aussagekraft materieller Kultur über die soziale Organisation vorgeschichtlicher Gesellschaften positivistisch überbewertet zu haben. *Konjunkturalgeschichte* und *vergleichende Methode* hätten zu einer Perspektive unlinearer Entwicklung geführt, die durch Stufengliederung der Menschheitsgeschichte kulturelle Vielfalt unangemessen reduziert und durch die Konzentration auf progressive Entwicklungsabläufe zu falschen ethnologischen Beobachtungen geführt habe<sup>12</sup>. Zuletzt wäre die vorgenommene Abgrenzung von Entwicklungsstadien mit einer Teleologisierung auf die moderne, westliche Gesellschaft verbunden und damit Grundlage einer Rechtfertigung von Rassismus, Eurozentrismus und Imperialismus. Damit wurde der Begriff *Sozialdarwinismus* assoziiert<sup>13</sup>.

*Sozialdarwinismus* ist ebenso wie Evolutionismus keine kohärente wissenschaftstheoretische Schule, sondern eine polemische Zuschreibung wissenschaftlicher, ideologischer und politischer Gegner. Die heftige Kontroverse, die rund um Evolutionstheorie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstand, wurde von Propagandisten wie Thomas Henry Huxley (\*1825 - †1895) (“Darwin’s Bulldog”) oder, im deutschsprachigen Raum, Ernst Haeckel (\*1834 - †1919) getragen. Die Erkenntnisse hatten Konsequenzen für fundamentale weltanschauliche Fragen – entsprechend wurde die Diskussion von der Presse aufgegriffen und einer breiten Öffentlichkeit

<sup>9</sup>@bowler\_evolution\_1989, 256-260.

<sup>10</sup>@bowler\_evolution\_1989, 268-273.

<sup>11</sup>Brockhaus (Zitat nachtragen)

<sup>12</sup>@petermann\_geschichte\_2004, 464-474, 734.

<sup>13</sup>@ShennanGenesmemeshuman2002, 11.



präsentiert. Das hatte starke, oft unagemessene Vereinfachung der Themenstellung zufolge. Die Reduktion von Evolutionstheorie auf griffige Phrasen wie “survival of the fittest” und “natural selection” wirkte sich schließlich auch auf den Diskurs in den Sozialwissenschaften aus. Spencer entwickelt in seinem Hauptwerk *The Principles of Sociology*<sup>14</sup> das Narrativ eines evolutionären Kampf ums Dasein, der nur in den jüngsten Phasen der Menschheitsgeschichte von Altruismus begleitet wird<sup>15</sup>. Diese sozialphilosophische Theorie fällt im Klima der fortgeschrittenen Industrialisierung und deren Konkurrenzgesellschaft auf fruchtbaren Boden. Noch heute wirkt der Gedanke eines Überlebenskampfes im marktwirtschaftlichen Geschehen nach und hat sich etwa über christliche Prädestinationslehre zu jenem traditionell amerikanischen Topos stabilisiert, der sich politisch gegen staatliche Eingriffe ins Wirtschaftssystem und für individuelle, zwischenmenschliche Solidarität ausspricht. Spencer beeinflusste eine ganze Reihe amerikanischer Ethnologen und Soziologen, darunter William Graham Sumner (\*1840 - †1910), Lester Frank Ward (\*1841 - †1913) und Franklin Henry Giddings (\*1855 - †1931). Sie teilten Spencers Verständnis biosozialer Evolution und deren empirisch-positivistischer Erforschbarkeit, jeder repräsentiert gleichermaßen aber gegensätzliche Ansichten darüber, wie stark die evolutiven Prozesse menschliche Gesellschaften determinieren. Europas Sozialdarwinisten waren keine Spencerianer, dafür aber umso stärker Theorien radikal-biologischen und rassistischen Existenzkampfes verpflichtet. Zu nennen sind unter anderem Gustav Ratzenhofer (\*1842 - †1904), Jakov Novicov (\*1849 - †1912), Michelangelo Vaccaro (\*1854 - †1937) und besonders der jüdisch-polnische Jurist und Soziologe Ludwig Gumplowicz (\*1838 - †1909), der mit seinem wissenschaftlichen Rassismus in einer Rede im September 1933 von Adolf Hitler fast wörtlich zitiert wurde<sup>16</sup>:

Nie und nirgends sind Staaten anders entstanden als durch Unterwerfung fremder Stämme seitens eines oder mehrerer verbündeter oder geeinigter Stämme.

– [GumplowiczGrundrissSoziologie1885]

Ein wichtiger Antrieb für Sozialdarwinistische Theorie war die biometrische Forschung von Galton, der intellektuelle Fähigkeit als eine maßgeblich biologisch vererbte Eigenschaft beschrieb. Ethnische Herkunft hielt er in einer Form von Rassenlehre für das entscheidende Kriterium für die Intelligenz eines Individuums. Er sprach sich in dieser Konsequenz für bewusste Zuchtwahl beim Menschen aus und prägte den Begriff *Eugenik*<sup>17</sup>.

Kritiker des Evolutionismus in der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts waren Vertreter der britischen *Social Anthropology*, deutscher *Kulturgeschichte* und vor allem der von Franz Boas (\*1858 - †1942) etablierten, amerikanischen *Kulturanthropologie*. Die Gemeinsamkeit dieser Schulen und Strömungen liegt an ihrem traditionellen Fokus auf den jeweiligen naturräumlichen, historischen und soziopolitischen Kontext einer kulturellen Ausprägung. Boas war Jude, absolvierte ein naturwissenschaftliches Studium in Deutschland und emigrierte nach seiner Zuwendung zur Ethnologie in die USA. Boas gilt als Begründer des *historischen Partikularismus*, der sich gegen deduktive, umfassende Erklärungsmodelle wie Evolutionismus und Diffusionismus wandte, die vergleichende Methode und ihre Analogieschlüsse verwarf und stattdessen eine genaue, empirische Detailanalyse von Einzelphänomenen betonte. Dabei war Boas Forschungsansatz im Sinne des *four-field approach*, der Ethnologie, Archäologie, Linguistik und Physische Anthropologie zusammenführt, methodisch durchaus breit aufgestellt. Methodisch vielfältige und empirisch fundierte aber gleichzeitig zeitlich und räumlich eng begrenzte Fallstudien sollten den Weg zu einer induktiven Kulturwissenschaft ebnen. Boas begründete damit eine Phase intensiver Datenaufnahme in der amerikanischen Anthropologie (*Salvage ethnography*), die seine Kritiker wiederum als theorielos verurteilten. 1911 erschien sein Werk *The mind of Primitive Man*<sup>18</sup>, das die wichtigsten Thesen seines *Kulturrelativismus* zusammenfasst: Es wendet sich gegen biologischen Determinismus, betont den Einfluss von sozialem Lernen und hebt die Multikausalität historischer Entwicklungen hervor. Kultur sei abhängig von einer Vielzahl natürlicher und zwischenmenschlicher Parameter. Diese Relativität nähme der unilinearen Gliederung von Kulturzuständen des Evolutionismus die Grundlage. Boas war ein politischer Mensch und argumentierte mit Kulturrelativismus gegen Rassismus und Faschismus<sup>19</sup>. Schüler von Boas (*Boasianer*) wie Clark Wissler (\*1870 - †1947), Elsie Clews Parsons (\*1875

<sup>14</sup>@SpencerHerbertSpencerPrinciples1898

<sup>15</sup>@petermann\_geschichte\_2004, 501-510.

<sup>16</sup>@petermann\_geschichte\_2004, 511-524.

<sup>17</sup>@bowler\_evolution\_1989, 256-257.

<sup>18</sup>@Boasmindprimitiveman1911

<sup>19</sup>@petermann\_geschichte\_2004, 643-655.

- †1941), Alfred Kroeber (\*1876 - †1960), Alexander Goldenweiser (\*1880 - †1940), Robert Lowie (\*1883 - †1957), Paul Radin (\*1883 - †1959), Edward Sapir (\*1884 - †1939) prägten die amerikanische Ethnologie nachhaltig und führten über Jahrzehnte einen erbitterten Diskurs mit Evolutionisten und Neoevolutionisten<sup>20</sup>.

*Neoevolutionismus* – der Begriff wiederrum eine Fremdzuschreibung – bezeichnet eine Strömung, die als Reaktion auf berechtigte Kritik am Evolutionismus in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts und insbesondere nach dem 2. Weltkrieg an Dynamik gewann. Sie verbindet Ansätze, die sich zwar sozialdarwinistischem Biodeterminismus verweigern, andererseits aber dennoch bewusst nach Gesetzmäßigkeiten soziokultureller Prozesse suchen um der Anthropologie ein höheres Abstraktionsniveau zu erschließen. Aus dieser Definition heraus lassen sich dem Neoevolutionismus einige der bedeutendsten Ethnologen und Archäologen zuordnen: Vere Gordon Childe (\*1892 - †1957), Karl Wittfogel (\*1896 - †1988), George Murdock (\*1897 - †1985), Leslie White (\*1900 - †1975) und Julian Haynes Steward (\*1902 - †1972). Auch die Arbeit einer nachfolgenden Generation mit Protagonisten wie Elman Service (\*1915 - †1996), Morton Fried (\*1923 - †1986), Roy Rappaport (\*1926 - †1997), Marshall Sahlins (\*1930) oder Lewis Binford (\*1931 - †2011) ist stark von neoevolutionistischem Denken geprägt.

Vere Gordon Childe, ursprünglich Philologe aus Australien, etablierte sich in Europa durch seine großen, synthetischen Werke als Prähistoriker. Ihm gelang es, die Gliederung der Menschheitsgeschichte in Entwicklungsphasen – Childe griff Morgans Unterscheidung von Wildheit, Barbarei und Zivilisation auf – durch einen multilinearen Ansatz neu zu beleben und in kohärenten, archäologischen Narrativen (z.B. *The Dawn of European Civilization*<sup>21</sup>, *Man Makes himself*<sup>22</sup> oder *Social Evolution*<sup>23</sup>) nutzbar zu machen. Als überzeugter Marxist etablierte er den Topos *vorgeschichtlicher Revolutionen*, der Marx *Historischen Materialismus* weiterentwickelt und konkretisiert. Childes Kritiker waren zunächst vor allem jene Spezialisten, deren Forschung er in seinen Büchern zusammen zu fassen und zu vereinfachen auf sich genommen hatte. Der deutsche Soziologe und Sinologe Karl Wittfogel beschäftigte sich mit dem Einfluss von Bewässerungssystemen im Entstehungsprozess früher Hochkulturen. Mit seiner Studie zu *Hydraulischen Gesellschaften*<sup>24</sup> hat er ein einflussreiches, evolutionistisches Werk vorgelegt, das Staatenbildung und die Herausbildung der Hierarchie des *orientalischen Despotismus* mit Verwaltungsnotwendigkeiten von Bewässerungssystemen erklärt. Wittfogels Theorie hat bemerkenswerte Rezeption erfahren und wurde in eine Vielzahl anderer Kulturzusammenhänge hineinprojiziert. George Murdock war ein Vorreiter der *Cross-Cultural Analysis* und Begründer der *Human Relations Area Files*<sup>25</sup>. Dieses Archiv ist 1949 aus einer von Murdock entwickelten Sammlung hervorgegangen, enthält strukturierte Informationen und Literaturlisten zu Kulturmerkmalen vieler hundert – meist indigener – Gesellschaften und wird bis heute gepflegt. Murdocks *transkultureller Vergleich* basiert auf evolutionistischer Grundlage und ist stark von quantitativer Auswertung mit ethnostatistischen Methoden geprägt: Sein Hauptwerk *Social Structure*<sup>26</sup> analysiert und dokumentiert universelle Regeln und Gesetze sozialer Beziehungen anhand eines Datensatzes von 250 Ethnien. Im Kontext der Kritik am Evolutionismus wurde auch Murdock vorgeworfen, Kulturzüge unsachgemäß isoliert betrachtet oder einer solchen Betrachtung zugänglich gemacht zu haben. Der amerikanische Ethnologe Leslie White war einer der wichtigsten Protagonisten des Neoevolutionismus. Nach seiner Lektüre von Morgan und anderen Evolutionisten wie Spencer und Tylor suchte er explizit die Konfrontation mit dem vorherrschenden Partikularismus der Boasianer und stellte ihr eine umfassende, materialistische Kulturtheorie gegenüber. Diese würde objektiven Kulturvergleich im Sinne einer Wissenschaft der *Kulturologie* entlang einer evolutiven Skala des Prokopfverbrauchs von Energie ermöglichen: *White's Law*<sup>27</sup>. White betonte die Bedeutung von Technologie und Wirtschaft für die Herausbildung von Sozialordnung und Ideologie, erkannte aber auch die einzigartige, symbolschaffende Kreativität des Menschen an. Kritiker werfen ihm vor, diesen impliziten Widerspruch niemals aufgelöst zu haben. Dennoch inspirierte Whites klare, regelbasierte Anthropologie eine Generation von Studierenden die sich im Kulturrelativismus nicht wiederfinden konnten. Neben White ist auch Julian Steward eine der tragenden Säulen des Neoevolutionismus. Steward veröffentlicht 1955 *Theory of Culture Change*<sup>28</sup>, wo er

---

<sup>20</sup>@petermann\_geschichte\_2004, 654-688.

<sup>21</sup>@childe\_dawn\_1925

<sup>22</sup>@childe\_man\_1936

<sup>23</sup>@childe\_social\_1951

<sup>24</sup>@wittfogel\_oriental\_1957

<sup>25</sup><http://hrf.yale.edu> [28.01.2018]

<sup>26</sup>@murdock\_social\_1949

<sup>27</sup>@white\_energy\_1943, @white\_science\_1949

*Kulturökologie* als Wissenschaft von definierbaren Ursache-Wirkung Beziehungen von Natur- und Mensch jenseits des überholten *Kulturdeterminismus* formuliert. Sein Vorschlag zur Periodisierung der Ur- und Frühgeschichte folgt einem *multilinearen* Ansatz, der der *unilinearen* Abfolge von für alle Kulturen immer gleicher Zustandsformen die Analogentwicklung von *Kulturtypen* – Typen der Umweltanpassung – entgegenstellt. Unter bestimmten natürlichen und sozialen Bedingungen würden sich bestimmte Verhaltensmuster und Formen des Zusammenlebens ergeben, nicht aber mit zwingender Notwendigkeit oder in einer definierten Abfolge. Auch Steward bezog sich methodisch auf transkulturellen Vergleich, der es ermöglichen sollte, die primären, subsistenzbezogenen Eigenschaften von techno-ökonomischen *Kulturkernen* im Gegensatz zum Überbau der sekundären, variablen Charakterzüge von Kulturen zu definieren. Mehrere Protagonisten der noch jungen *New Archaeology* wurden von Stewards modernem, pragmatischer Evolutionismus stark beeinflusst<sup>28</sup>.

Eine neue Welle der Auseinandersetzung mit Kulturevolution gewinnt Mitte der 1970er Jahre an Dynamik<sup>29</sup>. Sie lenkt das Interesse weg von Politik und Gesellschaftsstruktur, sondern abstrahiert auf die basalen Grundzüge menschlichen Denkens. Dieser Ansatz inkorporiert Ergebnisse und Methoden moderner, biologischer Verhaltensforschung und erlaubt neue Perspektiven jenseits des Evolutionismus und seiner Varianten. Von entscheidender Bedeutung für die Entstehung dieser Strömungen sind Edward Osborne Wilsons (\*1929) *Sociobiology: The New Synthesis*<sup>30</sup> und Richard Dawkins (\*1941) *The Selfish Gene*<sup>31</sup>, auf das unten genauer eingegangen werden soll<sup>32</sup>. Auch Luigi Luca Cavalli-Sforza (\*1922), Marcus William Feldmann (\*1942) und andere entwickeln wesentliche Ansätze für den Brückenschlag zwischen Biologie und Anthropologie<sup>33</sup>. Um die Jahrtausendwende unterscheidet Eric Aldan Smith schließlich drei große Strömungen<sup>34</sup> in der Untersuchung menschlichen Verhaltens aus einer Evolutionsperspektive: *Evolutionary psychology*, *Human behavioural ecology* und *Dual inheritance theory*.

*Evolutionary psychology* konzentriert sich auf die Entwicklung des menschlichen Denkens vor dem Hintergrund seiner evolutionären Geschichte. Selektiver Druck habe zur Ausbildung spezialisierter Verhaltensmodule geführt, die in bestimmten Situationen bestimmte Reaktionen auslösen. Von entscheidender Bedeutung für die Entstehung dieser angepassten Verhaltensmodule sei die *Environment of Evolutionary Adaptiveness (EEA)*, also die Umgebung, in der sich die menschliche Entwicklung maßgeblich abgespielt hat. Dabei bezieht sich die *Evolutionary psychology* auf die Lebensrealität pleistozäner Jäger- und Sammlergruppen, in der der moderne Mensch den überwältigend größten Teil selektiv wirksamer Generationszyklen durchlebt hat. Die Selektionsparameter wären in diesem Zeitraum relativ stabil geblieben. In der Konsequenz seien Menschen heute beispielsweise ideal an das nomadische Leben in kleinen Gruppen in großer gegenseitiger Abhängigkeit adaptiert, Männer würden junge, gesunde und hübsche Sexualpartnerinnen bevorzugen und süße Speisen wären beliebt, weil Süße bei Früchten ein Indikator für Reife und Genießbarkeit ist. Alle Aspekte des Verhaltens seien auf bestimmte Gegebenheiten in der *EEA* optimiert und entsprechend schlecht für eine andere, etwa neolithische oder postneolithische Lebensweise geeignet<sup>35</sup>. Der *Evolutionary psychology* wird vorgeworfen, die unangemessen vereinfachende Annahmen über vorgeschichtliches Verhalten zu treffen, ohne sich ausreichend mit jenen archäologischen Daten und Auswertungsergebnissen auseinanderzusetzen, die eine Rekonstruktion der tatsächlichen Lebensverhältnisse in der Vorgeschichte erlauben würden. Aus archäologischer Perspektive greift unter anderem @Mithenprehistorymindsearch1996 Überlegungen der *Evolutionary psychology* auf<sup>36</sup>.

*Human behavioural ecology* überträgt Ansätze aus der Verhaltensbiologie auf den Menschen<sup>37</sup>. Dabei nimmt sie den klassisch-darwinistischen Standpunkt ein, menschliches Verhalten könnte ebenso wie tierisches als permanente Maximierung des Reproduktionserfolgs durch Selektion verstanden werden<sup>38</sup>. Bewusste oder

<sup>28</sup>@petermann\_geschichte\_2004, 734-761.

<sup>29</sup>@creanza\_cultural\_2017

<sup>30</sup>@WilsonSociobiologynewsynthesis1975

<sup>31</sup>@Dawkinsselfishgene1976

<sup>32</sup>@SmithThreestyleevolutionary2000, 27.

<sup>33</sup>@alland\_cultural\_1972, @cavalli-sforza\_models\_1973, @feldman\_models\_1975, @feldman\_cultural\_1976, @blum\_uncertainty\_1978

<sup>34</sup>@SmithThreestyleevolutionary2000. Stephen Shennan greift diese Unterscheidung auf [@ShennanGenesmemeshuman2002, 15-18.]

<sup>35</sup>@SmithThreestyleevolutionary2000, 27-29.

<sup>36</sup>@ShennanGenesmemeshuman2002, 15.

<sup>37</sup>@winterhalder\_analyzing\_2000

<sup>38</sup>@creanza\_cultural\_2017

unbewusste Entscheidungen würden hinsichtlich der Frage getroffen werden, inwiefern das Ergebnis den Erhalt der eigenen genetischen Information gewährleistet. Im Zentrum steht dabei die Beziehung zwischen Mensch und natürlicher Umwelt: “Welche ökologischen Faktoren (z.B. Ressourcenverfügbarkeit, Populationsdichte, etc.) schaffen den Rahmen dafür, dass ein bestimmtes Verhalten (z.B. Altruismus, Vorratshaltung, etc.) zum Erfolg führt?”. Die ökologische Nische des Menschen in Relation zu seinen Subsistenzstrategien, seinem Paarungsverhalten und seiner sozialen Struktur sind wesentliche Forschungsgegenstände der *Human behavioural ecology*<sup>39</sup>. Die kleinteilige Aufgliederung der Fragestellungen hinsichtlich einzelner Situationen und Verhaltensweisen erlaubt es dabei, auch komplexe Fragen quantitativ in einfachen Modellen abzubilden. Diese Modelle versprechen testbare Aussagen: “Wenn Frauen ihre Sexualpartner nach dem Kriterium wählen, wer den Nachwuchs am besten versorgen kann, dann wäre die Anzahl der Frauen pro Mann proportional zu seinem Reichtum.” Die Reduktion auf direkte, kausale Beziehungen birgt jedoch die Gefahr die vielfältigen Interdependenzen einzelner Verhaltensweisen zu übersehen. Gerade Langzeitstudien spielen dafür eine wichtige Rolle<sup>40</sup>. *Behavioural ecology* erklärt die Vielfalt menschlichen Verhaltens aus der großen Diversität biologischer- und sozialer Nischen, die sehr viele unterschiedliche Erfolgsstrategien erlaubt. Tatsächlich gäbe es sogar eine Korrelation zwischen Verhaltensvielfalt und Diversität der sozioökologischen Umwelt. Sie erlaubt sich eine große Vereinfachung, indem sie die Mechanismen, die zur Ausbildung einer Verhaltensanpassung führen, nicht hinterfragt: Die einschränkende Wirkung von Kultur (hier: vererbtes Verhalten) etwa in Form von Tradition sei untergeordnet, da erfolglose Strategien unabhängig davon in wenigen Generationen durch biologische Selektion aussterben würden. Diese bewusste, statistische Vereinfachung von Übergangsprozessen wird als *phenotypic gambit* bezeichnet<sup>41</sup>. In dieser Konsequenz sei auch anzunehmen, dass der Mensch sein Verhalten schnell und gut an die revolutionären Veränderungen des Holozän oder der Industrialisierung angepasst habe<sup>42</sup>.

*Dual inheritance theory* postuliert neben der Vererbung von Genen ein zweites Vererbungssystem von Ideen und Kulturmerkmalen. Auch diese würden von Generation zu Generation, von Person zu Person und von Tag zu Tag weitergereicht und stünden unter dem Einfluss von Selektion und Mutation. Dabei würde sowohl die im genetischen Vererbungssystem entscheidende, natürliche Selektion wirken als auch eine Selektion durch bewusste oder unbewusste Entscheidung der Träger von Ideen: Menschen. Ersterer Selektionsprozess sei Konsequenz der Rückwirkung von Ideen auf die Fitness ihrer Träger, letzterer ein System von Interdependenzen verschiedener Ideen, Umweltsituationen und genetischer Determinanten. Ebenfalls von entscheidender Bedeutung seien die zwischenmenschlichen Prozesse, die die Weitergabe von Ideen steuern (Erziehung, *Diffusion of Innovation*). Entstehung neuer Ideen aus der Kombination vorhandener wäre eine Form der Mutation. Da nun also in der Kulturgeschichte Vererbung, Entstehung von Variabilität und Auswahl nach Fitnesskriterien als gegeben angenommen werden dürften, und damit große strukturelle Ähnlichkeit des genetischen und des kulturellen Vererbungssystems bestünde, sei auch die Übertragung neo-darwinistischer Methoden auf die Untersuchung von Kulturmerkmalen möglich. Die beiden Vererbungssysteme könnten unabhängig und in ihrer Interaktion erforscht werden, wobei Konzepte zur Erklärung des einen potentiell auch zur Erklärung im anderen geeignet sein könnten. Andererseits gäbe es auch klare Unterschiede: Beispielsweise erfolgt die Weitergabe genetischer Information fast ausschließlich vertikal durch sexuelle oder asexuelle Fortpflanzung, während Ideen beliebig horizontal weitergegeben werden, also unabhängig von Verwandtschaft diffundieren können. Individuelle Menschen sind zwar sowohl Träger vieler Gene als auch vieler Kulturmerkmale, erstere werden aber nur einmal festgelegt, während letztere ständigem Wechsel unterliegen. *Dual inheritance theory* ist sich dieser Unterschiede bewusst, hält sie aber für analytisch bewältigbar. Da die kulturelle Evolution in anderen zeitlichen, räumlichen und kausalen Maßstäben agieren würde, könnte diese Theorie auch das Auftreten von Verhaltensmerkmalen erklären, die aus einer Reproduktionsperspektive nicht sinnvoll sind. Kulturelle Evolution ist schneller und flexibler: Anpassung an neue oder für das Überleben von Menschen ungeeignete Umgebungen geschieht nicht mehr genetisch, sondern durch Verhaltensanpassung. Genetische Anpassung folgt der kulturellen langsam, bedeutet aber auch Einschränkungen für die Flexibilität der kulturellen Evolution<sup>43</sup>.

<sup>39</sup>@henrich\_search\_2001; @kaplan\_theory\_2000; @voland\_evolutionary\_1998; @winterhalder\_risk-sensitive\_1999

<sup>40</sup>@belovsky\_optimal\_1988; @broughton\_widening\_1997; @low\_population\_1993; @stiner\_paleolithic\_1999; @stiner\_tortoise\_2000; @winterhalder\_population\_1988

<sup>41</sup>**Zitat! und Prüfen!**

<sup>42</sup>@SmithThreestyleevolutionary2000, 29-31.

<sup>43</sup>@SmithThreestyleevolutionary2000, 31-33.

Smith legt seinem Artikel Tabelle 2.1 bei, die die Unterschiede zwischen *Evolutionary psychology*, *Human behavioural ecology* und *Dual inheritance theory*. übersichtlich darstellt.

Table 2.1: Three Styles of Evolutionary Explanation (nach @SmithThreestylesevolutionary2000).

	Evolutionary psychology	Behavioural ecology	Dual inheritance theory
What is being explained:	Psychological mechanisms	Behavioural strategies	Cultural evolution
Key constraints:	Cognitive, genetic	Ecological, material	Structural, information
Temporal scale of adaptive change:	Long-term (genetic)	Short-term (phenotypic)	Medium-term (cultural)
Expected current adaptiveness:	Lowest	Highest	Intermediate
Hypothesis generation:	Informal inference	Optimality models	Population-level models
Hypothesis-testing methods:	Survey, lab experiment	Quantitative ethnographic observation	Mathematical modelling and simulation
Favoured topics:	Mating, parenting, sex differences	Subsistence, reproductive strategies	Large-scale cooperation, maladaptation

*Dual inheritance theory* ist in der archäologischen Forschung am intensivsten reflektiert worden und ist auch die theoretische Grundlage für das Modell, das für die vorliegende Arbeit entwickelt wurde. Es soll also im folgenden genauer beleuchtet werden. Um seine Ursprünge nachzuzeichnen, möchte ich zunächst auf Richard Dawkins *Memetik* eingehen.

## 2.2 Memetik

Memetik (engl. *Memetics*) ist eine Variante der oben beschriebenen *Dual inheritance theory*. Der Begriff *Meme* wurde 1976 vom britischen Evolutionsbiologen Richard Dawkins in seinem Buch *The selfish gene* eingeführt<sup>44</sup>. Obgleich populärwissenschaftlich hat es doch in verschiedenen Fachbereichen beachtliche Rezeption erfahren und darf als Grundstein der Memetik gelten.

### 2.2.1 The selfish meme

Dawkins führt in *The selfish gene* einen wesentlichen Perspektivenwechsel durch, indem er Evolution nicht aus der Sicht der sich entwickelnden Organismen sondern aus der der Gene betrachtet. Gene würden – freilich nicht bewusst – Organismen als komplexe Vehikel für ihre eigene Reproduktion nutzen: *the gene's eye view*. **Ausbauen!**

In Kapitel 11<sup>45</sup> bezieht Dawkins schließlich explizit die Spezies Mensch in seine Analyse mit ein. Ist ist die Menschheit im selben Umfang der Determination durch seine Gene untertan? Dawkins verneint das: Sein Kulturverhalten würde den Menschen von allen anderen bekannten Lebewesen abheben. Auch bei Tieren gibt es Verhaltensmuster, die unabhängig von genetischer Vererbung von Individuum zu Individuum weitergegeben werden: beispielsweise bestimmte Melodien des Gesangs von Singvögeln, die erwachsene Tiere voneinander lernen. Kein anderes bekanntes Lebewesen erreicht jedoch das Komplexitätsniveau des Menschen, der Sprache, Mode, Ritual, Kunst, Architektur und Technologie besitzt und sie unter ständigen Anpassungen

<sup>44</sup>@Dawkinselfishgene1976. Ich werde im folgenden aus einer Neuauflage des Buches zitieren, die 2016 40 Jahre nach der Erstpublikation veröffentlicht und um Kommentare von Dawkins erweitert wurde: @Dawkinselfishgene40th2016.

<sup>45</sup>@Dawkinselfishgene40th2016, 287-

tradiert. Die Entwicklungen in diesen Bereichen über archäologische Zeiträume zeigt eine Tendenz hin zu zunehmend höherer Komplexität und Vielfalt. Geschwindigkeit und Diversität liegen weit jenseits dessen, was genetische Evolution zu leisten in der Lage wäre. Erklärungsversuche dafür von *Evolutionary psychology* und *Human behavioural ecology* empfindet Dawkins als unzureichend. Stattdessen abstrahiert er die von ihm postulierte Evolutionstheorie und führt den Begriff des *Replikators* ein. Wenn irgendeine Form von Replikator vorhanden sei, dann würde zwangsläufig Evolution stattfinden. Gene seien Replikatoren – Ideen, Gedanken, *Meme* aber ebenso. Glaubt man einer Fußnote in Dawkins später kommentiertem Text, so war die Aussage, dass das Gen nicht die einzige mögliche Form eines Replikators ist, bereits die wesentliche in Kapitel 11. Umso erstaunlicher, dass er den Moment der Schöpfung seines Neologismus Meme dennoch theatralisch zelebriert:

I think that a new kind of replicator has recently emerged on this very planet. It is staring us in the face. It is still in its infancy, still drifting clumsily about in its primeval soup, but already is it achieving evolutionary change at a rate that leaves the old gene panting far behind. The new soup is the soup of human culture. We need a name for the new replicator, a noun that conveys the idea of a unit of cultural transmission, or a unit of *imitation*. ‘Mimeme’ comes from a suitable Greek root, but I want a monosyllable that sounds a bit like ‘gene’. I hope my classicist friends will forgive me if I abbreviate mimeme to meme. [...] It should be pronounced to rhyme with ‘cream’.

– @Dawkinselfishgene40th2016, 291.

Meme seien kleine abgrenzbare Informationseinheiten wie Melodien, Geflügelte Worte, Kleidungsmoden oder das Wissen um spezifische technische Prozesse. So wie Gene Lebewesen als Vehikel gebrauchen, so wären menschliche Gehirne das Medium, in denen sich Gene ausbreiten. Die Informationsweitergabe ist nicht auf sexuelle oder asexuelle Fortpflanzung beschränkt, sondern funktioniert über eine Form der zwischenmenschlichen Kommunikation, die Dawkins unter dem Überbegriff *Imitation* zusammenfasst. Er lässt – zwar mit einiger Zurückhaltung – durchscheinen, dass er eine physische Existenz von Memen etwa als Strukturen verschalteter Nervenzellen annimmt. Unabhängig davon sei ihr Effekt deutlich zu spüren: Entitäten, die unser Denken parasitisch bewohnen und ihre eigene Ausbreitung bezwecken würden. Dawkins bemüht für eine erste Illustration das Beispiel des monotheistischen Glaubens an einen Gott<sup>46</sup>:

Consider the idea of God. [...] How does it replicate itself? By the spoken and written word, aided by great music and great art. [...] What is it about the idea of a god that gives it its stability and penetrance in the cultural environment? The survival value of the god meme in the meme pool results from its great psychological appeal. It provides a superficially plausible answer to deep and troubling questions about existence. It suggests that injustices in this world may be rectified in the next. The ‘everlasting arms’ hold out a cushion against our own inadequacies which, like a doctors placebo, is none the less effective for being imaginary. These are some of the reasons why the idea of God is copied so readily by successive generations of individual brains.

– @Dawkinselfishgene40th2016, 292.

Warum ist das menschliche Gehirn empfänglich für Meme? Gibt es einen klassisch evolutionären Vorteil von dieser Empfänglichkeit? Nach Dawkins ist die grundsätzliche Kulturfähigkeit des Menschen durchaus ein Effekt genetischer Mutation und Selektion. Ab einem gewissen Punkt – in fließendem Übergang – sei allerdings der Replikator Meme im Kulturraum entstanden und hätte die Zügel in die Hand genommen.

Whenever conditions arise in which a new kind of replicator *can* make copies of itself, the new replicators *will* tend to take over, and start a new kind of evolution of their own. Once this new evolution begins, it will in no necessary sense be subservient to the old.

– @Dawkinselfishgene40th2016, 293.

Die genetische Evolution habe also den Nährboden bzw. das Medium einer neuen, viel schnelleren Form der Evolution geschaffen, die andere Prioritäten für Gesundheit, Langlebigkeit und Fortpflanzungsfähigkeit

<sup>46</sup>Religionskritik ist ein wiederkehrendes Thema in Dawkins umfangreichem, populärwissenschaftlichem Werk. Siehe z.B. das umstrittene *The God delusion* – @dawkins\_god\_2006

ihrer Trägerorganismen anlegt. In vielen Fällen sind diese Prioritäten ähnlich. Ein Beispiel dafür sind Meme, die positiv konnotiert mit Sex umgehen. Andererseits gibt es auch Meme wie etwa das Zölibat katholischer Ordensträger, die aus einer Genperspektive nicht sinnvoll sein können, da sie die Verbreitung der Gene ihrer Träger effektiv hemmen.

Wenn nun also auch im Medium Kultur die Mechanismen der Evolution wirken, dann müssten sich die Replikatoren Meme dem selben Druck beugen wie die Gene in der natürlichen Umwelt. Überleben könnten nur Replikatorenvarianten mit einer hohen Qualität der Eigenschaften *longevity*, *fecundity* und *copying-fidelity*<sup>47</sup>.

*longevity* – Langlebigkeit – sei eine günstige Eigenschaft für einen Replikortyp, da er seinen Gesamtbestand im Medium so einerseits leicht hoch halten kann und ihm außerdem mehr Zeit für Reproduktion zur Verfügung steht. Einzelne Kopien von Genen sind in ihrer Lebenszeit an den Organismus gebunden, dessen Aufbau sie kodieren. Instanzen eines Memes seien dagegen von der menschlichen Gedächtnisleistung abhängig. Meme könnten aber auch außerhalb von Menschen überdauern, wenn sie etwa in geschriebener oder digitaler Form abgelegt wurden. Damit könnte das Meme etwa später wieder einen Menschen infizieren, obgleich kein direkter Kontakt mit einem Infizierten stattgefunden hat.

*fecundity* – Fruchtbarkeit – sei für die Durchsetzungsfähigkeit eines Replikortyps noch wichtiger als *longevity*: Um so mehr Kopien er in kürzerer Zeit von sich selbst anfertigen kann, desto schneller wird er das Medium dominieren. Die Reproduzierfähigkeit eines Memes sollte von verschiedenen Eigenschaften abhängen, allem voran schlicht seiner Beliebtheit in oder außerhalb einer assoziierten Adressatengruppe.

*copying-fidelity* – Kopiertreue – scheint hier zunächst deplaziert. Ein gewisser Grad an Mutationsfähigkeit ist unerlässlich für Anpassung. Tritt allerdings bei einem Replikortyp eine zu große Instabilität auf, so argumentiert Dawkins, könnte er seine Identität nicht aufrechterhalten und würde entweder schnell von Varianten abgelöst, die aus ihm selbst hervorgegangen sind, oder sich völlig auflösen. Bei Memen scheint gerade das häufig zu passieren: Übertragungsfehler oder bewusste Modifikation scheinen die Regel, nicht die Ausnahme zu sein. Damit muss die Qualität von Memen als Replikatoren in Frage gestellt werden. Dawkins gibt das zu – diese Frage nach der Kopiertreue führt ihn zurück zur Definition von Memen. Welche Information enthält ein individuelles Meme bzw. – in einem Analogieschluss – das Gen?

Auch das Gen ist keine in mikrobiologischen Begriffen eindeutig definierte Entität<sup>48</sup>. Dawkins bezeichnet damit einen DNA-Abschnitt mit hinreichender Wirkung und Kopiertreue, um als selektionsrelevante Einheit zu wirken<sup>49</sup>. Gene schließen sich auf verschiedenen hierarchischen Ebenen zu Komplexen zusammen, die als Gruppe gegebenenfalls eine Gesamtwirkung entfalten und wiederum als ganzes Selektionsrelevant wirken kann<sup>50</sup>. Ein ähnliches Strukturverhalten könnte auch für Meme angenommen werden. Eine Symphonie setzt sich beispielsweise aus einer Vielzahl einzelner, für sich wiedererkennbarer Melodieabschnitte und Figuren zusammen. Eine Religion ist die Gesamtheit vieler verknüpfter Ideen und Ritualen, die als ganzes tradiert werden, eine Konfession möglicherweise ein *stable set of mutually-assisting memes*<sup>51</sup>.

I conjecture that co-adapted meme-complexes evolve in the same kind of way as co-adapted gene-complexes. Selection favours memes that exploit their cultural environment to their own advantage. This cultural environment consists of other memes which are also being selected. The meme pool therefore comes to have the attributes of an evolutionarily stable set, which new memes find it hard to invade.

– @Dawkinselfishgene40th2016, 301.

Komplexe zusammenhängender Meme wurden später von Dawkins Schülern mit dem Begriff *Memeplex* belegt (s.u.).

Wie oben ausgeführt, versetzt sich Dawkins in die Perspektive der Gene hinein und personifiziert sie. Eine empirisch naheliegende und terminologisch praktische Metapher um ihre effektive Entwicklung zu beschreiben. Diese Übertragung möchte er auch für Meme vornehmen. Meme stünden in starker Konkurrenz zueinander um

---

<sup>47</sup>@Dawkinselfishgene40th2016, 47-49.

<sup>48</sup>Zitat!

<sup>49</sup>Zitat! Kapitel 3

<sup>50</sup>Zitat! Kapitel 3 & 5

<sup>51</sup>@Dawkinselfishgene40th2016, 299.

die Zeit, die Menschen ihnen widmen und sie gegebenenfalls replizieren: Meme möchten so viele menschliche Gehirne wie möglich so lange wie möglich dominieren.

Time is possibly a more important limiting factor than storage space, and it is the subject of heavy competition. The human brain, and the body that it controls, cannot do more than one or a few things at once. If a meme is to dominate the attention of a human brain, it must do so at the expense of ‘rival’ memes.

– @Dawkinselfishgene40th2016, 298.

Aus dieser Perspektive könnte, so Dawkins, etwa das oben angesprochene Zölibat-Meme verstanden werden, dass im Memplex katholischer Glaubenspraxis Priester freisetzt, keine Zeit an einer Familie zu verlieren, sondern sich voll auf die Pflege und Verbreitung anderer Meme der Kirchendoktrin zu konzentrieren. Die Prioritäten von Menschen, Genen und Memen müssen sich unterscheiden.

What we have not previously considered, is that a cultural trait may have evolved in the way that it has, simply because it is *advantageous to itself*.

– @Dawkinselfishgene40th2016, 302.

Das wirft die philosophische Frage auf, inwiefern Menschen Sklaven ihrer Gene und Meme sind. Dawkins gibt dazu zu bedenken, dass weder Gene noch Meme im Gegensatz zum Menschen über Bewusstsein oder Planungsfähigkeit verfügen. Gene und Meme seien *unconscious, blind, replicators*<sup>52</sup>. Damit könnte sich der Mensch seine Situation bewusst machen, sich zumindest teilweise den auf ihn wirkenden Entitäten entziehen und neue Meme schaffen, die seinen Zielen besser dienen: zum Beispiel solche, die langfristige Kooperation stabilisieren und den immanenten Egoismus von Genen und Memen ächten.

## 2.2.2 Dawkins Schüler

Memetik selbst hat sich, in Dawkins Terminologie, als außerordentlich potentes Meme erwiesen. Die Grundidee ist in den Strömungen der *Dual Inheritance theory* aufgegangen, aber auch die Memetik an sich hat sich über dieses initiale Kapitel hinaus weiterentwickelt. Maßgeblichen Anteil daran hatten unter anderem der Philosoph Daniel Dennett<sup>53</sup>, die Psychologin Susan Blackmore und all jene Natur- und Geisteswissenschaftler, die sich im mittlerweile eingestellten Journal of Memetics<sup>54</sup> zu Wort gemeldet haben. Susan Blackmore bezieht sich unmittelbar auf Dawkins Ausgangsidee und erweitert sie um einige Aspekte. Die besondere Qualität ihres Buches *The meme machine*<sup>55</sup> liegt in der Synthese vieler Diskurse und Spannungslinien, die sich rund um die Memetik bis in die 90er Jahre herauskristallisiert hatten. Dennoch lässt sich ihre Perspektive auf eine einfache Formel reduzieren, die sie in verschiedenen Kontexten immer wieder angepasst anwendet: Sobald Meme existieren übernehmen sie die Rolle des dominanten Replikators, der das Verhalten seiner Träger wesentlich und langfristig beeinflusst.

Sprache

Als sich die Imitationsfähigkeit erst einmal entwickelt hatte und Meme auftauchten, haben diese Meme die Umwelt verändert, in der die Gene selektiert wurden und zwangen sie so, immer bessere memverbreitende Apparate zu schaffen. Mit anderen Worten ist die menschliche Sprachfähigkeit memgetrieben, und die Funktion der Sprache besteht darin, Meme zu verbreiten.

– @blackmore\_macht\_2000, 159.

Sexuelle Selektion

Der Memetik [...] zufolge wird die Partnerwahl nicht nur vom genetischen, sondern auch vom memetischen Vorteil beeinflusst. Eine meiner Schlüsselannahmen ist, dass die natürliche Selektion

---

<sup>52</sup>@Dawkinselfishgene40th2016, 302.

<sup>53</sup>siehe u.a. @dennett\_brainstorms\_1978, @dennett\_elbow\_1984, @dennett\_consciousness\_1991, @dennett\_darwins\_1995.

<sup>54</sup><http://cfpm.org/jom-emit/> [06.01.2018]

<sup>55</sup>@blackmore\_meme\_1999. Ich werde im folgenden aus einer mir vorliegenden, deutschen Ausgabe zitieren: @blackmore\_macht\_2000.



nach Entstehung der ersten Meme begann, Menschen zu favorisieren, die sich für eine Paarung mit den besten Imitatoren oder den besten Benutzern und Verbreitern von Memen entschieden.

– @blackmore\_macht\_2000, 213.

Gehirngröße

Altruismus

Wenn Leute altruistisch sind, werden sie beliebt, weil sie beliebt sind, werden sie kopiert, und weil sie kopiert werden, breiten sich ihre Meme – *einschließlich der Altruismasmusmeme selbst* – weiter aus als die Meme weniger altruistischer Leute. Das liefert einen Mechanismus für die Ausbreitung altruistischen Verhaltens.

– @blackmore\_macht\_2000, 252.

Zunächst verknüpft sie den Mechanismus der Meme-Übertragung mit Imitation

Kapitel 3

Kapitel 5

Journal of Memetics

The memes' eye view

### 2.2.3 Kritik und Abgesang

[http://jom-emit.cfpm.org/2002/vol6/edmonds\\_b\\_letter.html](http://jom-emit.cfpm.org/2002/vol6/edmonds_b_letter.html)  
edmonds\_b.html

<http://jom-emit.cfpm.org/2005/vol9/>

## 2.3 Themen und Konflikte der Cultural Evolution Forschung

Cultural Evolution ist heute eine wichtige theoretische Strömung der anthropologischen Forschung. Die oben unterschiedenen Perspektiven Evolutionary psychology, Human behavioural ecology und Dual inheritance theory sind Grundlage für abstrakte Modelle, Fallstudien und theoretische Weiterentwicklung. Besonders hervorzuheben haben sich hier in den vergangenen 30 Jahren neben Cavalli-Sforza und Feldmann auch Robert Chester Dunnell (\*1942 - †2010), Peter James Richerson (\*1943), Robert Boyd (\*1948), Stephen Shennan (\*1949), Michael John O'Brien (\*1950), Patrice A. Teltser (\*1954), Ben Sandford Cullen (\*1964 - †1995) und eine Vielzahl jüngerer Kollegen wie Joseph Henrich, Oren Kolodny, Ken Aoki oder Alex Mesoudi. Seit 2015 konstituiert sich eine Cultural Evolution Society als interdisziplinäre Wissenschaftsvereinigung<sup>56</sup>.

@creanza\_cultural\_2017 geben einen guten Überblick über aktuelle Fragestellungen der Cultural Evolution Forschung. Ich möchte einige der von Ihnen erfassten Themen aus einer stärker archäologischen Perspektive nachvollziehen und besonders jene Zusammenhänge hervorheben, die ich für die vorliegende Arbeit zu bronzezeitlichen Bestattungssitten für besonders relevant halte. Einen wichtiger Themenkomplex der Cultural Evolution Forschung, Kultur und Kulturentwicklung in Nicht-menschlichen Spezies<sup>57</sup>, werde ich aufgrund seiner geringen Relevanz in diesem Kontext ignorieren. Ebenso die Diskussion zur Evolution von Sprache in der Linguistik<sup>58</sup> und eine Vielzahl von Ansätzen, moderne gesellschaftlichen Problemstellungen wie Klimawandel<sup>59</sup>, Industrielle Landwirtschaft<sup>60</sup> und Multiresistente Keime<sup>61</sup> aus einer Cultural Evolution Perspektive zu analysieren. Stattdessen soll dem Themenfeld Cultural Transmission und seiner Bedeutung für archäologische Modellbildung in einem eigenen Kapitel viel Raum gegeben werden.

<sup>56</sup><https://culturalevolutionsociety.org> [01.02.2018]

<sup>57</sup>@laland\_question\_2009

<sup>58</sup>@nowak\_evolution\_1999

<sup>59</sup>@seneviratne\_allowable\_2016

<sup>60</sup>@garibaldi\_farming\_2017

<sup>61</sup>@boni\_evolution\_2005

### 2.3.1 Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Kulturentwicklung und Genetik

Eine der Grundannahmen der Cultural Evolution Theorie ist die Ähnlichkeit zwischen biologischer Evolution und kultureller Entwicklung. Das schließt die Übertragung biologischer Konzepte wie Mutation, Selektion, Transmission und Drift explizit ein. Das mathematische Methodenset der Populationsgenetik können damit auf Kulturprozesse übertragen werden. Sowohl Cavalli-Sforza und Feldmann<sup>62</sup> als auch Robert Boyd und Peter Richerson<sup>63</sup> legten dafür in den 1980ern konkrete, umfassende Ausarbeitungen mathematisch formulierter Modelle vor. Dennoch bestehen klare Unterschiede zwischen biologischer Populationsgenetik und der Entwicklung und Transmission von Ideen. Cultural Evolution folgt nicht den Mendelschen Regeln zu Uniformität, Spaltung und Unabhängigkeit<sup>64</sup> und große Teile der Terminologie (z.B. Genotyp vs. Phänotyp, Homozygotie vs. Heterozygotie) sind nicht oder nur unter großen Bedeutungsverschiebungen anwendbar. Horizontale Transmission spielt in der biologischen Vererbung eine untergeordnete Rolle und die Übertragung erfordert große Anpassungen an den vor allem vertikalen, genetischen Ausgangsmodellen<sup>65</sup>.

Im Gegensatz zur DNS der Genetik, ist die Identität der Informationsträger kultureller Entwicklung unbekannt **hier ggf. Diskussion dazu**. Bestimmte kulturelle Eigenschaften lassen sich binär oder diskret kategorisieren, andere eher quantitativ bzw. proportional beschreiben. Zu ersteren gehören beispielsweise das technologische Wissen um Herstellung und Verwendung eines bestimmten Werkzeugs oder die Verwendung eines bestimmten Ritzmusters zur Keramikverzierung. Auch die in der vorliegenden Arbeit vorgenommene Untersuchung von Bestattungssitten reduziert diese auf die binäre Komponente der Ab- und Anwesenheit eines bestimmten Aspekts des Rituals. Analysen auf metrischem Skalenniveau wurden etwa zur Abbildung von Risikobereitschaft<sup>66</sup> in Gruppen oder einem Kompetenzniveau<sup>67</sup> im Umgang mit einem bestimmten Werkzeug zur Anwendung gebracht.

### 2.3.2 Menschliches Verhalten: Genetische Determination vs. Kulturelles Lernen

Der von [smith\_three\_2000] (s.o.) beobachtete Riss durch die Forschungslandschaft zwischen Evolutionary Psychology, Human behavioral ecology und Dual inheritance theory wird besonders an der Frage deutlich, welche Aspekte menschlichen Verhaltens genetisch determiniert und welche kulturell konstruiert sind. Unter der Annahme, dass die Transmission von Ideen Menschen eine viel höhere Anpassungsfähigkeit an widrige Subsistenzumstände ermöglicht, zeigen entsprechend konzipierte Modelle, dass genetisch transportiertes Verhalten nur in ökologisch sehr stabilen Umgebungen Relevanz entwickeln kann<sup>68</sup>. Aus dieser Perspektive ergibt sich das klare Primat kultureller Transmission für den Menschen, der sich dank seiner Kulturfähigkeit in fast alle auf der Erde vertretenen Biome hat ausbreiten können.

Auch bei einer Dominanz sozialen Lernens und kultureller Transmission für die Determination menschlichen Verhaltens, ist der genetische Anteil nicht zu vernachlässigen – schon allein aufgrund der häufig zu beobachtenden Korrelation zwischen einem Verhaltensmuster und biologischer Verwandtschaft, die sich aus vertikalen Transmissionstrukturen ergibt. Auch die natürliche Umwelt muss als wesentlicher Faktor bei der Determination menschlichen Verhaltens in Betracht gezogen werden. Die genaue Charakterisierung des Einflusses von Genen, Kultur und Umwelt ist unter den Stichworten Gene-Culture coevolution, Dual Inheritance theory und Cultural Niche construction intensiv diskutiert worden<sup>69</sup>.

Die Methode der Genomweiten Assoziationsstudie (GWAS, Genome-wide association study) erlaubt es heute, Menschen und ihr Verhalten mit zunehmender Präzision auf Korrelation mit der Anwesenheit bestimmter Genen zu untersuchen. Dadurch wird die Suche nach genetischer Anpassung etwa an die naturräumliche

---

<sup>62</sup>@cavalli-sforza\_cultural\_1981

<sup>63</sup>@boyd\_culture\_1985

<sup>64</sup>@mesoudi\_pursuing\_2017

<sup>65</sup>@cavalli-sforza\_cultural\_1973; @feldman\_cultural\_1976

<sup>66</sup>@bisin\_economics\_2001-1

<sup>67</sup>@baldini\_revisiting\_2015; @henrich\_demography\_2004; @kobayashi\_innovativeness\_2012

<sup>68</sup>@aoki\_emergence\_2005; @aoki\_evolution\_2014; @boyd\_cultural\_1983

<sup>69</sup>@aoki\_gene-culture\_2017; @boyd\_culture\_1985; @cavalli-sforza\_cultural\_1981; @chudek\_culturegene\_2011; @feldman\_aspects\_1979; @mesoudi\_towards\_2006; @richerson\_dual\_1978

Rahmensituation erleichtert<sup>70</sup>. Die Untersuchung von Verhaltensmerkmalen wie dem IQ oder dem erreichten Ausbildungsniveau mit diesem Werkzeug<sup>71</sup> ist jedoch mit Schwierigkeiten verknüpft. Einerseits ist die Erkenntnisse über solche Zusammenhänge mit ethischen Implikationen verknüpft, andererseits ist eine statistische Ergebnissicherheit nicht gewährleistet: Korrelation von Genen und Verhalten muss nicht Konsequenz einer kausalen Beziehung sein. Stattdessen könnte sie nur Nebeneffekt von z.B. räumlicher und sozialer Autokorrelation oder assortativer Paarung sein<sup>72</sup>. Moderne Fallbeispiele, für die komplexe, sozioökonomische Erklärungen angenommen werden müssen, obgleich auch genetische Korrelation besteht, beschäftigen sich unter anderem mit Tabakkonsum, Armut, Gesundheit oder Rassismus<sup>73</sup>.

### 2.3.3 Mensch-Umwelt Interaktion und Cultural Niche construction

Cultural Niche construction hält ein potentes Erklärungsmodell bereit, um den wechselseitigen Selektionsdruck nachzuvollziehen, den Kultur, Gene und Umwelt aufeinander ausüben<sup>74</sup>. Dabei beschreibt Niche construction in der Biologie Veränderungen der natürlichen Umwelt, die einerseits von einer Spezies selbst hervorgerufen werden und gleichermaßen die Selektionsdrücke auf diese Spezies beeinflussen<sup>75</sup>. Für den Menschen ergibt sich daraus ein komplexes Geflecht von Interdependenzen zwischen Kulturverhalten, genetischer Disposition und Natur, die die schrittweise Modifikation all dieser Systembestandteile zur Folge haben<sup>76</sup>. Viel beachtete Fallbeispiele dieser Interaktion sind unter anderem anthropogen induzierte Aussterbeereignisse von Megafauna<sup>77</sup>, Feuernutzung für Landschaftseingriffe<sup>78</sup>, die Ausbreitung der Links- und Rechtshändigkeit<sup>79</sup>, die Entstehung der Laktose-Toleranz<sup>80</sup> und die rückläufige, demographische Entwicklung in modernen, westlichen Gesellschaften<sup>81</sup>.

Subsistenzbezogenes Verhalten ist unmittelbar selektionsrelevant, da es die Sterbe- und Reproduktionswahrscheinlichkeit einer Population beeinflusst. Der Mensch hat seine Versorgung über den größten Teil seiner Existenz aus Jagen und Sammeln bestritten. Dabei war er von den Ressourcen einer natürlichen Umwelt abhängig und hat sie durch Güterentnahme destabilisiert. Etliche Modelle im Kontext der Human behavioral ecology dokumentieren, wie diese Wechselwirkung zum Katalysator von Veränderung im Mensch-Umwelt System wurde<sup>82</sup>. Auch die Neolithisierung könnte durch einen solchen Prozess verstanden werden<sup>83</sup>.

### 2.3.4 Mikroorganismen und Pathogene

Krankheiten sind ein wesentlicher Selektionsfaktor für den Menschen und hatten großen Einfluss sowohl auf seine biologische<sup>84</sup> als auch auf seine prähistorische<sup>85</sup> und historische<sup>86</sup> Entwicklung. Malaria hat beispielsweise wesentliche Veränderungen im menschlichen Erbgut durchgesetzt<sup>87</sup> – unter anderem die weitreichende Verbreitung der Sichelzellenanämie<sup>88</sup>. Die Interaktion des Menschen mit Krankheiten lässt sich nicht auf eine rein biologische Perspektive reduzieren. Stattdessen sind Krankheiten und ihre Verbreitung stark durch Kulturverhalten bedingt. Nassfeldanbau in Westafrika könnte die initiale Verbreitung von Malaria

<sup>70</sup>@berg\_population\_2014

<sup>71</sup>@benyamin\_childhood\_2014; @davies\_genome-wide\_2011; @minkov\_genetic\_2015; @okbay\_genome-wide\_2016

<sup>72</sup>@abdellaoui\_educational\_2015; @domingue\_genetic\_2014; @okbay\_genome-wide\_2016; @piffer\_review\_2015

<sup>73</sup>@maes\_genetic\_2006; @marden\_african\_2016; @nugent\_geneenvironment\_2011; @paradies\_racism\_2015

<sup>74</sup>@laland\_niche\_2000; @odling-smee\_niche\_2003; @laland\_cultural\_2011; @rendell\_runaway\_2011

<sup>75</sup>@laland\_niche\_2006

<sup>76</sup>@alberti\_global\_2017; @creanza\_models\_2012; @laland\_cultural\_2001

<sup>77</sup>@barnosky\_assessing\_2004

<sup>78</sup>@bird\_fire\_2008

<sup>79</sup>@laland\_gene-culture\_1995

<sup>80</sup>@feldman\_theory\_1989; @ingram\_population\_2012

<sup>81</sup>@borgerhoff\_mulder\_demographic\_1998; @fogarty\_role\_2013; @ihara\_cultural\_2004

<sup>82</sup>@hardy\_climatic\_2010; @hockett\_nutritional\_2005; @stiner\_thirty\_2001

<sup>83</sup>@rowley-conwy\_foraging\_2011; @smith\_onset\_2013

<sup>84</sup>@bustamante\_natural\_2005; @enard\_viruses\_2016; mead\_balancing\_2003; @sabeti\_genome-wide\_2007@

<sup>85</sup>@martin\_health\_2002; @oxenham\_skeletal\_2005

<sup>86</sup>@alfani\_plague\_2013; @murray\_estimation\_2006

<sup>87</sup>@kwiatkowski\_how\_2005; @tishkoff\_haplotype\_2001

<sup>88</sup>@allison\_protection\_1954

massiv begünstigt haben<sup>89</sup>, Krankheiten waren ein wesentlicher Bestandteil des Kulturpakets, mit dem sich die Nordamerikanischen Ureinwohner in Folge von Kolumbus Landung 1492 konfrontiert sahen<sup>90</sup> und die Kuru Krankheit, die bis in die 1940er im Hochland von Neuguinea immer wieder in Epidemien ausbrach, war in ihrer Übertragung abhängig von kannibalistischen Ritualen<sup>91</sup>.

Neben Pathogenen ist der Mensch auch Wirt für weniger parasitäre Mikroorganismen. Die Gesamtheit von Lebensformen, die in und auf dem menschlichen Körper leben ohne Krankheiten oder Entzündungen hervorzurufen – die Normalflora – hat durchaus Rückwirkung nicht nur auf den menschlichen Organismus, sondern auch auf dessen Verhalten und Verhaltensspielraum. Menschen können die Fähigkeit zur Laktoseverarbeitung beispielsweise nicht nur über eine Mutation des eigenen Erbguts erlangen, sondern auch indirekt über Bakterien im Verdauungstrakt. Solche Bakterien haben möglicherweise ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Milchwirtschaft in der Vorgeschichte gespielt<sup>92</sup>.

### 2.3.5 Entstehung und Wirkung von Innovationen: Cultural Complexity und Demographie

In der biologischen Evolution entstehen neue Varianten durch Mutationen im Erbgut von Individuen. Cultural Evolution kennt dagegen eine ganze Reihe von Prozessen, die zur Entstehung von Innovationen verschiedener Größenordnungen führen können. Viele Modelle reduzieren diese Prozesse auf simple Zufallsereignisse oder die Interaktion eines Individuums mit seiner Umwelt<sup>93</sup>. Andere bringen komplexere Mechanismen ins Spiel, wie die Verknüpfung bestehender Innovationen zu neuen<sup>94</sup> und die Interaktion vieler Innovationen in einer schnellen, aufeinander aufbauenden Kettenreaktion von Kombination und Ableitung<sup>95</sup>: Eine einzige Idee zieht möglicherweise viele andere nach sich. In der prähistorischen und historischen Menschheitsentwicklung gibt es viele Ereignisse, die solche Effekte nahelegen, etwa die explosionsartige Zunahme an Komplexität im Steingerätinventar am Übergang von Mittel- zu Jungpaläolithikum<sup>96</sup> oder die neolithische Revolution im Vorderen Orient<sup>97</sup>.

Die Veränderung der Menge und Art kultureller Eigenschaften einer Gruppe ist mit dem Begriff der Cultural Complexity Forschung verknüpft. Sie untersucht die Akkumulation und den Verlust von Innovationen (Cultural accumulation und Cultural decay) im Abgleich zu systemtheoretischen Gleichgewichtszuständen. Dabei zeigt sich, dass die Innovationsverfügbarkeit in einer Population durch die Verschränkung der verschiedenen Ideen starken Schwankungen unterworfen ist, bis sie einen stabilen Zustand erreicht[@kolodny\_evolution\_2015]. Innovationen können selbst Rückwirkungen auf die Systemdynamik ihrer Wirtpopulationen nehmen, indem sie zum Beispiel die Subsistenzbedingungen verändern und Bevölkerungswachstum oder -niedergang katalysieren<sup>98</sup>. @crema\_revealing\_2016 eröffnen mit einer Fallstudie an neolithischer Keramik die Perspektive dafür, dass die Annahme von Gleichgewichtszuständen in archäologischen Kontexten vor diesem Hintergrund hinterfragt werden muss.

Populationsgröße und Subsistenzrisiko

@henrich\_demography\_2004, @collard\_what\_2011, @KobayashiInnovativenesspopulationsize2012, @collard\_population\_2013, @BaldiniRevisitingEffectPopulation2015, @henrich\_understanding\_2016, @vaesen\_population\_2016

150, 151, 152

---

<sup>89</sup>@durham\_coevolution\_1991-1

<sup>90</sup>@nunn\_columbian\_2010

<sup>91</sup>@lindenbaum\_kuru\_2015

<sup>92</sup>@walter\_human\_2011

<sup>93</sup>@henrich\_evolution\_2003; @rendell\_why\_2010

<sup>94</sup>@enquist\_why\_2008

<sup>95</sup>@fogarty\_cultural\_2015; @kolodny\_evolution\_2015; @kolodny\_game-changing\_2016

<sup>96</sup>@bar-yosef\_nature\_1998; @roebroeks\_time\_2008

<sup>97</sup>@gopher\_when\_2001; @veen\_agricultural\_2010

<sup>98</sup>@kolodny\_game-changing\_2016

Unabhängig davon welcher Effekt letztlich die größere Wirkung auf kulturelle Komplexität entfaltet, gibt es eindeutig einen Zusammenhang zwischen Kulturverhalten und demographischer Entwicklung einer Population: Der Übergang von einer Jäger- und Sammlerischen Lebensweise zu Ackerbau und Viehzucht am Beginn des Holozän geht mit einem starkem Bevölkerungswachstum einher, das unter dem Stichwort der Neolithic demographic transition als eines der folgenreichsten Auswirkungen der Neolithisierung diskutiert wird<sup>99</sup>. Neben Subsistenzpraktiken beeinflussen eine Vielzahl von Faktoren wie religiöse Normen, Heiratsgepflogenheiten oder gewaltsame Konflikte die Altersstruktur und das Wachstum einer Gesellschaft. Etliche davon reduzieren die Geburtenrate<sup>100</sup> und wirken so stabilisierend auf das Mensch-Umwelt-System. Ein Phänomen dieser Art lässt sich im modernen China und in Teilen Indiens beobachten: Eine kulturelle Präferenz für männliche Nachkommen, die sich etwa durch selektive Abtreibung manifestiert, führt lokal zu einem asymmetrischen Überschuss von bis zu 6:5 von Männern gegenüber Frauen. Diese kulturell induzierte demographische Veränderung hat erwartungsgemäß schwerwiegende ökonomische Konsequenzen<sup>101</sup>.

## 2.4 Cultural Transmission

Die Ausbreitung von Ideen geschieht im sozialen Raum ihrer Träger. Die Formen der Kommunikation, die dabei zur Anwendung kommen sind vielfältig und entwickeln auf unterschiedlichen Skalenniveaus unterschiedliche Relevanz. Grundsätzlich bewegt sich Information mit ihren Trägern, das heißt alle Prozesse, die zur Bewegung von Menschen im Raum führen, sind auch Prozesse, die zur Ausbreitung von Information führen. Zu Cultural Transmission müssen also alle Modi des Austauschs von der Massenmigration, über den Frauentausch in Heiratsnetzwerken bis hin zum einzeln wandernden Händler und Handwerker gezählt werden. Daneben stehen Prozesse innerhalb kohärenter Gruppen, wie die Kindererziehung (vertical transmission), Lehre und Ausbildung von einer Generation zur nächsten (oblique transmission) und der einfache Austausch von Information zwischen allen Mitgliedern einer Population (horizontal transmission), wie er durch Sprache, Schrift und Imitation permanent stattfindet.

Einige der weitreichendsten Transformationsereignisse in der Geschichte der Menschheit, die zu einem tiefgreifenden Wandel der vorhandenen kulturellen Eigenschaften geführt haben, sind von Populationsbewegungen zumindest begleitet, wenn nicht sogar initiiert worden<sup>102</sup>. Der Neanderthaler wurde vor ca. 40.000 Jahren vollständig vom Modernen Menschen verdrängt<sup>103</sup>, und mit ihm ging eine erste – freilich in ihrer Dynamik umstrittene – Phase kultureller Modernität zu Ende, die sich erst durch jüngste Forschungsergebnisse zu erschließen beginnt<sup>104</sup>. Paläogenetische Ergebnisse legen nahe, dass die neolithische Revolution in Europa im wesentlichen von wandernden Siedlern aus dem Vorderen Orient getragen wurde, nicht von der Übernahme eines Innovationspakets durch lokale Jäger- und Sammlergruppen<sup>105</sup>. Im fortgeschrittenen Neolithikum bis zum Beginn der Bronzezeit vollzog sich eine weitere genetische und kulturelle Transformation in Mitteleuropa infolge der Einwanderung berittener Steppenbewohner aus dem Yamnaya Kulturkomplex<sup>106</sup>.

[@cavalli-sforza\_cultural\_1981] grenzen drei weitere Formen der Cultural Transmission voneinander ab:

Vertikale (vertical) Transmission [@mulder\_intergenerational\_2009]

Horizontale (horizontal) Transmission

Schräge (oblique) Transmission [@fogarty\_evolution\_2011]

Die vertikale Vererbung kultureller Eigenschaften von Eltern zu Kind spielt eine entscheidende Rolle. Sie ist insbesondere mit der demographischen Entwicklung einer Population verknüpft. Geht man von einem klassischen Modell der Life-history-Theorie aus, das Populationsentwicklung ausgehend von sich reproduzierenden

<sup>99</sup>@bocquetappel\_paleoanthropological\_2002; @gage\_what\_2009

<sup>100</sup>@colleran\_cultural\_2016; @richerson\_natural\_1984

<sup>101</sup>@banister\_shortage\_2004; @li\_cultural\_2000; @tuljapurkar\_high\_1995

<sup>102</sup>@boyd\_voting\_2009

<sup>103</sup>@skoglund\_origins\_2012

<sup>104</sup>@hoffmann\_symbolic\_2018; @tuniz\_did\_2012

<sup>105</sup>@aoki\_travelling\_1996; @bar-yosef\_nature\_1998; @patterson\_modelling\_2010; @skoglund\_origins\_2012

<sup>106</sup>@allentoft\_population\_2015; @goldberg\_ancient\_2017

Altersklassen beschreibt<sup>107</sup> und erweitert es um kulturelle Merkmale und Transmission, dann ergeben sich bemerkenswerte Simulationsergebnisse<sup>108</sup>. Sogar Verhaltensmuster, die die Reproduktionsfähigkeit eines Individuums reduzieren, können bei ausreichend starker Übertragungsfähigkeit der Idee überdauern. Das gilt auch dann, wenn eine Idee zwar die Reproduktionsfähigkeit reduziert, gleichzeitig aber die Überlebenschance des Individuums erhöht.

Ein Phänomen, das für vertikale Transmission besondere Relevanz besitzt, ist Assortative Paarung (Assortative mating). Partnerwahl beim Menschen ist kein zufälliger Prozess, sondern zeigt die Tendenz, Individuen mit hoher Ähnlichkeit körperlicher und kultureller Merkmale zusammen zu führen. Ein Nachweis dieses Effekts gelang an Merkmalen wie Augenfarbe, Körpergröße, IQ, Bildungsstand und Tabakkonsum<sup>109</sup>. Assortative Paarung führt zu höherer Korrelation genetischer und kultureller Eigenschaften in einer Population und kann mehr Vielfalt hervorrufen<sup>110</sup>: Seltene Eigenschaften können sich leichter ausbreiten und behaupten<sup>111</sup>. Assortativer Paarung ist dabei auch ein sich selbst verstärkender Prozess, da aus Beziehungen ähnlicher Partner statistisch mehr Kinder hervorgehen<sup>112</sup> und soziale Netzwerke dazu neigen, sich zu reproduzieren<sup>113</sup>. Das hat auch Rückwirkungen auf die genetische Zusammensetzung von menschlicher Populationen<sup>114</sup>. Sprachgrenzen können dabei als wesentliche Hürde beim genetischen Austausch auftreten<sup>115</sup>, müssen es aber keinesfalls<sup>116</sup>. Homophily, die Präferenz mit ähnlichen Menschen zu interagieren, beschränkt sich nicht nur auf die Partnerwahl, sondern erstreckt sich auf jede Form zwischenmenschlicher Beziehung: Ideen werden grundsätzlich schneller zwischen ähnlichen Individuen übertragen<sup>117</sup>.

Die Intensität und Dauerhaftigkeit der Verbreitung einer Idee in einer Gesellschaft ist chaotisch und nicht mit Sicherheit vorhersagbar. Dennoch lassen sich Effekte beschreiben, die wesentlichen Einfluss auf den Erfolg einer Innovation haben:

Von wesentlicher Bedeutung ist der Dualismus von Konformität (conformity bias) und Neugierde (novelty bias). Menschen neigen einerseits – besonders in Phasen von Stabilität<sup>118</sup> – dazu, das Verhalten einer Bevölkerungsmehrheit zu übernehmen<sup>119</sup>, Individuen brechen andererseits mitunter aber auch bewusst daraus aus<sup>120</sup>. Als Konsequenz des Widerstreits dieser Pole folgt die Verbreitung mancher kultureller Eigenschaften einer logistischen, S-förmigen Wachstumskurve<sup>121</sup>. Insbesondere Ideen, die nicht direkt subsistenzrelevant sind, sind in ihrer momentanen Ausbreitungsdynamik stark davon abhängig, wie groß die Verbreitung der Idee in der Population bereits ist. Beispiele dafür sind Modetrends oder Babynamen<sup>122</sup>. Auch die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Bestattungssitten könnten dieser Ideenkategorie angehören.

In archäologischen Zusammenhängen wird häufig über den Einfluss sozialer Eliten auf das Verhalten einer Gesamtpopulation diskutiert. Menschen neigen dazu, soziale höher gestellte Vorbilder zu wählen und sie zu kopieren (prestige bias)<sup>123</sup>. Dieses Kopierverhalten lässt sich experimentell bereits an Kleinkindern beobachten, die sich an jenen Erwachsenen orientieren, die die verstärkte Aufmerksamkeit anderer Erwachsenen genießen<sup>124</sup>.

Menschen zeigen auch die Tendenz, das Verhalten erfolgreicher Menschen oder einzelne, erfolgreiche Strategien zu übernehmen<sup>125</sup>. Zwar ist das Modell eines Homo Ökonomikus, der stets die rational beste Entscheidung in einer gegebenen Situation trifft, zu simplistisch, dennoch spielt die Verbesserung der eigenen Situation

---

<sup>107</sup>@leslie\_further\_1948

<sup>108</sup>@coratenuto\_age\_1989; @fogarty\_role\_2013

<sup>109</sup>@domingue\_genetic\_2014; @keller\_genetic\_2013; @laeng\_why\_2007; @treur\_spousal\_2015

<sup>110</sup>@feldman\_evolution\_1977; @rice\_multifactorial\_1978

<sup>111</sup>@creanza\_complexity\_2014; @creanza\_models\_2012

<sup>112</sup>@thiessen\_human\_1980

<sup>113</sup>@abdellaoui\_association\_2013; @abdellaoui\_educational\_2015

<sup>114</sup>@robinson\_genetic\_2017

<sup>115</sup>@barbujani\_zones\_1990; @de\_filippo\_y-chromosomal\_2011; @karafet\_coevolution\_2016

<sup>116</sup>@hunley\_gene\_2005; @hunley\_genetic\_2008; @srithawong\_genetic\_2015

<sup>117</sup>@centola\_experimental\_2011; @centola\_spread\_2010

<sup>118</sup>@henrich\_evolution\_1998; @kendal\_evolution\_2009

<sup>119</sup>@efferson\_conformists\_2008; @giraldeau\_social\_1994; @henrich\_evolution\_1998

<sup>120</sup>@henrich\_evolution\_2003

<sup>121</sup>@henrich\_cultural\_2001; @rogers\_diffusion\_1983

<sup>122</sup>@acerbi\_biases\_2014; @acerbi\_logic\_2012

<sup>123</sup>@henrich\_evolution\_2001

<sup>124</sup>@chudek\_prestige-biased\_2012

<sup>125</sup>@henrich\_evolution\_2003

nach unterschiedlichen Kriterien eine wichtige Rolle bei Entscheidungsprozessen<sup>126</sup>. Dieses Verhalten besitzt Implikationen für eine mögliche biologische Selektionswirkung von Innovationen: Imitation kann den Untergang einer Population in Krisensituationen verhindern.

Social Learning: [@arbilly\_arms\_2014; @enquist\_evolution\_2007; @rendell\_cognitive\_2011; @rendell\_rogers\_2010]

### 2.4.1 (Computerbasierte) Modellierung

Cultural Evolution theory ist angelegt zur Modellbildung in Anthropologischen Wissenschaften. Edmonds definierte Memetik vor seiner oben nachvollzogenen Abkehr folgendermaßen:

the application of models with an evolutionary or genetic *structure* to the *domain* of (cultural) information transmission.

– @edmonds\_modelling\_1998

Im selben Artikel *On Modelling in Memetics* aus dem 2. Band des Journal of Memetics weist er aber bereits auf Risiken der Modellierung in diesem Kontext hin und formuliert Anforderungen.

#### 2.4.1.1 Agentenbasierte Modellierung

---

<sup>126</sup>@mesoudi\_cultural\_2008; @mesoudi\_experimental\_2011

## Chapter 3

# Bestattungsritus in der Europäischen Bronzezeit

### 3.1 Wahl des Fallbeispiels

Ziel dieser Arbeit ist die Formulierung eines computerbasierten Cultural Evolution Modells, dass . . . . Um die Sinnhaftigkeit dieses Ansatzes zu erforschen, ist es unerlässlich ein Fallbeispiel heranzuziehen, das potentiell geeignet ist durch ein solches abgebildet zu werden. Für den Kontext des Fallbeispiels sollen sich idealerweise Synergieeffekte ergeben. Das heißt, das Modell sollte geeignet sein, archäologische Fragestellungen in seinem Kontext zu beantworten oder zumindest aus einer neuen Perspektive zugänglich zu machen. Scheitert dies, so ist zwar nicht der gesamte Ansatz zu verwerfen, jedoch darf die Nützlichkeit der Methode aus archäologischer Perspektive in Zweifel gezogen werden.

Die Wahl des Fallbeispiels hat also wesentliche Konsequenzen für das Gesamtergebnis der Arbeit. Konkret drückt sich das etwa in der Natur der untersuchten Meme und Memeplexe aus: Unmittelbar funktional relevante Meme, die z.B. eine Veränderung der Subsistenzstrategie hervorrufen, sind anders zu analysieren als Modememe in Keramikverzierung und Gewandschmuck. Manche Meme sind äußerst erfolgreich, breiten sich über ganze Kontinente aus und bleiben über Jahrhunderte verhältnismäßig stabil, andere dagegen sind nur auf eine Siedlung beschränkt und überdauern nicht einmal ihre Schöpfergeneration. Jedes Fallbeispiel ist über eine Auswahl archäologischer Daten zugänglich. Diese sind höchst heterogen strukturiert, mit unterschiedlichen Zielsetzungen – meist nicht der einer Cultural Evolution Analyse – aufgenommen und decken, ebenso wie die Meme, die sie potentiell abbilden, sehr verschiedene zeitliche und geographische Spektren und Skalenniveaus ab. Ideal wäre sicher, selbst Daten zu einzelnen Memen und deren Entwicklung zu sammeln. Das ist aber im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, ohne viel Zeit zu verlieren, die für theoretische Vorüberlegungen sowie die Modellimplementierung und -Analyse investiert werden sollte. Die Suche nach einem Fallbeispiel war aus dieser Konsequenz gleichermaßen die Suche nach einem Datensatz, bei dem Anknüpfungspunkte zur Modellidee zu erwarten waren.

Ein spezielles Subset der C14-Datenbank Radon-B<sup>1</sup> erfüllt diese Bedingung.

Brandbestattung und Körperbestattung sind Meme, die schon lange vor Beginn der Bronzezeit in Konkurrenz standen. Erstaunlicherweise ist dieser Konflikt bis heute nicht entschieden – beide Bestattungsrituale, freilich immer wieder neu konnotiert und kontextualisiert – finden in der Gegenwart in Europa Anwendung. Man könnte den Konflikt aus dieser Perspektive in seiner gesamten zeitlichen Dimension von der frühesten Vorgeschichte bis in die Moderne nachzeichnen. Die Cultural Evolution Perspektive bietet für dieses Phänomen ein kohärentes Erklärungsmodell. Dennoch konzentriert sich diese Arbeit auf die Bronzezeit. Das geschieht einerseits aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten und weiterhin aufgrund der unglaublichen Komplexität

---

<sup>1</sup>@jutta\_kneisel\_radon-b\_2013



der Memeplexe, in die sich beide Meme im Laufe der Geschichte eingliedert haben. Eine Geschichte von Brand- und Körperbestattung würde den Rahmen dieser Arbeit bei weitem sprengen, ist vielleicht überhaupt nicht sinnvoll formulierbar. Ähnlich verhält es sich mit der Grabüberhügelung: Auch dieser Brauch kann auf eine lange Geschichte zurückschauen und hat im Laufe der Zeit mannigfaltige, verwandte weil abgeleitete Meme hervorgebracht.

Dieses Fallbeispiel beobachtet also vier eng verknüpfte Meme (Körperbestattung, Brandbestattung, Flachgrab, Hügelgrab) über eine gewisse Phase (2500-500calBC, Bronzezeit) ihrer eigentlich wesentlich längeren Entwicklung in einem gewissen Raum (Nord-, Ost und Westeuropa), der nur einen Ausschnitt ihrer eigentlichen Verbreitung darstellt.

### 3.1.1 Datensatz Radon-B

...

Abbildung ?? zeigt, wie sich die C14-Daten in RADON-B räumlich und zeitlich verteilen. Für einzelne Regionen liegen für gewisse Zeiträume verhältnismäßig viele Daten vor, für die Mehrzahl der Regionen ist die Datenmenge allerdings sehr gering. Diese Ungleichverteilung der Daten kann viele verschiedene Gründe haben:

- Schwerpunkte der Datenaufnahme für RADON-B nach Forschungsinteressen der beteiligten Wissenschaftler.
- Regionale und zeitliche Ausrichtung von Forschungsprojekten, in deren Rahmen die C14-Daten erstellt wurden. Damit zusammen hängt die politische Rahmensituation, die C14-Datierung in größerem Umfang z.B. in den Osteuropäischen Staaten erst nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion möglich gemacht hat.
- Forschungstraditionen
- Erhaltungssituation organischer Funde
- Dateneingabe in RADON-B (Wo sind Grabmetainformationen beigelegt?)
- weitere mögliche Bestattungsformen, die archäologisch nicht fassbar sind

## 3.2 Vorüberlegungen zur archäologischen Untersuchung von Bestattungen

Betrachtet man Bestattungssitten als in Raum und Zeit verbreitetes Kulturverhalten dann kann man das doch nicht gänzlich losgelöst von seiner besonderen Qualität als mit dem Tod assoziiertem Verhalten tun. Bestattungssitten sind weder funktional – obgleich auch aus hygienischer Perspektive und hinsichtlich Materialkosten und Arbeitszeit für oder gegen bestimmte Rituale argumentiert werden kann – noch sind sie Mode, die leichtfertig und ohne Reflexion übernommen wird. Der Tod von Angehörigen ist meist ein schwerwiegendes Ereignis, das mit einem besonderen, kulturellen und individuellen Verarbeitungsprozess einhergeht. Bestattungssitten gehören eben zu diesem Verarbeitungsverhalten und sind als solche Gegenstand ihrer Erforschung.

Thanatologie ist die Wissenschaft des Todes und seiner Wirkung auf die Umwelt des Sterbenden und Verstorbenen. Sie ist interdisziplinär angelegt und beschäftigt sich mit allen biologischen, sozialen, psychologischen und sonstigen Prozessen im Kontextes des biologischen und speziell menschlichen Todes<sup>2</sup>. Thanatoarchäologie beschäftigt sich mit dem Tod in archäologischen Kontexten, also mit dem Niederschlag, den der Tod von Menschen im archäologischen Befund hinterlassen hat<sup>3</sup>. Der wichtigste Befundtyp hierfür ist das Grab, das umgekehrt eine der wichtigsten Forschungsgegenstände der Archäologie im allgemeinen darstellt. Seiner Erforschung wird vor dem Hintergrund chronologischer und sozialer Fragestellungen viel Aufmerksamkeit gewidmet. Dennoch bleibt ein großer Teil der mit Gräbern assoziierten Bedeutungsbelegung unbekannt,

---

<sup>2</sup>@hofmann\_rituelle\_2008, 100.

<sup>3</sup>@hofmann\_rituelle\_2008, 123.

da Gräber sich nur aus der Wahrnehmung des Todes und ihrer Erzeugerkultur und deren Vorstellungen pränataler- und postmortalen Zustandsformen in Abgrenzung zum bekannten irdischen Leben verstehen lassen. Archäologische Quellen geben über diese spirituellen Abstraktionen keinen oder nur sehr eingeschränkt Aufschluss.

Eben daraus erwächst die große Gefahr, in Ermangelung des Wissens über das Todesverständnis prähistorischer Gesellschaften moderne, westliche Vorstellungen auf archäologisch erschlossene Grabzusammenhänge zu projizieren. Eine eurozentrische Verhaltnung, das insbesondere die Postprozessuale Archäologie in Anlehnung an die Postmoderne identifiziert hat. Stattdessen muss eine Auseinandersetzung mit dem breiten Spektrum an Weltanschauungen und Wahrnehmungen erfolgen, in die Bestattungssitten eingeordnet werden können. Vollständigkeit kann dabei nicht erreicht werden, aber zumindest eine erhebliche und wertvolle Aufweitung der Perspektive.

### 3.2.1 Der rituelle Umgang mit dem Tod

Kerstin Hofmanns Dissertationsschrift *Der rituelle Umgang mit dem Tod – Untersuchungen zu bronze- und früheisenzeitlichen Bestattungen im Elbe-Weser-Dreieck*<sup>4</sup> enthält einige theoretische Vorüberlegungen zur Thanatoarchäologie, die ich hier verarbeiten und einer Betrachtung von Bestattungssitten im Kontext der Cultural Evolution Theorie voranstellen möchte. Damit soll einerseits einer simplistischen und eurozentristischen Deutung von Gräbern vorgebeugt, andererseits die Besonderheit der Bestattungsmeme betont werden.

#### 3.2.1.1 Sterben als Prozess

Die Feststellung, ab wann genau ein Mensch tot ist, ist mit erstaunlichen Unsicherheiten und Unschärfen verknüpft. Diese nehmen ihren Anfang bei den biologischen Prozessen, die es erlauben, den Eintritt des Todes an verschiedenen Parametern zu messen und entsprechend unterschiedlich festzulegen. Leben drückt sich im Menschen in verschiedenen Körperfunktionen wie Atmung, Herzschlag oder Stoffwechsel aus. Der Ausfall eines Teilsystems bewirkt je nach seiner Relevanz mehr oder weniger schnell den Zusammenbruch aller anderen Systeme. Das kann sich über einen langen Zeitraum hinziehen: Auch im Falle des normalen, sukzessiven Ausfalls aller Teilsysteme stirbt die letzte Körperzelle viele Stunden nach dem Kreislaufstillstand. Da die Individualität eines Menschen an die intakte Funktion seines Gehirns gebunden ist, gilt der Kollaps dieses Teilsystems als eines der wesentlichen Definitionsmomente für den Eintritt des Todes. Umgekehrt kennt die Medizin mit dem Hirntod auch den Sonderfall, dass nur das Gehirn seine Funktion mit irreparablen Schäden eingestellt hat, alle anderen Körperprozesse allerdings weiter funktionieren. Der Hirntod kann nur klinisch diagnostiziert werden (Harvard-Kriterium), da in diesem Fall andere Indikatoren für den Eintritt des Todes fehlen. Letztere lassen sich grundsätzlich in unsichere und sichere pathophysiologische Kriterien untergliedern. Zu den unsicheren gehören ein Abkühlen des Körpers, Reflexlosigkeit, Erschlaffen der Muskeln, Pulslosigkeit, Atemstillstand, Leichenblässe und ein Vertrocknen an Schleimhäuten und Wunden. Obgleich diese traditionellen Todesanzeiger weitreichend bekannt sind und im Laufe der Geschichte wesentlich für die Feststellung des Todes waren, sind sie einzelnen oder sogar bei gemeinsamem Auftreten nicht verlässlich. Sie können (zumindest kurz- bis mittelfristig) als Folge von Erkrankungen oder Umgebungsparametern auftreten. Pulslosigkeit und Atemstillstand sind, wenn der Zustand anhält, sichere Todeszeichen. Dazu gehören auch Totenflecken – rötliche Verfärbungen an der Körperunterseite infolge der Unterbrechung des Blutflusses – und die Totenstarre – eine biochemische Körperreaktion, die zur Erstarrung der Muskulatur in einem Zeitfenster von 6-9 bis 50-300 Stunden nach dem Todeszeitpunkt führt. Völlig unzweifelhafte Todesanzeiger sind schließlich spätere Veränderungen an der Leiche wie Autolyse (Selbstaflösung/Selbstverdauung), Fäulnis, Mumifizierung, Fettwachsbildung und Skelettierung<sup>5</sup>.

Der mit naturwissenschaftlichen Kriterien messbare Tod ist in einer modernen, westlich geprägten Gesellschaft oftmals die entscheidende Form des Todes. Tatsächlich ergeben sich aber neben dieser biologisch-technischen auch fundamental abweichende Perspektiven, die den Tod durch seine Kontextualisierung im kulturell-sozialen

---

<sup>4</sup>@hofmann\_rituelle\_2008

<sup>5</sup>@hofmann\_rituelle\_2008, 92-94.

Gefüge des Verstorbenen verstehen. Der Tod ist dabei der Abbruch der sozialen Beziehungen. Dieses Ereignis muss nicht mit dem biologischen Tod einhergehen. Tatsächlich kann sowohl ein biologisch Lebender aus einer Gemeinschaft ausgeschlossen und damit für “tot” erklärt werden, als auch ein biologisch Toter – etwa im Kontext eines Ahnenkults – weiter in zwischenmenschliche Interaktion einbezogen und wie ein Lebender behandelt werden. Vor diesem Hintergrund hält Hofmann die Einschätzung ob jemand tot ist oder lebendig für von kultureller Wahrnehmung abhängig:

Niemand kann demnach eine Todesfeststellung kulturfrei vornehmen.

– @hofmann\_rituelle\_2008, 92.

Das Urteil, ob biologischer und sozialer Tod gleichzeitig eingetreten sind, ist darüber hinaus stark mit der Art des Todes verknüpft, die den Verstorbenen ereilt hat. Ein schneller Unfalltod, ein Mord, ein Tod in kriegerischem Konflikt oder ein langsames Dahindämmern infolge von Alter oder Krankheit werden unterschiedlich wahrgenommen und sind kulturell unterschiedlich konnotiert. Oftmals ist genau das Ausschlaggeben dafür, ob sich der Tod im Einzelfall Angehörigen und Beobachtern als schnelles, unumkehrbares Überschreiten einer Linie oder als länger andauernder Transformationsprozess darstellt. Den Rahmen für diese Unterscheidung bilden Vorstellungen von postmortalem Leben, das das irdische Leben fortsetzt oder mit ihm interagieren kann. Damit ist der Tod und seine Erfahrung eng mit grundsätzlichen, weltanschaulichen Fragen verknüpft, denen jede Kultur mit anderen Paradigmen begegnet<sup>6</sup>.

### 3.2.1.2 Kulturübergreifende Wahrnehmung des Todes

Wie und mit welchen Hoffnungen und Ängsten der Einzelne dem eigenen oder dem Tod anderer Menschen begegnet, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Prägend dafür ist ein Erfahrungshorizont, der sich aus Kultur- und Religionszugehörigkeit ergibt, aber auch individuellen Eigenschaften und Erfahrungen.

Die Einstellung zum Tode entstehen aus der dynamischen, sich verändernden Wechselwirkung zwischen Individuum und Umwelt und sind mit dem individuellen und kollektiven Bild von Mensch, Natur und Gesellschaft verknüpft.

– @hofmann\_rituelle\_2008, 96.

Nach moderner, naturwissenschaftlicher Erkenntnis muss jeder Mensch sterben. Diese Wahrnehmung hat ihren Ursprung wahrscheinlich in der Antike, ist allerdings nicht universell menschlich. In indigenen Gesellschaften wird der Tod oft als etwas unnatürliches und fremdes gedeutet, dass durch schädliche äußere Einflüsse – etwa durch Flüche oder den Eingriff von Gottheiten – ausgelöst wird. Viele Schöpfungssagen beschreiben einen Urzustand, in dem der Tod noch nicht existierte. Erst ein durch Versehen oder Unwissenheit ausgelöstes Ereignis habe ihn in die Welt gebracht. Oft wird ein “guter”, von der Gemeinschaft begleiteter Tod von einem “schlechten”, einsamen in der Fremde abgegrenzt.

Der Glaube an ein postmortales Weiterleben ist in der Mehrzahl bekannter Kulturen verbreitet. Die Auflösung des Körpers im Anschluss an den Tod mag ein wichtiger Grund dafür sein, dass die meisten das auch mit einer Trennung von Körper und Seele in Verbindung bringen. Die Seele vollzieht einen Transformationsprozess – eine Reise ins Reich der Toten – der sich über einen gewissen Zeitraum hin erstreckt. Oft werden Verstorbene in diesem Übergangsstadium als gefährlich empfunden, da sie sowohl Macht als auch das Interesse zur Interaktion mit der Welt der Lebenden besitzen könnten. Im Gegensatz zum Personenkonzept des westlichen Individualismus, der Menschen als Einheit aus einem Körper und einer unteilbaren Seele versteht, unterscheiden andere Gesellschaften gegebenenfalls mehrere Seelenkategorien, die im Todesfall unterschiedlich reagieren, oder etwa durch unterschiedliche Rituale wie Kremation freigesetzt werden müssen. Unabhängig davon ist die Seele jedoch in vielen Weltanschauungen die Entität, die im Jenseits weiterlebt. Das Totenreich ist in verschiedenen Kulturen mit vielfältigen Assoziationen belegt – häufig mit dem Bild des Schlafens, einer spiegelbildlichen Parallelwelt zum irdischen Dasein oder mit Mechanismen, die Ausgleich und Sühne schaffen sollen. Kulturen, die ein Reinkarnationskonzept verinnerlicht haben, verstehen den Tod meist nur als eine kurze Phase zwischen zwei Daseinsformen.

---

<sup>6</sup>@hofmann\_rituelle\_2008, 94-95.

In ausnahmslos allen Kulturen gibt es ein Totenbrauchtum, das den Umgang mit Verstorbenen regelt. Die praktizierten Handlungen wie Leichnamsvorbereitung, Bestattung, Totenmahlzeit, Besuchsfeste oder Wiederbestattungen sind höchst vielfältig und stark von den oben beschriebenen, ideologischen Voraussetzungen abhängig. Ebenso sind Zweck und Bedeutung der Riten unterschiedlich. Sie zeigen jedoch kulturübergreifend einige Gemeinsamkeiten und richten sich grundsätzlich sowohl an die Toten als auch die Lebenden. Viele Rituale dienen dazu, das emotionale Trauma und die Trennung zu verarbeiten. Darüber hinaus soll der Zusammenhalt der Bestattenden sozialen Gruppe auch über den Tod des Verstorbenen hinaus aufrecht erhalten werden. Dabei kanalisieren die rituellen Handlungen den kritischen Übergangsprozess von der dauerhaften An- zur Abwesenheit des Individuums. Bestattungsbräuche können auch aus einer Angst vor dem Toten hervorgehen und dazu dienen, ihn zu bannen, zu besänftigen oder zumindest seinen Einfluss auf die Lebenden zu verringern. Umgekehrt existiert mit der Totenfürsorge ein Verhalten, den Verstorbenen mit Grabbeigaben für sein postmortales Dasein auszustatten oder ihn mit Wegzehr für die Reise ins Totenreich zu versehen. Bestattungsrituale können auch dazu dienen formalisiert zu erinnern und eine bestimmte Form der Erinnerung an den Toten zu konstruieren. Weltanschauung und Moralvorstellungen können gegebenenfalls in der Gruppe durch Repetition und den besonderen Charakter des Anlasses vertieft werden. Eben hieran wird deutlich, dass Bestattungsriten nicht losgelöst, sondern in den religiösen, sozioökonomischen, politischen und sonstigen Kontexten einer Gesellschaft verankert sind. Umfang und Komplexität einer Beisetzung hängen oft stark von der Ausprägung der sozialen Hierarchien und der individuellen Position des Verstorbenen darin ab. Eine systemtheoretische Perspektive macht deutlich, wie sehr Totenbrauchtum von anderen Subsystemen der Gesellschaft abhängen und diese widerspiegeln kann<sup>7</sup>.

### 3.2.1.3 Tod in den anthropologischen Wissenschaften

Hm... Das könnte ein wenig zu viel sein... ggf. @hofmann\_rituelle\_2008, 100-122.

Genauso die Forschungsgeschichte der Thanatoarchäologie... ggf. @hofmann\_rituelle\_2008, 132-140.

### 3.2.1.4 Die Erforschung des Todes in der prähistorischen Archäologie

Vergangenes, menschliches Kulturverhalten lässt sich nur über das Medium archäologischer Quellen erschließen. Diese Materielle Kultur spiegelt den eigentlichen Forschungsgegenstand allerdings nur mehrfach und stark gefiltert wieder. Selbst ihre eigene Bedeutung lässt sich nur indirekt und unvollständig rekonstruieren. Dieser Problematik widmet sich ein großer Teil der theoretischen, archäologischen Forschung<sup>8</sup>. Wie oben ausgeführt sind Handlungen, die mit dem Tod in Verbindung stehen, meist besonders bedeutungsgeladen und deswegen schwer rekonstruierbar.

Die wichtigsten Befundtypen der Thanatoarchäologie sind Gräber – einzeln oder im Kontext von Gräberfeldern und sonstigen Kollektivgrabanlagen. Schrift- oder ikonographische Quellen, die Aufschluss über das Totenritual oder sogar die zugrundeliegende Vorstellungswelt geben würden, existieren in der prähistorischen Archäologie nicht oder sind äußerst selten. Im Kontext von Gräberfeldern können oft neben den eigentlichen Bestattungseinrichtungen auch Gruben, Steinpflaster, Ustrinen (Verbrennungsplätze, an denen Scheiterhäufen errichtet wurden) und aufgehende Strukturen wie Zäune, Grabmarkierungen oder Ritualaufbauten dokumentiert werden. Selbst im Fall von datierbarer Gleichzeitigkeit müssen jedoch nicht alle Befunde auf einem Gräberfeld mit dem Totenbrauchtum in Verbindung stehen. Umgekehrt haben nicht alle Handlungen eines Bestattungsrituals in räumlicher Nähe zum Bestattungsort stattfinden müssen. Auch die Anlage von Gräbern ist nicht obligatorisch: Viele Bestattungsrituale sehen keine Grabarchitektur vor und manche schließen den eigentlichen Leichnam aus der Deponierung aus. Solche Pseudogräber oder Kenotaphe sind schwer von Hortfunden unterscheidbar und werden meist nur über ihre Position auf dem Gräberfeld identifiziert. Siedlungsbestattungen sind in wenigen Kulturzusammenhängen die Regel, treten aber immer wieder auf. Sie erlauben eine besondere Kontextualisierung der Bestattung über die räumliche Verknüpfung zu Siedlungsarealen oder Haushalten<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup>@hofmann\_rituelle\_2008, 96-99.

<sup>8</sup>@hofmann\_rituelle\_2008, 123-128.

<sup>9</sup>@hofmann\_rituelle\_2008, 128-129.

Menschliche Überreste finden sich auch außerhalb von intentionell angelegten Gräbern – etwa als Konsequenz unnatürlicher Tode durch Unglücke, Naturkatastrophen oder Gewalt. Auch diese Quellen sind Teil der thanatoarchäologischen Forschung, müssen aber anders interpretiert werden. Aufgrund schlechter Erhaltungssituation durch stärkere taphonomischer Einflüsse sowie Unsicherheiten über das Kulturverhalten vormoderner Menschen ist die Entscheidung, ob ein Leichnam in einem Ritual bewusst niedergelegt oder schlicht zufällig durch Sedimentbedeckung konserviert wurde besonders in der paläolithischen Archäologie oftmals schwer<sup>10</sup>.

### **3.2.1.5 Quellengattung Grab**

Neben Siedlungen, Horten und Einzelfunden gehören Gräber zu den Hauptkategorien archäologischer Quellengattungen. Gräber und Depots heben sich von Siedlungen ab, da sie grundsätzlich eine positive Artefakttauswahl einschließen, das heißt, die eingebrachten Objekte wurden intentional in diesem Kontext platziert. Diese Intentionalität gilt auch für den Grabaufbau.

Menschen trafen in der Vorgeschichte immer wieder neu eine Entscheidung für die Position eines Bestattungsortes im natur- und kulturgeographischen Raum. Der Entscheidungsprozess erschließt sich aus einer landschaftsarchäologischen Perspektive, die einerseits natürliche Gegebenheiten wie Topographie, Vegetation oder Wassernähe am Bestattungsort sowohl absolut als auch in Relation zu damit wahrscheinlich verknüpften Siedlungen betrachtet, als auch die kulturhistorischen Bezüge zu kontemporärer oder vorangegangener menschlicher Aktivität in der Umgebung. Das erfordert eine grundsätzlich mit Unsicherheiten behaftete Rekonstruktion der Landschaft zum Zeitpunkt der Anlage des Bestattungsortes. Funktionale Kriterien wie das Meiden von hochwassergefährdeten Flächen oder Arealen mit schwacher Bodendecke mögen zu einer Vorauswahl der möglichen Plätze geführt haben. Darüber hinaus sind dem Feld ideologischer Konnotationen keine Grenzen gesetzt. Das kann zur Beachtung astronomischer Relationen oder einer bewusst erzeugten über- oder unterbetonten Sichtbarkeit der Anlage führen. Die Einrichtung eines Bestattungsortes ist selbst landschaftsprägend: Grabanlagen können Territorien abgrenzen oder Wege markieren. Die Aufgabe eines Gräberfeldes, seine kontinuierliche Nutzung oder die Wiederaufnahme der Nutzung einer alten Anlage, die gegebenenfalls aus einem vorangegangenen, archäologischen Kulturzusammenhang stammt, geschieht oft in einem Prozess, der mit anderen schwerwiegenden Veränderungen in einer Gesellschaft korreliert.

### **3.2.2 Eine Cultural Evolution Perspektive auf Bestattungssitten**

Bergensen 1998, 54ff & 63 f. Grimes 1998, 131 ff.

## **3.3 Räumliche und zeitliche Trends im Bestattungsritus der Bronzezeit**

In der europäischen Bronzezeit sind mehrere unterschiedliche Bestattungstraditionen unterscheidbar, die zeitlich und räumlich abgrenzbar unterschiedliche Entwicklungen durchlaufen. Dabei können zwei wesentliche Dimensionen abgegrenzt werden, entlang derer sich fast alle dokumentierten Grablegungen kategorisieren lassen: 1. Körperbestattungen im Gegensatz zu Brandbestattungen sowie 2. Flachgräber gegenüber überhöhten Gräbern. In diesem Spektrum gibt es etliche Varianten hinsichtlich der Grabanlage- und Vergesellschaftung (z.B. Nachnutzung neolithischer Megalithanlagen, Gräberfelder, etc.), des Grabbaus (Särge, Totenhäuser, Bootsgräber etc.) der Beigabenauswahl, der Platzierung des Leichnams oder des investierten Aufwands für Bestattungszeremonie und Architektur. Angesichts dieser Variablenvielfalt ist Generalisierung und die Reduktion des Gesamtzusammenhangs auf die Spannungsfelder Körper- vs. Brandbestattung und Flach- vs. Hügelgrab schwierig.

---

<sup>10</sup>@hofmann\_rituelle\_2008, 145-147.

Kurz zusammengefasst besagt das klassische Narrativ der Entwicklung bronzezeitlicher Bestattungssitten folgendes: In der frühen und mittleren Bronzezeit dominieren Körperbestattungen in verschiedenen Variationen. Brandgräber kommen in diesem Zeitfenster nur in der Ungarischen Tiefebene verstärkt vor. Hügelgräber konzentrieren sich auf Teile des Balkans sowie Ost-, West- und Nordeuropa, während in Zentral- und Südeuropa Flachgräber – mehrheitlich Körperbestattungen – überwiegen. In der mittleren Bronzezeit gewinnt Überhügelung zumindest in West- und Mitteleuropa an Bedeutung. In der späten Bronzezeit wird Brandbestattung zum häufigsten Bestattungsbrauch<sup>11</sup>.

### 3.3.1 Körperbestattung und Brandbestattung

Nach verbreiter Lehrmeinung sind Brandbestattungen in erster Linie ein Phänomen der Spätbronzezeit, die deswegen mit der Bezeichnung *Urnenfelderzeit* belegt ist. Das scheint sich auch im RADON-B Datensatz abzubilden: In fast allen Untersuchungsregionen dominieren zum Ende hin Brandbestattungen (siehe Abbildung ??). In Ungarn jedoch wird die Brandbestattung schon in der Frühbronzezeit von den Nagyrév- und Kisapostag Gruppen und in der Mittelbronzezeit von der Vátya Kultur praktiziert. Diesen Umstand gibt RADON-B in Ermangelung entsprechender Daten leider nicht wieder (siehe Abbildung ??). Gut erfassbar dagegen ist, dass Körper- und Brandbestattung in Großbritannien schon früh und über einen langen Zeitraum parallel existieren. Schon in der Mittelbronzezeit wird die Verbrennung dort die dominante Bestattungssitte. Auch in Zentral- Nord und Südwesteuropa treten Kremationen in geringem Anteil lange vor der lokalen Spätbronzezeit auf<sup>12</sup>.

Grundsätzlich gilt, dass kohärente Bestattungsplätze und Gräberfelder in einer Belegungsperiode jeweils einheitlich eine Bestattungsform praktizieren. Das zeigt sich besonders in der Urnenfelderzeit, wo eine Vielzahl großer und weitreichend untersuchter Gräberfelder in Zentraleuropa, im mediterranen Raum, in Frankreich und in Skandinavien abgesehen von verschwindend wenigen Ausnahmen exklusiv mit Kremationen belegt sind. Dazu gehören zum Beispiel die Gräberfelder Moravičany (Mähren) mit 1260 oder Vollmarshausen (Hessen) mit 252 erfassten Bestattungen. In der Frühen und Mittleren Bronzezeit ist birituelle Belegung noch erheblich häufiger: Auf dem Tumuluszeitlichen Platz Dolný Peter (Slowakei) verhalten sich Brand- zu Körperbestattungen in einem Verhältnis 5:50, in Streda nad Bodrogom (Slowakei) beträgt das Verhältnis 34:24, wobei weiterhin neun Kenotaphe erfasst wurden. Auf dem größten und archäologisch wichtigsten Gräberfeld der Mittelbronzezeit Zentraleuropas in Pitten (Niederösterreich) dominieren Kremationen mit 147:74. Ebenso gibt es aber auch in der Frühbronzezeit Gräberfelder mit großer Einheitlichkeit wie Gemeinlebarn F (Niederösterreich) wo unter den 258 erfassten Bestattungen nur eine einzige mit einem Verbrennungsritual besetzt wurde und in der Spätbronzezeit Gräberfelder mit biritueller Belegung wie Przeczyce (Schlesien) mit einem Verhältnis von 132:727<sup>13</sup>.

Von besonderem archäologischen Interessen sind eben jene Kontexte, wo verschiedene Rituale in größter räumlicher und – soweit erfassbar – zeitlicher Nähe zueinander durchgeführt wurden. Systematische Unterschiede hinsichtlich Beigabenreichtum, Geschlechterschwerpunkt oder horizontalstratigraphischer Aufteilung von Gräberfeldern bei biritueller Belegung... **Mal nachsehen!**. Sowohl für das urnenfelderzeitliche Vollmarshausen als auch das frühbronzezeitliche Gemeinlebarn F deuten sich eine horizontalstratigraphische Trennung nach Familiengruppen an, deren Nachweis allerdings erst mit genetischen Mitteln erfolgen könnte, die zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht zur Verfügung standen oder im Falle der Brandbestattungen von Vollmarshausen wahrscheinlich erhaltungsbedingt ausgeschlossen werden müssen<sup>14</sup>.

In Kontakt- und Übergangsbereichen der Bestattungssitten kam es an verschiedenen Punkten zu überraschenden Überschneidungen der Ritualausführung. In Periode III der skandinavischen Bronzezeit wurde in Dänemark Leichenbrand in Sarg- und Kistengräbern beigesetzt, die zuvor für Körperbestattungen verwendet worden waren. In der Champagne finden sich Brandbestattungen in Grabgruben, die ausreichend Platz für einen unverbrannten Körper geboten hätten. Für ein anjetztzeitliches Gräberfeld in Jeßnitz (Sachsen-Anhalt)

<sup>11</sup>@harding\_european\_2000, 75-76. **Eigentlich Häuler 1977/1994/1996 -> ausbauen!**

<sup>12</sup>@harding\_european\_2000, 111.

<sup>13</sup>@harding\_european\_2000, 112.

<sup>14</sup>@harding\_european\_2000, 114.

rekonstruieren die Ausgräber ein Ritual, das sekundäre Feuereinwirkung auf schon in Särgen deponierte Körperbestattungen eingeschlossen hätte. **Ausbauen!** <sup>15</sup>

### 3.3.2 Flachgrab und Hügelgrab

## 3.4 Fragestellungen

---

<sup>15</sup>@harding\_european\_2000, 113.

## Chapter 4

# Modellimplementierung

### 4.1 Funktionalität

Wie werden welche Gegebenheiten der realen Welt im Modell abgebildet?

### 4.2 Technische Umsetzung von Modell und Datenauswertung

Das Modell und alle Analyswerkzeuge sind als Paket für die Statistikprogrammiersprache R<sup>1</sup> implementiert (github/nevrome/...). Das eigentliche Modell ist mittels des Rcpp-Frameworks<sup>2</sup> in C++<sup>3</sup> umgesetzt, um auf dessen höhere Geschwindigkeit und bessere Werkzeuge für Objektorientiertes Programmieren zurückgreifen zu können. Daneben enthält das Paket in R geschriebene Hilfsfunktionen zur Datenaufbereitung, Analyse und Visualisierung. Getrennt von diesem R Paket existiert ein zweites Repository (github/nevrome/...), in dem Modellrechnung und Auswertung für das bronzzeitliche Fallbeispiel ausgeführt wurden. Ein Teil der Entwicklung fand zunächst hier statt, wurde dann aber über generalisierte Funktionen in genanntes R Paket übernommen und wird hier jetzt nur noch referenziert.

Zur Implementierung von Analyse und Hilfsfunktionen in R kamen neben Funktionen aus Basispaketen auch eine große Anzahl von Community-Paketen zum Einsatz. Dazu gehören ... **Nennen und Zitieren!**. Auch bei der Umsetzung des Modells in C++ habe ich auf Erweiterungsbibliotheken zurückgegriffen. Allem voran zu nennen ist **Nennen und Zitieren!**.

Code und Daten für das Modell sind öffentlich und frei zugänglich. Alle Ergebnisse können reproduziert werden. Eine Anleitung dafür findet sich auf Github ().

Die wesentliche, technischen Arbeitsschritte zur Nutzung des Modell von *Datenbeschaffung und -Vorbereitung* über *Modelldurchlauf* und schließlich *Ergebnisauswertung* seien im folgenden überblicksartig beschrieben. Die innere Gliederung des Modells wurde bereits weiter oben erläutert. Eine genaue Darstellung der Funktionsweise einzelner Submodule unterbleibt im Rahmen dieser Arbeit.

---

<sup>1</sup>@RCoreTeamLanguageEnvironmentStatistical2016

<sup>2</sup>@eddelbuettel\_extending\_2017; @eddelbuettel\_rcpp\_2011; @eddelbuettel\_seamless\_2013

<sup>3</sup>@\_iso/iec\_2017



#### **4.2.1 Datenbeschaffung und -Vorbereitung**

#### **4.2.2 Modelldurchlauf**

#### **4.2.3 Ergebnisauswertung**

### **4.3 Resultate**

Welche Ergebnisse bringt das Modell?

## Chapter 5

# Diskussion

## Chapter 6

# Zusammenfassung und Ausblick

## Chapter 7

# Literatur