
Yvonne Tafelmaier · Guido Bataille ·
Viola Schmid · Andreas Taller ·
Manuel Will

Methoden zur Analyse von Steinartefakten

Eine Übersicht

 Springer Spektrum

Yvonne Tafelmaier
Landesamt für Denkmalpflege im
Regierungspräsidium Stuttgart
Esslingen, Deutschland

Guido Bataille
Landesamt für Denkmalpflege im
Regierungspräsidium Stuttgart
Blaubeuren, Deutschland

Viola Schmid
Ur- und Frühgeschichte & Archäologie
des Mittelalters, Eberhard Karls
Universität Tübingen
Tübingen, Deutschland

Andreas Taller
Ur- und Frühgeschichte & Archäologie
des Mittelalters, Eberhard Karls
Universität Tübingen
Tübingen, Deutschland

Manuel Will
Ur- und Frühgeschichte & Archäologie
des Mittelalters, Eberhard Karls
Universität Tübingen
Tübingen, Deutschland

ISSN 2197-6708

ISSN 2197-6716 (electronic)

essentials

ISBN 978-3-658-30569-7

ISBN 978-3-658-30570-3 (eBook)

<http://doi.org/10.1007/978-3-658-30570-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die Attributanalyse	5
2.1	Einleitung	5
2.2	Forschungsgeschichte	6
2.3	Vorgehensweise (Methode)	7
2.3.1	Vorbereitung und Aufbereitung	7
2.3.2	Erhebung/Aufnahme der Daten	10
2.3.3	Auswertung der Daten	11
2.3.4	Interpretation, Einordnung und Kontextualisierung der Ergebnisse	13
2.4	Stärken und Schwächen, wann anwenden, wann nicht?	13
3	Die Transformationsanalyse	15
3.1	Einleitung	15
3.2	Forschungsgeschichte	16
3.3	Transformationsanalyse: Eine Methode zur Rekonstruktion vergangener Aktivitäten	17
3.3.1	Rohmaterialanalyse und Werkstückbildung	18
3.3.2	Rekonstruktion der Rohmaterial-Transformation	20
3.4	Anwendungsbeispiele und Interpretationsmöglichkeiten	25
3.5	Anwendungsmöglichkeiten und Kritik	26

4	Der <i>Chaîne opératoire</i>-Ansatz	29
4.1	Einleitung	29
4.2	Forschungsgeschichte	31
4.3	Vorgehensweise (Methodik)	33
4.4	Anwendungsbeispiele	36
4.5	Stärken und Schwächen	38
5	Die Arbeitsschrittanalyse	39
5.1	Einleitung	39
5.2	Forschungsgeschichte	40
5.3	Funktionsweise der Methode	41
5.3.1	Welche Artefakte eignen sich besonders gut?	42
5.3.2	Die zeitliche Abfolge aneinandergrenzender Negative	43
5.3.3	Codierung der Flächen	44
5.3.4	Klassifikation der Arbeitsschritte hinsichtlich Funktion	45
5.3.5	Die Rekonstruktion der zeitlichen Abfolge mithilfe einer Harris-Matrix	47
5.4	Beispiel: Rekonstruktion des Herstellungsprozesses am Beispiel einer mittelpaläolithischen Blattspitze	49
5.5	Fazit	50
6	Die Analyse von techno-funktionalen Einheiten	51
6.1	Einleitung	51
6.2	Forschungsgeschichte	51
6.3	Methodische Grundlagen	52
6.4	Durchführung der Methode	54
6.5	Kritik	58
7	Mikroskopische Gebrauchsspurenanalysen	61
7.1	Einleitung	61
7.2	Forschungsgeschichte	61
7.3	Methoden	62
7.4	Stärken und Schwächen	67
	Literatur	71

4.1 Einleitung

► **Steintechnologie** bezieht sich auf alle Aktivitäten prähistorischer Menschen, die mit der Herstellung, der Umgestaltung und dem Gebrauch von Objekten aus Stein zusammenhängen (Inizan et al. 1999).

Der *Chaîne opératoire*-Ansatz ist eine **technologische** Analysemethode, bei der jedes einzelne lithische Objekt eines Inventars mit seinen kombinierten Merkmalen und damit das Inventar in seiner Gesamtheit herangezogen wird. Ziel ist es, die logische Abfolge der verschiedenen Stufen der **Operationskette** (*chaîne opératoire*) von Rohmaterialbeschaffung über Grundformproduktion, Werkzeugherstellung und Recycling bis hin zum Verwerfen nachzuvollziehen (siehe Leroi-Gourhan 1964; Boëda et al. 1990; Geneste 1991; Inizan et al. 1999; Soressi und Geneste 2011). Dieser **ganzheitliche** Ansatz ermöglicht einerseits die **zeitliche Abfolge** der verschiedenen involvierten Herstellungs-, Transformations- und Verwendungsschritte zu rekonstruieren (Geneste 1991). Zum anderen ist es möglich, die **räumliche Organisation** des technologischen Prozesses zu verstehen (Geneste 1985). Durch die einzelnen Artefakte bzw. ihre technischen Stigmata (d. h. Art und Lage von Negativen, Abrasionsspuren oder Auftreffpunkt) kann auf die Operationskette geschlossen werden. Die An- oder Abwesenheit der Nebenprodukte einer technologischen Phase, also einer konkreten Stufe innerhalb eines spezifischen Abbaukonzepts, erlaubt Rückschlüsse über den Umgang mit Rohmaterialien und/oder Zielprodukten innerhalb eines Territoriums (Perlès 1989).

Die Vorgehensweise ist deskriptiv und beruht auf dem grundlegenden Prinzip, dass die **Bruchmechanik** von muschelrig brechenden Gesteinen drei Voraussetzungen, nämlich den mechanischen Eigenschaften des Gesteins, der

geometrischen Form des Volumens und dem Krafteinsatz, unterliegt (Kerkhof und Müller-Beck 1969; Dibble und Whittaker 1981; Rezek et al. 2011; Porraz et al. 2016). Sobald der/die SteinschlägerIn diese bruchmechanischen Einschränkungen gelernt hat, werden diese zur festen Regel, deren Befolgung die Kontrolle und Vorhersehbarkeit des Bruchs ermöglicht. Jedes Steinartefakt stellt im Kontext betrachtet das Produkt eines bestimmten **technologischen Systems** bzw., präziser formuliert, dessen lithischen Teilsystems dar. Dieses Teilsystem interagiert innerhalb des übergeordneten technologischen Systems der Gruppe, welcher sein Hersteller mit Absichten und Wissen angehört, mit anderen Teilsystemen, wie jenem der Knochenartefakte oder der Holzartefakte (Inizan et al. 1999). Die Zielsetzung ist, die verschiedenen Stufen zu beschreiben, die zu dem Inventar führten, um so die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Produktionsschritten sowie für den Herstellungsprozess spezifische Charakteristika zu erfassen. So ist es möglich, in weiterer Folge deren Bedeutungen im kulturellen Gesamtkontext zu verstehen (Porraz et al. 2016).

Aus allgemeiner Sicht geht der *Chaîne opératoire*-Ansatz davon aus, dass Steinartefakterstellung zuerst als **kognitives Projekt** entsteht, welches dann

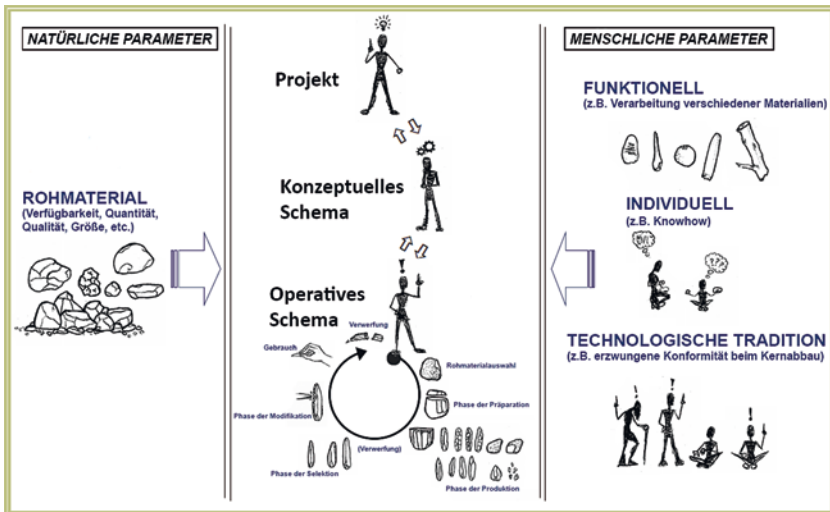


Abb. 4.1 Theoretischer Rahmen des *Chaîne opératoire*-Ansatzes mit Veranschaulichung der Beziehung zwischen kognitivem Projekt, konzeptuellem Schema und operativem Schema (Grafik: Viola C. Schmid, erstellt auf Basis von Soressi und Geneste 2011: Abb. 3 & Porraz et al. 2016: Abb. 5; Zeichnungen von Heike Würschem)

auf einer intellektuellen Ebene in ein **konzeptuelles Schema** übertragen wird, das schlussendlich durch eine Reihe von Handlungsereignissen (Operationen), **operative Schema**, konkretisiert wird (Abb. 4.1) (Pigeot 1991; Inizan et al. 1999; Soressi und Geneste 2011). Alle drei Schritte sind voneinander abhängig und können von zahlreichen, teilweise interagierenden, **natürlichen** (wie z. B. Rohmaterialverfügbarkeit, -qualität und -größe) sowie **menschlichen Parametern** (wie z. B. funktionalen Notwendigkeiten, individuellem Knowhow und technologischen Traditionen) beeinflusst werden (Boëda et al. 1990; Pigeot 1991; Inizan et al. 1999; Soressi und Geneste 2011; Porraz et al. 2016). Gemäß dem theoretischen Hintergrund erlauben die beobachtbaren konstant und regelhaft auftretenden Elemente des operativen Schemas, also konkreter Reduktions-schemata (vgl. Kap. 3), die Bestimmung des zugrundeliegenden Konzepts, welches das operative Schema antreibt. Infolgedessen ermöglichen die gefolgerten Ziele des konzeptuellen Schemas die Festlegung des ursprünglichen kognitiven Projektes. Daher kann eine Beständigkeit oder oftmalige Wiederholung eines oder mehrerer Muster als intentionell interpretiert werden (Soressi und Geneste 2011).

4.2 Forschungsgeschichte

Das Konzept der Technologie als **Wissenschaft der menschlichen Aktivitäten** wurde in Frankreich von A. Leroi-Gourhan vorgeschlagen (Leroi-Gourhan 1943), und später von dem Wissenschaftshistoriker A.-G. Haudricourt popularisiert (Haudricourt 1964, 1987). Beide waren Schüler des französischen Soziologen M. Mauss, der schon früher die Vorteile des Verständnisses einer spezifischen Gesellschaft durch ihre Techniken erkannt hatte (Mauss 1947). Der Begriff *chaîne opératoire* wurde erstmals von Leroi-Gourhan (1964, S. 164) verwendet, der ihn nicht formalisierte, sondern durch seine Publikationen, seine Lehrtätigkeit an der Universität Sorbonne (später Paris I) und die Leitung des Forschungsteams ‚*Ethnologie préhistorique*‘ den Weg für seine zukünftige Verwendung in der Ethnologie und vor allem der Archäologie ebnete (Audouze und Karlin 2017).

Von Ende der 1970er bis Anfang der 1990er Jahre verteidigten J. Tixier (Abteilung ‚*Préhistoire et Technologie*‘ des CNRS in Paris), M.-L. Inizan, H. Roche und ihre Kolleginnen und Kollegen einen neuen Ansatz für prähistorische Gesellschaften durch das Studium von Steinartefakten, den sie als einen technologischen Ansatz qualifizierten. Sie gingen dabei über den bis dato üblichen typologischen Ansatz, der eine Klassifizierung ermöglicht, hinaus und drangen

so zu einem tieferen Verständnis der **sozialen Bedeutung** der in der Vergangenheit verwendeten technologischen Konzepte und ihrer jeweiligen Umsetzungsweise (Technik) vor (Tixier et al. 1980; Tixier 2012). Dieser Ansatz verlagerte den Schwerpunkt der Untersuchung der prähistorischen Menschen durch ihre Steinwerkzeuge auf die Untersuchung der **prähistorischen Gesellschaften** durch ihre **Kulturtechniken**, welche nicht nur als soziales Produkt, sondern auch als Gründungselement der Gesellschaft verstanden werden (Schlanger 1991). Folglich ermöglicht das Studium der lithischen Technologie einen Einblick in vergangene Gemeinschaften, in welchen in unterschiedlichen Kontexten die Technologie entstanden ist.

Im Laufe der Zeit führten Tixier und seine Kolleginnen und Kollegen die Konzepte des technologischen Systems sowie unterschiedlicher Produktionsprozesse und die Art und Weise der technischen Umsetzung in die Archäologie ein (Soressi und Geneste 2011). Diese Grundsätze waren zuvor von französischen Ethnographen, die sich mit materieller Kultur beschäftigten, formuliert worden (vgl. Balfet 1975; Cresswell 1983). Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die französischen Forscher in Ethnologie und Prähistorie damals viel näher zusammenarbeiteten als heutzutage. Ende der 1960er und während der 1970er Jahre fanden Workshops der Pariser Ethnologen zur Technologie statt, an welchen mehrere Prähistoriker teilnahmen. Der Ethnologe R. Cresswell gründete 1973 die Forschungsgruppe ‚*Techniques et Culture*‘ und 1976 das entsprechende Bulletin, das von Prähistorikern viel gelesen wurde (Audouze et al. 2017). In der Archäologie wurde diskutiert, wie diese technologischen Konzepte für die Beschreibung und Interpretation der Variabilität, welche in den paläolithischen Industrien beobachtet wurde, in kulturellen Belangen nützlich sein könnten. Erst in den 1990er Jahren machten die Archäologinnen und Archäologen um Tixier ihren Ansatz explizit; dies wird an den Änderungen zwischen den beiden Hauptversionen ihres Lehrbuchs ‚*Préhistoire de la Pierre Taillée*‘ deutlich (1995; Inizan et al. 1992; Tixier et al. 1980) sowie in Arbeiten ihrer SchülerInnen und Kolleginnen und Kollegen deutlich (siehe z. B. Boëda 1986; Geneste 1985; Pelegrin 1995; Perlès 1989). Die 1995er Version ihres Lehrbuchs (Inizan et al. 1995, 1999: 13 für die englische Übersetzung) beginnt mit einem Zitat von Haudricourt, welches den französischen technologischen Ansatz begründet: „Während derselbe Gegenstand von verschiedenen Standpunkten aus untersucht werden kann, ist derjenige, der in der Definition der Gesetze der Herstellung und der Transformation eines Gegenstandes besteht, unbestreitbar der wesentlichste aller Standpunkte (Haudricourt 1964 in Haudricourt 1987, S. 38).“ Mit dieser Einführung hoben Tixier und seine Kolleginnen und Kollegen einen Ansatz klar hervor, den der *Chaîne opératoire* (Soressi und Geneste 2011).

4.3 Vorgehensweise (Methodik)

Technik, Methode & Konzept

- Die **Technik** bezieht sich auf die physikalischen Mittel der übertragenen Energie, die mit dem Ablösen der Grundformen assoziiert sind. Dies umfasst z. B. das Schlagen mit oder ohne Amboss, die Form und das Rohmaterial des/der verwendeten Werkzeuge/s, die Art und Weise, wie das zu bearbeitende Stück gehalten wird, und andere Aspekte der Körperhaltung (Tixier 1967).
- Die **Methode** verweist auf die intellektuellen Schritte, welche während des Abbauprozesses befolgt und durch die Organisation der Negative an den Kernen und Grundformen materialisiert werden (Tixier 1967).
- Das **Konzept** beschreibt hierbei den übergeordneten theoretischen Entwurf, an welchem sich die Abbaumethoden orientieren. So kann das Konzept (z. B. Levallois-Konzept) während der gesamten Operationskette aufrecht erhalten bleiben, während sich die Methode (z. B. von Levallois mit einem Zielabschlag (*méthode Levallois à éclat préférentiel*) zu Levallois mit zentripetalen Zielabschlägen (*méthode Levallois récurrent centripète*)) ändert (Boëda 1986).

Das hier beschriebene Studienprotokoll lehnt sich an jenes von Soressi (2002) und Soressi und Geneste (2011) an. Es sollte jedoch je nach Notwendigkeit an das spezifische Inventar angepasst werden. Als notwendige Instrumente sind Lampen, Waagen, Messschieber, Winkelmesser, Lupen und Stereomikroskop mit geringer Vergrößerung (*low power*; vgl. Kap. 7) zu empfehlen.

Bei einer technologischen Studie besteht prinzipiell der erste Schritt darin, die **Artefakte nach Rohmaterialien zu separieren** (vgl. Kap. 3). Dies geschieht anhand von Kriterien, die den Vorgang des Steinschlagens beeinflusst haben könnten, wie z. B. die petrographische Beschaffenheit und der Zustand der Kortex. Diese Aspekte weisen auf die geologische Formation, aus dem das Rohmaterial gewonnen wurde, und den Kontext des Aufschlusses (primär, sekundär etc.) hin. Zusätzlich ist es vorteilhaft, die Steinartefakte innerhalb der gebildeten Rohmaterialeinheiten nach technologischen Kategorien (Kerne, Abschläge etc.) zu gruppieren.

Der zweite Schritt zielt darauf ab, ein gründliches **Verständnis der angewandten Methoden** und ihrer konkreten Umsetzung, der Herstellungstechnik, zu erlangen, die von den SteinschlägerInnen verwendet wurden. Eine genaue Bestimmung der Technik für jedes Stück ist schwierig, deshalb sollte versucht werden anhand gewisser Schlagmerkmale (z. B. Lippe, Schlagnarbe, Hertzscher Kegel, Auftreffpunkt, Art sowie Form des Schlagflächenrests, Schlagflächenrest-Dicke, dorsale Reduktion und Abbauwinkel) allgemeine Tendenzen zu ermitteln. Die Untersuchung der Abbaumethoden ist von größter Wichtigkeit und hier sollte die Organisation der Negative an jedem Artefakt in Betracht gezogen werden, um kurze Abbausequenzen nachverfolgen zu können. Hierfür werden gewisse Merkmale an den Oberflächen der lithischen Objekte berücksichtigt, welche eine Bestimmung der Chronologie sowie Richtung der Negative zueinander erlauben (vgl. Kap. 5). Indem diese Abfolgen in eine sequenzielle Reihenfolge gebracht werden, kann/können die globale(n) Methode(n) rekonstruiert werden, die dem Inventar zugrunde liegen. Hilfreich ist dafür außerdem die Fertigung von diakritischen Schemata (*schémas diacritiques*) bzw. Reduktionsschemata (vgl. Kap. 3 und 5), auf deren Grundlage eine schematische Darstellung der Operationskette erstellt werden kann, welche die gesamte Abfolge der Abbau- und Herstellungsphasen veranschaulicht. Einige der Steinartefakte gehören technologischen Kategorien, wie z. B. eine primäre Kernkanten Klinge, eine Kernscheibe oder ein Levalloisabschlag (für Definitionen zu den Begriffen siehe Hahn 1991; Inizan et al. 1999), an und sind hierbei informativer als andere, da sie aus einer spezifischen Stufe innerhalb des Abbauprozesses stammen. Darüber hinaus sind einige dieser Stufen so wesentlich für den Arbeitsablauf, dass ihr Vorhandensein oder Nichtvorhandensein immer von Bedeutung ist.

Das Ziel des dritten Schrittes ist das Hervorheben der **morphologischen Eigenschaften der Produkte der Operationskette**. Diese werden durch die angewandten Techniken und Methoden bedingt. Ein „mentales Zusammensetzen“ (*remontage mentale*) sollte alle Beobachtungen leiten (Pelegrin 1995). Außerdem kann das am Ende vorgeschlagene Modell durch physische Zusammensetzungen und Experimente getestet und gestützt werden (Tixier 1980; Geneste 1991).

Im letzten Schritt wird festgestellt, ob **jede Stufe der Operationskette für jede identifizierte Rohmaterialeinheit** im Inventar präsent ist.

Die Beobachtungen, Attribute und Attributkombinationen, die während der Klassifizierungsphasen als relevant beurteilt werden, sollten anschließend in einer Datenbank erfasst und quantifiziert werden, um die Anwendung beschreibender und vergleichender statistischer Tests zu ermöglichen. Die Definition der Attribute basiert auf hypothetisch-deduktiver Argumentation und

TMB III - bifaziell formüberarbeitete Steinartefakte

Unit: Höhe (z): ID: Abtrag: Quadrat:

Technologie

Rohmaterial: Sandstein Silexit _____ Länge: Ausgangsform:
 Erhaltung: Breite: Profil: Sinistrolateral: Dextrolateral:
 Patina: Dicke: Form:
 Thermische Veränderung: Gewicht: Querschnitt:
 Unmodifizierte Oberfläche: _____%/Art: _____ Lage der unmodifizierten Oberfläche:

Generelle techno-funktionale Informationen

Bilaterale Symmetrie: Bruchart (distal): Politur:
 Hierarchie: Rücken: Nachschärfung:
 Verwerfungsstadium: Technik(en): Recycling:

Werkzeug

Aktiver Teil (Arbeitskante):		Rezeptiver Teil (Zwischenstück):		Passiver Teil (Basis):	
Eindringwinkel der Spitze (TPA):	Spitzenwinkel:	Querschnitt:	Länge:	Querschnitt:	Länge:
Umriss:	Länge:		Breite:	Typ:	Max. Breite:
Querschnitt:	Max. Breite:			Form:	Max. Dicke:
Kantenbeschädigung:	Max. Dicke:	<i>Retuschenart:</i>		Kantenbeschädigung:	Umriss:
<i>Retuschenart:</i>	Schnitt:	Sinistrolateral:	Dextrolateral:	<i>Retuschenart:</i>	
Sinistrolateral:	Dextrolateral:	Kantenform:	Kantenform:	Sinistrolateral:	Dextrolateral:
Kantenform:	Kantenform:	Kantenwinkel:	Kantenwinkel:	Kantenwinkel:	Kantenwinkel:
		Schnitt:	Schnitt:	Schnitt:	Schnitt:

<p>Foto</p> 	<p>Zeichnung</p> 
---	--

Anmerkungen

*genommene Messungen (auch von Winkeln) auf dem Foto kennzeichnen.

Abb. 4.2 Aufnahmeformular mit Attributen speziell zusammengestellt für die technologische und techno-funktionale Analyse der bifaziell formüberarbeiteten Steinartefakte aus der MSA-Fundstelle Toumboura III (Senegal). Grafik: Viola C. Schmid

findet *a posteriori* statt, was einer der wichtigsten praktischen Unterschiede zwischen dem *Chaîne opératoire*-Ansatz und anderen technologischen Ansätzen ist. Somit können einige in der Literatur bereits existierende Attribute, die zum Teil in Kap. 2 vorgeschlagen werden, und/oder weitere Merkmale, die als erheblich für die Beantwortung bestimmter technologischer, techno-funktionaler oder techno-ökonomischer Aspekte erscheinen, herangezogen werden (siehe Abb. 4.2).

4.4 Anwendungsbeispiele

Nachdem das Studienprotokoll unter Einbeziehung aller Grundformen, Kerne und Werkzeuge erfolgreich umgesetzt wurde, gilt es die Analyse- und Interpretationsergebnisse schriftlich festzuhalten und bildhaft zu machen. Die beiden Anwendungsbeispiele aus dem südafrikanischen Middle Stone Age (MSA) zum *Chaîne opératoire*-Ansatz sollen einerseits die Rekonstruktion der chronologischen Abfolge der technologischen Stufen und andererseits der räumlichen Organisation der Operationskette verdeutlichen.

Die Untersuchung der lower MSA-Schichten von Elands Bay Cave zeigte, dass die prähistorischen BewohnerInnen fast ausschließlich Platten aus Quarzit

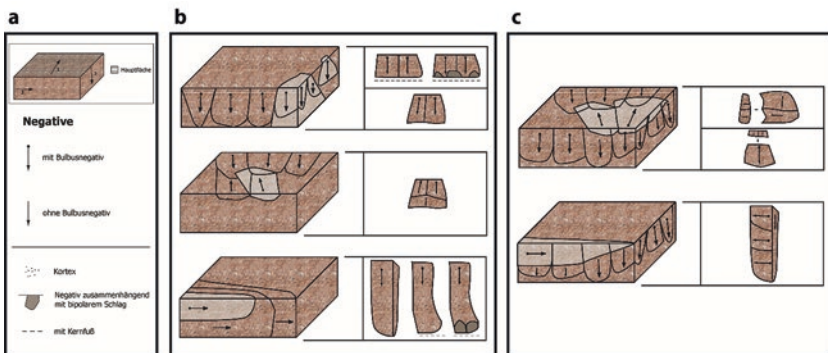


Abb. 4.3 Schematische Darstellung der Operationskette in den lower MSA-Schichten von Elands Bay Cave (Western Cape Province, Südafrika): **a** Die drei Symmetrieebenen einer Platte (1: Planare Ebene; 2: Orthogonale Ebene; 3: Lineare Ebene) sowie die Legende; **b** Schema der unabhängigen orthogonalen (oben), planaren (mittig) und linearen (unten) Plattenabbaustrategien; **c** Schema der orthogonalen und planaren (oben) sowie orthogonalen und linearen (unten) kombinierten Plattenabbaustrategien. Grafik: Viola C. Schmid

ohne Vorpräparation als Kerne zur Herstellung von hauptsächlich Abschlägen nutzen. Nur wenige dieser Grundformen wurden weiter modifiziert. Die Abschläge zeigen verschiedene morphometrische Charakteristika, welche auf die Ausnutzung der Platten in verschiedenen Symmetrieebenen hinweist. Die rekonstruierte Operationskette ist in Abb. 4.3 zusammenfassend dargestellt.

Im Inventar der C-A-Schichten der Sibudu-Höhle zeichnete sich ein differenziertes ökonomisches Management verschiedener Rohmaterialeinheiten durch die prähistorischen Gruppen ab (Abb. 4.4). Bei Dolerit, dem am häufigsten vorkommenden Rohmaterial, und Hornfels spielten sich alle technologischen Schritte der Operationskette von Entrindung, Grundformproduktion, Werkzeugherstellung, Nachschärfung bis hin zum Verwerfen vor Ort ab und nur wenige Stücke wurden exportiert. Auf den direkt am Fundplatz vorliegenden Sandstein griffen die SteinschlägerInnen gelegentlich zurück. Die lithischen Hinterlassenschaften belegen, dass ausschließlich eine Nutzung am Fundplatz stattfand. Quarzit und Quarz hingegen wurden in der Höhle verarbeitet, aber die Werkzeuge

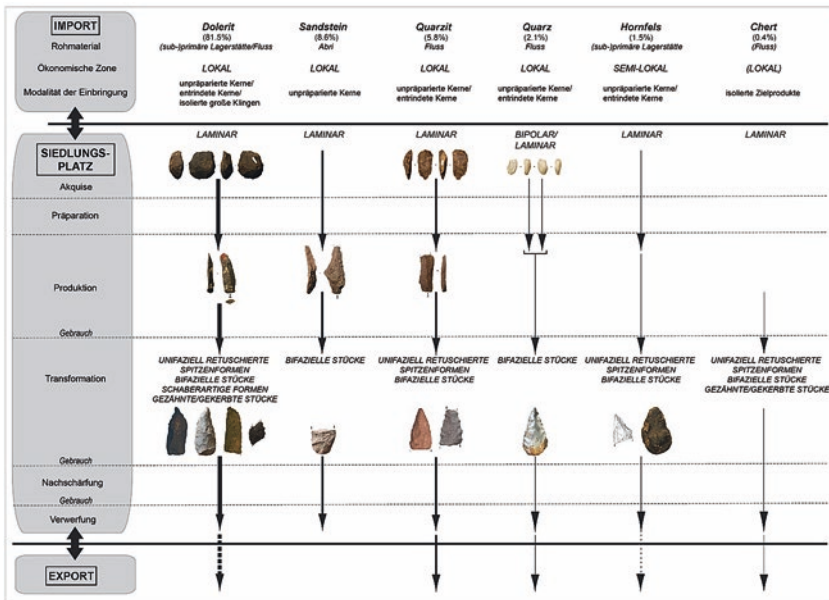


Abb. 4.4 Dynamisches Modell der techno-ökonomischen Prozesse der verschiedenen Rohmaterialien im Inventar der C-A-Schichten der Sibudu-Höhle (KwaZulu-Natal, Südafrika) (Grafik: Viola C. Schmid, auf der Basis von Porraz 2005: Abb. 60)

wurden zum Teil zur Verwendung andernorts abtransportiert. Isolierte Zielprodukte und Werkzeuge aus feinkörnigen Silikatgesteinen (*Chert*) wurden eingebracht und zum Teil nachgeschärft oder verworfen.

4.5 Stärken und Schwächen

Der *Chaîne opératoire*-Ansatz ist prädestiniert für eine **gezielte, sachdienliche Beantwortung** von Fragestellungen zum technologischen Wissen und technischen Fertigkeiten vergangener Gesellschaften oder zum sozio-ökonomischen und kulturellen Kontext von Schlagaktivitäten eines spezifischen Steinartefaktinventars. Die dynamische Vorgehensweise sieht vor, als relevant eingestufte Attribute nach der ersten Begutachtung der Steinartefakte *a posteriori* festzulegen, aufzunehmen und zu quantifizieren. Dies hat den entscheidenden Vorteil, dass mit dieser **präzisen Merkmalsauswahl** effizient und flexibel auf die aktuell vorliegende Operationskette eingegangen werden kann. Dadurch, dass allgemein nur Phänomene interpretiert werden können, welche auch nachvollziehbar sind, und beim *Chaîne opératoire*-Ansatz die Attributdefinition auf einem ersten Verständnis des Inventars beruht, hat diese technologische Analysemethode ebenso einen hohen Grad an Intersubjektivität wie andere Herangehensweisen, die *a priori* festgelegte Merkmale auswählen.

Allerdings muss bei diesem Ansatz mit einem höheren zeitlichen Aufwand gerechnet werden, da es gilt, sich mit dem lithische Material vertraut zu machen und die Charakteristika bestmöglich zu fassen. Außerdem sollte ausreichend Arbeitsraum zur Verfügung stehen, um die Steinartefakte für die erste Übersicht auslegen zu können. Letztlich erlauben nur Inventare mit ausreichenden Stückzahlen, die verschiedenen operativen Schemata akkurat zu erkennen und zu dokumentieren. Abschließend sei angemerkt, dass vor allem auch historisch bedingt der *Chaîne opératoire*-Ansatz vom subjektiven Erfahrungsschatz und Expertenwissen geprägt ist und daher die Vergleichbarkeit zwischen Bearbeitenden nicht uneingeschränkt gegeben ist.

Literatur

- Anderson-Gerfaud, P. (1986). A few comments concerning residue analysis of stone plant-processing tools. In L. Owen & G. Unrath (Hrsg.), *Technical aspects of microwear studies on stone tools, early man news 9/10/11* (S. 69–81). Tübingen: Archaeologica Venatoria.
- Anderson, P. C. (1980). A testimony of prehistoric tasks: Diagnostic residues on stone tool working edges. *World Archaeology*, 12(2), 181–194.
- Andrefsky, W. (2005). *Lithics: Macroscopic approaches to analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Audouze, F., & Karlin, C. (2017). La chaîne opératoire a 70 ans: qu'en ont fait les préhistoriens français. *Journal of Lithic Studies*, 4, 5–73.
- Audouze, F., Bodu, P., Karlin, C., Julien, M., Pelegrin, J., & Perlès, C. (2017). Leroi-Gourhan and the chaîne opératoire: A response to Delage. *World Archaeology*, 49, 718–723.
- Auffermann, B., Burkert, W., Hahn, J., Pasda, C., & Simon, U. (1990). Ein Merkmalsystem zur Auswertung von Steinartefaktinventaren. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 20, 259–268.
- Baales, M., Birker, S., & Mucha, F. (2017). Hafting with beeswax in the final Palaeolithic: A barbed point from Bergkamen. *Antiquity*, 91, 1155–1170.
- Balfet, H. (1975). Technologies. In R. Cresswell (Hrsg.), *Éléments d'ethnologie 2* (S. 44–79). Paris: A. Colin.
- Bar-Yosef, O., & van Peer, Ph. (2009). The Chaîne Opératoire Approach in Middle Paleolithic Archaeology. *Current Anthropology*, 50(1), 103–131.
- Bataille, G. (2006). The production and usage of stone artefacts in the context with faunal exploitation – The repeatedly visited primary butchering station of Level II/7E. In V. P. Chabai, J. Richter, & T. Uthmeier (Hrsg.), *Kabazi II: The 70000 years since the last interglacial. Palaeolithic sites of Crimea* (Bd. 2, S. 111–130). Simferopol-Köln: Shlyakh.
- Bataille, G. (2010). Recurrent occupations of the late Middle Palaeolithic station Kabazi II, unit II, level 8 (Crimea, Ukraine) – Seasonal adaption, procurement and processing of resources. *Quartär*, 57, 43–77.
- Bataille, G. 2012. Stones and Bones. The reconstruction of occupational palimpsests in the late Middle Palaeolithic of Crimea (Ukraine). In J. Cascalheira & C. Gonçalves (Hrsg.),

- Actas das IV Jornadas de Jovens em Investigação Arqueológica – JIA 2011(2)*, 201–209. Faro: Promontoria Monográfica Bd. 16, Universidade do Algarve.
- Bataille, G. (2016). Extracting the “Proto” from the Aurignacian. Dissociate and intercalated production sequences of blades and bladelets in the lower Aurignacian phase of Siuren 1, Units H & G (Crimea). *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte*, 25, 49–86.
- Bataille, G. (2017). Neanderthals of Crimea – Creative generalists of the late Middle Paleolithic. Contextualizing the leaf point industry Buran-Kaya III, Level C. *Quaternary International*, 435, 211–236.
- Bataille, G., & Conard, N. J. (2018). Burin-core technology in Aurignacian horizons IIIa and IV of Hohle Fels Cave (Southwestern Germany). *Quartär*, 65, 7–49.
- Beyries, S. (1993). Expérimentation archéologique et savoir-faire traditionnel: l'exemple de la découpe d'un cervidé. *Techniques et cultures*, 22, 53–79.
- Beyries, S. (1999). Ethnoarchaeology: A Method of Experimentation. *Urgeschichtliche Materialhefte*, 14, 117–130.
- Boëda, E. (1986). *Approche Technologique du Concept Levallois et Evaluation de son Champ d'Application*. Nanterre: Université Paris X-Nanterre.
- Boëda, E. (1988). Le concept laminaire: rupture et filiation avec le concept Levallois. In M. Otte (Hrsg.), *L'homme de Néandertal* (S. 41–59). Liège: ERAUL 8.
- Boëda, E. (1994). *Le concept Levallois: variabilité des méthodes*. C.N.R.S. Paris: Monographie du CRA.
- Boëda, E. (1995). Steinartefakt-Produktionssequenzen im Micoquien der Kulna-Höhle. *Quartär*, 45(46), 75–98.
- Boëda, E. (1997). *Technogénèse de systèmes de production lithique au Paléolithique inférieur et moyen en Europe occidentale et au Proche-Orient*. Nanterre: Université Paris X-Nanterre (Habilitation).
- Boëda, E. (2001). Détermination des unités techno-fonctionnelles de pièces bifaciales provenant de la couche acheuléenne C'3 base du site de Barbas I. In D. Cliquet (Hrsg.), *Les industries à outils bifaciaux du Paléolithique moyen d'Europe occidentale. Actes de la Table Ronde internationale de Caen, 14-15 octobre 1995* (S. 51–75). Liège: ERAUL 98.
- Boëda, E. (2013). *Technologique & technologie: Une paléo-histoire des objets lithiques tranchants*. Prigonrieux: Archéo-éditions.
- Boëda, E., Geneste, J. M., & Meignen, L. (1990). Identification de chaînes opératoires lithiques du Paléolithique ancien et moyen. *Paléo*, 2, 43–80.
- Böhner, U. (2008). *Die Schicht E3 der Sesselfelsgrötte und die Funde aus dem Abri I am Schulerloch. Späte Micoquien-Inventare und ihre Stellung zum Moustérien*. Bd. IV: Sesselfelsgrötte. Stuttgart: Verlag Franz Steiner.
- Bordes, F. (1950). Principes d'une méthode d'étude des techniques et de la typologie du Paléolithique. ancien et moyen. *L'Anthropologie*, 54, 19–34.
- Bordes, F. (1961). *Typologie du Paléolithique ancien et moyen*. Mémoire n°1. Bordeaux: Publications de l'Institut de Préhistoire de l'Université de Bordeaux.
- Bosinski, G., Brunacker, K., Schüttrumpf, R., & Rottländer, R. (1966). Der paläolithische Fundplatz Rheindahlen, Ziegelei Dreesen-Westwand. *Bonner Jahrbücher*, 166, 318–360.

- Bourguignon, L. (1992). Analyse du processus opératoire des coups de tranchet lateraux dans l'industrie moustérienne de l'Abri du Musée (Les Eyzies-de-Tayac, Dordogne). *Paléo*, 4, 69–89.
- Bradtmöller, M., Sarmiento, A., Perales, U., & Cruz Zuluaga, M. (2016). Investigation of Upper Palaeolithic adhesive residues from Cueva Morín, Northern Spain. *Journal of Archaeological Science Reports*, 7, 1–13.
- Briuer, F. (1976). New clues to stone tool function: Plant and animal residues. *American Antiquity*, 41(4), 478–484.
- Burkert, W. (1999). *Lithische Rohmaterialversorgung im Jungpaläolithikum des süd-östlichen Baden-Württemberg*. Dissertation, Tübingen.
- Caspar, J.-P., & de Bie, M. (1996). Preparing for the Hunt in the Late Paleolithic Camp at Rekem, Belgium. *Journal of Field Archaeology*, 23(4), 437–460.
- Çep, B., Burkert, W., & Floss, H. (2011). Zur mittelpaläolithischen Rohmaterialversorgung im Bockstein (Schwäbische Alb). *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte* —, 20, 33–46.
- Chabai, V. P., Richter, J., & Uthmeier, T. (2005). *Kabazi II: Last interglacial occupation, environment & subsistence. Palaeolithic sites of Crimea* (Bd. 1). Simferopol: Shlyakh.
- Chabai, V. P., Richter, J., & Uthmeier, T. (2006). *Kabazi II: The 70000 years since the last interglacial. Palaeolithic sites of Crimea* (Bd. 2). Simferopol: Shlyakh.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge: MIT Press.
- Cnats, D., Perrault, K. A., Stefanuto, P.-H., Dubois, L. M., Focant, J.-F., & Rots, V. (2018). Fingerprinting glues using HS-SPME GC × GC-HRTOFMS: A new powerful method allows tracking glues back in time. *Archaeometry*, 60(6), 1361–1376.
- Conard, N. J., Prindiville, T. J., & Adler, D. S. (1998). Refitting bones and stones as a means of reconstructing middle paleolithic subsistence in the Rhineland. In J. P. Brugal, L. Meignen, & M. Patou-Mathis (Hrsg.), *XVIIIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Économie Préhistorique: Les comportements de subsistence au Paléolithique* (S. 273–290). Sophia Antipolis: Éditions APDCA.
- Cotterell, B., & Kamminga, J. (1987). The formation of flakes. *American Antiquity*, 52, 675–708.
- Cotterell, B., Kamminga, J., & Dickson, F. P. (1985). The essential mechanics of conchoidal flaking. *International Journal of Fracture*, 29(4), 205–221.
- Cresswell, R. (1983). Transferts de techniques et chaînes opératoires. *Techniques et Culture*, 2, 143–163.
- Cziesla, E. (1986). Über das Zusammenpassen geschlagener Steinartefakte. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 16, 251–265.
- Dauvois, M. (1976). *Précis de dessin dynamique et structural des industries lithiques préhistoriques*. Périgueux: Pierre Fanlac.
- Dibble, H. L., & Rezek, Z. (2009). Introducing a new experimental design for controlled studies of flake formation: Results for exterior platform angle, platform depth, angle of blow, velocity, and force. *Journal of Archaeological Science*, 36(9), 1945–1954.
- Dibble, H. L., & Whittaker, J. C. (1981). New experimental evidence on the relation between percussion flaking and flake variation. *Journal of Archaeological Science*, 8, 283–296.
- Dibble, H., & Bernard, M. C. (1980). A comparative study of basic edge angle measurement techniques. *American Antiquity*, 45(4), 857–865.

- Donnart, K. (2010). L'analyse des unités techno-fonctionnelles appliquée à l'étude du macro-outillage néolithique. *L'Anthropologie*, 114(2), 179–198.
- Drafehn, A., Bradtmöller, M., & Mischka, D. (2008). SDS–Systematische und digitale Erfassung von Steinartefakten (Arbeitsstand SDS 8.05). *Journal of Neolithic Archaeology*, 10, 1–58.
- Fischer, A., Hansen, P. V., & Rasmussen, P. (1984). Macro and micro wear traces on lithic projectile points. Experimental results and prehistoric examples. *Journal of Danish Archaeology*, 3, 19–46.
- Fish, P. R. (1981). Beyond tools: Middle Paleolithic debitage analysis and cultural inference. *Journal of Anthropological Research*, 37(4), 374–386.
- Floss, H. (1994). *Rohmaterialversorgung im Paläolithikum des Mittelrheingebietes*. Monographien des RGZM 21. Bonn: Rudolf Habelt Verlag.
- Floss, H. (Hrsg.). (2012). *Steinartefakte. Vom Altpaläolithikum bis in die Neuzeit*. Tübingen Publications in Prehistory. Tübingen: Kerns Verlag.
- Frick, J. A., Herkert, K., Hoyer, C., & Floss, H. (2017). The performance of tranchet blows at the late Middle Palaeolithic site of Grotte de la Verpillère I (Saône-et-Loire, France). *PlosOne*, 12(11), e0188990.
- Geneste, J.-M. (1985). *Analyse lithique d'industries moustériennes du Périgord: approche technologique du comportement des groupes humains au Paléolithique moyen*. Bordeaux: Université de Bordeaux I (Unpublizierte Doktorarbeit).
- Geneste, J.-M. (1991). Systèmes techniques de production lithique: variations techno-économiques dans les processus de réalisation des outillages paléolithiques. *Techniques et Culture*, 17–18, 1–35.
- Hahn, J. (1988). *Die Geißenklösterle-Höhle im Achtal bei Blaubeuren: Fundhorizontbildung und Besiedlung im Mittelpaläolithikum und im Aurignacien*. Bd. 26: Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg. Stuttgart: K. Theiss.
- Hahn, J. (1991). *Erkennen und Bestimmen von Stein- und Knochenartefakten: Einführung in die Artefaktmorphologie* (Bd. 10). Tübingen: Archaeologica Venatoria.
- Hahn, J. (1992). *Zeichnen von Stein- und Knochenartefakten* (Bd. 13). Tübingen: Archaeologica Venatoria.
- Hassan, F. A. (1988). Prolegomena to a grammatical theory of lithic artifacts. *World Archaeology*, 19(3), 281–296.
- Haudricourt, A.-G. (1964). La technologie, science humaine. *La Pensée*, 115, 28–35.
- Haudricourt, A.-G. (1987). *La technologie, science humaine, Recherche d'histoire et d'ethnologie des techniques*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme.
- Hayden, B. (Hrsg.). (1979). *Lithic use-wear analysis*. New York: Academic Press.
- Herzog, I. (2010). Stratify website. <http://www.stratify.org/>.
- Holdaway, S., & Stern, N. (2004). *A record in stone: the study of Australia's flaked stone artifacts*. Canberra: Aboriginal Studies Press.
- Inizan, M.-L., Reduron-Ballinger, M., Roche, H., & Tixier, J. (1995). *Préhistoire de la Pierre Taillée – t. 4: Technologie de la pierre taillée*. Meudon: CREP.
- Inizan, M.-L., Reduron-Ballinger, M., Roche, H., & Tixier, J. (1999). *Technology of knapped stone*. Nanterre: CREP.
- Inizan, M.-L., Roche, H., & Tixier, J. (1992). *Technology of Knapped Stone. Préhistoire de la Pierre Taillée, t. 3*. Meudon: CREP.

- Jöris, O. (2001). *Der spätmittelpaläolithische Fundplatz Buhlen (Grabungen 1966–1969). Stratigraphie, Steinartefakte und Fauna des Oberen Fundplatzes*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie Bd. 73. Bonn: Habelt.
- Keeley, L. H. (1974). Technique and methodology in microwear studies – Critical review. *World Archaeology*, 5(3), 323–336.
- Keeley, L. H. (1980). *Experimental determination of stone tool uses: A microwear analysis*. Chicago: University of Chicago Press.
- Keeley, L. H. (1982). Hafting and retooling: Effects on the archaeological record. *American Antiquity*, 47(4), 798–809.
- Keeley, L. H., & Newcomer, M. H. (1977). Microwear analysis of experimental flint tools: A test case. *Journal of Archaeological Science*, 4, 29–62.
- Kerkhof, F., & Müller-Beck, H. (1969). Zur bruchmechanischen Deutung der Schlagmarken an Steingeräten. *Glastechnische Berichte*, 42, 439–448.
- Kind, C.-J. (2003). *Das Mesolithikum in der Talaue des Neckars. Die Fundstellen von Rottenburg Siebenlinden 1 und 3*. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, Bd. 88. Stuttgart: Konrad Theiss Verlag.
- Kretschmer, I. (2006). Kabazi II, Level II/7AB: Hunting and raw material procurement for stone artefact production. In V. P. Chabai, J. Richter, & T. Uthmeier (Hrsg.), *Kabazi II: The 70000 years since the last interglacial. Palaeolithic sites of Crimea* (Bd. 2, S. 73–83). Simferopol: Shlyakh.
- Kurbjuhn, M. (2005). Operational sequences of bifacial production in Kabazi II, units V and VI. In V. P. Chabai, J. Richter, & T. Uthmeier (Hrsg.), *Kabazi II: Last interglacial occupation, environment and subsistence. Palaeolithic sites of Crimea* (Bd. 1, S. 257–274). Simferopol: Shlyakh.
- Lepot, M. (1993). *Approche techno-fonctionnelle de l'outillage moustérien. Essai de classification des parties actives en terme d'efficacité technique. Application à la couche M2e sagittale du grand abri de la Ferrassie (fouille Delporte)*. Nanterre: Université Paris X-Nanterre (Mémoire de Maîtrise).
- Leroi-Gourhan, A. (1943). *Evolution et technique I – L'Homme et la Matière*. Paris: Albin Michel.
- Leroi-Gourhan, A. (1964). *Le geste et la parole I - Technique et langage*. Paris: Albin Michel.
- Löhr, H. (1979). *Der Magdalénien-Fundplatz Alsdorf, Kreis Aachen-Land. Ein Beitrag zur Kenntnis der funktionalen Variabilität jungpaläolithischer Stationen*. Dissertation, Tübingen.
- Lombard, M., & Wadley, L. (2007). The morphological identification of micro-residues on stone tools using light microscopy: Progress and difficulties based on blind tests. *Journal of Archaeological Science*, 34, 155–165.
- Loy, T. H. (1993). The artifact as site: An example of the biomolecular analysis of organic residues on prehistoric tools. *World Archaeology*, 25(1), 44–63.
- Machado, J., Molina, F. J., Hernández, C. M., Tarrío, A., & Galván, B. (2016). Using lithic assemblage formation to approach middle palaeolithic settlement dynamics: El Salt stratigraphic unit X (Alicante, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 9, 1715–1743.
- Magne, M. P. R. (1985). *Lithics and livelihood: Stone tool technologies of central and southern interior British Columbia*. Mercury Series No. 133. Ottawa: National Museum of Man.

- Mauss, M. (1947). *Manuel d'ethnographie*. Paris: Payot.
- Moss, E. H. (1983). *The functional analysis of flint implements. Pincevent and Pont d'Ambon: Two case studies from the french final palaeolithic*. Oxford: BAR International Series Bd. 177.
- Moss, E. H., & Newcomer, M. H. (1982). Reconstruction of tool use at Pincevent: Microwear and experiments. *Studia Praehistorica Belgica*, 2, 289–312.
- Nance, J. D. (1971). Functional interpretation from microscopic analysis. *American Antiquity*, 36, 361–366.
- Odell, G. H., & Odell-Vereecken, F. (1980). Verifying the reliability of lithic use-wear assessments by 'Blind Tests': The low-power approach. *Journal of Field Archaeology*, 7(1), 87–120.
- Odell, G. H. (2004). *Lithic analysis. Manuals in archaeological method, theory, and technique*. New York: Kluwer Academic.
- Ollé, A., & Verges, J. M. (2014). The use of sequential experiments and SEM in documenting stone tool microwear. *Journal of Archaeological Science*, 48, 60–72.
- Pastors, A. (2000a). Standardization and Individuality in the production process of bifacial tools – Leaf-shaped scrapers from the Middle Paleolithic open air site Saré Kaya I (Crimea). A contribution to understanding the method of Working Stage Analysis. In J. Orschiedt & G. C. Weniger (Hrsg.), *Neanderthals and modern humans – Discussing the transition. Central and eastern Europe from 50.000 – 30.000 B.P.* 243–255. Bd. 2: Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums. Mettmann: Neanderthal Museum.
- Pastors, A. (2000b). Normierung und Individualität im Herstellungsprozess bifazialer Werkzeuge – Blattförmige Schaber von der mittelpaläolithischen Freilandstation Saré Kaya I (Krim): Ein Beitrag zum Verständnis der Arbeitsschrittanalyse: Grundlagen, Anwendung und Auswertung. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 30(2), 153–164.
- Pastors, A. (2001). *Die mittelpaläolithische Freilandstation von Salzgitter-Lebenstedt. Genese der Fundstelle und Systematik der Steinbearbeitung*. Bd. 3: Salzgitter Forschungen. Braunschweig: Ruth Printmedien.
- Pastors, A., & Schäfer, J. (1999). Analyse des états techniques de transformation, d'utilisation et états post dépositionnels. Illustrée par un outil bifacial de Salzgitter-Lebenstedt (FRG). *Préhistoire Européenne*, 14, 33–47.
- Pastors, A., Tafelmaier, Y., & Weniger, G.-C. (2015). Quantification of late pleistocene core configurations: Application of the working stage analysis as estimation method for technological behavioural efficiency. *Quartär*, 62, 63–84.
- Pastors, A., Tafelmaier, Y., & Weniger, G.-C. (2015). Quantification of late pleistocene core configurations: Application of the working stage analysis as estimation method for technological behavioural efficiency. *Quartär*, 62, 63–84.
- Pawlik, A. (1995). *Die mikroskopische Analyse von Steingeräten. Experimente – Auswertungsmethoden – Artefaktanalysen*. Tübingen: Archaeologica Venatoria Bd. 10.
- Pelcin, A. W. (1997). The formation of flakes: The role of platform thickness and exterior platform angle in the production of flake initiations and terminations. *Journal of Archaeological Science*, 24(12), 1107–1113.
- Pelegri, J. (1990). Prehistoric lithic technology: Some aspects of research. *Archaeological Review from Cambridge*, 9, 116–125.

- Pelegrin, J. (1995). *Technologie lithique: Le Châtelperronien de Roc-de-Combe (Lot) et de la Côte (Dordogne)*. Cahiers du Quaternaire. Paris: Édition du CNRS.
- Pelegrin, J. (2000). Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire: critères de diagnose et quelques réflexions. In B. Valentin, P. Bodu, & M. Christensen (Hrsg.), *L'Europe Centrale et Septentrionale au Tardiglaciaire. Confrontation des modèles régionaux de peuplement*. Bd. 7: Mémoires de Musée de Préhistoire d'Ile de France (S. 73–86). Nemours: APRAIF.
- Perlès, C. (1989). *Les industries lithiques taillées de Franchthi (Argolide, Grèce), tome 1: Présentation générale et industries Paléolithique*. Bloomington: Indiana University Press.
- Perrault, K., Stefanuto, P.-H., Dubois, L., Cnuts, D., Rots, V., & Focant, J.-F. (2016). A new approach for the characterization of organic residues from stone tools using GC × GC-TOFMS. *Separations*, 3(2), 1–13.
- Pétillon, J.-M., Bignon, O., Bodu, P., Cattelain, P., Debout, G., Langlais, M., Laroulandie, V., Plisson, H., & Valentin, B. (2011). Hard core and cutting edge: Experimental manufacture and use of Magdalenian composite projectile tips. *Journal of Archaeological Science*, 38, 1266–1283.
- Pigeot, N. (1991). Réflexions sur l'histoire technique de l'homme: de l'évolution cognitive à l'évolution culturelle. *Paléo*, 3, 167–200.
- Plisson, H. (1985). *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures: recherche méthodologique et archéologique*. Paris: Université Paris 1-Panthéon Sorbonne (Unpublizierter Doktorarbeit).
- Porraz, G. (2005). *En marge du milieu alpin – Dynamiques de formation des ensembles lithiques et modes d'occupation des territoires au Paléolithique moyen*. Aix en Provence: Aix-Marseille Université I (Unpublizierter Doktorarbeit).
- Porraz, G., Igreja, M., Schmidt, P., & Parkington, J. E. (2016). A shape to the microlithic Robberg from Elands Bay Cave (South Africa). *Southern African Humanities*, 29, 203–247.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin Éditeurs.
- Rezek, Z., Lin, S. C., Iovita, R. P., & Dibble, H. L. (2011). The relative effects of core surface morphology on flake shape and other attributes. *Journal of Archaeological Science*, 38, 1346–1359.
- Richter, J. (1997). *Sesselfelsgrötte III: Der G-Schichten-Komplex der Sesselfelsgrötte – Zum Verständnis des Micoquien*. Bd. 7: Quartär-Bibliothek. Saarbrücken: Saarbrücker Druckerei.
- Richter, J. (2001). Une analyse standardisée des chaînes opératoires sur les pièces foliacées du Paléolithique moyen tardif. In L. Bourguignon, I. Ortega, & M.-C. Frère-Sautot (Hrsg.), *Préhistoire et approche expérimentale. Préhistoires 5* (S. 77–87). Montagnac: Éditions Mergoil.
- Richter, J. (2018). *Altsteinzeit. Der Weg der frühen Menschen von Afrika bis in die Mitte Europas*. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Roebroeks, W. (1988). *From find scatters to early hominid behavior. A study of Middle Palaeolithic riverside settlements at Maastricht-Belvédère (The Netherlands)*. Leiden: *Analecta Praehistorica Leidensia* 21.

- Romagnoli, F., & Vaquero, M. (2016). Quantitative stone tools intra-site point and orientation patterns of a Middle Palaeolithic living floor: A GIS multi-scalar spatial and temporal approach. *Quartär*, 63, 47–60.
- Romagnoli, F., Bargalló, A., Chacón, M. G., Gómez de Soler, B., & Vaquero, M. (2016). Testing a hypothesis about the importance of the quality of raw material on technological changes at Abric Romaní (Capellades, Spain): Some considerations using a high-resolution techno-economic perspective. *Journal of Lithic Studies*, 3(2), 1–25.
- Rots, V. (2010). *Prehension and Hafting traces on flint tools. A methodology*. Leuven: Leuven University Press.
- Rots, V., & Plisson, H. (2014). Projectiles and the abuse of the use-wear method in a search for impact. *Journal of Archaeological Science*, 48, 154–165.
- Rots, V., Hardy, B. L., Serangeli, J., & Conard, N. J. (2015). Residue and microwear analyses of the stone artifacts from Schöningen. *Journal of Archaeological Science*, 89, 298–308.
- Schlanger, N. (1991). Le fait technique total. La raison pratique et les raisons de la pratique dans l'oeuvre de Marcel Mauss. *Association Terrain*, 16, 114–130.
- Semenov, S. A. (1964). *Prehistoric Technology – an Experimental Study of the oldest Tools and Artefacts from traces of Manufacture and Wear*. Bath: Adams & Dart.
- Shea, J. J. (2013). *Stone tools in the Paleolithic and Neolithic Near East: A guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shott, M. J. (1994). Size and form in the analysis of flake debris: Review and recent approaches. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 1, 69–110.
- Soressi, M. (2002). *Le Moustérien de tradition acheuléenne du sud-ouest de la France*. Bordeaux: Université de Bordeaux I (Unpublizierte Doktorarbeit).
- Soressi, M., & Geneste, J.-M. (2011). Special issue: Reduction sequence, chaîne opératoire, and other methods: The epistemologies of different approaches to lithic analysis. The history and efficacy of the chaîne opératoire approach to lithic analysis: Studying techniques to reveal past societies in an evolutionary perspective. *PaleoAnthropology*, 2011, 334–350.
- Soriano, S. (2001). Statut fonctionnel de l'outillage bifacial dans les industries du Paléolithique moyen: proposition méthodologique. In D. Cliquet (Hrsg.), *Les industries à outils bifaciaux du Paléolithique moyen d'Europe occidentale. Actes de la Table Ronde internationale de Caen* (S. 77–83). Liège: ERAUL 98.
- Speth, J. (1972). The mechanical basis of percussion flaking. *American Antiquity*, 37, 34–60.
- Spurrell, F. (1884). On some palaeolithic knapping tools and modes of using them. *Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 13, 109–118.
- Sullivan, A. P., & Rozen, K. C. (1985). Debitage analysis and archaeological interpretation. *American Antiquity*, 50, 755–779.
- Symens, N. 1988. Mikroskopische Analyse der Oberfläche von Steinartefakten. In J. Hahn (Hrsg.), *Die Geißenklösterle-Höhle im Aichtal bei Blaubeuren I*, Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 26 (S. 59–201). Stuttgart: Theiss Verlag.
- Tafelmaier, Y. (2010). *Das steinzeitliche Fundmaterial der Volkringhauser Höhle im Hönnetal/Westfalen*. Universität zu Köln (Unpublizierte Magisterarbeit).

- Tafelmaier, Y. (2011). Revisiting the Middle Palaeolithic site Volkringhauser Höhle (North Rhine-Westphalia, Germany). *Quartär*, 58, 153–182.
- Thieme, H. (1983). *Der paläolithische Fundplatz Rheindahlen*. Inaugural-Dissertation, Köln.
- Tixier, J. (1967). Procédés d'analyse et questions de terminologie dans l'étude des ensembles industriels du Paléolithique récent et de l'Épipaléolithique en Afrique du Nord-Ouest. In W. W. Bishop & J. D. Clark (Hrsg.), *Background to evolution in Africa* (S. 771–820). Chicago: University of Chicago Press.
- Tixier, J. (1980). *Préhistoire et technologie lithique*. Meudon: Édition du CNRS.
- Tixier, J. (2012). *A method for the study of stone tools = méthode pour l'étude des outillages lithiques: guidelines based on the work of J. Tixier = notice sur les travaux scientifiques de J. Tixier*. Musée national d'histoire et d'art/Centre national de recherche archéologique du Luxembourg.
- Tixier, J., Inizan, M.-L., & Roche, H. (1980). *Préhistoire de la Pierre Taillée 1: Terminologie et Technologie*. Valbonne: Cercle de Recherches et d'Études Préhistoriques.
- Tostevin, G. B. (2003). Attribute analysis of the lithic technologies of Stránská Skála II–III in their regional and inter-regional context. In J. Svoboda & O. Bar-Yosef (Hrsg.), *Stránská skála: Origins of the upper palaeolithic in the brno basin* (S. 77–118). Cambridge: Peabody Museum Publications.
- Tostevin, G. B. (2012). *Seeing lithics: A middle-range theory for testing cultural transmission in the Pleistocene*. Oxford: Oxbow Books.
- Unrath, G., Owen, L. R., van Gijn, A., Moss, E. H., Plisson, H., & Vaughan, P. (1986). An evaluation of use-wear studies: A multi-analyst approach. In L. Owen & G. Unrath (Hrsg.), *Technical aspects of microwear studies on stone tools, early man news 9/10/11* (S. 117–176). Tübingen: Archaeologica Venatoria.
- Uthmeier, T. (2004a). Transformation analysis and the reconstruction of on-site and off-site activities: Methodological remarks. In V. P. Chabai, K. Monigal, & A. E. Marks (Hrsg.), *The Middle Paleolithic and early Upper Paleolithic of eastern Crimea. The Paleolithic of Crimea III* (Bd. 104, S. 175–191). Liège: ERAUL.
- Uthmeier, T. (2004b). Planning depth and saiga hunting: On-site and off-site activities of late Neanderthals. In V. P. Chabai, K. Monigal, & A. E. Marks (Hrsg.), *The Middle Paleolithic and early Upper Paleolithic of eastern Crimea. The Paleolithic of Crimea III* (Bd. 104, S. 193–231). Liège: ERAUL.
- Uthmeier, T. (2004c). *Micoquien, Aurignacien und Gravettien in Bayern. Eine regionale Studie zum Übergang vom Mittel- zum Jungpaläolithikum*. Bd. 18: Archäologische Berichte. Bonn: Rudolf Habelt.
- Vaughan, P. (1985). *Use-wear analysis of flaked stone tools*. Tucson: University of Arizona Press.
- Weißmüller, W. (1995). *Die Silexartefakte der Unteren Schichten der Sesselfsgrotte. Ein Beitrag zum Problem des Moustérien*. Bd. 6: Quartär-Bibliothek. Saarbrücken: Saarbrücker Druckerei.
- Whittaker, J. C. (1994). *Flintknapping: Making and understanding stone tools*. Austin: University of Texas Press.
- Wilmsen, E. N. (1968). Functional analysis of flaked stone artifacts. *American Antiquity*, 33(2), 156–161.

- Yates, A. B., Smith, A. M., Bertuch, F., Gehlen, B., Gramsch, B., Heinen, M., Joannes-Boyau, R., Scheffers, A., Parr, J., & Pawlik, A. (2015). Radiocarbon-dating adhesive and wooden residues from stone tools by Accelerator Mass Spectrometry (AMS): Challenges and insights encountered in a case study. *Journal of Archaeological Science*, *61*, 45–58.
- Zimmermann, A. (1988). Steinmaterial. In U. Boelicke, D. von Brandt, J. Lüning, P. Stehli, & A. Zimmermann (Hrsg.), *Der Bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8, Gem. Aldenhoven, Kr. Düren* (Bd. 28, S. 569–787). Beiträge zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte III. Köln: Rheinische Ausgrabungen.