

# Methodik zur Bestimmung des Lebenszyklus eines Technologie-Clusters

- Als Instrument einer nachhaltigen Strategieentwicklung für das Clustermanagement

Europäisches Kompetenz-  
und Forschungszentrum  
Clustermanagement



Centre européen de  
compétences et de recherche  
Management de Cluster

## Herausgeber

© Europäisches Kompetenz- und Forschungszentrum Clustermanagement im Mai 2018  
Prof. Dr. Hansjörg Drewello

## Autorin

Hochschule für öffentliche Verwaltung Kehl  
Tanja Kaufmann

## Gestaltung

Hochschule für öffentliche Verwaltung Kehl  
Renée Arnold

ISSN 2197-9499

Diese Veröffentlichung wurde gefördert durch:



Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)  
*Der Oberrhein wächst zusammen, mit jedem Projekt*



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



# Methodik zur Bestimmung des Lebenszyklus eines Technologie-Clusters

-Als Instrument einer nachhaltigen Strategieentwicklung für das Clustermanagement

## Abstract

*Wie kann eine Region ihre Stärken in bestimmten Wirtschaftsbereichen weiter ausbauen und dafür sorgen, dass nachhaltiges, stabiles Wachstum entsteht? Dafür ist die Frage nach den Faktoren, welche die Entwicklung von Clustern beeinflussen grundlegend. Obwohl allgemeine Entwicklungsfaktoren für regionale Wirtschaftscluster in der Forschung untersucht wurden, sind die besonderen Entwicklungsdynamiken von Technologie-Clustern, welche nicht vertikal sondern horizontal strukturiert sind, bisher unzureichend erforscht. Hat das klassische Lebenszyklus-Modell für Hochtechnologie-Cluster überhaupt Gültigkeit? Worin liegen die Abweichungen? Und wie kann eine tiefere Analyse des Entwicklungsstadiums von Technologie-Clustern methodisch umgesetzt und als Basis für die Definition einer nachhaltigen Strategie des Clustermanagements genutzt werden?*

*Diese Fragen stellte sich die Autorin im Rahmen ihrer Abschlussarbeit bei Herrn Prof. Dr. Hansjörg Drewello (Hochschule Kehl) und Herrn Prof. Dr. Emmanuel Muller (Universität Strasbourg/Fraunhofer ISI) im Rahmen des deutsch-französischen Masters „Management von Clustern und regionalen Netzwerken“ an der Universität Strasbourg und der Hochschule Kehl. Diese Publikation gibt einen Einblick in die Besonderheiten der Entwicklung bei Technologie-Clustern und stellt eine eigene Methode zur Lebenszyklus-Bestimmung vor. Sie zeigt exemplarisch ihre Anwendung auf das Mikrosystemtechnik-Cluster in Baden-Württemberg, wo die Autorin ihr duales Studium im Clustermanagement absolvierte, und fasst schließlich die wichtigsten Rückschlüsse für die Clustertheorie und praktische Auswirkungen für Clustermanager zusammen.*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1. Analyse des Lebenszyklus als Teil eines strategischen Clustermanagements.....	6
1.2. Die Eigendynamik von Technologie-Clustern als vernachlässigtes Forschungsfeld .....	7
1.3. Das Konzept der Wirtschafts-Cluster.....	8
<b>2. Zeitliche Dimension der Clusterentwicklung.....</b>	<b>10</b>
2.1. Divergenz zwischen dem Cluster- und Industrielbenszyklus.....	10
2.2. Der Cluster-Lebenszyklus.....	11
2.3. Alternative Ansätze zur Clusterentwicklung .....	13
2.3.1. Evolutionsbasierter Clusterungsprozess.....	13
2.3.2. Pfadabhängige Clusterentwicklung.....	13
2.4. Synthese eines Modells zur Clusterentwicklung in Lebensphasen ...	14
<b>3. Die Entwicklungsphasen eines Clusters.....</b>	<b>16</b>
3.1. Entstehungsphase .....	16
3.2. Wachstumsphase.....	17
3.3. Reifephase.....	18
3.4. Niedergang .....	19
3.5. Erneuerung oder Transformation .....	19
<b>4. Methodik zur Bestimmung des Lebenszyklus eines Technologie-Clusters .....</b>	<b>20</b>
4.1. Besonderheiten bei der Bestimmung des Lebenszyklus eines Technologie-Clusters .....	20
4.2. Endogene und exogene Faktoren der Clusterentwicklung .....	21
4.3. Indikatoren zur Bestimmung der Entwicklungsphase .....	22
4.4. Herangehensweise zur Prüfung der Indikatoren.....	23
4.5. Befragung der Clusterakteure und Experteninterviews .....	27
4.6. Der Anwendungsfall, das Mikrosystemtechnik-Cluster in Baden-Württemberg .....	28

<b>5. Zentrale Erkenntnisse für die Clustertheorie.....</b>	<b>31</b>
5.1. Rückschlüsse auf die Forschungshypothesen.....	31
5.2. Zur Rolle der technologischen Diversität in einem Wirtschaftsnetzwerk .....	32
5.3. Neue Erkenntnisse für die Theorie zu Technologie-Clustern .....	33
5.4. Konsequenzen für nachhaltiges Clustermanagement .....	34
5.5. Resümee und neue Fragen für die Clusterentwicklungsforschung ...	35
<b>6. Quellen .....</b>	<b>37</b>
6.1. Literaturverzeichnis.....	37
6.2. Institutionelle Berichte und Internetquellen .....	41

# 1. Einleitung

Durch einen beschleunigten Strukturwandel, das immer schnellere Aufkommen neuer Technologien und die fortschreitende globale Vernetzung können regionale Wirtschaftskonzentrationen plötzlich enorm an Bedeutung gewinnen oder auch verlieren. Solche wirtschaftlichen Ballungen, die in der Regionalökonomie auch als Cluster bezeichnet werden, scheinen insbesondere im Hochtechnologie-Bereich angesichts der Vereinfachung der Kommunikationswege von einer Ablösung durch virtuelle, transnationale Wissenscluster bedroht zu sein (Lorenzen & Maskell 2005: 77-92).

Obwohl Wertschöpfungsketten heutzutage meist über den ganzen Planeten reichen, sind die „Haupterzeuger“ der Wertschöpfungsketten oft auf einem bestimmten Gebiet konzentriert. So beispielsweise das amerikanische Hightech-Cluster Silicon Valley, welches sich dank anhaltender Innovationskraft nun schon seit Jahrzehnten in konstantem Wachstum befindet.

Mit der Zunahme des interregionalen und internationalen Wettbewerbs hat die Diskussion um sogenannte Cluster immer mehr an Bedeutung gewonnen (Enright 2003:99). Regionale Cluster sind in fast allen entwickelten Volkswirtschaften zu finden und tauchen sowohl in Hochtechnologie-Sektoren als auch in arbeitsintensiven Wirtschaftsbereichen auf. Das Paradox der Relokalisierung des Wettbewerbsvorteils in Form des Clusterphänomens hat bereits zahlreiche Autoren beschäftigt (Porter 1993, 1998, 2000; Enright 2003; Krugmann 1991).

Oft wird die Entwicklung von regionalen Wirtschaftsklustern angesichts der Globalisierung als Widerspruch begriffen, jedoch scheint die regionale Spezialisierung die einzige Antwort auf die zunehmende internationale Konkurrenz („Globalisierungsfalle“) zu sein (EC 2002:10). Gerade deshalb ist es notwendig, die innere Dynamik solcher Wirtschaftskluster, insbesondere in High-Tech-Sektoren, zu verstehen.

## 1.1. Analyse des Lebenszyklus als Teil eines strategischen Clustermanagements

Ziel der hier erläuterten Studie war es, die inneren Entwicklungsdynamiken von branchenübergreifenden Technologie-Clustern besser zu verstehen und zu testen, ob sie sich nach dem von der Clusterforschung vermuteten Lebenszyklus-Modell entwickeln. Die Untersuchung leitet ein Modell der Clusterentwicklung aus der Literatur ab und identifiziert Faktoren, welche die Phasen des Lebenszyklus eines Technologie-Clusters beeinflussen. Um den Ansatz empirisch zu testen wurden die so gewonnenen Indikatoren in einer Fallstudie des Mikrosystemtechnik-Cluster in Baden-Württemberg getestet.

Das Mikrosystemtechnikcluster eignet sich als Querschnittstechnologie-Cluster besonders gut hinsichtlich der Fragestellung. Der Mikrosystemtechnik wird der Status einer Schlüsseltechnologie zugewiesen (Bierhals et al. 2000), denn sie ist elementare Technologie in vielen Produkten: Mikrochips verwendet man in Computern, Handys, Ausweisen, Wearables oder Sensoren in der Produktionsautomatisierung, in Fahrzeugen oder in Implantaten.

Mithilfe einer Umfrage der Clusterakteure, Experteninterviews und sonstigen Sekundärdaten wurde die Entwicklungsphase des Mikrosystemtechnik-Clusters bestimmt. Im empirischen Beispiel konnte gezeigt werden, dass die technologische und kognitive Heterogenität in einem solchen Querschnitts-Technologiecluster entscheidend für die Netzwerkdynamik ist.

Ziel dieser Masterarbeit aus praktischer Sicht war es zu zeigen, wie durch die Analyse des Lebenszyklus im Hinblick auf die Zukunft eines Wirtschaftsnetzwerkes wichtige strategische Handlungshinweise für ein nachhaltiges Management entwickelt werden können.

So ist die Kenntnis der Entwicklungsphase und damit auch der strategischen Möglichkeiten Voraussetzung für die gemeinsame Entwicklung einer neuen Netzwerkausrichtung, sowie von Aktivitäten und Serviceangeboten für die Clusterakteure. Dahinter steht die Erkenntnis, dass auch das Clustermanagement selbst durch richtiges Handeln ein Faktor der Clusterentwicklung werden kann und die Lebensphasen proaktiv beeinflussen kann.

## 1.2. Die Eigendynamik von Technologie-Clustern als vernachlässigtes Forschungsfeld

Obwohl in den letzten Jahrzehnten viel über Wirtschafts-Cluster geforscht wurde, fehlt immer noch ein tieferes Prozessverständnis, denn bis vor wenigen Jahren wurde die Perspektive auf deren zeitliche Entwicklung eher vernachlässigt (Menzel und Fornahl 2009). Die genaue Untersuchung dieser Perspektive ist aber notwendig, denn Cluster sind nicht in allen Phasen ihrer Entwicklung ökonomisch vorteilhafter als „lose“ wirtschaftliche Zusammenhänge.

Wenn ein Cluster in eine andere Entwicklungsphase kommt, muss dies eine Änderung der strategischen Ausrichtung der Clusterstrategie und des Clustermanagements nach sich ziehen, um negativen Tendenzen vorzubeugen. In der europaweiten Studie zu Qualifikationsanforderungen an Clustermanager (EC 2009:17f) werden unterschiedliche Anforderungen an das Clustermanagement in Abhängigkeit von der

Entwicklungsphase des Clusters identifiziert, was die Relevanz einer solchen Analyse deutlich macht. Außerdem empfehlen verschiedene Autoren die Anpassung des Policy-Zyklus an den Cluster-Lebenszyklus, da sonst politische Maßnahmen zur Unterstützung von Clustern die falsche Wirkung erzielen (Fornahl & Hassink 2017:5).

Im letzten Jahr wurde die Frage, nach welchen Mustern sich Cluster entwickeln, in der Wirtschaftswissenschaft, aber auch der Wirtschaftsgeographie wieder stärker diskutiert (Fornahl & Hassink 2017:2). Bisher gibt es aber sehr wenige Arbeiten, welche tiefergehende Fallstudien zum Lebenszyklus von Clustern umfassen (Van Klink und Langen 2001, Elola et al.2017). Auch die Frage, ob es einen Unterschied für die Clusterentwicklung macht, welche Technologie oder welche Industrie ein Cluster adressiert, wurde bisher nicht behandelt.

Die Bewegung eines Clusters durch seinen Lebenszyklus wird geprägt von den Aktivitäten seiner zugehörigen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und sonstigen Organisationen. Doch auch externe Faktoren wirken auf die Clusterentwicklung ein. Die Lage eines beliebigen Clusters in seinem Lebenszyklus zu einem gegebenen Zeitpunkt zu bestimmen, ist ein komplexes Unterfangen und wurde bisher nur anhand der Betrachtung reiner Strukturmerkmale versucht, weshalb hierfür in der Masterarbeit eine Methodik entwickelt werden sollte.

### 1.3. Das Konzept der Wirtschafts-Cluster

Wirtschafts-Cluster sind zwar zunehmend in supranationale Wissens- und Produktionsnetzwerke eingebettet, aber gleichzeitig stützen Clusterunternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit auf nationale Ressourcen und Kooperationspartner (EC 2002:7). Die räumliche Nähe erleichtert dabei die Bildung von vertrauensvollen sozialen Netzwerken. Über diese können lokal oder regional verankertes Wissen und Fähigkeiten weitergegeben werden (EC 2002:9).

Cluster sind immer in einem begrenzten geographischen Raum angesiedelt, wo sich hoch spezialisierte Fertigkeiten, Kenntnisse, Institutionen, Konkurrenten sowie Unternehmen aus verwandten Branchen und eine spezialisierte Nachfrage konzentrieren (Astor und Broich 2007: 91). Heute definiert die Europäische Kommission (2008:9) Cluster folgendermaßen:

*„[...]clusters can be defined as a group of firms, related economic actors, and institutions that are located near each other and have reached a sufficient scale to develop specialized expertise, services, resources, suppliers and skills. A common element of most cluster definitions is the aspect of a concentration of one or more sectors within a given region*



*as well as the emphasis on networking and cooperation between companies and institutions [..]”*

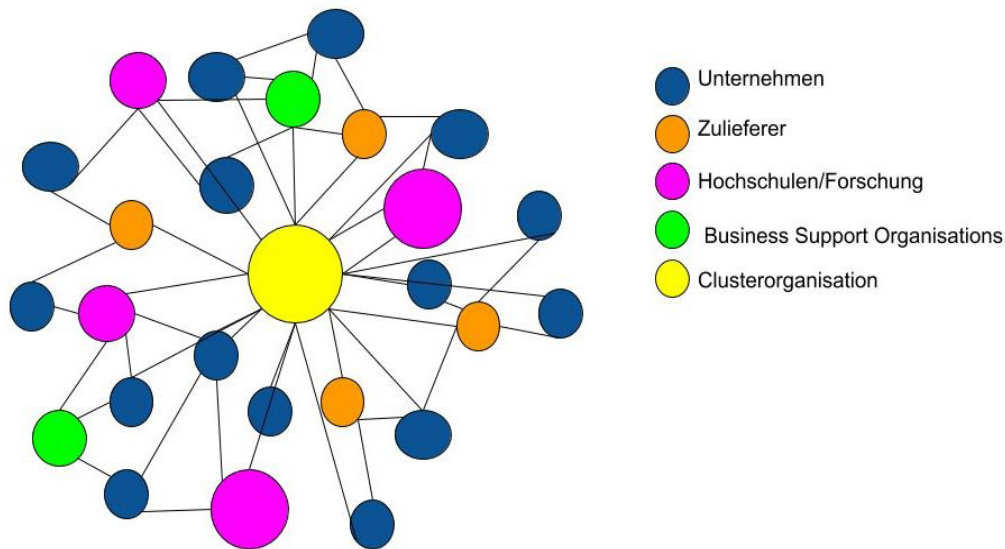


Abbildung 1 : Eigene systematische Darstellung eines Wirtschaftsklusters

Nach Porter (2000:15) sind Cluster oder geographische Branchenanhäufungen regionale Wirtschaftskonzentrationen miteinander verbundener Unternehmen, spezialisierter Anbieter, Zulieferer und Dienstleister in einem bestimmten Sektor. Sie kooperieren mit öffentlichen Institutionen wie Universitäten, Behörden oder Handelskammern. Es gibt sowohl Cluster, welche auf eine Branche konzentriert sind (z.B. das Weincluster in Kalifornien) oder Cluster, welche branchenübergreifend aufgebaut sind (z.B. Technologie-Cluster).

Cluster grenzen sich durch eine gemeinsame thematische Ausrichtung vom restlichen regionalen Produktionssystem ab. Sie haben also sowohl „inhaltliche“ als auch „geographische“ Grenzen (Menzel und Fornahl 2010), sind idealerweise aber dennoch offene Systeme (Martin und Sunley 2011).

Die Akteure in einem Cluster sind durch vertikale und horizontale Beziehungen miteinander verbunden und können sich so schneller an veränderte Bedingungen anpassen und Innovationen einführen. Insbesondere forschungstreibende kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind darauf angewiesen, komplementäre Assets entlang des Innovationsprozesses nutzen zu können, wofür „durchlässige“ Unternehmensgrenzen, unabdingbar sind (Nestle 2011: 113).

Die Vorteile von Clustern werden oft auch als positive Externalitäten beschrieben, welche durch Agglomerationseffekte hervorgerufen wer-

den (Nestle 2011:27). Darunter werden zumeist Wissensspillover durch räumliche Nähe der Akteure, Effizienzvorteile bezüglich der gemeinsam nutzbaren Infrastruktur und eines spezialisierten Arbeitsmarktes hervorgehoben.

Porter (1990) erklärt mit seinem Diamanten-Modell, wie genau Wettbewerbsvorteile in einem Cluster entstehen. Dabei spielen einerseits regionale Bedingungen, äußere Einflüsse und die selbstverstärkende Dynamik, die zwischen den beteiligten Akteuren entstehen kann, eine Rolle.

Dass die wirtschaftliche Entwicklung in Clustern meist besser verläuft als im Durchschnitt des entsprechenden Industriezweiges auf nationaler Ebene, ist laut europäischer Kommission wenig umstritten, denn sie fördern vor allem die Innovationsfähigkeit der Unternehmen sowie die Attraktivität der Region für Investitionen (EC 2007:7). In Clustern können Inputfaktoren durch höhere Innovationsfähigkeit effektiver eingesetzt werden (Astor und Broich 2007: 90).

## 2. Zeitliche Dimension der Clusterentwicklung

Cluster durchlaufen Prozesse des Wachstums und der Erneuerung - ein bestimmter Zustand entspricht einer Entwicklungsphase in einem prinzipiell offenen Lebenszyklus-Modell (Astor und Broich 2007: 61).

### 2.1. Divergenz zwischen dem Cluster- und Industrielbenszyklus

Zunächst wurde vermutet, dass ein lokales Cluster dem Lebenszyklus seiner dominanten Industrie folgt und nur ein kleineres Abbild eben dieser sei. Der Industrielbenszyklus kann zum Beispiel in drei Phasen unterteilt werden (Brenner 2004:35f):

- Anfangsphase (Embryonenphase): hohe Unsicherheit, kleines Marktvolumen, viele Markteintritte, Produktinnovationen
- Wachstumsphase: mehr Prozessinnovationen, steigende Nachfrage, seltenere Markteintritte, zunehmende Profite, aber auch Insolvenzen
- Reifephase: nachlassendes Produktionswachstum, wenige Marktein- und Austritte, stabilisierte Marktanteile, wenige Innovationen

Cluster entstehen dann, wenn sich ihr Industriesektor im Wachstum befindet, wenn sich Firmen räumlich konzentrieren. Allerdings bedeutet dies nicht, dass es sich beim Cluster-Lebenszyklus einfach nur um einen „zeitversetzten“ Industrielbenszyklus handelt (Menzel und Fornahl 2009, Martin und Sunley 2011). Sobald ein Cluster in einer bestimmten Region entstanden ist, können dort zum Beispiel spezifische Produktionstechnologien entstehen.

Während innerhalb eines Clusters der vorherrschenden Industrie eine Konvergenz der Produktionstechnologien zu beobachten ist, gibt es zwischen verschiedenen regionalen Clustern eine immer größere Heterogenität der Produktionstechniken, was dazu führt, dass nicht jedes Cluster den gleichen Rhythmus verfolgt (Menzel und Fornahl 2009:208). Demnach besitzt also jedes regionale Cluster seinen eigenen Lebenszyklus.

## 2.2. Der Cluster-Lebenszyklus

In seinem Werk „On competition“ (1998:237-245) beschreibt Michael Porter mit dem klassischen Lebenszyklus-Modell, dass sich ein Cluster in vier Phasen entwickelt. Eine regionale Wirtschaftskonzentration entsteht (Entstehung), wächst zum Cluster heran (Wachstum) und „reift“ auf einem hohen wirtschaftlichen Niveau (Reife), welches aber irgendwann stagniert, und sich schließlich wieder auflöst (Niedergang). Letztendlich sind seine Erklärungen aber sehr vereinfacht und sein Modell zu starr, weshalb er von anderen Autoren kritisiert worden ist. Die relevantesten „neueren“ Überlegungen zum Lebenszyklus von Clustern stammen vor allem von Menzel und Fornahl (2009) und Martin und Sunley (2011).

Mit ihrem stilisierten Lebenszyklus-Modell zeigen Menzel und Fornahl (2009) auf, dass Entstehung, Wachstum, Verfall und Erneuerung eines Clusters stark von der technologischen Diversität zwischen den Firmen abhängt. Unternehmen in der gleichen Region haben eine höhere „absorptive Kapazität“ (ebd.222). Sie haben einen gewissen Grad an kognitiver Nähe (Boschma 2011:4), das heißt sie sind fähig, den Wert neuer, externer Informationen zu verstehen und anzuwenden. So kann lokalisiertes Lernen zwischen den verschiedenen „Wissensträgern“ stattfinden. Durch die Lern- und Interaktionsprozesse zwischen den Akteuren gleichen sich ihre Wissensschätze immer weiter an. Die kognitive Nähe wächst.

So verändern sich für Menzel und Fornahl (2009:229) die thematischen und räumlichen Grenzen eines Clusters über die Zeit hinweg. Die Firmen passen sich in der Wachstumsphase immer mehr einander an, wodurch

die thematischen Grenzen kleiner werden. Wenn diese zu klein werden und die technologische Distanz der Firmen minimal ist (das heißt ihre kognitive Nähe maximal), sind Innovationen immer unwahrscheinlicher (Boschma 2011:6).

Ein Cluster kann aber durch die Implementierung neuer Technologien seinen Entwicklungspfad erneuern oder durch die Integration neuer Akteure eine Transition in einen komplett neuen Bereich vollziehen. Eine stabile Entwicklung und damit ein möglichst langes Verbleiben in der Reifephase können nur durch die Aufrechterhaltung einer optimalen technologischen Distanz zwischen den Firmen garantiert werden. Dies gelingt zum Beispiel durch Start-Up-Gründungen, die ständige Implementierung externen Wissens und die Öffnung der thematischen Grenzen, um neue Technologien und Fähigkeiten zu integrieren (Menzel und Fornahl 2009: 228).

Martin und Sunley (2011:9) sehen Cluster als hochkomplexe Gebilde an, welche sich „evolutionär“ entwickeln - das heißt sie können sich wie Tierpopulationen an veränderte Bedingungen „genetisch“ anpassen. Dies untermauern sie unter anderem mit dem Argument, dass sich die Zusammensetzung der Firmen und Akteure sowie deren Herangehensweise konstant verändern und dass gerade diese Diversität die Dynamik eines Clusters ausmacht.

In Clustern spielen aus Sicht von Martin und Sunley (2011:11f) aber auch Feedbackschleifen, sich selbst-verstärkende Prozesse, Pfadabhängigkeit und Selbstorganisation eine große Rolle. Die vierte Phase ihres adaptiven Lebenszyklus-Modells, ist gleichzeitig die „Erneuerungsphase“ alter Cluster und die „Entstehungsphase“ junger Cluster. Dies steht ganz im Sinne der Annahme, dass Cluster sich durch Reorganisation und Restrukturierung jederzeit wieder in einen neuen Lebenszyklus befördern können.

Letztlich ist die Bewegung durch den Lebenszyklus durch eine Akkumulation von Schlüsselressourcen (produktives Kapital, spezialisiertes Wissen und spezialisierte unterstützende Institutionen) angetrieben (Martin und Sunley 2011: 20).

Nach dieser ersten Darstellung der wichtigsten Argumente und Ansätze zum „modernen“ Lebenszyklus-Modell wird nun zunächst ein Blick auf alternative Ansätze zur Clusterentwicklung geworfen.

## 2.3. Alternative Ansätze zur Clusterentwicklung

Die beiden größten, alternativen Ansätze zur Clusterentwicklung sind die Theorie des evolutionsbasierten Clusterungsprozess und die der pfadabhängigen Clusterentwicklung.

### 2.3.1. Evolutionsbasierter Clusterungsprozess

Ein Gegenansatz zum Modell des Lebenszyklus ist die evolutionsbasierte Clustertheorie. Hier verläuft die industrielle Aktivität der Unternehmen im Cluster entlang von industriellen Wachstumspfaden (Nestle 2011:47 f).

1. Lokalisation: Aufkeimen des Clusters, unternehmerische Standortentscheidungen aufgrund räumlicher Gelegenheitsfenster (Storper und Walker 1989:71), keine Agglomerationsvorteile, die Lokalisation abhängig von individuellen Entscheidungen und historischen Ereignissen

2. Verflechtung: vertikale Integration der Unternehmen, Transaktionskostenvorteile, kumulative Lernprozesse, selektive Clusterung mit zunehmender Eigendynamik entlang individueller Wachstumsphasen (siehe Nestle 2011:48, Kiese 2008:19), zunehmende Wettbewerbsvorteile, schwieriger Markteintritt, interne Konkurrenz und Selektion, Gefahr von Stagnations- und Schrumpfungprozessen

3. Dispersion: Verstreuung, Erschließung von Wachstumsperipherien, kurzfristige Stärkung des Wachstumskernes, dann Entstehung globaler Wertschöpfungsketten, hohe Eintrittsbarrieren für Gründungen oder Ansiedlungen (Nestlé 2011:49), Verfestigung formaler und informeller Netzwerke (Lock-In-Effekten)

4. Niedergang/Verlagerung: fortschreitende Lock-In-Effekte, weniger Flexibilität und Innovation im Cluster, räumlichen Verlagerung der originären Wachstumskerne (vgl. Bathelt und Glückler 2002:207)

### 2.3.2. Pfadabhängige Clusterentwicklung

Dieser Ansatz ist dem ersten insofern ähnlich, als dass er die Relevanz anfänglicher, irrationaler Entscheidungen (z.B. unternehmerische Standortwahl) für die Clusterentwicklung betont. Sogenannte small events sind Auslöser eines selbstverstärkenden Prozesses (Nestlé 2011:49), welcher die Richtung auf einem bestimmten Entwicklungspfad angibt. Im Laufe der Zeit wird die Wahrscheinlichkeit für pfadverstärkende Entscheidungen immer größer (Ackermann 1991:8) und so verfestigt sich ein einmal eingeschlagener Pfad. Solche selbstverstärkenden

Mechanismen können in den frühen Phasen der Clusterentwicklung auch positiv sein, denn sie ermöglichen den Aufbau eines Normen- und Wertesystems als Basis für Vertrauen und Interaktion.

Die drei Phasen der Pfadabhängigkeit (siehe Burger 2013:68,69):

**1. Präformationsphase / Entscheidungsselektivität:** Zu Beginn gibt es viele Handlungsmöglichkeiten, aber eine Anfangsentscheidung (wie zufällige unternehmerische Entscheidungen) oder ein einzelnes Ereignis bestimmt den Weg. Ab einer bestimmten Menge beteiligter Akteure wird ein kritischer Punkt überschritten und so die Pfadbildungsphase eingeläutet.

**2. Pfadbildungsphase:** Selbstverstärkende Effekte (economies of scale, direkte und indirekte Netzwerkeffekte, Lernen, Koordinationseffekte, Komplementaritätseffekte) treten ein und es entstehen positive Rückkopplungseffekte (Nestle 2011:50). Es wird für die Akteure schwerer andere Optionen zu wählen oder zur Ausgangssituation zurückzukehren.

**3. Lock-In-Phase:** Der beschrittene Pfad wird für die Akteure im Cluster immer mehr zu einer Sackgasse, es ist kaum möglich eine vielleicht bessere „externe“ Option – gerade hinsichtlich der besten Technologien oder Verfahren - zu wählen. Dadurch entsteht Ineffizienz. Ein einmal eingeschlagener Pfad ist in dieser Phase aus organisatorischer Sicht nur noch schwer zu verlassen. Der Niedergang ist wahrscheinlich.

Gerade im Hinblick auf die Gefahr von Lock-In-Effekten sollte die innere Dynamik von Netzwerken (Belso-Martinez 2016:17) nicht außer Acht gelassen werden, denn kognitive, soziale, institutionelle und geographische Nähe bedingen das Engagement der Akteure in einem Netzwerk (Boschma 2005, 2011).

Ein gewisses Maß an kognitiver Nähe ist notwendig, um Knowledge Spillover zu ermöglichen, die ohne eine gemeinsame Wissensbasis erschwert wären. Aber wenn die kognitiven Einstellungen zu ähnlich sind, werden Lerneffekte verhindert (Belso-Martinez 2016:18).

## 2.4. Synthese eines Modells zur Clusterentwicklung in Lebensphasen

Obwohl einige Autoren Zweifel an der Sinnhaftigkeit des Lebenszyklus-Modells haben (Bathelt und Glückler 2002:236), ist es mittlerweile zum Standard geworden, die Clusterentwicklung unter dem Basismodell der fünf typischen Lebensphasen (Entstehung, Entwicklung, Reife, Nie-

dergang und Transformation bzw. Erneuerung) zu beschreiben (Elola et al. 2016:552).

Jedoch ist kritisch anzumerken, dass sich natürlich nicht jedes Cluster nach genau diesem Muster entwickelt und vor allem unklar ist, welche Rolle die Thematik eines Clusters (Produktionscluster vs. Technologiecluster) dabei spielt. Hier sind die theoretischen Erweiterungen des Modells durch Martin und Sunley (2011) und Menzel und Fornahl (2010) zu würdigen, welche den Clusterlebenszyklus nicht als Einbahnstraße, sondern eher als einen wirklichen Kreislauf betrachten und die Lernprozesse der Akteure dabei betonen.

Auch die alternativen Ansätze, welche nicht von einem Lebenszyklus ausgehen, tragen zum Verständnis evolutionärer Clusterentwicklung bei. Den Ansatz der industriellen Wachstumspfade kann man mit dem Lebenszyklus-Modell insofern vergleichen, als dass die Dispersionsphase stark an die Reifephase und die Phase der Verlagerung an die Niedergangsphase erinnert. Auch die drei Phasen der Pfadabhängigkeit beschreiben ähnliche Entwicklungsstadien wie zumindest die ersten drei Lebenszyklusphasen. Den Lock-In-Effekt als möglicher Bestandteil des Niedergangs beschreiben ausnahmslos alle Ansätze.

Pfadabhängigkeit spielt insgesamt eine wichtige Rolle, nicht nur bei der Entstehung, sondern auch für die innere Dynamik eines Clusters. Die meisten Autoren (z.B. Elola et al. 2016: 552) bestätigen, dass anfänglich historische Entscheidungen in der Entstehungsphase (insbesondere politischer Art, z.B. über die wissenschaftliche Infrastruktur), einen „pfadabhängigen“ Einfluss auf die gesamte Entwicklungsdynamik von Clustern ausüben können.

Nach der Analyse der wichtigsten theoretischen Ansätze zur Clusterentwicklung wird nun, aufbauend darauf, ein eigenes Modell des Cluster-Lebenszyklus aufgestellt, welches aus einer Synthese der Ansätze verschiedener Autoren entstanden ist (siehe Abb.4). Als theoretisches Modell für diese Arbeit wird demnach ein angepasster Lebenszyklus angenommen, welcher an den Arbeiten Martin und Sunleys aber auch Menzels und Fornahls orientiert ist.

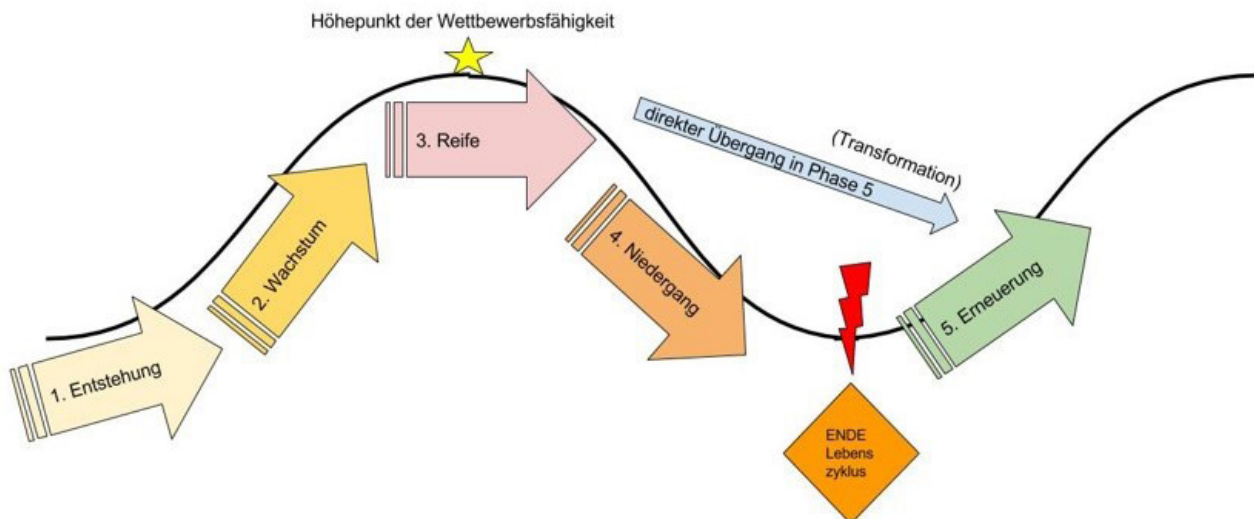


Abbildung 2: Synthese eines Clusterlebenszyklus in 5 Phasen (Eigene Darstellung)

Im Folgenden werden die wichtigsten Eigenschaften der einzelnen Phasen aus Sicht der relevantesten Literatur kurz erläutert, um daraus Indikatoren für die Bestimmung der Entwicklungsphase eines Clusters abzuleiten.

### 3. Die Entwicklungsphasen eines Clusters

Im Folgenden werden die wichtigsten Eigenschaften der einzelnen Phasen aus Sicht der relevantesten Literatur kurz erläutert, um daraus Indikatoren für die Bestimmung der Entwicklungsphase eines Clusters abzuleiten.

#### 3.1. Entstehungsphase

Für Brenner (2004:3) steht fest, dass die Clusterung wirtschaftlicher Aktivität auf lokalen positiven Externalitäten beruht. Jedoch gibt es auch immer spezifische historische Gründe für die Entwicklung eines Clusters. Darin wird der Widerspruch zwischen dem Versuch allgemeingültiger Erklärungen und andererseits der Spezifität jedes einzelnen Falles deutlich (Brenner 2003:4).

Es gibt sowohl zufällige „Auslöser“ für die Entstehung (Martin und Sunley 2006) als auch Auslöser, welche in den regionalen Eigenschaften (Standortbedingungen) begründet sind. Die Lokalisierung eines Clusters entscheidet sich nach Brenner in einem Wettbewerb der Regionen (2004:194).



Bei der Clusterentstehung sieht Nestle (2011:45) zunächst unternehmerische Entscheidungen bezüglich der Standortwahl als entscheidend an. Die zum weiteren Wachstum benötigte Dynamik wird durch selbstverstärkende positive Feedbackschleifen innerhalb des entstehenden Komplexes begründet, so zum Beispiel durch Ausgründungen aus Großunternehmen.

<p><b>regionale Faktoren</b>, welche die Wahrscheinlichkeit der Cluster-Entstehung erhöhen:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulturelle Faktoren (Brenner 2004:194f)</li> <li>• Politische Umstände und Gesetze (Brenner 2004:194f)</li> <li>• Geographische Lage, natürliche Bedingungen und Ressourcen (Enright 2003:109)</li> <li>• Art der Region (ländlich oder städtisch), Existenz einer Handwerkstradition (Belussi und Sedita 2009:514)</li> <li>• Universitäten und Forschungseinrichtungen (Brenner 2004:194f)</li> <li>• Ökonomische Aktivitäten in bereits existenten verwandten oder assoziierten Industrien (ebd.)</li> </ul>
<p><b>irrationale Faktoren</b>, welche den „Entwicklungspfad“ eines Clusters beeinflussen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existenz von lokalen „Promotern“ (ebd.)</li> <li>• spezifische politische Maßnahmen (ebd.)</li> <li>• Historische Besonderheiten und Zufälle (Krugmann 1991)</li> <li>• Auftauchen bahnbrechender Innovationen (Brenner 2004:194f)</li> <li>• Gründung erfolgreicher Firmen, sowie Spin-Offs (ebd.)</li> </ul>

Tabelle 1: Entstehungsfaktoren für ein Wirtschaftscluster (eigene Darstellung)

### 3.2. Wachstumsphase

Für das Wachstum eines Clusters braucht es im Normalfall einen „reellen“ Kristallisationspunkt der Beziehungen zwischen den Akteuren (Menzel 2005), so etwa ein großer Universitätscampus, welcher als Innovationszentrum dienen kann.

Laut Nestle (2011:46) ist diese Phase durch zunehmende Agglomeration einer steigenden Anzahl von Akteuren gekennzeichnet und es bilden sich positive Externalitäten heraus (z.B. Urbanisations- oder Lokalisationsvorteile durch Neugründungen und Neuansiedlungen). Es entwickelt sich außerdem ein räumlich konzentriertes Angebot korrespondierender Lieferanten und Dienstleister sowie ein spezialisierter Arbeitsmarkt.

Die Interaktion der Unternehmen und Forschungseinrichtungen wird durch neue Netzwerkorganisationen (Transferzentren, Industrieverbände und Vereine oder Clusterinitiativen) stimuliert (ebd.). Durch die Aktivitäten von Clusterinitiativen wird eine immer höhere Sichtbarkeit möglich und weitere Akteure werden angezogen (unter anderem Investoren, aber auch Arbeitskräfte).

Die Organisationen im Cluster beginnen in dieser Phase eine gemeinsame Spezialisierung in eine bestimmte technologische Richtung und gewinnen dadurch an kognitiver Nähe (Boschma 2011:5). Einen gewissen Grad an kognitiver Nähe braucht es, um Kommunikation effizient zu machen, wodurch gegenseitiges Lernen und der gemeinsame Aufbau von Wissen ermöglicht wird.

### 3.3. Reifephase

Die zunehmende Ausbildung von Beziehungen und Netzwerken (kognitive und soziale Nähe nach Boschma 2011) ermöglicht in dieser Phase zunächst Wissensaustausch und Synergien auf höchstem Niveau. Dadurch wird ein räumlich konzentrierter, komplexer Wissensschatz geschaffen. Kooperationsprojekte zwischen den Akteuren bringen neue Innovationen hervor und die Wettbewerbsfähigkeit des Clusters erreicht seinen Höhepunkt.

Die Umsätze der Unternehmen im Cluster fangen an auf einem hohen Niveau zu stagnieren. Gleichzeitig sind die wirtschaftlichen Aktivitäten immer rentabler, da von den vorherigen Investitionen in z.B. neue Innovationen profitiert werden kann. Die Reifephase verläuft anfänglich für die meisten Akteure sehr profitabel, aber sie kann bereits erste Nachteile der „Clusterung“ zeigen.

In dieser Phase haben sich die Wissensstände und Mindsets der Clusterakteure oft schon soweit angenähert, dass sie nicht mehr wirklich voneinander lernen können. Insgesamt konvergieren technologisches Wissen und Produktionstechniken zunehmend und es geht immer mehr nur noch um inkrementelle Prozessinnovationen (Menzel und Fornahl 2009).

Die hohe Interdependenz der Akteure in der Reife ist zwar prinzipiell ein Vorteil für Kooperationen und Wissensspillover, verbirgt aber auch das Risiko einer zu großen Orientierung nach innen und einer Abschottung nach außen in sich. Dadurch kommt es zu einer Blockade von Informationskanälen und „selbstbestätigendem“ Verhalten. Ab einem gewissen Punkt sind die Unterschiede zwischen den Akteuren in Bezug auf Wissen und Fähigkeiten ausgeschöpft und die Interaktion bringt nur noch wenige Vorteile oder wird überflüssig.

Andererseits kann es auch zu einem wirtschaftlichen Lock-In kommen, wenn die Firmen in einem engmaschigen Netz der horizontalen Arbeitsteilung interagieren. Sind die Firmen irgendwann zu abhängig von ihrer „Clusterumwelt“, nimmt ihre Reaktionsfähigkeit gegenüber ex-

ternen Schocks, wie etwa dem Aufstieg neuer Konkurrenten oder Technologien, ab (Martin und Sunley 2011:20).

### 3.4. Niedergang

Wenn es am Ende der Reifephase nicht gelingt, sich an neue Entwicklungen anzupassen und sich z.B. durch den gezielten Aufbau neuer Kompetenzen zu erneuern, wird die Phase des Niedergangs eingeleitet.

In dieser Phase scheitern viele Cluster an „externen Schocks“, welche durch die Globalisierung hervorgerufen werden, wie z.B. der Preiskonkurrenz oder der Abwanderung wichtiger Firmen in andere Länder (Belussi und Sedita 2009:523).

Gleichzeitig spielen endogene Faktoren beim Niedergang eine Rolle, wie etwa wenn die kognitive Nähe zu groß wird und es nicht gelingt, die Diversität durch neue Impulse von außen zu erhalten. Aber auch wirtschaftliche Konzentrationen, Kartellbildungen sowie unflexible Reaktionen auf veränderte Rahmenbedingungen können sich negativ auswirken (Porter 1998:237).

An diesem Punkt sind die Denkweisen der Akteure bereits selbst pfadabhängig und die einstigen Vorteile der Spezialisierung kehren sich in dieser Phase in das Gegenteil um (Menzel und Fornahl 2009:208). Die Innovationsfähigkeit und Gesamtleistung der Unternehmen wird schwächer als bei vergleichbaren Unternehmen „außerhalb“ des Clusters. Letztlich bleiben die Akteure in der Einbahnstraße stecken (Lock-In-Effekt) und das Cluster löst sich auf.

### 3.5. Erneuerung oder Transformation

Auch wenn die Erneuerungs- oder Transformationsphase hier an fünfter Stelle steht, kann sie auch direkt aus der Reifephase folgen und einen neuen Cluster-Lebenszyklus einläuten.

In den moderneren Ansätzen zum Lebenszyklus wird diese Phase angesichts des Vorwurfs, das Lebenszyklus-Modell sei zu starr und deterministisch, mit aufgenommen.

Wenn bereits am Ende der Reifephase schon früh genug erkannt wird, dass eine „Krise“ bevorstehen könnte, kann ein Cluster aktiv an seiner Reorganisation arbeiten und eine thematische Neuausrichtung erreichen - gerade durch einen Blick über die eigenen Sektor- und Branchengrenzen hinaus. Um die Diversität des technologischen Wis-

sens und der Kompetenzen wieder zu erhöhen, kann die thematische Ausrichtung des Clusters so transformiert werden, dass neue Akteure und Fähigkeiten integriert werden.

Bei Martin und Sunley (2011:27) kann die Erneuerung eines Clusters z.B. durch die Eroberung einer neuen Produktnische oder durch die Diversifizierung der Produktpalette geschaffen werden. Oft kann bei einer solchen Transformation auf die Fähigkeiten und Ressourcen des „alten“ Clusters zurückgriffen werden. Als Beispiel kann man hier die Transformation des Textilclusters in Nordengland zu einer Spezialisierung in „Outdoor“-Ausstattung und -Bekleidung nennen (ebd:31).

## 4. Methodik zur Bestimmung des Lebenszyklus eines Technologie-Clusters

### 4.1. Besonderheiten bei der Bestimmung des Lebenszyklus eines Technologie-Clusters

Wie ein solcher Lebenszyklus abläuft, hängt auch stark von der Art des jeweiligen Clusters ab. So ist die theoretische Erwartung für High-Tech-Cluster, dass diese viel flexibler sind und sich besser anpassen können als Cluster, welche nur in sehr eingegrenzten Sektoren aktiv sind (Martin und Sunley 2011:33). Dass die Flexibilität und Lernfähigkeit solcher Hochtechnologie-Cluster höher ist, sieht man an erfolgreichen Beispielen wie dem Silicon Valley Cluster, das seit Jahrzehnten neue Produktwellen hervorbringt (ebd.).

Gerade bei einem Technologie-Cluster sollte „Wachstum“ nicht nur rein wirtschaftlich, sondern auch als soziales und intellektuelles Wachstum (im Sinne von wissenschaftlichem Fortschritt und Innovationsfähigkeit) verstanden werden.

Im Falle eines Technologie-Clusters ist insbesondere intellektuelles Wachstum unabdingbar, denn ein mentaler Lock-In könnte fatale Folgen für die Innovationsfähigkeit haben. Doch scheint dies für Technologie-Cluster ein kleineres Risiko zu sein, da die mentale und technologische Zusammensetzung durch die Verquickung mit den verschiedenen Anwenderbranchen immer wieder neu von außen „befruchtet“ werden kann. Selbst wenn exogene Schocks das Cluster bedrohen, können ein gut funktionierender Wissensaustausch und Kooperationen es ermöglichen, neue Märkte zu erschließen und so eine Transformation einzuleiten.

Die Mikrosystemtechnik eignet sich hervorragend dafür, die En-

twicklungsprozesse in einem High-Tech-Cluster zu untersuchen. Einerseits ist sie eine Querschnittstechnologie, welche in unzähligen Anwendungsbranchen und Produkten zum Einsatz kommt, andererseits auch eine Spitzentechnologie im Sinne der Definition der Bundesregierung. Laut IVAM (2016) sind die Unternehmen in der Mikrosystemtechnik durch eine sehr hohe Forschungs- und Entwicklungstätigkeit geprägt.

#### 4.2. Endogene und exogene Faktoren der Clusterentwicklung

Die Faktoren, welche von innen heraus die Clusterentwicklung beeinflussen, werden auch als endogene Entwicklungsfaktoren bezeichnet. Der Lebenszyklus ist aber auch abhängig von äußeren Einflüssen und Kräften (exogenen Faktoren), z.B. der Nachfrage auf dem Weltmarkt oder technologischen Trends. Diese exogenen Entwicklungsfaktoren können die Clusterdynamik beflügeln oder abbremsen. Die exogenen Entwicklungsfaktoren interagieren mit den endogenen Entwicklungsfaktoren. Beide Einflussgrößen sind bestimmend für die Situation und Position eines Clusters im Lebenszyklus.

Brenner (2004) sieht die Entwicklung eines Clusters in starker Abhängigkeit zu exogenen Bedingungen, wonach erst die Wachstumsphase erreicht wird, wenn bei den exogenen Faktoren (z.B. Nachfrage nach der Technologie) ein kritischer Punkt überschritten ist. Klar ist, dass die exogenen Faktoren primär das wirtschaftliche Wachstum (gemessen an Umsatz, Gewinn, Exporten, Arbeitsplätzen etc.) eines Clusters bedingen. Der hohe Grad von Spezialisierung in einem Cluster führt auch dazu, dass es gegenüber sogenannten „externen Schocks“ immer verwundbarer wird (EC 2008:13).

Belussi und Sedita (2008: 523) machen sowohl exogene als auch endogene Faktoren wie z.B. das institutionelle Setting und die lokalen Institutionen (Pfadabhängigkeit), das Nachfragewachstum, die technologische Innovation, die Differenzierung und den globalen Wettbewerb als Antriebsfaktoren für die Bewegung durch den Lebenszyklus aus.

Für Menzel und Fornahl (2010:229) sind die entscheidenden Variablen für die Clusterentwicklung eher endogen (Beschäftigung, Art des kollektiven Handelns, Clusterstruktur und die Möglichkeiten zur Interaktion in Netzwerken).

Gagne et al. 2010 (85f) identifizieren vor allem endogene Faktoren wie zum Beispiel die Entwicklung des Human- und Sozialkapitals als entscheidend für die Clusterentwicklung.

Entsprechend der in der Literatur diskutierten Entwicklungsfaktoren scheint es angemessen, sowohl exogene als auch endogene, qualita-

tive und quantitative Indikatoren für die Lebenszyklusbestimmung heranzuziehen, um ein möglichst umfassendes Bild zeichnen zu können.

### 4.3. Indikatoren zur Bestimmung der Entwicklungsphase

Um zu prüfen, in welcher Entwicklungsphase sich ein Cluster befindet, werden im Folgenden wichtige Annahmen hinsichtlich relevanter Indikatoren für die Messung der Clusterentwicklung aufgestellt. Zunächst werden die wichtigsten Indikatoren, welche in der Literatur zur Clusterforschung genannt werden, in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

	A. Quantitativ	B. Qualitativ
	<p><b>1. Größe des Clusters:</b> Zahl der Cluster-Akteure/ Firmen (Elola et al. 2016:543, Brenner und Schlump 2011:25, Enright 2003:102)</p> <p><b>2. Zahl der Angestellten im Cluster</b> (Elola et al. 2016:543, Brenner und Schlump 2011:25, Menzel und Fornahl 2009:229)</p> <p><b>3. Zahl der Start-Ups</b> (Brenner und Schlump 2011:25, Menzel und Fornahl 2009:228)</p> <p><b>4. Umsatz der Firmen /Wachstum</b> (Martin und Sunley 2011:20)</p> <p><b>5. Innovationstätigkeit/Anzahl der Patente</b> (Brenner und Schlump 2011:25)</p> <p><b>6. Internationalisierung:</b> Exporte, Auslandsniederlassungen (Davis et al 2006: 7)</p>	<p><b>1. allgemeine wirtschaftliche Gesundheit der Akteure</b></p> <p><b>2. Stärke des Netzwerkes, Möglichkeit zu Interaktionen</b> (Elola et al. 2016:543, Brenner und Schlump 2011:25, Gagne et al.2010:85, Menzel und Fornahl 2009:229)</p> <p><b>3. Sozialkapital:</b> soziale Beziehungen, Vertrauen (Elola et al. 2016:543, Lorenzen 2005:206, Valdaliso et.al.2016:5)</p> <p><b>4. Clusterstruktur und technologische Diversität:</b> Zusammensetzung der Akteure (Menzel und Fornahl 2009:229)</p> <p><b>5. kognitive Homogenität</b> (Belso-Martinez 2016:18)</p> <p><b>6. Humankapital:</b> Aus- und Weiterbildung, Qualifikationen, Verfügbarkeit spezialisierter Arbeitskräfte (Brenner und Schlump 2011:25, Gagne et al.2010:85, Menzel und Fornahl 2009:229)</p> <p><b>7. Selbstorganisation/kollektives Handeln</b> (Menzel und Fornahl 2009:229, Davis et al.2006:7)</p> <p><b>8. Institutionen</b> (Belussi und Sedita 2008:507)</p>
Exogen	<p><b>1. öffentliche Investitionen in Forschung und Bildung</b> (Elola et al. 2016:543, Brenner und Schlump 2011:27, Gagne et al.2010:85)</p> <p><b>2. Marktbedingungen / internationale Nachfrage</b> (Brenner und Schlump 2011:27)</p> <p><b>3. demographische Situation</b></p> <p><b>4.wirtschaftliche Gesamtlage</b></p>	<p><b>1. Technologischer Wandel</b> (Belussi und Sedita 2008:523, Valdaliso et al.2016:4))</p> <p><b>2. lokale Infrastruktur</b></p> <p><b>3. Zugang zu externen Wissensquellen und Verbindungen zu globalisierten Netzwerken</b> (Gagne et al.2010:86, Valdaliso et al.2016:4)</p> <p><b>4. globaler Preis- und Standortwettbewerb</b> (EU-Kommission 2008:13)</p>

Tabelle 2: Indikatoren für die Messung der Clusterentwicklung aus der Literatur (Eigene Darstellung)

Aus oben genannten Indikatoren wurden für den Fall irrelevanter Va-

riablen für die Analyse ausgeschlossen und die Ausprägungen folgender endogener und exogener Entwicklungsindikatoren in der Studie betrachtet. Dies wurde anhand einer tieferehenden Fallstudie des Mikrosystemtechnik-Clusters in Baden-Württemberg in proaktiver Zusammenarbeit mit dem Clustermanagement microTEC Südwest untersucht:

Endogene Indikatoren	Exogene Indikatoren
1. Größe des Clusters: Zahl der Cluster-Akteure, Clusterstruktur	1. Marktbedingungen und internationale Nachfrage
2. Wirtschaftliche Stärke und Gesundheit des Clusters: Umsatz, Wachstum, Situation der Clusterakteure, Start-Ups,	2. Lebenszyklen der Anwenderbranchen
3. Innovationstätigkeit und Dynamik	3. Technologischer Wandel
4. Internationalisierung und Offenheit	4. Zugang zu externen Wissensquellen und Verbindungen zu globalisierten Netzwerken
5. Stärke des Netzwerkes, Interaktionen, soziales Kapital	5. globaler Preis- und Standortwettbewerb
6. kognitive Homogenität, technologische Distanz zwischen den Clusterakteuren	6. Staatlicher Einfluss: Clusterförderpolitik
7. Humankapital: Zahl der Angestellten im Cluster, Aus- und Weiterbildung, Qualifikationen, spezialisierte Arbeitskräfte	
8. Selbstorganisation und kollektives Handeln	

Tabelle 3: endogene und exogene Indikatoren zur Untersuchung des Lebenszyklus

Die Analyse geht von der Hypothese aus, dass der Nachweis von gewissen Mustern mehrerer Variablen über die Zeit ein Beweis für die Existenz eines Lebenszyklus von Technologieclustern ist.

Die Betrachtung der exogenen Variablen, welche in den Prozess der Clusterentwicklung intervenieren, ermöglicht es, alternative Konzepte der Clusterentwicklung in das Modell einzubeziehen. So bezieht die Variable des staatlichen Einflusses auch Pfadabhängigkeit ein. Die Besonderheiten von Technologie-Clustern werden bei der Betrachtung der Lebenszyklen der Anwenderbranchen beachtet.

Die Analyse der intervenierenden Variablen kann außerdem Aufschluss darüber geben, wie sich das Cluster in Zukunft entwickeln wird und welche strategischen Gefahren und Chancen es gibt.

#### 4.4. Herangehensweise zur Prüfung der Indikatoren

Bisher wurden die Lebenszyklusphasen empirisch meist durch die Beobachtung quantitativer Variablen (z.B. Anzahl der Beschäftigten, der Firmen, Höhe der Umsätze) im Zeitablauf gemessen. Doch waren die Herangehensweisen bisher eher oberflächlich, denn sie nahmen meist

aufgrund einfacher Umsatzzahlen an, den Lebenszyklus der untersuchten Cluster zu kennen (Instrup und Damgaard 2013:563, Elola et al.2016:543).

Fallstudien mit Querschnitts- und Längsschnittcharakter können komplexe Systeme wie Cluster besser erklären. Mit Hilfe qualitativer und quantitativer Daten werden die aufgestellten Indikatoren überprüft. Zur Bestimmung der Phase werden vorher die erwarteten Ausprägungen jedes Indikators korrespondierend zu jeder Lebensphase festgelegt:

quantitative Indikatoren	Entstehung	Wachstum	Reife	Niedergang	Transformation
Anzahl der Clusterakteure	gering (<50)	steigend (>50 -250)	stagnierend (~200)	sinkend (<150), keine kritische Masse mehr	wieder steigend*
Anzahl der aktiven Clusterakteure	gering (<30)	steigend (>30 -150)	stagnierend (~100-150)	sinkend (<100)	wieder steigend*
Anzahl der Angestellten	sehr gering	steigend	stagnierend, aber hohes Niveau	sinkend, Arbeitslosigkeit	vom Tiefpunkt aus langsam wieder steigend
Entwicklung der Umsatzzahlen	sehr gering	steigend	hoch & eher stagnierend	stark sinkend	langsam steigend
Innovations-tätigkeit (Patente & F&E-Ausgaben)	schwach	wachsend	stagnierend	sinkend	wieder steigend
Zahl der Start-Ups	relativ hoch (>20)	groß (>40)	eher abnehmend	fast keine Start-Up-Gründungen mehr	neue Gründungen

Tabelle 4: Ausprägungen der quantitativen Indikatoren für die Lebensphasen eines Clusters

Einige Indikatoren wurden quantitativ erfasst und deren Entwicklung im Zeitablauf analysiert. Die qualitativen Indikatoren wurden über eine Befragung der Clusterakteure, Experteninterviews und eigene Recherchen in verschiedenen, für das Cluster relevanten Quellen überprüft.

qualitative Indikatoren	Entstehung	Wachstum	Reife	Niedergang	Transformation
-------------------------	------------	----------	-------	------------	----------------



<b>allgemeine wirtschaftliche Gesundheit</b>	kleine Unternehmensgrößen, hohe Risiken	Unternehmen wachsen	wirtschaftliche Rentabilität und hohe Gewinne	weniger Umsatz, verluste, Krise bis zur Schließung	wirtschaftliche Erholung, neue Geschäftsmodelle
<b>Entwicklung des Humankapitals</b>	quasi nicht existent, wenn dann aus anderen Fachbereichen	stetige Herausbildung eines spezialisierten Fachkräfte-Angebots, Entwicklung von Ausbildungsinstitutionen	spezialisiertes Humankapital, zugeschnittene Ausbildungen/ Studiengänge, Fachkräfte-Fluktuation	Überschuss an spezialisierten Qualifikationen	gezielter Aufbau neuer Qualifikationen und Einbeziehung externer Fachkräfte
<b>Interaktion im Netzwerk</b>	wenig Möglichkeiten zur Interaktion	offene und flexible Netzwerke, viel Interaktion	voll ausgebildete formale und informelle Netzwerke, „institutionalisierter“ Wissensaustausch	keine Interaktion mehr, geschlossene Netzwerke	neue Arten von Interaktion, auch mit anderen Akteuren
<b>soziales Kapital</b>	Einbettung in regionale Gemeinschaft	Kennenlernen, lose soziale Beziehungen	Vertrauen, starke soziale Beziehungen, „Community“	geschlossene Netzwerke	neue Beziehungen entwickeln sich
<b>Innovationsfähigkeit</b>	einzelne Firmen sehr innovativ	Clusterfirmen sind allgemein innovativer als solche „außerhalb“	viele kooperative Innovationsprojekte, Innovation in geregelten Bahnen	keine Innovationen mehr	neue Innovationsprozesse
<b>kognitiv Homogenität</b>	sehr heterogen, Kreativität	heterogen, aber Kommunikation und dadurch Hervorbringung neuer Innovationen	technologisches Wissen wird immer homogener	sehr homogen: mentaler Lock-IN	externes Wissen, Aufbrechen der alten kognitiven Muster
<b>Internationalisierung</b>	keine Internationalisierung	Öffnung zu neuen Märkten, Exportwachstum	konstanter Export, Auslandsniederlassungen, Kooperationen	keine Exporte oder Kontakte mehr, Risiko der Verlagerung	Suche nach neuen internationalen Partnern

<b>Selbst-organisation, kollektives Handeln, Einstellung der Akteure</b>	keine Selbstorganisation	Gründung versch. Netzwerkorganisationen, dynamisches kollektives Handeln, engagierte Einstellung	Durchsetzung einer Netzwerkorganisation, funktionierendes kollektives Handeln, Zufriedenheit der Akteure	fehlendes Commitment der Akteure für kollektives Handeln, Unzufriedenheit	Veränderung der Netzwerkorganisation, neue Unterstützer
<b>Clusterstruktur</b>	sehr heterogen	Verringerung der Homogenität	eher homogen, gleichbleibend	sehr niedrige Diversität	wieder heterogener, neue Akteure

Tabelle 5: Ausprägungen der qualitativen Indikatoren in den Lebensphasen eines Clusters

Um die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Variablen der Clusterentwicklung zu verdeutlichen, muss darauf hingewiesen werden, dass die aufgestellten Indikatoren teilweise sowohl unabhängige als auch abhängige Variablen beschreiben. Ein sehr gut ausgeprägtes Humankapital ist auf der einen Seite der Auslöser einer positiven Clusterentwicklung, andererseits auch wieder eine direkte Folge, wenn der wirtschaftliche Erfolg eines Clusters es z.B. ermöglicht, spezialisierte Ausbildungen zu fördern.

Zur Komplexität des Prozessverständnisses von Clustern kommt hinzu, dass es in ihrem Inneren eine Art „Black Box“ gibt, welche ihre Dynamik ausmacht. Natürlich kann diese Black Box nicht vollständig beleuchtet werden, da es schwer ist, alle Ressourcen und persönlichen Fähigkeiten der Personen im Cluster im Zeitverlauf einzuschätzen (Belussi und Sedita 2011:508).

Im Folgenden wird ein eigenes Modell über den Zusammenhang zwischen den endogenen und exogenen sowie den unabhängigen und abhängigen Variablen in einem Clusterentwicklungsprozess vorgestellt, um ein tieferes Verständnis zu ermöglichen:

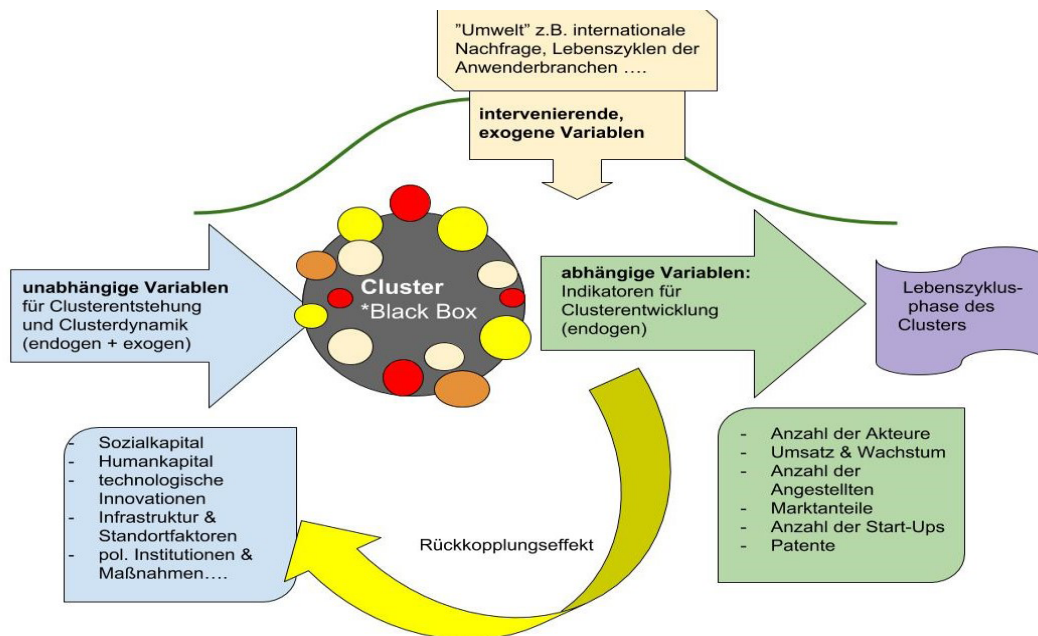


Abbildung 3: Schema der Clusterentwicklung (Eigene Darstellung)

Zur Überprüfung der Indikatoren für die endogenen Variablen wurden wie bereits angedeutet einerseits quantitative Daten und andererseits qualitative Primär- und Sekundärdaten verwendet. Der Hauptbestandteil der empirischen Datenerhebung bestand in einer Online-Befragung assoziierter Clusterakteure sowie Mitgliedsorganisationen der Clusterinitiative microTEC Südwest e.V. Außerdem wurde in Telefoninterviews die Einschätzung ausgewählter Experten aus dem Netzwerk abgefragt.

#### 4.5. Befragung der Clusterakteure und Experteninterviews

Die Online-Befragung enthielt hauptsächlich Fragen als Operationalisierung der oben genannten endogenen qualitativen Indikatoren, welche durch Pretests und Vorab-Diskussionen auf ihre Treffsicherheit hinsichtlich der Konstrukte überprüft wurden. Die Befragung wurde über ein spezielles Survey-Tool umgesetzt und über den Verteiler des Clustermanagements am 16.05.17 an insgesamt 341 Unternehmen, Forschungsinstitutionen und Business Support Organisationen des Mikrosystemtechnik-Clusters verschickt.

Das Anschreiben mit der Einladung zur Teilnahme an der Befragung wurde mit dem Hinweis auf die Relevanz der Befragung zur Entwicklung und Strategie des Spitzenclusters mTSW verschickt. Um die Antwortrate zu erhöhen, wurde die Anzahl der Fragen auf ein Minimum reduziert, so dass das Ausfüllen des Fragebogens zwischen 9-12 Minuten beanspruchte.

Am 16.06.17 wurde die Online-Befragung nach dem vorherigen Versenden einer Erinnerung endgültig geschlossen. Die Antwortquote lag insgesamt bei 19%, wobei sie bei Vereinsmitgliedern der Clusterinitiative

deutlich höher lag.

KMU's waren am stärksten unter den antwortenden Organisationen vertreten, dahinter Großunternehmen und Hochschulen beziehungsweise Forschungseinrichtungen. Wenn die Umfrage als Quasi-Experiment betrachtet wird, da nur eine „Stichprobe“ der gesamten angeschriebenen Grundgesamtheit antwortet, dann muss geprüft werden, ob diese „Stichprobe“ ein guter „Schätzer“ für die Grundgesamtheit ist.

Die Zusammensetzung der „Stichprobe“ ist zwar grundsätzlich ähnlich wie die Grundgesamtheit, aber Großunternehmen und Forschungseinrichtungen waren bei den antwortenden Organisationen überproportional vertreten. Allgemein besteht bei allen Arten der „freiwilligen“ Befragung eine Verzerrung der Ergebnisse, da es grundsätzlich unterschiedliche Motivationen in der Grundgesamtheit gibt an solchen Befragungen teilzunehmen. Gerade wenn es um die Einschätzung der Situation der eigenen Organisation geht, kann es z.B. sein, dass Unternehmen, die wirklich in einer Krise stecken, nicht antworten können.

Zusätzlich zu der oben beschriebenen Umfrage wurden insgesamt 8 Telefoninterviews auf Basis eines Leitfadens mit ausgewählten Experten und langjährigen Kennern des Netzwerkes durchgeführt. Einerseits sind ausführlichere Befragungen natürlich eine gute Ergänzung zur Umfrage, zum anderen lassen sich in solchen Gesprächen komplizierte Konstrukte leichter erklären und diskutieren. Es wurden Personen befragt, welche das Mikrosystemtechnik-Cluster durch Projekte und Ähnliches schon lange kennen und relevante Aussagen zur Clusterdynamik, aber auch zu den exogenen, intervenierenden Variablen der Clusterentwicklung machen können.

#### 4.6. Der Anwendungsfall, das Mikrosystemtechnik-Cluster in Baden-Württemberg

Im Folgenden werden die Ergebnisse der für die Clusterentwicklung relevanten Indikatoren für das Mikrosystemtechnik-Cluster im Südwesten (mTSW) präsentiert, um dem Leser einen kurzen Einblick zu geben, welche Art von Informationen man durch die Analyse der Entwicklung eines Clusters, erhält und wie diese nutzbar sein können. An dieser Stelle kann nicht genauer auf die exakten Ergebnisse der Fallstudie und der Auswertung der Befragungsergebnisse eingegangen werden.

Das gesamte Mikrosystemtechnik-Cluster in Baden-Württemberg besteht größtenteils aus KMUs (245), aber auch Großunternehmen (24), Bildungs- und Forschungseinrichtungen (55) sowie Business-Sup-

port-Organisationen (49).

Die wirtschaftliche Gesundheit der befragten Clusterakteure hinsichtlich der Beurteilung der Situation der eigenen Organisation fällt positiv aus, denn auf einer Skala von 1(sehr gut) bis 5 (sehr schlecht) bewerten die Befragten ihre Gesamtsituation mit einer durchschnittlichen Note von 1,9. Dabei haben Großunternehmen eine positivere Einschätzung als KMU. Wirtschaftlich gesehen befinden sich die Unternehmen im MST-Cluster laut der Befragung, der Expertenmeinungen und der Prognosen externer Marktstudien zufolge im Wachstum.

Auch wenn sich ein spezialisiertes Humankapital für die MST in der Clusterregion herausgebildet hat, haben bei der Befragung 51% der teilnehmenden Organisationen angegeben, Schwierigkeiten bei der Suche qualifizierter Mitarbeiter zu haben. Die Ausbildungsangebote für die MST wurden von den meisten befragten Clusterakteuren mit „gut“ bewertet. Die Weiterbildungsangebote für die MST in der Region wurden etwas schlechter bewertet. Der durchschnittliche Mitarbeiterzuwachs zwischen 2010 und 2016 lag bei den befragten Clusterakteuren bei mehr als einem Drittel.

Über die Hälfte der Befragten war der Ansicht, der Wissensaustausch funktioniere sehr gut oder eher gut, wobei für fast 42 % der Befragten dies nur für manche Themenbereiche zutrifft. Die kooperative Innovationstätigkeit und der Wissensaustausch im Netzwerk ist bereits, wie für die Reifephase von Clustern vermutet, mehr oder weniger „institutionalisiert“.

Der Kooperationsgrad der Vereinsmitglieder mit anderen Clusterakteuren ist höher als der der Nichtmitglieder mit anderen Clusterakteuren. Bei der Form der sozialen Interaktion gibt es eine Tendenz der Beziehungen in Richtung formeller Treffen (Fachgruppensitzungen und Projekttreffen, bzw. Fachveranstaltungen). Das soziale Kapital im Cluster ist relativ gut ausgeprägt, es gibt viele intensive Beziehungen auch unter Mitarbeitern verschiedener Clusterakteure, welche meist in Open Innovation Prozessen entstanden sind.

Was die Internationalisierung betrifft, hat sich der Exportanteil am Umsatz zwischen 2010 und 2016 bei den befragten Clusterakteuren gesteigert. 2016 lag der Exportanteil am Umsatz bei den Befragten im Durchschnitt bei 42 %.

Bezüglich der technologischen Diversität konnte in der Studie analysiert werden, dass in der Entstehungsphase des Clusters zunächst eine große Diversität von Akteuren und damit auch die unterschiedlichsten

Kompetenzen und Wissens vorhanden waren. Über die Zeit hat sich dann eine zunehmende Spezialisierung und damit tendenzielle Homogenisierung des technologischen Wissens herausgebildet. Somit hat die Diversität des technologischen Wissens zwar abgenommen, doch ist sie immer noch vergleichsweise hoch – da es eben in der Natur eines Technologie-Clusters liegt immer verschiedene Anwendungsbranchen zu haben, welche eine gewisse Heterogenität von Akteuren und Kompetenzen garantieren und auch neue Fragestellungen aufwerfen. Hier wurde festgestellt, dass es in einem Querschnittstechnologie-Cluster wie im untersuchten Fall, sogleich eine starke Tendenz einer Homogenisierung und Angleichung des technologischen Wissens in Unterclustern gibt, welche sich mit der Anwendung der Technologie in der jeweiligen Branche beschäftigen.

Die exogenen Faktoren der Clusterentwicklung wurden vor allem in den Gesprächen mit den Experten analysiert. Insgesamt sahen die Experten die aktuelle und zukünftige Marktsituation für das Cluster als sehr positiv an. Die Befragung zeigte für einige Unternehmen allerdings auch Schwierigkeiten, was unter anderem darauf zurückzuführen ist, dass die Unternehmen sich stark hinsichtlich ihrer Märkte unterscheiden.

In anderen Ländern gibt es wesentlich bessere Finanzierungsbedingungen und weniger regulatorische Hemmnisse. In China gibt es zurzeit eine massive staatliche Förderung für Forschung und Industrie im Bereich der Mikrosystemtechnik. In den USA sind die Bedingungen z.B. für innovative Start-ups in der Medizintechnik, aufgrund der niedrigeren regulatorischen Anforderungen, sehr viel besser.

Die Experteninterviews ergaben, dass die Mikrosystemtechnik in einer hohen Abhängigkeit zu ihren diversen Anwenderbranchen steht. Dies trägt zu einer stabilen Entwicklung der Mikrosystemtechnik bei, denn der Analyse nach befinden sich seine wichtigsten Anwenderbranchen im Wachstum.

Die politische Unterstützung des Clusters hat bei seiner Entwicklung eine Schlüsselrolle gespielt – sowohl die Förderung der Mikrosystemtechnik als Technologie, als auch die Clusterförderpolitik des Bundes und des Landes Baden-Württemberg.

Trends, technologische oder gesamtgesellschaftliche Entwicklungen, wurden ebenfalls mit den Experten thematisiert. Von besonderem Interesse waren zukünftige Herausforderungen für das Cluster. Gemeinsam mit den vorher getroffenen Erkenntnissen über das Cluster ermöglichte dies eine SWOT-Analyse im Hinblick auf eine mögliche strategische Neuausrichtung.

Nach vollständiger Prüfung aller Indikatoren und Festlegung der Ausprä-

gungen in den oben aufgeführten Tabelle 4 und 5 kann man festhalten, dass sich das MST-Cluster als Ganzes betrachtet noch in der Wachstumsphase befindet. Das anhaltende Wachstum des Clusters wird von den dynamischen Anwenderbranchen der MST, günstigen Zukunftstrends, einem hohen Human- und Sozialkapital sowie von einer ausgeprägten Innovationskapazität und der diversifizierten Kompetenzen der Akteure angetrieben. Es wurde nachgewiesen, dass die technologische Heterogenität im MST-Cluster über den Entwicklungsverlauf nur leicht zurückgegangen ist, sodass das Risiko des mentalen Lock-Ins geringer ist als in anderen Clustern. Dank dieser immer noch hohen Diversität von Akteuren, sind die Netzwerkstrukturen des Clusters zwar bereits am Übergang zur Reifephase, zeigen bisher allerdings überwiegend nur die positiven Eigenschaften dieser Phase. Zur Bewahrung dieser Situation ist es aber wichtig, die Diversität des technologischen Wissens wieder perspektivisch zu erhöhen.

## 5. Zentrale Erkenntnisse für die Clustertheorie

### 5.1. Rückschlüsse auf die Forschungshypothesen

*1. Hypothese: Technologiecluster folgen einem phasenhaften Entwicklungsmodell und bestätigen damit die aufgestellten Annahmen über den Clusterlebenszyklus*

*2. Hypothese: Cluster in Querschnittstechnologien folgen keinem eigenen Lebenszyklus, sondern sind im Gegensatz zu reinen Industrieclustern abhängig von den Lebenszyklen ihrer Anwenderbranchen*

*3. Hypothese: In einem Querschnittstechnologie-Cluster ist die Heterogenität technologischen Wissens durch die Diversität der Akteure größer, wodurch typische Lock-In-Effekte vermieden werden.*

Interessanterweise zeigten in der Fallanalyse gerade die Indikatoren, welche das Netzwerk betreffen (Innovation, Interaktion im Netzwerk, Selbstorganisation und kollektives Handeln) ihrer Ausprägung nach eher die Reifephase an. Dies könnte daraufhin deuten, dass es in Zukunft mehr Sinn macht, den Lebenszyklus eines Technologie-Clusters als wirtschaftliche Konzentration getrennt vom Lebenszyklus eines bereits gefestigten Kooperationsnetzwerkes zu betrachten.

Bezugnehmend auf H1 ist zu sagen, dass sich zwar ein Lebenszyklus für das Mikrosystemtechnik-Cluster ausmachen ließ, dass aber nicht klar ist, ob auch die weiteren Phasen des Modells (Reife, Niedergang oder Transformation) so eintreten werden. Dies ist letztlich immer das Problem bei Einzelanalysen. Hier wäre eine Betrachtung einer größe-

ren Anzahl von Fällen, auch bereits „gestorbener“ Technologie-Cluster, notwendig. H1 kann also nur vorsichtig bestätigt werden und erfordert vermehrte Forschungsanstrengungen.

Letztlich bleibt die Frage, von welchen Faktoren die Dynamik entscheidend beeinflusst wird. Hier wurde deutlich, dass H2 insofern zutrifft, als dass die Lebenszyklen der Anwenderbranchen die anhaltende Wachstumsdynamik des Technologie-Clusters entscheidend mittragen. Wie in der Arbeit gezeigt wurde, zeichnet sich das reine „Kooperationsnetzwerk“ teilweise schon durch Ausprägungen der Reifephase aus. Doch durch die konstante Nachfrage aus den vielen Anwenderbranchen bleibt das Wachstum erhalten und wird sich laut der Schätzungen der Interviewpartner auch noch weiter steigern können. Die aufgrund des branchenübergreifenden Aufbaus eines Technologie-Clusters bestehende Heterogenität führt dazu, dass die positiven Eigenschaften der Reifephase (z.B. kollektives Handeln und institutionalisierter Wissensaustausch) bereits existieren, aber das Risiko für einen mentalen Lock-In-Effekt sehr gering ist.

Das Mikrosystemtechnik-Cluster ist geprägt von immanenten Netzwerkentwicklungen, welche die technologische Diversität verringern und durch Spezialisierungen die kognitive Nähe zwischen den Akteuren erhöhen. Allerdings kann diese kognitive Nähe positiv umgesetzt werden, gerade durch die vielen Anknüpfungspunkten und Quellen externen Wissens durch die Interaktion mit den Anwendern. Demnach kann H3 bestätigt werden, denn Technologiecluster sind durch ihre „natürliche Heterogenität“ tatsächlich weniger anfällig für Lock-In-Effekte.

## 5.2. Zur Rolle der technologischen Diversität in einem Wirtschaftsnetzwerk

Um einen effektiven Wissensaustausch und kooperative Innovation der Akteure im Cluster zu fördern, ist es wichtig, dass diese weder zu homogen noch zu heterogen sind. Einerseits müssen sie sich noch verstehen – andererseits sollten sie aber auch voneinander lernen können.

Der Schlüssel zu einer nachhaltigen Entwicklung eines solchen Technologie-Netzwerkes scheint das richtige Gleichgewicht zwischen geschlossenen und offenen Grenzen - sowohl räumlich als auch thematisch - zu sein. Der geographische Radius eines Clusters sollte die optimale Größe haben, um einerseits eine kritische Masse an Akteuren zu versammeln und andererseits effektive und vertrauensvolle Interaktionen zu ermöglichen. Das thematische Spektrum sollte so definiert sein, dass es eine große Diversität an Akteuren und neue Wissensträger anzieht und trotzdem sicherstellt, dass nur die für die Technologie



relevanten Akteure ins Cluster kommen und die Kooperationen noch zielführend sind.

Diesbezüglich war die zentrale Erkenntnis der Analyse, dass ein Netzwerk wie ein Cluster abhängig von seinem Entwicklungsstadium eine andere Strategie nach außen braucht, um eine hohe Diversität von Akteuren und eine ausreichend kritische Masse an Wissen und Kompetenzen in seinem Inneren zu halten. Diese Strategie ist entweder exklusiv oder inklusiv gegenüber bestimmten Akteuren, je nachdem wie sich das Gleichgewicht der technologischen Diversität verhält. Allerdings kann es auf den ersten Blick für Clustermanager schwer sein, eine vergleichbare Untersuchung solcher komplexen und abstrakten Konstrukte wie der Heterogenität des technologischen Wissens und der Kompetenzen zu beobachten. Wenn sich die meisten Clusterakteure in einer Clusterinitiative versammelt haben, fällt es natürlich leichter dies zu beurteilen. Jedoch sollten auch Clusterakteure, welche nur lose im Netzwerk gebunden sind, untersucht werden. Oft lohnt es sich, genauer nach ihren Kompetenzen und Stärken für das Cluster zu fragen.

### 5.3. Neue Erkenntnisse für die Theorie zu Technologie-Clustern

In dieser Studie wurde eine neue Methode zur Bestimmung des Lebenszyklus von Technologie-Clustern getestet, indem verschiedene endogene und exogene Indikatoren für die Clusterentwicklung empirisch analysiert wurden.

Es ist ersichtlich geworden, dass der Nachweis über die tatsächliche Existenz eines Lebenszyklus für Technologie-Cluster anhand eines einzigen Falles schwer zu leisten ist. Trotzdem scheinen Technologie-Cluster aber nicht losgelöst von jeglichen inneren Entwicklungsgesetzen zu sein. Einerseits sind sie stark abhängig von den Lebenszyklen ihrer Anwenderbranchen. Andererseits beeinflussen sie diese auch selbst, indem sie neue Innovationen und so neues Wachstum ermöglichen, so etwa neue Smartphone-Modelle durch weitere Miniaturisierungsschritte der Mikrosystemtechnik.

Politische Entscheidungen wie die Clusterförderungs politik hatten in der Fallanalyse einen hohen Einfluss auf das Handeln und Verständnis der Clusterakteure, was die Theorien zur pfadabhängigen Clusterentwicklung bekräftigt.

Die Bedeutung der sozialen Komponente bei der Betrachtung von Clustern wurde lange von der evolutionären Clusterforschung unterschätzt (EC 2002:10f). Deshalb wurde hier eine stärkere Fokussierung auf Sozialkapital und Wissensaustausch gelegt, wobei durch eine qualitative

Befragung und Interviews mit Experten des Clusters neue Erkenntnisse gewonnen wurden.

Eine neue Erkenntnis dieser Arbeit ist, dass der rein „wirtschaftliche“ Lebenszyklus eines Technologie-Cluster nicht unbedingt mit dem Lebenszyklus seines Netzwerkes konvergiert. Dies ist unter anderem damit verbunden, dass die Akteure des Clusters ab einem gewissen Punkt ausreichende Beziehungen geknüpft und Innovationen eingeführt haben und daher beginnen von den Erfolgen zu profitieren, was eine Vernachlässigung der Kooperation in Netzwerkstrukturen bedeuten kann.

Dass die technologische Heterogenität eines Technologie-Cluster eine große Rolle für die Entwicklungsdynamik spielt, wie von Menzel und Fornahl (2009) postuliert wird, konnte bestätigt werden. Auf den ersten Blick mag die zunehmende Spezialisierung von Technologie-Clustern wie ein Vorteil wirken und ist Anfangs sogar notwendig. Doch wenn sich diese Tendenz fortsetzt, kann im schlimmsten Fall sogar der Niedergang eintreten, wenn mit der Zeit die technologische Distanz zwischen den Firmen immer kleiner wird. Hierzu wurde in der Studie analysiert, dass sich in Querschnittstechnologie-Clustern, welche verschiedene Anwenderbranchen haben, irgendwann auch immer spezialisierte Untercluster bilden. In diesen besteht dann die Gefahr einer zu starken technologischen Homogenisierung und einer Isolation nach außen.

Das Clustermanagement muss seine Rolle als ausgleichende und steuernde Kraft zwischen Heterogenität und Homogenität der Akteure wahrnehmen, um die Stabilität des Clusters langfristig zu gewährleisten. Um den Austausch zwischen den verschiedenen Fachleuten zu erhöhen und einen mentalen Lock-In innerhalb dieser Untercluster zu vermeiden, sollten für die Technologie übergreifende Themen gefunden werden, an denen in hoher Diversität gearbeitet werden kann.

#### 5.4. Konsequenzen für nachhaltiges Clustermanagement

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die nachhaltige Entwicklung von Netzwerken ist nach Drewello et. Al. (2015:14) ein gutes Netzwerkmanagement selbst. Laut VDI/VDE-IT (2012:37) sollte das Spektrum und die Intensität der Services eines Clustermanagements auch immer an strukturelle Faktoren des Clusters, wie z.B. Größe, Alter oder Art der Finanzierung, angepasst werden, weshalb sich eine Analyse des Lebenszyklus auch gut eignet, um das Geschäftsmodell einer Clusterorganisation zu überdenken. Außerdem ist, wie bereits betont wurde, die Kenntnis des Entwicklungsstandes, und damit verbundene Stärken und Schwächen im Cluster, absolut notwendig für das Definieren einer neuen und nachhaltigen Strategieweissung.

Instrup und Damgaard (2013) stellen in ihrer Arbeit dar, welche Kompetenzen und Aufgaben ein Clustermanager in den verschiedenen Zuständen laut Enright (2003) idealerweise hat. Nach der Analyse kann das analysierte Mikrosystemtechnik-Cluster im Sinne von Enright als ein noch wachsendes „working“ Cluster betrachtet werden. In dieser Phase sollten sich Clustermanager laut Instrup und Damgaard (2013:569) als „business seeker & integrator“ verstehen und sich vor allem auf geschäftsfördernde Aktivitäten konzentrieren. Ihre Aufgaben in dieser Phase sind typischerweise Innovations- und Geschäftsprojekte, Markenbildung, Finanzierung, Cross-Cluster-Kooperation, Förderung des Wissensaustauschs, Marktanalysen, Network-Events, Projektmanagement und Workshops (ebd.560).

Die Schwierigkeit für ein Querschnittstechnologiecluster ist es, hinsichtlich der Anwenderbranchen möglichst breit aufgestellt zu sein, um nicht zu sensibel auf externe Nachfrageschocks zu reagieren. Andererseits muss es eine ausreichende Spezialisierung auf gewisse Anwenderbranchen geben, um sich noch von der Konkurrenz abzusetzen. Ohne eine umfassende und vorrausschauende Marktbeobachtung ist nachhaltiges Clustermanagement demnach nicht zu leisten.

Das Clustermanagement muss seine Rolle als ausgleichende und steuernde Kraft zwischen Heterogenität und Homogenität der Akteure wahrnehmen, um die Stabilität des Clusters langfristig zu gewährleisten. Um den Austausch zwischen den verschiedenen Fachleuten zu erhöhen und einen mentalen Lock-In innerhalb dieser Untercluster zu vermeiden, sollten für die Technologie übergreifende Themen gefunden werden, an denen in hoher Diversität gearbeitet werden kann. Wenn das Cluster bereits in einer Phase ist, in der sich die technologische Heterogenität langsam auflöst, eignen sich hier z.B. sehr gut Cross-Cluster-Projekte, auch um wieder neue Akteure ins Netzwerk einzubeziehen.

## 5.5. Resümee und neue Fragen für die Clusterentwicklungsforschung

Für das „Durchstarten“ in eine anhaltende Wachstumsphase sind bei Querschnittstechnologie-Clustern vor allem endogene und exogene Faktoren von großer Relevanz. Das anhaltende Wachstum des Mikrosystemtechnikclusters wird von dynamischen Anwenderbranchen, günstigen Zukunftstrends, einem hohen Human- und Sozialkapital sowie von einer ausgeprägten Innovationskapazität und diversifizierten Kompetenzen der Akteure angetrieben.

Wie gezeigt wurde, ist zur Erhaltung einer Wachstumsdynamik für

Technologie-Cluster die Öffnung sowohl nach außen, durch Internationalisierung oder Cross-Cluster-Aktivitäten, als auch die Öffnung nach innen, z.B. durch Austausch zwischen den Unterclustern, ein guter Weg. Eine neue Ausrichtung des Clusterprofils kann die Identifikation mit dem Netzwerk verbessern, den idealen Grad der technologischen Heterogenität wiederherstellen und andererseits Impulse für neue Angebote des Clustermanagements geben.

Das Fazit aus dieser Arbeit ist, dass die Betrachtung der technologischen Diversität eines Clusters über Zeit, auch ohne Blick auf den gesamten Lebenszyklus, sinnvoll sein kann. Die genaue Analyse der Zusammensetzung der Akteure in einem Cluster, ihrer Kompetenzen, ihres Wissens und ihrer Innovationskulturen ist fundamental für die Definition einer nachhaltigen Strategie. Diese muss das Ziel verfolgen, die Mischung der Akteure im Cluster so zu beeinflussen, dass die Akteure so unterschiedlich wie möglich sind, um möglichst viel voneinander lernen zu können. Gleichzeitig sollten sie sich zumindest so ähnlich sein, dass sie sich verstehen und eine effiziente Kooperationskultur pflegen können.

Trotz der empirischen Unsicherheit kann man sagen, dass die Untersuchung der Evolutionsdynamiken wirtschaftlicher Netzwerke wichtig ist für das nachhaltige Management ebendieser ist. Insbesondere die Betrachtung der Art des Clusters ist in Hochtechnologie-Sektoren unerlässlich – da über die technologische Heterogenität die Innovationsdynamik in einem menschlichen Netzwerk entscheidend beeinflusst wird.

Für die zukünftige Forschung und die Erweiterung des Prozessverständnisses wäre eine vergleichende Analyse von Technologie-Clustern anhand der bereits gefundenen Indikatoren wünschenswert. Obwohl diese Arbeit bereits einen tieferen Einblick in die Dynamiken von Technologie-Clustern gegeben hat, müssen weitere wissenschaftliche Anstrengungen unternommen werden, damit die inneren Gesetze der Clusterentwicklung keine Black Box mehr darstellen.

Diese Studie ist nur ein kleiner Beitrag zum Verständnis, welches sich aus verschiedenen Arbeiten, etwa Martin und Sunleys oder Menzel und Fornahls, bereits herausgebildet hat. Sicherlich bedeutet es noch viel Arbeit um der Forschung über Evolution und Lebenszyklen wirtschaftlicher Konzentrationen mehr Aussagekraft zu verleihen. Vergleichende Untersuchungen der Entwicklung anderer Cluster wären nötig um die Existenz eines paradigmatischen Zyklus mit den postulierten theoretischen Phasen nachzuweisen.

## 6. Quellen

### 6.1. Literaturverzeichnis

Arndt, O. & Hennchen, S. (2011). Markt- und Wettbewerbsanalyse für den Spitzencluster microTEC Suedwest. Esslingen-Berkheim, Germany: Prognos AG

Ackermann, D.V. (1999) Pfadabhängigkeit, Institution und Regelform. Albert-Ludwig-Universität, Freiburg im Breisgau

Audretsch, D.B. & Feldman, M.P.(1996) Innovative clusters and the industry life cycle, *Review of Industrial Organization* 11, 253-273.

Astor, M. & B. Broich (2007) Cluster in der Umsetzung. Lösungen für die regionale Innovationspolitik. Prognos Studien Innovation : Basel/Berlin  
Bathelt, H., & Glückler, J. (2012). Wirtschaftsgeographie: ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive (Vol. 8217). UTB.

Balland, P. A., Boschma, R., & Frenken, K. (2015). Proximity and innovation: From statics to dynamics. *Regional Studies*, 49(6), 907-920.

Becattini, G. (2000) Il distretto industriale. Un nuovo modo di interpretare il cambiamento economico, Torino, Rosenberg & Sellier.

Becattini, G., Bellandi, M., & De Propris, L. (Eds.). (2014) A handbook of industrial districts. Edward Elgar Publishing.

Beckord, C. (2008): Clustermanagement als Instrument der Wirtschaftsförderung. Konzeptionelle Grundlagen, Clusterpolitik und operative Umsetzung clusterorientierter Entwicklungsstrategien in Sachsen. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller.

Belso-Martínez, J. A. (2016): How Do Networks Evolve During the Advanced Stages of the Cluster Life Cycle? *Entrepreneurship and Cluster Dynamics*:16.

Belussi, F. & Sedita, S. R. (2009): Life cycle vs. multiple path dependency in industrial districts, *European Planning Studies*, 17(4), pp. 505–528.

Bergman, E. M. (2008): Cluster life-cycles: an emerging synthesis. *Handbook of research on cluster theory*, 1, 114.

Bierhals, R.; K. Cuhls; V. Hüntrup; M. Schünemann; U.Thies; H. Weule (2000): Mikrosystemtechnik - Wann kommt der Marktdurchbruch? Miniaturisierungsstrategien im Technologiewettbewerb zwischen USA, Japan und Deutschland. Heidelberg

Boschma, R. (2005): Proximity and Innovation: A Critical Assessment. In: *Regional Studies*, Jg. 39, H.1, S.61-74

Boschma, R. (2011): Proximity and innovation. Urban and Regional research centre, Utrecht

Boschma, R., & Fornahl, D. (2011): Cluster evolution and a roadmap for future research. *Regional Studies*, 45(10), 1295-1298.

Brenner, T. (2004) *Local Industrial Clusters: Existence, Emergence and Evolution*. London: Routledge

Brenner, T., & Schlump, C. (2011): Policy measures and their effects in the different phases of the cluster life cycle. *Regional Studies*, 45(10), 1363-1386.

Burger, M. (2013). *Selbstverstärkende Dynamiken in Netzwerken*. Berlin: Springer Galler.

Coletti, M. (2010) Technology and industrial clusters: How different are they to manage? *Science and Public Policy*, 37(9), pp. 679–688.

Dalum, B., Pedersen, C. Ø., & Villumsen, G. (2005): Technological life-cycles: lessons from a cluster facing disruption. *European Urban and Regional Studies*, 12(3), 229-246.

Davis, C. H., Arthurs, D., Cassidy, E., & Wolfe, D. (2006): What indicators for cluster policies in the 21st century. *Proceedings of the Blue Sky*.

Drewello, H.J., Kiehlmann, F. & Schwörer, N.(2015): Qualitätsmanagement in Cluster- und Netzwerkinitiativen. Der Einsatz von Qualitätsstandards in kleinen und jungen Netzwerken in der Praxis. Diskussionspapier 1/2015 des Europäischen Kompetenz- und Forschungszentrums Clustermanagement

Elola, A., Valdaliso, J. M., Franco, S., & López, S. M. (2017). Public policies and cluster life cycles: insights from the Basque Country experience. *European Planning Studies*, 25(3), 539-556.

Enright, M.J. (2003) Regional clusters: what we know and what we should know. In J.Bröcker, D.Dohse und R. Soltwedel (eds), Innovation Clusters and Interregional Competition. Springer:Berlin, 99-129

Fornahl, D., Hassink, R., & Menzel, M. P. (2015). Broadening our knowledge on cluster evolution. *European Planning Studies*, 23(10), 1921-1931.

Fornahl, D. & Hassink, R. (eds.) (2017) *The Life Cycle of Clusters. A Policy Perspective*. Edward Elgar Publishing.

Gagne, M., Townsend, S. H., Bourgeois, I. & Hart, R. E. (2010) Technology cluster evaluation and growth factors: Literature review, *Research Evaluation*, 19(2), pp. 82–90.

Grabher, G. (1990). On the weakness of strong ties: The ambivalent role of inter-firm relations in the decline and reorganization of the Ruhr. WZB.

Gronau, M./ Hafkesbrink, J./ Mokwa, W. et al. (Hg) (1993) *Technologien für Mikrosysteme: Stand und Entwicklung/Integrier Optik—Schichttechniken—Mikromechanik—Halbleitertechniken—Faseroptik*. Springer-Verlag.

Hartmann, M, Düker,P., Sultanov, A. & J.Gerhard (2016) *Microeconomics of Competitiveness*. microTEC Südwest. Leipzig Graduate School of Management.

Ingstrup, M.B.; Damgaard, T. (2013): Cluster Facilitation from a Cluster Life Cycle Perspective. In: *European Planning Studies* 21 (4), S. 556–574.

Jeuk, P. J. & Neuy, C. (2014). *microTEC Suedwest – The Leading Cluster for Smart Solutions* (Broschüre). Freiburg, Germany: MST BW e.V.

Kiese, M. (2008): Stand und Perspektiven der regionalen Clusterforschung. In: Kiese, M.;Schätzl, L. (Hrsg.): *Cluster und Regionalentwicklung. Theorie, Beratung und praktische Umsetzung*. Dortmund: Rohn, S. 9-50.

Klepper, S. (1997). Industry life cycles. *Industrial and corporate change*, 6(1), 145-182.

Krugmann, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of political economy*, 99(3), 483-499.

Lorenzen, M., & Maskell, P. (2005). The cluster as a nexus of knowledge creation.

Malmberg, A. (1996). Industrial geography: agglomeration and local milieu. *Progress in Human Geography*, 20(3), 392-403.

Martin, R., & Sunley, P. (2011). Conceptualizing cluster evolution: beyond the life cycle model?. *Regional Studies*, 45(10), 1299-1318.

Martin, Ron & Sunley, Peter (2003) Deconstructing clusters: chaotic concept or policy panacea?. *Journal of economic geography* 3.1: 5-35.

Marshall, A. (1920), *Principles of Economics*. London:Macmillan.

Maskell, P., & Malmberg, A. (2007). Myopia, knowledge development and cluster evolution. *Journal of Economic Geography*, 7(5), 603-618.

Menzel, M.-P. und Fornahl, D. (2009) Cluster life cycles—dimensions and rationales of cluster evolution, *Industrial and Corporate Change*, 19(1), pp. 205–238.

Nestle, V. (2011). *Open Innovation im Cluster. Eine Wirkungsanalyse zu Clusterinitiativen in forschungsintensiven Industrien*. Gabler Research.

Pfirmsmann, O. & Astor, M. (2006): *Trendreport MST 2020. Innovative Ideen rund um die Mikrosystemtechnik. Prognos Studien Innovation*. Germany: Prognos AG

Porter, M. E. (1993) *Nationale Wettbewerbsvorteile: erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt / Michael E. Porter - Sonderausg. - Wien : Ueberreuter*

Porter, M. E. (1998) *On competition*. Boston: Harvard Business School Publishing.

Porter, M. E. (2000) Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic development quarterly* 14.1: 15-34.

Pouder, R., & John, C. H. S. (1996). Hot spots and blind spots: Geographical clusters of firms and innovation. *Academy of Management Review*, 21(4), 1192-1225.

PrognosAG (2008): *Kurzanalyse der Hauptanwenderbranchen der Mikrosystemtechnik. Begleitung der MST BW im Rahmen des Spitzenclusterantrags MicroTEC Südwest*.



Schumpeter, J. (1993) Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus, Berlin

Sforzi, F. (2002). The industrial district and the 'new' Italian economic geography. *European Planning Studies*, 10(4), 439-447.

Storper, M. (1991). Technology districts and international trade: the limits to globalisation in an age of flexible production. Research paper of Lewis Center for Regional Policy Studies, UCLA.

Van Klink, A., & De Langen, P. (2001). Cycles in industrial clusters: the case of the shipbuilding industry in the Northern Netherlands. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, 92(4), 449-463.

## 6.2. Institutionelle Berichte und Internetquellen

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2017) Microsystems Technology. Online: <https://www.bmbf.de/en/microsystems-technology-2445.html> (Aufruf am 17.05.17)

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 2015: Deutschlands Spitzencluster/Germanys Leading Edge Clusters. Online: [https://www.bmbf.de/pub/Deutschlands\\_Spitzencluster.pdf](https://www.bmbf.de/pub/Deutschlands_Spitzencluster.pdf) (Aufruf am 19.05.17)

Europäische Kommission (EC) 2002: Regionale Cluster in Europa. Beobachtungsnetz der europäischen KMU 2002, Nr. 3. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. Online: [http://www.pedz.uni-mannheim.de/daten/edz-h/gdb/02/smes\\_observatory\\_2002\\_report3\\_de.pdf](http://www.pedz.uni-mannheim.de/daten/edz-h/gdb/02/smes_observatory_2002_report3_de.pdf) (Aufruf am 30.05.17)

Europäische Kommission (EC) 2008: The concept of clusters and cluster policies and their role for competitiveness and innovation: Main statistical results and lessons learned. European Commission Staff Working Document SEC (2008) 2637, Europe INNOVA / PRO INNO

Europäische Kommission und Pro Inno Europe (EC) 2009: Cluster Manager Qualification. Results of a comprehensive survey on tasks, skills & training needs of European cluster managers. Online: [http://www.clusterplattform.at/fileadmin/user\\_upload/clusterbibliothek/624\\_CMQ-summary-report\\_CEE-CN\\_090428.pdf](http://www.clusterplattform.at/fileadmin/user_upload/clusterbibliothek/624_CMQ-summary-report_CEE-CN_090428.pdf) (Aufruf am 15.03.17)

Europäisches Kompetenz- und Forschungszentrum Clustermanagement (2015) Qualitätsmanagement in Cluster- und Netzwerkinitiativen. Der Einsatz von Qualitätsstandards in kleinen und jungen Netzwerken in der Praxis. Diskussionspapier 1/2015. Online: <http://www.research-clus->

termanagement.org/uploads/media/Clusters\_DE\_Qualitaet\_Web\_01.pdf (Aufruf am 30.05.17)

Europe paper N° 9. European Communities, Luxembourg. Online: [http://www.clusterplattform.at/fileadmin/user\\_upload/clusterbibliothek/445\\_Concept\\_of\\_Clusters\\_and\\_Cluster\\_Policies.pdf](http://www.clusterplattform.at/fileadmin/user_upload/clusterbibliothek/445_Concept_of_Clusters_and_Cluster_Policies.pdf) (Aufruf am 30.05.17)

microTEC Südwest (2018): Mitglieder. Online: <http://www.microtec-suedwest.de/netzwerk/mitglieder> (Aufruf am 21.03.18)