

**,Clusterbildung‘ im Feld der Mikrosystemtechnik –
das Beispiel Dortmund**

M. Jonas, M. Berner, T. Bromberg, A. Kolassa, S. Sözen

Zusammenfassung

Mit der vorliegenden explorativen Studie verfolgen wir die Zielsetzung, die Art und Weise eines Clusterbildungsprozesses zu analysieren. Den Ausgangspunkt bilden Entwicklungen in der Region Dortmund, die sich auf das Feld der Mikrosystemtechnik beziehen. Die Konzentration auf dieses technologische Feld erklärt sich vor allem aus zwei Gründen: Erstens wird der Mikrosystemtechnik von unterschiedlichen Seiten generell ein großes Wachstums- und Zukunftspotential bescheinigt. Zweitens wird der Mikrosystemtechnik in Dortmund im Rahmen strukturpolitischer Erwägungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. In das wirtschaftliche Potenzial der Mikrosystemtechnik für den Standort Dortmund werden große Hoffnungen gesetzt – das geht so weit, dass schon von einem neuen Silicon Valley die Rede ist. Dies wirft die Frage auf, auf welchen Grundlagen die Hoffnung beruht, diese Region könne sich zu einem geradezu vorbildlichen Cluster entwickeln. Mit unserer Studie hoffen wir einen Beitrag zur Klärung dieser Frage zu leisten, der sowohl von wissenschaftlichem Interesse ist als auch eine Anregung für die öffentliche Diskussion bietet. Dazu stellen wir zunächst die Ergebnisse unserer empirischen Untersuchung zur Entwicklung der Mikrosystemtechnik in Dortmund vor, um anschließend unsere Beobachtungen mit dem Clusterkonzept zu verknüpfen.¹

Abstract

With the research paper on hand we aim at analysing the process of a cluster-formation. Starting point of our reflections are developments in the region of Dortmund that refer to microsystem technology. There are two main reasons for the concentration on this technological field: First, different sources acknowledge that microsystem technology (MST) has a large economic potential. The second reason is that structural policy in Dortmund pays special attention to MST. Great hopes are attached to the impact MST could have on the business location Dortmund – there is even talk of a new Silicon Valley. This raises the question how well-founded the hopes for such a positive development are. With our study we hope to make a contribution both to the scientific and to the public discussion. For this purpose we first present the results of our empirical investigations into the development of MST in Dortmund before we try to connect our observations to the cluster concept.

¹ Die Studie ist aus den Untersuchungen eines viersemestrigen Lehrforschungsprojektes entstanden, das am Lehrstuhl Technik und Gesellschaft der Universität Dortmund (Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen) unter der Leitung von Michael Jonas durchgeführt wurde.

Inhalt:

1.	Einleitung	4
2.	Zur Diskussion regionaler Wirtschafts-Cluster	6
3.	Unternehmen im Bereich der Mikrosystemtechnik.....	9
3.1	Größe der Unternehmen und Anzahl der Arbeitsplätze.....	11
3.2	Qualifikationsanforderungen	15
3.3	Technikfelder der Unternehmen	16
3.3.1	Unternehmen in der Sensor-, der Medizin-, der Mess- und Umwelttechnik	17
3.3.2	Unternehmen in den Feldern der Mikrooptik und der Mikromechanik	20
3.3.3	Elmos als Unternehmen im Feld der Mikroelektronik.....	22
4.	Akademische Forschungsinfrastruktur	22
4.1	Überblick über die Forschungslandschaft.....	22
4.2	Fallstudie (AG Mikrostrukturtechnik)	26
5.	Regionale Kooperationen auf und zwischen verschiedenen Wertschöpfungsstufen.....	27
5.1	IVAM NRW e.V.....	28
5.1.1	Zur Vermittlungsfunktion der IVAM.....	30
5.1.2	Fallstudie AVT-Zentrum.....	31
5.2	Bioindustry e.V. – Mikrosystemtechnik als eine Basis für die Bioindustrie	31
5.3	Fallstudien zu einzelnen Kooperationen aus unterschiedlichen Perspektiven.....	33
5.3.1	Fallstudien ‚Kooperation aus der Perspektive der Unternehmen‘	33
5.3.2	Fallstudie ‚Kooperation aus der Perspektive der Universität‘	35
5.3.3	Fallstudie ‚Zur Symbiose der Fachhochschule mit einem Unternehmen‘	36
6.	Das dortmund-project – Aufbruch zu neuen Ufern?	38
7.	Anfang einer Clusterbildung?.....	40
	Quellen.....	49

1. Einleitung

Die (Förderung der) Entstehung neuer Wirtschaftscluster bewegt seit langem die öffentliche Diskussion. Mit dem Niedergang einer Reihe von Großunternehmen vor allem aus dem Montanbereich und dem massiven Abbau von Arbeitsplätzen in den betroffenen Regionen des Ruhrgebiets drängt sich unmittelbar die Frage auf, wie diese Regionen umgestaltet werden können, um als Wirtschafts- und Beschäftigungsstandorte wieder an Attraktivität zu gewinnen. Unter anderem in Dortmund sind derzeit innovations- und beschäftigungspolitisch bedeutsame Entwicklungen in Gang gesetzt worden. Diese zielen darauf ab, mit Hilfe der Ansiedlung neuer Unternehmen in so genannten hochtechnologischen Feldern wie der Informationstechnologie oder der Mikrosystemtechnik neuartige wirtschaftliche Strukturen aufzubauen, die in der Lage sind, Beschäftigungsverluste zu kompensieren. Das Wirtschafts- und Sozialgefüge der betreffenden Regionen soll durch Clusterbildungsprozesse stabilisiert werden. Zu diesem Zweck erhalten Unternehmen aus den hoffnungstragenden Branchen eine gezielte Förderung.

(1) Die Mikrosystemtechnologie ist eine ‚Kombitechnologie‘, deren innovations- und beschäftigungspolitische Bedeutung gerade darin liegt, dass in ihr neue und alt bewährte Wissensbestände miteinander verknüpft werden. Auf diese Weise werden vielfältige Anschlussmöglichkeiten zur Modernisierung veralteter Produkte und Fertigungsverfahren möglich (vgl. Jonas et al. 1994; Jonas 1999). Unter dem Label der Mikrosystemtechnologie werden eine Reihe heterogener Technologien und Gebiete wie die Mikrooptik, Teile der Mikroelektronik, die Sensorik und Aktorik und andere gefasst, mit deren Hilfe miniaturisierte Systeme entwickelt werden können. Im öffentlichen Diskurs wird ihr der Status einer Schlüsseltechnologie zugewiesen (Bierhals et al. 2000; Steg 2000). Als Begründungen werden angeführt, dass in diesem technologischen Feld gerade in den letzten Jahren ein enormer Anstieg von wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Patenten zu beobachten ist. Zudem sagen die wenigen vorliegenden Marktstudien hohe, mitunter gar zweistellige Wachstumsraten voraus (vgl. Bierhals et al. 2000). So soll der geschätzte Umsatz im Feld der Mikrosystemtechnologie weltweit ”im Zeitraum 1996 bis 2002 von 12 Mrd. US \$ auf rund 34 Mrd. US \$” (Steg 2000: 238) anwachsen.

Die innovationspolitische Brisanz der Mikrosystemtechnologie für die Region Dortmund beruht auf der Einschätzung, dass Dortmund ”zu den bundesweiten Zentren der Mikrosystemtechnik” gehört (Rehfeld/Wompel 1999: 58). Der Standort Dortmund lasse sich einerseits durch den Schwerpunkt Mikrostrukturtechnik und andererseits durch die Existenz vieler produzierender Unternehmen charakterisieren. ”Das besondere Kennzeichen der Dortmunder Unternehmen in diesem Innovationsschwerpunkt besteht in der industriellen Reife ihrer Entwicklungen, während in den übrigen MST-Standorten die Grundlagenforschung prägend ist.” (ebd. 59f.) Mit der Initiierung des so genannten

‚dortmund-projects‘, in dem die Mikrosystemtechnologie eine wichtige Rolle spielt, sollen Tausende von Arbeitsplätze geschaffen werden. Optimistischen Einschätzungen zur Folge existiert in der Region Dortmund schon ein entwickeltes Cluster der Mikrosystemtechnik (vgl. Rehfeld/Wompel 1989: 59; vor allem aber: Caspary/Nishigushi 1999). „Angesichts der ersten Erfolge sprechen in Dortmund viele schon vom deutschen Silicon Valley“ (Peitsmeier 2000: 23), dessen Entwicklung durch innovationspolitische Maßnahmen nur beschleunigt zu werden braucht. Dem stehen pessimistische Sichtweisen gegenüber, in denen die Existenz eines eigendynamischen Clusters in der Mikrosystemtechnik in Frage gestellt wird. Diese sehen auch das ‚dortmund-project‘ als Beispiel einer neuartigen und innovativen Regionalentwicklungspolitik skeptisch (vgl. www.marten-aktuell.de) und warnen vor weit überzogenen Erwartungen hinsichtlich positiver Arbeitsmarkteffekte (vgl. Bömer 2000).

(2) Diese divergierenden Einschätzungen werfen zwei zentrale Fragestellungen auf, die im Verlauf der folgenden Ausführungen beantwortet werden sollen: Kann von der Existenz eines Clusters ausgegangen werden und wenn ja, wie ist dessen Entwicklung einzuschätzen? Wir wollen uns der Beantwortung dieser Fragen im folgenden zuwenden und annähern, indem wir ein empirisch gesättigtes Bild der Akteursszene im Feld der Mikrosystemtechnik entwerfen. Auf der Basis der hierbei gewonnenen Erkenntnisse werden wir anschließend eine erste explorative Einschätzung des Entwicklungsstandes des untersuchten Feldes vornehmen, die erst in zukünftigen Forschungsvorhaben näher ausgearbeitet und konkretisiert werden kann. Die Ergebnisse dieser Studie haben also nicht zuletzt auch die Funktion, weitergehende Fragen zu entwickeln, auf die wir im Rahmen unserer Studie noch keine abschließenden Antworten geben können.

Die hier vorgestellten Ausführungen zu den eben genannten Themenstellungen stammen zum Teil aus einer Internetrecherche, die in mehreren Schritten durchgeführt wurde. Zudem wurden die Informationen eingearbeitet, die in den bislang vorliegenden empirischen Untersuchungen im Bereich der Mikrosystemtechnik in der Region Dortmund aufbereitet worden sind. Hierzu gehören die Auftragsstudie von Dieter Rehfeld und Margarete Wompel (1999) für die Wirtschaftsförderung Dortmund, in der neben der ‚Interessengemeinschaft zur Verbreitung von Anwendungen der Mikrostrukturtechniken NRW e.V.‘ (IVAM) auf fünf Unternehmen² hingewiesen wird, und die Studie von Caspary und Nishigushi (1999), in der neben der IVAM drei Unternehmen berücksichtigt wurden.³ In der von uns durchgeführten Internetrecherche konnten wir weitere Unternehmen ausfindig machen, so dass wir ein detaillierteres Bild der vorhandenen

² nämlich: microParts, HL-Planar, Raith, Elmos und Leopold Kostal.

³ das waren: Bartels, Elmos und ET Rump.

regionalen Akteurskonstellation zeichnen können. Nicht zuletzt haben wir im Verlauf unserer Studie eine Reihe qualitativer Interviews durchgeführt, deren Ergebnisse ebenfalls in die weiteren Ausführungen einfließen. Drei der neun geführten Expertengespräche wurden mit Vertretern von Unternehmen geführt, drei mit Akteuren aus dem Hochschulbereich, zwei mit Vertretern der Dortmunder Wirtschaftsförderung und des dortmund project. Abgerundet wurden diese Erhebungen durch ein Interview mit einem Vertreter der IVAM, die als intermediäre Organisation eine überregionale Vermittlungs- und Vernetzungsfunktion innerhalb der Mikrosystemtechnologieszene einnimmt. Zusätzlich konnten Ergebnisse aus weiteren Interviews in die Auswertung einfließen, die im Rahmen des DFG-Forschungsprojektes ‚Technologieentwicklung und Wandel organisationaler und institutioneller Strukturen‘ von einer Forschungsgruppe des Lehrstuhl ‚Technik und Gesellschaft‘ geführt worden sind.⁴ In diesem Zusammenhang möchten wir uns bei unseren Interviewpartnern bedanken, ohne deren Engagement und Gesprächsbereitschaft diese Studie so nicht möglich gewesen wäre.⁵

2. Zur Diskussion regionaler Wirtschafts-Cluster

Als unmittelbare Vorbilder einer innovativen und zukunftsorientierten Regionalförderung dienen Entwicklungen, die wie im Fall des bekannten Paradebeispiels Silicon Valley höchst erfolgreich abgelaufen sind. Spätestens seit der einschlägigen Veröffentlichung von Michael Porter (1998a, 1998b) hat die regionalpolitisch hochbrisante Diskussion um die Initiierung, Entstehung und Durchsetzung beschäftigungsrelevanter Wirtschaftscluster auch in Deutschland ein breiteres Echo gefunden.⁶ Empirische Untersuchungen zeigen, dass die Analyse von Wirtschaftsclustern eine Reihe von Rückschlüssen für eine innovative Regionalentwicklung geben kann (Dybe/Kujath 2000; Rehfeld 1999; Heidenreich 2000). Die Voraussetzungen für Clusterbildungsprozesse und deren Organisation sind allerdings weitgehend ungeklärt. Auch ist fraglich, ob jeweilige regionale Entwicklungen geradlinig die mit ihnen verbundenen hochgesteckten Erwartungen erfüllen können oder ob mit einer Eigendynamik zu rechnen ist, die sich nicht politisch lenken lässt.

⁴ In dem noch laufenden Projekt arbeiten Gerd Bender, Hartmut Hirsch-Kreinsen, Michael Jonas und Horst Steg.

⁵ Gedankt sei an dieser Stelle auch Gerd Bender, Danja Fingerhut, Aylin Tufan, Deniz Yeşer sowie Ivar Qunqar, die an den ersten (beiden) Veranstaltungen des Lehrforschungsprojektes mitteilnahmen.

⁶ Porter bezieht sich hierbei auf eine umfangreiche Literatur zu diesem Thema (vgl. etwa (Piore/Sabel 1984; Pyke/Sengenberger 1994; Storper 1997)).

Folgt man der einflussreichen Definition von Michael Porter (1999), versteht man unter einem Cluster "eine geographische Konzentration von miteinander verbundenen Unternehmen und Institutionen in einem bestimmten Wirtschaftszweig. Er umfasst eine Reihe vernetzter Branchen und weitere für den Wettbewerb relevante Organisationseinheiten. Dazu gehören etwa Lieferanten spezieller Einsatzgüter wie Komponenten, Maschinen und Serviceleistungen sowie Anbieter spezieller Infrastruktur. Cluster erstrecken sich oft über die Vertriebskanäle abwärts bis zu den Kunden sowie seitlich zu den Herstellern komplementärer Produkte und zu Unternehmen in Branchen, die ähnliche Fertigkeiten und Techniken oder gemeinsame Inputs haben." (Porter 1999: 52)

Das Clusterkonzept stellt Austauschbeziehungen anstatt Bestandsgrößen in den Mittelpunkt und stützt sich auf die Annahme eines unvollkommenen Marktes, was eine räumliche Zusammenballung ökonomischer Aktivitäten plausibel macht (vgl. Ronneberger 1995). Vertreter dieses Konzeptes gehen davon aus, dass es in innovativen Clustern zu "Ausgründungen und intensivierten zwischenbetrieblichen Austauschprozessen von Wissen und Informationen, nicht nur mit dem Effekt einer besseren Beherrschung der Märkte, sondern auch der Stärkung der einzelbetrieblichen Innovationskraft" (Dybe/Kujath 2000: 16) kommt. Es wird angenommen, dass die gesteigerten Innovationsaktivitäten oftmals im Zusammenhang mit Spin-offs und Spill-over-Effekten in Zusammenhang stehen. Wichtig ist, dass in derartigen Clustern ein spezifisches ‚social capital‘ ausgebildet wird, mit dessen Hilfe die unternehmerischen Aktivitäten in ein besonderes Beziehungs- und Organisationsmuster des Marktes eingebettet werden können. Räumliche Nähe spielt in diesem Zusammenhang deshalb eine Rolle, weil sie nicht unerheblich "die Kontaktaufnahme und die Formulierung von informellen Regeln des Zusammenwirkens der Akteure im Cluster" (Dybe/Kujath 2000: 18) fördern hilft.

Um Clusterbildungsprozesse untersuchen zu können, bietet es sich an, ein technologisches Feld auf einzelnen Wertschöpfungsstufen (horizontale Ebene) und entlang von Wertschöpfungsketten (vertikale Ebene) zu betrachten (vgl. Dybe/Kujath 2000; Heidenreich 2000): Das Maß arbeitsteiliger Kooperationen zwischen regional ansässigen Unternehmen und die Vielfalt der in der Wertschöpfungskette angesiedelten Branchen sind bestimmende Merkmale für den Typ der *Clusterbildung entlang der Wertschöpfungskette* (vgl. auch Kujath 1998). Neben Produktionskapazitäten gehören zu einer Wertschöpfungskette alle vor- und nachgelagerten Funktionsbereiche, von der Invention bis hin zur Distribution von Gütern und Dienstleistungen. Es wird angenommen, dass in Clustern vor- und nachgelagerte Partner in der Wertschöpfungskette außer Produkten Wissen austauschen, also branchenübergreifende Wissens-Spillovers erzeugt werden. Der Typ der *Clusterbildung auf der gleichen Wertschöpfungsstufe* hingegen bildet sich aus der Vernetzung von Unternehmen einer Branche: "Im Mittelpunkt der horizontalen

Transaktionen steht nicht der Transfer von Gütern und Stoffen, sondern von Wissen und Informationen (Know-how, Know who). Ein solches durch verwandte wirtschaftliche Aktivitäten definiertes Transaktionssystem von Wissen erfordert eine Balance zwischen Zusammenarbeit und Konkurrenz" (Dybe/Kujath 2000: 20f.).

Gerade neu entstehende regionale Cluster zeichnen sich durch Kooperationen zwischen heterogenen Akteuren entlang der Wertschöpfungskette aus. Hier bestehen noch keine umfassenden vertraglichen Beziehungen zwischen Zulieferern und Abnehmern. Vielmehr basiert ihr Verhältnis auf Konventionen, persönlichem Vertrauen und losen Verbindungen. Erzielt wird dabei ein innovationsnotwendiger Austausch von fremdem und oftmals personengebundenem, implizitem Wissen. Auf gleichen Wertschöpfungsstufen wird dieser Austausch über ein kollegiales Beziehungssystem von Experten über konkurrierende Unternehmen hinweg gewährleistet. Gerade auf Grund des Fehlens beziehungsweise der geringen Bedeutung formalisierter Beziehungen sowohl auf der vertikalen als auch auf der horizontalen Kooperationsebene lässt sich auf der Basis innovationsökonomischer Befunde (vgl. Bouty 2000; Jonas 2000) vermuten, dass der informelle Wissensaustausch von Kompetenzträgern von erheblicher Bedeutung für den Verlauf von Clusterbildungsprozessen sein dürfte. Dies kann zum Teil für neue Technologiefelder wie der Mikrosystemtechnik damit begründet werden, dass explizites Wissen sich erst noch bilden muss.

Sucht man nach weiteren Kriterien, wird im regionalwissenschaftlichen Diskurs auf eine weit gefasste Auffassung der Regionalentwicklung verwiesen (vgl. Jonas/Nover 2001), bei der "die spezifischen Bedingungen und Besonderheiten ... wie z.B. intraregionale Verflechtungszusammenhänge und Kooperationsformen, wirtschaftshistorische und kulturelle Traditionen, spezifische Qualifikationsrepertoires etc." (Läpple 1994: 38) im Betrachtungsinteresse stehen. In der Literatur wird hervorgehoben, dass eine zukunftsorientierte Regionalentwicklung nur dann gelingen kann, wenn die involvierten Akteure ein professionelles Regionalmanagement entwickeln.⁷ Ein solches Management versucht über Projekte zu motivieren "und nicht über die Regionszugehörigkeit; es ist auf Entwicklung ausgerichtet und integriert zunächst nur die Akteure, die vom Projekt betroffen sind oder an seiner Entscheidung mitwirken müssen; es ist nicht auf Planung, sondern auf Umsetzung konkreter Projektvorschläge ausgerichtet" (Fürst 1998: 239). Dietrich Fürst konkretisiert am Beispiel des regionalen Arbeitsmarktes, ein solches Projekt müsse "die Unternehmer als Nachfrager, die Ausbildungsstätten als Anbieter, die Arbeitsverwaltung als Steuerungs- und Finanzierungsinstitution sowie die

⁷ vgl. hierzu auch die politisch-praktischen Empfehlungen für die Förderung regionaler Kooperationszusammenhänge, die in verschiedenen Projektzusammenhängen am Lehrstuhl Technik und Gesellschaft im Vordergrund stehen (Hirsch-Kreinsen/Schulte 1999 und 2000; Lay et al. 2001).

Kommunen als Infrastrukturanbieter“ (Fürst 1998: 240) beteiligen. Nach Franz-Josef Bade sollten interkommunale Kooperationsfelder definiert werden, die klar und eng begrenzt formuliert sind, auf freiwilliger Kooperationsbasis beruhen, nicht auf einer lokalpolitischen Legitimation der beteiligten Akteure basieren und bei denen zuletzt die Langfristigkeit der Regionalentwicklung berücksichtigt wird (vgl. Bade 1998: 7). Darüber hinaus sollten Regionalentwicklungsprojekte auf eine bestimmte Dauer gestellt sein und nach außen, das heißt vor allem in die verschiedenen Organisationen, aus denen die Akteure stammen, aus Legitimitätsgründen weitervermittelt werden können. Die Gefahr besteht in der ungleichen Verteilung von Machtpotentialen und darin, dass einzelne Akteure instrumentalisiert werden und deshalb die Kooperation enttäuscht verlassen. Eine vertrauensbasierte Kooperation lässt sich nur dann etablieren, wenn im Verlauf der Projektbearbeitung allen Partnern ein fairer Zugriff auf die zur Verfügung stehenden Ressourcen erhalten bleibt. Die Stabilität der eher fragilen Akteursverflechtungen hängt von der Einhaltung vorab getroffener Vereinbarungen und einer konsensualen Bearbeitung unvorhergesehener Probleme ab. Martin Heidenreich führt aus einer innovationspolitischen Perspektive aus, dass der Erfolg regionaler Entwicklungsprojekte erheblich davon abhängt, inwiefern so genannte intermediäre Institutionen in einer Region vorhanden sind, die die Kommunikation und Kooperation etwa zwischen den Unternehmen fördern sowie eine Vielzahl kollektiver Güter (Kontakte, Arbeitskräfte usw.) bereitstellen können (vgl. Heidenreich 2000: 100f.).

3. Unternehmen im Bereich der Mikrosystemtechnik

In Verlautbarungen etwa der Tagespresse taucht immer wieder eine Reihe von Unternehmen auf, die sich in der Mikrosystemtechnik weit über die Dortmunder Region hinaus einen Namen gemacht haben. Dazu zählen vor allem Unternehmen wie die Elmos Semiconductor AG, die STEAG microParts GmbH, die HL-Planar GmbH oder die Bartels GmbH, die allesamt im Technologiepark nahe der Universität zu Hause sind, sowie die ET Rump GmbH, die seit 1997 im Osten Dortmunds nahe des Flughafens ihre Niederlassung hat. Zu diesen fünf inzwischen bekannten Unternehmen sind in den letzten Jahren weitere Firmen hinzugekommen, die sich in diesem neuen technologischen Feld betätigen. Nach Klaus Boeckman existieren in Dortmund zehn solcher Unternehmen, von denen acht ihren Sitz im Technologiepark haben (Boeckman 2001: 6). Kriterien, die ein Unternehmen dem Bereich der Mikrosystemtechnik zuordnen, gibt es bislang jedoch noch nicht (vgl. Steg 2000), sodass unklar bleibt, wie sich diese Zahl zusammensetzt. Wir gehen im Folgenden davon aus, dass die Anzahl der Unternehmen größer ist, als es diese Einschätzung nahelegt. Denn folgt man dem Clusterkonzept, spricht einiges dafür,

auch Unternehmen zu berücksichtigen, die sich jeweils nur in bestimmten Geschäftsgebieten mit dieser Technologie beschäftigen.

Unternehmen, die wir dem Feld der Mikrosystemtechnik zurechnen, können demnach in unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden: Es lassen sich einmal Unternehmen identifizieren, die sich ausschließlich oder vornehmlich mit mikrosystemspezifischen Themenstellungen befassen wie etwa Bartels, HL Planar und andere und die deshalb auch als ‚reine MST-Unternehmen‘ bezeichnet werden (a). Zum anderen findet man Unternehmen vor, deren mikrosystemtechnisches Engagement sich aus den Arbeiten aus benachbarten hochtechnologischen Feldern wie der Mikroelektronik begründet (wie etwa im Fall der Elmos Semiconductor AG) (b). Schließlich lassen sich der Mikrosystemtechnik jedoch auch Unternehmen zuordnen, die in bestimmten oder eng eingegrenzten Anwendungsgebieten tätig sind. Ein Beispiel für ein derartiges Unternehmen ist der Automobilzulieferer Leopold Kostal aus Lüdenscheid, der im Dortmunder Technologiepark eine Entwicklungsniederlassung aufgebaut hat, in der unter anderem mikrosystemtechnische Themen bearbeitet werden (c).

Ein weiteres Argument für diese eher weit gefasste Definition des Feldes ist, dass im Dortmunder Raum nicht nur solche Unternehmen in öffentlich geförderten Verbundvorhaben im Rahmen der Mikrosystemtechnik-Förderprogramme des Bundes teilgenommen haben, die sich vornehmlich oder ausschließlich mit der Mikrosystemtechnik befassen, sondern auch solche, die als potentielle oder tatsächliche Anwender gelten. Hierzu gehören beispielsweise die Gesellschaft für Gerätebau, die Miebach-Gruppe oder der Automobilzulieferer Kostal. Ab 1992 sind hiesige Unternehmen an mindestens 21 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben beteiligt (gewesen), wobei sowohl die jeweiligen Vorhabensgesamtkosten als auch die Anzahl der zumeist überregionalen Verbundpartner stark variieren. Die hier relevanten Teilvorhaben wurden beziehungsweise von insgesamt elf Dortmunder Unternehmen durchgeführt, deren Beteiligung an dem Förderschwerpunkt sehr unterschiedlich ist (vgl. hierzu im Detail Eschenbach/Sonntag 1994; Sonntag 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000).⁸

Auf der Basis dieser Kriterien lassen sich im Dortmunder Raum 18 Unternehmen benennen, die diesem technologischen Feld zugeordnet werden können (vgl. Tabelle 1).

⁸ Von der Anzahl der durchgeführten Vorhaben aus betrachtet, führt eindeutig das Unternehmen microParts GmbH, welches in sieben Teilvorhaben involviert gewesen ist. Die ET Rump GmbH ist immerhin noch in drei Vorhaben, ELMOS ist in zwei, alle anderen Unternehmen (Bartels [vgl. Bartels 2000: 4], Winter Gaswarnanlagen, ENVIS, GfG, BCT Steuerungs- und DV-Systeme, Kammrath & Weiss sowie die Miebach-Gruppe) sind jeweils in einem Vorhaben involviert. Neben den ‚reinen‘ MST-Unternehmen wie microParts haben sich also durchaus weitere Unternehmen schon frühzeitig in der Mikrosystemtechnik engagiert.

Tabelle 1: Unternehmen in der Region Dortmund im Feld der Mikrosystemtechnik

Unternehmen / Kategorie	(a) ‚reine‘ MST-Unternehmen	(b) Unternehmen aus der Mikroelektronik	(c) Unternehmen aus anderen Branchen
Bartels GmbH	X		
BCT Steuerungs- und DV-Systeme GmbH			X
Elmos Semiconductor AG		X	
ET Rump GmbH	X		
ET Rump Produktion & Service GmbH	X		
G.A.S. Gesellschaft für analytische Sensorsysteme GmbH	X		
GfG Gesellschaft für Gerätebau mbH			X
HL-Planar GmbH	X		
Kammrath & Weiss GmbH			X
Leopold Kostal			X
LIMO Mikrooptik GmbH	X		
MicroParts GmbH	X		
Microsonic Gesellschaft für Mikroelektronik und Ultraschalltechnik mbH	X		
Miebach Gruppe			X
Raith GmbH	X		
Sensor Devices mbH	X		
Sentronic GmbH	X		
Winter Gaswarnanlagen GmbH			X

Mehr als die Hälfte der genannten Unternehmen hat ihren Sitz im Technologiepark nahe der Universität Dortmund. Der Technologiepark wurde im Jahre 1985 im Rahmen einer ‚innovationsorientierten kommunalen Wirtschaftsförderung‘ gegründet und hat sich seitdem erfolgreich entwickelt (vgl. Knepper/Schriever 1992; Guddat 1994: 31ff.). Insgesamt sind dort zur Zeit über 220 Unternehmen tätig, deren „Mitarbeiterzahl ... bei mehr als 7.300“ liegt (dortmund-project: Das Zukunftspaket 2001: 7).

3.1 Größe der Unternehmen und Anzahl der Arbeitsplätze

Im Jahr 1970 betrug die Anzahl der Arbeitsplätze in Dortmund noch 277.000, bis zum Jahr 2000 war sie auf 225.000 gesunken. Die Stadt hatte in diesen Jahrzehnten durch den Niedergang der ehemals prosperierenden Standortbranchen Kohle, Stahl und Bier

um die 80.000 Arbeitsplätze verloren, die nur zu etwa einem Viertel (nämlich: 28.000) durch neue Arbeitsplätze in den so genannten Wachstumsbranchen ersetzt werden konnten. Den drei zukunftstechnologischen Feldern, Informationstechnologie, Mikrosystemtechnik und E-Commerce, können im Jahr 2000 etwa 13.000 Arbeitsplätze zugerechnet werden. Dies ist etwas weniger als die Hälfte der neugeschaffenen Arbeitsplätze. Die Stadt hat es sich im Rahmen und mit Hilfe des dortmund-projects zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2010 60.000 weitere Arbeitsplätze in den drei Feldern zu schaffen.⁹ Etwa 65 Millionen € die überwiegend vom Land NRW und der EU als Fördermittel bereitgestellt werden, sollen bis zum Jahr 2010 in die Förderung der notwendigen Infrastruktur der jungen Mikrosystemtechnik-Firmen in Dortmund fließen (vgl. Ruhrwirtschaft 2001: 45). Zusätzlich sollen etwa 50 Millionen € über Risiko-Kapital-Fonds eingeworben werden. "Mit der Schaffung zahlreicher neuer zukunftssicherer Arbeitsplätze trägt die Mikrosystemtechnik zum Strukturwandel im Ruhrgebiet bei" (Wechsung 2001).

Wie Dieter Rehfeld und Margarete Wompel vermuten, werden die Mikrosystemtechnikunternehmen in der Dortmunder Region aller Wahrscheinlichkeit nach vor allem den Branchen der Mess- und Regeltechnik, der Herstellung feinmechanischer Erzeugnisse und der Produktion von optischen Erzeugnissen zugeordnet, in denen 1999 circa 3.500 Beschäftigte tätig waren (vgl. Rehfeld/Wompel 1999: 58). Die Autoren gehen davon aus, dass im Dortmunder Technologiepark 1998/99 circa 800 Arbeitsplätze in der Mikrosystemtechnik vorhanden waren. In einer noch unveröffentlichten Studie einer us-amerikanischen Unternehmensberatung heißt es zur aktuellen Lage: "1.500 people work in more than 12 MEMS¹⁰ companies in Dortmund" (Marktstudie 2000). Boeckman, offenbar den offiziellen Verlautbarungen des dortmund-projects folgend (www.mst-factory.de), schätzt die Anzahl der Arbeitsplätze in den Unternehmen im Raum Dortmund bezogen auf das Jahr 2001 auf "insgesamt etwa 1.200" (Boeckman 2001: 6, vgl. auch: RN 25.09.01; WAZ 25.04.2001; ähnlich: Wechsung 2001).

⁹ So die Ausführungen eines Vertreters des ‚dortmund-project‘ im Rahmen des Seminars ‚Eine neue Gründerzeit‘ (geleitet von Michaela Pfadenhauer) an der Universität Dortmund am 16.07.01.

¹⁰ MEMS ist das Kürzel der US-amerikanischen Definition der Mikrosystemtechnik ‚Microelectromechanical Systems‘ (vgl. Bierhals et al. 2000; Wechsung/Eloy 1998).

Tabelle 2: Gründungsjahr und derzeitige Beschäftigtenanzahl¹¹ ausgewählter Unternehmen im Raum Dortmund

Unternehmen	Gründungsjahr	Beschäftigtenzahl in 2001
Bartels GmbH	1996	12
Elmos Semiconductor AG	1984	ca. 400
ET Rump GmbH	1981	70
ET Rump-Produktion & Service GmbH	1995	65
G.A.S. Gesellschaft für analytische Sensorensysteme mbH	1997	ca. 10
GF Gesellschaft für Gerätebau mbH	1961	200
HL Planar GmbH	1988	80
Kammrath & Weiss GmbH	1995	ca. 10
LIMO Mikrooptik GmbH	1995	30
Microsonic GmbH	1990	26
Raith GmbH	1980	25
Sensor Devices GmbH		ca. 10
Sentronic GmbH	1995	2
STEAG microParts GmbH	1990 (1994)	200
Winter Gaswarnanlagen GmbH	1959	35
Summe		> 1100

Diese Prognosen werden durch unsere Befunde unterstützt. Wie die Tabelle verdeutlicht, kann davon ausgegangen werden, dass in den Dortmunder Unternehmen insgesamt weit über 1.000 Personen tätig sind. Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass eine große Anzahl der Arbeitsplätze der Elmos Semiconductor AG zurechenbar ist, die sich vorwiegend in der Halbleitertechnologie engagiert. Es handelt sich folglich nicht nur um Arbeitsplätze, die direkt im Bereich der Mikrosystemtechnik liegen.

Viele der Unternehmen wurden in der Zeitspanne von 1980 bis heute gegründet (oder aus schon vorhandenen Unternehmen ausgegründet). Anhand von zwei Beispielen lässt sich die Entwicklung dieser relativ ‚jungen‘ Unternehmen im Feld der Mikrosystemtechnik beschreiben:

Das Unternehmen HL-Planar wurde 1988 mit dem Ziel, ein Dienstleistungszentrum für Dünnfilmtechnologie aufzubauen, als eine Art Spin-off-Unternehmen aus der Universi-

¹¹ Die angegebenen Beschäftigtenzahlen wurden entweder aus den Internetdarstellungen der Unternehmen oder aus einer telefonischen Nacherhebung gewonnen. Arbeitsplätze, die bei der Niederlassung der Kostal-Gruppe oder bei der Miebach-Gruppe der Mikrosystemtechnik zugerechnet werden können, konnten aus forschungspragmatischen Gründen nicht erfasst werden. Zur BCT GmbH konnten keine Informationen ermittelt werden.

tät Dortmund ausgegründet und bezog 1991 den jetzigen Standort im Technologiepark. Die Standortwahl war hierbei von den Förderbedingungen abhängig, die von der Stadt Dortmund im Rahmen der Wirtschaftsförderung schon zu dieser Zeit angeboten wurden. Zusätzlich profitierte HL-Planar von einer umfangreichen finanziellen Förderung des Landes NRW, die laut Angaben Dritter 20 Millionen DM betragen haben soll. Ab 1989/90 wurde mit der Entwicklung eigener Produkte begonnen, da man sich am Markt nicht als reiner Dienstleister behaupten konnte. Ab 1991 war man in der Lage, mit Produkten auf den Markt zu gehen und sich bis etwa 1997 als Anbieter zu etablieren. Ein Jahr später zeigte das Engagement des Unternehmens durchschlagende Erfolge, die zu jährlichen Umsatzwachstumsraten von über 50% führten. Als Folge wurde die bis dahin 30-köpfige Belegschaft auf derzeit 80 Personen aufgestockt. Das Unternehmen hofft auch in den nächsten Jahren mit einer ähnlichen Wachstumsrate zu expandieren. Um diese Expansionspläne umzusetzen, hat HL-Planar jüngst ein Investitionsprogramm in der Größenordnung von etwa 10 Millionen € aufgelegt und ist dabei, neben der bestehenden Fertigungslinie eine weitere aufzubauen.

Das Unternehmen Bartels hingegen wurde 1996 in Form einer GmbH gegründet und bis zum Jahr 2000 von einem Alleingesellschafter geführt. In der Gründungsphase bekam das Unternehmen gleichfalls öffentliche Fördermittel des Landes, mit deren Hilfe die hausinternen Technologien entwickelt werden konnten. Im Jahr 2000 wurde ein Risikokapitalunternehmen als Mitgesellschafter aufgenommen, das die Finanzierung weiterführt. Mit Hilfe des Risikokapitalunternehmens wurde das Unternehmen inzwischen erheblich reorganisiert und in diesem Zuge vergrößert. So ist die Anzahl der Mitarbeiter von sieben auf zwölf Personen angestiegen. Parallel hierzu fand eine Differenzierung des Kleinunternehmens in die Funktionsbereiche Entwicklung, Fertigung und Vertrieb statt.

Einen vergleichbaren Erfolg beim Aufbau neuer Arbeitsplätze können auch andere Unternehmen aus diesem technologischen Feld vorweisen. STEAG microParts hat "seine Mitarbeiterzahl von 1994 bis heute von 40 auf 200 Mitarbeiter erhöht" (Wechsung 2001). Auch die ETR Rump GmbH, die vor ihrem Standortwechsel nach Dortmund-Wickede ebenfalls ihre Niederlassung im Technologiepark hatte, konnte in den letzten Jahren erheblich expandieren und neue Arbeitsplätze aufbauen. Dahingegen sind nur wenige Unternehmen aus dem technologischen Feld beziehungsweise auch aus dem Dortmunder Raum ‚ausgeschieden‘. Dies betrifft etwa das Unternehmen ENVIS, das von einem größeren Unternehmen aufgekauft wurde und im Zuge dieser Entwicklung nicht mehr in Dortmund aktiv ist.

3.2 Qualifikationsanforderungen

Thematisiert man die Anzahl entstehender Arbeitsplätze, ist es unmittelbar naheliegend nachzufragen, was für Arbeitsplätze vorhanden sind oder entstehen und welche Qualifikationen erforderlich sind, um sie adäquat zu besetzen. Unstrittig ist, dass die Mikrosystemtechnologie eine kombitechnologische Querschnittstechnologie ist, bei der es darauf ankommt, Wissen aus den unterschiedlichsten Disziplinen, Branchen und Anwendungsfeldern miteinander zu verknüpfen. So führt etwa Reiner Wechsung in seiner Funktion als Geschäftsführer von microParts aus: "Die Mikrosystemtechnik erfordert eine interdisziplinäre Zusammenarbeit aus den Bereichen Physik, Chemie, Biologie, Medizin und insbesondere den Ingenieurwissenschaften." (Wechsung 2001) Außerdem, so Wechsung, liegen in diesen Disziplinen "im Ruhrgebiet in den zahlreichen Universitäten und Forschungsinstitutionen hervorragende Kompetenzen vor, die nun durch die Bildung von Kompetenznetzwerken für einen gezielten Technologietransfer zur wirtschaftlichen Anwendung verstärkt genutzt werden" (a.a.O.).

Solange die Fertigung mikrosystemtechnischer Produkte noch stark forschungs- und entwicklungslastig ist, spielen akademische Qualifikationsprofile für die Unternehmen eine große Rolle. Vor allem in den kleineren Unternehmen, die sich vornehmlich bis ausschließlich in der Mikrosystemtechnik engagieren, fällt ein Großteil der Arbeitsplätze auf akademisch qualifizierte Beschäftigte. Diese Unternehmen benötigen einen Großteil ihrer Angestellten für die Entwicklung neuer Produkte, um sich am Markt etablieren zu können. So setzt sich in einem befragten KMU die Belegschaft etwa zur Hälfte aus Akademikern und Nichtakademikern zusammen: Von den zehn Angestellten verfügen fünf über einen Hochschulabschluss aus so unterschiedlichen Fachrichtungen wie der Chemie, der Lasertechnik, der Physik, dem Maschinenbau und der Betriebswirtschaft. Hinzu kommen eine Sekretärin, eine Chemieingenieurstudentin sowie drei Mikrotechnologen in der Ausbildung.

Folgt man der Untersuchung von Rehfeld und Wompel, so sind in den Unternehmen "nicht nur technisch orientierte Akademiker, sondern auch Facharbeiter" (Rehfeld/Wompel 1999: 61) tätig. Das Qualifikationsprofil der in den Unternehmen beschäftigten Arbeitskräfte ist breit gestreut, da es bislang noch an mikrosystemspezifischen Ausbildungsgängen mangelt beziehungsweise derartige Ausbildungsgänge wie etwa der Lehrberuf zum Mikrotechnologen noch in den Kinderschuhen stecken.

Bezogen auf die Qualifikationen nicht-akademischer Arbeitskräfte führen Dieter Rehfeld und Margarete Wompel aus, dass in den Unternehmen Fachkräfte wie "z.B. Radio- und Fernsehtechniker, Montagefachkräfte, Spritzgusstechniker, Feinmechaniktechniker usw." (Rehfeld/Wompel 1999: 61) angestellt sind. Hinzu kommen vor allem im Fall

medizintechnisch orientierter Mikrosystemtechnik-Unternehmen Arbeitskräfte aus medizintechnischen Ausbildungsberufen (Laborassistenten usw.), und – zur Zeit jedoch in geringem Ausmaß – Mikrotechnologen, die am Robert-Bosch-Berufskolleg in Dortmund oder durch Umschulungsmaßnahmen der Ruhrkohle AG ausgebildet worden sind (Boeckmann 2001: 7). Seit Herbst 1998 wird in Dortmund am Robert-Bosch-Kolleg eine Facharbeiterausbildung zum Mikrotechnologen angeboten, an der sich auch einige regionale Unternehmen wie HL-Planar, microParts oder Bartels engagieren. Wie ein Interviewpartner mitteilte, "sind wir in diesem Ausbildungsverbund drin, weil wir sagen: ‚Wir brauchen die Leute. Dann bilden wir sie doch aus.‘ Als kleines Unternehmen können wir das nicht alleine tun, aber in so einem Ausbildungsverbund ist das eine ganz prima Geschichte."

Der Starttermin der Mikrotechnologenausbildung ab 1998 wie der Umstand, dass bislang jährlich nicht mehr als etwa zwei Dutzend Personen diesen Ausbildungsgang durchlaufen, verdeutlichen jedoch, dass sich die hiesigen Unternehmen bei einer starken Nachfrage nach ausgebildeten Fachkräften schwer tun werden, weil in Frage kommende Arbeitsanbieter auf der Facharbeiterebene regional verankert sind: "Bei Facharbeitern und Leuten, die dann tatsächlich an den Maschinen arbeiten, in den Laboren mitarbeiten, ist es doch eher das regionale Umfeld, das man dort von den Arbeitskräften her anspricht" (Zitat aus einem Interview). Von daher kann man annehmen, dass der bestehende Mangel an ausgebildeten Fachkräften noch einige Jahre relevant bleiben wird und solange Quereinsteigern aus anderen Berufen Arbeitsplatzchancen eröffnet.

3.3 Technikfelder der Unternehmen

Die Unternehmen in der Dortmunder Region sind in einer breiten Spanne mikrosystemtechnischer Feldern tätig und bieten eine Vielzahl von Dienstleistungen, Produktkomponenten und Endprodukten an. Hierbei lassen sich grob die Felder Sensortechnik, Mess-, Umwelttechnik sowie die Mikroelektronik und die Mikrooptik voneinander unterscheiden. Neben dem Schwerpunkt Mikroelektronik, der sich auf Grund der Größe der Elmos Semiconductor AG ergibt, sind Konzentrationen der Unternehmensaktivitäten im Bereich der Sensortechnik und den angrenzenden Feldern der Mess- (Steuer- & Regeltechnik), der Umwelttechnik sowie der Medizintechnik feststellbar. Weitere Anhaltspunkte über die Aktivitäten der Unternehmen im Raum Dortmund lassen sich demnach erhalten, wenn man den Blick auf die angebotenen Produkte und Dienstleistungen sowie die jeweiligen Abnehmerindustrien richtet. Auf Grund der Häufung der Unternehmensaktivitäten in den Feldern der Sensor-, Mess- und Umwelt- und Medizintechnik

bietet es sich an, die hier angebotenen Produkte und Dienstleistungen getrennt von denen der anderen Felder darzustellen.

Tabelle 3: Ausgewählte Unternehmen und Technikfelder

Marktfeld/ Unternehmen	Sensor- technik	(Bio)Medizin -technik	Mess- technik	Umwelt- technik	Mikro- elek- tronik	Mikro- mecha- nik	Mikro- Optik
Bartels		X					
Elmos Sem.					X		
GFG	X		X	X			
HL Planar	X	X	X				
Kammrath & Weiss						X	
LIMO Mikrooptik							X
Microsonik	X		X				
Raith						X	
ET Rump	X		X	X			
ET Rump Produktion	X		X	X			
Sensor Devices	X	X					
STEAG microParts		X					X
Winter	X		X				

3.3.1 Unternehmen in der Sensor-, der Medizin-, der Mess- und Umwelttechnik

In den Feldern der Sensor-, (Bio-)Medizin-, Mess- und Umwelttechnik sind vorwiegend Unternehmen tätig mit einer maximalen Anzahl von etwa 100 Beschäftigten. Ausnahmen hiervon sind microParts oder die Gesellschaft für Gerätebau. Die Unternehmen in diesen Feldern lassen sich danach unterscheiden, ob sie eher am Anfang oder eher am Ende von Wertschöpfungsketten engagiert sind.

(1) Ein Teil der betreffenden Unternehmen bietet Komponentensysteme oder Einzelkomponenten zum Beispiel in Form von Sensoren am Markt an. Im Fall großer Stückzahlen müssen diese erst noch von anderen Unternehmen auf anschließenden Wertschöpfungsstufen in Endprodukte eingebaut werden, oder im Fall kleiner Stückzahlen direkt in Systeme integriert werden. Bei diesen Unternehmen, zu denen auch die inzwischen nach Hattingen verlagerte Sensor Devices oder HL-Planar gezählt werden, überwiegt demnach ein Engagement am Anfang von Wertschöpfungsketten.

HL-Planar als Spezialist im Bereich der Dünnschichttechnologie¹² offeriert beispielsweise eine Reihe von Produkten, die als Komponenten von anderen Unternehmen vor allem aus der Automobilzuliefererindustrie und der Medizintechnik in Systeme eingebaut werden. Darunter fallen Luftmassenströmungssensoren (Automobilbereich) und berührungslose Temperatursensoren (Medizintechnik-/Consumerbereich), die von dem Unternehmen in den letzten Jahren nicht nur in Stückzahlen von einigen tausend pro Jahr, sondern in Massenfertigung mit Stückzahlen von 100.000 produziert und verkauft werden. Darunter fallen aber auch magnetoresistive Sensoren, klassische Temperatursensoren oder andere, für die das Unternehmen ein Portfolio an Standardtechnologien und Standardprozesse vorhält. Zudem bietet das Unternehmen eine Reihe von Dienstleistungen an, die außer Beratungstätigkeiten auch so genannte ‚Lohnbeschichtungen‘ beinhalten, bei denen das Unternehmen für Dritte Wafer beschichtet.

Microsonic, das 1990 als Ingenieurbüro gegründet wurde, entwickelt, fertigt und vertreibt Ultraschallsensoren für die Fabrikautomation. Die Sensoren finden ihre Abnehmer unter anderem bei Maschinenherstellern von Druckmaschinen.

Das Unternehmen Bartels ist am Markt hauptsächlich als Dienstleister tätig. Es führt „im wesentlichen Entwicklungsprozesse gemeinsam mit Kunden“ (Zitat aus einem Interview) durch, die im Bereich der Laserstrukturierung von Mikrokomponenten verortet sind (etwa: Lochbohrung in Kathederstrukturen). Diese Komponenten (etwa: Mikrokaibel) werden auch gefertigt und zwar entweder in kleiner Stückzahl (Kundenauftrag) oder als fertig konfektioniertes Serienprodukt. Auf der Basis der inhouse zur Verfügung stehenden Lasertechnik engagiert sich das Unternehmen verstärkt in der Umwelt- und Medizintechnik. Es bietet als Systemhersteller vom Entwurf bis zur Fertigung mikrofluidische Systeme an. Zudem vertreibt Bartels einen so genannten Mikrogreifer, der in der Medizin (Stichwort: Gehirnoperationen) aber auch in anderen Anwendungsgebieten eingesetzt werden kann. Das Unternehmen präsentiert sich als Produzent mikrotechnischer Produkte, die direkt in der Industrie eingesetzt werden und bezeichnet sich als „junges und aufstrebendes Unternehmen in einem neuen Markt“ (www.bartels-mikrotechnik.de).

¹² Der Vorteil der Dünnschichttechnologie gegenüber der Halbleitertechnologie auf Siliziumbasis besteht darin, dass erstens nicht unbedingt Silizium als Trägersubstrat genutzt werden muss, also auch Glas oder Keramik eingesetzt werden können. Zweitens basiert die Dünnschichttechnologie nicht wie die Halbleitertechnologie auf *einem* ‚eingefahrenen Prozess‘, sondern erlaubt die Entwicklung unterschiedlicher anwendungsspezifischer Fertigungsprozesse. Diese versucht man dann „natürlich irgendwo zu standardisieren und eine Produktvariation aus der Kombination verschiedener Prozesse zu erreichen“ (Zitat aus einem Interview).

Deutlich wird, dass diese Unternehmen zumeist auf Wertschöpfungsstufen tätig sind, die am Anfang einer Reihe unterschiedlicher Wertschöpfungsketten sind, wobei die Unternehmen die Stufen der Komponentenentwicklung und -fertigung abdecken, zum Teil aber auch Komplettlösungen anbieten.

MicroParts, in dem die Unternehmen STEAG, Hüls AG und die VEW als Teilhaber fungieren, zählt mit seinen circa 200 Angestellten zu den großen Unternehmen in diesem Feld. Das Unternehmen orientiert sich einerseits auf die Herstellung von Tintenstrahldruckerchips, andererseits auf medizintechnische Produkte, wobei bei letzteren mit den Abnehmern Boehringer Ingelheim und Merlin Diagnostica kooperiert wird. Laut Angaben der Geschäftsführung in der Tagespresse betätigt sich das Unternehmen zur Zeit verstärkt in der Biomedizin: "Wir konzentrieren uns auf das Anwendungsfeld Biomedizin. Da ist unser bisher erfolgreichstes Projekt die Entwicklung eines Zerstäubers für Asthma-Präparate für die Firma Boehringer-Ingelheim. Aber es gibt noch weitere Projekte, die kurz vor der großen Serie stehen: Medizinische Teststreifen für die Blutanalyse oder für die Analyse anderer Körperflüssigkeiten sowie das Mikrospektrometer." (Zitat aus einem Interview in der Tagespresse) Belege für diese Ausrichtung sind die derzeit laufenden Verbundvorhaben Euro EM30 oder OMID im Förderprogramm Mikrosystemtechnik (vgl. Sonntag 2000), in denen das Unternehmen mit öffentlicher Unterstützung Produktentwicklungen vorbereitet. Sentronic, das als Ableger der Stammhäuser in Dresden und Lyon in Dortmund eine kleine Vertriebsniederlassung hat, verkauft unter anderem die Spektrometer von microParts an diverse Endkunden.

(2) Von diesen Unternehmen lassen sich nun solche abgrenzen, die vorwiegend Einzelkomponenten von Zulieferern beziehen und diese in messtechnische Produkte integrieren, die an Endkunden vermarktet werden. Hierbei handelt es sich um die Winter Gaswarnanlagen, ET Rump in Verbindung mit der ET Rump Produktion & Service oder die Gesellschaft für Gerätebau.

Winter Gaswarnanlagen entwickelt und vertreibt – wie es der Firmenname nahe legt – Gaswarnanlagen für den Arbeitsschutz (Ausschankanlagen bei Mc Donalds sowie in vielen Gaststätten), aber auch in anderen Anwendungsbereichen, in denen toxische Gase eine Gefährdung erzeugen können (Tiefgaragen, Brauereien). Das Unternehmen offeriert seinen Kunden stationäre und tragbare Messgeräte sowie Messwertgeber, mit denen einzelne Gase gemessen werden können (vgl. www.winter-gaswarn.de). Winter bezieht die benötigten Sensoren von englischen und japanischen Sensorunternehmen und integriert diese mit elektronischen Komponenten zu Endprodukten. Die (Fertigungs-)Losgröße einzelner Systeme erreicht insgesamt maximal tausend Stück im Jahr (bspw. im Fall von Warnanlagen im Ausschankbereich). Zumeist werden jedoch kleinere Stückzahlen gefertigt.

Die ET Rump bezeichnet sich als "Systemspezialist für angewandte Sensortechnik" (www.etr-gmbh.de). Sie entwickelt laut Eigendarstellung eine Reihe von Produkten, die sie entweder mit Hilfe der 1995 ausgegründeten Rump Produktion & Service oder mit Lizenzgebern vermarktet. Schon 1986 gelang es dem Unternehmen, ein sensorgesteuertes Raumlufüberwachungssystem zu entwickeln (ein so genanntes Air Quality System), das ab Anfang der neunziger Jahre "geradezu lawinenartig seinen Markt" (www.etr-gmbh.de) fand und inzwischen von einigen Automobilherstellern als Serienprodukt eingesetzt wird. Nach diesem Erfolg baute Rump die Kraftfahrzeug-Sensorik, die Sanitär-elektronik und die Luftgütetechnik als Standbeine für weitere massenmarktorientierte Produktentwicklungen aus. Mit einem Produkt namens PATT (Physical Air Treatment Technology) bietet das Unternehmen eine intelligente Luftbereitungstechnologie an, die im sanitären Bereich, aber auch in anderen geschlossenen Räumen eingesetzt werden kann. Das Unternehmen kooperiert hierbei mit einer Reihe von akademischen Partnern und privatwirtschaftlichen Unternehmen. In öffentlich geförderten Verbundvorhaben arbeitet man beispielsweise mit dem Institut für angewandte Physik der Universität Gießen (Prof. Kohl) zusammen, welches sich als Spezialist in der grundlagenorientierten Entwicklung von Sensoren in der Mikrosytemtechnologie fest etabliert hat. Auf dem privatwirtschaftlichen Sektor kooperiert das Unternehmen unter anderem mit der UST Umweltsensortechnik GmbH aus Gschwenda, die in der bundesweiten Mikrosystemtechnik-Szene als innovatives Unternehmen gilt.

Die Gesellschaft für Gerätebau ist ein mittelständisches Unternehmen mit circa 200 Beschäftigten, das sich seit Ende der fünfziger Jahre im Bereich der Gaswarn- und Gasesstechnik betätigt. Das Unternehmen verfügt inzwischen über Tochtergesellschaften in den USA, Singapur, der Schweiz und Südafrika und bietet über ein weites Vertriebsnetz tragbare Messgeräte und stationäre Gaswarnanlagen an. Die Abnehmer stammen aus diversen Branchen wie der Energieversorgung, der Wasserwirtschaft, der chemischen Industrie, dem Bergbau, dem Maschinenbau, um nur einige zu nennen (vgl. www.gfg-mbh.com).

3.3.2 Unternehmen in den Feldern der Mikrooptik und der Mikromechanik

Die Unternehmen LIMO, Raith und Kammrath & Weiß können der Mikrooptik und der Mikromechanik zugeordnet werden. Zusammen beschäftigen diese Firmen zur Zeit 65 Arbeitnehmer.

Die 1980 gegründete Raith-GmbH bietet spezifische Problemlösungen im Produktfeld von Mikroschreibern für Elektronenmikroskopie an, die in der Spanne von Komponenten und Komplettsystemen (,Raith 150' & ,Raith 200') liegen. Hauptabnehmer der Pro-

dukte sind Großunternehmen wie Siemens, IBM und Lucky Goldstar (Taiwan). Das Unternehmen hat Ableger in den USA und in England und sieht sich selbst als "innovative system supplier" (www.raith.de), der mit in- und ausländischen Unternehmen (Orsay Physics, EMSS, Heidelberg Instruments und ION-TOF) kooperiert.

Kammrath & Weiss, das 1995 im Technologiepark gegründet wurde und inzwischen in ein Dortmunder Gewerbezentrum (Defdahl) umgezogen ist, bietet spezielle Dienstleistungen und Produkte (Komponenten, Testgeräte, Spezialtische, Steuerungselektronik) an, die vor allem bei elektronenmikroskopischen Versuchen oder der elektrischen Halbleiterprüfung mit Hilfe mikroskopischer Unterstützung (vgl. www.kammrath-weiss.de) genutzt werden können. Im F&E-Gebiet für mikromechanische Problemlösungen (Mikrorobotik) arbeitet das Unternehmen auch mit akademischen Forschungspartnern wie dem Institut für Robotik der Universität Karlsruhe zusammen.

LIMO Mikrooptik, das 1995 von Paderborn in den Dortmunder Technologiepark übersiedelt ist, produziert im Bereich refraktiver Präzisions-Mikrooptiken unterschiedliche Linsen, in denen Laserstrahlen in beliebiger Form gebündelt werden können, Linsen-Arrays und andere Quarzglasoberflächen mit hohem Brechungsindex. "The product line covers the development and manufacturing of prototypes as well as small series and mass production" (www.limo.de), wobei man sowohl Standardprodukte anbieten als auch kundenindividuelle Lösungen entwickeln könne. Die Produkte dienen dem Schweißen von Kunststoffen, dem Härten von Stahl oder als Komponenten in optischen Verstärkern von Telekommunikationsnetzen. Das Unternehmen schätzt die eigenen Wachstumschancen als sehr hoch ein: "Limo operates in a field with enormous sales opportunities" (ebd.).

Vergleicht man die Unternehmensprofile anhand der jeweiligen am Markt angebotenen Dienstleistungen, Komponenten und Produkte, zeigt sich, dass alle drei KMU Nischenanbieter darstellen, die in eng eingegrenzten Marktsegmenten tätig sind. Kammrath & Weiss bietet vor allem solche Produkte und Dienstleistungen an, die auf der Basis dezidiert Kundenwünsche konfiguriert und zusammengebaut werden und vollständig auf das Anwendungsfeld bestimmter mikroskopischer Verfahren ausgerichtet sind. Bei Raith orientiert sich das Angebotsspektrum am Anwendungsfeld eines bestimmten elektroskopischen Verfahrens. Das Unternehmen findet seine Kunden vor allem in Großunternehmen. Dahingegen verfügt LIMO Mikrooptik über einen stark ausdifferenzierten Kundenkreis, der über die ‚ganze Welt‘ verstreut ist. Das rein exportorientierte Unternehmen mit vor allem US-amerikanischen und japanischen Abnehmern bezeichnet sich als Weltmarktführer für Mikrolinsen, operiert hier jedoch wie die beiden anderen Unternehmen in einem bislang noch eingegrenzten Marktsegment.

3.3.3 Elmos als Unternehmen im Feld der Mikroelektronik

Eine Sonderstellung im Feld der Mikrosystemtechnik nimmt ohne Zweifel die Elmos Semiconductor AG ein, die sich erstens primär im Feld der Mikroelektronik (Halbleitertechnik) und nicht der Mikrosystemtechnik engagiert und zweitens das mit Abstand größte Unternehmen ist. Elmos wurde 1984 im Technologiepark in der Rechtsform einer GmbH gegründet. Auf Grund des schnellen Wachstums – im Jahr 1998 betrug der Jahresumsatz immerhin 139,3 Millionen DM (vgl. www.elmos.de) – ging das Unternehmen am 11.10.1999 an die Börse. Elmos gilt seitdem als eines der erfolgreichsten Unternehmen in der Region und beschäftigt nach eigenen Angaben derzeit um die 500 Personen weltweit, von denen aber die meisten in Dortmund tätig sind. Hier hat das Unternehmen nicht nur F&E- und Vertriebsabteilungen, sondern auch eine große Produktionsstätte aufgebaut.

Elmos bezeichnet sich selbst als "führender Hersteller von ASICs" (vgl. www.elmos.de) und bietet seinen Kunden ein Lösungsspektrum vom Prototypenbau bis zur Serienproduktion an. Auf der Basis der Unternehmensphilosophie, "system development partnership with customers in the automotive industry for short 'Time-to-market' ASIC-Solutions" (www.elmos.de) zu betreiben, versteht sich das Unternehmen als Spezialist in der Entwicklung, dem Design und der Herstellung von ASICs insbesondere für die Automobilindustrie. Das Unternehmen kooperiert sowohl in der Entwicklung als auch in der Produktion mit diversen akademischen F&E-Einrichtungen und unter anderen auch mit IBM. Die Kunden des Unternehmens stammen vorwiegend aus dem Bereich führender Automobilzulieferer elektronischer Systeme für das Motormanagement sowie für Sicherheits- und Komfortausstattungen. Deren Erzeugnisse finden sich wieder in den Produkten fast aller namhafter Automobilunternehmen. Zudem entwickelt und produziert das Unternehmen für Hersteller von Konsum-, Haushalts- und Industriegütern.

4. Akademische Forschungsinfrastruktur

4.1 Überblick über die Forschungslandschaft

Ziel der Internetrecherche zu diesem Teil der Studie, die hauptsächlich zwischen Januar und Mai 2001 durchgeführt wurde, war es, das Potential der Universität und Fachhochschule Dortmund zu ermitteln. Das Ergebnis der Recherche gibt Auskünfte über das quantitative Potential, ist allerdings bezüglich dessen Qualität nur eingeschränkt aussagekräftig. Dieter Rehfeld und Margarete Wompel unterscheiden zwischen einer "spezi-

fischen universitären Infrastruktur“, worunter sie das Arbeitsgebiet Mikrostrukturtechnik verstehen, und ”ergänzende(n) Forschungseinrichtungen der Universität wie Fachhochschule Dortmund: Elektrotechnik, Hochfrequenztechnik, Optoelektronik, thermische Verfahrenstechnik, Werkstoffwissenschaften, Spektrochemie und Spektroskopie (ISAS), Werkstofftechnologie, Informatik, Automaten- und Schaltwerktheorie, Mikroelektronik, Automatisierung und Robotertechnologie sowie Elektronische Steuerung und Regelung” (Rehfeld/Wompel 1999: 58).

Die Bezeichnung ”ergänzend” ist insofern problematisch, als Mikrosystemtechnik gerade auf Forschung und Personal aus diversen Bereichen wie Physik, Mikroelektronik, Chemie oder Maschinenbau basiert. Als ”spezifisch” sollten von daher nicht nur Forschungseinrichtungen gelten, die sich ausschließlich der Mikrosystemtechnik widmen, sondern auch jene, die Forschung und Lehre unter anderem zu diesem Thema anbieten. Eine in dieser Hinsicht ”spezifische Infrastruktur” befindet sich, wie die Recherche zeigte, im Aufbau und breitet sich in diversen Fachbereichen und Fakultäten der Hochschulen aus. Deshalb wird im Folgenden zuerst ein allgemeiner Blick auf die vorhandenen Aktivitäten akademischer Forschungseinrichtungen geworfen. Dieser Blick richtet sich vor allem auf die Universität Dortmund und die Fachhochschule Dortmund (1), bezieht aber auch das Institut für Spektrochemie und Spektroskopie (ISAS) mit ein, welches aus einer Reihe von Gründen gleichfalls ein wichtiger Akteur aus dem akademischen Bereich ist (2).

(1) Die Universität Dortmund gliedert sich in insgesamt sechzehn Fachbereiche und Fakultäten, von denen die Hälfte naturwissenschaftlichen Disziplinen angehören. Bei letzteren konnten lediglich für drei Fachbereiche (Mathematik, Physik und Statistik) keine Hinweise auf Aktivitäten in der Mikrosystemtechnik gefunden werden.

Der Fachbereich Chemie fällt insbesondere durch die enge Kooperation mit dem Max-Planck-Institut (MPI), dem Institut für Arbeitsphysiologie (IFA) und dem Institut für Spektrochemie und angewandte Spektroskopie (ISAS) auf. Hierbei handelt es sich zum Teil um Akteure der Dortmunder Mikrosystemtechnik-Szene. Zusammen mit den Instituten soll in Zukunft ein Schwerpunkt biologische Mikrostrukturtechnik eingerichtet werden. Die Arbeiten sollen sich unter anderem mit biomedizinischer Grundlagenforschung beschäftigen.

Auch der Fachbereich Chemietechnik kooperiert mit dem MPI und dem ISAS. Das Arbeitsgebiet Werkstoffe und Korrosion analysiert Mikrostrukturen und versucht hierdurch die Nachfrage nach neuen, optimierten Materialien zu bedienen. Im Bereich Werkstoffkunde könnten diverse Forschungsarbeiten möglicherweise auf Grundlagenforschung in diesem Feld hinweisen.

Innerhalb der Informatik existiert mit dem Lehrstuhl Informatik I ein Schwerpunktgebiet im Bereich CAD für Mikroelektronik. In der Vergangenheit gab es am Lehrstuhl auch Forschungsprojekte zum Thema Mikrosystemtechnik, wobei die Forschungsansätze anscheinend inzwischen nicht mehr verfolgt werden. Besonders auffällig war bei einer Internetrecherche Ende 1999 das Projekt CADWOK (CAD-Werkzeuge und Bibliotheken für Wandler mit optischen Komponenten), das im Rahmen der Mikrosystemtechnik-Förderung des Bundes durchgeführt wurde. Die beteiligten Unternehmen kamen dabei hauptsächlich aus Sachsen. Ziel des Projektes war es, die Wettbewerbssituation klein- und mittelständischer Unternehmen durch die Entwicklung einer Entwurfsunterstützung zu verbessern. Die Software sollte es den KMU ermöglichen, die Entwicklungskosten und das Entwicklungsrisiko zu reduzieren. Die Projektlaufzeit war auf drei Jahre angelegt, vom 01.01.1997 bis zum 31.12.1999. Ein Abschlussbericht wurde nie auf den Internetseiten des Projektes veröffentlicht, obwohl einer unserer Interviewpartner ausführte, dass die Software fertig entwickelt wurde und sich erfolgreich im Einsatz befindet. Daneben gab es an dem Lehrstuhl einen Forschungsbereich ‚Physikalischer Entwurf von Mikrosystemen‘ über den keine weiteren Informationen vorliegen.

In der Fakultät Maschinenbau gibt es zumindest zwei Abteilungen, die sich eindeutig mit mikrosystemtechnischen Themenstellungen beschäftigen. Hier finden sich der Lehrstuhl für Werkstofftechnologie mit der Abteilung ‚Löttechnik und Mikrosysteme‘ und das ‚Institut für Spanende Fertigung‘ (ISF). Das ISF hat ein festes Arbeitsgebiet REIF (Forschungsbereich Rechnereinsatz in der Fertigung), das sich unter anderem mit Mikrozerspanung beschäftigt. Die Beziehung des Institutes zur Mikrosystemtechnik wird in der folgenden Projektbeschreibung verdeutlicht: ”Die Mikrosystemtechnik, die miniaturisierte Integration von Sensoren, Signalverarbeitungselementen und Aktoren zu ’intelligenten‘ Gesamtsystemen gilt als eine der zukunftsreichsten Technologien.” (<http://www.isf.maschinenbau.uni-dortmund.de>) Ein weiterer Themenkomplex im Maschinenbau ist die Mikrohydraulik, die zu dem Fachgebiet Maschinenelemente gehört.

Das Arbeitsgebiet Mikrostrukturtechnik der Fakultät Elektrotechnik ist bislang das einzige, welches sich ausschließlich mit der Thematik befaßt. Die einzelnen Forschungsbereiche sind Mikrooptik, Mikrofluidik und Mikrogasanalytik.¹³ Innerhalb der Fakultät bleibt das Arbeitsgebiet nicht das einzige mit mikrosystemtechnischen Forschungsprojekten. Auch das Arbeitsgebiet Mikroelektronik führt Projekte zu den Themen Mikromechanik und Mikrosystemtechnik in Silizium durch. Unter anderem findet sich hier

¹³ Neben einer Beschreibung einzelner Projekte findet sich auf der Internetseite auch eine Liste verschiedener Konferenzen, an denen das Arbeitsgebiet teilgenommen hat, zum Beispiel die MICRO.tec 2000 auf der EXPO in Hannover.

das Projekt ASOM (Anwenderfreundliche Systemintegrationstechniken für optische Mikrosysteme). ASOM wurde im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes ‚Mikrosystemtechnik‘ zwischen 1996 und 1998 durchgeführt. Andere Entwicklungen des Lehrstuhls sind MOEMS (Mikro-Opto-Elektro-Mechanische Systeme), zu deren Herstellung eine eigene Technologielinie vorhanden ist, und ein mikromechanischer, optischer Faserschalter.

An der Fachhochschule hingegen ließ sich durch Internetrecherchen quantitativ wenig finden. Der Fachbereich Elektrische Energietechnik bietet allerdings qualitativ hoch einzuschätzende Forschungsarbeit in der Mikrosystemtechnik, auf die noch näher eingegangen wird (vgl. 5.). Die Fachhochschule hat mit dem ZUC (Labor für Umweltmesstechnik und Chemosensorik) ein Forschungslabor neu eingerichtet, das zahlreiche Projekte auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik durchführt und bei der ‚Bioindustry‘-Initiative vertreten ist. Hinzugekommen sind neuerdings auch Vorlesungen zur Thematik (<http://www.fh-dortmund.de>).

(2) Das Institut für Spektrochemie und angewandte Spektroskopie, kurz ISAS, wurde 1952 gegründet. Es handelt sich hierbei um ein Institut der ‚Blauen Liste‘, wodurch eine Förderung durch Bund und Land gegeben ist (<http://www.isas-dortmund.de>).¹⁴ Die Zulassung zur Blauen Liste erfolgte 1980. 1993 folgte eine Angliederung an die Universität Dortmund. Die Aufgaben des ISAS sind „Analysenmethoden zu verbessern, zu erweitern und neu zu entwickeln; Methoden und Verfahren zu bewerten und auf ihre Möglichkeiten und Grenzen hin zu untersuchen; Strategien zur Lösung aktueller analytischer Fragestellungen zu entwickeln; Instrumente und instrumentelle Komponenten zu entwickeln und zu optimieren; analytische Daten zu sammeln, auszuwerten und allgemein verfügbar zu machen.“ (<http://www.mswf.nrw.de>)

Das Institut untersteht der Gesellschaft zur Förderung der Spektrochemie und angewandten Spektroskopie e.V., dessen Mitgliederliste unter anderem folgende Namen aufweist: BASF AG, Ludwigshafen; G.A.S. - Gesellschaft für analytische Sensorsysteme mbH, Dortmund; Industrie- und Handelskammer zu Dortmund; Merck KGaA, Darmstadt; Siemens AG, München; Stadt Dortmund; STEAG MicroParts GmbH, Dortmund; Universität Dortmund (<http://www.isas-dortmund.de>). Noch 1999 erhielt das ISAS Mittel in Höhe von 500.000 DM. In einer Pressemitteilung des Ministeriums für

¹⁴ „Bei den Einrichtungen der Blauen Liste handelt es sich um selbständige Forschungseinrichtungen, Trägerorganisationen oder Service-Einrichtungen für die Forschung von überregionaler Bedeutung und gesamtstaatlichem wissenschaftspolitischem Interesse, die auf der Grundlage der Rahmenvereinbarung zwischen Bund und Ländern über die gemeinsame Förderung der Forschung nach Artikel 91b des Grundgesetzes vom 28. November 1975 (Rahmenvereinbarung Forschungsförderung) gefördert werden.“ (<http://www.wissenschaftsrat.de/>).

Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung vom 19. November 1999 heißt es hierzu, Wissenschaft und Forschung seien Motoren des Strukturwandels (<http://www.nrw.de/aktuell/presse>).

Trotz der zusätzlichen Förderung und der zahlreichen Kooperationen scheint das ISAS sich in einer Krise zu befinden. Unter anderem die Abteilung des ISAS in Dortmund soll laut der Evaluation des Wissenschaftsrates nicht mehr weiter gefördert werden. Gründe hierfür sollen strukturelle Defizite und qualitative Mängel sein. Die Evaluation wurde im Januar 2001 abgeschlossen (<http://www.wissenschaftsrat.de>).

4.2 Fallstudie (AG Mikrostrukturtechnik)

Das Arbeitsgebiet Mikrostrukturtechnik unter der Leitung von Prof. Neyer ist Teil der Fakultät Elektrotechnik an der Universität Dortmund. Die Schwerpunkte der Fakultät lagen bereits vor der Gründung des Arbeitsgebietes im Bereich der Mikroelektronik. Das AG Mikrostrukturtechnik löste ein anderes AG Optoelektronik 1994 ab. Die Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen der Mikrooptik, Mikrofluidik und Mikrogasanalytik. Die Projekte in diesem Bereich werden über Drittmittel finanziert und weisen einen engen Kontakt zur Industrie auf. Der Bedarf an Mitteln liegt dabei bei circa 250.000 bis 350.000 € im Jahr.

Das Arbeitsgebiet bietet auch eine bislang noch seltene Ausbildung im Bereich der Mikrosystemtechnik an, die zwar nicht umfassend im Sinne eines eigenen Studienganges oder Aufbaustudienganges ist, aber immerhin Seminare zu dem Thema beinhaltet. Beschäftigt sind an dem Arbeitsgebiet elf wissenschaftliche und ein technischer Angestellter. Als das Arbeitsgebiet gegründet wurde, existierten im Technologiezentrum bereits die Firmen microParts und HL-Planar, letztere ist eine Ausgründung aus der Fakultät Elektrotechnik. Die Gründung eines solchen Arbeitsgebietes könnte folglich als Konsequenz aus der Verbindung von bereits vorhandenen Kompetenzen und der damaligen Entwicklung gesehen werden. Potentielle Partner für Kooperationen sind hauptsächlich größere deutsche Firmen, die Projekte beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) beantragen und in diesem Zusammenhang mit Forschungseinrichtungen zusammenarbeiten. Eine neuere Entwicklung ist die direkte Finanzierung durch Industriefirmen.

Die Leistung des Arbeitsgebietes besteht hierbei aus der Beratung von Firmen und der Umsetzung von Ideen beziehungsweise der Entwicklung und Fertigung kleiner Serien. Entscheidend für die Kooperationen sind oft frühere positive Kooperationserfahrungen oder persönlicher Kontakt. Durch diese Kontakte jeglicher Art – Gespräche, Kooperationen, personelle Überschneidungen – wird das notwendige Vertrauen aufgebaut. Das

Arbeitsgebiet musste vor allem einen guten Ruf etablieren, da Ergebnisse von Forschungsarbeiten vertraglich nicht zugesichert werden können und das Risiko auf Seiten der Unternehmen entsprechend hoch ist. Die bereits bestehenden Kontakte Prof. Neyers haben dazu geführt, dass Dritte inzwischen an ihn verwiesen werden und der Eintritt in neue Projekte leichter fällt. Eine Kontinuität der Kontakte zeichnet sich lediglich dadurch aus, dass diese auch weiterhin potentielle Kooperationspartner darstellen. Tatsächliche dauerhafte Bindungen in Form einer Zusammenarbeit sind nicht der Fall. Die Intensität der Kontakte hängt von den Schwerpunkten in der Forschung, Entwicklung oder Produktion und von gemeinsamen Interessen ab.

Die öffentliche Förderung von Verbundprojekten hat bei der Entwicklung des Arbeitsgebiets eine entscheidende Rolle gespielt. Die Aussicht auf eine finanzielle Förderung bietet eine Motivation, sich an Verbundprojekten zu speziellen Themen zu beteiligen. Diese Projekte bieten die Chance, technische Einrichtungen aufzubauen und bilden einen Pool für spätere Kooperationen. Werden die Schwerpunkte für Förderungen geändert, muss sich eine Forschungseinrichtung entweder anpassen oder sich soweit etabliert haben, dass sie sich als Unterauftragnehmer für ein Unternehmen eignet. "Wenn man dann einmal irgendwo drin ist und auch gute Arbeit macht, dann hat man auch eine Chance, dass man irgendwie wieder in andere Projekte kommt. Und so gibt das einen kleinen Lawineneffekt." (Zitat aus einem Interview) Das Arbeitsgebiet kommt, dank guter Kontakte, ohne eine übergeordnete, vermittelnde Institution aus. Es ist ein Beispiel für die erfolgreiche Teilnahme einer Forschungseinrichtung an einer auch überregional angesiedelten Mikrosystemtechnik-Szene.

5. Regionale Kooperationen auf und zwischen verschiedenen Wertschöpfungsstufen

Nachdem wir einen Blick auf die Akteure aus dem privatwirtschaftlichen und dem akademischen Bereich in der Mikrosystemtechnik geworfen haben, geht es in einem weiteren Schritt darum, auf der empirischen Ebene nachzuzeichnen, welche Verbindungen zwischen den regionalen Akteuren vorhanden sind und wie diese ‚funktionieren‘. Dies ist schon allein deshalb von eminenter Bedeutung, weil eine Antwort auf die Frage nach einer Clusterbildung im Feld der Mikrosystemtechnik in der Region Dortmund im erheblichen Ausmaß davon abhängt, ob und mit welcher Intensität die einzelnen Akteure miteinander interagieren. Ohne hier schon ein vollständiges Bild abgeben zu können, erlauben es unsere empirischen Erhebungen jedoch, exemplarische Aussagen über die Art und Weise der Vernetzung der einzelnen Akteure in der Region Dortmund zu treffen. Einerseits gibt es institutionalisierte Strukturen, genauer IVAM, AVT-Zentrum und

Bioindustry e.V., in denen sich mehrere Akteure konkret zusammengeschlossen haben (4.1 und 4.2). Andererseits haben wir Fallstudien aus verschiedenen Perspektiven erarbeitet, die sich mit den eher losen Verknüpfungen beschäftigen (4.3). Mit Hilfe dieser Ausführungen können wir erste Schlussfolgerungen treffen, die sich auf die Qualität und Funktionsweise der Kooperationen beziehen.

5.1 IVAM - Interessengemeinschaft zur Verbreitung von Anwendungen der Mikrostrukturtechniken NRW e.V.

Die Interessengemeinschaft zur Verbreitung von Anwendungen der Mikrostrukturtechniken NRW e.V. (IVAM) wurde formal 1993 gegründet und übernahm die Aufgaben der ehemaligen Mikrostrukturinitiative NRW, die Ende der 80er Jahre ‚privat‘ von sieben Unternehmen (zum großen Teil aus dem Dortmunder Raum) ins Leben gerufen worden war. Seit damals sind zahlreiche Mitglieder – nicht nur aus NRW – hinzugekommen und nur zwei wieder ausgetreten – im September 2001 waren 83 Unternehmen und 31 Institute Mitglieder von IVAM.

Die IVAM ist Teil eines umfassenden Mikrotechnologien-Netzwerkes in NRW, das 1992 vom Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand, Technologie und Transport (MWMT) des Landes NRW aus der Taufe gehoben wurde. Das Konzept umfasst fünfzehn Einzelnetzwerke und Technologiezentren zu unterschiedlichen Themengebieten der Mikrotechnik, von denen bis Oktober 1999 neun die Arbeit aufgenommen haben. Die IVAM deckt dabei die Themen Mikrostruktur- und -systemtechnik sowie Aufbau- und Verbindungstechnik ab. Sie stellt das größte Einzelnetzwerk dar. Die Leiter der einzelnen Netzwerke treffen sich alle zwei Monate, um Informationen auszutauschen; weitergehende Kooperationen, die auch die Mitgliedsunternehmen mit einbeziehen, sind von der Landesregierung erwünscht, man erhofft sich davon die Entwicklung marktfähiger Produkte. Ein gemeinsames ‚coordinating office‘ soll die engere Zusammenarbeit unterstützen und die Einzelnetzwerke besser miteinander verknüpfen. Außerdem ist ein ‚entrepreneur’s center‘ zur Unterstützung von Universitätsabsolventen bei der Entwicklung und Umsetzung von Geschäftsideen geplant. Wie der Name ‚Interessengemeinschaft zur Verbreitung von Anwendungen der Mikrostrukturtechniken‘ schon nahe legt, ist die Initiative ein Zusammenschluss von Akteuren aus dem Bereich der Mikrostrukturtechnik, der es sich zum Ziel gesetzt hat, die Mikrotechnik zu propagieren und potenzielle Anwender zu gewinnen. Die einzelnen ‚Geschäftsbereiche‘ umfassen:

1. Technology Brokerage: Die IVAM vermittelt zwischen Anbietern und Anwendern von Mikrotechniken.

2. Foundry Services: Die IVAM bearbeitet die Vertriebs- und Marketing-Aufgaben für das Zentrum für Aufbau- und Verbindungstechnik (s.u.).
3. Public Relations (PR) und Technologie-Marketing: Die IVAM übernimmt PR- und Marketing-Aktivitäten für ihre Mitglieder, dazu gehören beispielsweise die Organisation von Messeauftritten, die Veröffentlichung der Magazine ‚INNO‘ und ‚microMedia‘ sowie die Betreuung von Internetseiten.
4. Das weitere Dienstleistungsangebot umfasst die Initiierung von Verbundprojekten, die Organisation von Workshops, Projektmanagement, Technologietransfer, Gründungsberatung und -unterstützung und die Erstellung von Trendanalysen und Studien.

Bei all diesen Aktivitäten sucht IVAM die Nähe zur Industrie, der Einfluss der akademischen Seite wird bewusst gering gehalten. Diese angestrebte Industrienähe hat unmittelbare Konsequenzen für die Organisation der IVAM. Es werden zwei Arten von Mitgliedschaften unterschieden. Unternehmen sind ordentliche Mitglieder: Sie zahlen Beiträge (die vom Jahresumsatz pro Mitarbeiter abhängen), sind bei der Jahresmitgliederversammlung stimmberechtigt und können so über strategische Maßnahmen entscheiden, außerdem können sie Vorstandsmitglieder stellen. Institute sind außerordentliche Mitglieder: Sie zahlen keine Beiträge, sind aber auch nicht stimmberechtigt und dürfen keine Vorstandsmitglieder stellen. Der Vorstand setzt sich zusammen aus drei Geschäftsführern von Mitgliedsunternehmen und dem Geschäftsführer der IVAM, Dr. Rolf Dahlbeck.¹⁵ Finanziert wird die Arbeit teilweise aus Landesmitteln, teilweise durch Mitgliedsbeiträge und teilweise durch Selbstakquise (Bezahlung z.B. für Projektmanagement). Bei der Gründung im Jahr 1993 wurde die IVAM mit 80% ihres Jahresbudgets von umgerechnet 300.000 € vom Land NRW gefördert. 1999 lag das Budget bei circa 1 Million € wovon noch 50% aus öffentlichen Geldern stammten. Und der Förderungsanteil wird weiter gesenkt: Ultimatives Ziel ist die Selbstfinanzierung.

Die IVAM ist sich der Bedeutung und der Schwierigkeiten von internationalen Aktivitäten für ihre Klientel aus kleinen und mittelständischen Unternehmen bewusst und berücksichtigt deshalb auch die internationale Dimension. Schon seit längerer Zeit werden nicht nur deutsche Mitglieder aufgenommen, im Oktober 2001 wurden Unternehmen aus mehreren europäischen Ländern und sogar eines aus den USA auf der Mitgliedsliste geführt. Auf der Hannover Messe 2001 unterzeichneten die IVAM und ihre niederländische ‚Schwesterorganisation‘ MINAC eine Kooperationsvereinbarung, die als ”Grund-

¹⁵ der inzwischen sein Geschäftsführungsposten an eine andere Person übergeben hat.

stein für ein europäisches High-Tech-Netzwerk für die Mikrotechnik" (INNO Nr. 19, 3/01) verstanden wird.

5.1.1 Zur Vermittlungsfunktion der IVAM

Ihre Marketing- und Vermittlungsfunktion macht die IVAM besonders für kleinere und mittlere Unternehmen mit begrenzten Ressourcen (und in diese Kategorie fallen alle MST-Unternehmen in Dortmund) interessant. Dementsprechend unterstreicht einer unserer Interviewpartner die Bedeutung der IVAM, die "als Zusammenschluss von solchen Firmen die Möglichkeit bietet, eine gewisse Lobbyarbeit zu machen und Dinge zu bündeln, die für eine Firma interessant sind". Das ist aber nur ein Vorteil von IVAM. Angesichts der Tatsache, dass die Mikrosystemtechnik-Szene in Dortmund gerade erst entsteht und dass dieser Entstehungsprozess durchaus mit erheblichen Abschottungstendenzen zwischen den Unternehmen verbunden ist, bietet diese (regionale) Interessengemeinschaft eine Plattform, auf der Wissen ausgetauscht und Kontakte gepflegt werden können. Dazu der selbe Interviewpartner: "Die Szene gründet sich ja erst und die Firmen sind geschüttelt vom Misstrauen voreinander. Das ist völlig klar. Trotzdem müssen sie an bestimmten Stellen, da wo die Technologien nicht in Konkurrenz stehen, sondern sich überlappen, zusammenarbeiten." Um kooperieren zu können, müssen sich die möglichen Partner jedoch erst einmal kennen, müssen die Angebote und Fähigkeiten der anderen Unternehmen einschätzen können – und dazu trägt die ‚Plattform‘ IVAM bei. Zum Beispiel durch die Mitgliederversammlungen, aber auch durch Workshops, Diskussionsrunden und ähnliche Veranstaltungen, die zum Teil auch in Kooperation mit anderen Organisationen (wie etwa der ISEMATECH) organisiert werden.

Angesichts der ausgeprägten Industrieorientierung nicht weiter verwunderlich ist die Tatsache, dass sich auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik tätige akademische Forscher weitaus weniger enthusiastisch zum Thema IVAM äußern. Außer "ein paar Mitteilungen hin und wieder" habe ihm die Mitgliedschaft bei IVAM bis jetzt nichts gebracht, sagte einer unserer Gesprächspartner, er habe sich "daraufhin auch mal kräftig beschwert" und habe den vagen Eindruck, dass es jetzt etwas besser werde. Die grundsätzliche industrielle Orientierung bleibt jedoch ganz klar bestehen. Selbst stark anwendungsorientiert arbeitende Forscher werden ignoriert, unser Interviewpartner sprach davon, dass "Gegensätze künstlich aufgebaut" würden. Das lässt sich damit erklären, dass anwendungsorientierte Institute eine – staatlich subventionierte – Konkurrenz für Unternehmen darstellen, die sich mit innovativen Themen beschäftigen – und damit für die Klientel von IVAM.

5.1.2 Fallstudie AVT-Zentrum

Das im Jahr 2000 eröffnete Zentrum für Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT-Zentrum) bietet Beratung zu allen Fragen der Aufbau- und Verbindungstechnik sowie die Entwicklung und Fertigung von Prototypen, Muster- und Nullserien. Vier Unternehmen aus dem Dortmunder Technologiepark sind daran beteiligt: HL-Planar, Bartels, Raith und microParts. Ursprünglich wollten sich auch ht-Mikroelektronik und Elmos engagieren, haben sich aber aus dem Vorhaben zurückgezogen. Zu den Gründen für den Rückzug von ht-Mikroelektronik ist uns nichts bekannt. Einer unserer Interviewpartner gab jedoch an, Elmos habe sich aus dem Projekt ausgeklinkt, "weil durch ihr starkes Wachstum viele Dinge so groß geworden sind im Hause Elmos, dass man dort investieren möchte, unabhängig von irgendwelchen äußeren Bedingungen".

Die Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik sind es, erstens dafür zu sorgen, dass die einzelnen Komponenten eines Mikrosystems zusammenarbeiten und miteinander kommunizieren können (sog. First-Level-Packaging). Zweitens muss das Gesamtsystem verpackt, gecoated, werden, um es vor schädlichen Umwelteinflüssen zu schützen (Second-Level-Packaging). Die Aufbau- und Verbindungstechnik ist für viele Mikrosystemtechnik-Vorhaben ein kritischer Punkt und deshalb insgesamt von strategischer Bedeutung, sodass das Zentrum eine wichtige Bereicherung für den Mikrosystemtechnik-Standort Dortmund darstellt. Die Bedeutung der Aufbau- und Verbindungstechnik verdeutlicht auch das sich im Aufbau befindende AVT-Netzwerk NRW, zu dem neben dem Zentrum in Dortmund weitere Zentren in Lippstadt, Aachen und Duisburg gehören.

Organisatorisch ist das "58 Millionenprojekt" (in DM) (Markfort 1999: 2) AVT-Zentrum eine äußerst interessante und innovative Lösung: Das Land NRW finanziert die benötigten Gebäude und Maschinen und vermietet sie zu einem "attraktiven Mietzins" (einer unserer Interviewpartner) an die beteiligten Unternehmen weiter. Die Unternehmen haben die Exklusivrechte an den Maschinen, sind im Gegenzug aber dazu verpflichtet, die Technologien Dritten als Dienstleistung zugänglich zu machen (Foundry-Service). Die Marketing- und Vertriebsaufgaben des AVT-Zentrum übernimmt mit der IVAM ein mit den Unternehmen eng verbundener Akteur, der sich mit den spezifischen Gegebenheiten des Marktes bestens auskennt.

5.2 Bioindustry e.V. – Mikrosystemtechnik als eine Basis für die Bioindustrie

Mit dem Verein Bioindustry e.V., der Ende 2000 gegründet wurde, hat sich ein Teil der Akteure in der lokalen Mikrosystemtechnik-Szene eine Ausrichtung gegeben. Zwar bedeutet dies nicht, dass sich Unternehmen oder Forschungseinrichtungen künftig ausschließlich in dem Bereich der Biotechnologie betätigen werden. Eine derartige thema-

tische Bündelung gab es jedoch vor diesem Zusammenschluss in der Region noch nicht. Die im Rahmen von Bioindustry aufgebaute Infrastruktur mit insgesamt 50 beteiligten Unternehmen und Forschungseinrichtungen, erstreckt sich über den Kreis Unna, Bergkamen, Castrop-Rauxel, Dortmund, Herdecke und Witten (www.bioindustry.de).

Der Zusammenschluss bezeichnet sich selbst als "vernetztes und integriertes Servicecluster" (www.bioindustry.de). Ziel ist es, den Fluss entlang der Wertschöpfungskette, von der Entwicklung bis hin zum Verkauf, zu verbessern. Zu dem Service gehören die Weitergabe von Know-how und die Möglichkeit, Forschungslabore und Fertigungskapazitäten zu nutzen. Die thematische Gliederung des Vereins umfasst Biotechnologie, Grundlagenforschung und Mikrostrukturtechnik.

Für die Akteure der MST im Dortmunder Raum ergibt sich laut der Angaben von Bioindustry folgende Einstufung in die Wertschöpfungskette: Bartels Mikrotechnik, STEAG microParts, AG Mikrostrukturtechnik, IVAM NRW e.V. und das Institut für Spektrochemie und angewandte Spektroskopie (ISAS) und G.A.S. Gesellschaft für analytische Sensorsysteme mbH sind in der Entwicklung und der Fertigung angesiedelt. Weiter Akteure gibt es auf diesen Stufen nicht. Auf der nächsten Stufe, der 'Modellbasierten Prozessauslegung und Optimierung von systemabhängigen Größen' verbleiben lediglich zwei Dortmunder Unternehmen von insgesamt sechs aufgeführten, die G.A.S. und STEAG microParts. In der Produktion wechseln die Akteure zwar zum Teil, aber auch hier bleiben STEAG und G.A.S. die einzigen Vertreter aus Dortmund.

Außerdem wird zwischen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und ergänzender Infrastruktur differenziert. Im Vorstand des Vereins sind alle Bereiche vertreten. Vorstandsvorsitzender des Vereins ist Dr. Reiner Wechsung (STEAG microParts). Für die Wissenschaft ist Prof. Dr. Rolf Kinne vom MPI Vertreter des Vorstandsvorsitzenden. Außerdem sind Guido Baranowski, Geschäftsführer des Technologiezentrums Dortmund und Professor Dr. Kay Niemax (Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie) als Vertreter der "unterstützenden Infrastruktur" im Vorstand (<http://www.bioindustry.de>).

Ausschlaggebend für die Gründung des Vereins dürfte der Wettbewerb 'BioProfile' des BMBF gewesen sein. Der Wettbewerb hatte das Ziel möglichst viele deutsche Regionen im Bereich der Biotechnologie zu mobilisieren. Das Vorhaben wurde 1999 gestartet. Die drei Gewinner, Berlin/Potsdam, Braunschweig/Göttingen/Hannover sowie die Region Stuttgart/Neckar-Alb teilen sich Fördermittel von insgesamt 50 Millionen €. Hier schaffte es Bioindustry, mit 20 anderen Regionen in die Endrunde zu gelangen. (www.bioindustry.de)

5.3 Fallstudien zu einzelnen Kooperationen aus unterschiedlichen Perspektiven

Neben diesen institutionalisierten Strukturen innerhalb des Feldes der Mikrosystemtechnik im Raum Dortmund lassen sich auf der Ebene einzelner akteurspezifischer Vorhaben und Kooperationsbeziehungen der Entwicklungsstand und die Qualität regionaler Kooperationschancen exemplarisch beleuchten.

5.3.1 Fallstudien ‚Kooperation aus der Perspektive der Unternehmen‘

Die Fallstudien aus der Unternehmensperspektive konzentrieren sich auf zwei Unternehmen, die in die Kategorie ‚reine‘ Mikrosystemtechnik-Unternehmen eingeordnet werden und sich vor allem in den regional relevanten Feldern der Sensor-, Mess-, Umwelt und Medizintechnik engagieren. Zum Zweck eines kontrastiven Vergleichs haben wir ein eher kleines Unternehmen – die Bartels GmbH – und ein inzwischen stark expandierendes Unternehmen – die HL-Planar GmbH – ausgewählt.

Aus der Perspektive des kleinen Unternehmens Bartels hat eine akteursübergreifende Kooperation einen zentralen Stellenwert: Denn – so ein Interviewpartner – ”ohne Kooperation kann man eigentlich im Mikrotechnologie-Bereich überhaupt nichts machen”. Als Komponentenentwickler und Dienstleister ist das Unternehmen eng in Kooperationen eingebunden. Die Komponenten, die das Unternehmen anbietet, werden insbesondere für medizintechnische Applikationen benötigt. Die Kunden (und Kooperationspartner) sind demzufolge vorwiegend medizintechnische Firmen, die in diesem Bereich Produkte entwickeln (etwa ein Blutzuckermessgerät). Auf Grund des Nischencharakters der bedienten Märkte stammen die Kunden vorwiegend aus dem deutschen und europäischen Raum. Insofern fungiert Bartels allein als Zulieferer der mikrotechnischen Produktkomponenten, die unter der Verantwortung des Abnehmerunternehmens in eine Komplettlösung integriert werden.

Die Kooperationsintensität auf der vertikalen Ebene wird vor allem technologisch begründet: Auf Grund des hohen Komplexitätsgrades der beispielsweise in einem medizintechnischen Produkt integrierten Einzeltechniken, müssen medizintechnische Unternehmen mit einer Reihe von Zulieferern wie Bartels zusammen arbeiten. Auf der horizontalen Ebene kooperiert Bartels mit ”zwei, drei Unternehmen aus dem Bereich der Mikrotechnologie, ... wo man sich auch austauscht, wo dann auch zum Beispiel das, was wir in prototypischen kleinen Serien machen, in Stückzahlen umgesetzt werden kann”. Bartels baut in dem Zusammenhang Partnerschaften mit der mgt Mikroglass Technik AG aus Mainz und der Mildendo GmbH aus Jena aus, die sich gemeinsam als ‚Systemanbieter‘ am Markt durchsetzen wollen. Mit akademischen Partnern hingegen wird, zumindestens was potentielle Partner der Dortmunder Hochschulen betrifft, kaum

zusammengearbeitet. Bartels orientiert sich vielmehr an akademischen Partner, die wie die Uni Essen oder das Forschungszentrum Karlsruhe nicht in der nahen Region verortet sind. Regionale Kooperationen sind deshalb generell laut Aussage unseres Interviewpartners "so gesehen eingeschränkt. Mikrotechnologie ist ja nichts, was man regional sehen kann".

Das größere Unternehmen HL-Planar hat nur in einzelnen Bereichen Konkurrenten am Markt, denn "es gibt kein Unternehmen, was von den Produktfeldern so [breit] aufgestellt ist wie wir". Das bringt zwar den Vorteil mit sich, dass das Unternehmen produktfeldbezogene Auftragslücken leicht kompensieren kann. Es macht es allerdings erforderlich, dass HL-Planar "von den Entwicklungsingenieuren und von den Entwicklungen sehr viel vorhalten muss und auch sehr viel kooperieren muss mit anderen. Weil natürlich, wenn sie sich auf ein Feld konzentrieren, können sie ganze Entwicklungsabteilungen in diesem einen Feld beschäftigen. So müssen die Leute sich bei uns mit mehreren Dingen beschäftigen." Auf der Basis dieser breiten Ausrichtung des Unternehmens konzentriert man sich auf Abnehmerbranchen mit einem erheblichen Stückzahlpotenzial, in diesem Fall auf den Automotive-Bereich und auf den Consumer-Bereich.¹⁶

Die Kooperationspartner des Unternehmens stammen sowohl bezogen auf den privatwirtschaftlichen als auch bezogen auf den akademischen Bereich aus der gesamten Bundesrepublik, kommen aber auch aus dem regionalen Umfeld: "Wir sind mit micro-Parts und wie sie alle heißen, haben wir also Kooperationen, die auch gelebt werden, wo wir also auch zusammen arbeiten." Dazu gehört ohne Zweifel, dass man sich über die jeweils aktuellen Arbeitsschwerpunkte austauscht. Dazu gehört aber auch, dass zwischen den Unternehmen, die sich beispielsweise im Technologiepark niedergelassen haben, Synergien ergeben, die sich aus konkreten, gerade räumlich bedingten Kooperationen ergeben: "Dass wir zum Beispiel ein bestimmtes Messequipment bei anderen Unternehmen mal nutzen können, dass wir im besten Fall auch mal eine Einkaufsgemeinschaft für eine bestimmte Geschichte nutzen, bei der man sich mal gegenseitig hilft."

Dem Unternehmen kommt zugute, dass in der Region Zulieferer für die Automobilindustrie wie Kostal verankert sind, für die die angebotenen Problemlösungen interessant sind: "Im Falle des Luftströmungssensors ist es halt so, wir liefern diesen kleinen Luftmassenströmungssensor. Der Kunde lässt eine Elektronik dazu fertigen, verbindet bei-

¹⁶ "Weil sie können diese Technologien nur wirtschaftlich sinnvoll betreiben wenn sie Stückzahlen haben. Alle andern sind schön, bringen auch Geld. Weil natürlich jemand der 1.000 Stück macht, ist bereit einen ganz anderen Preis auch zu zahlen pro Stück, als jemand der eine Million von dem Teil abnimmt. Aber in der Regel ist das halt so, dass sie den Prozess wirtschaftlich nicht aufrechterhalten könnten für denjenigen, der nur die 1.000 nimmt, wenn sie den anderen nicht hätten."

des miteinander, gleicht das Ganze ab. Baut es in ein Gehäuse auf und liefert diese Komponente als kompletten Luftmassenmesser. Dann weiter an einen automobilen Kunden, oder an einen anderen Zwischenzulieferer oder was auch immer.“ Auch für Unternehmen aus traditionellen Branchen (Maschinenbau) können mikrosystemtechnische Unternehmen Hilfestellungen bei der Modernisierung ihrer Produktpaletten anbieten: ”Die müssen sich ja auch weiter entwickeln. Und die wünschen sich natürlich auch, dass sie Zulieferer vor der eigenen Tür haben, die ihnen wieder neue Sachen antragen.“ Wichtig ist hierbei, dass das Unternehmen auf der Basis des eigenen sensortechnologischen Know-hows eng mit den jeweiligen Kunden zusammen arbeitet, um die Anpassung und Integration der eigenen Technologien mit den Systemvorstellungen sowie -spezifikationen der Kunden gewährleisten zu können.

Auch die Kooperation im AVT-Zentrum ist für das Unternehmen unter Standortbedingungen betrachtet sehr positiv. HL-Planar profitiert nicht nur davon, dass es die Maschinen für die eigene Fertigung im AVT-Zentrum billig anmieten kann. Zudem wird es in die Lage versetzt, weitere Prozessschritte unter die eigene Kontrolle zu bekommen, die bislang von externen Partnern abgedeckt werden mussten. Als Gegenleistung stellt es bestimmte Technologien und das dazugehörige unternehmensspezifische Know-how Dritten zur Verfügung: ”Wir haben zum Beispiel einen speziellen Prozess zur Herstellung von Glaslotverbindungen. Und das ist ein Prozess, der ist in der Automobilindustrie abgesehen. Das ist ein Super-Prozess. Den stellen wir auch anderen da zur Verfügung.“ Der Vorteil für die externen Kunden besteht darin, dass diese die Kombination einer öffentlich geförderten Infrastruktur und einzelunternehmerischer Wissensbestände nutzen können, die es sonst in der Weise nicht gäbe und ohne dass das betreffende Unternehmen selbst die Fertigungsprozesse verstehen muss: ”Der Dritte, der muss nur sagen: ‚Könnt Ihr diesen Prozess auf dieser Maschine fahren?‘ Und das schätzen wir dann ein und sagen: ’Okay, das können wir für Dich tun.‘“

5.3.2 Fallstudie ‚Kooperation aus der Perspektive der Universität‘

Einen weiteren Einblick in die Möglichkeiten und Grenzen der Initiierung und Durchführung regionaler Kooperation bietet die Betrachtung eines F&E-Projektes der Arbeitsgruppe (AG) Mikrostrukturtechnik der Universität Dortmund sowie des Instituts für Spektrochemie und Spektroskopie (ISAS) in Dortmund mit dem chemisch-pharmazeutischen Unternehmen Merck in Darmstadt (Hessen). Die Arbeitsgruppe konnte über einen mehrjährigen Unterauftrag Mittel in einem erheblichen Umfang von der Firma Merck akquirieren (pro Jahr: 100.000 €). Ziel des Projektes war es, im Bereich der Analysetechnik einen preisgünstigen Mikrofluidik-Chip für die Analyse von Lebensmitteln und pharmazeutischen Produkten zu erarbeiten.

Ogleich diese Kooperation gerade nicht regional ausgerichtet gewesen ist, lassen sich sowohl mit Bezug auf ihre Initiierung als auch mit Bezug auf die Konsequenzen der erfolgreichen Demonstrator-/Prototypentwicklung die Möglichkeiten regionaler Kooperation verdeutlichen. Denn die Idee, im Bereich der Analysetechnik einen serientauglichen Mikrofluidik-Chip in einem Plexi-Glas-Gehäuse zu erarbeiten, stammte gerade nicht von einem der beiden Partner, sondern von dem im Dortmund ansässigen Institut für Spektroskopie und Spektrochemie (ISAS). Allerdings scheint diese Idee in einer direkten Kooperation zwischen dem privatwirtschaftlichen Unternehmen und dem Forschungsinstitut nicht durchführbar gewesen zu sein, sodass sich beide Institutionen 1998/99 mit einer Kooperationsanfrage zuerst an microParts wandten. Dieses Unternehmen wollte aber wegen eigener erfolgreicher Produktentwicklungen zu diesem Zeitpunkt keine Neuentwicklung durchführen: Dadurch – so ein Vertreter der Arbeitsgruppe – ”haben wir eine Chance gekriegt”, denn nach der Absage von microParts ”ist ISAS und Merck zu uns gekommen und sie haben gesagt: ‚Könnt Ihr das für uns machen?‘. Und das haben wir dann auch getan. Wir haben dann zwei Jahre daran gearbeitet und sind soweit, dass wir die ersten hundert Teile fertig haben und die funktionieren auch [2000].”

Die Arbeitsgruppe bekam also den Auftrag, eine Vorentwicklung in einer geringen Stückzahl zu erstellen, die anschließend in ein fertigungsreifes Produkt überführt werden sollte. Der Chip wurde von Merck getestet und anschließend von der Arbeitsgruppe optimiert. Nachdem die unternehmensinterne Entscheidung gefallen war, einer Weiterentwicklung ‚grünes Licht‘ zu geben, bot es sich an, noch einmal auf microParts zuzugehen und zu sagen: ”Ihr dürft jetzt produzieren“. Und das wollen die.” Da es nunmehr um eine erste fertigungstechnische Überführung einer Vorentwicklung ging, in der zwar noch nicht die Endserie in hohen Stückzahlen, sondern die Vorserie von bis zu 10.000 Chips zu fertigen ist, willigte das Unternehmen ein. Nach einer Angebotserstellung bekam microParts im Februar 2000 den Auftrag (vgl. auch: Bender/Bromberg 2002).

5.3.3 Fallstudie ‚Zur Symbiose der Fachhochschule mit einem Unternehmen‘

Einen weiteren Einblick in die Möglichkeiten und Grenzen einer regionalen Kooperation bietet die folgende Fallstudie, die sich auf die wechselseitigen Beziehungen zwischen einem Lehrstuhl der Fachhochschule (FH) Dortmund und einem kleinen Unternehmen bezieht. Die Forschungsarbeit an Fachhochschulen gestaltet sich im Allgemeinen schwierig. Die Ausstattung ist wesentlich schlechter als an der Universität. Gelder für Personal sind kaum vorhanden und Forschungsarbeiten durch Promotionen nicht möglich. Die Firma Sensor Devices zeigt, wie derartige Forschungsarbeiten im Feld der Mikrosystemtechnik trotz widriger Umstände gelingen können. Außerdem ist sie ein

seltene Beispiel für eine tatsächlich dauerhafte Bindung zwischen Forschungseinrichtung und Unternehmen. Gegründet wurde das Unternehmen, das zehn Mitarbeiter in Europa beschäftigt, von zwei Personen, Prof. Dr. Wiegleb von der FH Dortmund, Fachbereich Elektrische Energietechnik und einem Geschäftsmann aus dem Bereich der Gasmesstechnik.

Die Leistungen von Sensor Devices umfassen die kundenorientierten Entwicklungen von Gassensoren, Transmittern und Analysatoren. Der Handlungsbereich geht über den nationalen Markt hinaus und erstreckt sich auf angrenzende Länder. Gefördert wird Sensor Devices im Rahmen des Technologie-Programm-Wirtschaft (TPW) vom Land Nordrhein-Westfalen (<http://www.redaktion.net/transferbrief/>). Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten stammen aus der Kooperation mit Prof. Wiegleb, der eine Doppelrolle als Vertreter der Fachhochschule und der Firma Sensor Devices innehat. Innerhalb der FH ist er am Zentrum für Umweltmesstechnik und Chemosensorik (ZUK) tätig, beziehungsweise Leiter des Labors. Zum Zeitpunkt der Gründung war die Miniaturisierung von Infrarotgassensoren ein Schwerpunktthema des Lehrstuhlinhabers. Aus den damaligen Entwicklungen ergaben sich marktfähige Produkte. Eine kommerzielle Vermarktung erforderte die Gründung eines Unternehmens, da an der FH zwar Muster produziert werden können, aber keine Serien.

Die Kooperationen der Fachhochschule mit Sensor Devices und anderen Einrichtungen oder Unternehmen beruhen auf einem gegenseitigen Nutzen. Über die Fachhochschule sind Entwicklungen und Forschungsarbeiten kostengünstiger durchzuführen, als dies in einer eigenen F&E-Abteilung möglich wäre. Von Vorteil ist hierbei die vorgeschriebene Praxiserfahrung der Fachhochschulprofessoren. Projekte der Fachhochschule gehen dann, nach erfolgreichem Abschluss, etwa bei Sensor Devices in Serie. Ein Beispiel hierfür ist ein miniaturisierter Gassensor, der Kohlendioxid-Konzentrationen erfasst. Der Sensor wurde am ZUK unter der Leitung von Prof. Wiegleb entwickelt und bis zur Serienreife geführt. Sensor Devices stellt inzwischen Kleinserien des Gassensors her. (<http://www.redaktion.net/transferbrief/>). Der gegenseitige Nutzen besteht aber auch darin, dass über Kooperationen der Mangel an technischen Einrichtungen kompensiert werden kann.

Dies zeigt ein weiteres Forschungsprojekt an der Fachhochschule, das im Bereich der Grundlagenentwicklung liegt: der mikromechanische Quecksilbersensor. Das Projekt lief in Kooperation mit der Universität Dortmund und der Firma HL-Planar, die Designvorgaben des ZUK realisierte. Die Kooperation mit der Universität dient in diesem Rahmen der Nutzung von technischen Einrichtungen, die an der Fachhochschule nicht vorhanden sind. Hinzu kommt, dass es persönliche Kontakte von Mitarbeitern der FH zu dem Lehrstuhl Elektrotechnik an der Universität gibt und eine Mitarbeiterin im

Rahmen dieses Projektes an der Universität promoviert. Mit dem ZUK ist Sensor Devices auch indirekt an Bioindustry beteiligt. Das ZUK und die Firma Sensor Devices bilden eine Kooperation, die zwar als Lösung für die Forschungsarbeit an der Fachhochschule und des Unternehmens zu sehen ist, allerdings isoliert von anderen Akteuren vermutlich nicht bestehen könnte.

6. Das dortmund-project – Aufbruch zu neuen Ufern?

Auf Grund der Regionalisierungstendenzen der staatlichen Steuerungs politik (vgl. Jonas/Nover 2001) sind mittlerweile die Städte und Kommunen dazu übergegangen, ihr ökonomisches Potential zu vermarkten und auszuschöpfen. Vor diesem Hintergrund haben die Stadt Dortmund und die Thyssen-Krupp AG begleitet von der Unternehmensberatung McKinsey & Co. eine Initiative ins Leben gerufen: das ‚dortmund-project‘. Auf zehn Jahre angelegt, konzentriert sich das dortmund-project auf den Aufbau junger, dynamischer Wirtschaftszweige und verfolgt die Zielsetzung, 70.000 neue Arbeitsplätze zu schaffen. Wie ein Interviewpartner bemerkte, wurde das dortmund-project gemeinsam von einer Reihe regional relevanter Akteure und Akteursgruppen initiiert und konzipiert: ”Dies ist von Beginn an gemeinsam gemacht worden mit Mitarbeitern der IHK, Handwerkskammern, mit Vertretern des Deutschen Gewerkschaftsbundes und mit den Universitäten. Das bedeutet von Beginn an haben wir Akteure, die vor Ort vorhanden sind und die überhaupt in diesen Kategorien denken und arbeiten, die für das dortmund-project interessant sind, mit eingebunden.”

Zu den neuen Führungsindustrien der Dortmunder New Economy gehören E-Commerce, Mikrosystemtechnik und E-Logistik. Mit der Förderung neuer Branchen sollen relevante Wertschöpfungsketten sowie die ansässigen Unternehmen gestärkt werden. Hierbei geht man davon aus, dass diese technologischen Felder ein sehr hohes Wirtschafts- und Zukunftspotential aufweisen und somit die Möglichkeit bieten, durch gezielte Förderung von Unternehmen Clusterbildungsprozesse anzuregen. Einen dieser Schwerpunkte des Projektes bildet die Mikrosystemtechnik, welche dazu beitragen soll, etwa 6.600 bis 11.200 Arbeitsplätze in den nächsten zehn Jahren zu schaffen. Mit einer Vielzahl von kommunalen und landespolitischen Maßnahmen soll Dortmund zum wichtigsten Standort für Mikrosystemtechnik ausgebaut werden: ”In diesem Fall sieht die Unterstützung so aus, dass jetzt auf kommunaler Ebene unser Oberbürgermeister Dr. Langemeyer sehr an diesem Thema interessiert ist und andererseits sind auch die verschiedenen Landesministerien, wie beispielsweise das Ministerium für Arbeit, Soziales, Qualifikation und Technologie auch sehr daran interessiert bezüglich Qualifikationsmaßnahmen. Des Weiteren gibt es auch von Landesseite Interesse, diese Infrastruktur-

maßnahme MST-Factory in Dortmund zu etablieren, um die Mikrosystemtechnik auf einen breiteren Fuß zu stellen.” (so ein Vertreter des dortmund-projects)

Die MST-Factory Dortmund präsentiert sich als Gesamtkonzept zur Förderung von Unternehmen aus dieser Branche. Die Förderung basiert auf der Lösung verschiedener Problematiken des klassischen Jungunternehmers aus diesem technologischen Feld. Das Kernelement der MST-Factory bildet der so genannte MST-Inkubator. Dieser basiert darauf, dass neu gegründeten Unternehmen dieser hochtechnologischen und kapitalintensiven Branche eine ansprechende Infrastruktur zur Verfügung gestellt wird. Jedem Unternehmen soll die Möglichkeit geboten werden, auf Mietbasis ein für diese Zwecke extra errichtetes Zentrallabor zu nutzen. Von der Konzeption ist der MST-Inkubator her so ausgelegt, dass ”in diesem Zentrallabor auch Personal stehen wird, das diese Maschinen bedient. Wenn ein Gründer in diese MST-Factory einzieht, bezieht er dann normale Bürozimmer und kann diese zentralen Anlagen nutzen. Und zwar auf Mietbasis. Das bedeutet, dass er nicht jetzt sofort ein paar Millionen Mark bezahlen muss, sondern dass er auf Mietbasis über eine gleichmäßige Belastung seine Entwicklungsarbeit tätigen kann.”

Dennoch gibt es berechtigte Zweifel an der Umsetzung des MST-Factory Konzeptes . Zu hohe Kosten des Bauprojekts (über 30 Millionen €) und die noch fehlenden Mietverträge lassen bei den Kommunalpolitikern Zweifel über die ökonomische Tragfähigkeit aufkommen. Dies begründet sich vor allem darauf, dass die Umsetzung des Konzeptes nicht unwesentlich davon abhängig gemacht wird, Risikokapital in ausreichender Höhe einzuwerben. Nach dem Niedergang der New Economy ist dies besonders kritisch, da Wagniskapital schwerer als in Zeiten schneller Wachstumsphasen zu erhalten ist. Das Konzept muss nun nachweisen können, dass es alle Umstände berücksichtigt und Erfolgsaussichten auch unter erschwerten Bedingungen bestehen.

Solche Zweifel sind durchaus berechtigt. So konnte die Entscheidung über den Kauf des Grundstückes auf Phoenix-West zum Bau der MST-Factory erst durch Nachverhandlungen des Stadtrates mit der LEG, der Eigentümerin des Grundstückes, gefällt werden, was das Projekt zeitlich nach hinten wirft. Wie in der taz-ruhr berichtet wird (vgl. Joeres 2001), hat sich in der geplanten MST-Factory bislang nur ein Unternehmen ‚eingekauft‘. Die schlechte Akzeptanz seitens der Unternehmen lässt sich durch mangelnde Risikobereitschaft seitens der Bauherren erklären: Erst, wenn genügend Flächen an interessierte Unternehmen vermietet worden sind, wird das beauftragte Bauunternehmen mit der genauen Planung und dem Bau des Zentrums beginnen. Ein derartig langer Planungshorizont stellt eine hohe Barriere für jungen Unternehmen dar: Während der ‚Wartezeit‘ sind sie in der Schwebe und haben keine klare Entscheidungsgrundlage. Das

erklärt, dass die Unternehmen den Machern der MST-Factory nicht gerade die Tür einrennen.

Die geringe Nachfrage der Unternehmen und die hohen Investitionskosten waren laut Tagespresse dann auch der Grund dafür, dass im Rat der Stadt Dortmund lange Zeit keine Mehrheit für den Bau der Factory zustande kam (vgl. WAZ, 25.10.01; WR, 07.11.01). Die kritischen Stimmen, die eine kurzfristige Realisierung der MST-Factory für illusorisch halten, häufen sich. Eine Lösung könnte die Stadt Dortmund anbieten, wenn sie mit eigenen finanziellen Mitteln in Vorleistung treten würde, denn damit wäre die Nachfrage eventuell zu steigern.

Neben dem MST-Inkubator gibt es innerhalb der Factory den Bereich Idea-Lab, in dem erfahrene Anwender, die selber kein wirtschaftliches Ziel verfolgen, technische und betriebswirtschaftliche Hilfestellung leisten. Diese Hilfestellung besteht aus Machbarkeitsstudien, Beratungsleistungen, Marktrecherchen, Gutachten und Technologiebewertungen. Mit Hilfe dieser Instrumente sollen Produktinnovationen erfolgreich vorangetrieben werden.

Ein europaweiter Gründungswettbewerb des dortmund projects soll das Potential an Existenzgründern im Feld der Mikrosystemtechnik zusätzlich mobilisieren. Eine Jury – bestehend aus Rechtsanwälten, Marketingexperten, Patentanwälten und Unternehmensberatern – bietet Hilfestellungen bei der Erstellung eines Business-Plans, der im Rahmen des Gründungswettbewerbs prämiert wird. Inzwischen wurden im Rahmen des Dortmunder Gründungswettbewerbes die besten sechs Geschäftsideen ausgewählt und prämiert. Die beiden ersten Preise wurden an die jungen Dortmunder Unternehmen Speed@al.companny und 5Senses vergeben. Speed@al.companny "entwickelt, baut und vertreibt Sensoren für die Messung von Längen und Geschwindigkeiten" (RN 25.09.01), 5Senses "stellt Sensoren her, mit deren Hilfe sich vorhersagen lässt, wann eine Pumpe versagt" (RN 25.09.01). Mit den beiden Unternehmen wird die technologiefeldbezogene Ausrichtung in Dortmund in Richtung Sensortechnologie verstärkt.

7. Anfang einer Clusterbildung?

Damit sind wir an dem Punkt angelangt, an dem es sinnvoll ist, ein Resümee zu ziehen, um Antworten auf die eingangs gestellten Fragen zu geben: Kann man auf der Basis unserer Ausführungen davon sprechen, dass im Dortmunder Raum ein Mikrosystemtechnikcluster entstanden ist, oder muss nicht vielmehr festgestellt werden, dass hier erst der Anfang eines Clusterbildungsprozesses beobachtet werden kann. In diesem Zu-

sammenhang wird auch darauf einzugehen sein, auf welchen tragfähigen Mechanismen die bisherigen Entwicklungsprozesse in der Mikrosystemtechnik beruhen.

(1) Wie unsere Ausführungen deutlich machen, ist es auf der Basis des Cluster-Konzeptes sinnvoll, die Spannbreite der Unternehmen, die sich mit mikrosystemtechnischen Themenstellungen befassen, zu erweitern und auch solche Unternehmen in den Blickwinkel zu nehmen, deren Kernaktivitäten auf andere technologische Problemstellungen ausgerichtet sind. Die Ergebnisse unserer Internetrecherche zeigen, dass im Dortmunder Raum weitaus mehr Unternehmen diesem kombitechnologischen Feld zugeordnet werden können, als dies bislang in der öffentlichen Diskussion getan wird. Mit den beiden im Verlauf des Gründungswettbewerbs des dortmund-projects prämierten Unternehmen hat sich die Anzahl der Unternehmen auf etwa 20 erhöht. Die Unternehmen lassen sich unterschiedlichen mikrosystemtechnischen Feldern zuordnen. Es verwundert also nicht, dass die Unternehmen in einer Reihe verschiedener Wertschöpfungsketten und hier zumeist auf einzelnen Wertschöpfungsstufen tätig sind.

(2) Zwar stützen unsere Befunde die in der öffentlichen Diskussion genannte Anzahl vorhandener Arbeitsplätze, aber die Entwicklung der Zahlen hängt erheblich von den Expansionsmöglichkeiten der Unternehmen in den kommenden Jahren ab. Schenkt man den Verlautbarungen der Unternehmen Glauben, scheinen einem Wachstumskurs keine unüberwindbaren Hürden im Wege zu stehen: Bei HL-Planar geht man beispielsweise davon aus, dass nach der kürzlichen Einführung eines Drei-Schichtsystems im Produktionsbereich die Mitarbeiterzahl weiter, wenn auch schwächer als in den vorherigen Jahren, zunehmen wird. Das Unternehmen erwartet eine Entwicklung der Beschäftigtenzahl, die sich proportional zu der anvisierten Umsatzsteigerung verhält. Dieser vorsichtigen Prognose stehen weitaus optimistischere zur Seite: So möchte das Unternehmen LIMO bis zum Jahr 2005 die Mitarbeiterzahl von derzeit knapp 30 auf 300 verzehnfachen (vgl. www.limo.de). Auch microParts mit seinen 200 Beschäftigten beabsichtigt, Umsatz und Mitarbeiteranzahl in den nächsten drei Jahren noch einmal zu verdoppeln.

Allerdings scheint es mehr als fraglich, ob der Aufbau neuer Arbeitsplätze in diesem prognostizierten Umfang tatsächlich innerhalb der genannten Zeiträume eintreten wird. Ohne Zweifel hat die wirtschaftliche Talfahrt in der Bundesrepublik auch die Dortmunder Unternehmen erreicht. Der Kursverfall börsennotierter Unternehmen im DAX findet sein Pendant im DoX – dem Dortmunder Aktienindex –, der im September 2001 (nach den Anschlägen auf das World Trade Center in New York) mit einem Rekordminus von 270,8 Punkten schloss. Auch die Aktie des Halbleiterunternehmens Elmos, das zeitweise mit 50 € notiert worden war, "fiel unsanft auf 9,90 € einem neuen historischen Tief." (RN 25.09.01) Selbst beim dortmund-project – als politisch initiiertes Vorhaben gerade-

zu genötigt, optimistische Prognosen zu geben – diagnostiziert man, dass eine gesicherte Aussage über die Entstehung neuer Arbeitsplätze erst nach Abschluss aller Planungen getroffen werden könne (vgl. Joeres 2001). Der anvisierte Aufbau von zigtausend Arbeitsplätzen könnte also weitaus niedriger ausfallen. Zumal der Aufbau von Arbeitsplätzen in der Region nicht nur von der Förderung der Mikrosystemtechnik abhängt. Denn diese Technologie hängt stark von wirtschaftlich gesunden und somit investitionsfreudigen Anwendern ab.

(3) Erfolgreiche Cluster zeichnen sich dadurch aus, dass in ihnen adäquat ausgebildete akademische und nichtakademische Arbeitskräfte tätig und zudem ausreichende Ausbildungskapazitäten und Ausbildungsgänge vorhanden sind, die vor allem die Unternehmen mit neuen Arbeitskräften versorgen können. Wie unsere Befunde zeigen, sind die akademischen und nichtakademischen Ausbildungsgänge in der Mikrosystemtechnik erst im Aufbau. Zur Zeit werden die Unternehmen mit Arbeitskraftanbieter versorgt, die eine Hochschulausbildung in den etablierten Disziplinen durchlaufen haben. Problematisch ist dabei ein bundesweiter Nachwuchsmangel in den Ingenieurwissenschaften. Käme es zu einer personalintensiven Expansion, könnten ähnliche Probleme entstehen, wie sie in der IT-Branche zu beobachten (gewesen) sind. In diesem Fall hätte Dortmund vermutlich weder Standortvorteile noch wesentliche Nachteile gegenüber anderen Regionen innerhalb Deutschlands, wohl aber im internationalen Vergleich.

Noch schwieriger stellt sich die Situation im Fall von Arbeitsplätzen dar, die mit nichtakademischen Arbeitskräften besetzt werden sollen. Denn hier wird man voraussichtlich noch länger eine Qualifikationslücke feststellen können, ganz gleich mit welchem Wachstumstempo sich die Dortmunder Unternehmen entwickeln werden. Diese Lücke rührt daher, dass die bisherigen Ausbildungsinitiativen und -gänge wie die zum Mikro-technologen noch zu schwach entwickelt sind, um die prognostizierte Anzahl von benötigten Arbeitskräften hervorzubringen. Sollte sich in Dortmund tatsächlich innerhalb weniger Jahre – den Zielsetzungen des dortmund-projects entsprechend – ein tragfähiges Cluster der Mikrosystemtechnik herausbilden, wird sich diese Problematik noch weiter verschärfen, auch wenn man an der Schließung dieser Lücke arbeitet. Hierbei scheint zudem die Annahme irreführend zu sein, man könne durch eine breit angelegte Weiterqualifizierung diesen Mangel mit Hilfe arbeitsloser Facharbeiter beheben. Vielmehr spricht einiges für die Vermutung, dass nur eine geringe Zahl arbeitsloser Menschen direkt in dem Feld unterkommen wird. In diesem Zusammenhang führte ein Interviewpartner aus: "Es ist auch keine Alternative zu den alten Industrien, die weggebrochen sind. Das muss man ganz klar sagen. Das sind ganz andere Qualifikationen. Ich sage mal, wenn ein Werk wie Hoesch irgendwas schließt, und die haben gleich ein paar tausend Leute, die arbeitslos werden, der größte Teil davon über 40, mit einer nor-

malen Berufsausbildung, wenn überhaupt. Diese Leute kann man nicht in ein Technologielaor reinstellen und sagen: ‚Jetzt macht mal Mikrosystemtechnik.‘ Das geht nicht.“ Unsere empirischen Befunde, die zu dieser Thematik kaum mehr als erste Hinweise geben können, verdeutlichen jedoch, dass es nicht um die alleinige Fragestellung einer quantitativen Versorgung mit Arbeitskräften geht, sondern letztlich um einen Institutionalierungsprozess, der vor allem durch die Entstehung neuer beruflicher Strukturen gekennzeichnet sein müsste. Wie dieser Prozess verläuft, scheint derzeit noch völlig offen zu sein.

(4) Sicherlich haben Forschungseinrichtungen etwas von ihrer Bedeutung eingebüßt. Durch die Ausbildung zahlreicher Akademiker, die nicht an Hochschulen unterkommen, hat sich ein Forschungspotential in den Unternehmen entwickelt. Beispiele hierfür sind universitäre Spin-offs wie die Gründung der Unternehmen HL-Planar oder Sensor Devices. Dies macht Universitäten oder Fachhochschulen allerdings nicht überflüssig. Neben der Ausbildung von Akademikern für die Mikrosystemtechnik (vgl. www.vdivde-it.de), werden über Diplomarbeiten, Promotionen oder Forschungsprojekte wichtige Kontakte geknüpft. Und natürlich können auch die Forschungsergebnisse von Fakultäten und Lehrstühlen wichtige Impulse für die Entwicklung von Unternehmen bieten.

Die Entwicklungen an der Fachhochschule und Universität Dortmund werden sicherlich durch die Orientierung an dem Erwerb von Drittmitteln orientiert. Förderung durch BMBF und DFG bringen zahlreiche Forschungsprojekte hervor, aber die Förderung alleine reicht nicht aus, um den thematischen Wandel zu erklären. Bei den meisten Fakultäten, die Forschung in der Mikrosystemtechnik betreiben oder Lehrveranstaltungen anbieten, war bereits vorher ein verwandter Schwerpunkt vorhanden. Auch bezieht sich der Erwerb von Drittmitteln längst nicht nur auf öffentliche Gelder, sondern zusätzlich auf selbständige Kooperationen mit Unternehmen. Derartige Kooperationen wiederum erfordern eine starke Orientierung an geeigneten wirtschaftlichen Entwicklungen. Der Einfluss massiver (potentieller) Förderung in einer Region macht sich an den Forschungseinrichtungen in Dortmund deutlich bemerkbar. Seien es die Aktivitäten des MPI und des ISAS im Rahmen des Bioindustry-Projektes oder neue Vorlesungen und Labore an Universität und Fachhochschule zum Thema Mikrosystemtechnik. Die tatsächlichen Kooperationen, also nicht nur die gemeinsame Mitgliedschaft in einem Verein, sondern die Zusammenarbeit an einem konkreten Projekt, halten sich jedoch immer noch in Grenzen. Bei den bekannten Projekten, die nicht auf Kooperationspartner außerhalb der Region zurückgreifen, handelt es sich dabei oft um einen engen Kreis von Akteuren.

(5) Wie es unsere Befunde nahe legen, weist Dortmund neben den Aktivitäten der einzelnen Akteure in der Mikrosystemtechnik zugleich institutionalisierte Strukturen wie die IVAM oder auch die Initiative Bioindustry auf, deren Existenz und Arbeitsweisen erheblich den Entwicklungsverlauf in einem technologischen Feld prägen (können). Vor allem die IVAM ist ein Beispiel eines Unterstützungsnetzwerkes beziehungsweise einer unterstützenden Institution, deren Existenz als eine wesentliche Voraussetzung für Kooperationen zwischen verschiedenen Unternehmen gelten kann und deren Aufbau generell seit einigen Jahren von der Politik massiv gefördert wird. Die IVAM ist ohne Zweifel eine Vermittlungsorganisation, die in der Lage ist, auf die Bedürfnisse der hiesigen KMU einzugehen und deren Interessen zu bündeln. Auffallend ist, dass die IVAM bislang für die KMU vorwiegend im Bereich der ‚Public Relations‘ von Nutzen ist, in ihren anderen Geschäftsbereichen jedoch nicht. Auch wenn sich dies in den nächsten Jahren im IVAM-Geschäftsbereich ‚Foundry Services‘ durch den Aufbau des AVT-Zentrums höchstwahrscheinlich massiv ändern wird, zeigt sich, dass die Vermittlungsleistungen der IVAM noch erheblich intensiviert werden können.

Das betrifft einmal die Vermittlung von Anbietern und Anwendern im Feld der Mikrosystemtechnik. Es betrifft jedoch auch die Dienstleistungsbereiche, in denen es beispielsweise um die Initiierung öffentlich geförderter Verbundvorhaben geht, die die Unternehmen im Rahmen der Mikrosystemtechnik-Förderung des BMBF durchführen können. Obgleich sich hier zwar eine Reihe von Unternehmen beteiligt, könnte dieses Engagement noch erheblich verstärkt werden. Zudem wäre zu klären, ob im Zuge des Aufbaus und der Verstärkung der hochschulbezogenen Aktivitäten im Feld der Mikrosystemtechnik nicht eine stärkere Orientierung der IVAM zu den Akteuren aus dem akademischen Bereich sinnvoll sein könnte.

(6) Es ist schwierig, auf der Basis der Befunde generalisierbare Aussagen über die Kooperationsqualität der Akteure und eindeutige Aussagen über die Art und Weise der Kooperationen im Raum Dortmund zu treffen. Hierbei sind solche Kooperationen gemeint, die darauf ausgerichtet sind, partnerspezifische wie institutionelle Grenzen problemlösungsbezogen zu überwinden, sowie einen wissensintensiven Technologietransfer zu ermöglichen. Auch wenn eine mehr oder minder eindeutige Zuordnung der einzelnen Akteure auf die horizontalen und vertikalen Ebenen der hiesigen Wertschöpfungsketten gelingt, bedarf es weiterer sozialwissenschaftlicher Forschung, die sich dem Aufbau und der wechselseitigen Verzahnung unterschiedlicher Wertschöpfungsketten und -stufen widmet. Abgesehen von dieser Problematik scheint die bisherige Entwicklung im Feld der Mikrosystemtechnik jedoch ihrerseits noch weit von einer eindeutigen Richtung entfernt zu sein. Damit ist beispielsweise eine partnerübergreifende räumliche Ori-

entierung auf bestimmte Wertschöpfungsstufen oder bestimmte Wertschöpfungsketten gemeint, die für die Mehrzahl der Akteure eine bindende Kraft entfalten könnte.

Vor allem die Einzelfallstudien belegen diese Schlussfolgerung: Für ein sehr kleines Unternehmen wie Bartels (aber auch andere wie Kammrath & Weiss) sind Kooperationsverhältnisse mit anderen Partnern zwar eminent wichtig. Diese Relevanz bezieht sich sowohl auf die Entwicklung als auch auf den Absatz der angebotenen Dienstleistungen, Komponenten oder Systeme. Allerdings sind solche Unternehmen in der Regel nicht in der günstigen Lage, auf potentielle Kooperationspartner vor Ort zugreifen zu können. Die jeweils anderen hiesigen Unternehmen besitzen in den spezialisierten Nischenfeldern kein Know-how. Eine tragfähige Basis für eine Kooperation kann so nicht geboten werden. Aus diesem Grund kooperieren die kleinen Unternehmen sowohl auf vor- und nachgelagerten Stufen entlang der Wertschöpfungskette als auch horizontal auf derselben Wertschöpfungsstufe mit akademischen und privatwirtschaftlichen Partnern, die zumeist nicht in der Dortmunder Region angesiedelt sind. Wie das Beispiel der symbiotischen Verknüpfung zwischen dem Unternehmen Sensor Devices und der Fachhochschule Dortmund herausstellt, ist eine derartige Entkopplung zwischen der unternehmensspezifischen und der regionalen Orientierung nicht unbedingt zwingend. Zudem weisen unsere Beispiele darauf hin, dass der Aufbau und die Pflege personengebundener Beziehungen nicht unwesentlich die regionale Orientierung der einzelnen Partner bestimmt: Beides Mal sind schon lange vorhandene Kooperationsbeziehungen und positive Erfahrungen, die man miteinander gemacht hat, ausschlaggebend für die räumliche Ausrichtung der Kooperationen.

Die Relevanz personengebundener Beziehungen stützt auch das Fallbeispiel über das größere Unternehmen HL-Planar. Neben einer Vielzahl überregionaler Kooperationen ‚lebt‘ das Unternehmen in mehr oder minder engeren Kooperationsbeziehungen mit anderen mikrosystemtechnischen Unternehmen vor allem aus dem Technologiepark. Diese Kooperationen beziehen sich zum Teil auf informelle und personengebundene Kontakte, die beispielsweise zwischen den Fachspezialisten unterschiedlicher Unternehmen bestehen und die dabei helfen, alltagspraktische Probleme unkonventionell zu lösen. Sie beziehen sich aber inzwischen auch auf Kooperationen, die in formalisierte Fertigungsaufträge eingemündet sind und auf solche, die in Form der Mikrotechnologenausbildung oder der aktiven Mitgliedschaft im Foundry Service des AVT-Zentrums ihre Wirkung entfalten. Damit wird auch deutlich, dass es einen erheblichen Trade Off zwischen personengebundenen und vertrauensbasierten Kooperationsbeziehungen und ihren stärker institutionalisierten Pendanten in Form festgelegter Arbeitsstrukturen gibt, deren Ausmaß und Qualität hier nur angedeutet werden kann.

(7) Auf der Basis der bisherigen empirischen Befunde ist es schwierig, bezogen auf das dortmund-project einigermaßen abgesicherte Aussagen zu treffen. Dies liegt daran, dass dieses politisch initiierte Vorhaben – was seine Umsetzung anbelangt – noch in den Kinderschuhen steckt; seine Entfaltungskraft demnach erst noch nachgewiesen werden muss. Das betrifft nicht nur den zukünftigen Erfolg, den man mit dem mikrosystemtechnisch orientierten Gründungswettbewerb erzielen möchte. Auch was die anvisierten und zum Teil auch schon in Angriff genommenen Ausbildungsinitiativen angeht, wird es erst zukünftig möglich sein, einigermaßen gesicherte Erfolgs- oder Misserfolgsprognosen abgeben zu können. Vor allem wird sich das dortmund-project aber daran messen müssen, ob es gelingt, in Hörde ein mikrosystemtechnisches Entwicklungs- und Umsetzungszentrum – also die MST-Factory – aufzubauen und ob die unterschiedlichen Akteursgruppen und ihre divergierenden Zielsetzungen adäquat gebündelt werden können.

(8) Die Entwicklung des Mikrosystemtechnik-Clusters sieht also keineswegs so rosig aus, wie in einigen Beiträgen in der öffentlichen, aber auch in der wissenschaftlichen Diskussion propagiert wird. Dies liegt mitunter auch daran, dass die Entstehung und die Entwicklung dieses Clusters nicht unwesentlich durch die Mobilisierung privatwirtschaftlichen Risikokapitals ermöglicht werden soll. Die Bildung eines arbeitsmarktrelevanten Wirtschafts-Clusters, das positive Effekte auf andere Wirtschaftszweige hätte, wäre zweifelsohne ein wünschenswerter Zustand für die Entwicklung der regionalen Wirtschaftsräume des Ruhrgebietes. Ein neues Silicon Valley als Lösung für einige der Probleme, die durch den Niedergang der Montanindustrie entstanden sind. Einen positiven Einfluss auf andere Branchen und Wirtschaftszweige könnte die Mikrosystemtechnik sicherlich ausüben. In einem Wirtschaftssystem, das maßgeblich von der Innovationskraft seiner Unternehmen lebt, sind Impulse durch die Mikrosystemtechnik für alle möglichen Produkte denk- und realisierbar.

Allerdings gilt es zu beachten, dass die Mikrosystemtechnik in Dortmund nicht mehr oder weniger stark verortet ist, als dies in einer Reihe von anderen Regionen Deutschlands der Fall ist, auch wenn eine ‚Spezialität‘ der Mikrosystemtechnik in Dortmund sicherlich ihre Anwendungsnähe ist. Die notwendigen Studiengänge werden inzwischen an zahlreichen Universitäten im In- und Ausland angeboten. Was die Verknüpfung regionaler und überregionaler Wissensbestände angeht, kann man auf der Basis der bisher getroffenen Aussagen nicht ohne weiteres behaupten, Dortmund sei ohne Konkurrenz. Mikrosystemtechnik ist keine lokale Spezialität. Vielmehr steht der Standort Dortmund mit weiteren Regionen in einem Konkurrenzverhältnis. Die Frage, ob Dortmund zu einem überregional bedeutsamen Cluster wächst oder ob sich andere Standorte durchsetzen können, muss vorerst offen bleiben.

(9) Betrachtet man die von uns untersuchten Akteure, so fällt ihre Heterogenität auf. Dies bezieht sich sowohl auf die Technikfelder, wie auch die potentiellen Zulieferer und Abnehmer. Gemeinsam haben sie, dass wir nur wenige direkte Verbindungen zwischen den untersuchten Unternehmen und Abnehmern in der Region beobachten konnten. Die meisten Kooperationen innerhalb der Region finden anscheinend auf einer horizontalen Ebene statt, während in vertikaler Hinsicht Abnehmer außerhalb der Region eine große Rolle spielen. Geht man davon aus, dass auch die Zulieferer-Abnehmer-Beziehungen von Bedeutung für regionale Netzwerke sind, dann könnte die räumliche Distanz zu Nachteilen führen.

Dabei befinden sich die Unternehmen in Dortmund allerdings nicht in der Situation, dass ihre Abnehmer abgewandert sind, sondern dass diese von vornherein nicht in der Region ansässig waren. Die relativ junge Szene hat sich nicht um große Abnehmer gebildet. Auch wenn Firmen wie microParts oder Bartels große Serien produzieren, so werden sie damit nicht viele Arbeitsplätze schaffen. Erst, wenn die Innovationskraft auch andere Industriezweige in Dortmund beleben kann, wird es möglich, wieder mehr Menschen zu beschäftigen. Wünschenswert ist demnach sicherlich die Zuwanderung und Ansiedlung von Abnehmerindustrien. Wünschenswert wäre aber auch, dass herausgearbeitet wird, inwiefern die Aktivitäten der existierenden Unternehmen aus anderen Branchen, die bislang nichts mit mikrosystemtechnischen Themenstellungen zu tun hatten, mit den Aktivitäten der Mikrosystemtechnikunternehmen verkoppelt werden könnten. Genau hierin würde auch eine große Chance für die Schaffung von Arbeitsplätzen liegen. Dafür müsste Dortmund sich tatsächlich erst weiter profilieren.

(10) Die Frage ist nun, was diese heterogene Ansammlung von Akteuren zusammenhält. Sicher ist, dass die regionale Nähe tatsächlich zu einer gewissen Vertrautheit in einem Feld auch wechselseitiger Konkurrenz führt. Dabei sind die Kontakte zwischen einigen Akteuren rege, während andere anscheinend überhaupt nichts mit ihren ‚Nachbarn‘ zu tun haben. Auffällig und überraschend ist die Ansammlung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen in diversen institutionalisierten Zusammenhängen. Betrachtet man die Mitgliedslisten des ISAS, der IVAM und von Bioindustry e.V., so finden sich dort im großen und ganzen diejenigen Akteure wieder, bei denen die häufigsten lokalen Kooperationen beobachtet werden konnten.

Gerade diese Kombination aus eher lose verbundenen Kooperationen in einzelnen Projektvorhaben und institutionalisierten Formen der Zusammenarbeit lässt eine klare Schlussfolgerung zu: Die Entwicklung der Mikrosystemtechnik im Raum Dortmund hat zwar noch kein Cluster hervorgebracht. Es ist aber unübersehbar, dass hier der Anfang eines Clusterbildungsprozesses zu beobachten ist. Inwiefern dieser Clusterbildungsprozess auf Dauer sichergestellt werden kann, kann auf der Basis unserer Befunde nicht

beantwortet werden.¹⁷ Das sollte und konnte allerdings auch nicht Ziel des Lehrforschungsprojektes sein. Möchte man aber das Entwicklungspotential der Mikrosystemtechnik für Dortmund im Auge behalten, scheint es aus unserer Perspektive geradezu geraten, den Fragestellungen nachzugehen, die in unserer explorativen Studie unbeantwortet geblieben sind.

¹⁷ Ein weiterer Faktor, der die Entwicklung eines Cluster beeinflussen kann, sind Schnittstellen zu anderen, ‚verwandten‘ Clustern, sodass die Cluster sich gegenseitig ‚befruchten‘ können. Auch Entwicklungen in diese Richtung sind in Dortmund deutlich zu erkennen. So kooperiert die IVAM mit der ISEMATECH (Initiative zur Förderung der Sensor-, Mess- und Analysetechnik in Nordrhein-Westfalen e.V.) und der NeMa (Interessengemeinschaft Neue Materialien in NRW e.V.), mehrere Dortmunder Unternehmen sind Mitglieder der ISEMATECH. Mindestens ein Unternehmen ist Mitglied der Bio-Gen-Tec NRW e.V. usw. usf.

Quellen

- Bade, Franz-Josef (1998): Möglichkeiten und Grenzen der Regionalisierung der regionalen Strukturpolitik. Raumforschung und Raumordnung RuR. Nr. 1. S. 3-8 (R1)
- Bartels, Frank (2000): Computersimulation - Produktoptimierung in der Konzeptionsphase. Bartels MikroNews. Nr. 3. S. 4. Dortmund
- Bender, Gerd; Tabea Bromberg (2002): Playing Without Conductor: the University-Industry Band in Dortmund – Networks, Spin-offs and Technology Centre. In: P. van Sijde/A. Groen: University-Industry Interaction. Six Examples from European Universities. Twente (forthcoming)
- Bömer, Hermann (2000): Ruhrgebietspolitik in der Krise. Dortmunder Beiträge zur Raumplanung 101. Dortmund
- Bouty, Isabelle (2000): Interpersonal and interaction influences on informal resource exchanges between R&D researchers across organizational boundaries. Academy of Management Journal. 43. Jg.. Nr. 1. S. 50-65
- Bierhals, Rainer; Kerstin Cuhls; Volker Hüntrup; Matthias Schünemann; Ulrich Thies; Hartmut Weule (2000): Mikrosystemtechnik - Wann kommt der Marktdurchbruch? Miniaturisierungsstrategien im Technologiewettbewerb zwischen USA, Japan und Deutschland. Heidelberg
- Caspary, Sigrun; Toshihiro Nishiguchi (1999): New Technology Brokers: Innovative Networking in Germany. Universität Witten/Herdecke. Heft Nr. 46. Fakultät für Wirtschaftswissenschaft. Lehrstuhl für gesamtwirtschaftliche und institutionelle Entwicklung. Witten
- dortmund-project (2001): Das Zukunftspaket 2001. Broschüre der Stadt Dortmund. Dortmund
- Dybe, Georg; Hans Joachim Kujath (2000): Hoffnungsträger Wirtschaftscluster - Unternehmensnetzwerke und regionale Innovationssysteme: Das Beispiel der deutschen Schienenfahrzeugindustrie. Berlin
- Eschenbach, Rüdiger; Phillipp Sonntag (1994): Förderschwerpunkt Mikrosystemtechnik 1990 - 1993. Aus- und Bewertung der Verbundmaßnahme. Dritter Erfahrungsbericht. Teltow
- Fricke, Else (Hg.) (1994): Zur Zukunftsorientierung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. Forum Humane Technikgestaltung. Heft 12. Schriftenreihe der Friedrich Ebert Stiftung. Bonn
- Fürst, Dietrich (1998): Regionalmanagement als neues Instrument regionalisierter Strukturpolitik. S. 233-250. In: Kujath, Hans Joachim (Hg.)
- Grönemeyer, Dietrich (2001): Schmerzarme Mikrotherapie - Medizintechnik gehört zu den neuen Kompetenzfeldern - hier ist die Erfahrung von gestern das Wissen von morgen. Beilage ‚Das neue Ruhrgebiet‘ der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 21.09.01
- Guddat, Gabi (1994): Bedeutung der Kooperation mit der Universität für die Betriebe im Technologiepark - Fallstudie Dortmund. Diplomarbeit an der Universität Dortmund. Fachbereich Raumplanung. Dortmund
- Heidenreich, Martin (2000): Regionale Netzwerke in der globalen Wissensgesellschaft. S. 87-110. In: Johannes Weyer (Hg.). a.a.O.

- Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Anja Schulte (1999): Produktion im Spannungsfeld von Globalisierung und Regionalisierung. Abschlußbericht Logik. Dortmund
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut, Anja Schulte (Hg.) (2000): Standortbindungen: Unternehmen zwischen Globalisierung und Regionalisierung. Berlin
- IfS; INIFES; ISF; SOFI (Hg.) (1995): Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung - Schwerpunkt: Technik und Region. Berlin
- INNO (2001): Ausgabe der IVAM. Nr. 19. Dortmund
- Joeres, Annika (2001): Branchen liegen brach. taz-ruhr vom 25.10.2001
- Jonas, Michael (1999): Transfer über F&E-Orte - Eine Typologie kombitechnologisch orientierter F&E-Einrichtungen aus dem Hochschulbereich. ARBEIT - Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik. 8. Jg., Nr. 1. S. 59-80
- Jonas, Michael (2000): Brücken zum Elfenbeinturm - Mechanismen des Wissens- und Technologietransfers aus Hochschulen. Berlin
- Jonas, Michael; Thomas Malsch; Ingo Schulz-Schaeffer (1994): Kombitechnologien und die Bedeutung anwendungsbezogener Innovationsstrategien. In: Fricke, Else (Hg.). S. 93-114
- Jonas, Michael; Sabine Nover (2001): Schlaglichter zum Thema global - regional: Handlungsfelder und -optionen im Spannungsfeld zwischen Globalisierung und Regionalisierung. Arbeitspapiere des Fachgebietes Soziologie der Universität Dortmund. Nr. 2. Dortmund
- Knepper, Annette; Christine Schriever (1992): Technologiepark-Konzepte: Zwei Technologieparks im Vergleich - Dortmund und Bremen -. Diplomarbeit an der Universität Dortmund. Fachbereich Raumplanung. Dortmund
- Kreibich, Rolf; Arno S. Schmid; Walter Siebel; Thomas Sieverts, Peter Zlonicky (Hg.) (1994): Bauplatz Zukunft. Dispute über die Entwicklung von Industrieregionen. Essen
- Kujath, Hans Joachim (1998): Zwischen Marginalisierung und Aufstieg. Regionen unter dem Einfluss technologischen Wandels und industrieller Restrukturierung. S. 83-108. In: ders. (Hg). a.a.O.
- Kujath, Hans Joachim (Hg.) (1998): Strategien der regionalen Stabilisierung- Wirtschaftliche und politische Antworten auf die Internationalisierung des Raumes. Berlin
- Läpple, Dieter (1994): Zwischen gestern und übermorgen. Das Ruhrgebiet - eine Industrieregion im Umbruch. S. 37-51. In: Kreibich, Rolf et al. (Hg.)
- Lay, Gunter; Steffen Kinkel; Thorsten Eggers; Peter Le; Anja Schulte (2001): Leitfaden Globalisierung erfolgreich meistern. Frankfurt/M.
- Marktstudie (2000): Unveröffentlichte Marktstudie eines Beratungsunternehmens.
- Markfort, Susanne (1999): Mikrostrukturtechnik erschließt neue Felder. Magazin des Technologiezentrums Dortmund. Nr. 1. S. 1-3
- Peitsmeier, Henning (2000): In Dortmund sprechen viele schon von einem deutschen Silicon Valley. Süddeutsche Zeitung vom 19. Juni. 2000. Nr. 140. S. 23
- Piore, Michael; Charles Sabel (1984). The Second Industrial Divide. New York.
- Porter, Michael (1998a): On Competition, Boston

- Porter, Michael (1998b): Clusters and the New Economics of Competition. Harvard Business Review. November-Dezember 1998. S. 77-90
- Porter, Michael (1999): Unternehmen können von regionaler Vernetzung profitieren. Harvard Business manager. Nr. 3. S. 51-63
- Pyke, Frank; Sengenberger, Werner (Hg.) (1992): Industrial districts and local economic regeneration, Geneva
- Rehfeld, Dieter (1999): Produktionscluster. Konzeption, Analysen und Strategien für eine Neuorientierung der regionalen Strukturpolitik. München und Mehring
- Rehfeld, Dieter; Margarte Wompel (1998): Standort mit Zukunftsprofil: Innovationsschwerpunkte in Dortmund - Eine Untersuchung im Auftrag der Wirtschafts- und Beschäftigungsförderung Dortmund. Projektbericht des Instituts Arbeit und Technik 1999-02. Gelsenkirchen
- RN 25.09.01: "Jobmaschine Mikrosystemtechnik - ‚dortmund project‘ prämiert die sechs besten Geschäfts-Ideen". Ruhrnachrichten vom 25.09.2001
- Ronneberger, Klaus (1995): Von High-Tech-Regionen lernen? S. 9-78. In: IfS et al. (Hg.). a.a.O.
- Ruhrwirtschaft (2001): MST.factory gestartet. Ruhrwirtschaft Nr. 5. S. 45
- Sonntag, Phillipp (1995): Mikrosystemtechnik 1994 - 1999. Jahresbericht 1994. Teltow
- Sonntag, Phillipp (1996): Mikrosystemtechnik 1994 - 1999. Jahresbericht 1995. Teltow
- Sonntag, Phillipp (1997): Mikrosystemtechnik 1994 - 1999. Jahresbericht 1996. Teltow
- Sonntag, Phillipp (1998): Mikrosystemtechnik 1994 - 1999. Jahresbericht 1997. Teltow
- Sonntag, Phillipp (1999): Mikrosystemtechnik 1994 - 1999. Jahresbericht 1998. Teltow
- Sonntag, Phillipp (2000): Mikrosystemtechnik 1994 - 1999. Jahresbericht 1999. Teltow
- Steg, Horst (2000): Makrowirkung durch Mikrowelten. MST sichert Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung als Bindeglied zwischen New und Old Economy - Bildung und Qualifikation wichtige Erfolgsvoraussetzungen. S. 238-246. In: Sonntag, Phillipp (Hg.): a.a.O.
- Storper, Michael (1997): The Regional World. New York, London
- WR, 07.11.01: Grüne sagen Ja zu MST-factory. Westfälische Rundschau vom 07.11.2001
- WAZ, 25.04.2001: Groß durchstarten mit Kleinstrukturen und Wagnis-Kapital. Westdeutsche Allgemeine Zeitung vom 25.04.2001
- Wechsung, Reiner (2001): Kleine Systeme ganz groß - Riesenschritte in mikroskopischen Abmessungen: Mikrosystemtechnik ist ein Wachstumsmotor im Ruhrgebiet. Beilage ‚Das neue Ruhrgebiet‘ der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 21.09.01
- Wechsung, Reiner; J.C. Eloy (1998): Market Analysis for Microsystems - an interim report from the NEXUS task force. 4th World Micromachine Summit April 29 - May 1. Melbourne Australia
- Weyer, Johannes (2000) (Hg.): Soziale Netzwerke - Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung. München

www.bartels-mikrotechnik.de, 30.11.2000
www.bioindustry.de, 17.10.2001
www.dortmund-projekt.de, 23.05.2001
www.elmos.de, 11.11.1999
www.etr-gmbh.de, 14.09.2001
www.fh-dortmund.de, 17.10.2001
www.gas-dortmund.de, 22.10.2001
www.gfg-mbh.com, 14.09.2001
www.hl-planar, 11.02.2000
www.isas-dortmund.de, 15.11.2001
www.isematech.com
www.isf.maschinenbau.tu-dortmund.de, 30.05.2001
www.ivamnrw.de
www.kammrath-weiss.de, 04.10.2001
www.kostal.de, 30.05.2001
www.limo.de, 23.08.1999
www.marten-aktuell.de, 05.09.2001
www.miebach.de, 30.05.2001
www.microparts.de
www.microsonic.de
www.mst-factory.de, 01.06.2001
www.mswf.nrw.de, 15.11.2001
www.nrw.de/aktuell/presse/, 15.11.2001
www.raith.de, 04.10.2001
www.redaktion.net/transferbrief/de
www.sensor-devices.de
www.sentronic.de, 05.11.2001
www.tu-dortmund.de
www.vdivde.it.de, 02.11.1999
www.winter-gaswarn.de, 05.11.2001
www.wissenschaftsrat.de, 14.11..2001

Anhang: Überblick über die Akteure von Bioindustry

Unternehmen	Wissenschaft	Unterstützende Infrastruktur
Bartels Mikrotechnik GmbH	Fachhochschule Dortmund	Bio-Gen-Tec-NRW
Biaffin GmbH&Co KG	Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie	Biotechnologische Studentinitiative e.V.
BioCon GbR	MPI für molekulare Physiologie - Abteilung Epithelphysiologie	Fischer Anderson GmbH &Co.KG
bitop Gesellschaft für biotechnische Optimierung mbH	MPI für molekulare Physiologie - Abteilung Physikalische Biochemie	IHK zu Dortmund
Concada GmbH	MPI für molekulare Physiologie - Abteilung Strukturelle Biologie	IVAM NRW e.V.
D&P Consult GmbH / The D&P Company	MPI für molekulare Physiologie - Arbeitsgruppe Chemische Biologie	Kreis Unna
DEVITRON	Universität Dortmund, FB Chemietechnik, Anlagensteuerungstechnik	Projektbüro Biotechnologie (RP Arnsberg)
G.A.S. Gesellschaft für analytische Sensorsysteme mbH	Universität Dortmund, Fachbereich Chemietechnik – Anlagentechnik	Stadt Bergkamen
GfM mbH	Universität Dortmund, Fachbereich Chemietechnik – Arbeitsgruppe Bioverfahrenstechnik	Stiftung Weiterbildung, Kreis Unna
Grieseler + Franke GmbH	Universität Dortmund, Fachbereich Chemietechnik – Mikrostrukturtechnik	TechnologieZentrum Dortmund GmbH
JQP GmbH	Universität Dortmund, Fachbereich Chemietechnik – Physikalische Chemie	TechnoManagement Beratungsgesellschaft mbH
NuTech Solutions GmbH	Universität Dortmund, Fachbereich Chemietechnik – Technische Mikrobiologie	WFG, Kreis Unna
Pharma-Zentrale GmbH	Universität Dortmund, Fachbereich Chemietechnik – Thermische Verfahrenstechnik	Zentrum für Weiterbildung
Prot@gen AG	Universität Dortmund/Fachbereich Chemie – Organische Strukturchemie	
RAG Bildung	Universität Dortmund, Fakultät für Elektrotechnik	
SanguiBioTech AG/GlukoMediTech AG	Universität Witten, Institut für angewandte Biotechnik und Systemanalyse	
Schering AG	Zentrum für Umweltmesstechnik und Chemosensorik – ZUC	
Semaia Pharmaceuticals GmbH & Co.KG		
STEAG microParts GmbH		
Viering, Jentschura & Partner		

(Quelle: www.bioindustry.de/akteure.html, 12.10.01, eigene Darstellung)