

## **Erfassung von Projektkomplexität und deren Auswirkung auf die Projektarbeit der Zukunft**

Eric MEWES<sup>1</sup>, Sonja SCHMICKER<sup>1</sup>, Mirko STECKEL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung,  
Otto-von-Guericke Universität Magdeburg  
Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg*  
<sup>2</sup> *METOP GmbH  
Sandtorstraße 23, D-39106 Magdeburg*

**Kurzfassung:** Der folgende Artikel befasst sich mit der Problemstellung der steigenden Komplexität von Projekten im Kontext der Industrie 4.0. Dazu wird zunächst der Aufbau des gewählten Referenzmodells erläutert. Im Anschluss wird auf die Übertragung der Modellstruktur auf den Kontext der Projektarbeit und auf den Gedankenprozess hinter der Modellbildung eingegangen. Weiterführend erfolgt eine Erläuterung zur Validierung des Modells und des methodischen Aufbaus der Untersuchung, welche zu diesem Zweck durchgeführt wurden. Abschließend wird auf die noch zu leistende Forschungsarbeit und die Möglichkeiten eingegangen, welche sich aus der Struktur des Projektkomplexitätsmodells ergeben.

**Schlüsselwörter:** Projektkomplexität, Komplexitätsmanagement, Modellbildung, Projektmanagement, Risikomanagement,

### **1. Einleitung und Motivation**

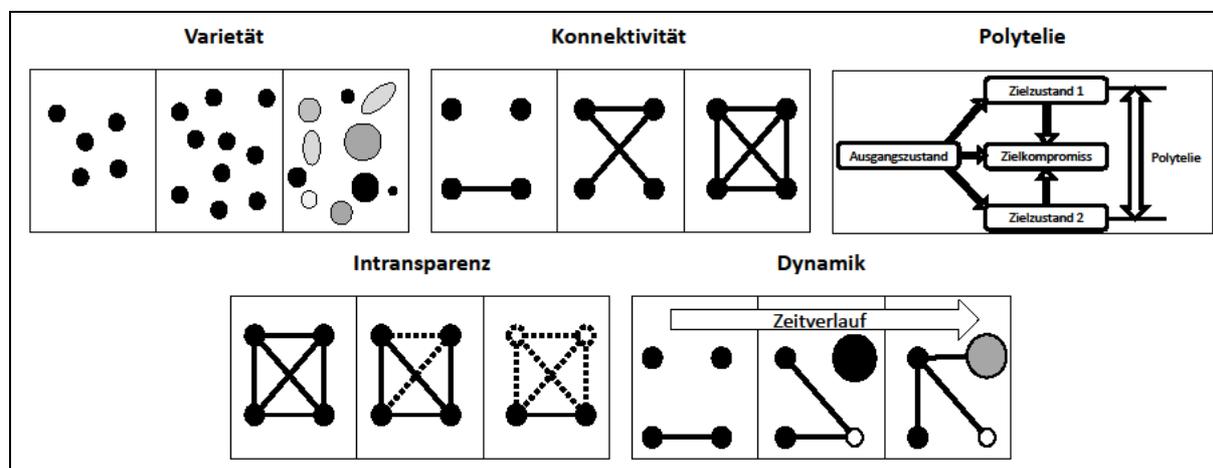
Dass die Vielfältigkeit aller Objekte und Organismen im Laufe ihrer Existenz zunimmt, ist eines der grundlegenden Phänomene der Evolution. Eine ähnliche Entwicklung lässt sich auch in der Geschichte der menschlichen Arbeit entdecken. Seit der industriellen Revolution ist ein fortlaufender Anstieg der Anforderungen an einzelne Produkte sowie deren Herstellung und Planung zu verzeichnen. Durch die zunehmende Globalisierung und die gegenseitige Beeinflussung verschiedenster Prozesse wird die Weltwirtschaft immer interdependenter. Dies ist am Beispiel der Industrie 4.0 und der umfassenden Vernetzung von Arbeitskräften und Arbeitsmitteln besonders deutlich zu beobachten. Eine diesbezügliche Auswirkung ist die zunehmende Arbeit in Projekten und projektartigen Strukturen. Die aus dem Wachstum der Komplexität entstehende Vielfalt gleichzeitig zu managender Aufgaben und deren ständig wachsenden Anforderungen haben neuartige Herausforderungen für Projektleiter und Projektmitarbeiter zur Folge. Lässt sich diese steigende Komplexität erfassen und/ oder beherrschen? Welche anderen Chancen ergeben sich hieraus?

### **2. Komplexität im Kontext des Projektbegriffs**

Die Begriffe Projekt und Komplexität haben beide verschiedenste Definitionen. Als Projekt werden im weiteren Verlauf des Beitrages einmalige Vorhaben bezeichnet, deren Zielstellungen und Ressourcenrahmen klar definiert sind. Der zeitliche Rahmen dieser Vorhaben ist klar determiniert. Durch seine Einmaligkeit hat jedes Projekt

einen Anspruch auf Neuartigkeit im zugehörigen Umfeld, wodurch ein innovativer Charakter gegeben ist. Projekte sind klar zu anderen Vorhaben abgegrenzt und weisen eine spezifische Organisationsstruktur auf, die über die Grenzen von Bereichen, Organisationen und Konzernen wirken kann. Weiterhin sind Projekte immer risikobehaftet, womit die Erreichung der Projektziele nie garantiert werden kann.

Geeignete Definitionen von Komplexität von Projekten stammen unter anderem aus der Problemlösungsliteratur. Hier werden die Faktoren Varietät, Konnektivität, Dynamik, Intransparenz und Polytelie zur Analyse von Problemen herangezogen. Die Varietät wird durch die Anzahl der Elemente eines Systems und die Verschiedenartigkeit ihrer Eigenschaften beschrieben. Je mehr Bestandteile ein System aufweist und je mehr sich diese in ihren Eigenschaften unterscheiden, desto höher ist die Varietät des Systems. Die Konnektivität oder Vernetztheit ist durch die Anzahl der Verbindungen zwischen diesen Elementen und die Menge der Eigenschaften, die damit übertragen werden, definiert. Die Konnektivität steigt mit der Anzahl der Zusammenhänge zwischen Elementen und der Unterschiedlichkeit der über diese übertragenen Informationen an. Die Dynamik betrachtet die zeitliche Veränderlichkeit des Systems, wobei sowohl das gestörte als auch das ungestörte Verhalten betrachtet wird. Sie ist umso höher, je ungenauer der Zustand eines Systems zum Zeitpunkt  $t$  für den Zeitpunkt  $t+x$  vorherzusagen ist. Als Intransparenz wird die Undurchsichtigkeit eines Systems bezeichnet, welche, abhängig vom Betrachter, durch einen Mangel an Informationen entsteht. Das Ausmaß an Intransparenz steigt mit dem Anteil an Informationen, welche vom Beobachter nicht eingesehen werden können. Als Polytelie werden konkurrierende Abhängigkeiten zwischen Zielzuständen bezeichnet, die Kompromisslösungen zur Folge haben. Die Polytelie ist umso größer, je mehr Einschränkungen aufgrund verschiedener Zielzustände gemacht werden müssen. Die einzelnen Bestandteile der Komplexität sind in Abbildung 1 zur Erläuterung illustriert:



**Abbildung 1:** Illustration der Bestandteile der Komplexität

Mit der erläuterten Komplexitätsdefinition lassen sich verschiedenste Sachverhalte abbilden. Projekte weisen schon durch ihre Einmaligkeit und die Zusammenarbeit verschiedener Partner sowohl Varietät als auch Konnektivität auf. Durch ihren innovativen und risikobehafteten Charakter gibt es in Projekten immer auch unbekannte Elemente, welche durch den Komplexitätsbestandteil der Intransparenz abgebildet werden. Es ist nicht selten, dass sich in Projekten verschiedene Umstände ändern. Hierzu können unter anderem die Projektziele, Projektmitarbeiter oder Stakeholder zählen. Die Dynamik wird durch diese Veränderungen abgebildet. Durch den struk-

turübergreifenden Charakter weisen Projekte in der Regel auch mehrere Steakholder auf, deren Interessen am Projekt sich inhaltlich unterscheiden können. Außerdem können auch die Projektziele in gegenseitiger Abhängigkeit stehen, welche eine Abstimmung der Ziele untereinander erforderlich macht. Damit findet sich der Sachverhalt der Polytelie im Projektkontext wieder. Projekte bilden also alle Bestandteile der aufgezeigten Definition ab, woraus sich eine Eignung der Beschreibung für Projekte ableiten lässt.

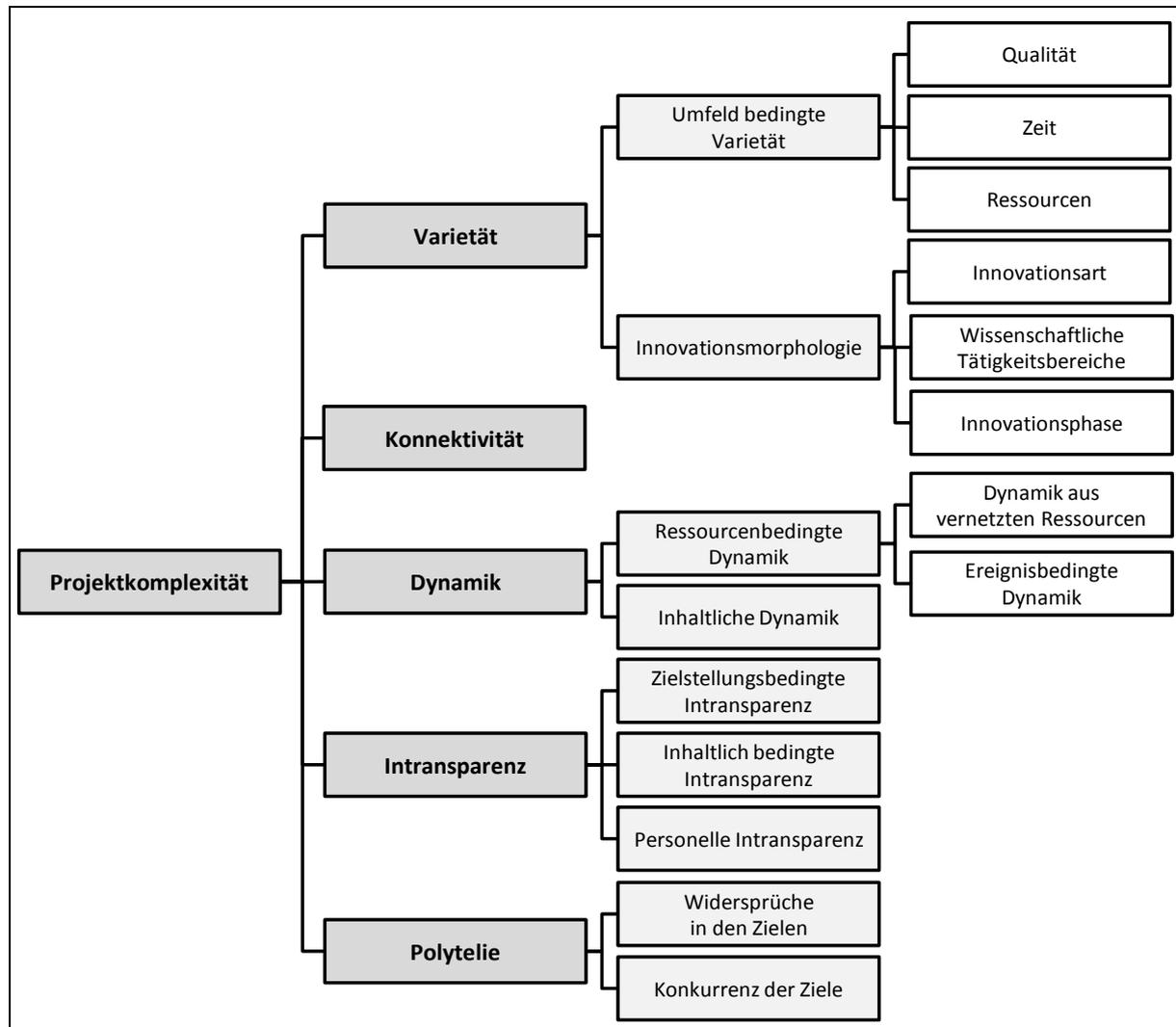
### 3. Aufbau des Projektkomplexitätsmodells

Da die Erfassung von Projektkomplexität bisher weitgehend unerforscht blieb, wurde eine Studie mit explorativem Charakter am Beispiel studentischer Projekte durchgeführt. Die untersuchten Projekte wurden im Rahmen der Lehrveranstaltung „Projektmanagement und Projektarbeit im Team“ (PaTe) von Studierenden der Bachelorstudiengänge „Maschinenbau“ und „Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau“ der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg durchgeführt. Die zu bearbeitenden Aufgabenstellungen wählten die Studierenden aus einem Katalog aus, welcher im untersuchten Zeitraum (Wintersemester 2013/14) 55 Themenstellungen von sechs verschiedenen Lehrstühlen der Fakultät für Maschinenbau umfasste.

Vor der eigentlichen Untersuchung wurden mit einem Teil der teilnehmenden Studierenden leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Hierbei wurde erkundet, welche Probleme in unterschiedlichen Projekten auftraten und welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede es im Projektverlauf gab. Die Ergebnisse der Interviews und die Erkenntnisse aus einer umfangreichen Literaturrecherche wurden anschließend in ein Modell überführt, dessen Logik sich der des Referenzmodells unterordnet.

Die Varietät unterteilt sich im Projektkomplexitätsmodell in die „umfeldbedingte Varietät“ und die „Innovationsmorphologie“. Die „umfeldbedingte Varietät“ bezieht sich hierbei auf die im Projekt verfügbaren Ressourcen, die veranschlagte Projektlaufzeit und die Erreichbarkeit der qualitativen Ansprüche an das Projekt. Die „Innovationsmorphologie“ beschreibt den Gegenstand der angestrebten Projektinnovation (ein Produkt, ein Werkstoff, ein Prozess, ...), die vom Projekt abgedeckten „Phasen des Innovationsprozesses“ (Ideengenerierung, Forschung/Entwicklung, ...) und die während des Projekts angewandten „Ingenieurwissenschaftlichen Tätigkeitsbereiche“ (Problemanalyse, Modellbildung, Konstruktion, ...). Mit der Konnektivität wurden im Modell verschiedene mit dem Projekt verknüpfte Ressourcen (z. B. Werkzeugmaschinen, Programme, Materialien) und der durch sie entstandene Planungsaufwand abgebildet. Die Dynamik wird in die „inhaltliche Dynamik“ und die „ressourcenbedingte Dynamik“ untergliedert. Die „inhaltliche Dynamik“ bildet hierbei Zieländerungen im Projektverlauf ab. Die „ressourcenbedingte Dynamik“ hingegen betrachtet unerwartete Probleme mit den im Projekt vernetzten Ressourcen und anderen unvorhergesehenen Ereignisse. Die Intransparenz unterteilt sich in die „zielstellungsbedingte Intransparenz“, die „inhaltlich bedingte Intransparenz“ und die „personelle Intransparenz“. Die „zielstellungsbedingte Intransparenz“ bildet hierbei Unklarheiten mit der Projektzielstellung ab. Die „inhaltlich bedingte Intransparenz“ projiziert mangelnde Kenntnisse der Projektteilnehmer zu fachlichen Inhalten des Projekts. Als „personelle Intransparenz“ ist der Bekanntheitsgrad der Projektteilnehmer untereinander definiert. Die Polytelie ist im Projektkomplexitätsmodell in „Widersprüche in den Zielen“ und „Konkurrenz der Ziele“ untergliedert. Der Parameter „Widersprüche in den Zielen“ befasst sich mit durch unscharf formulierte Projektziele induzierter Polytelie. Die

„Konkurrenz der Ziele“ bildet Zielstellungen ab, deren Umsetzung miteinander konkurriert. In Abbildung 2 ist die Struktur des Modells schematisch dargestellt:



**Abbildung 2:** Aufbau des Projektkomplexitätsmodells

#### 4. Validierung des Projektkomplexitätsmodells

Um die Anwendbarkeit des aufgestellten theoretischen Modells zu überprüfen, wurden die ausgearbeiteten Parameter in eine Onlineumfrage überführt. Anschließend wurden insgesamt 263 Studierende der PaTe-Projekte kontaktiert, von denen 97 Studierende verwertbare Befragungsergebnisse lieferten. Zu diesem Zweck wurden auf Grundlage der Modellparameter Aussagen formuliert, welchen die Probanden auf einer fünfstufigen Antwortskala („Stimme zu“, „Stimme eher zu“, „Teils teils“, „Stimme eher nicht zu“, „Stimme nicht zu“) bewerteten. Diesen wurden Werte zwischen 0,2 und 1 zugeordnet. Die Zuordnung von Skalen- und Zahlenwerten wurde dabei so angepasst, dass in Richtung steigender Werte auch eine höhere Ausprägung der Komplexität erwartet wurde. Die aus dem Onlinefragebogen ermittelten Werte wurden anschließend durch Mittelwertbildung für jeden Parameter einzeln zu-

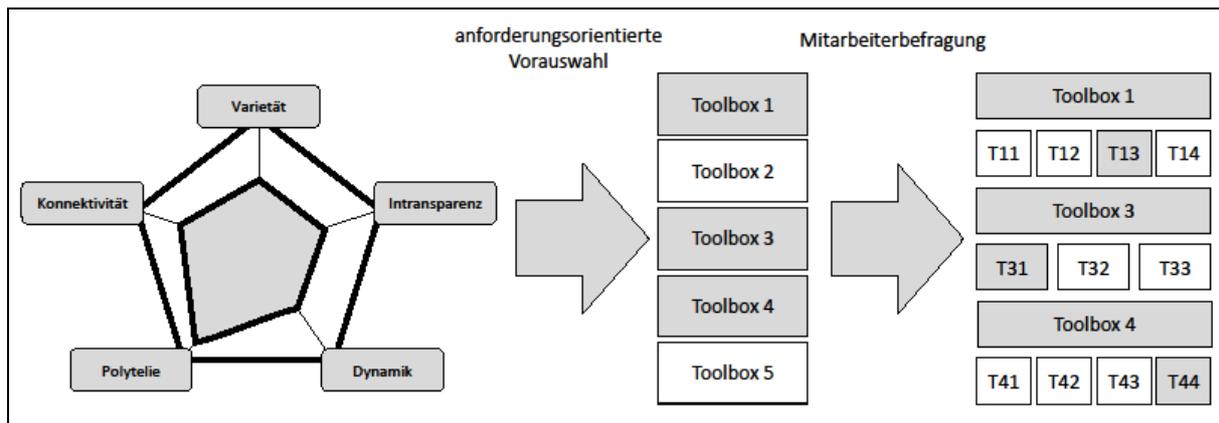
sammengefasst. Die Werte der in der Modelllogik aus anderen Parametern zusammengesetzten Variablen ergeben sich wiederum auch aus dem Mittelwert der Ausprägung ihrer Bestandteile. So kann jeder Wert im Modell eine minimale Ausprägung von 0 und eine maximale Ausprägung von 1 annehmen. Begründet ist das Gleichbehandeln aller Parameter im explorativen Charakter der Untersuchung.

Um Vergleichsparameter zur Evaluation der Projektkomplexität zu schaffen, wurden in der gleichen Untersuchung drei Kontrollfragen gestellt. Mit diesen Evaluationsfragen sollten der „geschätzte Zeitaufwand“, der „Zielerreichungsgrad“ und der „empfundene Projektanspruch“ ermittelt werden. Alle Evaluationsgrößen wurden wie in der Hauptuntersuchung durch bewertete Aussagen mit skalierten Antworten erfasst und anschließend gleichwertig zum „Evaluationsindex“ zusammengefasst. Anschließend wurde die Korrelation zwischen dem Evaluationsindex und der Projektkomplexität und deren Bestandteilen ermittelt. Hierbei ergab sich zwischen dem Evaluationsindex und der Projektkomplexität eine sehr signifikante Pearson-Korrelation von  $r = 0,727^{**}$ . Die Komplexitätsparameter Varietät ( $0,515^{**}$ ), Konnektivität ( $0,526^{**}$ ) Dynamik ( $0,530^{**}$ ) Intransparenz ( $0,485^{**}$ ) und Polytelie ( $0,568^{**}$ ) kamen alle auf Korrelationswert von ca.  $r = 0,5$ . Damit ist mit Hilfe der Untersuchung ein Zusammenhang zwischen den für die Parameter verfassten Items und den zur Evaluation erhobenen Parametern nachgewiesen worden. Auch zwischen der Projektkomplexität und den einzelnen Evaluationsparametern ergaben sich ebenfalls sehr signifikante Korrelationswerte, die sich um einen Wert von  $r = 0,4$  verteilten (Arbeitsaufwand ( $0,477^{**}$ ); Zielerreichungsgrad ( $0,362^{**}$ ); fachlicher Anspruch ( $0,411^{**}$ )). Die Ergebnisse unterstützen die Vermutung nach einem Zusammenhang zwischen der Projektkomplexität im gewählten Modellaufbau und den Schwierigkeiten bei der Umsetzung von Projekten.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

In der beschriebenen Untersuchung konnte eine vielversprechende Möglichkeit aufgezeigt werden, mit der sich die Entstehung von Projektkomplexität systematisieren und erfassen lässt. Durch Weiterentwicklung und Anpassung von Modell und Messmethode könnte eine Möglichkeit geschaffen werden, um die Komplexität verschiedener Projekte prospektiv abzuschätzen. Neben einem Vergleichsinstrument für Projekte bietet sich durch die Ordnung der Modellstruktur zusätzlich die Chance, im Projekt auftretende Probleme zu klassifizieren und mit speziellen Tools zu begegnen. Möglich wäre z. B. eine Vorauswahl an Tools bereitzustellen und die Mitarbeiter bei der finalen Auswahl der Projektmanagementtools zu beteiligen. Abbildung 3 skizziert einen möglichen Ablauf des Prozesses.

Um die bisherigen Untersuchungen in eine solche Methode zur Planung von wissenschaftlichen und industriellen Projekten zu übersetzen, sind weitergehende Forschungsarbeiten erforderlich. Zum einen ist eine umfangreiche Analyse von Projektaufgaben und Projektumfeld von unterschiedlichen Projekttypen notwendig. Des Weiteren sind die Auswirkungen der einzelnen Parameter auf die Projektkomplexität gegeneinander abzugrenzen und zu werten. Weiterhin müssen die aus den Parametern entstehenden Anforderungen spezifiziert und Lösungsvarianten in Toolboxes zusammengefasst werden. Darüber hinaus muss geklärt werden, für welche Anforderungen aktuell noch keine Lösungsvarianten existieren und in wie fern es hier Potenzial für neue digitale Unterstützungsmethoden gibt. Auf diese Weise wäre es möglich, die Komplexität in zukünftigen Projekten besser beherrschbar zu machen.



**Abbildung 3:** Komplexitätsgestützter Toolauswahlprozess

## 6. Literatur

- Aichele C (2006) Intelligentes Projektmanagement. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Dörner D (2003) Die Logik des Misslingens. Hamburg: rororo.
- Dörner D, Kreuzing HW (1983) Lohhausen – Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität. Bern: Hans Huber.
- Funke J (2003) Problemlösendes Denken. Stuttgart: Kohlhammer.
- Mewes E (2015) Schwierigkeitsgrad von technisch-technologischen Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg: Institut Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb, Masterarbeit.
- Schöneberg KP (2014) Komplexität – Einführung in die Komplexitätsforschung und Herausforderungen für die Praxis. In Schöneberg KP (Hrsg) Komplexitätsmanagement in Unternehmen – Herausforderung im Umgang mit Dynamik, Unsicherheit und Komplexität meistern. Wiesbaden: Springer Fachmedien 13-19.
- Zielasek G (1995) Projektmanagement Erfolgreich durch Aktivierung aller Unternehmensebenen. Berlin: Springer.