



# Begleitende Evaluation der Kompetenzzentren der Nanotechnologie

## Statusanalyse

vorgelegt vom  
Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe  
und mundi consulting GmbH, Siegen

26. September 2000



## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	<b>v</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>I</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Die Fördermaßnahme des BMBF.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Zentrale Erfolgsdimensionen von Kompetenzzentren.....</b>	<b>7</b>
<b>4 Die Gründungsphase der CC .....</b>	<b>13</b>
<b>5 Organisatorische Struktur der CC .....</b>	<b>17</b>
5.1 Teilnehmerstruktur .....	17
5.2 Organisation und Entscheidungsgremien.....	19
5.3 Erste Einordnung der Organisationscharakteristika .....	24
<b>6 Ziele und Strategien der CC.....</b>	<b>27</b>
<b>7 Technologisch-industrielle Einbettung der CC .....</b>	<b>33</b>
7.1 Technologieorientierung.....	35
7.2 Industrielles Hinterland .....	42
7.3 Zusammenfassung.....	49
<b>8 Bisherige Ergebnisse und Leistungen.....</b>	<b>51</b>
8.1 Organisation und Vernetzung.....	51

8.2	Wissenschaftliche und technologische Leistungsfähigkeit .....	53
8.3	Schaffung eines wirtschaftlich attraktiven Umfeldes .....	60
8.4	Wissens- und Informationsverbreitung .....	61
8.5	Langfristige Fortführung der CC.....	63
8.6	Gewichtung der Bewertungskriterien.....	65
<b>9</b>	<b>Schlussfolgerungen für das Coaching.....</b>	<b>68</b>
9.1	Zielsetzung .....	68
9.2	Rahmenbedingungen der Gesamtmaßnahme .....	68
9.3	Coaching-Bedarf.....	72
9.3.1	Gesamtsystem.....	73
9.3.2	CC-Ebene .....	73
9.4	Coaching-Umsetzung/Planung 2000.....	76
9.4.1	Strategieentwicklung 1. und 2. Quartal 2000 .....	76
9.4.2	Weitere Maßnahmen.....	77

**ANHANG A: Fallstudien**

**ANHANG B: Förderrahmen nanotechnologischer Forschung  
in ausgewählten Ländern**

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1:	Maßgebliche Gründereinrichtungen.....	13
Tabelle 5-1:	Anzahl und Art der Teilnehmer.....	18
Tabelle 5-2:	Organisation der CC.....	21
Tabelle 5-3:	Arbeitsgruppen der CC.....	23
Tabelle 5-4:	Prozessuale Merkmale der CC-Organisation.....	25
Tabelle 6-1:	Leitziele der CC.....	27
Tabelle 6-2:	Maßgebliche Strategien der CC .....	29
Tabelle 7-1:	Technologie-Orientierung CC Nanoanalytik nach FuE- Themen.....	36
Tabelle 7-2:	Technologie-Orientierung CC Nanochem nach FuE- Themen.....	36
Tabelle 7-3:	Technologie-Orientierung CC Nanoclub nach FuE- Themen.....	37
Tabelle 7-4:	Technologie-Orientierung CC NanOp nach FuE-Themen.....	38
Tabelle 7-5:	Technologie-Orientierung CC UFS nach FuE-Themen.....	39
Tabelle 7-6:	Technologie-Orientierung CC UPOB nach FuE-Themen.....	41
Tabelle 8-1:	Schwerpunkte der CC in den Klassifikationsfeldern.....	56
Tabelle 8-2:	Gewichtung der Bewertungskriterien nach CC.....	66
Tabelle 9-1:	Nachfrage der einzelnen Coaching-Maßnahmen durch die CC .....	75

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Darstellung von CC als Multi-Akteur-System.....	7
Abbildung 7-1: Technologie-Phasenschwerpunkte.....	37
Abbildung 7-2: Technologie-Orientierung CC Nanoclub .....	38
Abbildung 7-3: Technologie-Orientierung CC UFS.....	40
Abbildung 7-4: Technologie-Orientierung im CC-Vergleich.....	41
Abbildung 7-5: Industrielle Einbettung CC Nanoanalytik .....	43
Abbildung 7-6: Industrielle Einbettung CC Nanochem.....	44
Abbildung 7-7: Industrielle Einbettung CC Nanoclub .....	45
Abbildung 7-8: Industrielle Einbettung CC NanOp .....	46
Abbildung 7-9: Industrielle Einbettung CC UFS.....	47
Abbildung 7-10: Industrielle Einbettung CC UPOB.....	48
Abbildung 7-11: Stärke des industriellen Hinterlandes der CC am Standort "D" .....	48
Abbildung 7-12: Innovationshöhe und industrielle Einbettung der CC im Vergleich.....	50
Abbildung 8-1: Merkmale der Vernetzung.....	52
Abbildung 8-2: Bisherige Erfolge bei Projektantragsrunde.....	57
Abbildung 9-1: Projektvergabeprozess.....	71

## Vorwort

Der folgende Bericht ist eine *Gemeinschaftsleistung* der Projektpartner Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI, Karlsruhe), und mundi consulting GmbH (Siegen). Ebenfalls beteiligt war das Institut Technopolis (Brighton/ Amsterdam), das vor allem für die Darlegung des Förderrahmens nanotechnologischer Forschung in ausgewählten Ländern (Anhang B) verantwortlich ist.

Alle Kapitel basieren auf intensiven Diskussionen innerhalb des Projektteams und sind untereinander abgestimmt. Gleichwohl haben sich einige Schwerpunkte der beteiligten Institute herausgebildet. Für die Darstellung der Zentren ein Jahr nach Beginn der Förderung (Kapitel 4-8) zeichnet vor allem das ISI verantwortlich. Das Kapitel 9 basiert maßgeblich auf den Arbeiten der mundi consulting.

Wir möchten nicht versäumen, den Beteiligten aus den Kompetenzzentren sowie dem Förderer für ihre kritischen, stets konstruktiven Kommentare zu danken. Die CC haben uns durch ihre Rückmeldungen zu den Fallstudien zahlreiche wertvolle Hinweise gegeben, die sowohl Aktualisierungen, bisher nicht zugängliche Informationen, aber auch Ergänzungs- und Korrekturbedarf betrafen. Der Förderer und der Projektträger haben uns bei der Einordnung der Fördermaßnahme selbst, aber auch hinsichtlich Fragestellungen, die die Nanotechnologie selbst betreffen, jederzeit unterstützt.

Die Anregungen von Seiten der Zentren sowie des Förderers und der Projektträger zur ersten Version des Statusberichts wurden – sofern sie sachliche Richtigstellungen betrafen - im vorliegenden Bericht umfassend gewürdigt. Einschätzungsfragen und Wertungen von Seiten des Evaluationsteams wurden hingegen beibehalten.

Wir bitten die Leser zu berücksichtigen, dass der Bericht maßgeblich auf Informationen basiert, die bis zum Jahreswechsel 1999/ 2000 gewonnen wurden. Er bildet die Grundlage für den weiteren Verlauf der begleitenden Evaluation und ist keinesfalls als eine *Bewertung*, sondern als Momentaufnahme der Merkmale der *Zentren ein Jahr nach Beginn der Förderung* zu verstehen.

Am Bericht mitgewirkt haben von Seiten des ISI Susanne Bühler, Rainer Bierhals und Angela Hullmann, von Seiten der mundi consulting Thomas Studer, Robert Erlinghagen und Christian Lang. Die Verantwortung für den Bericht übernehmen:

Dr. Susanne Bühler  
Fraunhofer Institut für Systemtechnik und  
Innovationsforschung  
Breslauer Str. 48  
76139 Karlsruhe

Thomas Studer  
Leiter Sitz Deutschland  
mundi consulting GmbH  
Sandstr. 28  
57072 Siegen



## Zusammenfassung

### Die Fördermaßnahme

Seit Oktober 1998 fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sechs in einem Wettbewerb ausgewählte Kompetenzzentren der Nanotechnologie (CC). Leitziele der Fördermaßnahme sind

- (1) die Beschleunigung der Umsetzung (nanotechnologischen) Wissens in marktfähige Produkte, Verfahren und Dienstleistungen sowie
- (2) der Aufbau eines Kompetenzprofils im ausgesuchten Technologiefeld, das den Standort auch international bekannt und attraktiv macht.

Darüber hinaus sollen die Kompetenzzentren Aktivitäten entfalten, die dazu dienen,

- (3) die Aus- und Weiterbildungssituation zu verbessern,
- (4) die Nanotechnologie einer breiteren Öffentlichkeit bekannt zu machen sowie
- (5) einen Beitrag zur Standardisierung, Metrik und Normung zu leisten.

Als übergreifendes Ziel lässt sich die *Stimulierung von Innovationsnetzwerken* auf dem Gebiet der Nanotechnologie festhalten, was im Kern bedeutet, dass bei den beteiligten Akteuren eine *Verhaltensänderung* herbeigeführt werden soll, weg von einer Fokussierung auf den eigenen institutionellen Hintergrund (Wissenschaft versus Wirtschaft) hin zur sektor- und institutionenübergreifenden Zusammenarbeit.

Nicht nur die Ziele der Fördermaßnahme sind vielfältig, sie findet darüber hinaus in einem Umfeld statt, das durch mehrere Herausforderungen gekennzeichnet ist: Zum einen ist die "Nanotechnologie" selbst zu nennen, die als *wissensintensive Querschnittstechnologie* ein hohes Maß an interdisziplinärer Zusammenarbeit voraussetzt. Darüber hinaus findet die Fördermaßnahme in einem *Multi-Akteur-System* statt, d.h. mit einer Vielzahl von Beteiligten, die jeweils ganz eigene Interessen verfolgen. Hierarchische Steuerung ist in einem solchen Umfeld nur schwer bis überhaupt nicht möglich. Aus diesem Grund sind an die *begleitende Evaluation* besondere Herausforderungen gestellt: sie dient zunächst weniger der strikten Bewertung der Leistungen der CC als vielmehr als Mittel des Erfahrungsaustausches, um so zwischen allen Beteiligten *gegenseitiges Lernen* zu ermöglichen.

### Erfolgsfaktoren

Gestützt auf nationale und internationale Erfahrungen können wir ein Set von vier Erfolgsfaktoren definieren, die für das Gelingen der CC eine entscheidende Rolle spielen. Es sind dies

- (1) Organisation und Vernetzung

- (2) Wissenschaftliche und technologische Leistungsfähigkeit
- (3) Beitrag zur Schaffung eines wirtschaftlich attraktiven Umfeldes
- (4) Wissens- und Informationsverbreitung auch gegenüber der allgemeinen Öffentlichkeit, insbesondere im Ausbildungsbereich

Wenn es den CC gelingt, ihre Organisation und Vernetzung in einer Weise zu gestalten, dass die im Netzwerk integrierten Einzelakteure aus Wissenschaft und Wirtschaft (die sich durch eine entsprechende Exzellenz auf ihren Feldern auszeichnen), aber auch von Intermediären wie Banken oder politischen Einrichtungen ihre Kompetenzen *schnittstellengerecht, d.h. unter Berücksichtigung der jeweiligen Codes der anderen "Systeme"*, einbringen, mündet dies idealiter im Nachweis einer für das Gelingen der CC erforderlichen *Innovationskompetenz*. Die *Innovationskompetenz* bezieht sich primär auf das *Binnenleben* der Zentren und folgt ihrer Logik nach den naturwüchsig entstandenen Vorbildern. Um zu einem dauerhaften Erfolg zu führen, sind die CC darüber hinaus gefordert, geeignete Mechanismen der *Kommunikation mit ihrer Außenwelt* zu implementieren. Hierzu zählen alle Maßnahmen, die einerseits in das direkte Umfeld wirtschaftlich ausstrahlen (dies ist gleichzeitig ein wichtiger Bestimmungsfaktor für die ökonomische Nachhaltigkeit der CC), andererseits aber auch Kommunikationsstrategien, die sich an eine allgemeine Öffentlichkeit richten, um damit zur Schaffung förderlicher Umfeldbedingungen beizutragen.

### **Die Gründungsphase**

Der Gründung der CC ist ein etwa zehnjähriger Prozess der Bildung einer Nano-Community im nationalen Innovationssystem der Bundesrepublik vorausgegangen, moderiert durch das BMBF und die Projektträger VDI-TZ und FZ Jülich NMT. Im Ergebnis hat das BMBF mit den CC ein neues Förderinstrument eingeführt, das aber auf einer langjährigen Traditionslinie des Ministeriums der zunehmenden Vernetzung von Forschung und Entwicklung (FuE) und Anwendung, von Wissenschaft und Industrie aufbaut. Es erweitert das Konzept der Verbundprojektförderung, das in kleinerem Stile schon vorher Akteure aus der Nano-Community zusammengeführt hatte. Aufbauend auf diesen Initiatorverbänden möchte es die Vernetzung sowohl innerhalb der Wissenschaft als auch zwischen den Teilnehmern von Wissenschaft und Industrie institutionalisieren. Das Förderkonzept verfolgt dabei bislang ein auf Akteure des nationalen Innovationssystems begrenztes Konzept. Entsprechend der Gründungsphase im Anschluss an die Ausschreibung überlässt es die Initiative primär der Drittmittel abhängigen Institutewissenschaft innerhalb und außerhalb der Hochschulen. Die Industrieunternehmen der Community sind in industriellen Verbundprojekten der Nanotechnologie bereits aktiv, halten sich in ihrem Engagement in den CC bis auf einige Ausnahmen aber noch überwiegend zurück.

## Stärken und Schwächen der CC

Ein Jahr nach Beginn der Förderung der CC zeigen sich erste Erfolge, aber auch erste Schwachstellen der Fördermaßnahme, die es im weiteren Verlauf kritisch zu beobachten gilt: Die bisherigen Aktivitäten der CC machen deutlich, dass insbesondere im Hinblick auf die *Öffentlichkeitsarbeit und die interne Vernetzung positive Ergebnisse* erzielt werden konnten. Beispiele für diese Einschätzung sind die starke Sichtbarkeit in der (Fach-)Öffentlichkeit, nicht zuletzt bedingt durch die professionelle Gestaltung der Internet-Seiten, die Zunahme der Anfragen von außen, die Konsolidierung der Arbeitsstrukturen und stellenweise auch die Verbesserung der eingereichten Projektanträge. Die Fördermaßnahme hat darüber hinaus – so die Einschätzung der Beteiligten – zu einer Intensivierung des Know-how-Transfers und Informationsaustausches geführt. Diese Ergebnisse sind prinzipiell dazu geeignet, mittelbar eine Verkürzung des Markteinführungshorizontes zu erreichen.

Darüber hinaus ist es durch die Installierung der CC gelungen, andere Förderer (unter anderem auf Länderebene) zu einer Unterstützung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Nanotechnologie zu motivieren. Auch war es nach Einschätzung von Gesprächspartnern bei Start der Fördermaßnahme im Frühjahr 1998 innerhalb der "Nano-Community" eine "Frage der Ehre", sich daran zu beteiligen.

Derzeit erkennbare Schwachstellen, die einen hemmenden Einfluss auf die Zielerreichung ausüben können, sind die Folgenden: Zunächst einmal monieren insbesondere die Zentrensprecher, dass es bisher kaum gelingt, gegenüber den Mitgliedern den Mehrwert der CC deutlich zu machen. Gründe hierfür liegen unter anderem darin, dass es zwischen dem Förderer und den Geförderten zwischenzeitlich eine nur partielle Übereinstimmung hinsichtlich der Gewichtung der Ziele als auch eine unterschiedliche Wahrnehmung des Zeithorizontes bezüglich der Manifestation des "Nutzens" gab. Hieraus resultieren langfristig die Risiken einer mangelnden Zielerreichung wegen eines vom Anforderungsprofil der Ausschreibung abweichenden Selbstverständnisses einiger CC sowie einer Abwanderung einzelner – und möglicherweise zentraler – Partner aufgrund zu langer Zeiträume oder zu geringem Fördererfolg. Weitere Risiken sehen wir in der Übersteuerung der Maßnahme durch zu viele Akteure. Hinsichtlich des "Nutzens" der Kompetenzzentren ist das Evaluatorenteam prinzipiell der Ansicht, dass ein Förderinstrument, das maßgeblich auf die *Veränderung von Verhaltensroutinen* und damit das Erzielen *struktureller Effekte* setzt, seine Wirkung erst mittel- bis langfristig zeigen kann.

## Konstitutionelle Unterschiede und Gestaltungsoptionen

Eine mögliche Konfliktlinie zwischen Förderer und Geförderten betrifft das von der Intention des BMBF abweichende *Rollenverständnis einiger CC* in der Förderlandschaft: Einige der CC wünschen sich autonome Einheiten, die - nach ihrer durch eine externe Jury konstatierten Exzellenz – weitgehende Selbstständigkeit im Hinblick auf die strategische FuE-Programmatik und die daraus folgende Verteilung der Fördermittel auf Projekte genießen sollen. Sie befürchten, dass sie eine den Projektträgern nachgeordnete Dienstleistungsebene zur Vernetzung von FuE-Akteuren in Wissenschaft und Wirtschaft sind, die sich in erster Linie auf kommunikationsfördernde Maßnahmen beschränken. Aus beiden Polen möglicher Rollenverständnisse können sich spezifische Probleme ableiten, die sich thesenartig wie folgt formuliert lassen:

- Das "Autonomie-Modell" ist für die wissenschaftlichen Akteure in den CC attraktiv, kann aber faktisch Ansätze der wissenschaftsimmanenten Steuerung ausbilden, die nur noch wenig auf die (Vernetzungs-)Impulse aus dem politischen und wirtschaftlichen System reagieren und wissenschaftliche Exzellenz vor Innovationskompetenz stellen.
- Das "Dienstleistungsmodell" bietet demgegenüber ein sehr gutes Vernetzungspotenzial, ist aber möglicherweise nicht attraktiv genug, um das Verhalten der CC-Akteure nachhaltig zu beeinflussen.

Aus Sicht des BMBF ist eine Mischform gewünscht. Neben den schon erkennbaren Erfolgen und Schwachstellen bzw. Konfliktlinien zeichnen sich wesentliche *konstitutionelle Unterschiede zwischen den CC* ab, durch die Gestaltungsoptionen als mögliche Stellschrauben zur Optimierung der CC sichtbar werden. Diese können derzeit noch nicht abschließend bewertet werden, treten aber als wichtige "Lern- und Erfahrungsdimensionen" für die weitere Evaluation in den Vordergrund. Die folgenden Ausführungen illustrieren dies:

- *Netzwerk-Selbstorganisation versus Hierarchie*: Das eher wirtschaftsorientierte Hierarchie-Modell ermöglicht – vergleichbar einem virtuellen Großunternehmen – gezielte Steuerung und effizientes Management. Durch ein zu rigide gestaltetes Netzwerk kann jedoch langfristig die Innovationsfähigkeit leiden. Das eher wissenschaftsorientierte Selbstorganisationsmodell läuft demgegenüber aufgrund seines Verzichts auf hierarchische Steuerung Gefahr, seinen Nutzen erst langfristig und damit möglicherweise in einem mit seinen Teilnehmern nicht übereinstimmenden Zeithorizont realisieren zu können. Es fördert auf der anderen Seite die Motivation der Mitglieder und kann darüber die Produktivität des Netzwerkes erhöhen.
- *Flächendeckung versus Wettbewerb*: Flächendeckung kann nationale Synergien bündeln. Die Nichtbeachtung von Wettbewerbsdomänen, sei es zwischen führenden Wissenschaftlern oder dominanten Industriekonzernen, kann jedoch auch

zu Reibungs- und Vertrauensverlusten führen. Dann wären kleinere Netzwerke um fokale Akteure effizienter.

- *Virtualität versus Regionalität*: Wie Flächendeckung bündelt Virtualität nationale Synergien (Motto: "groß und mächtig"). Regionalität hat Vorteile beim Austausch von "tacit knowledge", also intensiver persönlicher Zusammenarbeit auf Zuruf, d.h. bei der Vernetzungseffizienz (Motto: "klein und fein").
- *Internationale Weltmarkt- versus nationale Industrieorientierung*: Die Herausforderungen an Innovationskompetenz im Einzugsbereich der Mikroelektronik unterscheiden sich doppelt von denen im Bereich Chemie und Optik. Nicht nur, dass in der Mikroelektronik die Umsetzung von strategischer Grundlagenforschung in industrielle Innovation besondere Anstrengungen erfordert. Hinzu kommt, dass die nationale Industriebasis im Weltmaßstab derzeit keine Führungsposition innehat, so dass eine technologische Orientierung der Industrie an den Weltmarktführern die Übernahme von FuE-Ergebnissen aus nationalen CC erschwert. Hier bestehen strategische Herausforderungen zur Industriekooperation über den nationalen Rahmen hinaus, aber fokussiert auf den Standort Deutschland.
- *Wissenschaftliche Exzellenz versus wissenschaftlich-industrielle Innovationskompetenz*: Wissenschaftliche Exzellenz ist ein Merkmal der Akteure im Netzwerk. Innovationskompetenz ist ein ganzheitliches Merkmal von Netzwerken, das sich primär aus den Fähigkeiten der CC zur produktiven Kommunikation und strategischen Synergiebildung ergibt. Dabei entwickelt die von allen CC gleichermaßen positiv ausstrahlende Kommunikationsdienstleistung der Geschäftsstellen eine zentrenübergreifende Eigendynamik. Fragezeichen gibt es dahingehend, wieweit es den einzelnen CC gelingt, das industrielle Commitment sowohl großer wie mittelständischer Unternehmen in den CC im Vergleich zu "klassischen" Verbundprojekten zu erhöhen.

Die Gestaltungs-Optionen machen deutlich, dass die Entwicklung politisch inszenierter (geförderter) Kompetenznetzwerke nicht auf Patentlösungen zurückgreifen kann. Die begleitende Evaluation wird sich daher nicht nach dem Schema "besser versus schlechter" richten, sondern nach dem Kriterium der situationspezifischen "Modellkonsistenz" zwischen Umfeld, Organisation und Strategie. Der vorliegende Bericht macht deutlich, dass der derzeitige Status als Experimentierphase zu charakterisieren ist. Entwicklungsalternativen werden sichtbar, ohne dass deren Bewertung schon möglich wäre. Erfolgsmodelle können jetzt noch nicht angegeben werden, sondern müssen in Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt Coaching in den Folgejahren entwickelt werden.

## Die Zentren

Betrachten wir die einzelnen Zentren, so lässt sich unser erster Eindruck wie folgt formulieren: Das *CC Nanoanalytik* ist durch eine wissenschaftliche Exzellenz der Leitinstitutionen charakterisiert. Gleichzeitig ist aber auch Innovationskompetenz zu finden, die sich beispielsweise durch die Einbindung fast aller für dieses CC relevanten kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) manifestiert. Hinsichtlich der Organisationsstruktur ist das CC Nanoanalytik durch die "Dreier-Spitze" gekennzeichnet. Diese weist einerseits den Vorteil auf, dass alle für die Nanoanalytik relevanten wissenschaftlichen Disziplinen (Physik, Chemie, Biologie) gleichberechtigt repräsentiert sind und durch die regionale Clusterung (jede der Sprecherinstitutionen umgibt sich mit einer Reihe weiterer Institute in den jeweiligen Regionen) Anschluss an lokale Initiativen gewährleistet ist; andererseits kann ein größerer Koordinations- und Steuerungsaufwand des Zentrums auftreten. Im Vergleich zu den anderen CC ist der Dienstleistungsaspekt im CC Nanoanalytik dominant.

Das *CC Nanochem* arbeitet in klassisch deutscher Spezialisierung mit starker Industriebasis insbesondere auf KMU-Ebene. Die hohe Innovationskompetenz ist sowohl durch einige der beteiligten Einrichtungen, zahlreiche Patentanmeldungen sowie in der Vergangenheit erfolgte Ausgründungen dokumentiert. Kritisch zu beobachten bleibt, ob die Größe des CC und die starke Virtualität nicht dazu führen, dass sich die "Peripherie" abkoppelt. Auch stellt sich die Frage, ob die Steuerung angesichts der zweipoligen Dominanz bei großer Mitläuferschar gelingt.

Das *CC Nanoclub* sieht sich den Besonderheiten der industrienahen Grundlagenforschung in der Mikroelektronik ausgesetzt, verschärft durch eine im Weltmaßstab eher aufholende, in der Breite nicht führende Industriebasis. Auch mag die Virtualität mit Anspruch der Flächendeckung problematisch sein, falls konkurrierende Industriereviere gleichzeitig Interesse an einer Mitarbeit signalisieren. Die postulierte starke Industrieanbindung bleibt vor diesem Hintergrund konkret zu prüfen. Die Wissenschaftsexzellenz der CC-Teilnehmer – ausgewiesen über starke Publikationsaktivitäten – ist gut dokumentiert, Innovationskompetenz auf der Basis von Patenten lässt sich erwartungsgemäß derzeit noch in weniger starkem Umfang nachweisen.

Beim *CC NanOp* handelt es sich um ein umsetzungsorientiertes CC, wobei sich auch hier Schwierigkeiten hinsichtlich der optoelektronischen Industrie widerspiegeln. Das Vorhandensein nur weniger großer Partner/Unternehmen in Deutschland wird durch starke Weltmarktorientierung und eine generelle Fokussierung auf Internationalität ergänzt. Hinsichtlich der Organisationsstruktur lässt sich das CC NanOp dahingehend charakterisieren, dass es sich zwar um ein virtuelles Zentrum handelt (die Projektleitung wurde gezielt an verschiedenen Standorten angesiedelt), dennoch aber eine gewisse regionale Clusterung in Berlin festzustellen ist.

Das *CC UFS* weist bei seinen Mitgliedern eine hohe Innovationsmotivation auf. Es lässt sich eine gute Mischung von Wissenschafts-Exzellenz und Innovationskompetenz aufgrund der regionalen Nähe zum Mikroelektronik-Cluster im Raum Dresden feststellen. Generell gilt, dass die stark ausgeprägte regionale Clusterung einschließlich Politikunterstützung positive Auswirkungen insbesondere auf die Entstehung und Vertiefung neuer Kontakte ausüben kann. Auch lassen sich gute Rahmenbedingungen für die Standortattraktivierung (Risikokapital, Gründungsförderung) konstatieren. Die Dezentralität der Organisationsstruktur ist dazu geeignet, vertrauensschaffend und motivierend zu wirken.

Das *CC UPOB* ist industrienah bis industriegeführt und anwendungsnah orientiert. Die wissenschaftlichen Mitglieder spielen keine dominante Rolle. Die flächendeckende Virtualität ist für die betriebene Querschnittsthematik angemessen - einige noch fehlende Industrieakteure sollen noch gewonnen werden. Die PTB als Sprechereinrichtung weist den Vorteil der Neutralität auf, was dem Vertrauensaufbau im Netzwerk förderlich sein dürfte.

Verdichtet man die Charakterisierung der sechs CC zu Modellskizzen, so ergibt sich folgendes Bild:

- *CC-Nanoanalytik* als eher *wissenschaftsgeführtes Polyzentrum*, dessen noch h-tente Organisationsentwicklung Klärungsbedarf im Spannungsfeld zwischen den Zielen industrieller Innovation, querschnittshafter Analytikdienstleistung für andere CC und autonomer wissenschaftlicher Exzellenz bietet
- *CC-Nanochem* als *Zweischalen-Großgebilde mit hartem Kern*, d.h. einem Netz mit bipolarem, innovationsmotiviertem Institutekern, kleiner Binnenschale interessierter Kooperationspartner aus Wissenschaft und Industrie und einer großen, noch unstrukturierten Außenschale
- *CC-Nanoclub* als Zentrum mit Strategie- und Steuerungsanspruch für den Aufholprozess Deutschlands im internationalen Standortwettbewerb
- *CC-NanOp* als *umsetzungsorientiertes Netzwerk* zur Anziehung der Aufmerksamkeit internationaler Akteure in Wissenschaft und Wirtschaft auf den Standort Deutschland
- *CC-UFS* als *regional selbstorganisierendes Full-Scope-Netzwerk* (Institute-Industrie-Politik) mit ausstrahlender Aufbruchmotivation
- *CC-UPOB* als *professionell administrierte Netzwerkplattform* für wissenschaftlich-industrielle FuE-Kooperation

## Fazit

Die Analysen machen deutlich, dass die Entwicklung von außen angeregter, selbstorganisierender Netze Chancen und Risiken der Fördermaßnahme gleichermaßen bergen: die Chance, durch vergleichsweise geringe staatliche Investitionen in die Infrastruktur die ökonomische Wirkung technologischer Wissenschaftskoperationen um ein Vielfaches zu steigern; das Risiko, durch "Bürokratisierung" (als Folge misslungener Netzwerkbildung) die erfolgreiche Vergabe vergleichsweise umfangreicher Projektmittel zu konterkarieren.

Die Umsetzungseffektivität der Kompetenzzentren, d.h. der Grad der Zielerreichung als eigentlich kritischer Erfolgstest der Fördermaßnahme, kann erst längerfristig festgestellt werden. Ein möglicher Frühindikator ist jedoch das industrielle Commitment, auch im Hinblick auf die Bereitschaft, die CC finanziell zu unterstützen. Die Industrie verhält sich derzeit allerdings noch eher abwartend.

Insgesamt betrachtet greift das Förderinstrument "Kompetenzzentren der Nanotechnologie" zentrale Erkenntnisse der neuesten Innovationsforschung und -praxis auf und ist prinzipiell geeignet, die anvisierten Ziele zu erreichen. Positiv hervorzuheben ist insbesondere die Formulierung von innovationspolitischen Zielen, die über die wissenschaftlich-technologische Leistung hinausgehen, z. B. Förderung der Ausbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Normung im Bereich der Nanotechnologie. Noch nicht vollständig gelungen ist die gemeinsame Problemwahrnehmung und Lösungsdefinition zwischen Förderern und Geförderten. Dies gewinnt angesichts der Tatsache an Brisanz, dass gemessen an den Handlungs- und Finanzierungsalternativen der Hauptakteure im Nano-Feld die Mitwirkung im CC zunächst lediglich eine von mehreren Optionen darstellt, so dass die Gefahr eines Rückzugs wichtiger Partner aus den Kompetenzzentren besteht.

Es bleibt abzuwarten, welche Wirkungen das Angebot vom Sprechertreffen am 6. Dezember 1999 in Bonn hat, wonach alle CC die Möglichkeit erhalten, ihr Vorhaben um 200.000 DM pro Jahr aufzustocken. Dieser Betrag kann für die Durchführung von "feasibility studies", die Anschubfinanzierung von Projekten und für Marktstudien weitgehend selbstbestimmt verwendet werden. Das Evaluatorenteam begrüßt die Einführung eines solchen Fonds grundsätzlich. Es wird im weiteren Verlauf der begleitenden Evaluation zu prüfen sein, welche – insbesondere auch motivierende – Wirkung dieses Zusatzinstrument entfaltet.

## Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die geförderten Kompetenzzentren entwickeln zentrenspezifische Netzwerk-Modelle. Es lassen sich daraus zentrale Gestaltungsdimensionen ablesen, die sich als wesentliche Strukturdimensionen sowohl für die spätere Bewertung als auch für das beratende Coaching der CC eignen. Auf der Basis dieses Status der CC empfehlen wir,

- (1) die Fördermaßnahme entsprechend den ermutigenden Anfangserfahrungen als unbürokratisch kommunizierendes und vorsichtig lernendes Experimentierfeld weiter zu entwickeln mit Blick auf die Herausforderungen durch Mehrwerttransparenz für CC-Mitglieder, Strategiekompetenz der CC und Durchlaufzeit der FuE-Anträge bis zur Bewilligung;
- (2) das Augenmerk von Coaching und Evaluation in der bevorstehenden Phase strategischer Konzeptualisierung der CC darauf zu lenken, wie die konstitutionellen Gestaltungsoptionen den spezifischen Herausforderungen der einzelnen CC durch Technologiewettbewerb und industrielle Einbettung gerecht werden können, d.h. die Strategieperspektive über die reine FuE-Programmatisierung hinaus auszuweiten;
- (3) Da das BMBF die Rahmenbedingung einer unabhängigen Begutachtung setzt, wird empfohlen, die Aufgabe der CC in der Koordinierung der Forschung verstärkt auf die Entwicklung von Road-maps zu lenken und daraus Stoßrichtungen der zukünftigen Forschung abzuleiten. Die Vielzahl möglicher Ideen sollte auf strategische Grundlinien konzentriert werden.

Durch die Fokussierung nicht nur der Fördermaßnahme selbst, sondern auch der begleitenden Evaluation auf Fragen der angemessenen *Vernetzung der Beteiligten* liegt es nahe, den CC die Entwicklung einer zentrenspezifischen Strategie anzuempfehlen. Die Erarbeitung einer solchen Strategie kann durch die damit verbundene Kommunikation idealerweise zu einer optimierten Vernetzung der Beteiligten führen und dient damit mittelfristig der Zielerreichung.



# 1 Einleitung

Im Juli 1999 hat die mit der begleitenden Evaluation der Fördermaßnahme beauftragte Arbeitsgemeinschaft zwischen dem Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, und der mundi consulting GmbH, Siegen, ihre Arbeit aufgenommen. Seit dem Start sind eine Reihe von Untersuchungen vorgenommen worden, deren Ergebnisse in die vorliegende Analyse zur Situation der sechs vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Kompetenzzentren der Nanotechnologie (CC) ein Jahr nach deren Start einmünden. Im einzelnen wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erstgespräche mit den Sprechern und Koordinatoren der CC (August bis September 1999)
- Teilnahme an Treffen des "Junior Circle", d.h. der Geschäftsführer bzw. Koordinatoren der Zentren (Juli bis September 1999)
- Erarbeitung von thesenartig zugespitzten Fallstudien auf der Basis von vorliegenden Dokumenten wie den Internet-Homepages, Antragsunterlagen sowie weiteren Informationen, die direkt von den CC zur Verfügung gestellt wurden (beispielsweise Presseartikel). Darüber hinaus wurden eigene Datenbankrecherchen durchgeführt (Oktober und November 1999)
- Diskussion dieser Ersteinschätzungen auf Workshops gemeinsam mit CC-Repräsentanten (November 1999, insgesamt 3 Zentren)
- Ausarbeitung von ausführlichen Fallstudien einschließlich Weiterleitung und Rückkopplung an die Zentren (Dezember 1999 bis Januar 2000)
- Durchführung einer Befragung zum Coachingbedarf (Dezember 1999)

Aufgrund der Kürze der bisherigen Laufzeit sowohl der Fördermaßnahme selbst als auch der begleitenden Evaluation ist es noch nicht möglich, detaillierte *Leistungsbewertungen* der CC auf der Basis ausgewählter Indikatoren vorzulegen. Wohl aber kann eine Einschätzung darüber abgegeben werden, welche Entwicklungspfade die CC eingeschlagen haben, welche Rahmenbedingungen förderlich oder hinderlich auf die Zielerreichung wirken und welche Empfehlungen sich hieraus für die weitere Ausgestaltung der Fördermaßnahme ergeben.

Einleitend legen wir dar, wie sich aus unserer Sicht die Fördermaßnahme charakterisieren lässt (Kapitel 2) und welches die wichtigsten Erfolgsdeterminanten von Kompetenzzentren sind (Kapitel 3).

Danach erfolgt die Darstellung der sechs geförderten Kompetenzzentren der Nanotechnologie. Wir diskutieren die Gründungsphase der Zentren (Kapitel 4), die Frage nach deren organisatorischer Struktur (Kapitel 5), die Ziele und Strategien der

Zentren (Kapitel 6), deren technologische Orientierung und industrielles Hinterland (Kapitel 7) sowie die bisherigen Ergebnisse und Leistungen entlang von neun Leistungsdimensionen, die vom Förderer vorgegeben wurden (Kapitel 8).

Bei den Ausführungen zu den Zentren gehen wir in der Regel in alphabetischer Reihenfolge vor. Abweichungen von dieser Reihenfolge treten dann auf, wenn diesen inhaltlich begründete Gruppierungen voraus gingen.

Abschließend formulieren wir Schlussfolgerungen für das Coaching (Kapitel 9).

Der von diesem Bericht separat gehaltene Anhang enthält ausführliche Fallstudien der CC, die mit diesen rückgekoppelt wurden. Im Regelfall haben die Sprecher und Koordinatoren die Rückmeldungen ausgearbeitet (Anhang A). Angefügt ist auch eine Studie von Technopolis zum Förderrahmen nanotechnologischer Forschung in ausgewählten Ländern (Anhang B), die die Grundlage für den internationalen Vergleich der Fördermaßnahme des BMBF darstellt und auf eine mögliche Vergleichsstudie eines schwedischen CC hinweist.

## 2 Die Fördermaßnahme des BMBF

Seit Oktober 1998 fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Infrastruktur von sechs in einem Wettbewerb ausgewählten Kompetenzzentren der Nanotechnologie (CC) mit jeweils 500.000 DM pro Jahr. Darüber hinaus stehen für die Projektförderung nochmals ca. 45 Mio. DM jährlich zur Verfügung. In die (institutionelle) Förderung aufgenommen wurden:

- das Kompetenzzentrum Nanoanalytik
- das Kompetenzzentrum Funktionalität durch Chemie - Nanochem
- das Kompetenzzentrum Erzeugung und Einsatz lateraler Strukturen - Nanoclub
- das Kompetenzzentrum Anwendungen von Nanostrukturen in der Optoelektronik - NanOp
- das Kompetenzzentrum Ultradünne funktionale Schichten – UFS
- das Kompetenzzentrum Ultrapräzise Oberflächenbearbeitung – UPOB

Die *Projektmittel* werden in einem *wettbewerblichen Verfahren* vergeben, bei dem sich auch Antragsteller außerhalb der CC bewerben können. Damit unterscheidet sich die Fördermaßnahme in einem zentralen Punkt von anderen Initiativen. Entscheidend für die Bewilligung eines Projektes sind folgende Kriterien: (1) Neuheit und Attraktivität des Lösungsansatzes, (2) wirtschaftliche Bedeutung, (3) Umsetzungskonzept, Industriebeteiligung, (4) bereits zum Thema laufende angedachte Forschungs- und Entwicklungs-Arbeiten, (5) Bezug zur Nanotechnologie / interdisziplinäre Aspekte, (6) Kompetenz der Projektpartner, (7) Stellungnahme zu den Projektkosten.

Das Förderinstrument CC ist eine *institutionelle Antwort auf die Herausforderungen des modernen Technologiewettbewerbs*: wachsende Globalisierung des Innovationsgeschehens, zunehmende Geschwindigkeit und Differenzierung des technischen Wandels, zunehmende Bedeutung wissenschaftsbasierter Spitzentechnologien im internationalen Standortwettbewerb, Ausdifferenzierung der Akteurssysteme.

Kompetenzzentren stellen ein neuartiges und zudem sehr voraussetzungsreiches Förderinstrument dar. Im Vordergrund steht die Intention, durch eine Anschubfinanzierung eine *selbsttragende Eigendynamik der ausgewählten CC mit nachhaltigen wirtschaftlichen Effekten im globalen Wettbewerb* zu erreichen. Eine entscheidende Voraussetzung hierfür bildet eine netzwerkartige Kooperation aller Akteure, die einem Kompetenzzentrum zugerechnet werden. Hier soll also ein struktureller Wandel der beteiligten öffentlichen und privaten Institutionen und ihrer Zusammenarbeit angestoßen werden - ein ambitioniertes Unterfangen, dessen Scheiternsrisiko nicht unterschätzt werden darf! Hinzu kommt, dass die Förderung durch das

BMBF nicht den einzigen – nicht einmal einen generell dominanten – Einflussfaktor bei der Entwicklung der CC bildet. Das BMBF kann deren Entwicklung nicht "steuern" sondern im günstigen Fall erfolgreich moderieren.

Das Konzept "Kompetenzzentren" kann als Versuch der Nachbildung "naturwüchsig" entstandener Vorbilder in den technologisch führenden "industrial districts" von Silicon Valley (Elektronik-Cluster) bis nach Baden-Württemberg (Auto-Cluster) verstanden werden – so die zugrunde liegende Annahme. Um erfolgreich zu werden, bedarf es der *Veränderung bewährter Verhaltensroutinen*: In der Wissenschaft ist ein neues, weniger striktes Autonomieverständnis gefordert, in der Wirtschaft eine Neubestimmung von Konkurrenz und industrieller Kooperation, in der Politik ein *Abschied von förderbürokratischer Lenkung*. Die entscheidende Voraussetzung für das Gelingen solcher neuen förderpolitischen Ansätze ist die *netzwerkartige Kooperation* aller Akteure, die einem Kompetenzzentrum zugerechnet werden. Unsere grundlegende These lautet daher: ohne eine adäquate Gestaltung der Kommunikations- und Kooperationsprozesse sowohl *innerhalb der Zentren* als auch mit der *Außenwelt* ist – bei gegebenem wissenschaftlich-technischem Ausgangsniveau – eine Zielerreichung nicht möglich. "Adäquat" meint, dass die unterschiedlichen Handlungslogiken, Interessen und Sichtweisen der jeweils anderen Beteiligten wahrgenommen und in entsprechende eigene Handlungsstrategien umgesetzt werden.

Sah man früher den Innovationsprozess eher linear und sequenziell, so veränderte sich diese Sicht in Richtung auf einen Prozess mit vielfältigen Rekursionen, darstellbar eher als Spirale mit Rückschleifen, Vorsprüngen und Pausen. Technologie wird danach nicht mehr in einer bestimmten Reifephase des Innovationsprozesses von der Wissenschaft an die Industrie transferiert. Statt dessen wird das Verständnis von erfolgreichem *Technologietransfer* weiter gefasst. Es beschreibt einen gegenseitig befruchtenden *Wissens- und Technologieaustausch in beiden Richtungen* zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Dieser Austausch findet in allen Phasen des Innovationsprozesses statt. Er ist nicht auf die Partner konkreter Technologieprojekte begrenzt, sondern umfasst auch unbeabsichtigte "Spill-over-Transfers" in einem nur unscharf definierten Netz beteiligter Akteure. Die kritische Stelle für die deutsche technologische Wettbewerbsfähigkeit liegt, wie zahlreiche Studien gezeigt haben (vgl. Abramson et al. 1997, Schmoch et al. 1996), nicht in der Forschung, sondern in dem beschriebenen *Technologietransfer* zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

Gleichzeitig lässt sich seit Beginn der 1980er Jahre eine zunehmende Tendenz zur Globalisierung von Forschung und Entwicklung (FuE) konstatieren (vgl. Gerybadze/Meyer-Krahmer/Reger 1997; Beise/Belitz 1997). Dabei kommt es für die Wettbewerbsfähigkeit von Produktionsstandorten zunehmend darauf an, die Attraktivität eines Marktstandortes mit der des Produktionsstandortes und des FuE-Standortes zu kombinieren, auch indem thematische "Cluster" gebildet werden, die man anschau-

lich als "industrial Hollywoods" bezeichnet hat (vgl. Meyer-Krahmer et al. 1998, 44).

Der Wettbewerb zwischen den großen Industrie-Weltregionen wird dabei zunehmend auf dem *Gebiet von Schlüsseltechnologien* ausgetragen. Dementsprechend bemühen sich die Akteure in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik darum, Schrittmachertechnologien mit vermutlicher Schlüsselfunktion für den künftigen Wettbewerb frühzeitig zu erkennen und zu fördern. Dies machen auch die Aktivitäten in anderen Ländern deutlich, die in ihren Fördermaßnahmen zunehmend auf Vernetzungseffekte unter Einbezug industrieller Akteure setzen (vgl. Anhang B). In verschiedenen Studien wurde die *Nanotechnologie* als eine solche bedeutende *Schrittmachertechnologie* identifiziert (VDI-Technologiezentrum 1998, Grupp 1995).

Die gleichzeitige Lokalisierung der Nanotechnologie in anwendungsnahen und -fernen Innovationsprozessen ist kennzeichnend für die heutige Entwicklung von *wissensbasierten Querschnittstechnologien* im weltweiten Wettbewerb. Die hohen Kosten und Risiken bei der Entwicklung solcher Technologien erfordern die intensive Vernetzung (interdisziplinär, -sektoral und -regional) zwischen wissenschaftlichen und industriellen Akteuren. Die *Chance zur zeitkritischen industriellen Innovation* im Wettbewerb kann jedoch nur gewahrt werden, wenn die *Entwicklung von Wissen und technologischer Basis* zwischen Industrie und Wissenschaft *synchronisiert wird*. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass Experten die Bundesrepublik auf dem Gebiet der Nanotechnologie derzeit (noch) auf einem zweiten Platz, hinter den USA aber vor Japan, ansiedeln (Zukunft nachgefragt – Juni 1998).

Zur Förderung solcher Vernetzungs- und Kooperationseffekte hat die Technologiepolitik das neuartige Förderkonzept der "Kompetenzzentren" entwickelt. In diesem Zusammenhang ist das *übergeordnete Ziel* der Fördermaßnahme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zu verstehen:

*Bestmögliche Umsetzung von [nanotechnologischem] Wissen in marktfähige Produkte, Verfahren und Dienstleistungen.*

Darüber hinaus will die Fördermaßnahme vorhandene Kompetenzen so bündeln, dass der (Nanotechnologie-)Standort Bundesrepublik insgesamt auch international sichtbar sowie für nationale und internationale Unternehmen attraktiv gemacht wird. Ein *zweites Ziel* ist damit:

*Aufbau eines Kompetenzprofils im ausgesuchten Technologiefeld, das den Standort auch international bekannt und attraktiv macht.*

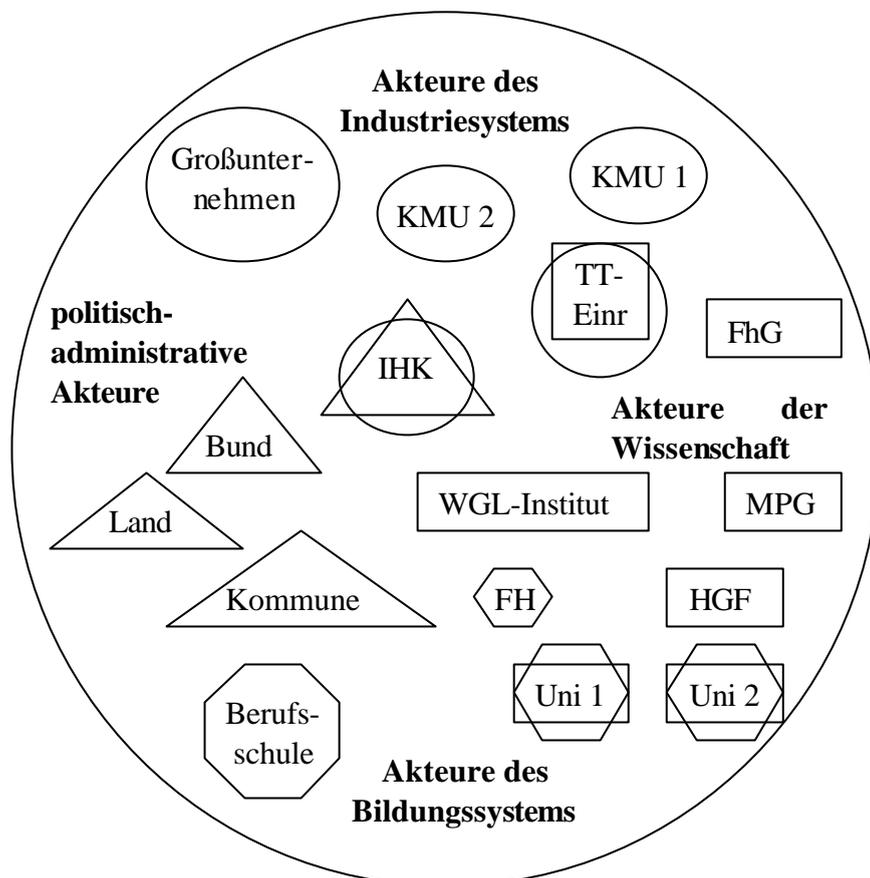
Werden die sechs geförderten Kompetenzzentren der Nanotechnologie diesen Zielen gerecht? Welche institutionelle Verfasstheit und Strategien haben sich die CC gegeben, um die Ziele zu erreichen? Welche Erfolge im Hinblick auf die Zielerrei-

chung lassen sich bereits feststellen? Welche Faktoren stehen einer erfolgreichen Zielerreichung im Wege? Der Beantwortung dieser Fragen dienen die folgenden Ausführungen. Zuvor erfolgt noch kurz eine Darlegung der aus unserer Sicht maßgeblichen Erfolgsfaktoren von Kompetenzzentren.

### 3 Zentrale Erfolgsdimensionen von Kompetenzzentren

Die *intensive Zusammenarbeit* zwischen den verschiedenen *Kooperationspartnern* eines Kompetenzzentrums ist eine wesentliche Voraussetzung für deren Erfolg. Die angemessene Gestaltung dieser Zusammenarbeit wird aber dadurch erschwert, dass es sich bei den Beteiligten nicht um isolierte Einzelakteure handelt, sondern vielmehr um Angehörige verschiedener *Institutionen*, die spezifischen Akteurssystemen zuzuordnen sind und damit traditionell unterschiedliche Wahrnehmungen und daraus resultierende Handlungsmuster repräsentieren. Abbildung 3-1 macht dies deutlich:

Abbildung 3-1: Darstellung von CC als Multi-Akteur-System



In einem solchen Multi-Akteur-System entstehen in der Kooperation häufig Schnittstellenprobleme, deren Ursachen von unterschiedlichen Interessenlagen über eine unzureichende Kommunikation bis hin zu einem divergierenden Problem- und Lösungsverständnis reichen. Um durch gegenseitiges Lernen diese Schnittstellen-

und Kommunikationsprobleme zu lösen, müssen sie *erstens erkannt* werden und *zweitens muss ein gemeinsames Interesse an der Problemlösung bestehen*. Wie ist dies herzustellen?

Grundsätzlich gehen wir davon aus, dass eine *hierarchische Steuerung* durch staatliche Akteure, wie sie im Kontext des *linearen Innovationsmodells* Anwendung fand, nunmehr nicht mehr angemessen ist. Vielmehr geht es im *rekursiven Innovationsmodell* für politische Akteure darum, die Entscheidungsproduktion in Netzwerken zu *moderieren* (vgl. Kuhlmann 1998). Der Verzicht auf hierarchische Steuerung erhöht um so mehr den *Bedarf an einer Strategieentwicklung*, die im Diskurs zwischen Förderer (BMBF) und Geförderten (CC) erfolgen sollte.

Kompetenzzentren folgen im Grundsatz gewachsenen Vorbildern, die über Selbstorganisationsprozesse Vorteile zu generieren in der Lage sind. Zentrales Merkmal solcher Netzwerke ist deren *Anknüpfung an gewachsene Cluster*, deren Einzelmitglieder sich durch eine dem jeweiligen Feld angemessene *Exzellenz* auszeichnen. Diese Cluster eingangs zu identifizieren war der erste notwendige Schritt zur Implementierung der CC. Dies gelang mit Hilfe des Instruments der *externen Begutachtung durch eine Expertenjury*. Die nun anstehende Frage lautet: Wie kann es gelingen, die CC so zu gestalten, dass sie einerseits die angemessene Eigendynamik zu entfalten in der Lage sind (Entlassung in die Autonomie) bei gleichzeitiger Wahrung der Interessen des Förderers zur *Kontrolle* dieser Entwicklung – zumindest so lange, bis sich die CC wirtschaftlich selbst tragen?

Auf der Basis der obigen Ausführungen lassen sich zwei zentrale Erfolgsdimensionen benennen:

- (1) Organisation und Vernetzung
- (2) Wissenschaftliche und technologische Leistungsfähigkeit

Wenn es den CC gelingt, ihre Organisation und Vernetzung in einer Weise zu gestalten, dass die im Netzwerk integrierten Einzelakteure aus Wissenschaft und Wirtschaft, aber auch von Intermediären wie Banken oder politischen Einrichtungen ihre Kompetenzen *schnittstellengerecht, d.h. unter Berücksichtigung der jeweiligen Codes der anderen "Systeme"*, einbringen, mündet dies idealiter im Nachweis der für das Gelingen der CC erforderlichen *Innovationskompetenz*. Zu begründen ist dies wie folgt: Der Erfolg von Kompetenzzentren *beruht nicht nur auf der gut organisierten Vernetzung von Exzellenz*. Vielmehr ist es erforderlich, dass das Netzwerk eine über die Summe der Einzelakteure hinausweisende Identität gewinnt, sozusagen einen "systemischen Mehrwert". Dieser kann sowohl in der besonderen Arbeitsteiligkeit und der komplementären Kompetenzverteilung als auch in gesonderten Ressourcen, die nur die Netzwerke zur Verfügung stellen (beispielsweise geeignete Informationen, die einen Wettbewerbsvorteil zu generieren in der Lage sind), liegen.

Die *Innovationskompetenz* bezieht sich primär auf das *Binnenleben* der Zentren und folgt ihrer Logik nach den naturwüchsig entstandenen Vorbildern. Für ein technologiepolitisches Förderkonzept wie die CC müssen daher noch Erfolgsfaktoren zur politischen Inszenierung von Kompetenzzentren ermittelt werden. In weitgehender Übereinstimmung mit den Leistungskriterien aus der BMBF-Ausschreibung (vgl. Kapitel 8) und Ergebnissen aus der politikwissenschaftlichen Steuerungsdebatte (vgl. Kuhlmann 1998) sind folgende Dimensionen wichtig: Um zu einem dauerhaften Erfolg zu führen, sind die CC gefordert, geeignete Mechanismen der *Kommunikation mit ihrer Außenwelt* zu implementieren. Hierzu zählen alle Maßnahmen, die einerseits in das direkte Umfeld wirtschaftlich ausstrahlen (dies ist gleichzeitig ein wichtiger Bestimmungsfaktor für die ökonomische Nachhaltigkeit der CC), andererseits aber auch Kommunikationsstrategien, die sich an eine allgemeine Öffentlichkeit richten, um damit zur Schaffung förderlicher Umfeldbedingungen beizutragen. Es ergeben sich damit zwei weitere Erfolgsdimensionen:

- (3) Beitrag zur Schaffung eines wirtschaftlich attraktiven Umfeldes
- (4) Wissens- und Informationsverbreitung auch gegenüber der allgemeinen Öffentlichkeit, insbesondere im Ausbildungsbereich.

#### *Organisation und Vernetzung*

Ein zentrales Problem von Kompetenzzentren, d.h. eines auf die freiwilligen Unterstützung durch die Mitglieder angewiesenen Modells besteht darin, *Motivation und den Einsatz der Beteiligten* immer wieder neu zu gewährleisten. Dies ist vor allem angesichts der Tatsache wichtig, dass die CC keine dauerhaften Mitgliedschaften vorsehen. Auch wenn durch den häufigen Wechsel der Beteiligten eine Diffusion von Kompetenzen eher gewährleistet ist, so bleibt problematisch, wie unter diesen Bedingungen eine Identifikation mit den *Strukturzielen* des CC sichergestellt werden kann. Die Bereitstellung von *Belohnungen* in Form von bewilligten Projekten ist hier nicht ausreichend. Vielmehr tragen nach derzeitigem Wissensstand (vgl. Boekholt et al. 1998) folgende Bedingungen maßgeblich zu einem Gelingen von Kompetenzzentren bei:

- die Abdeckung der gesamten *Wertschöpfungskette*, von der wissenschaftlichen FuE bis hin zur industriellen Innovation sowie der Bereitstellung von finanziellem Risikokapital,
- eine Organisationsstruktur, die geeignet ist, den *Vertrauensaufbau* innerhalb des Netzwerkes zu gewährleisten,
- eine *regionale Clusterung*, die die nötige "Nachbarschaftlichkeit" insbesondere für den Austausch von *tacit knowledge* über häufige Kontakte schafft und außerdem "Neulingen" im CC die Aufnahme von Kooperationsbeziehungen erleichtert.

### *Wissenschaftliche und technologische Leistungsfähigkeit*

Die Qualität eines Netzwerkes hängt immer auch von der Kompetenz seiner Mitglieder ab: die Vernetzung ist ja nicht das eigentliche Ziel der Fördermaßnahme, sondern lediglich das *Mittel*, um die Hauptziele – schnellere Umsetzung nanotechnologischen Wissens in marktfähige Produkte, Verfahren und Dienstleistungen sowie Aufbau eines auch international sichtbaren Kompetenzprofils – zu erreichen. Daher kommt es entscheidend darauf an, die im Auswahlwettbewerb bereits dokumentierten Kompetenzen weiterhin zu stärken. Dies gelingt unserer Einschätzung nach insbesondere dann, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

- ein auch international anschlussfähiger *Wissensaufbau* gelingt,
- *Internationalität* nachweislich sichergestellt ist,
- eine *kritische Masse* von Exzellenz sowohl im Bereich des Wissensaufbaus als auch an interessierter Industrie vorhanden ist,
- geeignete Maßnahmen zu einem beschleunigten *Wissens- und Technologieaustausch in beiden Richtungen* ergriffen werden,
- *interdisziplinäre Zusammenarbeit* nicht nur propagiert, sondern auch tatsächlich geleistet wird.

### *Schaffung eines attraktiven wirtschaftlichen Umfeldes*

Die Vernetzung zwischen Wissenschaft und Industrie in einem Kompetenzzentrum reicht zwar über alle Innovationsphasen, hat aber nicht in allen Innovationsphasen den gleichen Charakter. In den Grundlagenphasen wird sich die Industrie eher nur orientierend beteiligen. Es wird Orientierung gesucht (Monitoring) und Orientierung gegeben (Visionen). In anwendungsnahen Innovationsphasen wird die Industrie zunehmend Initiative, Technologieverantwortung und Finanzierungsbereitschaft entwickeln. Damit sich die Wirtschaft überhaupt beteiligen kann, muss sie jedoch erst einmal vorhanden sein. Damit gilt es hier, den Besonderheiten des industriellen Hinterlandes in Deutschland entsprechende Beachtung zu schenken und die CC dazu zu ermutigen, diese Ausgangslage in ihren Strategien zu berücksichtigen.

Die Schaffung eines attraktiven wirtschaftlichen Umfeldes ist Gegenstand der Wirtschaftsförderung insbesondere durch Ansiedlung und Pflege von Unternehmen und Infrastruktureinrichtungen. Dabei spielt die Standortförderung für industrielle Kernunternehmen unter Innovationsaspekten eine zentrale Rolle. Außerdem werden hier alle Maßnahmen, Existenzgründungen anzuregen, um so nicht nur Arbeitsplätze erhalten, sondern auch schaffen zu können, relevant. Die Bedeutung von Spin-off Unternehmen für den Erfolg und die Dauerhaftigkeit von Kompetenzzentren wurde auch in der Studie von Boekholt et al. (1998) hervorgehoben. Der Studie zufolge tragen darüber hinaus eine bestehende unternehmerische Kultur, starke Marktanreize und das Vorhandensein von Unternehmenskapital deutlich zum Gelingen von Kompetenzzentren bei. In diesem Zusammenhang ist die enge Zusammenarbeit mit

staatlichen Akteuren wie beispielsweise den einschlägigen Länderministerien oder kommunalen Stellen ein weiteres Erfolgskriterium.

#### *Wissens- und Informationsverbreitung*

Eine nachhaltige technologische Entwicklung kann nicht unabhängig von institutionellen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gesehen werden. Die ökonomische Umsetzung von Technologien und die Technologiediffusion sind in hohem Umfang abhängig von der *Akzeptanz bei den Konsumenten*, der *Anpassung rechtlicher und institutioneller Strukturen* wie Abbau von Regulationen und der Schaffung diffusionsfördernder Normen und einer für die Nanotechnologie *geeigneten Basis ausgebildeter (Natur-)Wissenschaftler, Techniker und Ökonomen*, d.h. der breiten Unterstützung durch den wissenschaftlichen und technischen Nachwuchs. Aus diesem Grund sind alle Maßnahmen, die der Verbesserung der Aus- und Weiterbildung in diesem Technologiefeld dienen – möglichst unter Beteiligung der Wirtschaft -, ein wichtiger Erfolgsfaktor für das Gelingen der CC.

Zusammenfassend bedarf erfolgreiche Technologiediffusion geeigneter Kommunikationsstile, die die Übersetzbarkeit und Anschlussfähigkeit technischer mit wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Codes garantieren. Konkret heißt dies, dass die CC aufgefordert sind, folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- medienwirksame Öffentlichkeitsarbeit,
- Maßnahmen zur Verbesserung der Aus- und Weiterbildung im Bereich der Nanotechnologie,
- Beteiligung am Abbau diffusionshemmender und dem Aufbau diffusionsfördernder Normen.

Im Folgenden wollen wir prüfen, inwiefern die CC den oben formulierten Anforderungen gerecht werden.



## 4 Die Gründungsphase der CC

Die Gründung der Kompetenzzentren der Nanotechnologie bildet den Abschluss eines etwa *zehnjährigen Vorlaufprozesses* (vgl. VDI-TZ 1998, S. 160). Das VDI-TZ und das damalige BMFT führte ab 1988 ein Screening des Technologiefeldes durch. 1990 startete eine Vortragsreihe zu neuen Entwicklungen in der Mikrostruktur- und Nanotechnik, in der schon auf die Themen der ultrapräzisen Oberflächenbearbeitung, der Herstellung ultradünner Schichten und von Nanostrukturen eingegangen wurde. 1992 wurde ein erstes Förderkonzept zur Nanotechnologie entwickelt. In den Folgejahren fanden verschiedenste Aktivitäten zu Einzelthemen der Nanotechnologie statt. Dies mündete 1996 in einer breit geführten Expertendiskussion, an der zahlreiche Vertreter aus Wissenschaft und Industrie teilnahmen. Im Frühjahr 1998 fand der BMBF-Workshop "Innovationsschub aus dem Nanokosmos" statt, der im zeitlichen Zusammenhang mit der Ausschreibung des BMBF zu Nanotechnologie-Kompetenzzentren stand. Durch diese Vorläuferaktivitäten ist frühzeitig eine *informelle Teilnehmer-Community* entstanden. Als thematische Schwerpunkte der Expertendiskussion "Innovationsschub aus dem Nanokosmos" hatten sich die Herstellung und Anwendung ultradünner Schichten, Erzeugung und Einsatz lateraler Strukturen < 100 nm, Fabrikation und Applikation von Nanomaterialien und molekularen Architekturen, Ultrapräzise Bearbeitung von Oberflächen sowie die Vermessung und Analyse von Nanostrukturen herausgestellt.

Die Gründungsphase der sechs geförderten Kompetenzzentren der Nanotechnologie ist von *Aktivitäten einzelner Schlüsselakteure* gekennzeichnet, die nach Bekanntgabe des Förderinstruments durch das BMBF einen Kreis von Interessierten um sich versammelt haben. Betrachtet man die maßgeblichen Gründereinrichtungen (vgl. Tabelle 4-1), so lässt sich eine Einteilung treffen zwischen CC, bei denen Unternehmen bereits bei der Gründung einbezogen waren (CC UPOB, CC Nanoclub, CC NanOp), solchen, bei denen stark anwendungsorientierte Einrichtungen maßgeblich waren (CC Nanochem, CC UFS) und solchen, bei denen Einrichtungen aus dem Bereich der Grundlagenforschung dominierten (CC Nanoanalytik).

Tabelle 4-1: Maßgebliche Gründereinrichtungen

CC	Gründereinrichtungen
Nanoanalytik	3 Professoren (Hamburg, München, Münster)
Nanochem	1 Hochschuleinrichtung, 1 FuE-Institut (Uni Tübingen, INM Saarbrücken)
Nanoclub	AMICA, unterstützt durch 2 Institute der RWTH Aachen, später 5 Forschungseinrichtungen und 1 Vertreter eines Großunternehmens
NanOp	1 Hochschulinstitut, 2 Unternehmen, 1 FuE-Institut
UFS	FhG-Institut federführend
UPOB	1 Unternehmen, 1 MPI, 1 WGL-Institut, 1 FhG-Institut sowie die PTB

Folgt man dieser "Industriesystematik" hinsichtlich der Gründereinrichtungen, so zeichnet sich sowohl das *CC UPOB*, das *CC Nanoclub* als auch das *CC NanOp* dadurch aus, dass bereits zu Beginn sehr verschiedene Einrichtungen in die Gründung des Kompetenzzentrums involviert waren: im Falle des *CC UPOB* waren dies Carl-Zeiss, das IOM Leipzig, das MPI für biophysikalische Chemie Göttingen, die FhG-IPT Aachen und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig<sup>1</sup>, im Falle des *CC NanOp* neben dem Institut für Festkörperphysik in Berlin die Infineon AG (damals noch Siemens), Aixtron sowie das Heinrich-Hertz-Institut Berlin. In die Gründungsphase des *CC Nanoclub* war ebenfalls frühzeitig ein Unternehmen involviert (Daimler-Chrysler). Daneben waren die Schlüsselakteure zunächst klar der RWTH Aachen zuzuordnen, insbesondere dem Institut AMICA. Diese Antragskooperation wurde im Zuge des Wettbewerbsverfahrens von einem regionalen auf ein virtuelles, bundesweites Kompetenzzentrum ausgedehnt.

Die Gründung des *CC Nanochem* basiert einerseits auf einem vom Leiter des INM Saarbrücken ursprünglich eingereichten Antrages auf ein Leitprojekt beim BMBF. Die Verbindung von Tübingen und Saarbrücken ergab sich dadurch, dass beide Institute über eine ähnliche Basistechnologie (Sol-Gel-Technologie) verfügen, die aber in unterschiedlichen Anwendungszusammenhängen genutzt werden. Andererseits wurde schon in vorher angedachten Kooperationsideen festgestellt, dass sich die Expertise der beiden Institute in hervorragender Weise ergänzt. Die ursprüngliche Idee, zwei getrennte Anträge zu stellen, wurde deshalb zugunsten eines gemeinsamen Antrages fallen gelassen, da erst die Kombination beider Anträge entsprechende Erfolgsaussichten gehabt habe.

Das *CC Nanoanalytik* entstand durch den Zusammenschluss dreier Professoren, die bereits zuvor im Bereich Nanoanalytik zusammengearbeitet haben. Diese drei Personen repräsentieren die Disziplinen Chemie (Münster), Physik (Hamburg) und Biologie (München). Durch diesen *interdisziplinären Zusammenschluss* gelingt laut Selbstdarstellung die komplette Abdeckung des Themenfeldes Nanoanalytik.

In einigen Fällen hat bereits der *Prozess der Antragstellung* zu einem intensiven Austausch der Beteiligten geführt: im Falle des *CC UPOB* fanden beispielsweise nicht nur die Selbstdarstellungen der Einrichtungen Eingang in den Förderantrag, sondern auch die Ergebnisse einer *formalisierten Umfrage* unter allen Beteiligten sowie weitere schriftliche Zuarbeiten und zahlreiche persönliche Gespräche. Befragungen zum Kompetenzprofil finden mittlerweile in fast allen *CC* statt: das *CC Nanochem* führte beispielsweise im Oktober 1999 eine an den sieben Arbeitsgruppen orientierte Fragebogenaktion als Basis für die Datenbank gestützte Partnerbörse durch.

---

<sup>1</sup> Die PTB wurde aufgrund ihrer Rolle als neutrale, mit technologischer Autorität ausgestattete Institution für die Sprecherfunktion des *CC* gewonnen.

Zusammenfassend ist der Gründung der CC ein etwa zehnjähriger Prozess der Bildung einer Nano-Community im nationalen Innovationssystem der Bundesrepublik vorausgegangen, moderiert durch das BMBF und die Projektträger VDI-TZ und FZ Jülich NMT. Im Ergebnis hat das BMBF mit den CC ein neues Förderinstrument eingeführt, das aber auf einer langjährigen Traditionslinie des Ministeriums der zunehmenden Vernetzung von FuE und Anwendung, von Wissenschaft und Industrie aufbaut. Es erweitert das Konzept der Verbundprojektförderung, das in kleinerem Stile schon vorher Akteure aus der Nano-Community zusammengeführt hatte. Aufbauend auf diesen Initiatorverbänden möchte es die Vernetzung sowohl innerhalb der Wissenschaft als auch zwischen den Teilnehmern von Wissenschaft und Industrie institutionalisieren. Es verfolgt dabei bislang ein auf Akteure des nationalen Innovationssystems begrenztes Konzept. Entsprechend der Gründungsphase im Anschluss an die Ausschreibung überlässt es die Initiative primär der Drittmittel abhängigen Institutewissenschaft innerhalb und außerhalb der Hochschulen. Die Industrieunternehmen der Community sind in industriellen Verbundprojekten der Nanotechnologie bereits aktiv, halten sich in ihrem Engagement in den CC bis auf einige Ausnahmen aber noch überwiegend zurück.



## 5 Organisatorische Struktur der CC

Aufgrund der Besonderheiten des Förderinstruments "Kompetenzzentren der Nanotechnologie" ist die angemessene Gestaltung der Organisation ein entscheidender Erfolgsfaktor (vgl. Kapitel 3). Leitfragen, die in diesem Kontext zu stellen sind, lauten:

- Welche Teilnehmer konnten gewonnen werden, aus welchen Einrichtungen stammen diese und gelingt es mit dieser Teilnehmerstruktur, jeweils die gesamte Wertschöpfungskette abzudecken?
- Wie ist das CC institutionell verfasst, welche Entscheidungsebenen existieren und ist der Unternehmenssektor dort in ausreichendem Maße repräsentiert?
- Durch welche organisatorischen Lösungen wird versucht, mit der Komplexität des Themenfeldes Nanotechnologie umzugehen, beispielsweise durch die Bildung von Untergruppen, ohne die Gesamtsteuerung des Netzwerkes aus den Augen zu verlieren?
- Welche für die begleitende Evaluation relevanten Eigenschaften charakterisieren die CC?

### 5.1 Teilnehmerstruktur

Die sechs geförderten CC unterscheiden sich erheblich hinsichtlich ihrer Größe: das Spektrum reicht von derzeit<sup>2</sup> 29 Mitgliedern im CC NanOp bis hin zu 114 Mitgliedern im CC Nanochem.

Allen CC ist gemein, dass sie *grundsätzlich offen für neue Mitglieder* sind. Die prinzipiell gewünschte und positiv zu wertende Offenheit der CC für neue Mitglieder – positiv im Sinne eines *quantitativ verbesserten Know-how-Aufbaus und Wissens- und Technologietransfers* –, hat eine Kehrseite: eine erschwerte Steuerung des Netzwerkes und die Problematik, die Mitglieder nicht zur Erbringung einer angemessenen Leistung motivieren zu können. Wie die folgenden Darlegungen zeigen, gehen die sechs geförderten CC unterschiedlich mit diesem Problem um: Während einige Zentren auf eine selbstorganisierte Gestaltung des Netzwerkes und damit grundsätzlich auf Offenheit setzen (CC Nanoanalytik, CC Nanochem, CC UFS, CC UPOB), setzen andere Zentren stärker auf das Prinzip der Selektion (CC NanOp, CC Nanoclub).

---

<sup>2</sup> "Derzeit" bezieht sich auf den Zeitpunkt der Erstellung der Fallstudien, d.h. Dezember 1999.

Für das Gelingen der Fördermaßnahme ist es entscheidend, in welchem Umfang auch Unternehmen in die Kompetenznetzwerke eingebunden werden können. Ein erster Ansatzpunkt zur Prüfung dieser Einbindung ist die Frage, wie hoch der Anteil von Unternehmen unter den Mitgliedern ist. Tabelle 5-1 macht deutlich, dass in der Regel zahlreiche Unternehmen in den CC engagiert sind: deren Anteil reicht von 34 Prozent im CC Nanoclub bis zu 59 Prozent im CC Nanoanalytik.

Tabelle 5-1: Anzahl und Art der Teilnehmer

Teilnehmer	N-Analytik	Nanochem	Nanoclub	NanOp	UFS	UPOB
Großunternehmen	7	15	23	10	38	5
KMU	16	50				17
Universitäten	7	19	32	11	14	12
FuE-Einrichtungen	9	23	12	7	19	14
Sonstige	-	7	-	1	8	-
Gesamt	39	114	67	29	77	48

Die *vergleichsweise geringe Anzahl* von Mitgliedern im *CC NanOp* lässt sich auf dessen Selbstverständnis als Netzwerk von ausgewählten Institutionen zurückführen, nach dem Anspruch, nur die "besten Partner" aufzunehmen. Durch diese Vorauswahl soll gewährleistet werden, dass nur exzellente Forschungsprojekte beantragt und durchgeführt werden. Als Besonderheit gilt hervorzuheben, dass neben nationalen Einrichtungen auch das Abram F. Ioffe Institut aus St. Petersburg/Russland Mitglied des CC ist.

Das *CC Nanoanalytik* zählt mit seinen derzeit 39 Mitgliedern ebenfalls zu den eher kleinen CC. Laut eigenen Angaben ist es offen für neue Mitglieder, wobei darauf hingewiesen wurde, dass auf KMU-Seite bereits annähernd 95 Prozent der relevanten Gerätehersteller Deutschlands beteiligt sind. Das *CC UPOB*, mit insgesamt 48 Mitgliedern ebenfalls ein eher kleines Zentrum, ist durch eine relativ ausgewogene Verteilung der Mitglieder nach Institutionentyp gekennzeichnet, die größte Gruppe stellen die KMU dar.

Zu den *Kompetenzzentren mittlerer Größe* zählen die *CC Nanoclub und UFS*, die von ihrem Selbstverständnis her recht unterschiedlich sind. Während sich das CC UFS prinzipiell offen darstellt und faktisch eine stark regional selektierte Teilnehmerschaft mit ausgewogener Mischung aus Wissenschaft, Groß- und Kleinunternehmen sowie Wirtschaftsförderung aufweist (mit einem vergleichsweise hohen Anteil von Fraunhofer-Instituten), handelt es sich beim CC Nanoclub um ein virtuelles, selektiv konstituiertes Netzwerk mit einer Vielzahl Drittmittel intensiver universitärer Forschungseinrichtungen und den für das bearbeitete FuE-Feld wichtigsten Großunternehmen. Die Aufnahme von Mitgliedern aus dem universitären und dem Institutebereich war an folgende Kriterien geknüpft: Kompetenz in den The-

menclustern des CC Nanoclub, Bereitschaft zur Zusammenarbeit zur Durchführung von Verbundprojekten, nachweisbares industrielles Interesse für die jeweilige Aktivität des Mitglieds im CC Nanoclub. Danach wurden zunächst über 50 Forschergruppen aufgenommen. 20 Mitgliedsanträge aus Universitäten wurden bei Anwendung der Auswahlkriterien zunächst nicht berücksichtigt. Eine spätere Aufnahme ist nach Auskunft des Sprechers bei Erfüllung der Kriterien nicht ausgeschlossen.

Das *CC Nanochem*, mit 114 Mitgliedern das größte Kompetenzzentrum, weist die Besonderheit eines mit ca. einem Drittel aller Partner sehr hohen Anteils kleiner und mittlerer Unternehmen auf. Damit für die zukünftige Arbeit engagierte Partner stärker an das Netz gebunden werden können, wurden im Herbst 1999 sogenannte Informationsschutzvereinbarungen abgeschlossen. Wenngleich sich die Partner des CC Nanochem über die gesamte Bundesrepublik verteilen (virtuelles Zentrum), so lassen sich laut Eigendarstellung derzeit besonders aktive Knotenpunkte in Saarbrücken, Tübingen, Freiburg und München ausmachen. Wie das Erstgespräch bestätigte, kann das CC Nanochem in einem gewissen Sinne als eine Projektgemeinschaft IPC/INM verstanden werden, die zwei Satellitenkreise um sich zu einem Netzwerk formen will: mit einem inneren Kreis, verbunden über eine Informationsvereinbarung sowie eine Verpflichtung, sich aktiv an der Umsetzung der Ziele zu beteiligen, und einem äußeren Kreis, der sich nicht weiter verpflichtet. Kriterien für dieses Core-Shell-Prinzip werden zur Zeit ausgearbeitet.

## 5.2 Organisation und Entscheidungsgremien

Die Organisationsstrukturen der sechs CC sind noch im Aufbau und lassen sich daher nur schwer abschließend beurteilen. Aus diesem Grund stellen wir in einem ersten Schritt die formalen Strukturen dar (Abschnitt 5.2), ergänzen diese jedoch in einem zweiten Schritt durch den Eindruck, den wir bisher von den Stärken und Schwächen der vorliegenden Organisationscharakteristika gewonnen haben (Abschnitt 5.3).

Hinsichtlich der Organisationsstruktur lässt sich eine erste Einteilung treffen entlang des Formalisierungsgrades, durch den sich die CC kennzeichnen lassen: dieser reicht von der Existenz eines eingetragenen Vereins (CC UPOB) über eine Einteilung in Aktiv- und Passivkreise (CC Nanochem) bis hin zu stark netzwerkorientierten Gebilden ohne rechtlich fixierte Strukturen (CC UFS).

Alle CC verfügen unabhängig von der Rechtsform über ausdifferenzierte Organe. Tabelle 5-2 gibt hierzu eine Übersicht. Betrachten wir zunächst die Anzahl der Sprecher, so fällt auf, dass das CC Nanochem über eine "Doppelspitze" verfügt, das CC Nanoanalytik sogar über eine "Dreier-Spitze". Diese komplexen Strukturen set-

zen sich insofern fort, als in diesen Zentren jeweils auch mehr als eine Koordinationsstelle existiert.

Von der operativen Ebene aus betrachtet, kommt den *Koordinatoren* der CC eine zentrale Rolle zu. Diese sind allgemein für die *gesamte technische Abwicklung* zuständig und Ansprechpartner für vor allem von außen an das CC gerichtete Anfragen. Außerdem sind sie größtenteils für die Sicherstellung der Kommunikation zwischen den einzelnen Partnern verantwortlich, was die Vermittlung von Kooperationen einschließt. Schließlich obliegt oft auch die Öffentlichkeitsarbeit den Koordinatoren.

Die *Leiter bzw. Sprecher der CC* sind für die Umsetzung der vorgesehenen Aktivitäten verantwortlich. Sie sind dem BMBF gegenüber der direkte Ansprechpartner und vertreten die Aktivitäten der CC nach außen. Das Amt des Sprechers ist jeweils auf Zeit vergeben: die Sprecheraufgaben in den CC Nanoanalytik und Nanochem sollen nach zwei Jahren an die jeweils anderen Kollegen delegiert werden; der Vorstand des CC UPOB (einschließlich des Sprechers und seines Stellvertreters) ist auf drei Jahre gewählt.

Unterstützt werden die Sprecher mehrheitlich von einem *Lenkungsausschuss bzw. Vorstand*. Mitglieder dieser Gremien sind in der Regel die Sprecher selbst sowie weitere Vertreter der CC, die oftmals einzelne Arbeitsgruppen repräsentieren (CC Nanochem, CC Nanoclub, CC NanOp, CC UFS). Industrievertreter sind unterschiedlich in den Lenkungsausschüssen bzw. Vorständen repräsentiert: Im Falle des CC UPOB sind drei von fünf Angehörigen des Vorstandes Vertreter der Industrie, im Falle des CC NanOp einer von vier und beim CC Nanochem mindestens sieben, da dort eine Struktur vorgesehen ist, wonach mindestens einer der insgesamt jeweils zwei Arbeitsgruppenleiter aus der Industrie stammen muss. Die Angehörigen des Koordinatoren-Gremiums des CC Nanoclub sind alle der Wissenschaft zuzuordnen. Industrievertreter sind jedoch als Projektleiter repräsentiert.

Die Mehrzahl der CC weist *Beratungsgremien* in Form verschiedener Beiräte auf, die entweder einen Fokus auf internationale Besetzung (CC Nanochem, CC Nanoclub, CC NanOp) oder auf die Repräsentanz von Unternehmern aus Industrie und dem Bankensektor legen (CC UFS, CC Nanoclub).

Tabelle 5-2: Organisation der CC

CC	Sprecher	Koordination	Rechtsform	Lenkungsausschuss/ Vorstand	Beiräte
Nanoanalytik	1 Sprecher 2 Stellvertreter	1 Koordinator, 3 Koordinationsstellen	derzeit GbR, Verein geplant	-	-
Nanochem	2 Leiter	2 Koordinatoren	spätere Vereins- gründung ange- dacht	Lenkungsausschuss (Leiter, Koordinatoren und Arbeits- gruppenleiter als Mitglieder)	Internationaler Beirat mit mindestens 6 Mitgliedern geplant
Nanoclub	1 Sprecher	Koordinationszentrum mit Assistenz für IT Infra- struktur, wiss.-techn. Assi- stenz; wirt.-techn. Assistenz	Noch keine forma- lisierte Rechtsform	Koordinatoren-Gremium (CCC)	Strategie- und Evaluationsgremium (Steering Committee), Industrieclub
NanOp	1 Sprecher	1 Netzwerkkoordinator	Verein (nach DFG- Richtlinie)	Management-Committee: vier Mitglieder (einschl. Sprecher)	Steering Committee (bestehend aus nationalen und internationalen Exper- ten)
UFS	1 Koordinator	1 Geschäftsführer	Vereinsgründung vertagt	Sprecherrat mit vier Mitglie- dern	Strategiekreis mit Industrie- und Bank- vertretern
UPOB	Sprecher und Stellvertreter	1 Geschäftsführer, 1 Assi- stentin der Geschäftsfüh- rung, ½ Stelle Organisation und Finanzen, ½ Stelle IT- Unterstützung und Webma- ster	eingetragener Verein	5 Vorstandsmitglieder	-

An formalen Besonderheiten ist hervorzuheben, dass bisher allein das CC UPOB als eingetragener Verein konstituiert ist. Das CC Nanoanalytik ist derzeit noch eine Gesellschaft bürgerlichen Rechts, was zur Konsequenz hat, dass im Rahmen dieser Rechtsform langfristige Personalverträge nicht möglich sind. Vor diesem Hintergrund wurde angestrebt, einen eingetragenen Verein zu gründen. In diesem Zusammenhang spielt die finanzielle Weiterführung der CC durch Mitgliedsbeiträge eine zentrale Rolle. Angesichts der derzeitigen Schwierigkeiten, mangels "eigener" Projektmittel den Mehrwert der Mitgliedschaft in einem Kompetenzzentrum deutlich zu machen, sind Widerstände zu erwarten, weshalb beispielsweise das CC Nanoanalytik eine intensive Diskussion der Vereinsatzung führt und das CC UFS die Vereinsgründung verschoben hat.

Eine weitere Besonderheit ist im Falle des CC NanOp festzustellen: Dieses rekurriert bei seinen Aufgaben neben den in Tabelle 5-2 aufgeführten Instanzen auf die Fraunhofer-Management-Gesellschaft (FhM), die organisatorische Aufgaben des Projektmanagement und Controlling übernimmt. Daneben ist sie für das Marketing und die Kommerzialisierung der Projektergebnisse verantwortlich. Die FhM definiert ihre Aufgaben selbst und wird nur bei erfolgter Beratungstätigkeit bezahlt.

Die *Organisationsstruktur* des CC Nanoclub Lateral ist strikt geschäftsorientiert und lässt sich durch folgende Elemente charakterisieren: (1) Das CC-Zentrum AMICA als industrieorientiertes An-Institut mit wissenschaftlicher Leitung, (2) eine dreifach vernetzte Organisationsstruktur (mit den Aspekten der vertikalen Akteursvernetzung entlang der Wertschöpfungskette, der horizontalen Vernetzung von Anwendungsperspektiven ausgehend von der Informationstechnik hin zu anderen Anwendungsbranchen und der regionalen Vernetzung der bundesweiten Nanoforschung mit dem regionalen Technologietransfer zur Einbeziehung der KMU) und (3) drei Koordinationsebenen (Gesamtkoordination durch AMICA, Clusterkoordination in acht thematischen Themenclustern, Wirtschaftskoordination).

Um die komplexen Anforderungen, die sich nicht nur aus der Technologie selbst, sondern auch aus den Zielvorstellungen des Förderers ergeben (Leistungserbringung auf insgesamt neun Dimensionen), hat sich die Mehrzahl der Kompetenzzentren Unterstrukturen gegeben, die diese doppelte Anforderung bewältigen helfen (vgl. Tabelle 5-3).

Tabelle 5-3: Arbeitsgruppen der CC

Nanoanalytik	Nanochem	Nanoclub	NanOp	UFS	UPOB	
Gerätetechnologien	Medizin und Pharmazie	Extended CMOS		Advanced CMOS	Mechanisch-chemische Bearbeitungsverfahren	
Anwendungen	Sensorik und Katalyse	Lithographie		Neuartige Bauelemente	Ionenstrahl- und Plasmabearbeitungsverfahren	
	Elektronik	Magnetoelektronik	Projekt bezogene Arbeitsgruppen	Biomolekulare Schichten für Medizin und Technik	Optische Bearbeitungsverfahren und verwandte Gebiete	
	Energietechnik	Nanoanalytik		Mechanische und Schutzschichtenanwendungen	Charakterisierung von Oberflächen	
	Oberflächentechnik	Nanotools		Dünne Schichten für Optik und Photonik		
	Nanopartikel	RSFQ/SET		Nanoaktorik und –sensorik / Nanosysteme		
	Komposite und Bulkmaterialien	Selbstorganisiertes Wachstum				
	QS: Herstellungsmethoden von Nanopartikeln	Simulation				Optische u. röntgenoptische Schichten.
	QS: Charakterisierung					
	QS: Theorie und Modelling					Hochgenaue 3D-Strukturierungen, Nanopositionier- und Messsysteme
	QS: Prozesstechnische Entwicklungen					
QS: Formgebung und Strukturierung						

Während die CC Nanoclub und UFS über jeweils "gleichgewichtige" *Technologie-Arbeitsgruppen* verfügen, nehmen sowohl das CC Nanochem als auch das CC UPOB eine Differenzierung vor: Im Falle des CC UPOB ist dies eine zwischen vier *Kompetenz- bzw. Kernbereichen* und drei *ergänzenden Bereichen*. Innerhalb dieser Bereiche haben die Beteiligten sich selbst den Gebieten Forschung, Verfahrens- und Anlageentwicklung, Herstellung von Anlagen und Komponenten und / oder Anwender, Nutzer, Produkthersteller zugeordnet. Im Falle des CC Nanochem wird differenziert zwischen sieben anwendungsorientierten Arbeitsgruppen und fünf Querschnitts-Arbeitsgruppen. Die Arbeitsgruppen werden allgemein deshalb gebildet, weil dies die interne Kommunikation und Kooperation erleichtert.

*Nicht-technologische Arbeitsgruppen* sind derzeit nur in den CC Nanoanalytik und Nanochem vorgesehen: Diese Gruppen widmen sich Themen wie der Öffentlichkeitsarbeit, der Aus- und Weiterbildung, Aktivitäten im Bereich Normung und Standardisierung, aber auch Fragen der Existenzgründung, Qualitätssicherung und Wissens- und Technologietransfer (CC Nanoanalytik) sowie Studien begleitende Maßnahmen und Organisation von Messen, Ausstellungen und Tagungen (CC Nanochem). Laut Antragsunterlagen war vom CC UPOB ursprünglich beabsichtigt, vier Arbeitsgruppen zu den Themenfeldern Förderung der nationalen und internationalen Kooperation, Aus- und Weiterbildung, Ausbau der Informationsstrukturen sowie Technologietransfer und Standort stützende Maßnahmen zu bilden. Nach Installation der Geschäftsstelle und der Aufnahme ihrer Arbeit wurden diese Aufgaben allerdings der Geschäftsstelle übertragen.

### **5.3 Erste Einordnung der Organisationscharakteristika**

Die formalen Organisationsstrukturen spiegeln nur zum Teil ihren Beitrag zur Erreichung der Leitziele der CC (Stärkung der Innovationskompetenz am Standort Deutschland und dessen weltweite Profilierung als attraktiver Nanostandort) wider. Erst wenn sich Prozessroutinen etabliert haben, lassen sich Organisationsmerkmale im Hinblick auf den Erfolg der CC bewerten. Gleichwohl wollen wir einige Punkte herausgreifen, die uns für den Erfolg der Fördermaßnahme wichtig erscheinen. Diese betreffen die Rechtsform und innere Konsolidierung, die Kompetenzen der einzelnen Organe und deren Zusammensetzung sowie das Commitment der Industrie (vgl. Tabelle 5-4).

Hinsichtlich der Entscheidungsprozesse zeichnen sich zwei Typen ab: während einige Zentren mehr auf *koordinierte Selbstorganisation* setzen (UFS, UPOB, Nanoanalytik), setzen andere Zentren stärker auf *strategische Steuerung* (NanOp, Nanoclub, tendenziell auch Nanochem).

Tabelle 5-4: Prozessuale Merkmale der CC-Organisation

<b>CC</b>	<b>Initiative bei</b>	<b>CC-Dienst-Leistung</b>	<b>Wiss. Antrags-Organisation</b>	<b>Koordinations-typ</b>	<b>Verbindlichkeit Vertrauensschutz</b>	<b>Industrie-Beteiligung</b>
Nanoanalytik	Wissenschaft (Uni)	-verteilt -Angebot wie alle CC	Wissenschaftlich-selbstorganisiert	kollegial	Über Vereinssetzung geplant	Informativ
Nanochem	Wissenschaft (Uni+FuE-Institute)	-doppelt -Angebot wie alle CC	Hybrid (Core-gesteuert, Shell selbstorganisiert)	kollegial	Informationsschutzvereinbarung (aktiver Kreis)	Leitend (Arbeitsgruppen)
Nanoclub	Wissenschaft (Uni+FuE-Institute)	-zentral -Angebot wie alle CC	Strategische Koordination und Selektion	geschäftsmäßig	schriftliche Verpflichtung bei Mitgliedschaft	Beratend (Steering Committee)
NanOp	Wissenschaft (Uni)	-zentral -Angebot wie alle CC	Strategische Koordination und Selektion	Hierarchisch Kollegial	langjährige persönliche Vertrauensbeziehungen	Leitend (Steering Committee)
UFS	Wissenschaft (FuE-Institute)	-zentral -Angebot wie alle CC	Wissenschaftlich-selbstorganisiert	Netz dienstleistung	ungeklärt	Beratend (Strategiekreis)
UPOB	Industrie	-zentral -Angebot wie alle CC	Wissenschaftlich-selbstorganisiert	administrativ	Verein	Mitbestimmend (Vorstand)

Für die Stärkung der Innovationskompetenz der CC und die Profilierung als attraktiver Nano-Standort spielt die Einbindung der Industrieunternehmen in die Entscheidungsprozesse als aktive CC-Mitglieder eine ausschlaggebende Rolle. Diesbezüglich zeigt sich folgender Status bei den Zentren:

- Das *CC-Nanoanalytik* ist im hohen Maße an der Einbindung von KMUs in die thematischen Arbeitsgruppen interessiert, was v.a. durch Selbstorganisation umgesetzt werden soll. Die Gründung eines wissenschaftlichen oder industriellen Beirates wurde aus Gründen der Redundanz mit dem GuS (Gutachter- und Strategiekreis) und dem internen Projektcontrolling verworfen. Die drei Koordinationsstellen des CC Nanoanalytik können jedoch auf teilweise langjährige und intensive Beziehungen zu industriellen Partnern zurückgreifen.
- Das *CC-Nanochem* baut auf langjähriger Erfahrung mit Industrieprojekten und einer intensiven Vorvernetzung mit der Industrie auf. Durch die Vorgabe, dass mindestens einer der jeweils zwei Arbeitsgruppenleiter aus der Industrie stammen muss und damit formal gleichzeitig dem Lenkungsausschuss angehört, ist die Industrie auch in Entscheidungsstrukturen formal integriert.
- Im *CC Nanoclub* ist für die Bildung einer FuE-Strategie und die spätere Evaluation der Verbundprojekte ein Abstimmungsprozess in einem Steering Committee vorgesehen, in dem neben dem Sprecher und den Clusterkoordinatoren ausgewählte Industrievertreter beteiligt sind. Das Steering Committee soll durch einen Industrie geführten Innovationsclub (Industrieclub) ergänzt werden, der sich primär um innovative Ansätze für Produkt- und Systemlösungen kümmert.
- Das *CC NanOp* wird durch ein Steering Committee begleitet, das aus nationalen und internationalen Experten besteht. Es identifiziert wissenschaftliche und anwendungsbezogene Schlüsselthemen und berät das Management-Committee hinsichtlich der strategischen Ausrichtung. Im Management-Committee des CC-NanOp, das für die Planung und Durchführung zentraler Aufgaben des Zentrums verantwortlich ist, kommt ein Mitglied aus der Industrie, wodurch die Industrieinteressen gestärkt werden. Die anderen drei Mitglieder kommen aus der wissenschaftlichen Forschung (Universitäten und FuE-Institut), weisen aber durch langjährige Kooperationen mit der Industrie ebenfalls einen starken Umsetzungsbezug auf.
- Das *CC UFS* verfügt über einen *Strategiekreis*, dem Industrie- und Bankvertreter angehören. Hauptaufgabe dieses Kreises ist, den Bedarf der Industrie zu klären und an das CC weiterzuleiten, d.h. "zukünftige FuE-Aktivitäten zielgerichtet zu gestalten". Darüber hinaus sollen dessen Mitglieder ein Sprachrohr nach außen darstellen und als Multiplikator dienen.
- Im *UPOB-Vorstand* stammen *drei von fünf Mitgliedern aus Unternehmen*. Dies ermöglicht eine intensive Berücksichtigung von Industrieinteressen auch hinsichtlich struktureller Fragestellungen.

## 6 Ziele und Strategien der CC

Betrachtet man die Zielsetzungen der sechs geförderten CC, so zeigen sich auf den ersten Blick kaum Unterschiede: Allen CC geht es um die Verkürzung des Markteinführungshorizontes, d.h. die schnellere Umsetzung von nanotechnologischem Wissen in marktfähige Produkte, Verfahren und Dienstleistungen (vgl. Tabelle 6-1). Damit haben die Zentren ihre Zielformulierung passgenau auf die Anforderungen der BMBF-Ausschreibung ausgerichtet.

Tabelle 6-1: Leitziele der CC

CC	Ziele
Nanoanalytik	Schnellere Umsetzung von nanotechnologischem Wissen in Produkte, Produktionsverfahren oder Dienstleistungen
Nanochem	Das wesentliche Ziel ist es, die Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb auf dem Gebiet chemischer Nanotechnologien essentiell zu stärken
Nanoclub	Der Förderantrag formuliert als wichtigstes Ziel die Schaffung von Arbeitsplätzen mit hoher Wertschöpfung
NanOp	Beschleunigung der Forschung und Entwicklung von Nanotechnologien für die Anwendung in neuen und revolutionären Produkten basierend auf der Nano-Optoelektronik
UFS	Leitziel des CC UFS ist die konsequente Erschließung der industriellen Anwendungsmöglichkeiten
UPOB	Das Hauptziel von UPOB ist, die Möglichkeiten weiterzuentwickeln, um technische Funktionsflächen mit höchster Genauigkeit herzustellen und messtechnisch zu charakterisieren

Daneben existieren jedoch auch Besonderheiten, die sich wie folgt beschreiben lassen: Das CC *Nanoanalytik* sieht sich als *Querschnittszentrum*, da es die Methoden, Technologien und Geräte entwickelt, die auch in anderen CC zur Anwendung kommen. Ein sich hieraus ergebendes Ziel ist die enge Zusammenarbeit mit den anderen CC; dies gilt vor allem für den Bereich *Normung und Standardisierung*.

Die CC *Nanochem* und *UPOB* rekurren in der Zieldefinition explizit auf ihre Schwerpunkt-FuE-Felder (CC *Nanochem* auf die chemischen Grundlagen, das CC *UPOB* auf Funktionsflächen). Das CC *UPOB* strebt dabei nach Ansicht des Sprechers an, den Stand von Technik und Wirtschaft im Bereich der ultrapräzisen Oberflächenbearbeitung so hoch zu halten, dass Deutschland den "Weltmaßstab" in diesem Bereich darstellt. Das CC *Nanochem* wiederum fokussiert auf die Umsetzung, insbesondere durch die Unterstützung bereits bestehender Unternehmen sowie die Initiierung neuer Aktivitäten. Für Letzteres stehen laut vorliegenden Informationen

nationale und internationale Investoren bereit, die entsprechende Absichtserklärungen vorgelegt haben.

Das *CC Nanoclub* fokussiert auf Strukturziele wie den Aufbau einer bundesweiten Netzwerkinfrastruktur und die gleichmäßige Besetzung aller Ebenen der technischen und wirtschaftlichen Wertschöpfungsketten, wodurch die Schaffung hochqualifizierter Arbeitsplätze und die rasche Umsetzung von Wissen und Technologien in Innovationen gefördert werden soll.

Das Ziel von *NanOp* ist klar definiert: Beschleunigung der Forschung und Entwicklung von Nanotechnologien für die Anwendung in neuen und revolutionären Produkten basierend auf der Nano-Optoelektronik. Das Ziel der schnellen und erfolgreichen wirtschaftlichen Umsetzung ("time to market") steht über sämtlichen anderen Zielen. Hieran werden auch die Strategien und Instrumente ausgerichtet.

Das *CC UFS* verfolgt ein regional orientiertes Ziel, so dass neben der konsequenten *Erschließung der industriellen Anwendungsmöglichkeiten* insbesondere Ausstrahlungseffekte im Raum Dresden angestrebt werden (Stichwort: sächsisches Nanovally). Gleichzeitig wird ein maßgebliches Ziel in der Neuansiedlung und Neugründung von industriellen Ausrüstern in diesem Gebiet gesehen. Dies soll dann letztendlich der Schaffung bzw. Sicherung von Arbeitsplätzen dienen.

#### *Strategien der Zielerreichung*

Spricht man von Strategien der Zielerreichung, so ist damit von CC zu CC jeweils Unterschiedliches angesprochen. Geht es in einigen Zentren dezidiert um eine Strategieentwicklung in engerem Sinne, die Steuerungsaufgaben mit impliziert (CC Nanoclub, CC NanOp), so ist in anderen Fällen derzeit eher von (angedachten) Instrumenten der Zielerreichung zu sprechen und weniger von der Entwicklung einer Gesamtstrategie. Nicht zufällig korreliert die Frage der Strategieentwicklung mit der organisatorischen Struktur der Zentren: stärker hierarchisch aufgebaute Zentren haben mehr Möglichkeiten, steuernd einzugreifen und (top-down-)Strategien zu entwickeln als Zentren mit flachen Hierarchien. Hinzu kommt, dass die Aufgabe einer Strategieentwicklung einigen Wirren ausgesetzt war: Gingen die CC zu Beginn der Fördermaßnahme davon aus, die Strategieentwicklung gehöre zu ihren genuinen Aufgaben, so hat zwischenzeitlich eine gewisse Verunsicherung um sich gegriffen, die insbesondere aus der Einschätzung resultierte, dass ohne die Möglichkeit, selbst über Projektmittel zu entscheiden, eine Strategieentwicklung und damit konsequenterweise auch die Auswahl von Projekten nach dem Kriterium des Einpassens in diese Strategie, innerhalb des Netzwerkes kaum zu vermitteln sei.

Wenn hier von Strategien der Zielerreichung die Rede ist, so bezieht sich dies vornehmlich auf die *strukturelle Umsetzung* des Ziels der Beschleunigung des Wissens- und Technologietransfers und damit letztendlich der wirtschaftlichen Ver-

wertung.<sup>3</sup> In vier von sechs Zentren besteht die entsprechende Strategie hauptsächlich in der *Vernetzung der Institutionen* (CC Nanoanalytik, CC Nanochem, CC UFS, CC UPOB), während die CC Nanoclub und NanOp eine stärker *geschäftsorientierte* Netzwerkstrategie verfolgen (vgl. Tabelle 6-2).

Tabelle 6-2: Maßgebliche Strategien der CC

CC	Strategien
Nanoanalytik	Interdisziplinäre Vernetzung in der Grundlagenforschung Kooperation mit Entwicklern und Anwendern
Nanochem	Interdisziplinäre Zusammenarbeit im Rahmen von Verbundprojekten Diverse Anstrengungen zur Vernetzung der Partner
Nanoclub	Institutionalisierung einer industriell-geschäftlichen Orientierung
NanOp	Initiierung, Koordinierung und Begleitung der Forschungsprojekte Enge Zusammenarbeit mit der Industrie
UFS	Schaffung und Bereitstellung einer angemessenen Infrastruktur bzw. eines Netzwerkes von Kompetenzen
UPOB	Netzwerkdienstleistungen, Schaffung einer Informationsinfrastruktur zwischen den Beteiligten, Institutionalisierung des Informationsflusses und damit Transparenz der Kenntnisse und Fertigkeiten

Das *CC Nanoanalytik* strebt eine "doppelte" Vernetzung sowohl "horizontal" (interdisziplinäre Zusammenarbeit im Bereich der Grundlagenforschung zwischen den relevanten Disziplinen aus dem Bereich Physik, Biologie und Chemie) als auch "vertikal" zwischen Entwicklern und Anwendern an. Das CC baut dabei in erster Linie auf die technologische Exzellenz der drei Koordinatoren, die durch den interdisziplinären Zusammenschluss ihre Forschungsarbeiten verbessern wollen.

Das *CC UFS* setzt im Rahmen seiner Vernetzungsaktivitäten (die neben Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft auch Experten aus dem Bereich Verwaltung und Kapitalgeber anspricht) vor allem auf ein hierdurch entstehendes "innovationsförderndes Klima". Das *CC UPOB* hat bisher ebenfalls die Strategie der Netzwerkdienstleistungen gewählt und ist damit prinzipiell dem *CC UFS* vergleichbar. Über die Schaffung einer Informationsinfrastruktur hinaus soll eine *Institutionalisierung* des Informations- und Wissensflusses stattfinden und damit Kenntnisse und Fertigkeiten *transparent* gemacht werden. Generell gilt für die Vernetzungsstrategien, dass es durch die Bereitstellung einer angemessenen Informationsinfrastruktur (ins-

<sup>3</sup> Sowohl der Förderer als auch der Projektträger gehen stellenweise von einem Strategieverständnis aus, das sich hauptsächlich auf die technologische Seite bezieht, d.h. die Entwicklung von road-maps über Technologiebeobachtung und -vorausschau und die Definition von entsprechenden Forschungs- und Entwicklungslücken, die dann zu einem Erfolg der CC führen sollen.

besondere mit Hilfe des Aufbaus von Datenbanken) gelingen soll, wissensbasierte Ressourcen effektiver zu nutzen und einen rascheren Zugriff der Industrie auf Forschungsergebnisse zu gewährleisten.

Die CC Nanoclub und NanOp setzen, wie oben erwähnt, auf strategische Steuerung der Zentren. Das CC Nanoclub sieht hierfür die *Institutionalisierung einer industriell-geschäftlichen Orientierung* vor, die durch mehrere Institutionen der CC-Struktur angelegt ist:

- (1) die Mitwirkung ausgewählter Industrievertreter in einem CC-internen Strategie- und Evaluationsgremium, dem Steering-Committee, welches die CC-Koordination in allen wichtigen Grundsatzfragen berät;
- (2) die Konzipierung eines "Top-Down-Verfahrens", wonach CC-Projekte strikt entlang den Engpässen technologischer Wettbewerbsfähigkeit in der nationalen Wertschöpfungskette (Roadmapping) definiert werden;
- (3) die Installation eines industriegeführten Innovationsclub (Industrieclub), der in wechselnder Besetzung zu fallspezifischen Entscheidungen der Projektdefinition und -abwicklung zu Rate gezogen wird;
- (4) die angestrebte Koordination wichtiger Verbundprojekte durch Industrievertreter;
- (5) eine speziell auf kleine und mittlere Unternehmen zielende dritte, regionale Vernetzungsebene, die eine Schnittstelle des CC zu Institutionen der Länder-Wirtschaftsförderung, des Technologietransfers und der Innovationsfinanzierung vorsieht und dafür spezielle Wirtschaftskoordinatoren benennt;
- (6) die Intention zu einer horizontalen Vernetzung im Sinne von Initiativen, die die querschnittshafte Ausstrahlung der Forschungsergebnisse vom Anwendungsfeld der Informationstechnik in weitere Branchen organisieren soll.

Die geschäftliche Orientierung wird auch durch die gesondert ausgewiesene CC-Funktion der Strategieentwicklung und ein an internationalen Maßstäben orientiertes Qualitätsmanagement angestrebt. Wesentliche Elemente der *Koordinationsstrategie* sind die Kombination einer dualen Technologiestrategie (Top-Down-Ansatz in der Generationenfolge der Mikroelektronik, Bottom-Up-Ansatz für neue Technologien) mit einer Vernetzungsstrategie in drei Ebenen (vertikal, horizontal und regional). Top-down sollen, bedarfsgesteuert entlang vertikaler Wertschöpfungsketten, Lücken technisch-wirtschaftlicher Kompetenz im Technologiewettbewerb identifiziert und durch strategische FuE gefüllt werden. Parallel sollen Bottom-up Impulse aus der Grundlagenforschung für die Technologieentwicklung nutzbar gemacht werden. Der nationale Technologiepool ist in einem virtuellen CC zusammenzufassen und vertikal entlang von Wertschöpfungsketten geschäftlich wie in einem virtuellen Großunternehmen zu organisieren. Die Organisation horizontaler Ausstrah-

lungen auf andere Branchen und die regionale Einbindung des innovativen Mittelstandes ergänzen die Kernstrategie.

Beim CC NanOp steht die *Zielbestimmung und die Koordination der Forschung und die frühzeitige Einbindung der Industrie in den gesamten Entwicklungsprozess* im Vordergrund. Die übergeordnete Erhebung und Analyse von Wirtschaftsdaten soll helfen, vor allem die Entwicklungsarbeit für Bauelemente und Systeme marktorientiert durchzuführen. Eine wichtige Grundlage für die enge Zusammenarbeit zwischen Forschung, Entwicklung und Produktion ist eine klar anwendungs- und produktorientierte Forschung an den Universitäten und Instituten. Bereits zu Beginn eines NanOp-Projektes werden die späteren Industriepartner benannt und Rahmenvorgaben für den zeitlichen Ablauf festgelegt. Dabei werden auch klar definierte Schnittstellen für die Übergabe der Arbeit von einem Projektpartner zum nächsten geschaffen. Schließlich bleibt zu erwähnen, dass eine der wesentlichen Strategien gegenüber dem Förderer darin besteht, zunächst die Kurzfristprojekte einzureichen, um die Erfolgchancen generell zu erhöhen. Wie die nachfolgenden Analysen zeigen, ist diese Strategie bisher aufgegangen (vgl. Kapitel 8).



## 7 Technologisch-industrielle Einbettung der CC

Im vorangegangenen Abschnitt haben wir die Ziele und Strategien der CC diskutiert. Nun geht es darum, die Erfolgsbedingungen zur Zielerreichung der CC bei jeweils unterschiedlichen Einbettungen in technologisch-industrielle Rahmenbedingungen zu prüfen. Die Evaluation wird sowohl dem neuen Förderkonzept als auch den geförderten Kompetenzzentren nur gerecht, wenn die je spezifischen Erfolgsbedingungen berücksichtigt werden. Die Restrukturierung Ostdeutschlands hat dafür ein leidvolles Beispiel geliefert: Wenn die industriellen Kerne fehlen, brauchen auch gute Förderkonzepte für Industrieforschung wesentlich mehr Zeitvorlauf bis zum Erfolg, als wenn sie auf intakte Industrielandschaften angewandt würden.

Die unterschiedlichen Erfolgsbedingungen der Kompetenzzentren lassen sich unter anderem dadurch erfassen, dass die jeweiligen Technologiegebiete der CC nach ihren unterschiedlichen Entwicklungsreife im Technologiezyklus eingeschätzt und die unterschiedlichen Wettbewerbsbedingungen der Industriebranchen berücksichtigt werden, in denen die FuE-Ergebnisse umgesetzt werden sollen:

- Umsetzungserfolge sind leichter mit marktnahen bzw. anwendungsreifen Technologieentwicklungen zu erringen. Grundlagen-FuE-Projekte werden hingegen größere Schwierigkeiten haben, Umsetzungserfolge nachzuweisen. Die Zentren sind in ihrer Schwerpunktsetzung zwischen diesen Polen jedoch nicht ganz frei. Beispielsweise müssen sich Zentren im Felde der Mikroelektronik möglicherweise stärker auf grundlagennahe bzw. marktferne Vorlaufforschung einlassen als Zentren in anderen Technologiegebieten.
- Umsetzungserfolge sind eher wahrscheinlich, wenn die geförderten Zentren in ein starkes und aufnahmeberechtigtes industrielles Hinterland eingebettet sind. Diese Erfolgsbedingungen werden möglicherweise leichter z. B. in der Chemie erfüllt, wo die deutsche Industrie traditionell eine starke Weltmarktstellung hatte, als in der Mikroelektronik, wo die deutsche Industrie am Weltmarkt in der Vergangenheit eher als folgend, bzw. defensiv oder auch als aufholend zu charakterisieren war.

Eine fundierte erste Basis für die Technologieorientierung der CC liefert die Auswertung des VDI-TZ zur Expertendiskussion "Innovationsschub aus dem Nanokosmos" (VDI-TZ 1998). Hier wurde ein breites Spektrum von FuE-Projekten nach der Innovationshöhe und dem erwarteten Zeithorizont bis zur Marktreife beurteilt. Da diese Datenbasis nicht hinreichend aktuell für die Zentren in der Frühphase der Förderung ist, war die begleitende Evaluation zusätzlich auf den Fachverstand der Zentren angewiesen, der bisher jedoch bisher nur partiell durch die Rückkopplung der Fallstudien einbezogen wurde. Eine Aktualisierung der Technologieorientierung wird im weiteren Verlauf der Evaluation gemeinsam mit den Zentren zu erarbeiten sein.

Bei der Einschätzung der Wettbewerbsfähigkeit des industriellen Umfeldes, in das die CC jeweils eingebettet sind, kann die Evaluation auf den Bericht der Bundesregierung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands zurückgreifen (BMBF 1999). Dies gilt zumindest für eine allgemeine Einschätzung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Industriebranchen, die wahrscheinlich die FuE-Ergebnisse der CC anwenden werden. Für eine spezifischere Einschätzung der Wettbewerbspositionen der industriellen Zentren-Mitglieder benötigt die Evaluation weitere Informationen wie beispielsweise die Expertise der Industrievertreter in den CC.

Die folgenden Ausführungen zur Technologieorientierung und zum industriellen Hinterland spiegeln also nur vorläufige Wahrnehmungen aus der Sicht der Evaluation<sup>4</sup>. Wir gehen davon aus, dass dies die CC dazu motiviert, strategische Überlegungen zu ihrer jeweiligen technisch-industriellen Einbettung anzustellen, die dann bei der Evaluation berücksichtigt werden können.

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, welche Rolle die Präzisierung von Technologieorientierung und industriellem Hinterland für die Evaluation spielt: Es geht nicht um die *vollständige* Beschreibung von Technologieorientierung und industriellem Hinterland. Dies wäre sogar störend, da eine solche Beschreibung dazu führen würde, dass alle CC sehr ähnlich einzuschätzen sind, weil z. B. alle CC Grundlagenforschung genauso wie marktnahe FuE betreiben. Demzufolge müssten dann für alle CC die gleichen Bedingungen angenommen werden. Vielmehr geht es um eine *relative Beschreibung* der Technologieorientierung und der industriellen Hinterlandschaften der CC, also um die Unterschiede untereinander, um diesen in der Evaluation Rechnung tragen zu können.

Die *Fokussierung auf eine relative statt vollständige Charakterisierung* ermöglicht eine Differenzierung dahingehend, dass bei einem grundlagenorientierten CC schwierigere Rahmenbedingungen für die erfolgreiche Umsetzung der FuE-Ergebnisse in industrielle Innovation angenommen werden. Der aus legitimatorischer Perspektive verständliche Wunsch der CC, ein überwiegend grundlagenorientiert arbeitendes Zentrum als anwendungsorientiert zu "verkaufen", hieße dann, dass die Berücksichtigung schwierigerer Bedingungen für den Innovationserfolg entfallen würde.

---

<sup>4</sup> Die Kommentare einzelner Zentren auf den ersten Entwurf des Statusberichts wurden in dieser überarbeiteten Version, soweit sie nicht auf Missverständnissen beruhen, berücksichtigt. Sie enthielten aber noch keine hinreichenden Informationen zur Aktualisierung der Technologieorientierung aller Zentren. Sie können auch nicht die Notwendigkeit einer interaktiven Diskussion der Auswirkungen unterschiedlicher technologisch-industrieller Einbettungen aller Zentren ersetzen, die erst eine angemessene Berücksichtigung unterschiedlicher Erfolgsbedingungen ermöglicht.

## 7.1 Technologieorientierung

Die Technologieorientierung der Zentren wird hier danach beschrieben, in welcher Phase des Technologie-Lebenszyklus das geförderte FuE-Programm der Zentren "schwerpunktmäßig im Vergleich zu anderen Zentren" angesiedelt ist, d.h. ob es eher grundlagennah oder anwendungs- und marktnah zu charakterisieren ist. Dabei werden folgende Phasen unterschieden:

- Neue FuE-Grundlagen: Erforschung neuartiger Erkenntnisse zur Erweiterung der Wissensbasis für die Technologieentwicklung,
- Neuartige Technik-Prototypen: exemplarische Anwendung einer neuen Wissensbasis zur Entwicklung neuartiger Technologien in Form von Labormustern
- Neue Technologie-Generation: Substantielle Erweiterung der Leistungsgrenzen prinzipiell bekannter Technologien
- Technikvariation: Verbesserung und/oder Ausdehnung bekannter Technologie auf neue Anwendungsfelder

Zunächst werden die Zentren einzeln charakterisiert, gefolgt von einer vorläufigen vergleichenden Einschätzung. Im zweiten Abschnitt wird der Zusammenhang dieser Schwerpunktunterschiede zur industriellen Einbettung thematisiert.

Die Aufgabe des *CC Nanoanalytik* ist es, analytische Methoden und Geräte für die Nanotechnologie zu entwickeln und ihren bedarfsgerechten Einsatz prototypisch zu demonstrieren. Methodische Schwerpunkte liegen bei der Entwicklung von Raster-sondentechniken und chemisch sensitiven Ionen- und Elektronensonden hoher lateraler Auflösung sowie bei darstellenden und spektroskopischen Methoden, die elektromagnetische Strahlung sehr hoher Brillanz als Strahlungs- und Anregungsquelle nutzen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Fehlerbetrachtung der Systeme im Nanobereich, die v.a. für Fragen der Qualitätssicherung und die Zertifizierung (nach ISO 9000ff.) von Laboren, die Analysen in diesem Bereich durchführen, eine Rolle spielen.

Das *CC Nanoanalytik* wird in Anlehnung an die Spezialisierung der drei Koordinationszentren in physikalische Technologien (Halbleiter und Supraleiter sowie metallische und magnetische Systeme), chemische Technologien (polymere Systeme, organische Schichten, Kolloid, etc.) und Biotechnologien (Pharmaka, Immunologie und Biosensorik) eingeteilt. Diese Charakterisierung der FuE-Thematik *CC Nanoanalytik* wird für die Zwecke der Evaluation als folgende Technologieorientierung interpretiert (vgl. Tabelle 7-1):

Tabelle 7-1: Technologie-Orientierung CC Nanoanalytik nach FuE-Themen

<b>Nanoanalytik</b>	<b>FuE-Thema</b>	<b>Technologieorientierung</b>
	Rastersondentechniken	neuartige Prototypen
	Ionen- / Elektronensonden hoher lateraler Auflösung	neuartige Prototypen
	Darstell-Methoden unter Nutzung hoher Brillanz	neue Technologie-Generation
	Fehlerbetrachtung im Nanobereich	neue Technologie-Generation
<b>Schwerpunkt</b>		<b>Zwischen neuartigen Prototypen und neuer Technologie-generation</b>

Die Besonderheit des *CC Nanochem* liegt darin, dass es einerseits ein sehr heterogenes Gebilde darstellt, andererseits aber eine Fokussierung auf den Aspekt *Funktionalität durch Chemie* erfolgt, was sowohl die zugrunde liegende Basistechnologie als auch die zugehörigen Verarbeitungs- und Verfahrenstechniken einschließt. Wissenschaftlich-technologisch wird das Ziel verfolgt, mit Hilfe *neuer Werkstoffe* und der Entwicklung der zu deren Herstellung benötigten Verfahren neue Produkte zu entwickeln. Die neuen Werkstoffe sind dabei als funktionelle Systeme zu sehen und können einerseits über funktionelle Nanopartikel definiert werden, andererseits können sie jedoch bis zu multifunktionellen Schichtsystemen reichen, die für die Biosensorik, biomedizinische Anwendung oder für die Gestaltung spezieller Oberflächeneigenschaften erforderlich sind. Im Zentrum der Arbeiten steht die Kombination von chemieorientierter Verfahrenstechnik mit anwendungsorientierter Prozesstechnik auf der Basis des Potenzials der chemischen Synthese für nanostrukturierte Werkstoffe einschließlich chemischer Prozesstechniken. Die FuE-Themen des CC Nanochem werden in Tabelle 7-2 nach ihrer Technologieorientierung charakterisiert.

Tabelle 7-2: Technologie-Orientierung CC Nanochem nach FuE-Themen

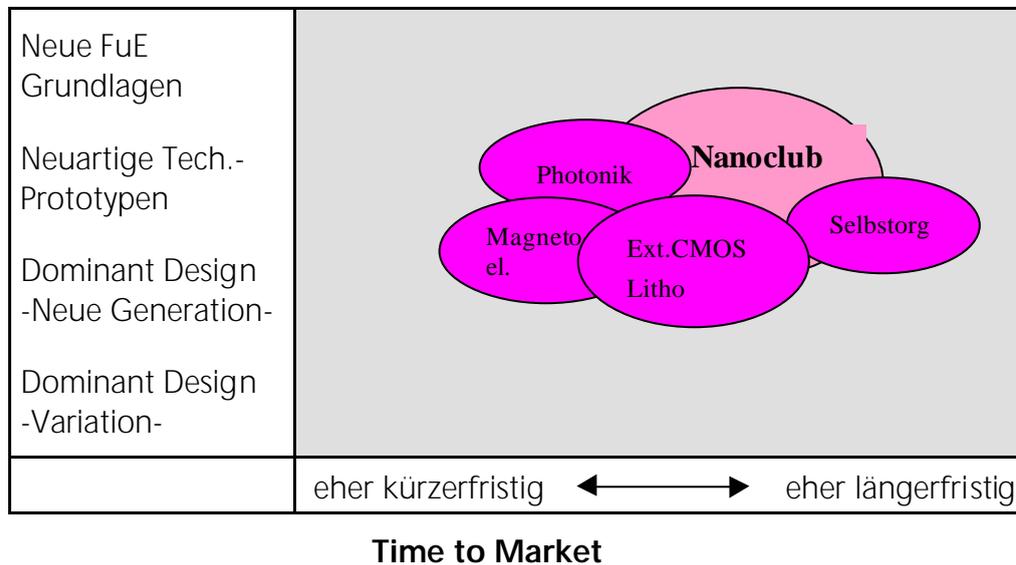
<b>Nanochem</b>	<b>FuE-Thema</b>	<b>Technologieorientierung</b>
	funktionale Nanopartikel	neue Technologie-Generation
	multifunktionale Schichtsysteme	neue Technologie-Generation
	anorganische Nanopartikel	neuartige Prototypen
	Prozesskombinationen	neue Technologie-Generation
<b>Schwerpunkt</b>		<b>neue Technologie-Generation</b>

Diese Einordnung wurde von Verantwortlichen des CC Nanochem wie folgt ergänzt: Das Kompetenzzentrum verfolge eine komplexe Strategie, die folgende Schritte umfasst:



Technologieorientierungen der Einzelthemen graduell differenzierter darstellen (vgl. Abbildung 7-2).

Abbildung 7-2: Technologie-Orientierung CC Nanoclub<sup>5</sup>



Das *CC NanOp* setzt sich das Ziel der Erforschung der Anwendungsmöglichkeiten von Nanostrukturen in der Optoelektronik. Forschungsschwerpunkt ist die Entwicklung von optoelektronischen Bauelementen auf der Basis lateraler Nanostrukturen.

Tabelle 7-4: Technologie-Orientierung CC NanOp nach FuE-Themen

NanOp	FuE-Thema	Technologieorientierung
	Vertikallaserdioden	neue Technologie-Generation
	Kantenemitter	neue Technologie-Generation
	Laserdioden auf Galliumarsenid	neue Technologie-Generation
	Nanostrukturierte Halbleiterlaser	neuartige Prototypen
	Hochleistungs-Quantenpunktlaser	neuartige Prototypen
<b>Schwerpunkt</b>		<b>neue Technologie-Generation bis neuartige Prototypen</b>

Derzeit beschäftigt sich das *CC NanOp* hauptsächlich mit der Erforschung neuer Konzepte für Halbleiterlaser. Obwohl Halbleiterlaser seit bald zwei Jahrzehnten kommerziell hergestellt werden, bietet der Einsatz von Nanostrukturen ein großes

<sup>5</sup> Die Reduzierung der Technologieorientierung auf eine elliptische Schwerpunktdarstellung soll zu einem späteren Zeitpunkt gemeinsam mit den Zentren neu konzipiert werden. Dies gilt für *alle* weiteren derartigen Darstellungen.

Potenzial für Verbesserungen. Gleichzeitig ist der Laserbereich derjenige Forschungszweig der angewandten Halbleiter-Nanotechnologie, der international am weitesten fortgeschritten ist (vgl. Tabelle 7-4).

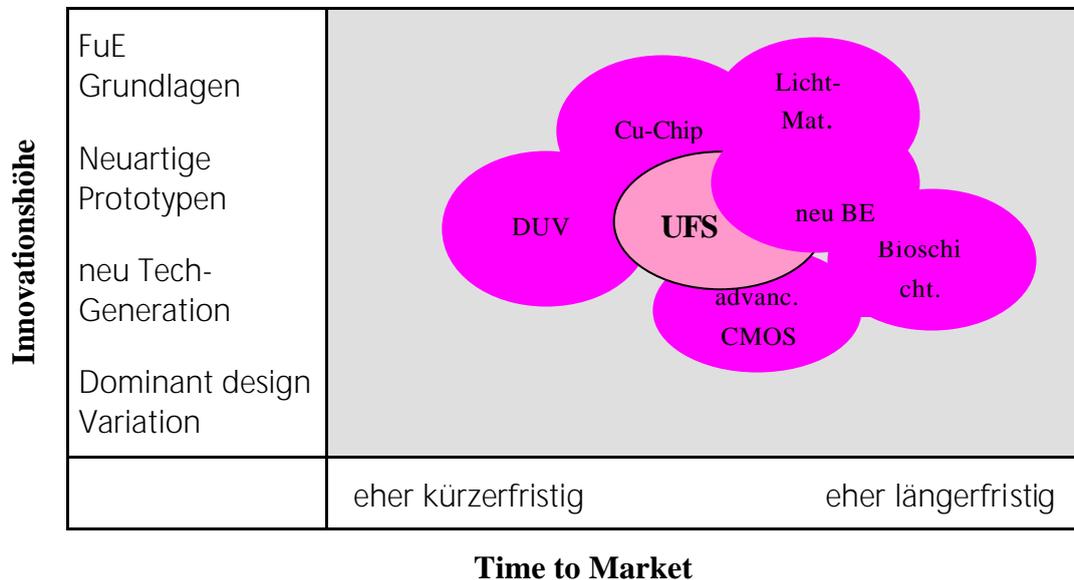
Das *CC UFS* legt den Aktivitätsschwerpunkt auf den Bereich "ultradünne funktionale Schichten" und deren Anwendungen. Ultradünne Schichten gelten als Schlüsselement der Nanotechnologie, deren Einsatzbereich von der Mikroelektronik und Optik über die Medizin und Sensorik bis hin zu Verschleiß-Schutzschichten reicht. Damit ist ein Bogen gespannt von sehr anwendungsnahen bis hin zu eher langfristig angelegten Zielsetzungen (vgl. Tabelle 7-5).

Tabelle 7-5: Technologie-Orientierung CC UFS nach FuE-Themen

UFS	FuE-Thema	Technologieorientierung
	advanced CMOS	neue Technologie-Generation
	neuartige Bauelemente	neue Technologie-Generation
	Bio-Schichten	neue Technologie-Generation
	Röntgenoptik (DUV)	neuartige Prototypen
	Kupfer-Chips	neuartige Prototypen
	lichtemittierende Materialien	neuartige Prototypen bis zu neuen FuE-Grundlagen
<b>Schwerpunkt</b>		<b>neue Technologie-Generation bis neuartige Prototypen</b>

Der Vorteil der technologischen Fokussierung des UFS wird von Beteiligten darin gesehen, dass Problemlösungen, die in der Mikroelektronik erzielt werden, oft in leicht veränderter Form auf andere Branchen übertragbar sind. Beispielsweise werden ultradünne Schichten nicht nur bei neuartigen Bauelementen und Sensoren benötigt; auch bei Implantaten und künstlicher Haut in der Medizin, in der Optik und Photonik versprechen sie interessante Problemlösungen. Sie können mit fast jeder denkbaren physikalischen, chemischen, optischen und elektrischen Eigenschaft versehen werden. Ein weiteres wichtiges Feld sind Schutzschichten. Mit Hilfe ultradünner Schichten können Röntgenspiegel hergestellt werden, die in Röntgengeräten für die Werkstoffprüfung Einsatz finden. Weitere Anwendungsfelder sind die Entwicklung flexibler Flachdisplays im Bereich Fernseh-Bildröhren sowie Kupfer-Anwendungen für die Mikroelektronik. In grafischer Darstellung lässt sich die Technologieorientierung folgendermaßen visualisieren (vgl. Abbildung 7-3).

Abbildung 7-3: Technologie-Orientierung CC UFS



Die technologische Thematik des *CC UPOB* wird auf der Website des Zentrums wie folgt beschrieben: "Die Ultrapräzisionstechnik beinhaltet alle Bearbeitungsverfahren, bei denen Körper und Oberflächen mit makroskopischen Abmessungen extrem präzise in Form und Glattheit hergestellt werden. Je präziser geglättet und geformt die Oberflächen sind, desto bessere optische Eigenschaften weisen sie auf. Dabei muss jedoch die Bearbeitung von verschiedensten Materialien erforscht werden, da das Spektrum der optisch nutzbaren Wellenlängen sehr breit ist. Neben immer glatter und formgenauer herzustellenden Linsen für den sichtbaren Bereich werden zunehmend Optiken für den Infrarot- und auch den UV- und Röntgenbereich gefordert. Hierzu ist eine zunehmende Perfektionierung der Polierkunst aus einer Kombination konventioneller und total neuer Produktionsverfahren notwendig. Marktperspektiven ergeben sich daher sowohl für Hersteller von Bearbeitungsmaschinen als auch von optischen Komponenten und Substraten".

Die Nano-Dimension wird im Rahmen des *CC UPOB* über den *Makroansatz*, d.h. Top-Down durch Verfeinerungen herkömmlicher Fertigungsmethoden angestrebt, im Gegensatz zum Mikroansatz, wo auf molekularer Ebene optische Funktionalität angestrebt wird, wie z. B. optisches Schalten auf molekularer Ebene – Bottom-up. Diese thematischen Schwerpunkte lassen aus der Sicht des Evaluationsteams auf folgende Technologieorientierung schließen (vgl. Tabelle 7-6):

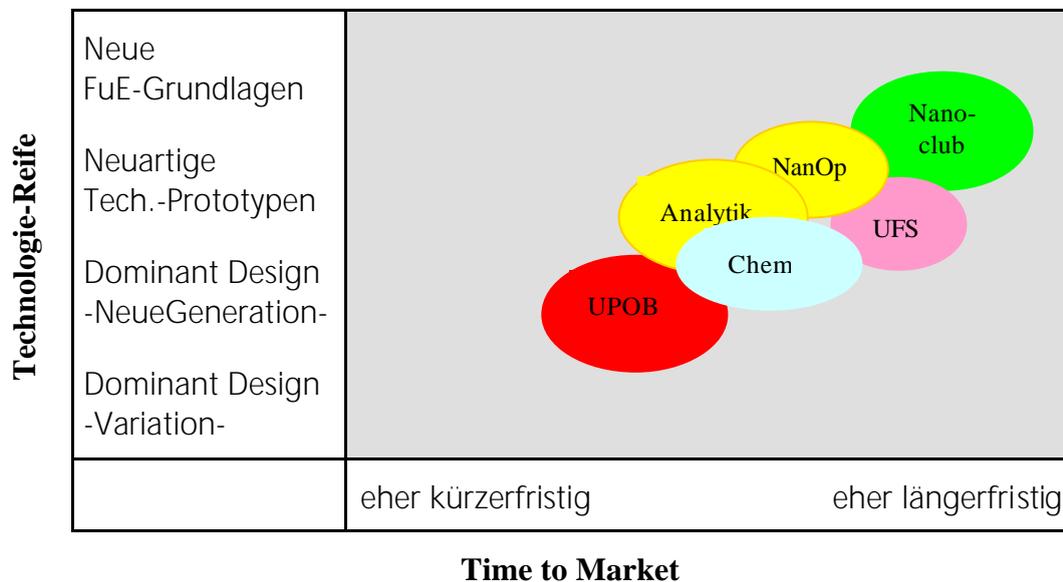
Tabelle 7-6: Technologie-Orientierung CC UPOB nach FuE-Themen

UPOB	FuE-Thema	Technologieorientierung
	ultraglatte, formgenaue Linsen	neue Technologie-Generation
	ultraglatte, formgenaue Röntgenoptiken	neue Technologie-Generation
	Verfahrenskombinationen aus Polieren und rasterelektronischer Bearbeitung	neue Technologie-Generation bis zu neuartigen Prototypen
<b>Schwerpunkt</b>		<b>neue Technologie-Generation bis neuartige Prototypen</b>

### Zusammenfassung

Für die Zwecke dieser Evaluation wurden zunächst die relative Technologieorientierung der CC, wie sie in der Experteneinschätzung "Innovationsschub aus dem Nanokosmos" als Portfolio zwischen Innovationshöhe und Marktferne ablesbar sind, visuell auf elliptische Schwerpunkte verdichtet. Die so gewonnene Portfolio-Darstellung wurde mit den Technologie-Orientierungen nach Antrag abgestimmt. Die folgende Abbildung 7-4 zeigt die *vergleichende Übersicht*. Daraus lassen sich gut differenzierbare Positionsunterschiede der CC erkennen.

Abbildung 7-4: Technologie-Orientierung im CC-Vergleich



Danach wäre das CC UPOB am anwendungsnächsten und ließe die schnellsten Umsetzungserfolge erwarten. Das CC Nanoclub wäre am anwendungsfernsten bzw. am stärksten grundlagenorientiert und ließe die spätesten Umsetzungserfolge erwarten.

warten. Die anderen CC liegen dazwischen. Zu betonen bleibt dabei, dass die Schwerpunktbildung als ein relatives Vergleichskonstrukt zu verstehen ist, nicht als eine absolut realitätsgetreue CC-Charakterisierung.

Die Unterschiede der Technologie-Orientierung zwischen den CC werden durch folgende Befunde gestützt:

- Das *CC Nanoanalytik* entwickelt Messtechnik für höchste Anwendungsanforderungen. Dabei stößt es einerseits in die nanotechnologische Grundlagenforschung vor, woraus eine sehr langfristige und anwendungsferne Technologieorientierung abgeleitet werden könnte. Andererseits ist es jedoch für die Umsetzung vor allem auf die Kooperation mit kleineren, hochspezialisierten Unternehmen angewiesen, deren geschäftlicher Horizont eher kürzerfristig ist, wodurch es zu einer hohen Anwendungsorientierung motiviert wird.
- Die langjährige Innovationskompetenz im *CC Nanochem* hinsichtlich der FuE-Kooperation mit der Industrie unterstützt das Argument einer relativ großen Anwendungsnahe.
- Die Grundlagennähe der *CC Nanoclub* und *NanOp* könnte erstaunen, richtet sich ihre Aktivität doch explizit auf industriell verwertbare Technologie. Die Technologieorientierung wird aber sofort plausibel, wenn man an die speziellen Bedingungen der Technologieentwicklung in der Mikro- und Optoelektronik mit extrem langen Vorlaufzeiten denkt, die nur noch von sehr großen Unternehmen mit hohen FuE-Budgets und langfristigen FuE-Strategien erfüllt werden können.
- Die größere Anwendungsorientierung des ebenfalls mikroelektronisch orientierten *CC UFS* im Vergleich zu *Nanoclub* und *NanOp* könnte sich historisch erklären. Die Schwerpunktregion des CC, Dresden, hatte in der Zeit der DDR eine hochentwickelte Tradition der praxisnahen Mikroelektronikentwicklung "unter erschwerten Bedingungen". Gleichzeitig siedelt sich dort heute eine neue Mikroelektronik-Industrie an, die zunehmend eine auch kürzerfristig angelegte Industriekooperation in der FuE ermöglicht. Damit erscheint auch diese Relativposition plausibel.
- Die Rolle der PTB in Verbindung mit der führenden Verantwortungsbeteiligung der Industrie im *CC UPOB* und die Verfolgung einer Top-Down-Strategie inkrementeller Weiterentwicklung beherrschter Technologien lässt auf eine relativ starke Anwendungsorientierung schließen.

## 7.2 Industrielles Hinterland

Das *CC Nanoanalytik* kooperiert primär mit hochspezialisierten Herstellern analytischer Geräte. Dabei handelt es sich meist um mittelständische, weltmarktorientierte Unternehmen. Die anwendende Industrie wird dagegen auch von Großunternehmen

geprägt, die allerdings in der Kooperation zurückhaltend sind, da sie sich mehr auf massentaugliche, bewährte Verfahren stützen, die dem grundlagennahen FuE-Prozess entwachsen sind. Die industrielle Hinterlandschaft in Deutschland wird vom CC Nanoanalytik zwiespältig eingeschätzt. Es gibt zwar eine Anzahl von KMU, die als Gerätehersteller erfolgreich sind, das Interesse der Großindustrie ist aber kaum bis gar nicht gegeben. Viele Erfindungen müssen zuerst ins Ausland verkauft werden, um über diesen Umweg Interesse bei der einheimischen Industrie zu finden ("invented-here-Syndrom"). Von dieser Praxis haben bisher v.a. japanische Unternehmen profitiert. Dazu muss aber ergänzt werden, dass für das CC Nanoanalytik die Gerätehersteller ungleich wichtiger sind als die Großindustrie, da sie die Erfindungen umsetzen und die Produkte (Geräte, Komponenten) auch ins Ausland verkaufen können, also nicht auf die heimische Nachfrage angewiesen sind.

Abbildung 7-5: Industrielle Einbettung CC Nanoanalytik<sup>6</sup>

Technik-Gegenstand	Systeme Anlagen					
	Produkte Dienstleistungen					
	Komponenten Bauelemente	<b>Nanoanalytik</b>				
	Werkstoffe Verfahren					
	→	Industriebezug	Mechatronik Kfz, Ma-bau	(Opto-) Elektro- nik IT, IuK, U-el.	Feinmech/Opt Analytik	Chemie/Mat Bio/Health
	FuE- Industriepart- ner	Konzerne Mittelstand	Konzerne mittlere Ind.	Mittlere Industrie	Konzerne Mittelstand	
	Wettbewerbs- position D	führend	aufholend	partiell stark	stark	
<b>Branche</b>						

Das CC Nanochem sieht die industriellen Nutzungsmöglichkeiten chemiebasierter Nanotechnologien als sehr breit an. Im CC wird eine Differenzierung vorgenommen zwischen Prozesstechniken und Produkttechniken (Sensoren, Brennstoffzellen,

<sup>6</sup> Die Reduzierung der industriellen Einbettung auf eine elliptische Schwerpunktdarstellung soll ebenfalls zu einem späteren Zeitpunkt gemeinsame mit den Zentren neu konzipiert werden.

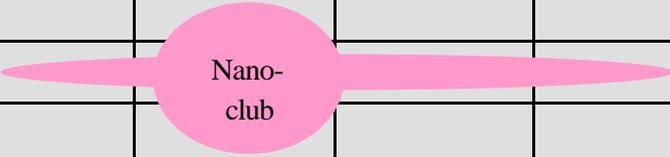
Batterien, Partikel, Funktionsschichten). In beiden Fällen liegt der Schwerpunkt der Aktivitäten im Bereich Chemie, Material-, Gesundheits- bzw. Biotechnik, wo die Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb als führend charakterisiert werden kann. Die industrielle Einbettung lässt sich folgendermaßen charakterisieren (vgl. Abbildung 7-6). Während sich die Prozesstechnik primär im Bereich Systeme und Anlagen konzentriert, beziehen sich die Sensoren primär auf Komponenten und Bauelemente.

Abbildung 7-6: Industrielle Einbettung CC Nanochem

Technik-Gegenstand	Systeme Anlagen				Prozesstechnik
	Produkte Dienstleistungen				
	Komponenten Bauelemente				Sensoren etc.
	Werkstoffe Verfahren				
	→	→	→	→	→
	<i>Industriebezug</i>	Mechatronik Kfz, Ma-bau	(Opto-) Elektro- nik IT, IuK, U-el.	Feinmech/Opt Analytik	Chemie/Mat Bio/Health
	<i>FuE- Industriepart- ner</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>	<i>Konzerne mittlere Ind.</i>	<i>Mittlere Industrie</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>
<i>Wettbewerb- sposition D</i>	<i>führend</i>	<i>aufholend</i>	<i>partiell stark</i>	<i>stark</i>	
	<b>Branche</b>				

Die wichtigsten industriellen Anwendungsperspektiven der Entwicklungen des *CC Nanoclub* liegen in den vertikalen Wertschöpfungsketten der Informationstechnik (Datenverarbeitung, Telekommunikation, Multimedia) mit horizontalen Ausstrahlungspotenzialen auf die Solar- /Energietechnik, den Werkzeugmaschinenbau, die Luft- und Raumfahrt, die Medizintechnik, die Mikrosystemtechnik und die biologischen und chemischen Prozesstechniken. Die folgende Darstellung zeigt, auf welche Technik-Gegenstände und Branchen die Technologieentwicklung von Nano club zielt (vgl. Abbildung 7-7).

Abbildung 7-7: Industrielle Einbettung CC Nanoclub

<b>Technik-Gegenstand</b>	Systeme Anlagen				
	Produkte				
	Komponenten Bauelemente				
	Werkstoffe Verfahren				
	→ <i>Industriebezug</i>	Mechatronik Kfz, Ma-bau	(Opto-) Elektro- nik IT, IuK, U-el.	Feinmech/Opt  Analytik	Chemie/Mat  Bio/Health
	<i>FuE- Industriepartner</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>	<i>Konzerne u. mittlere Ind.</i>	<i>mittlere Industrie</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>
	<i>Wettbewerbs position D</i>	<i>führend</i>	<i>aufholend</i>	<i>partiell stark</i>	<i>stark</i>
<b>Branche</b>					

Dies sind im Kern schlüsseltechnologische Bauteile für die Elektronik-Industrie, die ihrerseits als Vorlieferant strategische Hebelwirkung für den Wettbewerbserfolg in den breiten Wachstumsmärkten der "Informationstechnik" hat. Die Weltmarktführung in der Elektronik-Industrie liegt in ihrer Breite überwiegend in den USA und Japan. Allerdings haben deutsche und europäische Firmen in dieser Industrie in den letzten Jahren erheblich aufgeholt und sind partiell in die Spitzengruppe der Weltmarktführung auf gerückt. In der Breite ist jedoch damit zu rechnen, dass die Industrie nur begrenzt Risiken von Technologieführern eingeht. Das lässt ein nur "vorsichtiges" Commitment der deutschen Industrie im CC-Nanoclub erwarten. Zusammenfassend zielt die Industrieorientierung des CC Nanoclub auf großindustrielle Massentechnologien zukünftiger Informationstechnik. Dies entspricht der Mitgliedschaft der Technologiekonzerne wie Daimler-Chrysler, Siemens, Philips und Bosch. Die darüber hinaus weisenden Branchenperspektiven schließen auch mittelständische Industripotenziale nicht aus (vgl. Abbildung 7-7).

Für optoelektronische Bauelemente und Systeme, dem FuE-Feld des *CC NanOp*, werden in den nächsten fünf bis zehn Jahren schnell wachsende Anwendungsmärkte prognostiziert: Consumer-Produkte wie Laser-TV, Beleuchtungssysteme, Displays, optische Komponenten der Computer und Kommunikationstechnik sowie der Mess- und Umweltüberwachungstechnik. Auch hier handelt es sich, wie in der Mikroelektronik, um die Entwicklung schlüsseltechnologischer Komponenten, die im engeren Sinne in den industriellen Rahmen der Opto-Elektronikindustrie eingebettet sind, deren Anwendung jedoch strategische Hebelwirkung beispielsweise auf den Wettbewerbserfolg der Unterhaltungselektronik als in der Wertschöpfungskette nachgelagerter großer Wachstumsbranche hat.

Die internationale Wettbewerbsstärke des industriellen Hinterlandes lässt sich kaum einheitlich fassen. Generell gilt, dass in der Elektronikindustrie die Technologie- und Marktführung eher in den USA und Japan liegen. Die deutsche Industrie hat hier eher eine aufholende Position. In spezifischen von deutschen Unternehmen abgedeckten Geschäftsfeldern, u.a. auch der Optoelektronik, kann dabei durchaus eine Weltmarktführung dieser Firmen bestehen (z. B. für optische Computer-Interconnects oder LED). Abbildung 7-8 zeigt die industrielle Einbettung des CC NanOp. Es wird ein Schwerpunkt bei den "Komponenten" und "Bauelementen" gesehen. Trotzdem werden auch die anderen Bereiche abgedeckt, was sich durch den Einbezug der entsprechenden Unternehmen als Partner in das CC NanOp zeigt.

Abbildung 7-8: Industrielle Einbettung CC NanOp

Technik-Gegenstand	Systeme Anlagen				
	Produkte Dienstleistung				
	Komponenten Bauelemente		<b>NanOp</b>		
	Werkstoffe Verfahren				
	→ <i>Industriebezug</i>	Mechatronik Kfz, Ma-bau	(Opto-) Elektronik IT, IuK, U-el.	Fein- mech/Opt Analytik	Chemie/Mat Bio/Health
	<i>FuE- Industriepartner</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>	<i>Konzerne u. mittlere Ind.</i>	<i>mittlere Industrie</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>
<i>Position D</i>	<i>führend</i>	<i>aufholend</i>	<i>partiell stark</i>	<i>stark</i>	
	<b>Branche</b>				

Das CC UFS konzentriert sich auf "Werkstoffe und Verfahren" und ist damit prinzipiell in der Lage, einen Querschnittsmassenmarkt zu bedienen (vgl. Abbildung 7-9). Hierfür spricht, dass sich Forschungs- und Entwicklungsthemen auf zahlreiche Branchen erstrecken, mit einem Schwerpunkt im Bereich Elektronik, Informationstechnologien, Informations- und Kommunikationstechnologien, Unterhaltungselektronik sowie Feinmechanik, Optik, Analytik.

Abbildung 7-9: Industrielle Einbettung CC UFS

Technik-Gegenstand	Systeme/ Anlagen				
	Produkte				
	Komponenten/ Bauelemente				
	Werkstoffe/ Verfahren	Querschnittsmassenmarkt			
	→ <i>Industriebezug</i>	Mechatronik Kfz, Ma-bau	(Opto-) Ele k- tronik IT, IuK, U-el.	Feinmech/ Opt Analytik	Chemie/Mat Bio/Health
	<i>FuE- Industriepartner</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>	<i>Konzerne u. mittlere Ind.</i>	<i>mittlere Industrie</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>
	<i>Position D</i>	<i>führend</i>	<i>aufholend</i>	<i>partiell stark</i>	<i>stark</i>
	<b>Branche</b>				

In diesen Bereichen kann die Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb als partiell stark (Elektronik) bzw. stark (Feinmechanik, Optik) charakterisiert werden. UFS-Themen berühren jedoch auch die Mechatronik, Kraftfahrzeug- und Maschinenbau sowie partiell auch den Bereich Chemie, Materialien, Biologie, Gesundheitsforschung. Hier ist Deutschlands Position im internationalen Wettbewerb ebenfalls als stark bis führend zu kennzeichnen. Bezüglich des industriellen Hinterlandes betonen die Beteiligten, dass ein wichtiger Standortvorteil des CC UFS darin besteht, dass sich bereits mehrere internationale *Firmen aus dem Bereich Mikroelektronik* im Raum Dresden angesiedelt haben. Der Raum Dresden sei damit zum Kristallisationspunkt der Halbleiterbranche in Deutschland geworden, der in zunehmendem Maße auch die Zulieferindustrie anzieht.

Anwendungsbereiche des *CC UPOB* sind neben der klassisch deutschen Mechatronik-Industrie die Halbleitertechnologie, die (optische) Telekommunikation und die Weltraumtechnik. Damit verfügt das CC UPOB, ähnlich wie das CC Nanoanalytik über ein starkes industrielles Hinterland, das von eher mittelständischen Spezialgeräte-Herstellern einerseits und andererseits der vollen Breite industrieller Nutzer der Metrologie und anderer Anwendungspotenziale der Oberflächentechnik geprägt wird (vgl. Abbildung 7-10).

Abbildung 7-10: Industrielle Einbettung CC UPOB

Technik-Gegenstand	Systeme/ Anlagen				
	Produkte				
	Komponenten/ Bauelemente	<b>UPOB-Spezialgeräte-Markt</b>			
	Werkstoffe/ Verfahren				
	→ <i>Industriebezug</i>	Mechatronik Kfz, Ma-bau	(Opto-) Ele- tronik IT, IuK, U-el.	Feinmech/Opt Analytik	Chemie/Mat Bio/Health
	<i>FuE- Industriepartner</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>	<i>Konzerne u. mittlere Ind.</i>	<i>mittlere Industrie</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>
	<i>Position D</i>	<i>führend</i>	<i>aufholend</i>	<i>partiell stark</i>	<i>stark</i>
<b>Branche</b>					

Vergleicht man die industrielle Einbettung der CC in Bezug auf die jeweiligen Kernpotenziale für industrielle Kooperation zur innovativen Verwertung der FuE-Ergebnisse, so ergibt sich die folgende Portfolio-Übersicht (vgl. Abbildung 7-11).

Abbildung 7-11: Stärke des industriellen Hinterlandes der CC am Standort "D"

führend	(UFS)		UPOB	
stark			UPOB Analytik (NanOp)	N-Chem
partiell stark		N-club NanOp UFS		
schwach				
→ <i>Industriebezug</i>	Mechatronik, Kfz Masch.-bau	(Opto-) Ele- tronik IT, IuK, U-el.	Feinmech. Optik Analytik	Chemie Material Bio/Health
<i>FuE- Industriepartner</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>	<i>Konzerne u. mittlere Ind.</i>	<i>mittlere Industrie</i>	<i>Konzerne Mittelstand</i>

Das CC UPOB hat die günstigste Einbettung in das industrielle Hinterland im Hinblick auf die Umsetzungschancen der FuE-Ergebnisse in industrielle Innovation.

Ähnlich günstig sieht es für das CC Nanoanalytik aus mit dem Unterschied, dass wegen der stärker wissenschaftsbasierten Technologieorientierung weniger industrielle Kooperationspartner zur Verfügung stehen. Auch das CC Nanochem verfügt über ein ausgezeichnetes industrielles Hinterland.

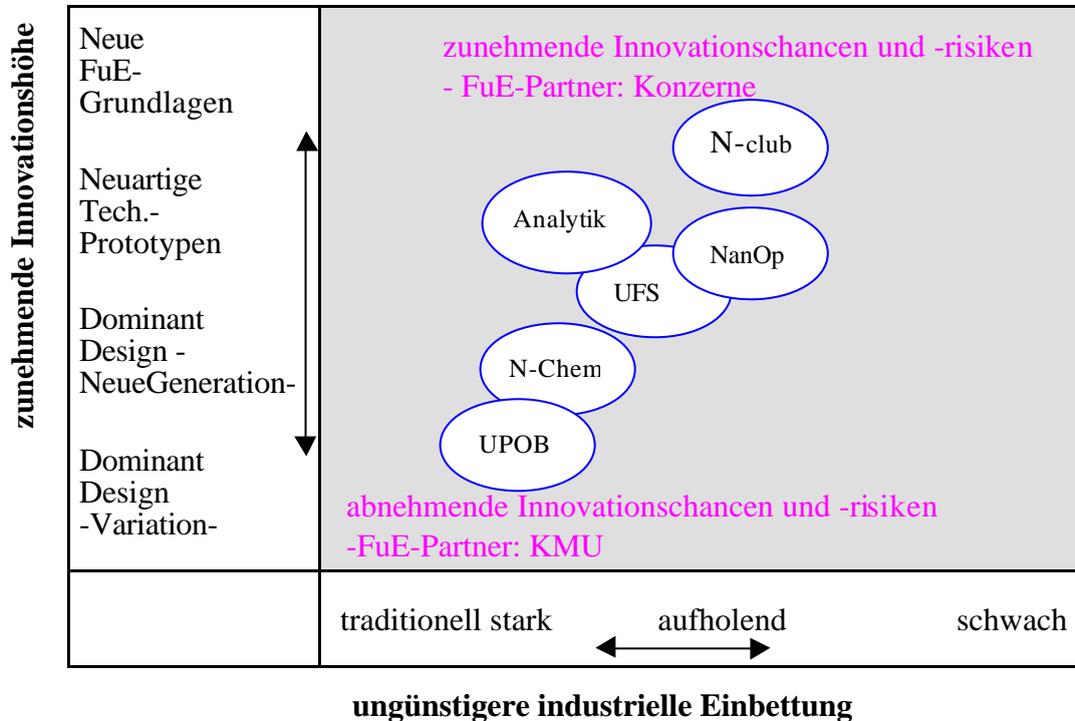
Die stark auf die Mikroelektronik-Industrie orientierten CC (Nanoclub, NanOp, UFS) sind mit den schwierigsten Bedingungen für die Umsetzung ihrer FuE-Ergebnisse konfrontiert, wenngleich für das CC UFS Sonderbedingungen gelten.

### **7.3 Zusammenfassung**

Im Abschnitt 7.1 sind relative Unterschiede der Technologieorientierung bzw. der wissenschaftlich-technologischen Schwerpunkte zwischen den CC herausgearbeitet worden. Im Abschnitt 7.2 wurden die Unterschiede der industriellen Einbettung beleuchtet. Hier folgt die Zusammenfassung beider Dimensionen, um die unterschiedlichen Erfolgchancen und -risiken der CC für die Umsetzung wissenschaftlicher FuE-Ergebnisse in industrielle Innovation zu erfassen (vgl. Abbildung 7-12)

Das CC UPOB hat die günstigsten Ausgangsbedingungen für die Umsetzung seiner FuE-Ergebnisse in industrielle Innovation. Die auf die Mikroelektronik orientierten CC haben die höchsten Innovationsrisiken zu tragen.

Abbildung 7-12: Innovationshöhe und industrielle Einbettung der CC im Vergleich<sup>7</sup>



Im Hinblick auf die Evaluation sind erhebliche Situationsunterschiede zu beachten. Das bedeutet, dass die Leistungskriterien der wissenschaftlichen Exzellenz, der innovativen Kompetenz, der Vernetzung, der Standortaufwertung usw. nicht undifferenziert angelegt werden können. Vielmehr ist auf eine differenzierte Bewertung der Zusammenhänge von Situationskontext, CC-Strategie und Ergebnis zu achten.

<sup>7</sup> Die angenähert lineare Anordnung der Zentren ist entweder zufällig oder wird möglicherweise dadurch begünstigt, dass in traditionell starken deutschen Industriezweigen wie z. B. Maschinenbau und Chemie die Neigung zum Festhalten an bewährten Technologien und entsprechend nur inkrementellen Innovationen besteht.

## 8 Bisherige Ergebnisse und Leistungen

Der Förderer hat ein Set von insgesamt neun Leistungsdimensionen vorgegeben, anhand derer im Jahre 2001, der Mitte der Förderperiode, eine Bewertung der CC stattfinden soll. Da die begleitende Evaluation methodisch auf einem Vorher-Nachher-Vergleich basiert, dienen die folgenden Ausführungen einer Einschätzung der Ausgangslage der CC im Hinblick auf die Bewertungsdimensionen. Eingangs wurden vier Erfolgsdimensionen benannt (vgl. Kapitel 3). Diesen vier Dimensionen lassen sich die neun Bewertungskriterien wie folgt zuordnen:

- (1) Organisation und Vernetzung: Kooperationsfähigkeit
- (2) Wissenschaftliche und technologische Leistungsfähigkeit: wissenschaftliche Leistungsfähigkeit, interdisziplinäre Vernetzung, Nutzung wissenschaftlichen Wissens und von Forschungskapazitäten für innovative Produkte
- (3) Beitrag zur Schaffung eines wirtschaftlich attraktiven Umfeldes
- (4) Wissens- und Informationsverbreitung auch gegenüber der allgemeinen Öffentlichkeit: Mitarbeit bei Standardisierung und Metrik, Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten, Öffentlichkeitsarbeit.

Gesondert diskutiert wird der Aspekt der langfristigen Fortführung der CC.

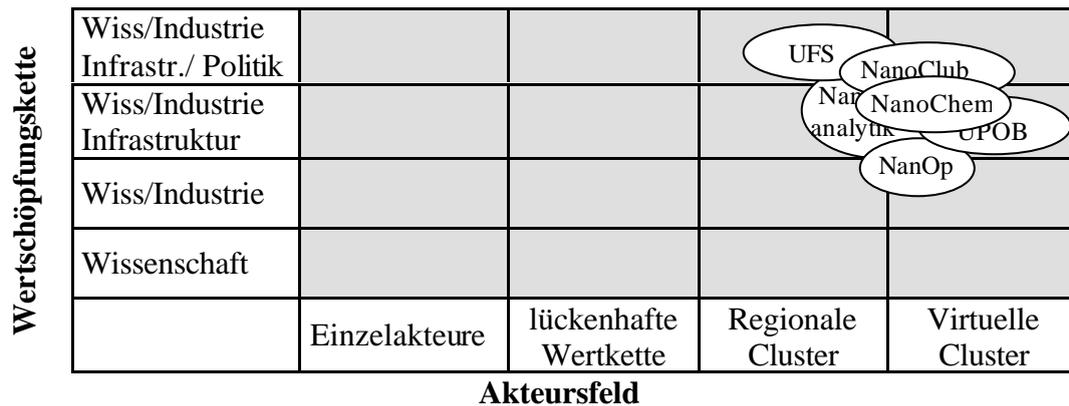
### 8.1 Organisation und Vernetzung

Abbildung 8-1 macht deutlich, dass alle CC jeweils die gesamte Wertschöpfungskette in den von ihnen bearbeiteten Technologiefeldern abdecken, d.h. mindestens Einrichtungen aus dem Bereich der Wissenschaft, der Industrie und von Infrastruktureinrichtungen in ihren Netzwerken integrieren. Darüber hinaus lässt sich eine Ballung hinsichtlich einer virtuellen Ausgestaltung der Zentren konstatieren. Graduelle Unterschiede bestehen in erster Linie hinsichtlich der Frage, in welchem Umfang regionale Cluster ausgebildet werden und ob staatliche Einrichtungen bzw. Infrastruktur-Institutionen wie Normungsgremien oder Bundesanstalten in das Netzwerk eingebunden sind.

Das *CC Nanoanalytik* ist explizit ein überregionales CC, wobei durch die drei Sprecheruniversitäten regionale Schwerpunkte gegeben sind. Hauptmerkmal des CC Nanoanalytik in organisatorischer Hinsicht ist die Dreifach-Struktur (vgl. Kapitel 5.2). Diese Struktur hat einerseits den Vorteil, dass es sich hierbei um eine strategische Allianz handelt, die insbesondere die Interdisziplinarität des Arbeitens gewährleistet; gleichwohl besteht die Gefahr, dass sich die drei Teilcluster zu stark voneinander abkoppeln, gestützt durch die jeweils eigenen (regional fokussierten) Netzwerke der Beteiligten (z. B. Verbundzentrum CeNS an der Universität Mün-

chen). Kooperationen, die schon vor dem CC Nanoanalytik bestanden, werden als beispielhaft herausgestellt, darunter eine Kooperation im Bereich der Weiterbildung der Universität Hamburg mit verschiedenen kleinen und großen Unternehmen wie Omicron Vakuumphysik, Oxford Instruments, Zeiss, Beiersdorf, Siemens, Bayer und BASF. Dabei sind hinsichtlich der Rolle der Politik im CC Nanoanalytik eindeutig regionale Schwerpunkte festzustellen (Münster, Hamburg, München).

Abbildung 8-1: Merkmale der Vernetzung



Das *CC Nanochem* stellt sich als virtuelles Cluster dar, da sich seine Mitglieder über die gesamte Bundesrepublik verteilen. Gleichwohl lassen sich derzeit besonders aktive Knotenpunkte (Saarbrücken, Tübingen, Freiburg und München) ausmachen. Zwei weitere Punkte wurden in den zur Verfügung stehenden Unterlagen hervorgehoben: Das *CC Nanochem* verfügte bereits bei Antragstellung über eine *hohe Zahl an realisierten Industriekooperationen*, die über die direkt in das Netzwerk integrierten Partner weit hinaus gehen; außerdem sind die Partner in ihre jeweiligen "scientific communities" integriert und in verschiedenen Gremien und Organisationen engagiert, "so dass ein hohes Maß an Interdisziplinarität, vertikaler Entwicklung, Informationsaustausch und Marktnähe gegeben ist".

In bezug auf das *CC Nanoclub* bietet die Planung der *regionalen Vernetzung mit der landesorientierten Wirtschaftsförderung* und dem Risikokapitalmarkt sowie die Einrichtung des CC-Organs der Wirtschaftskordinatoren gute Voraussetzungen für die künftige Einbindung mittelständischer Technologiekompetenz. Diese regional orientierten Vernetzungsdienstleistungen geben dem Konzept des CC-Nanoclub ein besonderes Profil und verdienen, gesondert hervorgehoben zu werden. Die Strategie, die Verbundprojekte des *CC Nanoclub* in die Regie industrieller Projektkoordinatoren zu geben, fördert die Vernetzung mit der Industrie. Die gegenwärtigen Verbundprojekte des *CC Nanoclub* beruhen überwiegend auf Partnerkontakten, die schon vor der Gründung des *CC* bestanden.

Der virtuelle Charakter des *CC NanOp* gründet sich auf die Verteilung der thematischen Cluster auf die Partner an den Universitäten in verschiedenen Städten Deutschlands. Die Cluster sind wissenschaftsgetrieben, aber in hohem Maße auf Industriebeteiligung ausgerichtet. Der Berliner Knotenpunkt ist durch die Rolle des Sprechers in dem Netzwerk als regionale Komponente anzusehen, unterstützt durch die finanzielle Förderung der Koordinationsstelle durch die TU Berlin, die Verflechtungen mit anderen Forschungsverbänden und die in Berlin angesiedelte Industrie. Trotzdem spielen weder die Infrastruktur noch die Politik eine große Rolle; das *CC NanOp* legt in der Wertschöpfungskette stärker als die anderen fünf *CC* einen Schwerpunkt auf die Kooperation von Wissenschaft und Industrie.

Das *CC UFS* zeigt am deutlichsten eine regionale Clusterung (Dresden und Chemnitz), was sich als kooperationsfördernd herausstellen kann. Zentrale Merkmale der Organisations- und Vernetzungsstruktur des *CC UFS* sind die offene, rechtlich (noch) nicht formalisierte Struktur und die Anknüpfung an bereits vorhandenen Kooperationen. Bezüglich der Abdeckung der Wertschöpfungskette lässt sich festhalten, dass im *CC UFS* alle Beteiligten – Wissenschaft, Industrie, Infrastruktur sowie Verwaltung – enthalten sind.

Beim *CC UPOB* handelt es sich nicht ausschließlich um ein virtuelles Cluster, es bestehen - bezogen auf Teilaktivitäten - durchaus regionale Schwerpunkte im Nordosten der Bundesrepublik. Insgesamt sind die Akteure aber homogen über das Bundesgebiet verteilt. Die überschaubare Anzahl von Teilnehmern erleichtert die Kommunikation und Kooperation im Netzwerk. Schließlich ist die Sprecherinstitution für Neutralität ausgewiesen, was den Vertrauensaufbau erleichtert. Aus diesem Grund attestieren wir dem *CC UPOB* ein hohes Potenzial bei der Kooperationsfähigkeit.

## **8.2 Wissenschaftliche und technologische Leistungsfähigkeit**

### *Wissenschaftliche Leistungsfähigkeit*

Die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit wurde im Rahmen der Statusanalyse schwerpunktmäßig mit Hilfe einer Publikationsrecherche im *Science Citation Index* erhoben. Wohl wissend um die Probleme, die mit einer solchen Recherche verbunden sind (mangelnde Berücksichtigung der angewandten bzw. Ingenieurwissenschaften, strategische Ergebnisse aus kooperativen FuE-Projekten mit Industriepartnern werden häufig nicht veröffentlicht), sehen wir, wie oben ausgeführt, einen international anschlussfähigen Wissensaufbau, der sich durch sichtbare Leistungen in der jeweiligen scientific community niederschlägt, als wichtigen Erfolgsfaktor für den langfristigen Erfolg der Kompetenzzentren an. Gerade in einem Bereich der Hochtechnologie, der sich durch rekursive Innovationsschleifen kennzeichnen lässt und bei dem es entsprechend darauf ankommt, permanent am aktuellen Wissens-

aufbau zu partizipieren, liefert die Publikationsanalyse einen ersten Hinweis nicht nur auf Aktivitätsschwerpunkte der Mitglieder der CC, sondern auch auf die Wissensakquisition über Mitgliederintegration.

Gemessen an der Anzahl der Publikationen zeigt sich, dass die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit der Gründer des *CC Nanoanalytik* und ihrer Institute zweifellos schon vor der Zentrumsgründung sehr gut gewesen ist. In ihren Teilbereichen der Physik, Chemie und Biologie sind sie in Deutschland führend.

Auf die Mitglieder des *CC Nanochem* entfällt ein Anteil von etwa 20 Prozent an den Publikationen in der Nanotechnologie in den neunziger Jahren in Deutschland. Dieser hohe Anteil ist v. a. auf die Größe des CC Nanochem zurückzuführen, aber auch durch die Mitgliedschaft einzelner herausragender Publizierer im Bereich der Nanotechnologie.

22 Prozent aller Veröffentlichungen in der Nanotechnologie in Deutschland werden von den im *CC Nanoclub* engagierten Universitätsinstituten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen getätigt. Quantitativ konzentrieren sich die Publikationen dabei auf relativ wenige naturwissenschaftliche Institute; die eher (halbleiter)technischen Institute weisen datenbankbedingt deutlich weniger Veröffentlichungen im SCI auf, was allerdings auf die primär naturwissenschaftliche Ausrichtung der Datenbank zurückgeht.

Das Publikationsaufkommen aus dem *CC NanOp* beträgt etwa 20 Prozent des Gesamtaufkommens in Deutschland, dieser hohe Anteil wird dadurch relativiert, dass das Ioffe-Institut aus St. Petersburg Urheber von gut 30 Prozent der CC NanOp Publikationen ist. Rechnet man dieses ausländische Forschungsinstitut heraus, bleibt ein Anteil von 15 Prozent, der immer noch als bedeutend einzuschätzen ist. Andere wichtige Institute sind das MPI für Festkörperforschung in Stuttgart und das Institut für Festkörperphysik an der TU Berlin, die zusammen mit dem Ioffe-Institut zwei Drittel der Publikationen des CC NanOp auf sich vereinen und jedes für sich in der deutschen Liste zu den Spitzeninstitutionen gehören. Die Publikationsanalyse zeigt, dass die im CC NanOp organisierten Forschungseinrichtungen und Universitätsinstitute in der Nanotechnologie eine große Sichtbarkeit nach außen aufweisen.

Für das *CC UFS* gilt, dass vier der beteiligten Einrichtungen vor allem aus dem Bereich der Grundlagenforschung mehr als 85 Prozent der Publikationen des UFS vereinen, das IFW belegt dabei einen vorderen Platz unter den bezogen auf die Nanotechnologie meistveröffentlichenden Forschungsinstituten in Deutschland. Aufgrund der Teilnehmerstruktur des CC UFS überrascht es nicht, dass in der zu Grunde gelegten Datenbank des SCI vergleichsweise wenige Einträge aus dem Umfeld des CC zu finden sind: das Kompetenzzentrum legt seinen Schwerpunkt ja auf die Umsetzung und nicht auf die Grundlagenforschung. Gleichwohl sind einzelne der Teilnehmer auch im wissenschaftlichen Grundlagenbereich durchaus international

konkurrenzfähig, so dass diese ihre Exzellenz in das Kompetenzzentrum einbringen können.

Die Mitglieder des *CC UPOB* verweisen in ihrem Förderantrag auf im Zeitraum 1996-1998 von den Teilnehmern erstellte 430 UPOB-relevante Originalveröffentlichungen. Die Publikationsanalyse in der SCI-Datenbank zeigt, dass die Veröffentlichungen der Mitglieder des *CC UPOB* einen Anteil von etwa 5 Prozent an den Publikationen in der Nanotechnologie in Deutschland in den neunziger Jahren einnehmen. Unter den 23 betrachteten publizierenden Institutionen spielen zwei Max-Planck-Institute eine herausragende Rolle. Dies entspricht deren Rolle in der deutschen Forschungslandschaft, für wissenschaftlich exzellente Ergebnisse im Bereich der Grundlagenforschung zu sorgen. Für das *CC UPOB* ist es trotz der Fokussierung auf die Umsetzungsperspektive wichtig, auch solche Institutionen in das Netzwerk zu integrieren, um kontinuierlich am international anschlussfähigen Wissensaufbau partizipieren zu können.

#### *Publikationsprofile*

Die Auswertung der Publikationen in der Nanotechnologie zeigt in der Belegung der Klassifikationsfelder inhaltliche Schwerpunkte bei den Materialwissenschaften und in Teilgebieten der Physik, Chemie und Biologie. Diese Belegung ist teilweise auf Spezifika der Datenbank des SCI (z. B. größere Abdeckung der Zeitschriften aus den Naturwissenschaften als aus den Ingenieurwissenschaften) zurückzuführen, bietet aber gleichzeitig einen guten Hinweis auf die für die Nanotechnologie wichtigen wissenschaftlichen Disziplinen. Tabelle 8-1 zeigt die Reihenfolge der 22 meistgenannten Klassifikationsfelder in der Nanotechnologie und ordnet diesen die inhaltlichen Schwerpunkte der an den sechs *CC* beteiligten Institutionen zu.

Für alle *CC* wurden nur die sechs wichtigsten Klassifikationsfelder markiert. Sie wurden durch die relative Abweichung der Anteile der Klassifikationsfelder in den einzelnen Zentren vom Weltanteil in den Feldern berechnet. Es ist darauf hinzuweisen, dass bei der Analyse nicht die Arbeit oder der Erfolg der *CC* im Vordergrund stehen kann, sondern nur die inhaltliche Orientierung der beteiligten Institute vor der Gründung der *CC*. Damit ist es möglich, Rückschlüsse auf die Kompetenzschwerpunkte zu ziehen. Dabei können einzelne starke Institutionen das Publikationsprofil ihres *CC* maßgeblich beeinflussen.

Tabelle 8-1: Schwerpunkte der CC in den Klassifikationsfeldern

Klassifikationsfelder des SCI	Analytik	Chem	Club	NanOp	UFS	UPOB
MATERIALS SCIENCE						
PHYSICS, CONDENSED MATTER		Yellow	Orange	Blue	Maroon	
PHYSICS, APPLIED	Cyan			Blue	Maroon	Purple
CHEMISTRY, PHYSICAL						
POLYMER SCIENCE						
CHEMISTRY		Yellow				
PHYSICS			Orange	Blue		
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL		Yellow				
CHEMISTRY, ANALYTICAL		Yellow				
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	Cyan	Yellow	Orange	Blue		Purple
MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS					Maroon	
ELECTROCHEMISTRY						
OPTICS	Cyan		Orange	Blue		Purple
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	Cyan					
BIOPHYSICS						
MICROSCOPY	Cyan					Purple
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES						
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING			Orange		Maroon	Purple
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	Cyan		Orange		Maroon	Purple
MATERIALS SCIENCE, CERAMICS					Maroon	
ENGINEERING, CHEMICAL						
CRYSTALLOGRAPHY		Yellow	Orange	Blue		Purple

Das *CC Nanoanalytik* weist Schwerpunkte in der angewandten Physik, Elektrotechnik, Optik, Mikroskopie und bei den Instrumenten auf, also den Themengebieten, die für die Nanoanalytik zentral sind. Auch die starke Bedeutung der Biochemie und molekularen Biologie ist mit der inhaltlichen Orientierung des Zentrums vereinbar. Ein ähnlich klares Bild weist das *CC NanOp* auf: die Schwerpunkte in der Physik (angewandt, allgemein und Festkörper-) sowie in der Elektrotechnik, Optik und Kristallographie passen zu den Themengebieten der Optoelektronik. Das *CC Nanoclub* hat die gleichen Schwerpunkte, wobei der Unterschied zum *CC NanOp* in der größeren Bedeutung der Instrumente anstelle der angewandten Physik zu finden ist.

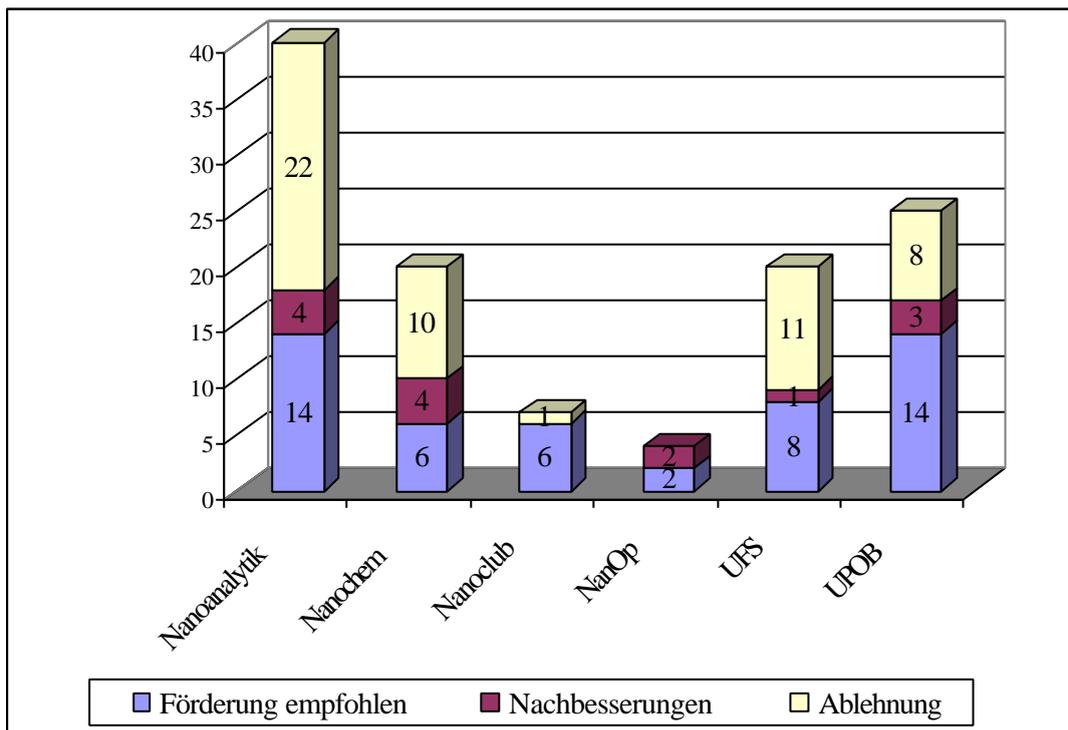
Das *CC Nanochem* weist Schwerpunkte in der allgemeinen Physik und Chemie auf, ebenfalls in der analytischen Chemie, der Festkörperphysik sowie Elektrotechnik und Kristallographie. Dabei gehören nur die chemischen Felder sowie die Kristallographie unmittelbar in das Themengebiet des *CC Nanochem*; andere, dem *CC Nanochem* thematisch naheliegende Felder wie die Material- oder Polymerwissenschaften sind nicht überdurchschnittlich stark belegt. Beim *CC UPOB* fällt auf, dass neben den typischen Themenfeldern der Analytik (Optik, Mikroskopie, Instrumente, Elektrotechnik) nur die Kristallographie einen direkten Bezug zur ultrapräzisen Oberflächenbearbeitung aufweist, ein Schwerpunkt bei den Oberflächenmaterialien sowie den Polymerwissenschaften ist nicht festzustellen. Das *CC UFS* hat seine Schwerpunkte in den Materialwissenschaften (Keramiken und Oberflächen/dünne Filme), der Metallurgie, bei den Instrumenten sowie in den Feldern der Festkörper- und angewandten Physik.

Im Vergleich der Zentren untereinander fällt auf, dass – relativ zur Welt – die analytischen Themenfelder fast durchgehend besetzt sind. Dabei ist besonders die Elektrotechnik hervorzuheben, die bis auf UFS in allen CC einen Schwerpunkt bildet. Die CC Nanoclub und NanOp sind in ihrer Scherpunktbildung ähnlich, gleiches gilt für Nanoanalytik und UPOB. Im weltweiten Vergleich nanotechnologisch wichtige Felder wie die allgemeinen Materialwissenschaften, aber auch die Polymerwissenschaften, die physikalische Chemie, die chemische Physik, die Elektrochemie und Biophysik, multidisziplinäre Wissenschaften und die chemische Verfahrenstechnik werden von den CC nicht überdurchschnittlich stark aufgegriffen. Dieses Defizit gilt auch für die Publikationen in Deutschland allgemein.

#### *Erfolge bei den Antragsrunden*

Ein wichtiger Indikator für die Leistungsfähigkeit der Kompetenzzentren ist die Erfolgsquote im Rahmen der Projektantragsrunden. Bezogen auf die bisher drei Projekttrunden ergibt sich folgende Verteilung:

Abbildung 8-2: Bisherige Erfolge bei Projektantragsrunde



Betrachtet man die Verteilung auf die Zentren, so sind die CC UPOB und CC Nanoanalytik auf den ersten Blick – rein quantitativ – am erfolgreichsten. Bezogen auf die abgelehnten Anträge gilt aber darauf zu verweisen, dass das CC NanOp keine einzige Ablehnung zu verzeichnen hat, das CC Nanoclub nur eine einzige.

### *Patente*

Die Patentanalysen dienen in erster Linie dazu, den in der Vergangenheit dokumentierten Anwendungsbezug der an den CC beteiligten Einrichtungen zu untersuchen. Betrachtet man die Patentanmeldungen, wie sie in den Datenbanken des Europäischen und Weltpatentamts (EPO und WPI) zu finden sind, so zeigt sich folgendes:

Die im *CC Nanoanalytik* organisierten Unternehmen und Wissenschaftler vereinen 16 Prozent aller deutschen Patentanmeldungen in den 1990er Jahren in der Nanotechnologie. Dabei spielen die beteiligten Großunternehmen eine zentrale Rolle: 70 Prozent der erfassten Patentanmeldungen aus den Institutionen des CC Nanoanalytik in den Jahren 1990-97 kamen aus den acht Großunternehmen. Hervorzuheben sind die Patente von Professor Fuchs (Universität Münster), die von der Anzahl her mit Unternehmen wie Bosch, Daimler Chrysler und der deutschen Telekom konkurrieren können. Dieser Vergleich zeigt, dass der Anwendungsbezug bei den wissenschaftlichen Arbeiten sich an dieser Universität auch in Patenten widerspiegelt.

Die Patentanalyse weist für die Mitglieder des *CC Nanochem* einen Anteil von 19 Prozent an den Anmeldungen am Europäischen bzw. Weltpatentamt in den neunziger Jahren in der Nanotechnologie aus. Wichtigste Anmelder aus dem CC Nanochem sind die Großunternehmen (BASF, Siemens, Bayer, Degussa-Hüls, Bosch) sowie zwei mittelständischen Unternehmen (Starck, Creavis). Besonders erwähnenswert sind die Patente des INM in Saarbrücken, die von der Anzahl auch im Vergleich aller Patentanmelder aus Deutschland einen Spitzenplatz einnehmen und innerhalb des CC Nanochem hinter BASF auf dem zweiten Platz liegen. Diese herausragende Position weist auf einen starken industriellen Anwendungsbezug mit internationaler Ausrichtung der Forschung am INM hin.

Auf Mitglieder des *CC Nanoclub* entfallen 5 Prozent aller Patentanmeldungen im betrachteten Zeitraum. Dieser Anteil ist im Vergleich zu anderen CC eher gering. Die geringe Patentzahl des CC NanoClub ist – trotz aller methodischen Vorbehalte gegen Patentanalysen in der Nanotechnologie auf Institutionsebene - ein Zeichen dafür, dass die Einordnung, anwendungsorientiert und industriebezogen zu arbeiten, nicht mit "anwendungs- und marktnah" verwechselt werden darf. Die wissenschaftlichen Grundlagen, die sich v.a. in Publikationen ausdrücken, spielen eine ungleich gewichtigere Rolle in diesem CC. Das weist darauf hin, dass die Forschungsausrichtung im CC-Nanoclub eher als strategische Grundlagenforschung zu verstehen ist, d.h. als wissenschaftliche Grundlagenforschung mit strategischer Ausrichtung auf Nachfolgetechnologien zur Mikroelektronik, die schon heute, trotz des starken Zeitvorlaufs zum Markt, starke Aufmerksamkeit der Industrie bindet.

Für das *CC NanOp* gilt, dass dessen Mitglieder als Patentanmelder in Themenfeldern der Nanotechnologie in den neunziger Jahren kaum in Erscheinung treten (Anteil von 3 Prozent an den aus Deutschland getätigten Anmeldungen). Der Spre-

cher des CC NanOp weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass erst seit 1997 auf Grund einer Änderung der Förderungspolitik des BMBF die Anmeldung von Patenten aus Projektmitteln finanziert wird. Seit der Änderung der Förderungspolitik hat allein das Institut für Festkörperphysik der TU Berlin innerhalb von 18 Monaten sechs Patente angemeldet. Außerdem werden Patentanmeldungen aus dem CC

NanOp aktiv unterstützt oder federführend übernommen. Es wurde für jeden bisher bewilligten Projekt-Cluster ein Exploitation-Komitee gegründet. Diesem gehören Vertreter jener Firmen an, die an den Ergebnissen der Arbeiten der entsprechenden Cluster besonderes Interesse haben, auch wenn die Firma nicht Antragsteller war.

Von den Mitgliedern des *CC UFS* stammen 8 Prozent der Patentanmeldungen, die aus Deutschland am Welt- und Europäischen Patentamt in den neunziger Jahren in der Nanotechnologie getätigt wurden. Damit liegt das CC UFS im Vergleich zu anderen CC in einer guten Mittelposition, die v. a. durch die Mitgliedschaft der Siemens AG und der Institute der Fraunhofer-Gesellschaft zu erklären ist. Noch wenig profiliert sind die Patentanmeldungen der universitären Mitglieder.

Im Förderantrag des *CC UPOB* wird auf ca. 35 Patentanmeldungen mit Bezug zur Ultrapräzisionsbearbeitung verwiesen. Die Patentanalyse hat für die Mitglieder des CC UPOB im Vergleich zu den anderen CC aber nur geringe Trefferzahlen ergeben. Die Siemens AG, die Fraunhofer-Gesellschaft, die Max-Planck-Gesellschaft sowie die Universität Ulm sind nach dieser Analyse die einzigen Patentanmelder des CC UPOB am europäischen und Weltpatentamt in der Nanotechnologie.

### *Marktbeobachtung*

Insgesamt geben drei CC explizit an, eine strategische Marktbeobachtung, oftmals unter Federführung der Industrie, zu betreiben (CC Nanochem, CC NanOp, CC UFS). Das CC Nanochem sieht eine Entwicklungskette von der Felderidentifikation, der Vorlafforschung, der Produktentwicklung, der Einsatzreife bis hin zur Abgabe an industrielle Verwerter vor. Durch das Einbeziehen der industriellen Partner zu einem sehr frühen Zeitpunkt soll deren Marktrelevanz gewährleistet werden. Die Laufzeit von der Grundlagenforschung bis zur Umsetzung betrage in der Regel bis zu 15 Jahre. Insofern müsse die Arbeit des CC bei "umsetzungsreifen" Entwicklungen ansetzen, die nur noch die letzten drei bis fünf Jahre Zeit zur Marktreife hätten. Hierzu dient die gezielte Themenidentifikation.

Marktbeobachtung und die Nutzung von Wissen aus Drittquellen (Patentschriften, Publikationsdatenbanken) sind auch eine wichtige Aufgabe des CC NanOp und werden zum Teil bei der strategischen Planung zukünftiger Projektschwerpunkte angewandt. Das CC UFS weist bereits in der Vorhabensbeschreibung umfassend auf die *wirtschaftlich-industriellen Umsetzungsmöglichkeiten* der Forschungsarbeiten hin. Die enge Einbindung der Industrie lässt sich auch daran festmachen, dass derzeit zusammen mit der Robert Bosch GmbH Stuttgart und anderen Industriepart-

nern ein Thesenpapier zur industrieorientierten Nano-Schichttechnologie erarbeitet und diskutiert wird.

#### *Internationalität*

In den CC wird die internationale Präsenz der wissenschaftlichen Leitfiguren als wesentliches Kriterium für die Exzellenz der wissenschaftlichen Basis der Zentren im internationalen Vergleich gesehen. Der Wissensaustausch mit dem Ausland und damit mit anderen führenden Wissenschaftlern ist ein anerkanntes Instrument, internationale Entwicklungen in der Nanotechnologie zu beobachten, davon zu lernen, aber auch selbst Einfluss darauf zu nehmen. Der Wissensabfluss, der in besonders starken wissenschaftlichen Gebieten in der Vergangenheit zu beobachten war, wird dabei bewusst in Kauf genommen – die Nanowissenschaften bieten kein Potenzial für einen nationalen Alleingang.

Diese positive Grundeinstellung zur Internationalität der wissenschaftlichen und technologischen Forschung manifestiert sich bei allen CC einerseits in der Mitgliedschaft in internationalen Gremien, andererseits in der Ausrichtung von bzw. Teilnahme an internationalen Konferenzen, Tagungen und sonstigen Veranstaltungen. Zu dem Aufgabenfeld der Koordinatoren und Sprecher gehören die internationale Ausrichtung der Öffentlichkeitsarbeit z. B. durch englischsprachige Homepages oder Broschüren, aber auch stellenweise Vorträge im Ausland. Die englische Sprache als Wissenschaftssprache ist in den Zentren anerkannt und spiegelt sich in Vorlesungen und Publikationen in englischer Sprache wider. Dieses ist auch Vorbedingung für den Wissenschaftler austausch mit dem Ausland, was dazu führt, dass in einzelnen Instituten Englisch als Arbeitssprache etabliert ist.

### **8.3 Schaffung eines wirtschaftlich attraktiven Umfeldes**

Hinsichtlich des Beitrages zur Schaffung eines wirtschaftlich attraktiven Umfeldes haben wir bereits ausführlich auf die Relevanz regionaler Cluster und einer Vertrauen schaffenden Gestaltung der Netzwerke verwiesen. Hier wollen wir maßgeblich auf Initiativen zur Förderung von Existenzgründungen eingehen.

Hinsichtlich der Initiativen zur Existenzgründung ist zu unterscheiden zwischen in der Vergangenheit unternommenen Gründungen und zukunftsgerichteten Aktivitäten. Auf Ausgründungserfolge in der Vergangenheit verweisen das

- *CC Nanoanalytik* (Gründung von drei Firmen im Bereich der SIMS Technologien in Münster, eine weitere ist im Bereich der Nanosondenanalytik geplant; vier Existenzgründungen im weiteren Themenfeld der Nanoanalytik in München; eine Gründung in Hamburg erfolgt, zwei weitere geplant), und das

- *CC Nanochem* (14 neu gegründete Unternehmen, die aus der Universität Tübingen, dem NMI Reutlingen, dem IMM Mainz, dem FhG-IBMT Saarbrücken und dem INM Saarbrücken hervorgegangen sind).

Diese Erfolge sind noch nicht auf die CC selbst zurückzuführen, aber sie belegen, dass an den unterschiedlichen Standorten Potenzial für Aus- und Neugründungen vorhanden ist.

Einen besonderen Arbeitsschwerpunkt bildet die Unterstützung von Existenzgründungen im Falle des *CC UFS*: hier liegt ein ausgereiftes Gründerkonzept unter Anknüpfung an bestehende Initiativen vor wie z. B. eine definierte Zusammenarbeit mit den Existenzgründerinitiativen der TU Dresden und TU Chemnitz. Auch Banken und das Business Development Center Sachsen (BDCS) sind einbezogen. Zudem erfolgt eine gezielte Ansprache von kleinen und mittleren Unternehmen, z. B. im Rahmen der Organisation der Hannover-Messe. Drittens verweist das Kompetenzzentrum auf die Unterstützung durch die Länder Sachsen und Niedersachsen.

Das *CC Nanochem* hat folgende Maßnahmen angedacht bzw. bereits implementiert, um die Initiierung neuer Firmen bzw. junge Firmenneugründer zu unterstützen: die Einbindung von Unternehmensberatern in das Netzwerk, die Erstellung einer Datenbank, die Mobilisierung der jungen Firmen, als Ansprechpartner für Existenzgründer zu dienen und schließlich die Möglichkeit, früh an Wagniskapital zu kommen. Letzterem soll die Angliederung der Baden-Württembergischen Wertpapierbörse, Marktplatz für Wagniskapital, an das CC dienen. Auch das *CC UPOB* plant zur Unterstützung von Ausgründungen die Einbindung von Kreditinstituten und Risikokapitalgesellschaften, ebenso die Einbindung zuständiger Landesministerien. Die Mitwirkung des Landes Niedersachsen bei der Schaffung günstiger Rahmenbedingungen für einen Teilbereich eines Kompetenzzentrums in Niedersachsen ist bereits zugesagt (Einrichtung eines regionalen Netzknotens der Nanotechnologie "NanoTechNord" in Diskussion). Erste Gespräche und positive Reaktionen liegen nach Auskunft von Beteiligten auch in Thüringen und Sachsen vor.

## 8.4 Wissens- und Informationsverbreitung

### *Öffentlichkeitsarbeit*

Die Aktivitäten im Bereich Öffentlichkeitsarbeit gleichen sich grundsätzlich. Zu nennen sind in erster Linie – neben den hochprofessionellen Internet-Auftritten der CC-Mitglieder -, Initiativen in der lokalen Presse, Informationsbroschüren, die sich an das interessierte Fachpublikum wenden, sowie Präsenz auf relevanten Messen. Daneben werden auch Videopräsentationen (CC Nanoanalytik, CC NanOp) und

Auftritte in Fernsehmedien (CC Nanochem, CC NanOp, CC UFS<sup>8</sup>) genannt. Darüber hinaus verweisen die CC auf eine Vielzahl von sowohl nationalen wie auch internationalen Veranstaltungen (Workshops, Tagungen, Symposien, Konferenzen), die entweder unter Federführung von CC-Einrichtungen veranstaltet werden bzw. auf denen die CC zumindest eine Präsenz zeigen.

#### *Aus- und Weiterbildung*

Im Bereich der Aus- und Weiterbildung ist zu unterscheiden zwischen

- Maßnahmen, die sich vornehmlich an Schüler richten
- Maßnahmen für Studenten, beispielsweise die Bildung neuer Studiengänge
- Maßnahmen für postgraduierte Wissenschaftler

Zentrenübergreifend können wir festhalten, dass Maßnahmen zur Verbesserung der studentischen Ausbildung derzeit dominieren. Daneben orientieren sich einige CC aber auch an der gezielten Mobilisierung von Schülerinteressen (CC Nanochem, CC Nanoanalytik). Der Doktorandenausbildung und Postdoktorandenausbildung dienen oftmals Maßnahmen im Kontext von Sonderforschungsbereichen der DFG. Darüber hinaus wird entweder auf *die Planung und Einrichtung von neuen Studiengängen* verwiesen (CC NanOp) oder auf Bemühungen, die vorhandenen Angebote besser zu bündeln und inhaltlich beispielsweise auf Aspekte der Interdisziplinarität auszurichten (CC UFS). Solche Maßnahmen sollen stellenweise auch unter Hinzuziehung der Industrie erfolgen.

#### *Metrik, Standardisierung und Normung*

Im Bereich Metrik, Standardisierung und Normung zeigt sich am deutlichsten die Zusammenarbeit der sechs CC und damit die Herausbildung eines *Hypernetzwerkes*. Als besonders aktiv tritt das *CC Nanoanalytik* hervor, nicht zuletzt, da die Mitarbeit bei der Standardisierung, entwicklungsbegleitenden Normung und Metrik ein Hauptziel und gleichzeitig wichtige Strategie des CC Nanoanalytik ist. Dies manifestiert sich beispielsweise an der Mitgliedschaft des VDI und PTB im CC Nanoanalytik. Zentrenübergreifend wurde ein Arbeitskreis "Metrologie in der Mikro- und Nanotechnik" gegründet, der unter dem Dach der VDI/VDE-GMA (Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik) angesiedelt ist und VDI/VDE-Richtlinien vorbereiten soll. Erste Vorsondierungen zur Normung in der Nanotechnologie wurden durch die Umfragen zur "Notwendigkeit von Nanometer-Kalibrier-Normalen" und zu "Merkmale von mikro- und nanoskaligen Objekten" durchgeführt. Auch das *CC UPOB* verweist auf Aktivitäten bei der VDI/VDE-Gesellschaft GMA im Fachausschuss "Metrologie in der Mikro- und Nanotechnik". Die PTB, die Sprecherorganisation des CC UPOB, ist ebenfalls ein wichtiger "player" bei der Standardisierung.

---

<sup>8</sup> Der Mitteldeutsche Rundfunk (MDR) ist sogar Mitglied im CC UFS.

Das *CC Nanochem* will eine eigene Arbeitsgruppe gründen, deren Hauptaufgabe anfangs darin bestehen soll, mit Hilfe einer Befragung den entsprechenden *Bedarf* festzustellen, beispielsweise Fälle, bei denen bestehende Richtlinien nicht mehr geeignet sind. Danach sollen Kontakte zu den einschlägigen Stellen aufgenommen werden. Genannt werden hier neben der PTB auch die entsprechenden DIN-Ausschüsse sowie internationale Gremien. Das *CC Nanochem* berücksichtigt damit explizit die internationale Perspektive im Bereich Normung und Standardisierung. Das *CC UFS* denkt im Bereich Normung in erster Linie an die enge Zusammenarbeit mit dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI). Geplant ist außerdem, innerhalb des *CC* Ringversuche zu starten sowie interne Normungsansätze zu verfolgen. Weiterhin wurde im Sommer 1999 unter den Mitgliedern eine Umfrage durchgeführt, die der Vorbereitung eines Projektes mit der PTB Braunschweig dient.

Im Falle des *CC NanOp* wird klar eine Industriestrategie verfolgt. Dem liegt die Wahrnehmung zugrunde, dass Standardisierung und Normung "naturgemäß" ein Teilbereich sei, der die Industriepartner weit mehr tangiere als die reinen Forscher. Auf der konstituierenden Sitzung des *CC NanOp* wurde ein Mitarbeiter von Infineon Technologies als Normenkoordinator bestimmt, er wird unterstützt von einem Mitarbeiter von Osram Optosemiconductors.

## 8.5 Langfristige Fortführung der CC

Die langfristige Fortführung der CC ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig wie beispielsweise der Herausstellung des Nutzens der Teilnahme am Netzwerk, der sichtbar gelungenen Zielerreichung im Hinblick auf die Umsetzung sowie der Motivation der Mitglieder. Der Erfolg wird unseres Erachtens am nachhaltigsten nachgewiesen, wenn die CC sich finanziell selbst tragen, d.h. wenn die Industrie einen wesentlichen Beitrag stiftet. Vor diesem Hintergrund interessiert, welche Konzepte bereits vorliegen bzw. angedacht sind, die CC nach Wegfall der BMBF-Förderung zu *finanzieren*. Dabei sei daran erinnert, dass die Kernfinanzierung der CC – der Unterhalt für die Koordinationsstellen – lediglich ca. 500.000 DM pro Jahr beträgt.

Die Konzepte zur langfristigen Finanzierung der CC lassen sich auf einem Kontinuum von öffentlich orientiert (Bund, Länder, Gemeinden) bis hin zu privat (Mitgliedsbeiträge, Rückflüsse aus Lizenzeinnahmen etc.) einordnen.

Das *CC Nanoanalytik* orientiert sich, nicht zuletzt aufgrund seines stark ausgeprägten Dienstleistungscharakters, in Teilen an einer Fortführung der Bundesunterstützung. Eine weitere Finanzierungsquelle wird in einer Zufinanzierung der Länder gesehen. Darüber hinaus verspricht sich das *CC Nanoanalytik* positive langfristige Wirkungen aus den Aus- und Existenzgründungen, so dass ein Teil der Ergebnisse

des CC Nanoanalytik auf privatwirtschaftlicher Ebene weitergeführt werden soll. Die Diskussion der Vereinssatzung bei der Vollversammlung am 19.11.1999 in Münster hat aber gezeigt, dass viele Mitglieder derzeit noch eher zurückhaltend hinsichtlich der langfristigen Finanzierung durch Mitgliedsbeiträge sind. Einige Vertreter – besonders der KMU - wollten derzeit noch kein Commitment zu einem hohen und langfristigen Mitgliedbeitrag abgeben. Wie einer der Beteiligten uns im Frühjahr 2000 mitteilte, sind mittlerweile neben einer Vereinsgründung weitere Modelle wie die Gründung einer gemeinnützigen GmbH in die Diskussion getreten.

Das *CC Nanochem* verfügt über ein ausgereiftes Konzept zur langfristigen Finanzierung des Kompetenzzentrums. Im Antrag ist dies wie folgt beschrieben: "Während im Vorlaufbereich öffentliche Fördermittel nötig sind, wird bei der Produktentwicklung ein Mitteleinsatz der Industrie erwartet. Bei der Abgabe an industrielle Verwerter erfolgt ein Mittelfluss zurück in das Konsortium. Die einzelnen Konsortiumsmitglieder verpflichten sich, bei Mittelrückfluss einen bestimmten Prozentsatz des erzielten Gewinns an das CC zu bezahlen, so dass nach einer Anlaufzeit, die auf ca. 5 Jahre geschätzt wird, eine Eigenfinanzierung möglich wird. Der Fortbestand des CC wird also maßgeblich über den Verkauf von ausgegründeten Initiativen gesichert werden. Neben den aktiv am CC beteiligten Institutionen soll auch eine passive Teilnahme möglich sein, bei der die Mitglieder einen Förderbeitrag entrichten und denen im Gegenzug Zugang zu den Datenbanken und den Informationsmaterialien geboten wird. Zusammengefasst sind drei Punkte geplant: Firmenausgründungen, Netzwerk als e.V. mit Beitragszahlung, Gründung von Technologieparks (Nanovalley) ".

Bezüglich der langfristigen Finanzierung geht der Antrag des *CC Nanoclub* davon aus, dass einerseits die Förderung über den jetzt geplanten Zeitraum von 3-5 Jahren weiterlaufen wird, eventuell mit abnehmender Tendenz. Nach Ablauf der ersten Förderjahre sollen zusätzliche öffentliche und private Fördermittel erschlossen werden.

Das *CC NanOp* soll ebenfalls langfristig durch öffentliche Mittel gefördert werden, aufgrund der Finanzknappheit des Landes Berlin vor allem durch den Bund. Die TU Berlin ist ein weiterer Geldgeber, die trotz Mitteleinsparung insgesamt die Stellen für das Sprecher-Institut erhöhte und hierdurch eine Anschubfinanzierung für das CC NanOp gab. Darüber hinaus sollen Ausgründungen dabei helfen (sobald sie langfristig eigenständig arbeiten), Teile der Finanzierung zu übernehmen. Die fehlende Möglichkeit, auf öffentliche Förderung zu verzichten, wird unter anderem damit begründet, dass Großunternehmen, die dem CC NanOp angehören, erhebliche Fördergelder verlangen und auch bekommen. Viele Themen des NanOp seien zu riskant und langfristig, als dass einzelne Unternehmen ohne öffentliche Unterstützung darin investieren wollen.

Überlegungen zur langfristigen Fortführung des *CC UFS* sind bisher noch nicht abschließend angestellt worden. Die Beteiligten gehen laut Vorhabensbeschreibung jedoch von einer mittelfristigen Bereitschaft der Unternehmen aus, sich bei einem Erfolg des Modells "Kompetenzzentrum" finanziell zu engagieren. Darüber hinaus haben die sächsischen Ministerien SMWK und SMWA ein grundsätzliches Interesse am Kompetenzzentrum geäußert, so dass hier eine Unterstützung nach Ablauf der Bundesförderung ebenfalls denkbar erscheint. Unabhängig vom Aspekt der eigenständigen Finanzierung sind in einer Pressemitteilungen Ansatzpunkte dafür zu finden, dass durchaus eine Chance zur langfristigen Fortführung auch über die derzeit anvisierten fünf Jahre hinaus besteht, nämlich dann, wenn sich das CC als Dienstleister für die ansässigen High-Tech-Firmen profilieren kann.

Im Förderantrag des *CC UPOB* ist die Erwartung aufgeführt, dass das CC nach Ende des Förderzeitraums durch eigene Beiträge weiterfinanziert werden kann. In der Satzung steht, dass das CC UPOB nach Auslaufen der BMBF-Förderung durch Beiträge der Mitglieder und "sonstige Einnahmen" finanziert werden soll (vgl. Satzung §3, 1). Die Mitgliederversammlung ist für Entscheidungen bezüglich Beiträgen und Umlagen, Höhen und Fälligkeit der Beiträge zuständig.

## 8.6 Gewichtung der Bewertungskriterien

Die Sprecher der Kompetenzzentren wurden im Dezember 1999 darum gebeten, die neun vom BMBF vorgegebenen Kriterien im Hinblick auf deren Wichtigkeit für die Bewertung "ihres" CC einzustufen. Antwortmöglichkeiten waren

- 1 = für die Bewertung des CC sehr wichtig (Aktivitätsschwerpunkt bis 2001)
- 2 = für die Bewertung des CC wichtig, aber nicht zentral
- 3 = für die Bewertung des CC derzeit eher unwichtig

Die folgende Tabelle 8-2 gibt die Ergebnisse der Befragung wieder.

Betrachtet man die Durchschnittswerte, so zeigt sich klar, dass die Bewertungskriterien im Bereich *wissenschaftliche und technologische Leistungsfähigkeit* im Vordergrund stehen: Die entsprechend zugeordneten Kriterien "wissenschaftliche Leistungsfähigkeit" und "Nutzung wissenschaftlichen Wissens und von Forschungskapazitäten für innovative Produkte" werden deutlich als am wichtigsten identifiziert. Ebenfalls zentral sind die Fähigkeiten in bezug auf die Vernetzung (Kooperationsfähigkeit). Bezugnehmend auf die Ausführungen in Kapitel 3 können wir resümieren, dass sich die CC in erster Linie hinsichtlich ihrer *Innovationskompetenz* messen lassen wollen und sich zunächst auf die Erfolge *innerhalb* ihres Zentrums konzentrieren. Die *Kommunikationsfähigkeit* bezogen auf die "Außenwelt" ist zwar nicht unwichtig, aber doch weniger dominant als die Netzwerk bezogenen Aspekte, mit

einer wichtigen Ausnahme: der Beitrag zur Schaffung eines wirtschaftlich attraktiven Umfeldes wird gleichgewichtet mit der Kooperationsfähigkeit.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass die Bewertung der CC in der Frühphase ihrer Förderung in erster Linie hinsichtlich ihrer Vernetzungserfolge durchzuführen ist. Auch die Innovationsfähigkeit spielt eine zentrale Rolle. Hier stellt sich jedoch das Problem, dass sich Umsetzungserfolge erst relativ spät feststellen lassen werden.

Tabelle 8-2: Gewichtung der Bewertungskriterien nach CC

Bewertungsdimension lt. BMBF	Analytik			Chem	Club	Nanop	UFS	UPOB	Ø 6 Antw.	Ø 8 Antw.
	Wissenschaftliche Leistungsfähigkeit	1	1	1	1-2	1	1	1	1-2	1,17
Kooperationsfähigkeit	2	1	1	2	1	1	1	1	1,22	1,25
Interdisziplinäre Vernetzung	1	2	1	1	1	2	2	1-2	1,47	1,44
Nutzung wiss. Wissens und Forschungs- kapazitäten für innovative Produkte	1	1	1	1	1	1	1	1	1,17	1,13
Mitarbeit bei Standardisierung und Metrik	3	2	1	3	2-3	2	2	2	2,42	2,31
Beitrag zur Schaffung eines wirtschaftlich attraktiven Umfelds	1	2	1	1	1	2	2	1	1,22	1,25
Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten	2	1	2	1	2	1	1	1	1,28	1,38
Öffentlichkeitsarbeit	2	1	1	1	1	2	2	2	1,56	1,50
Langfristige Finanzierung des CC	3	2	3	2	2-3	3	3	3	2,53	2,56

Die Durchschnittszahlen beziehen sich in der letzten Spalte auf 8 Angaben (insgesamt drei Einzelmeldungen aus dem CC Nanoanalytik), in der vorletzten Spalte wurde aus den Angaben des CC Nanoanalytik vorher ein Durchschnitt gebildet.

## **9 Schlussfolgerungen für das Coaching**

### **9.1 Zielsetzung**

#### *Innovations- und Kommunikationskompetenz*

Ausgehend von den in der begleitenden Evaluation bislang zusammengetragenen Erkenntnissen über die allgemeinen Erfolgsbedingungen von Kompetenzzentren, die sich zur Aufgabe gemacht haben an den verschiedenen Schnittstellen entlang der Wertschöpfungskette zu einer Prozessoptimierung und einer Verkürzung der time to market beizutragen, liegt die Hauptzielsetzung für alle Coaching-Maßnahmen in der Unterstützung und Weiterentwicklung vorhandener Innovations- und Kommunikationskompetenz. Diese Innovations- und Kommunikationskompetenz wird hier verstanden als Fähigkeit, nicht nur die wissenschaftliche und technologische Exzellenz zum Ausgangspunkt für die Strategieentwicklung, Organisation und Vernetzung der Akteure zu nehmen, sondern auch das Innovationspotenzial aus anderen Ebenen der Wertschöpfungskette nutzbar zu machen und über geeignete Kommunikationsmechanismen innerhalb und außerhalb des Netzwerks zu vermitteln.

Anders als bei der Evaluation, aber aufbauend auf den Evaluationsergebnissen, geht es im Falle des Coaching nicht darum, die Fördermaßnahme möglichst objektiv in ihrer ganzen Breite zu validieren und zu würdigen; die Unterstützungsmaßnahmen greifen vielmehr punktuell einzelne Schwächen - die häufig durchaus auch einen subjektiven Charakter haben können - im Gesamtsystem oder auf der Ebene einzelner CCs auf und entwickeln gemeinsam mit den Betroffenen Optimierungsmöglichkeiten. Auf diese Weise soll es gelingen, dass die bei den Beteiligten befürchteten Risiken möglichst frühzeitig vermieden und demgegenüber die erhofften Chancen möglichst rasch ergriffen werden können.

### **9.2 Rahmenbedingungen der Gesamtmaßnahme**

Da bei den CC - schon aufgrund der Vorauswahl durch den Gründungswettbewerb – zunächst von einer wissenschaftlichen und technologischen Exzellenz ausgegangen werden kann, liegt der Schwerpunkt für das Coaching darin, neben diesem wichtigen Teilaspekt als Basis für diese Innovations- und Kommunikationskompetenz auch die übrigen Aspekte zur vollen Entfaltung zu bringen bzw. zur Schaffung erforderlicher Rahmenbedingungen beizutragen. Dazu gehört z. B. die Berücksichtigung der Erfordernisse eines rekursiven Innovationsmodells, in dem das Wissensmanagement in Netzwerken moderiert wird, oder die Etablierung geeigneter

Kommunikationsstile, die die Übersetzbarkeit und Anschlussfähigkeit technischer mit wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Codes garantieren.

*Ausgangslage: Rollenunsicherheit*

Die verschiedenen bisherigen Aktivitäten der Evaluation und des Coaching - von den Erstgesprächen über die gemeinsamen Diskussionen anlässlich verschiedener Arbeitstreffen bis hin zu den Feedbackgesprächen zu den einzelnen Fallstudien - sind durchzogen von einer Rollenunsicherheit der einzelnen Akteure. Diese Rollenunsicherheit basiert bisher im wesentlichen auf denjenigen Faktoren, die die neue Fördermaßnahme Kompetenzzentren von der herkömmlichen Projektförderung des BMBF (Einzel- oder Verbundprojekte) unterscheidet:

- (1) die über das Standardziel Forschung hinausgehende explizite Erwartung an die Zentren, Innovations- und Kommunikationskompetenz im oben skizzierten Sinne auszubilden und umzusetzen, damit verbunden
- (2) die Rolle der 'Kompetenz'-Zentren als 'Service'-Zentren für die - insbesondere industriellen - Kooperationspartner sowie
- (3) die Berufung eines Gutachter- und Strategiekreises (GuS), der neben der Begutachtung von Einzelprojekten auch für langfristige strategische Fragestellungen verantwortlich sein soll

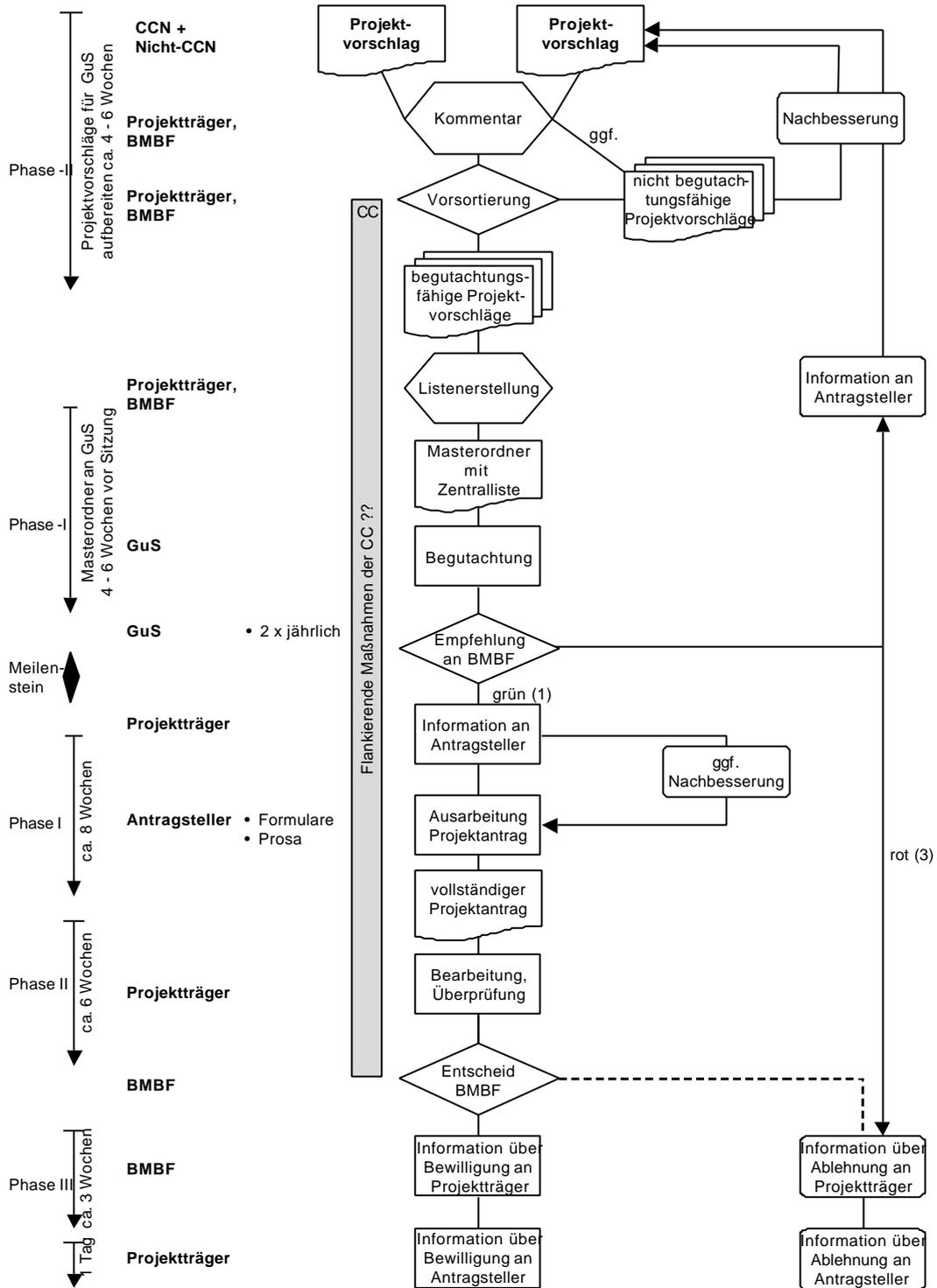
In einer Management-Terminologie ausgedrückt können wir davon ausgehen, dass die klassische Verbundprojektförderung des BMBF - im Unterschied zur institutionellen Förderung - hauptsächlich auf die operativen *Kernprozesse* Forschung und Entwicklung ausgerichtet ist, während die unterstützenden *Supportprozesse* sowie die strategischen *Führungsprozesse* von FuE nicht im Zentrum stehen. Aus externer Sicht wird mit den drei genannten Hauptunterschieden der Fördermaßnahme Kompetenzzentren gegenüber der klassischen Projektförderung versucht, dynamische Synergien zwischen genau diesen drei Prozessebenen zu erreichen. Offenbar besteht die Erwartung, mit Kompetenzzentren einen selbstorganisierenden Rahmen für Einzel- und Verbundprojekte zu initiieren, der frei ist von den mit institutioneller (Groß-)Forschung verbundenen organisatorischen Risiken wie Bürokratisierung, strategische Unbeweglichkeit, Prozesslähmungen etc.

Die Rollenunsicherheit kann als ein Indiz dafür gewertet werden, dass mit dem Instrument Kompetenzzentrum eine ambitionierte und sehr voraussetzungsreiche Zielsetzung verbunden ist, die in der vergleichsweise geordneten deutschen Politik- und Forschungslandschaft mit einer im internationalen Vergleich sehr individualistischen Forscherkultur zunächst auf ungünstige Voraussetzungen trifft. Damit die Chancen des neuen Instruments genutzt werden können, müssen alle beteiligten Akteure in einen gemeinsamen Erfahrungs- und Lernprozess eintreten.

*Klärungsbedarf: Projektvergabeprozess*

Sehr deutlich werden die Unterschiede zur herkömmlichen Projektförderung und die damit verbundene Rollenunsicherheit der Kompetenzzentren an dem derzeitigen Projektvergabeprozess, den wir im folgenden Flussdiagramm darzustellen versuchen: Einerseits ähnelt die Projektvergabe in einzelnen Schritten dem Vergabeprozess herkömmlicher BMBF-Programme, andererseits unterscheidet sie sich in der gewünschten strategischen Bedeutung des GuS-Kreises sowie in der Projektvorbereitung durch die Kompetenzzentren. Ob und welche Rolle die CCs - durch flankierende Maßnahmen - im Projektvergabeprozess spielen, ist jedoch bisher weitgehend ungeklärt.

Abbildung 9-1: Projektvergabeprozess



*Optimierungsansatz: gemeinsame Strategienentwicklung*

Die bisherige Diskussion mit Förderern und Geförderten legt nahe, dass der Klärungsbedarf im Zusammenhang mit dem Projektvergabeprozess weniger eine Frage der Effizienzsteigerung (Prozessoptimierung) als eine Frage der Effektivitätssteigerung (Optimierung der Relation zwischen Zielen und Maßnahmen) ist. Im Unterschied zur herkömmlichen Projektförderung bietet das Instrument der Kompetenzzentren die Chance einer mittelfristigen Strategiebildung zwischen Förderern und Geförderten, die es ermöglichen könnte, ex ante strategische Erfolgspositionen für Projektanträge zu definieren. Auf diese Art und Weise kann es möglich werden, den Projektvergabeprozess im Vorhinein durch die Festlegung bestimmter Zukunftsfelder zu bündeln und somit die Einzelprojektbegutachtung zu erleichtern.

Eine Strategieentwicklung auf der Ebene von Forschung und Entwicklung als Kernprozessen - z. B. im Sinne von road maps - reicht aber nicht aus, um die Chancen des Instrumentes Kompetenzzentren zu nutzen. In die Strategieentwicklung müssen vielmehr auch und gerade die Führungsprozesse sowie die unterstützenden Supportprozesse und deren Anteil an der Etablierung einer Innovations- und Kommunikationskompetenz miteinbezogen werden. Aus diesem Grund hat die externe Beratung unter den Kompetenzzentren eine Umfrage zum aktuellen Coaching-Bedarf durchgeführt, die neben einer Differenzierung der Strategieerarbeitung weitere Coaching-Maßnahmen im Kontext von Innovations- und Kommunikationskompetenz abgefragt hat.

### **9.3 Coaching-Bedarf**

Geht man bei der Definition des Coaching-Bedarfs von der Hauptzielsetzung der Förderung der Innovations- und Kommunikationskompetenz aus, so ergeben sich daraus verschiedene Handlungsfelder, in denen Coaching-Maßnahmen sinnvoll erscheinen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Maßnahmen, die zur Optimierung des Gesamtsystems durchgeführt werden können, und solchen, die die Ebene der einzelnen CC betreffen. Oberste Priorität hat die Festlegung einer Strategie für das Gesamtsystem sowie von Teilstrategien der einzelnen CC, die über den Horizont technologisch-wissenschaftlich orientierter Roadmaps hinausreichen und auch den Aspekt der Innovations- und Kommunikationskompetenz angemessen berücksichtigen.

*Differenzierung der Strategieentwicklung*

Für diese Strategieentwicklung müssen u.a. folgende Fragehorizonte - meist CC-spezifisch - berücksichtigt werden:

- Wie wird die Strategie der CC auf die Kontextbedingungen, z. B. auf das Potenzial des wirtschaftlichen bzw. technologischen Hinterlands, angepasst?

- Welche organisatorisch-strategische Ausrichtung wird angestrebt: virtuell vs. regional, groß vs. klein, prinzipiell offen für neue Mitglieder vs. selektive Aufnahme, flächendeckende Erfassung von Know-how vs. Exzellenz durch starken Wettbewerb?
- Welchen Mehrwert haben die CC insbesondere für Industriepartner im Vergleich zu Verbundprojekten?
- Welche Chancen und Risiken liegen in der nationalen Beschränkung der Fördermaßnahme?

### 9.3.1 Gesamtsystem

Es wurde bereits entschieden, im April 2000 einen gemeinsamen Strategieentwicklungs-Workshop des BMBF, des Gutachter- und Strategiekreises und der CC durchzuführen, bei dem eine erste Abstimmung erfolgen soll zwischen den Teilstrategien der einzelnen CC und der Gesamtstrategie, die mit der Fördermaßnahme verfolgt wird. Die Hauptzielsetzung des Coaching hat aber auch weitere Auswirkungen für das Gesamtsystem. Zunächst ist insbesondere eine gemeinsame Strategiediskussion aller Beteiligten erforderlich, zu der der Strategieworkshop einen wichtigen Beitrag leisten kann. Weiterhin ist eine Optimierung des Prozessvergabeverfahrens erforderlich, durch das die CC ihrer Rolle als Vermittlungs- und Kommunikationsinstanz besser gerecht werden können.

### 9.3.2 CC-Ebene

Ende 1999 wurde den Kompetenzzentren von der externen Beratung ein Coaching-Angebot zugeleitet, das auf die aus externer Sicht vorhandenen Handlungsfelder auf der Ebene der einzelnen CC abgestimmt war. Im einzelnen wurden den CC dabei folgende Coaching-Maßnahmen angeboten:

#### *Coaching-Maßnahmenvorschläge*

- *Strategieentwicklung*  
Maßnahmen zur Unterstützung beim individuellen Strategieentwicklungsprozess oder bei der Vorbereitung einer Zusammenführung der Teilstrategien der CC zu einer Gesamtstrategie in Abstimmung mit dem GuS
- *Unterstützung bei Bedarfs- und Marktanalyse/Marketing*  
Coaching-Maßnahmen im Rahmen von Pilotprojekten, mit denen die einzelnen CC und schließlich das Hypernetzwerk in die Lage versetzt werden sollen, Markt- und Bedarfsanalysen eigenständig durchzuführen; Unterstützung bei der Definition von Zielgruppen, der Festlegung von Maßnahmen für konkretes "produkt-" oder "markenspezifisches" Marketing bzw. für allgemeines "Wissenschaftsmarketing", der Entwicklung von Marketinginstrumenten etc.

- *Projektmanagement*  
CC-spezifische oder gemeinsame Projektmanagementseminare, die den Aufgabenstellungen der CC (Unterstützung bei der Formulierung von Projektanträgen, Präsentation der Anträge bei der Begutachtung) angepasst werden.
- *Prozessmanagement/Standardisierung von Arbeitsabläufen*
- Optimierung der Prozessorganisation vor dem Hintergrund von außen angeregter Netzwerkstrukturen.
- *Qualitätsmanagement/Evaluation*  
Unterstützung bei der Einführung von Qualitätsmanagementinstrumenten, die den hohen Anforderungen an das Qualitätsmanagementsystem der virtuell vernetzten CC angemessen sind; Implementierung von Evaluationsverfahren.
- *Kommunikationsmanagement*  
Maßnahmen zur Optimierung der Kommunikationsstrukturen in Partnernetzwerken, z. B. die gemeinsame Entwicklung von Instrumenten zur Steigerung der Motivation der Mitglieder, die Entwicklung einer Beschreibung von Inklusions- und Exklusionskriterien für die CC-Mitgliedschaft, Moderation von internen Veranstaltungen, Durchführung von Workshops, Weiterbildungsangebot für CC-Koordinatoren sowie die Entwicklung von Kommunikationskonzepten etc.
- *Ressourcenmanagement*  
Konzeptionelle Unterstützung bei der Schaffung der Voraussetzungen für eine eigenständige Finanzierung, z. B. durch Einführung eines effektiven Ressourcenmanagements, Einsatz von Instrumenten des betrieblichen Rechnungswesens (Kostenrechnung) und Aufbau eines zukunftsorientierten Finanz- und Erfolgscontrollings.

#### *Schwerpunkte des Coaching-Bedarfs aus CC-Sicht*

Zusammengefasst ergeben sich folgende drei Handlungsfelder, in denen mehrere Kompetenzzentren gleichzeitig einen Unterstützungsbedarf durch die externe Beratung sehen:

- Begleitende Unterstützung der Strategieentwicklung
- Begleitende Unterstützung von Bedarfs- und Marktanalysen/Marketing
- Begleitende Unterstützung des Kommunikationsmanagements

Tabellarisch dargestellt ergaben die Rückmeldungen der CCs folgendes Bild (vgl. Tabelle 9-1):

Tabelle 9-1: Nachfrage der einzelnen Coaching-Maßnahmen durch die CC

	CC 1	CC 2	CC 3	CC 4	CC 5	CC 6	ges.
Strategieentwicklung		x <sup>I</sup>	x <sup>P</sup>	x	x <sup>U</sup>	x <sup>I</sup>	2
Marketingberatung	x	x <sup>I</sup>	x	x	x <sup>U</sup>	x	4
Projektmanagement							
a) CC-bezogen		x	x <sup>I</sup>		x <sup>U</sup>	x <sup>I</sup>	1
b) Hypernetz-bezogen	x				x <sup>U</sup>		1
Prozessmanagement	x <sup>U</sup>	x <sup>I</sup>	x <sup>I</sup>	x	x <sup>U</sup>	x <sup>I</sup>	1
Qualitätsmanagement		x <sup>I</sup>	x <sup>S</sup>	x	x <sup>U</sup>	x <sup>I</sup>	1,5
Kommunikationsmanagement	x	x <sup>I</sup>	x	x	x <sup>U</sup>	x <sup>I</sup>	3
Ressourcenmanagement	x	x <sup>I</sup>	x	x	x <sup>U</sup>	x <sup>I</sup>	3

Legende: <sup>P</sup> Bedarf primär, <sup>S</sup> Bedarf sekundär, <sup>U</sup> Bedarf unklar, <sup>I</sup> Interesse bekundet

#### *Erfahrungsaustausch, best practices, Einzelmaßnahmen*

Die externe Beratung hat mit den Koordinatoren der CCs z.T. bereits sehr ausführliche Gespräche darüber geführt, wie in diesem Jahr die festgestellten Schwerpunkte umgesetzt werden sollten. Dabei hat sich herausgestellt, dass es verschiedene Formen der gemeinsamen Erarbeitung geben kann:

- *Erfahrungsaustausch*: Durch die Organisation eines Erfahrungsaustausches zwischen den CC, der durchaus über die Ebene der Koordinatoren hinausgehen kann, können gemeinsame Problemfelder und Lösungsmöglichkeiten erörtert werden.
- *Best practices*: Einzelne Lösungen können auch für andere CCs Vorbildcharakter haben und sollten im Sinne von best practices kommuniziert und ausprobiert werden.
- *Einzelmaßnahmen*: Zum Teil - beispielsweise im Bereich der Strategieentwicklung - bestehen zwischen den Zentren große Unterschiede hinsichtlich des angemeldeten Unterstützungsbedarfs; in solchen Fällen kann die externe Beratung mit einzelnen Zentren individuelle Einzelmaßnahmen (Pilotprojekte) durchführen, deren Ertrag für das Gesamtsystem ausgewertet werden kann.

## 9.4 Coaching-Umsetzung/Planung 2000

Bei der Umsetzung der ins Auge gefassten Coaching-Maßnahmen gelten grundsätzlich die nachstehenden Voraussetzungen:

- Die Coaching-Maßnahmen werden durch die CC angefordert und decken dort einen vom CC selbst erkannten Bedarf. Das CC nimmt die Coaching-Leistung freiwillig in Anspruch.
- Das Coaching legt den Schwerpunkt auf die "Hilfe zur Selbsthilfe"; durch das Coaching soll das CC, allenfalls das Netzwerk der CCs, nachhaltig befähigt werden, die entsprechenden Aufgaben selbstständig zu lösen.
- Inhaltlich zielt die Coaching-Tätigkeit darauf ab, die organisatorisch-betriebswirtschaftlichen Funktionen der CC-Tätigkeiten zu optimieren.
- Daraus ergibt sich die Rolle des Coaches: Er agiert als methodischer Spezialist, der die Coaching-Teilnehmer bei der Erarbeitung optimaler Sachlösungen berät und stimuliert. Eine Expertentätigkeit auf dem Gebiet der Nanotechnologie ist nicht zu leisten.
- Das Coaching-Verfahren setzt eine intensive Mitarbeit der CCs voraus. In Anbetracht der realistischerweise zur Verfügung stehenden Kapazitäten muss hier nach dem Grundsatz "Weniges, aber dieses intensiv" verfahren werden.
- Die Coaching-Maßnahmen sind materiell und zeitlich auf entsprechende Maßnahmen im Gesamtsystem abzustimmen, insbesondere die für den April 2000 vorgesehene Bearbeitung der Gesamtstrategie und die Erarbeitung der Kommunikationsanalyse im Laufe des zweiten Halbjahres 2000.

### 9.4.1 Strategieentwicklung 1. und 2. Quartal 2000

Das von drei CC beantragte Strategiecoaching erfolgt als CC-spezifische Einzelmaßnahme. Eine Erarbeitung im Verbund oder nach schematisch vorgegebenen best practices-Regeln ist nicht zielführend, da sich die Rollenvorstellungen der einzelnen CCs und damit der Gegenstand, der strategisch gesteuert wird, zu stark unterscheiden, um eine fruchtbare Gesamtbearbeitung zu ermöglichen.

Das durch den Coach gesteuerte Erarbeitungsverfahren verläuft in Projektform und in folgenden Schritten:

1. Projektkonfiguration und Zusammenstellung des Projektteams des jeweiligen CC
2. Klärung des Strategiebegriffs und des Strategiegegenstandes, Fixierung des zeitlichen Strategiehorizontes, Erarbeiten der Strategiedeterminanten (SWOT-Analyse); Skizzierung strategischer Szenarien

3. Vertiefung und Bewertung der Szenarien, strategischer Grundsatzentscheid
4. Ableitung strategischer Zielsetzungen und Erarbeitung von Teilzielen (überprüfbare Indikatoren und Standards), Zusammenstellung der Umsetzungsmaßnahmen
5. CC-interne Genehmigung und Kommunikation

Schritt 1 erfolgt durch Koordinator/Sprecher CC zusammen mit dem externen Coach; die Schritte 2 bis 4 werden im Projektteam durchgeführt; Schritt 5 ist Aufgabe des Leitungsgremiums des CC. Die Maßnahmen des Strategie-Coachings werden im ersten Quartal 2000 mit den betroffenen CCs abgestimmt und bis Mitte 2000 durchgeführt.

#### **9.4.2 Weitere Maßnahmen**

- **Coaching Kommunikationsmanagement:**  
Das Coaching Kommunikationsmanagement stößt auf vergleichsweise hohes Interesse der CCs. Die vertiefende Nachfrage durch die externe Beratung hat ergeben, dass jedoch in keinem CC ein dringender Handlungsbedarf besteht; dies deckt sich mit den Ergebnissen der Erstevaluation. Im Einverständnis mit den interessierten CCs wird der Coachingbedarf nach Vorliegen der Kommunikationsanalyse des ISI noch einmal beurteilt. Das Coaching-Vorgehen wird aufgrund der Neubeurteilung im Herbst 2000 festgelegt. Allfällige Maßnahmen werden im 4. Quartal 2000 durchgeführt.
- **Coaching Bedarfs/Marktanalysen, Marketing:**  
Die betreffenden CCs melden hier insbesondere einen Bedarf bezüglich zweckmäßiger und machbarer Verfahren und Instrumente an; die Durchführung von Marktanalysen selbst im Rahmen des Coaching-Projektes wird nicht erwartet.

Das Thema soll vorerst im Rahmen des Netzwerkes der Zentren aufgenommen werden. Insbesondere ist als erster Schritt die Machbarkeit und die Notwendigkeit solcher Analysen auf Stufe der CC abzuklären. Erst gestützt darauf erachtet die externe Beratung es als sinnvoll, Coaching-Maßnahmen durchzuführen.

Die Bearbeitung ist wie folgt geplant:

- 1. Quartal: Betriebswirtschaftliche Vorabklärungen durch den externen Berater und Erstellung eines Arbeitspapiers zu Händen der CC-Koordinatoren
- Stellungnahme CC auf schriftlichem Wege
- Vertiefung und definitiver Beschluss bezüglich Machbarkeit und Zweckmäßigkeit durch das Gesamtnetzwerk (Vorgesehenes Gremium: Junior circle)
- bei positivem Entscheid: Weiterbearbeitung durch Berater oder Arbeitsgruppe mit Detailkonzept Verfahren bis Ende 3. Quartal 2000.

Zu prüfen ist der noch Einbezug der entsprechenden Fachkompetenz des Projektträgers.

## Literatur

- Abramson, H. N./ Encarnaç o, J./ Reid, P. P. / Schmoch, U. (1997): Technology Transfer Systems in the United States and Germany. Binational Panel on Technology Transfer Systems in the United States and Germany. National Academy Press: Washington D.C. (Deutsche Fassung: Technologietransfer-Systeme in den USA und Deutschland, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.)
- Beise, M./ Belitz, H. (1997): Internationalisierung von Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen. Beitrag zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Berlin und Mannheim.
- BMBF (1999): Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Bonn.
- Boekholt, Patries; Clark, John; Sowden, Philip, in collaboration with Jörg Niehoff (1998): An International Comparative Study on Initiatives to Build, Develop and Support "Kompetenzzentren". Technopolis.
- Burt, Ronald S. (1992): Structural Holes. The Social Structure of Competition. Cambridge: Harvard University Press.
- Gerybadze, A./ Meyer-Krahmer, F./ Reger, G. (1997): Globales Management von Forschung und Innovation. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Grupp, H. (Hrsg.)(1995): Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Kuhlmann, S. (1998): Politikmoderation. Evaluationsverfahren in der Forschungs- und Technologiepolitik. Baden-Baden (Nomos).
- Meyer-Krahmer, F. / Reger, G. / Archibugi, D. / Durand, Th. / Molero, J. / Pavitt, K. / Soete, L. / S olvell,  . (1998): Internationalisation of Research and Technology: Trends, Issues, and Implications for Science and Technology Policies in Europe. Brussels/Luxembourg (ETAN Working Paper, prepared for the European Commission)
- Schmoch, Ulrich/ Grupp, Hariolf/ Laube, Tanja (1996): Standortvoraussetzungen und technologische Trends. In: Bundesamt für Konjunkturfragen (Hrsg.): Modernisierung am Technikstandort Schweiz. Zürich. S. 55-157.
- VDI-Technologiezentrum (1998): Innovationsschub aus dem Nanokosmos. Technologieanalyse. Düsseldorf.
- "Zukunft nachgefragt", BMBF, Nr. 1, Juni 1998 .