

ARBEITSHEFT



Nr. 39

Ursula Richter, Lutz Reichelt

Auswirkungen der Brennstoffzellentechnologie auf die KFZ-Zuliefererindustrie in der Automobilregion Südwestsachsen

Studie im Auftrag der Otto Brenner Stiftung

Berlin, Oktober 2004

**Otto
Brenner
Stiftung**

Herausgeber:

Otto Brenner Stiftung
Heike Kauls
Alte Jakobstraße 149
10969 Berlin

Tel. : 030 - 25 39 60 10
Fax: 030 - 25 39 60 11

email : obs@igmetall.de
www.otto-brenner-stiftung.de

Kontakt:

Ursula Richter
IMU-Institut Berlin GmbH
Schlesische Str. 28/S
10999 Berlin

Tel.: 030 - 29 36 97 - 0
Fax: 030 - 29 36 97 - 11

email : imu-institut@imu-berlin.de

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Kleines Glossar | 5 |
| 1 Zusammenfassung | 6 |
| 2 Einführung | 8 |
| 3 Alternative Antriebstechnologien im Fahrzeugbau – Einordnung der Brennstoffzellentechnologie (BZ) | 13 |
| 4 Ausgangsbedingungen der Automobilindustrie in Sachsen..... | 15 |
| 4.1 Entwicklung | 15 |
| 4.2 Unternehmensstruktur der Zuliefererindustrie in Sachsen..... | 17 |
| 4.2.1 Betriebsgrößenstruktur und Umsatzproduktivität in der Zuliefererpyramide | 19 |
| 4.2.2 Standortstruktur | 19 |
| 4.3 Innovationspotenziale..... | 22 |
| 4.3.1 Außenabhängigkeit und Innovationspotenzial in einer Ausführungsregion..... | 22 |
| 4.3.2 Ausgewählte Innovationsmerkmale des Wirtschaftszweigs im Vergleich..... | 27 |
| 5 Aktuelle Trends der Brennstoffzellentechnologie im Bereich Fahrzeugantriebe | 32 |
| 5.1 Hintergründe..... | 32 |
| 5.1.1 Beschreibung der Brennstoffzellentechnologie | 33 |
| 5.1.2 Kostenreduktionspotenziale | 33 |
| 5.2 Markteinführung von Brennstoffzellenfahrzeugen..... | 34 |
| 5.2.1 Wann werden Brennstoffzellen-Fahrzeuge in den Massenmarkt eingeführt? | 34 |
| 5.2.2 Wie werden Brennstoffzellen-Fahrzeuge in den Massenmarkt eingeführt?..... | 35 |
| 5.2.3 Entwicklungsphasen..... | 36 |
| 5.2.4 Beginn der Serienproduktion und Kommerzialisierung | 39 |
| 5.2.5 Hybridfahrzeuge – ein möglicher Weg zum Brennstoffzellenantrieb..... | 40 |
| 5.2.6 Neue Fahrzeugkonzepte und Brennstoffzellenantrieb | 42 |
| 5.3 Einführungsstrategien | 42 |
| 5.4 Betrachtung weiterer Rahmenbedingungen..... | 43 |
| 5.4.1 Infrastruktur | 44 |
| 5.4.2 Aktivitäten der Europäischen Kommission | 45 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 6 | Chancen und Herausforderungen möglicher Entwicklungsperspektiven der Diversifizierung in die Brennstoffzellentechnologie | 46 |
| 6.1 | Derzeitige Entwicklungsaktivitäten im Freistaat Sachsen | 46 |
| 6.2 | Potenzielle Betroffenheit der sächsischen Automobilzulieferer: Ist die Brennstoffzelle prinzipiell von Relevanz für diesen Industriezweig? | 47 |
| 6.3 | Schlussfolgerungen für denkbare Entwicklungspfade der Automobilregion Sachsen..... | 49 |
| 6.4 | Handlungsbedarfe und Gestaltungskriterien für die regionalen Akteure..... | 53 |
| Literatur | | 60 |
| Anhang 1 | GesprächspartnerInnen Unternehmen | 61 |
| Anhang 2 | Statistische Grundlagen | 63 |
| Anhang 3 | Zuliefererunternehmen in den Regionen | 67 |

Verzeichnis der Abbildungen

| | | |
|--------------|--|----|
| Abbildung 1: | Betriebe, Beschäftigte, Umsatz und Umsatzproduktivität in Sachsen seit 1991 | 16 |
| Abbildung 2: | Zuliefererpyramide..... | 18 |
| Abbildung 3: | Beschäftigte, Umsatz und Umsatzproduktivität in den Zulieferergruppen Z1 und Z2 (Systeme und Komponenten)..... | 20 |
| Abbildung 4: | Konzept-Phase der Brennstoffzellen-Prototypen-Entwicklung | 36 |
| Abbildung 5: | Phasen der Brennstoffzellen-Entwicklung bis zur Kommerzialisierung..... | 39 |
| Abbildung 6: | Entwicklungsstrategie Brennstoffzellenantrieb..... | 40 |
| Abbildung 7: | Einführung von Hybridfahrzeugen | 41 |
| Abbildung 8: | Strategische Entwicklungslinien neuer Fahrzeugkonzepte | 41 |
| Abbildung 9: | Annahme für jährlich verkaufte Brennstoffzellen-PKW bei einem Beginn der Massenfertigung um 2010..... | 42 |

Verzeichnis der Karten

| | | |
|----------|---|----|
| Karte 1: | Anzahl der Unternehmen in den Kreisen 2001..... | 22 |
| Karte 2: | Anzahl der Beschäftigten in den Kreisen 2001..... | 23 |
| Karte 3: | Unternehmensstandorte nach Zuliefererebenen in den Kreisen 2001..... | 24 |
| Karte 4: | Unternehmensstandorte nach Zuliefererebenen in der Wirtschaftsregion Chemnitz-Zwickau..... | 67 |
| Karte 5: | Anzahl der Unternehmen in den Regionen | 68 |
| Karte 6: | Anzahl der Beschäftigten in den Regionen | 69 |

Verzeichnis der Tabellen

| | | |
|------------|--|----|
| Tabelle 1: | Strategischer Dienstleistungsbesatz in der Automobilindustrie..... | 27 |
| Tabelle 2: | Übersicht BZ-Fahrzeugentwicklung in der „Konzept-Phase“ | 38 |

Verzeichnis der Übersichten

| | | |
|--------------|---|----|
| Übersicht 1: | Kriterien für strategische Anpassungsfähigkeit / Gefährdungspotenziale..... | 51 |
| Übersicht 2: | Wirkungsanalysen industrieller Perspektiven in Anwendungsbereichen der Brennstoffzellentechnologie - schematische Darstellung -..... | 56 |

Kleines Glossar

| | |
|--------------------------------|---|
| Bipolarplatten | Kernkomponenten von Brennstoffzellen, die die elektrische Verbindung zwischen den einzelnen Zellen herstellen und diese mit Wasserstoff und Sauerstoff sowie Kühlmittel versorgen. |
| BZ | Brennstoffzelle – ist ein elektrochemischer Wandler, in dem sich Wasserstoff mit Sauerstoff in einem kontrollierten elektrochemischen Prozess (im Gegensatz zu Verbrennung oder Explosion) verbindet und dabei direkt elektrischer Strom und Wärme erzeugt. Umkehrprozess der Elektrolyse |
| Cluster | Ergebnis des komplexen Zusammenwirkens unterschiedlicher Faktorenbündel; hier: Spezialisierung, funktionale und räumliche Konzentration von (teilweise) vernetzten (Industrie-) Unternehmen und Dienstleistungen zur Herstellung oder Bereitstellung eines Schlüsselprodukts. |
| Diffusion | Durchdringung und Verbreitung einer Technologie. |
| FuE | Forschung und Entwicklung. |
| KMU | Kleine und mittelständische Unternehmen. |
| OEM | Original Equipment Manufacturer; hier: Hersteller, der aus eigenen und von Zulieferernbezogenen Komponenten die Kraftfahrzeuge letztendlich montiert (Kernfertigung; vgl. Abbildung 2). |
| PEM | Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle; mit protonenleitender Membran als Elektrolyt; arbeitet auf niedrigem Temperaturniveau und ist für Anwendungen im mobilen Bereich besonders geeignet. |
| Reformer | Technisches System zur Aufbereitung des Wasserstoffs aus anderen wasserstoffhaltigen Verbindungen, bspw. Methanol, Erdgas etc. |
| Stack | Stapel; hier: das eigentliche Brennstoffzellenaggregat, das aus einer Vielzahl einzelner Brennstoffzellen besteht. |
| Supply Chain Management | Logistiksteuerung in der Wertschöpfungskette. |
| THA | Treuhandanstalt |

1 Zusammenfassung

In der Automobilindustrie zeichnet sich ein grundlegender technologischer Wandel ab. Angesichts weltweiter Klimaveränderung und zur Neige gehender Vorkommen fossiler Energieträger wird die Einführung alternativer Antriebskonzepte immer dringlicher. Als besonders aussichtsreiche Entwicklung zur Ablösung des konventionellen Verbrennungsmotors ist die Kombination von Brennstoffzelle und Elektromotor anzusehen. Bereits für das Jahr 2010 wird weltweit mit dem Start in die Massenfertigung von Brennstoffzellenfahrzeugen gerechnet.

In der von der Otto Brenner Stiftung geförderten Studie wurden die Auswirkungen dieses technologischen Wandels auf die Kfz-Zulieferer der Automobilregion Zwickau untersucht. Dabei wurde den Fragen nachgegangen, welche Veränderungen sich mit der potenziellen Einführung der Brennstoffzellentechnologie für die Automobilregion Sachsen hinsichtlich Technologie, Branchen, Qualifikation und Beschäftigung abzeichnen, welche Chancen und Risiken und welche Handlungsanforderungen hiermit verbunden sind, um diesen Zukunftsanforderungen gestaltend zu begegnen. Bei noch weitgehend ungesichertem Wissen über detaillierte Wirkungen musste ein geeignetes Bewertungsvorgehen gefunden werden. Dem wurde mit einem Expertenverfahren in Anlehnung an die Delphi-Technik entsprochen. Die Initiative für das Projekt ging von einem Betriebsrätenetzwerk aus Zuliefererunternehmen der Region aus. Unternehmen und Betriebsräte stellen auch die maßgeblichen Zielgruppen der Studie dar.

Die Automobilhersteller beschäftigen sich bereits mit praktischen Fragen der Umsetzung der Technologie in marktgängige Produkte und den Abläufen einer zukünftigen Serienfertigung.

- Es gibt inzwischen eine Vielzahl von Herstellern, die konkrete Zeiträume für die Markteinführung benennen. Neben Daimler-Chrysler und General Motors haben auch die weltweit im Massengeschäft tätigen Automobilhersteller Honda und Toyota konkrete Ziele für 2010 veröffentlicht.
- In den technischen Parametern der Versuchsfahrzeuge sind in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte erzielt worden. Einige Hersteller erproben gegenwärtig Brennstoffzellen-PKW, die in ihren Nutzungsparametern identisch sind mit konventionell angetriebenen PKW.
- Eine nicht unerhebliche Barriere für die Markteinführung von Brennstoffzellen-PKW stellt bislang das Fehlen einer entsprechenden Betankungsinfrastruktur dar. Die USA und Japan beschlossen jüngst konkrete, finanziell untersetzte Programme zum Aufbau der entsprechenden Infrastrukturen.

Um bei einem technologischen Wechsel Risiken minimieren und Chancen nutzen zu können, ist eine frühzeitige Auseinandersetzung mit den sich andeutenden Veränderungen notwendig. Mit dem neuen Antriebsprinzip Brennstoffzelle eröffnen sich Optionen für eine neue Auslegung des Systems „Automobil“. Erste Entwicklungen in der Automobilbranche deuten darauf hin, dass nicht nur der Antriebsstrang völlig anders aussehen wird, sondern die Fahrzeuge zukünftig grundsätzlich anderen Konstruktionsprinzipien folgen werden – der Schlüsseltechnologie folgt eine industrielle Basisinnovation. Es wird Produktionsbereiche geben, die mit zunehmender Orientierung auf die Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle substituiert bzw. verdrängt werden und solche, die sich anpassen können. Bisherige Kernkompetenzen (u.a. Entwicklung und Bau von Verbrennungsmotoren) werden tendenziell weniger benötigt und entwertet. Derartig grundsätzliche Umbrüche in einer bestimmten Region dominierenden Branche stellen immer eine Herausforderung dar.

Um diese zu bewältigen, bedarf es eines industrie- und strukturpolitischen Entwicklungsleitbilds zur Erlangung von Anschlussfähigkeit an die neue Technologie. Für die Unternehmen der im Wesentlichen durch Ausführungsfunktionen geprägten Kfz-Zulieferindustrie im Freistaat Sachsen hat die Vorbereitung auf diesen Wandel derzeit noch keine Priorität. Vielfach wird das Veränderungspotenzial in seiner Dimension – insbesondere in Verbindung mit den dafür erwarteten Zeiträumen – unterschätzt.

Daraus ergibt sich vielfältiger Handlungsbedarf, der u.a. im Aufbau eines problemorientierten Standortdialogs, der Neuprofilierung und Diversifizierung des Cluster mit einem arbeitsorientierten industrie- und strukturpolitischen Rahmenkonzept und der Findung neuer Wege und Instrumente zur Beschäftigungssicherung und -entwicklung durch eine Neuorientierung der Wirtschaftspolitik besteht. Unternehmensstrategisch verdienen vor allem die Voraussetzungen der regionalen KMU zur Anpassung an die neue Technologie besondere Beachtung: wissensbasierte Produktion, Personalentwicklung, Innovationsfähigkeit, Flexibilität, Netzwerkfähigkeit und die Einbindung problemadäquater Investitions- und Technologieförderung zur vorausschauenden Entwicklung zukunftsfähiger Stärken.

Die Studie soll somit eine erste Grundlage bilden für die Beurteilung der Ausgangsbedingungen und Potenziale zur Anschlussfähigkeit der sächsischen Automobilregion an die Schlüsseltechnologie und an damit bevorstehende Basisinnovationen im Fahrzeugbau. Nun gilt es, die Arbeit an Gestaltungskriterien und Umsetzungswegen zu fördern. Diese Aufgabe erfordert gemeinsames Engagement der Akteure in Betrieb, Branche und Region, in Verbänden, Gewerkschaften und Politik.

2 Einführung

Unser Umgang mit Energie wird zunehmend kritisch hinterfragt, insbesondere die Aspekte Auswirkungen auf unser Klima und die Verfügbarkeit fossiler Energien stehen dabei im Mittelpunkt. Der Sektor Mobilität, und hier der motorisierte Individualverkehr, hat dabei eine besondere Stellung: Während in allen anderen Verbrauchssektoren (Haushalt, Industrie, etc.) in den zurückliegenden Jahren eine Senkung der CO₂-Emissionen erzielt werden konnte, wachsen diese im Verkehrsbereich immer noch an. Hinzu kommt, dass der Verkehrssektor besonders abhängig ist von fossilen Energien. Mit der erst noch zu erwartenden Motorisierung bevölkerungsreicher Länder wie China, werden diese Konfliktpunkte in den nächsten Jahren besonders deutlich werden. Die Automobilindustrie nimmt diese Herausforderungen zunehmend wahr und versucht, ihnen mit unterschiedlichen Strategien zu begegnen.

Die Diskussion um zukünftige ökologisch wie ökonomisch aussichtsreiche Antriebskonzepte für Kraftfahrzeuge, insbesondere Personenkraftwagen, konzentriert sich seit einigen Jahren immer stärker auf elektromotorische Antriebe in Verbindung mit Brennstoffzellen. Es ist davon auszugehen, dass die Brennstoffzelle mittelfristig ein hohes Verdrängungspotenzial im klassischen Automobilbau gewinnen wird. Die zu erwartende Ablösung der Systeme auf Basis von Verbrennungsmotoren durch solche mit Brennstoffzellen und Elektroantrieb stellt einen grundsätzlichen technologischen Wandel dar. Die damit verbundenen tiefgreifenden Veränderungen in der Struktur der Fertigung sind in ihren Auswirkungen mit den bislang erfolgten Entwicklungsfortschritten im Automobilbau kaum vergleichbar.

Die Automobil-Zulieferindustrie hat in den letzten Jahren im Freistaat Sachsen eine dynamische Entwicklung genommen. Inzwischen ist der Automobilbau einschließlich aller Zulieferaktivitäten zur industriellen Branche Nummer eins im Freistaat Sachsen geworden. Die Orientierung auf diese Branche wird auch in den nächsten Jahren anhalten, nicht zuletzt durch weitere Investitionsentscheidungen der Hersteller BMW und Porsche in den zurückliegenden Monaten. Der Freistaat Sachsen unterstützt diese Unternehmen und insbesondere die Stärkung der Marktposition sächsischer Unternehmen der Automobil-Zulieferindustrie. Dazu wurde die Initiative „AMZ 2005“ ins Leben gerufen. Mit ihr sollen vor allem kleine und mittelständische Unternehmen auf die Anforderungen der Automobilfirmen besser vorbereitet werden. Dabei wird ein kurz - bis mittelfristiger Zeithorizont betrachtet und der Antrieb auf Basis des Verbrennungsmotors als Grundlage angesehen.

Um bei einem technologischen Wechsel hin zur Brennstoffzelle eventuelle Risiken minimieren und Chancen nutzen zu können, ist eine frühzeitige Auseinandersetzung mit den, die Automobil-Zulieferindustrie betreffenden Veränderungen notwendig. Die OEM beschäftigen sich bereits mit praktischen Fragen der Umsetzung der Technologie in marktgängige Produkte und den Abläufen einer zukünftigen Serienfertigung. Um es klar auszudrücken: Das bisherige System Verbrennungsmotor wird allmählich ersetzt werden durch ein auch von der Fertigung her völlig neues Antriebssystem. Zu Beginn der 90er Jahre kündigten einige wenige Hersteller Kleinserien noch vor Ablauf des Jahrzehnts an. Dieses Ziel konnte dann nicht erreicht werden. Insofern hat eine gewisse Skepsis – hinsichtlich in Aussicht gestellter Termine – Verbreitung gefunden. Allerdings gibt es bei der Betrachtung der gegenwärtig kommunizierten Zeiträume für Fertigungsbeginn, Markteinführung etc. (im Gegensatz zu früheren derartigen Aussagen) u.a. folgende Besonderheiten zu berücksichtigen:

- Es gibt inzwischen eine Vielzahl von Herstellern, die konkrete Zeiträume für die Markteinführung benennen. Neben Daimler-Chrysler und General Motors haben auch Honda und Toyota konkrete Ziele für 2010 veröffentlicht. In Folge der in den zurückliegenden Jahren erfolgten Unternehmenszusammenschlüsse repräsentieren diese vier Unternehmen einen wesentlichen Teil der im Massengeschäft tätigen Automobilhersteller weltweit.
- In den technischen Parametern der Versuchsfahrzeuge sind in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte erzielt worden. Einige Hersteller erproben gegenwärtig Brennstoffzellen-PKW, die in ihren Nutzungsparametern nahezu identisch sind mit konventionell angetriebenen PKW.
- Eine nicht unerhebliche Barriere für die Markteinführung von Brennstoffzellen-PKW stellt bislang das Fehlen einer entsprechenden Betankungsinfrastruktur dar. Hierfür sind jedoch gerade in jüngster Zeit in den USA und Japan konkrete, finanziell unterstützte Programme zum Aufbau der entsprechenden Infrastrukturen beschlossen worden.

Diese Entwicklungen lassen darauf schließen, dass ab 2010 mit der Markteinführung von Brennstoffzellen-PKW zu rechnen ist. Mit dem neuen Antriebsprinzip eröffnen sich zugleich Optionen für eine neue Auslegung des Systems „Automobil“. Erste Entwicklungen in der Automobilbranche deuten darauf hin, dass nicht nur der Antriebsstrang völlig anders aussehen wird, sondern die Fahrzeuge zukünftig grundsätzlich anderen Konstruktionsprinzipien folgen werden – der Schlüsseltechnologie folgt eine industrielle Basisinnovation. In der Folge wird vorhandenes und gegenwärtig auch weiter optimiertes klassi-

sches Know how im Automobilbau dann tendenziell weniger benötigt werden. Bisherige Kernkompetenzen (u.a. Entwicklung und Bau von Verbrennungsmotoren) werden in diesem Zusammenhang entwertet. Derartig grundsätzliche Umbrüche in einer Branche, die eine bestimmte Region maßgeblich mitbestimmt, stellen immer eine Herausforderung dar. Für die Unternehmen der Kfz-Zulieferindustrie im Freistaat Sachsen hat die Vorbereitung auf diesen Wandel derzeit noch keine Priorität. Vielfach wird das Veränderungspotenzial in seiner Dimension – insbesondere in Verbindung mit den dafür erwarteten Zeiträumen – unterschätzt.

Die vorliegende Studie befasst sich daher mit der Frage, welche Veränderungen sich mit der potenziellen Einführung der Brennstoffzellentechnologie für die Automobilregion Sachsen hinsichtlich Technologieentwicklung, Branchenstruktur, Beschäftigung und Qualifikationen abzeichnen, welche Chancen und Risiken für die Unternehmen und Beschäftigten der Region hiermit verbunden sind, und welche Handlungsanforderungen für Unternehmen und andere regionalen Akteure sich ableiten, um diesen Zukunftsanforderungen gestaltend zu begegnen.

Die Initiative für das Projekt ging von einem Netzwerk von rund 20 Betriebsräten aus Zuliefererunternehmen aus dem Raum Zwickau aus, das sich seit gut vier Jahren mit Fragen der betrieblichen Reorganisation der Zuliefererindustrien befasst. In diesem Zusammenhang wurden aktuelle Szenarien zukünftiger Energieversorgungssysteme und damit verbunden, alternativer Antriebstechnologien vorgestellt. Die eingangs beschriebenen, auf die Automobilindustrie global wirkenden Herausforderungen führten zu der Überlegung, daraus zu erwartende Folgewirkungen auch für die Automobilregion Sachsen – damals noch dominant geprägt von VW-Zwickau bzw. dem Automobil-Standort Zwickau-Chemnitz – näher zu bestimmen. Bereits in der Konzeptionsphase des Projektes konnte mit einigen Zuliefererunternehmen Kontakt aufgenommen werden, die sich interessiert an der Mitwirkung gezeigt hatten. Unternehmen und Betriebsräte stellen auch die maßgeblichen Zielgruppen der Studie dar, mit der die Grundlage für den Einstieg in einen gemeinsam von den Mitbestimmungsträgern der Region geführten Diskurs regionaler Akteure für mögliche Lösungsansätze und Handlungsstrategien geschaffen wurde.

Es liegt erstens auf der Hand, dass sich die Bearbeitung der oben angeführten Fragestellungen nur bedingt aus statistischen Grundlagen speisen kann. Diese liefern allerdings eine Reihe konkreter Anhaltspunkte für die Ausgangsbedingungen der Kernbranche des Industriezweigs „Fahrzeugbau und Herstellung von Fahrzeugteilen“ heute, die, verdichtet durch verfügbare Unternehmensinformationen des gesamten Industriezweigs (einschließ-

lich anderer Industriebranchen und Dienstleistungen) und rückgekoppelt mit Branchen-Insidern vor allem Aufschluss geben hinsichtlich Innovationspotenzial und Brennstoffzellenrelevanz. Zweitens liegt es auf der Hand, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur wenig gesichertes Wissen über die genaue Wirkungsweise der Schlüsseltechnologie auf einen Industriezweig besteht. Hier konnte zum einen auf eine erste Studie des Fraunhoferinstituts für Innovationsforschung (Wengel/Schirrmeister 2000) zurückgegriffen werden, die sich mit den grundlegenden Veränderungen der Produktionstechnologie befasst; zum anderen musste aber ein Verfahren gefunden werden, das es erlaubt, trotz bestehenden unsicheren Wissens gerade die spezifischen regionalen Implikationen abzuschätzen und zu bewerten.

Daher wurde dem Projekt ein Delphi-Expertenverfahren zugrundegelegt, in dem über die Ebene von Expertengesprächen und einem parallelen Weiterbildungs-Projekt hinaus solche Unternehmen einbezogen wurden, die u.a. den Kriterien Brennstoffzellenrelevanz, Betriebsgröße und Strategierelevanz genügten. Aufbauend auf individuelle Einstiegsgespräche wurden in gemeinsamen Ratings und Rückkopplung der Zwischenergebnisse die Ausgangsbedingungen der Zuliefererindustrie, die Potenziale und der Handlungsbedarf bestimmt. Diese Arbeit war nicht nur durch ein hohes Maß an Problemtiefe und analytischer Schärfe geprägt, sie hat darüber hinaus ein großes Interesse an der Fortführung des eingeleiteten, wissenschaftlich begleiteten Diskurses und seiner Verbreiterung geweckt.

Auch mit Betriebsräten der Automobilzulieferer sollte dieser Diskurs durch die Rückkopplung der (Zwischen-) Ergebnisse weitergeführt werden. Dieses Ziel konnte jedoch über Informationsgespräche hinaus aus einer Reihe von Gründen nicht erreicht werden. Dazu zählen die zeitliche Parallelität mit der Metalltarifauseinandersetzung 2003 und der akute Problemdruck, dem die Betriebsräte im „Tagesgeschäft“ unterworfen sind.

Eine Übersicht der Gesprächspartner findet sich in **Anhang 1**.

Insgesamt stellte sich die geplante Laufzeit des Projektes als viel zu kurz für ein solchermaßen ambitioniertes Vorhaben heraus – so konnte von daher auch nicht mehr als ein Problemaufriss erwartet werden. Im Resultat entsteht daraus das Bestreben nach Kontinuität und Vertiefung der Auseinandersetzung mit der Problematik, aufsetzend auf den dafür entwickelten Methoden und Strategien.

Mit dem folgenden **Kapitel 3** der Studie erfolgt zunächst eine Einordnung der Brennstoffzellentechnologie im mobilen Bereich im Hinblick auf andere derzeit diskutierte Treibstoffalternativen und damit verbundene Antriebstechnologien.

Im Anschluss werden in **Kapitel 4** die Ausgangsbedingungen des Industriezweigs in der Region vor dem Hintergrund der generellen Trends in der Automobilindustrie und ihrer Zuliefererlandschaft untersucht. Dem liegt eine Strukturanalyse der Unternehmen und der Zuliefererpyramide in der Region zugrunde. Hierbei ist festzuhalten, dass sich die Effekte der Ansiedlung von Porsche und BMW in den einschlägigen Datengrundlagen noch nicht niederschlagen konnten. Schließlich wurden die Innovationspotenziale für mehrere relevante Indikatorenfelder bestimmt.

Kapitel 5 bestimmt die gegenwärtigen Trends in der Diffusion der Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle für den Fahrzeugbau im Hinblick auf die Kriterien, die für die industrielle Massenfertigung erfüllt sein müssen vor dem Hintergrund der Entwicklungsetappen und des erreichten Entwicklungsstands. Anhand ausgewählter Elemente von Einführungsstrategien ausgewählter OEM wird der Korridor für die Zeitachse bestimmt und es werden Rahmenbedingungen vor diesem Hintergrund reflektiert.

In **Kapitel 6** werden abschließend derzeitige Entwicklungsaktivitäten und die potenzielle Betroffenheit der Automobilregion Sachsen bestimmt und Schlussfolgerungen für denkbare Entwicklungspfade unter den gegenwärtigen Ausgangsbedingungen gezogen. Es werden Handlungsbedarfe bezüglich der regional vorhandenen Chancen und Herausforderungen für eine Diversifizierung in die neue Technologie für die Automobilregion Sachsen definiert, die es ermöglichen sollen, durch gemeinsames Engagement der regionalen Akteure in Politik, Unternehmen, Verbänden und Gewerkschaften mit einem vorausschauenden, vorsorgenden Ansatz die Arbeit an Gestaltungskriterien und Umsetzungswegen zu fördern.

3 Alternative Antriebstechnologien im Fahrzeugbau – Einordnung der Brennstoffzellentechnologie (BZ)

Die Automobilindustrie beschäftigt sich seit Jahrzehnten immer wieder auch mit Alternativen zum Diesel- bzw. Ottomotor. Seit den 90er Jahren hat das Engagement auf diesem Gebiet weltweit deutlich zugenommen. Dafür gibt es vor allem zwei Gründe:

- die zunehmende Aufmerksamkeit für die negativen Wirkungen des Kraftfahrzeugverkehrs, insbesondere der Kohlendioxid-Emissionen und
- das zunehmende Bewusstsein für die Endlichkeit der fossilen Treibstoffe.

Auf der Suche nach alternativen Antriebskonzepten wurden von den großen Automobilherstellern verschiedenste Varianten untersucht und bewertet und bereits einige Konzepte auch in Demonstrationsvorhaben bzw. für Nischenmärkte realisiert. Eine auch langfristig tragfähige Alternative muss dabei eine nichtfossile Treibstoffversorgung auf Basis erneuerbarer Energien zum Ziel haben. Unter Beachtung dieses Kriteriums werden derzeit vor allem zwei grundsätzliche Ansätze diskutiert und verfolgt:

- a) Antrieb mit Elektromotor und Brennstoffzelle unter Verwendung von Wasserstoff als Kraftstoff;
- b) Beibehaltung des grundsätzlichen Antriebsprinzips Verbrennungsmotor unter Einsatz von Kraftstoffen auf der Basis von Biomasse oder ggf. auch Wasserstoff.

Aus verschiedenen Gründen verspricht der erstgenannte Entwicklungsweg besonders aussichtsreich zu sein:

- Wasserstoff verfügt über eine große Breite von Herstellungsoptionen. Er kann mit verschiedenen Verfahren und ebenso aus unterschiedlichen fossilen wie erneuerbaren Energien hergestellt werden. Damit ist ein gleitender Übergang zu nichtfossilen Energien im Verkehr möglich. Die grundsätzliche Abhängigkeit von einem Energieträger oder einem Herstellverfahren wird aufgelöst.
- Mit der Vielfalt der Herstellungsverfahren von Wasserstoff sind zugleich Chancen für die Entwicklung zunehmend dezentraler Energieversorgungsstrukturen verbunden.
- Im Vergleich zum Verbrennungsmotor hat der Brennstoffzellenantrieb einen deutlich besseren Wirkungsgrad, insbesondere im Teillastbereich.
- Mit dem Brennstoffzellenantrieb ist eine deutliche Verbesserung bestimmter Nutzungsparameter möglich.
- Die Freiheitsgrade für die Konstruktion von Kraftfahrzeugen nehmen deutlich zu.

Bei der vor allem in Europa noch geführten Diskussion um eine Versorgung mit Kraftstoffen auf der Basis von Biomasse hingegen sind u.a. folgende Grenzen zu beachten:

- Die gesamten europäischen Biomassepotenziale könnten theoretisch maximal 20 Prozent der heutigen Fahrzeugkraftstoffe ersetzen.
- Derzeit werden bereits mehr als 20 Prozent der in Europa verfügbaren Biomassepotenziale in stationären Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Und dieser Anteil nimmt stetig zu.

PKW werden überwiegend im Teillastbereich betrieben. Hier ist der Verbrennungsmotor in seinem Wirkungsgradverhalten deutlich schlechter als ein Brennstoffzellenantrieb. Damit ist die Verwendung von Wasserstoff in der Brennstoffzelle wesentlich effizienter als die Nutzung im Verbrennungsmotor.

Neben diesen grundsätzlichen Argumenten zeigt aber auch die aktuelle Entwicklungsdynamik des Brennstoffzellenantriebs deutlich in diese Richtung. Waren noch vor 15 Jahren reine „Laborfahrzeuge“ unterwegs – neben dem Antriebssystem blieb selbst bei einem Transporter nur noch Platz für zwei Personen – sind die aktuellen Fahrzeuge hinsichtlich der Nutzungsparameter bereits nahezu identisch zu konventionellen Fahrzeugen. In der Diskussion um Alternativen zum herkömmlichen Otto- oder Dieselmotorantrieb favorisieren nahezu alle Massenhersteller inzwischen den Brennstoffzellenantrieb. Dies wird insbesondere deutlich, wenn man sich die Aktivitäten der Automobilhersteller weltweit ansieht. Vorreiter bei der Entwicklung von Brennstoffzellenfahrzeugen sind derzeit vor allem Hersteller aus Japan und den USA. Toyota und Honda erproben bereits Fahrzeuge in Kundenhand, General Motors und DaimlerChrysler haben dies für die nahe Zukunft angekündigt. Hersteller aus den USA wie auch Japan haben konkrete Ziele für den Markteintritt im Jahre 2010 formuliert. Flankiert durch ambitionierte Markteinführungsprogramme sind die politischen Weichen für den Aufbau der Infrastruktur bereits gestellt.

Vergleichbare, global angelegte Aktivitäten mit ähnlich hohem Ressourceneinsatz, sind für andere Antriebskonzepte derzeit nicht zu beobachten. Gerade der erhebliche personelle und finanzielle Aufwand, der von nahezu allen OEM auf diesem Gebiet betrieben wird, lässt für diese Technologie bereits mittelfristig den Markteintritt erwarten. Dies schließt nicht aus, dass für Nischenanwendungen und spezielle Nutzergruppen auch andere Antriebskonzepte sinnvolle Anwendung finden können. Die Automobilzulieferer im Freistaat Sachsen fertigen gegenwärtig vor allem Komponenten und Baugruppen für Volumenmodelle großer OEM. In der weiteren Betrachtung der Entwicklungsperspektiven soll daher auch die für diese Fahrzeugkategorie wahrscheinlichste Nachfolgetechnologie im Bereich des Antriebs in das Blickfeld gerückt werden.

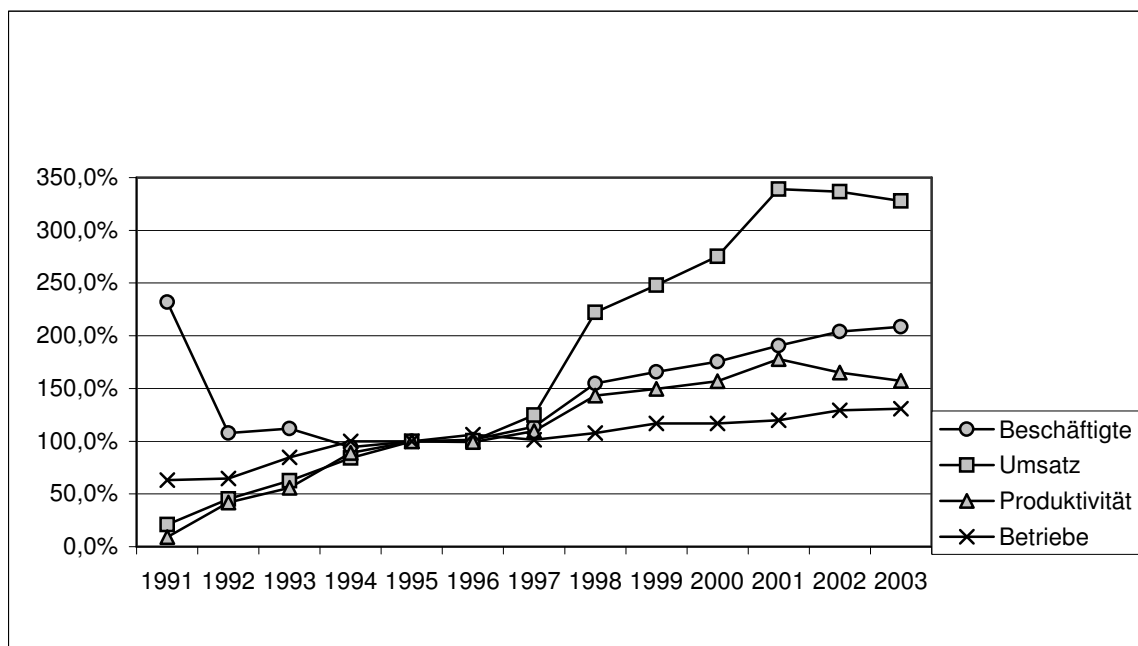
4 Ausgangsbedingungen der Automobilindustrie in Sachsen

4.1 Entwicklung

Sachsen blickt auf eine 100-jährige Tradition im Automobilbau zurück. 1904 fertigte der Entwickler August Horch im vogtländischen Reichenbach seine ersten Automobile und legte damit den Grundstein für einen prosperierenden sächsischen Industriezweig. Bis zur Weltwirtschaftskrise entstanden bereits 60 Unternehmen im Automobil- und Motorradbau. Der später in Zwickau gebaute Horch wurde zum Inbegriff automobiler Eleganz und in der ganzen Welt verkauft.

Diese Tradition bildet Grundlage der industriellen Entwicklung bis heute. In Sachsen wurde nicht nur der Trabant gebaut, sondern auch der Kleintransporter Barkas, Robur-Lastwagen und Motorräder von MZ. In den sächsischen Hochschulen und den Forschungsinstituten der Industrie war das Gebiet der Fahrzeugtechnik ein bedeutender Entwicklungszweig. Im Kernbereich des Wirtschaftszweigs „Automobilindustrie“, der Herstellung von Kraftfahrzeugen und Fahrzeugteilen beschäftigte das IFA-Kombinat zuletzt rund 40.000 Menschen.

Mit dem Strukturbruch zu Beginn der 90er Jahre war ein dramatischer Abbau der Beschäftigung in der sächsischen Automobilindustrie verbunden. Seither hat sich ein grundlegender Strukturwandel vollzogen. Es setzte ein Reorganisationsprozess ein, der sich mit den Stichworten „Übernahmen durch große Konzerne“ (bspw. VW, GKN), „Übernahmen durch international engagierte Zulieferer“, „Standorten auf der grünen Wiese“, mit der Einführung modernster Technologien sowie Auffang- und Qualifizierungsgesellschaften beschreiben lässt. Im Umfeld der von der bundeseigenen Treuhandanstalt übernommenen und weiterveräußerten Großunternehmen entstanden rund 440 sächsische Betriebe, die Teile, Komponenten und Systeme für die Automobilindustrie herstellen und deren Zahl auf rund 60.000 Beschäftigte geschätzt wird; ein Drittel hiervon entfallen nach der Industriestatistik auf die Kernbranche „Fahrzeugbau und Herstellung von Fahrzeugteilen“, der Rest auf Zulieferer anderer Branchen (Kunststoff, Glas, Chemie, Textilindustrie, Elektrotechnik/Elektronik usw.) und eine zunehmende Zahl industrienaher Dienstleistungen. Nur der geringste Teil dieser Unternehmen sind tatsächliche Neugründungen. Zumeist handelt es sich um übernommene bzw. aus ehemals volkseigenen Betrieben ausgegründete Unternehmen.



Branche Fahrzeugbau und Herstellung von Fahrzeugteilen, Betriebe > 20 Beschäftigte; 1995 = 100%
 Quelle: Statistisches Landesamt Sachsen, Sonderauswertungen verarbeitendes Gewerbe 1996-2004;
 Berechnungen IMU-Institut (vgl. auch **Anhang 2**)

Abbildung 1: Betriebe, Beschäftigte, Umsatz und Umsatzproduktivität in Sachsen seit 1991

Betrachtet man die Kernbranche „Fahrzeugbau und Herstellung von Fahrzeugteilen“ im Verarbeitenden Gewerbe, so stiegen unter anderem in Folge dieser Prozesse Produktivität und Umsatz seit Beginn der 90er Jahre kontinuierlich an (s.o. **Abbildung 1** und **Anhang 2**). Ab ca. 1997 nimmt auch die Anzahl der Beschäftigten dort wieder auf über 20.000 zu und erreicht damit beinahe das Niveau zu Anfang der 90er Jahre, nachdem sie damals um mehr als die Hälfte geschrumpft war. Auch die Anzahl der Betriebe über 20 Beschäftigte mit derzeit rund 85 nimmt immer noch zu. Diese Entwicklung ist begleitet von einer kontinuierlich und in der zweiten Hälfte der 90er Jahre überdurchschnittlich steigenden Umsatzproduktivität.

Die damit angezeigten Stabilisierungs- und Wachstumseffekte machen deutlich, dass von der erfolgreichen Umstrukturierung der Kernbranche und der systematischen Reorganisation der Haupt-Zulieferer auch maßgebliche Impulse für das breitere und in Teilen hoch spezialisierte Zuliefererspektrum im Umfeld der Standorte Zwickau und Chemnitz der Volkswagen AG zu verzeichnen waren, seit der Jahrhundertwende gefolgt von den Neuan siedlungen von Porsche und BMW in Leipzig und der gläsernen VW-Manufaktur in Dresden.

Mit der Übernahme durch große Unternehmen, ermöglicht durch die Privatisierungspolitik der Treuhandanstalt in der ersten Hälfte der 90er Jahre, ging allerdings auch eine Umstrukturierung der Automobilindustrie der Region einher, die den Erfahrungsberichten der

beteiligten Unternehmen zufolge bereits mittelfristig mit zwei wesentlichen Nachteilen verbunden war: Im Ergebnis führte dies zum ersten zur Herausbildung einer klassischen „Ausführungsregion“ und damit vorwiegend zur Entstehung „verlängerter Werkbänke“ sowie einer hohen Außenabhängigkeit der dominierenden Unternehmen. Während dabei zum zweiten die in der KFZ-Region engagierten Konzerne aus den Standortbedingungen bzgl. der Produktionskostenvorteile, Subventionen und des hoch-qualifizierten Arbeitskräftepotenzials anhaltend besonderen Nutzen schlagen können, verfügen die aus- und neugegründeten Unternehmen in der Regel über zu wenig Eigenkapital und Forschungs- und Entwicklungskapazität um längerfristige Entwicklungsaufgaben in Angriff nehmen zu können.

Dennoch gelang es sowohl ausgegründeten als auch neugegründeten Unternehmen unter den Zulieferern des sächsischen Automobilcluster, teilweise in ost- und westdeutschen ebenso wie internationalen Partnerschaften mit anderen Unternehmen, zwei wesentliche innovationsorientierte Entwicklungsmuster zu verfolgen:

- a) mit dem Aufbau neuer Massenproduktionslinien im Bereich funktionsoptimierter Bauteile und
- b) mit einer konsequenten strategischen Orientierung auf kundenorientierte flexible Produktion, verbunden mit der Erschließung innovativer Produktfelder und der Diversifizierung ihres Kundenspektrums.

4.2 Unternehmensstruktur der Zuliefererindustrie in Sachsen

Einer differenzierten Analyse der Struktur der Automobilzuliefererindustrie in Sachsen wurde die öffentliche Datenbank der Automobilzuliefererinitiative „AMZ 2005“ mit 146 Unternehmen und über 21.000 Beschäftigten zugrundegelegt.¹

Die Systeme- und Teilehersteller im Cluster stellen 63% der Beschäftigten und 61% der Unternehmen. Das Branchenspektrum umfasst die Herstellung von Fahrzeugteilen (6.285 Beschäftigte in 22 Unternehmen), Metallerzeugnissen (3.775; 36), Metallerzeugung und Metallbearbeitung, von Schaltungen, Nachrichtentechnik und Steuerungstechnologien, Glas und Kunststoffteilen (1.394, 19), von chemischen sowie Vorprodukten aus dem Tex-

¹ Die AMZ-Datenbank basiert auf Meldungen von Unternehmen aus dem zweiten Halbjahr des Jahres 2001 und kann keine statistische Vollständigkeit des Automobilcluster beanspruchen. Gleichwohl ist in ihr ein nicht unerheblicher Teil der sächsischen Automobilindustrie und ihrer Zulieferer erfasst. Sie enthält neben allgemeinen Informationen auch Angaben zu Beschäftigtenzahlen, Jahresumsätzen und Anteilen des Umsatzes für die Automobilindustrie, Kurzbeschreibungen des Produktionsprogramms und der Hauptabnehmer der Unternehmen sowie Angaben zur Konzernzugehörigkeit. Wichtige, nicht in der Datenbank erfasste Unternehmen wurden von uns sukzessive ergänzt.

til- und Holzgewerbe. 24% der Beschäftigten und 22% der Unternehmen erbringen Dienstleistungen für die Automobilindustrie und ihre Zulieferer. Diese reichen von Leiharbeitsfirmen über Wartungstätigkeiten bis hin zu Forschungs- und Entwicklung². 13% der Beschäftigten und 17% der Unternehmen im Cluster sind Ausrüster für Anlagen und Werkzeuge. Auf die Ausrüster und Dienstleistungen entfallen mehr als 1/3 der Beschäftigten.

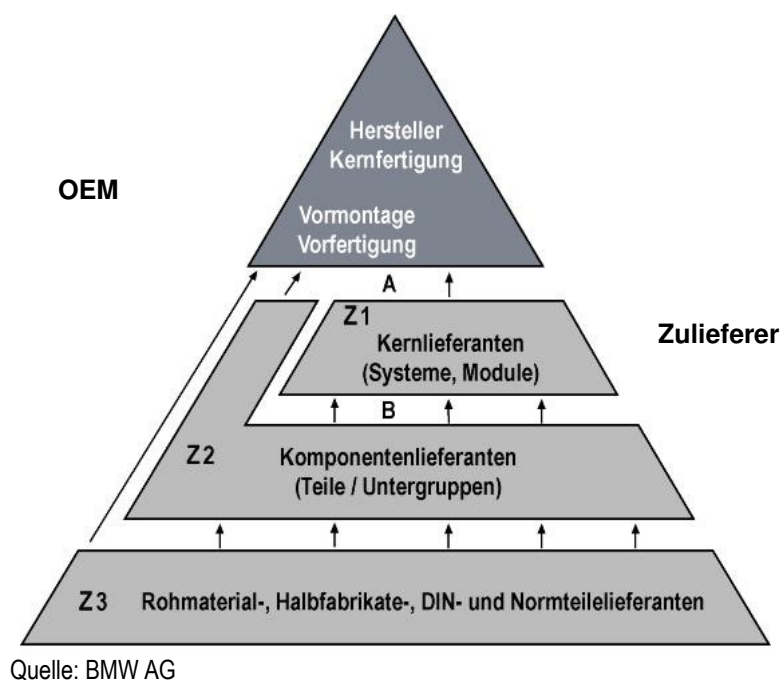


Abbildung 2: Zuliefererpyramide

Entsprechend ihren Produkt- und Kundenangaben wurden die Fahrzeugteilehersteller der idealtypischen Zuliefererpyramide zugeordnet. Dabei wurde unterschieden nach System- und Komponentenlieferanten (Zuliefererebene Z1), Lieferanten von Fahrzeugteilen und Komponententeilen (Z2) sowie Teile- und Materiallieferanten (Z3; vgl. **Abbildung 2**). Darüber hinaus wurde zwischen Direktbelieferung der OEM und der Belieferung von Zulieferern unterschieden³. In 10 Fällen liefern Unternehmen Komponenten und Systeme, in 15 Fahrzeugteile und Komponenten und in 14 Fällen Teile und Material ausschließlich an OEM, ein guter Teil der Unternehmen (23) liefert sowohl an andere Zulieferer als auch an OEM, darunter ist allerdings nur ein Zulieferer von Systemen und Komponenten. Zum

² Darunter Leiharbeitsfirmen und einzelne Behindertenwerkstätten mit rund 7% dieser Beschäftigtengruppe.

³ Da die in der AMZ-Datenbank erfassten Ausrüster und Dienstleistungen sich diesen Kategorien nicht eindeutig zuordnen lassen, bleiben sie im Folgenden teilweise aus der Betrachtung ausgeklammert.

Anfang des Jahrhunderts ist der maßgebliche OEM der VW-Standort Zwickau, allerdings hat eine Reihe von spezialisierten Zulieferern auch ein breites und überregionales Kundenspektrum unter anderen OEM (Audi, BMW, Daimler-Chrysler, Ford u.a.). Einzelne Direktzulieferer haben sogar keine Abnahmebeziehung zu VW, dem zu Anfang des 21. Jahrhunderts noch „fokalen“ OEM der Region.

Auf die Systemlieferanten entfallen 13% der Unternehmen und 27% der Beschäftigten; Komponenten fertigen 28% der Unternehmen und 38% der Beschäftigten. Die Fahrzeugteile- und Materiallieferanten hingegen stellen die größte Gruppe der Unternehmen, mit einem deutlich geringeren Anteil an den Beschäftigten dar.

4.2.1 Betriebsgrößenstruktur und Umsatzproduktivität in der Zuliefererpyramide

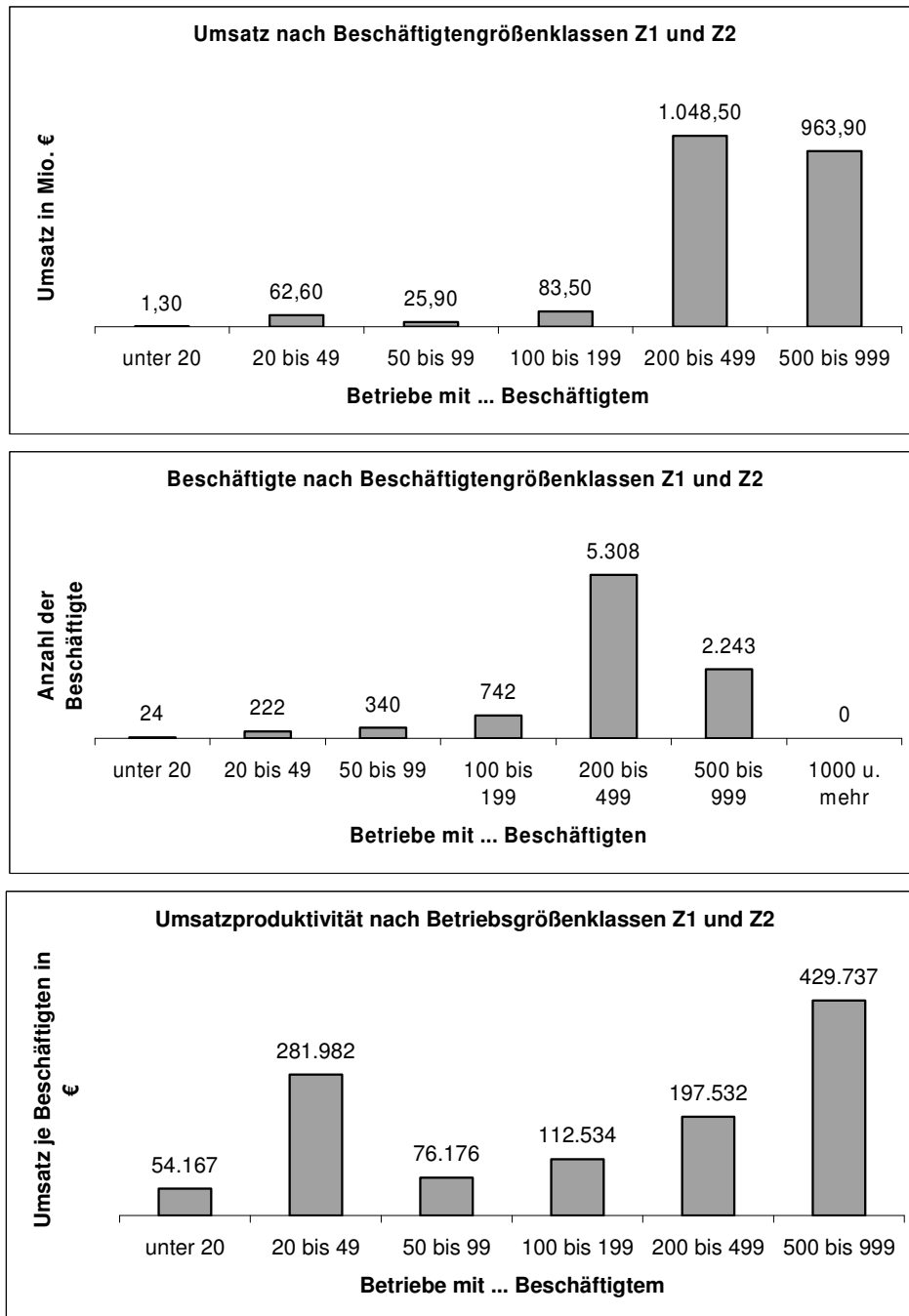
Der Durchschnitt der Betriebe in der Zuliefererindustrie der sächsischen Automobilregion ist mit rund 150 Beschäftigten deutlich größer als dies mit rund 50 für die Neuen Bundesländer typisch ist. Einschließlich der OEM liegt dieser bei etwa 230 Beschäftigten gegenüber mehr als 640 im Bundesdurchschnitt.

Die Zulieferergruppen der ersten und zweiten Ebene Z1 und Z2, die durch eine breite Verteilung der Unternehmensgrößen und die höchste Beschäftigtenzahl in der Klasse der 200 bis unter 500 Beschäftigten gekennzeichnet sind, erwirtschaften auch die höchsten Umsatzanteile. Die höchste Umsatzproduktivität wird mit knapp 430 T€ in der Betriebsgrößenklasse 500 bis unter Tausend Beschäftigten erzielt, die zweithöchste mit 280 T€ in der Klasse 20 bis unter 50 Beschäftigten (vgl. auch **Abbildung 2** und **Anhang 2**). Die Gruppe der Direktzulieferer von Systemen und Komponenten (Z1) stellt dabei mit 52% den größten Umsatzanteil. Es folgen die Hersteller von Teilen und Komponententeilen (Z2) mit 22%, die, sofern sie Direktzulieferer sind, auch den größten Umsatzanteil der Teile- und Komponententeilelieferer innehaben (Z2). Die niedrigsten Umsatzanteile entfallen naturgemäß auf die Gruppe der Teile- und Materialzulieferer (Z3).

Die Zulieferergruppe Z3 ist zumeist auch durch weitaus kleinere Betriebsgrößenstrukturen geprägt. Der größte Teil gehört zu den Klassen unter 100 Beschäftigten und dort wird nur mehr ein geringer Teil der Umsätze realisiert. Die Umsatzproduktivität ist dem Status der Wertschöpfungskette entsprechend geringer und liegt durchschnittlich zwischen knapp 90 und 110 T€ (vgl. **Anhang 2**).

4.2.2 Standortstruktur

Bis zur Ansiedlung von Porsche und BMW war die sächsische Automobilregion dominant durch den Standort Zwickau-Chemnitz geprägt. Mit der Wirtschaftsregion „Chemnitz-



Quelle: AMZ ; Berechnungen IMU-Institut

Abbildung 3: Beschäftigte, Umsatz und Umsatzproduktivität in den Zulieferergruppen Z1 und Z2 (Systeme und Komponenten)

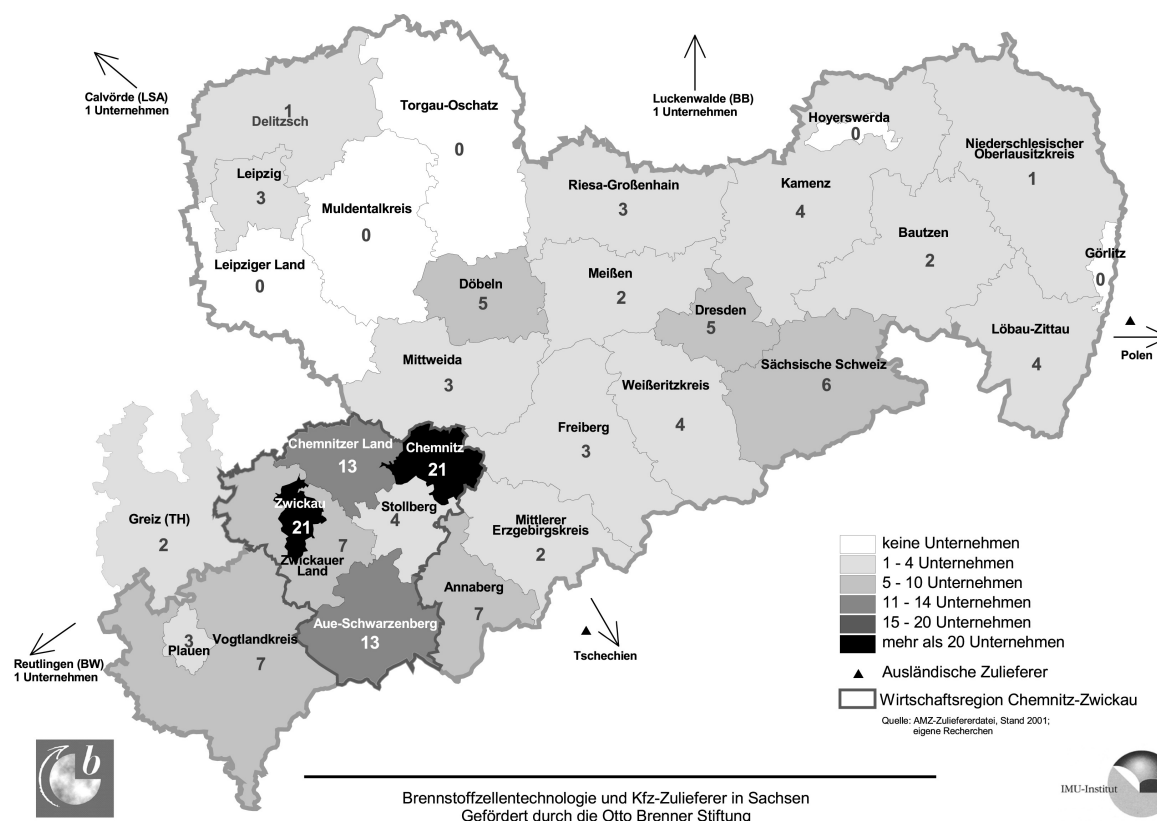
Zwickau⁴⁴, die von den Grenzen der Raumordnungsregionen zerschnitten wird, folgt dem konsequent die Bildung einer Kernregion. Diese ist Standort von 66 Unternehmen und 10.539 Arbeitsplätzen der in der AMZ-Datenbank erfassten Zulieferer (ohne OEM) (vgl. **Karte 4 bis 6, Anhang 3**: Unternehmensstandorte nach Zuliefererebenen in der Wirtschaftsregion Chemnitz-Zwickau). Der größte Teil dieser Unternehmensstandorte ist auf die Kreise Chemnitz, Chemnitzer Land und Zwickau sowie Aue-Schwarzenberg konzentriert; entsprechend sind dort die höchsten Beschäftigtenzahlen mit 6.054 im Kreis Zwickau, 2.318 im Chemnitzer Land, 2.070 im Kreis Aue-Schwarzenberg und 1.704 im Kreis Chemnitz zu verzeichnen (vgl. **Anhang 3**: Zuliefererunternehmen in den Regionen). Auf die übrigen Regionen entfallen 83 Unternehmen und 10.625 Arbeitsplätze.

Dabei konzentriert sich vor allem die Gruppe Z1 der erste-Ebene-Zulieferer, die nur wenige Unternehmen umfasst, auf den engeren Raum der „Wirtschaftsregion“ Chemnitz-Zwickau und damit auf das unmittelbare Unternehmensumfeld des Finalisten VW; ein weiterer wichtiger Standort ist in dieser Gruppe der Landkreis Döbeln. Die Gruppe Z2 hingegen ist immerhin noch mit 1/3 der Unternehmen im Kern der engeren Automobilregion lokalisiert. Sie weist jedoch eine deutlich höhere regionale Standortstreuung auf. Von der weitaus größeren Gruppe der Teile- und Materialzulieferer (Z3) entfallen auf die Wirtschaftsregion Chemnitz-Zwickau nur 1/3 der Unternehmen – in der Belieferung von Zulieferern ebenso wie bei Lieferanten für beide Segmente hat der periphere Raum deutlich breiter gestreute Effekte aufzuweisen (vgl. **Anhang 3**).

Längst sind eine Reihe maßgeblicher Zulieferer auch in den Nachbarregionen in Polen und insbesondere in Tschechien vertreten. Ebenso gehören dem sächsischen Zulieferernetzwerk auch regionsexterne Zulieferer anderer Standorte in Deutschland an.

Die Ausrüster konzentrieren sich annähernd zur Hälfte auf die engere „Wirtschaftsregion“ Chemnitz-Zwickau und deren Umfeld in der Region Südwestsachsen; ein bedeutender Standort ist wiederum der benachbarte Landkreis Aue-Schwarzenberg. Die Dienstleistungen hingegen sind vorwiegend auf die Kernstandorte Zwickau und Chemnitz konzentriert. Die sächsische „Automobilregion“ auf die westsächsischen Regionen einzugrenzen wie es in der Konzeptionsphase des Projektes formulierte Regionsbegriff nahe legt – erwies sich als ein unzureichender Ansatz: Nicht alle erste-Ebene-Zulieferer sind im unmittelbaren Umfeld des „fokalen“ OEM angesiedelt und maßgebliche Teile des Cluster konzentrieren sich auch auf die Raumordnungsregion „Oberes Elbtal“ und benachbarte Standorte, u.a. elektrotechnische und informations- und steuerungstechnische Produktbereiche.

⁴ Landkreise Chemnitz, Chemnitzer Land, Zwickau und Zwickauer Land.



Karte 1: Anzahl der Unternehmen in den Kreisen 2001

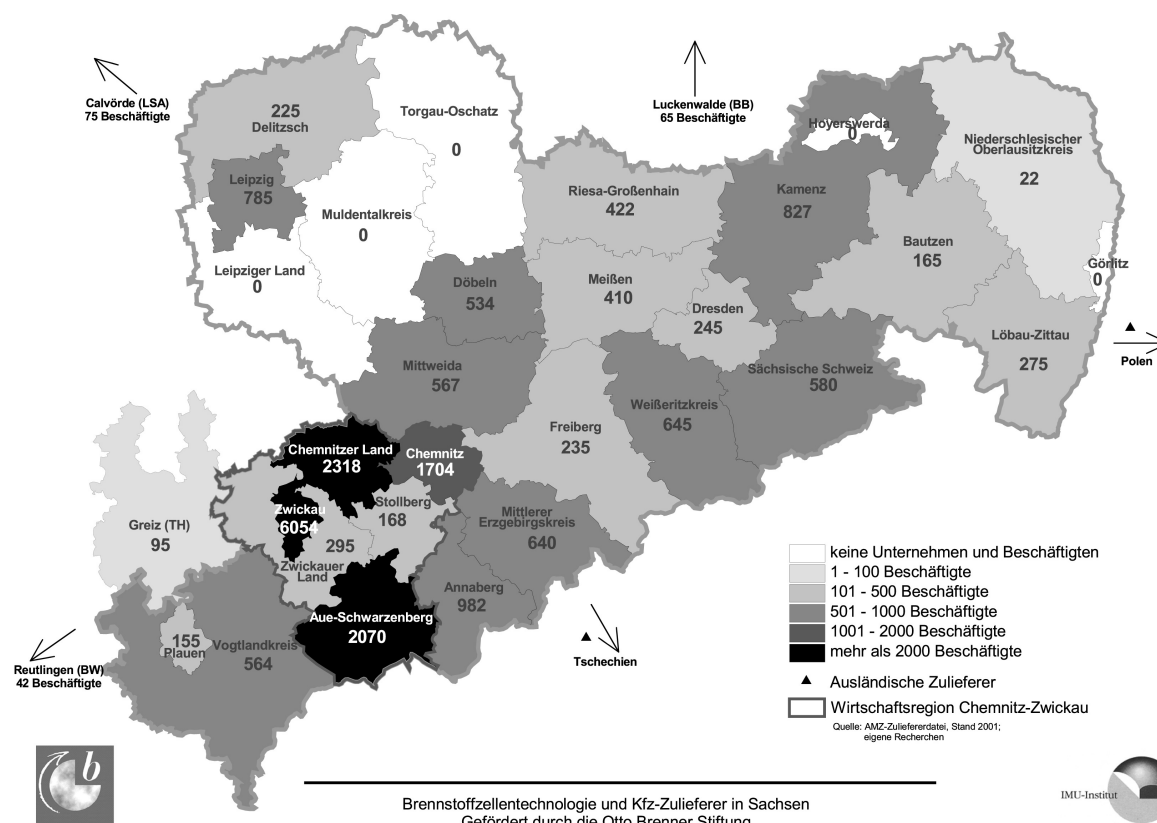
Insgesamt entfallen die Beschäftigungseffekte zu gleichen Teilen auf die Kernregion „Wirtschaftsregion Chemnitz-Zwickau“ und die übrigen sächsischen Regionen – ein Trend, der sich mit dem neuen Automobil-Standort Leipzig mit Porsche und BMW noch verstärken wird.

4.3 Innovationspotenziale

4.3.1 Außenabhängigkeit und Innovationspotenzial in einer Ausführungsregion

Drei charakteristische Unternehmenstypen prägen die Unternehmen der sächsischen KFZ- Zuliefererindustrie heute.

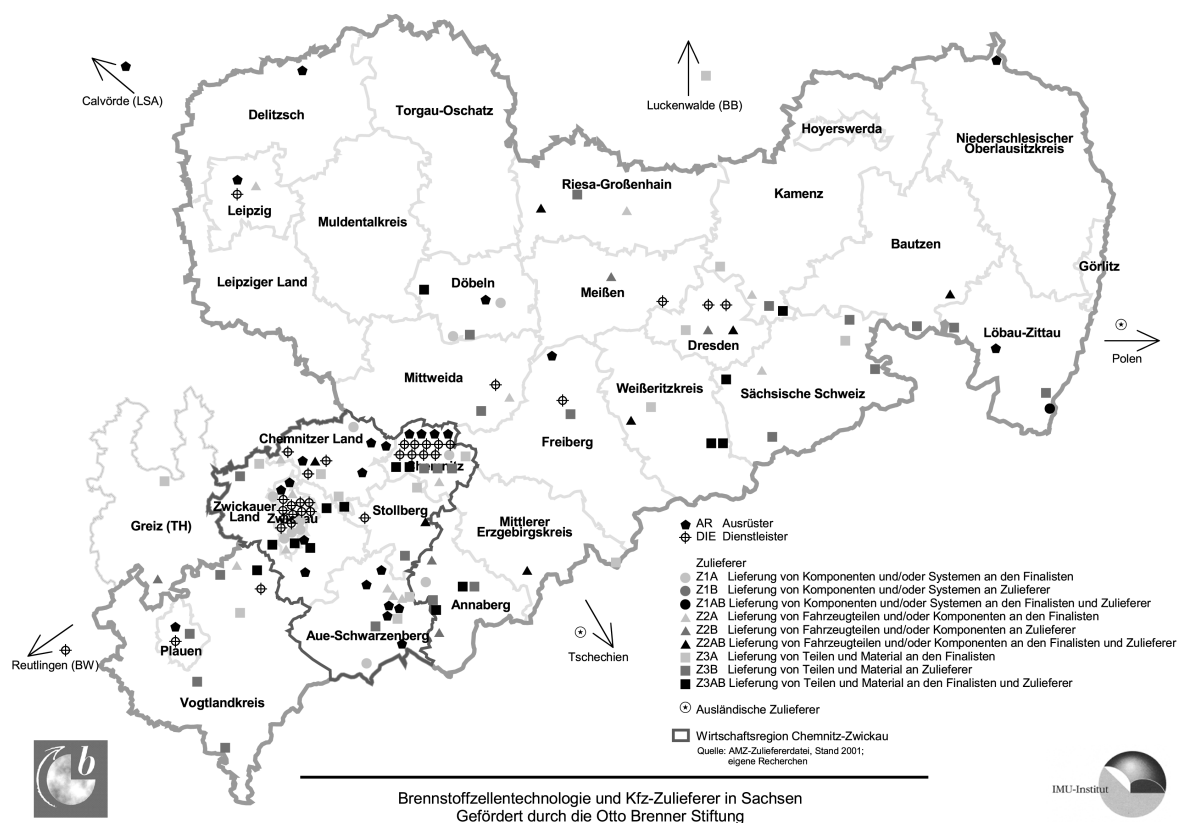
- Zum einen sind dies Kernunternehmen und Unternehmensteile, die von der THA an große nationale und internationale Unternehmen übertragen wurden – in der sächsischen Automobilregion mit den Planungsregionen Südwestsachsen und Chemnitz-Erzgebirge waren dies neben VW mit den Produktionsstandorten Zwickau-Mosel und Chemnitz (Motorenwerk) vor allem große, international engagierte Zuliefererkonzerne (Meleghy, GKN; Dräxlmeier, Gillet, Johnson Controls, Autoliv u.a.). Diese Unternehmen sind in der Lage, die Produktionskostenvorteile des ostdeutschen Standortes, die damit verbundenen Subventionen und das qualifizierte Arbeitskräftepotenzial



Karte 2: Anzahl der Beschäftigten in den Kreisen 2001

sämtlich optimal für sich zu nutzen. Sie dominieren das Regime des Supply Chain Managements und damit die Entwicklungsbedingungen der gesamten Branche. Mit der Konsolidierung des Standortes folgten weit später große Zuliefererunternehmen wie z.B. Bosch und mit Porsche und BMW die Neuansiedlung weiterer OEM in der Planungsregion Westsachsen.

- Die zweite Gruppe bilden Ausgründungen zumeist ostdeutscher Manager. Häufig waren diese noch weit in die 90er Jahre hinein von dramatischen Schrumpfungsprozessen begleitet. Teilweise erfolgte auch eine spätere Übernahme durch dritte Unternehmen. Mit ihren spezifischen Know-how-Potenzialen gelang es einer Reihe dieser Unternehmen innerhalb des globalisierten Zuliefererspektrums Anschlussfähigkeit zu halten bzw. neu zu erlangen. Dieser Erfolg rekurrierte den an der Studie beteiligten Unternehmen zufolge zumeist auf eine konsequente strategische Orientierung auf kundenorientierte flexible Produktion, verbunden mit der Erschließung innovativer Produktfelder, während Kerngeschäftsfelder der Massenproduktion häufig zurückgefahren werden müssen. Der „Neuaufbau“ hierfür relevanter Forschungs- und Entwicklungskapazitäten ist aufgrund der knappen Kapitaldecke mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden.



Karte 3: Unternehmensstandorte nach Zuliefererebenen in den Kreisen 2001

rigkeiten verbunden und das FuE-Stamppersonal ist in der Regel in das Tagesgeschäft eingebunden.

- Eine weitere, dritte Gruppe stellen die Neugründungen internationaler, zumeist westdeutscher, bisweilen auch ostdeutscher Unternehmer dar, unter denen es zwei innovationsorientierte Entwicklungsmuster gibt: den Aufbau neuer Massenproduktionslinien im Bereich funktionsoptimierter Bauteile (einschließlich entsprechender kundenorientierter FuE) und kundenorientierte, flexible Produktion. Analog dem zuletzt erörterten Unternehmenstypus können längerfristige Entwicklungsaufgaben in der Regel auch hier nur schrittweise angegangen werden.

Diese beiden zuletzt genannten Unternehmenstypen stellen den größten Anteil der Unternehmen in der sächsischen Automobilzuliefererindustrie.

Der Umstrukturierungsprozess vollzog die generell in der Automobilindustrie zu beobachtenden Outsourcingstrategien der OEM, geprägt von einer zunehmenden Verringerung der Fertigungstiefe der OEM und der Übertragung immer weiterer Leistungsumfänge an die Zulieferer, verbunden mit der Herausbildung von Komponenten- und Systemlieferanten der ersten Zuliefererebene in einer (idealtypisch) pyramidenförmigen hierarchischen

Gliederung der Wertschöpfungskette (vgl. Bierbaum 2003; Grammel/Seibold 2004 sowie **Abbildung 2**). Heute dominieren in Sachsen die Zuliefererunternehmen der ersten (Z1) und zweiten Ebene (Z2), womit sich eine, anderen deutschen Automobilstandorten durchaus vergleichbare Struktur, herausgebildet hat. Wenngleich sich also unter den beiden oben zuletzt genannten Unternehmenstypen eine Reihe von Zulieferern finden, die ihre Position als Direktlieferanten der OEM ausbauen konnten, ist der größte Teil dieser Unternehmen in der Zuliefererpyramide auf den nachrangigen Stufen der Wertschöpfungskette platziert.

Mit der Übernahme vermehrter Anteile an der Wertschöpfung durch die Zulieferer kommen bereits den Unternehmen der ersten und zweiten Wertschöpfungsstufe neue Aufgaben und Anforderungen bzgl. Innovation, Kostenreduzierung, Flexibilität und Kooperationsbereitschaft zu, die aufgrund der hohen Anforderungen an immer schnellere Reaktionszeiten, kostengünstige und effiziente Produktion und technologische Entwicklung hoher Kapitalbindungen bedürfen und häufig zu einer unbefriedigenden Ertragslage führen. Generell ist mit den finanziellen Risiken dieser Prozesse die Gefahr verbunden, dass KMU nicht mithalten können und damit einem zunehmenden Risiko ausgesetzt sind automatisch von einem großen Potenzial im Zulieferergeschäft ausgeschlossen zu werden.

Umso mehr verdeutlichen die für die KMU in der Automobilzuliefererindustrie Sachsens genannten Restriktionen den hohen Anpassungsdruck, häufig verbunden mit den oben bereits angedeuteten strukturellen Defiziten der Innovationsfähigkeit. Dies gilt generell für die Zuliefererindustrie und der Auffassung der an der Studie beteiligten Industrieunternehmen zufolge nicht nur für Unternehmen nachgeordneter Wertschöpfungsstufen. Im Besonderen gilt dies auch für technologieintensive Unternehmen des Industriezweigs und behindert diese teilweise in ihrer mittel- bis langfristigen strategischen Entwicklung bezüglich Neuorientierung bzw. Diversifizierung ihres Tätigkeitsspektrums oder einfach in notwendigen Kapazitätsanpassungen ihrer Produktion (vgl. hierzu auch Dohnanyi/Most 2004). Dabei ist als besonderer Nachteil ostdeutscher Unternehmen zu konstatieren, dass der Unterschied in der Eigenkapitalausstattung im Vergleich mit ähnlichen Unternehmen in den alten Bundesländern nach wie vor gravierend ist. Der verstärkte Trend der Hersteller, ihre Entwicklungsaufgaben aus Kostengründen nach außen zu verlagern, führt nicht nur zu einer Zunahme von Dienstleistungen und Ausrüstern, sondern stellt in der innovationsgetriebenen Branche mit der Belastung durch hohe Entwicklungskosten (Vorfinanzierung, Amortisation über Stückzahlen, hohem Preisdruck, Auftragsrisiko unter verschärften Wettbewerbsbedingungen bzw. Nachverhandlungen) eine besondere Heraus-

forderung für die Zulieferer dar (Bierbaum 2003; Ernst & Young 2003; Grammel/Seibold 2004)⁵.

Aus dieser Situation heraus erscheint es nicht verwunderlich, wenn sich die Innovations- ebenso wie Diversifizierungspotenziale für die KMU des Automobilzuliefererspektrums systematisch in der Regel erst im Zusammenschluss mit international engagierten Großunternehmen oder der Übernahme durch dieselben erschließen lassen. Hierfür stehen Unternehmensbeispiele aus dem Bereich spezialisierter Direkt-Zulieferer wie des an der Studie beteiligten Unternehmens (13), Hersteller optimierter Bauteile, für die mit der (Mehrheits-) Beteiligung eines Global Player's am Kerngeschäft zugleich die Spielräume für neue, zukunftsfähige und ausgegründete Entwicklungsfelder wie z.B. Leichtbautechnologien möglich werden. Ein anderes – viel zitiertes – Beispiel stellt das bereits in der ersten Nachwendezeit aus dem Sachsenring-Kombinat in Zwickau an die Dr. Melleghy-Gruppe privatisierte Presswerk dar, das seit der Jahrhundertwende zu dem US-Konzern Tower Automotive gehört. Dessen langfristige Orientierung es ist, in der Region ein Kompetenzzentrum für Presswerktechnik zu entwickeln. – Beide Fälle sind nicht nur als Indikatoren für einen mindestens schleichenden Konzentrationsprozess in der sächsischen Zuliefererindustrie zu sehen, sondern auch für eine Zunahme der Außenabhängigkeit der dominanten Unternehmen des Industriezweigs bzgl. seiner Innovationsfähigkeit.

Außenabhängigkeit in einer Ausführungsregion wie der Automobilregion Sachsen ist dabei auch für die Entfaltung weiterreichender Entwicklungspotenziale der KMU in der Region durch widersprüchliche, scheinbar gegenläufige Tendenzen geprägt. Auf der einen Seite entscheiden sich internationale Konzernverbünde meist zu einer Beschränkung von FuE-Kapazitäten auf die Optimierung der Ausführungsfunktionen des Standorts, wohingegen Forschung und Entwicklung in innovations- und Diversifikationsbereichen zumeist in den Zentralstandorten der OEM und ihrer globalen Zulieferer konzentriert bleiben. Hierdurch beschränkt sich das FuE-Aktionsspektrum der Ausführungsregionen in der Regel auch auf die Optimierung des Supply Chain Management. Andererseits scheinen sich aber gerade durch Kooperationen mit kapitalstarken Partnern (auch anderer Technologiespektren) neue Möglichkeiten zum Erhalt und zur Weiterentwicklung der Innovationsfähigkeit der KMU zu eröffnen.

⁵ Gemessen am Umsatz sind die Investitionskosten der Zuliefererindustrie höher als bei den OEM (IKB 2002).

4.3.2 Ausgewählte Innovationsmerkmale des Wirtschaftszweigs im Vergleich *Strategische Dienstleistungen in der Industrie*

Betrachtet man den industrieinternen Besitz des Wirtschaftszweigs mit strategisch relevanten Dienstleistungsfunktionen, wird sowohl die Beobachtung struktureller Defizite der Innovationsfähigkeit als auch der zunehmenden Beschränkung des Industriezweigs auf Ausführungsfunktionen bestätigt. Trotz der konstatierten Stabilisierungseffekte sinkt auch im Verlauf der zweiten Hälfte der 90er Jahre im gesamten Wirtschaftszweig „Straßenfahrzeugbau“ der Anteil der Beschäftigten „in technischen Diensten“ wie FuE, Technik und technischen Hilfsdiensten sowie Funktionen der Unternehmenssteuerung, EDV und Marketing dramatisch: Wie in **Tabelle 1** dargelegt, liegt der Anteil der mit strategischen Dienstleistungen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Sachsen weit unter dem deutschen Durchschnitt. Mit unter 4 Beschäftigten je 100 erreicht er in der Raumordnungsregion Südwestsachsen den niedrigsten Wert⁶.

| | Deutschland | | Neue Bundesländer | | Sachsen | | Chemnitz-Erzgebirge | | Südwestsachsen | |
|--------------------|-------------|-------|-------------------|------|---------|-------|---------------------|------|----------------|------|
| | 1994 | 1999 | 1994 | 1999 | 1994 | 1999 | 1994 | 1999 | 1994 | 1999 |
| Straßenfahrzeugbau | 9,70 | 10,73 | 5,16 | 4,51 | 5,34 | 4,43 | 6,50 | 5,42 | 5,63 | 3,91 |
| Verarb. Gewerbe | 13,05 | 13,89 | 10,22 | 9,64 | 10,08 | 10,23 | 9,14 | 9,02 | 8,02 | 7,38 |
| Gesamtwirtschaft | 9,84 | 10,51 | 7,86 | 8,07 | 8,30 | 8,60 | 8,02 | 8,28 | 6,35 | 6,29 |

Definition: Strategischer Dienstleistungsbesatz in der Industrie = Arbeitsplätze der Funktionen „Technische Dienste“ (Forschung und Entwicklung, Techniker, technische Hilfsdienste) und „andere Unternehmensdienste“ (Unternehmensberatung, EDV und Marketing) je 100 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten;⁷
Quelle: IAB/Bade 2000, Berechnungen IMU-Institut

Tabelle 1: Strategischer Dienstleistungsbesatz in der Automobilindustrie

Insgesamt ist der Standort Zwickau-Chemnitz durch einen unterdurchschnittlichen Dienstleistungsbesatz geprägt. Anders stellt sich dies im Besatz „unternehmensorientierter Dienstleistungen“⁸ dar: nach kontinuierlichem Anstieg ist Ende der 90er Jahre in der Region Chemnitz-Erzgebirge der Anteil der Beschäftigten in „unternehmensorientierten

⁶ in der Region Stuttgart verzeichnet beispielsweise die Gruppe technische Dienste den höchsten Anstieg (Grammel/Seibold 2004; S.24)

⁷ Die funktionale Gliederung der Wirtschaftszweigsystematik beruht ausschließlich auf den ausgeübten Tätigkeiten der Beschäftigten und gibt damit insbesondere eindeutige Hinweise auf Funktionsverschiebungen der Wirtschaftszweige,

⁸ Finanzdienstleistungen und technische Dienste i.w.S..

Dienstleistungen“ je 1.000 Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe auf 330 gestiegen. Das sind deutlich mehr als im Bundesdurchschnitt (295), jedoch weniger als in den Neuen Bundesländern mit 417 und in Sachsen mit 380 je 1.000 Beschäftigten. Noch geringer ist der Besatz „unternehmensorientierter Dienstleistungen“ zu diesem Zeitpunkt in der Region Südwestsachsen mit rund 210. Während generell in den Neuen Bundesländern ein Überhang dieses Dienstleistungssektors zu bestehen scheint, weist der Standort Zwickau-Chemnitz hier eine gegenläufige Tendenz auf: der Anteil „unternehmensorientierter Dienstleistungen“ in den Planungsregionen steigt zwar, bleibt aber im Niveau deutlich unter dem Durchschnitt.

Daraus folgt, dass die Entwicklung des fokalen OEM zwar zu den oben dargelegten Wachstumseffekten beigetragen hat, dass dies jedoch nicht automatisch auch zu einer dynamischen Entwicklung der Innovationsfähigkeit des Industriezweigs in der Region beiträgt und bestätigt die oben angeführten Aussagen der beteiligten Unternehmen. Mindestens in der Kernbranche dürften diesen Zahlen zufolge ausschließlich produktionsnotwendige Funktionen dominant sein. Entweder ist ein durchgängig unterdurchschnittliches Niveau bzgl. der Ausstattung mit industrienahen Dienstleistungen und industrieinternen strategischen Dienstleistungen angezeigt, oder nur einzelne Unternehmen verfügen über eine gute bis überdurchschnittliche Ausstattung. Damit sind die Ausgangsbedingungen der KMU für die Entfaltung von Innovationspotenzial in jedem Falle deutlich suboptimal.

Know how-Schwerpunkte

Kennzeichnend für die Standortwahlmotive von Neugründungen ebenso wie von Betriebsübernahmen sind nach wie vor die Kompetenz der Facharbeiter der Region und die Nähe zu einschlägigen FuE-Einrichtungen und Hochschulen. Der dauerhafte Erhalt dieser Kompetenzen in der Nach-Wende-Phase war unter anderem der Initiative der Industriegewerkschaft IG Metall im raschen Aufbau von Qualifizierungs- und Beschäftigungsgesellschaften geschuldet. So konnten in Arbeitsgemeinschaft des VW-Bildungswerks und der Zwickauer SAQ – der ersten Beschäftigungsgesellschaft in den neuen Bundesländern – in kürzester Zeit Anpassungsqualifikationen erworben und Umschulungslehrgänge besucht werden. In der Folge entstand ein enormer Dienstleistungsbereich von der (zeitweiligen) Übernahme ausgegründeter, zunächst nicht privatisierbarer Teilfunktionen in Entwicklungsprojekte über Erstausbildung bis hin zu Zeitarbeitsfirmen, mit denen der Industriezweig bis heute Anpassungsfähigkeit bzgl. Beschäftigungsschwankungen und Qualifizierungserfordernissen vorhält.

Das produkt- und verfahrenstechnische Spektrum der in der AMZ-Datenbank erfassten Unternehmen einschließlich der Ausrüster und Dienstleistungen lässt eine weitgehend

komplexe Clusterstruktur des Automobilbaus erkennen. Jedoch machen insbesondere die Spezialisierungen der FuE-Einrichtungen und Hochschulen eine Schwerpunktsetzung auf Ingenieurdienstleistungen in der Produkt- oder Prozessoptimierung und hier insbesondere in der Umformtechnik deutlich. Dies ist vermutlich nicht nur den industriellen Anforderungen geschuldet, sondern möglicherweise auch dem auf Anwendungs-Know how und entsprechenden Kooperationen fokussierten Themenspektrum der AMZ-Initiative selbst (s.u.). Lücken in der Wertschöpfungskette bestehen den beteiligten Unternehmen zufolge vor allem in spezialisierten (teilweise vormals vorhandenen materialtechnischen) Elementen; diese müssen regionsextern zugekauft werden.

Insgesamt scheinen Potenziale schritt weiser Innovationen durchgängig vorhanden zu sein und werden zumindest bzgl. der Prozessoptimierung und der Produktpassung genutzt. Teilweise scheinen in den Zuliefererunternehmen auch Know how-Potenziale für die Aktivierung von Innovationsstrategien erkennbar. Dies gilt mindestens in Teilen für Unternehmen der ersten und zweiten Ebene der Zuliefererpyramide, aber auch für spezialisierte Unternehmen der weiteren Wertschöpfungskette. So kann es auch in der eher kleinbetrieblich geprägten Gruppe Z3 auf der unteren Zuliefererebene mit den maßgeblichen Verfahren „Ziehen“, „Stanz“, „Formen“, „Schweißen“ Unternehmen geben, die sich mit ihren Verfahren im Prinzip in veränderte Produktionsstrukturen einbringen können.

Industrieller Strukturwandel, neue Qualifikationsanforderungen und Personalentwicklung

Verbunden mit den Internationalisierungstendenzen in der Automobilindustrie findet generell eine radikale Veränderung des Qualifikationsprofils der Beschäftigten mit dem Trend zur Verlagerung einfacher Massenproduktionsbereiche in das Ausland statt. Damit fallen immer mehr Einfacharbeitsplätze in der Produktion für An- und Ungelernte weg. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Verantwortung und führen mit veränderten Arbeitsabläufen zu steigenden Qualifikationsansprüchen an die MitarbeiterInnen. Auch in diesem Kontext fallen einfache Tätigkeiten durch Rationalisierungsmaßnahmen weg.

So entsteht einerseits eine wachsende Zahl an Personen, die sowohl von regelmäßiger Beschäftigung als auch von systematischer und ständiger Qualifizierung ausgeschlossen ist. Andererseits entsteht in anbetracht von Abwanderung ebenso wie Abwerbung durch die nächsthöhere Zuliefererebene innerhalb der Region ein zunehmender Fachkräfteengpass. Von den an der Studie beteiligten KMU werden Fachkräfte nach Möglichkeit selbst aufgebaut. Diese Bindungswirkung wird langfristig als einzige Chance gesehen, o.a. Wettbewerbsnachteile gegenüber den alten Bundesländern ebenso wie regionalen Kon-

kurrenten zu kompensieren. Doch – im Gegensatz zu den OEM⁹ – werden Personalentwicklungsplanung und berufliche Weiterbildung insbesondere von kleinen und mittleren Unternehmen noch bei weitem nicht als gestaltende Instrumente der Anpassungsfähigkeit gesehen. Aber auch die großen Zulieferer und besonders KMU begegnen diesen Herausforderungen in der Regel nicht nur mit unzureichenden Personalentwicklungsstrategien; obwohl das Problem erkannt ist, wird es zumeist erst dann bearbeitet, wenn akute Schwierigkeiten oder Risiken auftreten.

Forschung und Entwicklung

Die Schaffung eigener FuE Kapazitäten ist für ein langfristig erfolgreiches Bestehen am Markt (gerade auch mit Blick auf den bevorstehenden technologischen Wandel) eine vorrangige Aufgabe für die KMU. Die Kooperation mit den regionalen Hochschulen TU Chemnitz und Dresden, FH Zwickau ist hoch entwickelt und geprägt durch ausgezeichnete Zusammenarbeit unter anderem in Praktika, Fach- und Diplomarbeiten. Eine anwendungsorientierte innerbetriebliche Forschung und Entwicklung kann sie jedoch nicht ersetzen. Bei den dramatisch geschrumpften Belegschaften und der Bindung technischen Personals im Alltagsgeschäft fehlt es der Einschätzung der beteiligten Unternehmen zufolge aber zum einen an einer gezielten Technologieförderung für relevante Entwicklungsstränge und zum anderen an der Kontinuität im Personalaufbau hierfür, zumal die Technologie- und Innovationspolitik des Landes Sachsen im Automobilbau zwar einen Schwerpunkt setzte, mindestens in den 90er Jahren aber vorrangig auf die (technologische) Re-Organisation des Industriezweigs gerichtet war (vgl. Riedel 2002)¹⁰.

Kooperationsinitiativen

Größenbedingte Nachteile der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) werden bislang durch Kooperationen kompensiert. Dabei gelang es einer Reihe von Unternehmen mit Standorten in Sachsen, im internationalen Zuliefererwettbewerb erstaunliche Rangplätze einzunehmen. Insgesamt scheint die Zuliefererindustrie durch eine hohe Verflechtungsintensität gekennzeichnet zu sein. Hier nutzt man vor allem die (immer noch vorhandenen

⁹ die sich als „atmende Unternehmen“ ein entsprechendes Dienstleistungsumfeld schaffen (s.o.).

¹⁰ Von den beteiligten Unternehmen an den Konditionen entsprechender Förderprogramme wie z.B. den Laufzeiten für Technologieassistenz, Innovationsassistenz u.a.m. festgemacht, wird dies insbesondere als fehlende Unterstützung in Politik und Ministerien für komplizierte Innovationsfelder wahrgenommen. Zudem fehlt es in der konkreten Antragsbearbeitung häufig sowohl an der Problemsicht als auch an entsprechenden Programmansätzen. Die gegenwärtige Genehmigungspraxis der Fördermittelzuwendung und die pauschale Gliederung in förderungswürdige und nicht-förderungswürdige industrielle Branchen trägt der Auffassung der an der Studie beteiligten Unternehmen einer besonderen Spezialisierung der Antragsteller teilweise keine Rechnung.

oder neu geschaffenen) Netzwerkstrukturen ausgegründeter Betriebsteile und verselbständigter/neugegründeter Spezialisten, aber auch gänzlich neu entstandene partnerschaftliche Strukturen. Wird diese Fähigkeit zur Geltung gebracht, scheint dies ein besonderer Wettbewerbsvorteil der ostdeutschen Zulieferer zu sein. Generell gewinnen Kooperationen als Reaktion auf Konzentrations- und Globalisierungstendenzen in den Neuen Bundesländern eine zunehmende Bedeutung für die Standortkonsolidierung und Entwicklung (Richter 2000; Richter/Buchner 2004; Lubach/Möhwald/Oldendorf 2004); in der durch eine erhebliche Verflechtung zwischen Herstellern und Zulieferern im Wertschöpfungsprozess geprägten Automobilindustrie sind sie überlebensnotwendig, ebenso aber in hohem Maße konfliktträchtig, von Konkurrenz und Marktkämpfen beherrscht (Bierbaum 2003).

Durch die 1999 gegründete Verbundinitiative der Automobilzulieferer „AMZ 2005“ werden die Anbahnung von Kooperationspartnerschaften für die KMU und der Aufbau von Projektinitiativen unterstützt. Seither konnten Projekte im 2-stelligen Bereich initiiert werden, mit denen Umsatzsteigerungen erzielt und mehrere hundert Arbeitsplätze geschaffen wurden. Weitere Vorhaben sind in Vorbereitung. Erfolgreich konnte insbesondere auf den Aufbau von Kooperationen in Firmen gesetzt werden, die alleine zu klein wären, um in der global organisierten Automobilindustrie konkurrenzfähiger Anbieter zu sein – oft handelt es sich dabei um kleine, junge Unternehmen mit großer Innovationskraft aber geringen Mitteln und Marktverbindungen. Ähnliche Initiativen wurden auch von den Zulieferer-Unternehmen in Thüringen und Sachsen-Anhalt aufgebaut.

Zu den wichtigen Kooperationsinitiativen der Automobilregion Sachsen zählt auch ein Betriebsrätenetzwerk. Seit 4 Jahren arbeiten Betriebsräte aus rund 20 Zuliefererunternehmen in dem Netzwerk zusammen. Sie befassen sich insbesondere mit den oben geschilderten Problemstellungen der Re-Organisation der Zuliefererkette, des Supply Chain Managements innerhalb der Zuliefererpyramide des Standortes und den sozialen Folgen für die Beschäftigten sowie mit Lösungsstrategien für diese Fragen aus der Sicht der ArbeitnehmerInnen. Auch Themenabende mit Spezialthemen wie z.B. Szenarien zukünftiger Energieversorgungssysteme sind Gegenstand der Netzwerkarbeit. Von hier ging die Initiative für die Auseinandersetzung mit den zukünftigen Folgewirkungen der Brennstoffzellentechnologie in diesem Projekt aus.

5 Aktuelle Trends der Brennstoffzellentechnologie im Bereich Fahrzeugantriebe

5.1 Hintergründe

Für eine erfolgreiche Kommerzialisierung von Brennstoffzellen (BZ) ist der Fahrzeugsektor das wichtigste zu betrachtende Anwendungsfeld. Im Vergleich mit stationären Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung verspricht die Anwendung im Fahrzeugsektor wesentlich höhere jährliche Produktionsstückzahlen. Insofern ist auch die Anwendung in Personenkraftwagen besonders interessant.

Die PEM-Brennstoffzelle ist für mobile Anwendungen aufgrund ihrer Kostenreduktionspotentiale, ihrer niedrigen Betriebstemperatur und guten Betriebsdynamik sowie ihrer Eignung für einen emissionsarmen bzw. emissionsfreien Wasserstoffbetrieb für eine Kommerzialisierung zu favorisieren.

Eine erfolgreiche Kommerzialisierung von Brennstoffzellen-PKW setzt voraus, dass die Fahrzeuge in den Nutzungsparametern (z.B. Betriebszuverlässigkeit, Lebensdauer, Geschwindigkeit, Kaltstartvermögen, einfacher Betankungsvorgang usw.) mindestens identisch sind mit heute marktgängigen Fahrzeugen. Dies wird im Weiteren erläutert. Brennstoffzellen-Fahrzeuge die diese technischen Anforderungen erfüllen, bieten darüber hinaus für den Nutzer erhebliche weitere Vorteile insbesondere eine verbesserte Fahrdynamik (*Elektromotor*) sowie einen gesteigerten Fahrkomfort (*Elektrifizierung des Fahrzeuges*).

Ein weiteres wichtiges Kriterium neben den technischen Anforderungen sind die Herstellungskosten. Für mobile Brennstoffzellen werden die Zielkosten heute mit 35 bis 50 Euro/kW_{el} beziffert. Erst wenn diese Produktionskosten erreicht werden ist eine breite Marktdurchdringung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen als realistisch anzunehmen. Dabei wird von uns angenommen, dass wesentlich höhere Anschaffungskosten als für konventionelle PKW die Käuferakzeptanz und damit auch eine breite Markteinführung hemmen würden.

Sind die Kriterien „Technische Parameter“ und „Preis“ erfüllt, erlangen weitere Parameter Gewicht für die Kundenakzeptanz: Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge gelten als innovativ und emittieren - im Gegensatz zu Benzin- oder Dieselfahrzeugen - keine Schadstoffe wie z.B. CO₂ oder NO_x. Damit verbunden ist dann auch ein entsprechendes Image: Entscheiden sich die Kunden für einen Brennstoffzellen-PKW, investieren sie also in eine „neue, saubere, zukunftsorientierte Technik“ – oder sie geben einem konventionell angetriebenen

nen PKW den Vorzug und votieren damit für die „alte, schadstoffbelastete, auf absehbare Zeit auslaufende Technik“.

5.1.1 Beschreibung der Brennstoffzellentechnologie

Die Brennstoffzelle erzeugt direkt aus der im Brennstoff chemisch gespeicherten Energie über die elektrochemische Energieumwandlung sehr effizient elektrischen Strom. Anders als bei konventionellen Wandlungstechnologien wie beim Verbrennungsmotor, der Gasturbine und einem thermischen Brenner müssen dabei nicht die mit Verlusten verbundenen Umwege über eine Wärmeerzeugung und mechanisch-physikalische Stromerzeugung erfolgen. Die Besonderheiten der Brennstoffzellentechnologie sind im Folgenden zusammengestellt:

- Wirkungsgrad nahezu unabhängig von Systemleistung (Elektrokatalyse ist ein „Oberflächeneffekt“ und kein „Volumeneffekt“),
- hoher elektrischer Wirkungsgrad auch bei Teillast,
- kraft- bzw. brennstoffflexibel durch Reformer,
- extreme Modularität („Vieltechnologie“ nicht „Großtechnologie“),
- geringe Geräuschemissionen, bewegte Teile nur in Peripherie (wartungsfreundlich),
- weites Einsatzfeld (Synergien),
- Kostenreduktion durch hohe Stückzahlpotenziale
- geeignete Technologie für einen schrittweisen Übergang zu erneuerbaren Energien (benötigter Wasserstoff kann sowohl aus fossilen wie erneuerbaren Energien gewonnen werden).

In dieser Betrachtung werden PEM-Niedertemperatur-Brennstoffzellen favorisiert und deren Kommerzialisierungspotenziale näher verfolgt und beschrieben. Heute arbeiten nahezu alle Fahrzeughersteller an diesem Brennstoffzellen-Typ. Erste kostengünstige, seriengefertigte Systeme wurden von mehreren Herstellern für das Jahr 2010 angekündigt.

5.1.2 Kostenreduktionspotenziale

Der entscheidende Weg zur Kostenreduktion ist die einfache und kostengünstige Massenfertigung. Erst mit hohen Produktionsvolumina und damit einhergehend automatisierten Fertigungsabläufen können die Stückkosten entscheidend reduziert werden.

Bei der Betrachtung möglicher Kostenreduktionspotenziale von Brennstoffzellen-PKW kann grundsätzlich zwischen zwei Bereichen unterschieden werden, den

- konventionellen Systemkomponenten, wie Elektromotoren, Leistungsregelung, Stromnetze (Bordelektronik mit z.B. 42 Volt-Netz und Antriebselektrik, z.B. 500 Volt), Wechselrichter/Gleichrichter, Pumpen, Sensorik, Kühler, usw.

und

- Brennstoffzellen-Stackkomponenten, wie Bipolar-Platten (aus Metall, Kohlenstoffverbundmaterial oder Kunststoff), Membrane, Katalysatoren, Endplatten usw.

Gerade für die Fertigung qualitativ hochwertiger Brennstoffzellen-Stackkomponenten zu niedrigsten Kosten spielen hohe Stückzahlen eine entscheidende Rolle. Synergien mit anderen Anwendungen (bspw. stationäre Anwendungen) helfen frühzeitig Kosten für Komponenten zu reduzieren. Beispielsweise haben Automobilhersteller bereits damit begonnen ihre Brennstoffzellen-Stack auch in stationären Anwendungen zu installieren und kündigten an, in den nächsten Jahren derartige Anlagen zur dezentralen Strom- und Wärmeerzeugung zur Marktreife zu führen. Diese Anwendungen tolerieren wesentlich höhere Marktpreise von ca. 1250 bis 1500 EUR/kW_{el} - gegenüber angestrebten 50 EUR/kW_{el} im mobilen Bereich. Daher sehen einige Fahrzeughersteller ein Engagement auch im Bereich stationärer Anwendungen als Chance für eine frühere Kommerzialisierung ihrer Entwicklungen.

Entscheidend für eine erfolgreiche Kostenreduktion von Brennstoffzellen-Stacks wird neben der Reduktion der Kosten für Bipolar-Platten vor allem die für Polymermembranen und deren Katalysatoren liegen. Hier spielt vor allem die chemische Industrie eine große Rolle. Mit ihrem Know how kann bspw. diese Industrie bei der Fertigung von Membranen und Bipolar-Platten sowie bei Beschichtungstechniken helfen und zum Erreichen entscheidender Kostenreduktionsdurchbrüche beitragen.

5.2 Markteinführung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen

5.2.1 Wann werden Brennstoffzellen-Fahrzeuge in den Massenmarkt eingeführt?

Bevor Brennstoffzellen in den Massenmarkt eingeführt bzw. mit der Serienproduktion begonnen werden kann muss diese Technologie den hierfür benötigten technischen Reifegrad erlangen sowie das Erreichen der geforderten Produktionskostenziele nachgewiesen werden.

Die dabei an das Brennstoffzellen-Fahrzeug gestellten grundlegenden technischen Anforderungen umschließen im Wesentlichen folgende Parameter:

- Spezifische Leistungsdichte (kW_{el}/Liter bzw. kW_{el}/kg),
- Leistung - absolut (heute in der Regel zwischen 50 und 90 kW_{el}),

- Lebensdauer (5 000 Stunden, 10 Jahre),
- Systemdynamik (Beschleunigung in Bruchteilen einer Sekunde; volle Systemleistung ohne Verzögerungen),
- Start-Dynamik (Kaltstart bei z.B. -20°C),
- Reichweite pro Tankfüllung (> 500 km)
- und vieles anderes mehr.

Dabei müssen diejenigen technischen Anforderungen auf Systemebene erfüllt werden, die für eine einfache Massenfertigung konzipiert sind. Das heißt. u.a., dass diese Systeme eine hohe Skalierbarkeit aufweisen und somit für verschiedenste Fahrzeugmodellreihen zur Verfügung stehen. In der Vergangenheit konnten in jeweils verschiedenen Prototypen einzelne technische Ziele bereits erreicht werden, wie z.B. eine Reichweite bis zu 500 km oder eine Lebensdauer von mehr als 5 000 Stunden. Allerdings wiesen diese Laborprototypen-Systeme jeweils nur einzelne und nicht alle erforderlichen Parameter in Summe auf.

Zielkosten für Brennstoffzellen liegen heute bei 35 bis 50 EUR/kW_{el}. Erst wenn sichergestellt ist, daß diese Zielkosten durch entsprechende Massenproduktion auch erreicht werden können, bestehen die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Kommerzialisierung technisch ausgereifter Systeme. Dabei sind Produktionszahlen bzw. jährlich verkaufte Stückzahlen von entscheidender Bedeutung. Mit steigenden Stückzahlen können Produktionskosten reduziert und Zielkosten endgültig erreicht werden.

5.2.2 Wie werden Brennstoffzellen-Fahrzeuge in den Massenmarkt eingeführt?

Bei der Fragestellung wie und wann Brennstoffzellen-PKW in den Massenmarkt eingeführt und kommerziell vertrieben werden, wird oft von folgender Annahme ausgegangen:

Es wird sich um eine „schleichende Einführung“ über einen längeren Zeitraum handeln, d.h. dass die gefertigten Brennstoffzellen-Fahrzeuge parallel zu herkömmlichen PKW mit Verbrennungsmotor den Kunden zum Verkauf angeboten werden.

Viele Brennstoffzellen-Einführungsszenarien gehen deshalb von jährlich sehr geringen Zuwachsraten von neuen Brennstoffzellen-Systemen aus. Dies dürfte jedoch sehr schwer in der Praxis nachzuvollziehen sein. Die Theorie einer „schleichenden“ Einführung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen über viele Jahre (Jahrzehnte) kann nicht im wirtschaftlichen Interesse der Industrie sein. Ebenso kann ein über lange Zeiträume subventionierter Verkauf von mehreren tausend Fahrzeugen nicht als plausible Annahme für weitere Betrachtungen angesehen werden.

tungen unterstellt werden. Eine „schleichende“ Brennstoffzellen-Einführung bzw. Produktion von z.B. wenigen Tausend Brennstoffzellen-PKW pro Jahr und pro Hersteller über zehn oder zwanzig Jahre hinweg kann nicht zu den notwendigen Kostendegressionseffekten führen.

Vielmehr ist anzunehmen, dass limitierte Kleinstserien innerhalb einer begrenzten Vor-Serienentwicklung (< 100 Stück) solange exklusiv gefertigt werden bis der erforderliche technische Reifegrad in vollem Umfang erreicht ist. Parallel dazu werden die Technologien entwickelt, die eine spätere Serienfertigung unter Einhaltung der Kostenziele zulassen. Erst wenn diese beiden Parameter erfüllt sind, ist die Aufnahme der eigentlichen Fertigung zu erwarten. Der Anteil der PKW mit Brennstoffzellenantrieb wird dann in der Fertigung wie auch bei den Neuzulassungen sehr schnell zunehmen. Bei der Einführung von massengefertigten Brennstoffzellenfahrzeugen, zu englisch *Fuel Cell Vehicles* (FCV), wird es sich somit um eine rasche, marktdominierende Einführung handeln:

Kostengünstig massenproduzierte Brennstoffzellen-Fahrzeuge werden PKW mit Verbrennungsmotoren innerhalb eines kurzen Zeitraumes ablösen und verdrängen.

Im Folgenden soll diese Aussage weiter untersetzt werden.

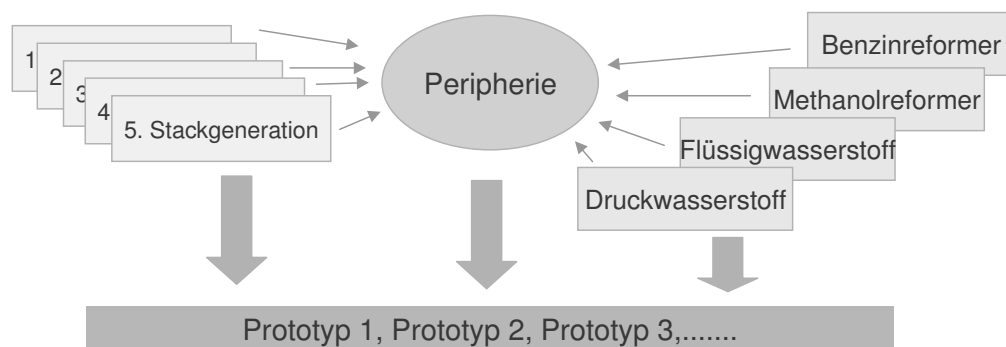


Abbildung 4: Konzept-Phase der Brennstoffzellen-Prototypen-Entwicklung

5.2.3 Entwicklungsphasen

Konzept-Phase

In den letzten Jahren wurden von unterschiedlichen Fahrzeugherstellern Brennstoffzellen-Fahrzeugprototypen getestet bzw. der Öffentlichkeit präsentiert. **Abbildung 4** veranschaulicht diese Entwicklungsphase: Es wurden mit den einzelnen Prototypen auf der einen Seite Brennstoffzellen-Stacks weiterentwickelt und getestet (verschiedene Stackgenerationen). Auf der anderen Seite wurden unterschiedliche Brennstoffversorgungs-konzepte und -strategien (z.B. Entwicklung eines Benzin- oder Methanolreformers) zugrunde ge-

legt. Entsprechend der gewählten Brennstoffversorgung und der Stackanforderungen (z.B. mit erforderlichen Befeuchtung und Entfeuchtung, Kompressoren für Hochdruckbetrieb, Spezialkühler und Pumpen, usw.) mußte für jeden handgefertigten Einzelprototypen die Systemperipherie angepaßt werden.

Die in der Öffentlichkeit wahrgenommenen, von den Fahrzeugherstellern entwickelten Prototypen waren Einzelanfertigungen, zusammengesetzt aus verschiedenen Stacks, Brennstoffversorgungskonzepten und Peripheriekomponenten. Diese Systeme dienten neben der notwendigen Sammlung von technischen Daten und Erfahrungen zunächst dem generellen Nachweis, dass die gestellten Teilziele prinzipiell mit dieser Technologie erreichbar sind (Lebensdauer, Reichweite, Beschleunigung, Frostsicherheit) und trugen auch zur Strategiefindung für die Wahl des richtigen Systemkonzepts für eine erfolgreiche Kommerzialisierung bei.

Tabelle 2 gibt einen historischen Überblick über bereits entwickelte Brennstoffzellen-PKW-Einzelprototypen einiger ausgewählter Fahrzeughersteller.

Prototypen-Phase

Aus den Entwicklungserfahrungen dieser Konzept-Phase wählten die Fahrzeughersteller ein Brennstoffversorgungs- bzw. Prototypenkonzept aus und optimieren dessen Design nun bereits zur technischen Reife mit Blick auch auf eine zukünftige Massenfertigung,

| | Bis 1997 | 1998-1999 | 2000 | 2001/2002 |
|--------|---|---|--|---|
| Toyota | FCEV (1996) Metallhydrid 175 km Reichweite 20 kW _{el} PEMFC | Mock-up (1999) Metallhydrid PEMFC | | FCHV-3 (2001) Metallhydrid 300 km Reichweite 90 kW _{el} PEMFC |
| | FCHV-2 (1997) Methanol 25 kW _{el} PEMFC | | | FCH-4 (2001) CGH ₂ (25 MPa) 250 km Reichweite 90 kW _{el} PEMFC |
| | | | | FCH-5 (2001) Benzin 90 kW _{el} PEMFC |
| Honda | | FCX (1999) Methanol 60 kW _{el} PEMFC | FCX-3 CGH ₂ (35 MPa) 160 km Reichweite 60 kW _{el} PEMFC | FCX-4 (2001) CGH ₂ (35 MPa) 300 km Reichweite 60 kW _{el} PEMFC |
| | | FCX-1 (1999) Metallhydrid 60 kW _{el} PEMFC | | |
| | | FCX-2 (1999) Methanol 60 kW _{el} PEMFC | | |

| | | | | |
|-----------------|--|--|---|--|
| GM | Electro Van (1967) LH ₂ 200 km 5 kW _{el} PEMFC | Opel Sintra (1998) Methanol – Konzept | Hydrogen 1 LH ₂ 400 km Reichweite 75 kW _{el} PEMFC | Chevrolet S10 (01) Benzin 25 kW _{el} PEMFC |
| | | FC – EV 1 (1998) Methanol+Batterien 480 km Reichweite | Precept concept Chemisch-Hydride 800 km Reichweite 100 kW _{el} PEMFC | Shanghai-Phoenix Hybrid (2001) CGH ₂ |
| | | Opel Zafira FCV (98) Methanol 2x25 kW _{el} PEMFC | | Hydrogen 3 LH ₂ 400 km Reichweite 94 kW _{el} PEMFC |
| | | | | Hydrogen 3 CGH ₂ (70 MPa) 270 km Reichweite 94 kW _{el} PEMFC |
| | | | | Autonomy Concept (2002) CGH ₂ PEMFC |
| | | | | HyWire (2002) CGH ₂ PEMFC |
| DaimlerChrysler | NeCar1 (1994) CGH ₂ (30 MPa) 130 km Reichweite 50 kW _{el} PEMFC | Jeep Com. (1998) Benzin Reformer Konzept Fahrzeug 30 kW _{el} PEMFC | NeCar 5 Methanol 75 kW _{el} PEMFC | Jeep Commander 2 Methanol + Batterie 50 kW _{el} PEMFC |
| | NeCar2 (1996) CGH ₂ (25 MPa) 250 km Reichweite 2x25 kW _{el} PEMFC | NeCar4 (1999) LH ₂ 450 km Reichweite 70 kW _{el} PEMFC | NeCar4 ^{advanced} CGH ₂ (35 MPa) 200 km Reichweite 75 kW _{el} PEMFC | Mercedes Sprinter CGH ₂ (25 MPa) 150 km Reichweite 75 kW _{el} PEMFC |
| | NeCar3 (1997) Methanol 400 km Reichweite 50 kW _{el} PEMFC | | | NeCar 5.2. Methanol 480 km Reichweite 75 kW _{el} PEMFC |
| | | | | DC-Natrium Sodium Borhydrid 500 km Reichweite 75 kW _{el} PEMFC |

Legende - Tabelle:

Wasserstoffspeicher: CGH₂ (Komprimierter Wasserstoff)/ LH₂ (Flüssigwasserstoff)

Weitere Wasserstoffspeicher: Metallhydrid / Chemische Hydride / Natrium-Borhydrid

Methanolspeicher / mit Reformer

Benzinspeicher / mit Reformer

Ausgewählte Konzepte für mögliche spätere Serienfertigung

Tabelle 2: Übersicht BZ-Fahrzeugentwicklung in der „Konzept-Phase“

(siehe in **Tabelle 2** dunkelgrau hinterlegte Angaben). Hinsichtlich der grundsätzlichen Systemauslegung haben sich die Fahrzeughersteller dabei seit einigen Jahren auf die Entwicklung und Kommerzialisierung von wasserstoffversorgten PEM-Brennstoffzellen-Fahrzeugen fokussiert.

Testserien-Phase

In dieser Phase werden die weiterentwickelten Prototypen in kleinen Testflotten unter Alltagsbedingungen getestet. Dabei wird es wichtig sein, wenige Fahrzeuge zu produzieren um die Entwicklungskosten so gering wie möglich zu halten. Eventuelle Weiterentwicklungen und Veränderungen können somit in einem revolvierenden Entwicklungsverfahren schnell durchgeführt werden ohne zu diesem Zeitpunkt bereits zusätzliche Produktionsanlagen errichten bzw. umbauen zu müssen oder u.U. viele Fahrzeuge vom Markt zurückrufen zu müssen. In dieser Phase werden die Prototypen zur Serienreife entwickelt. Ergebnisse aus Feldtests fließen direkt in die Weiterentwicklung zurück.

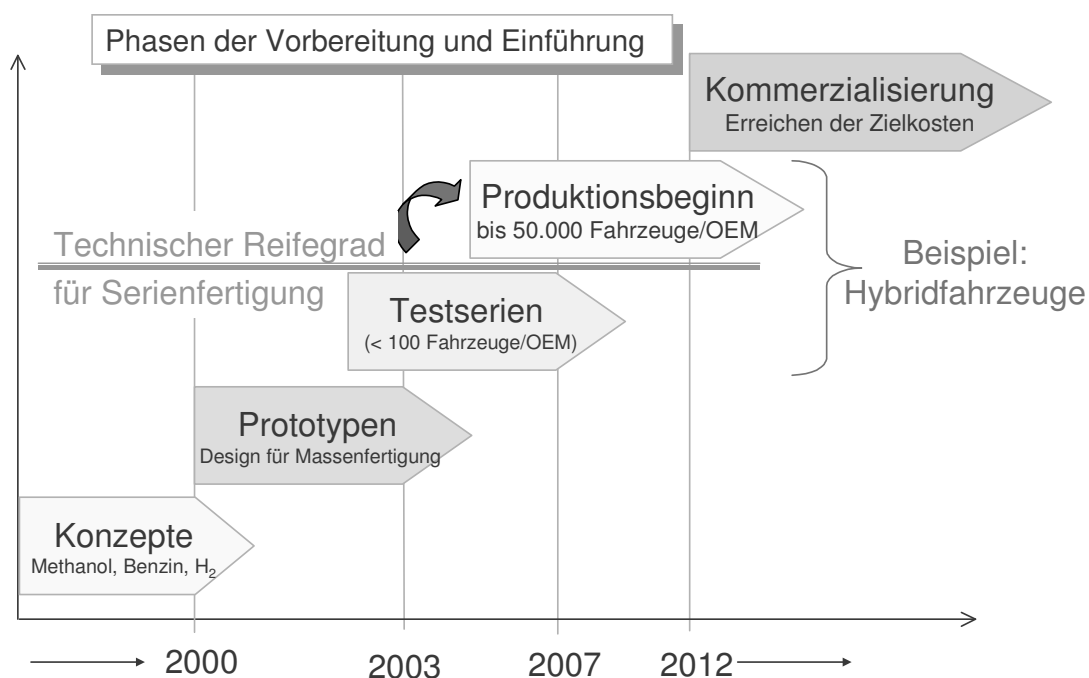


Abbildung 5: Phasen der Brennstoffzellen-Entwicklung bis zur Kommerzialisierung

5.2.4 Beginn der Serienproduktion und Kommerzialisierung

Sind die Voraussetzungen für den Beginn der Massenfertigung erfüllt (siehe oben in **Kapitel 5.2.1**), kann mit der Produktion für den Markt begonnen werden.

Es ist dabei von großer Wichtigkeit, daß diese Phase möglichst kurz ist, d.h. die Steigerung der Produktionskapazitäten und des jährlichen Absatzes müssen exponentiell verlaufen um Kosten und Verluste gering zu halten. In dieser Phase können Zielkosten noch nicht erreicht werden, da hierfür die produzierten Stückzahlen noch nicht ausreichen.

Mit der Kommerzialisierung wird schließlich die Phase beschrieben, in der die Zielkosten erreicht werden können, d.h. in dieser Phase können Brennstoffzellen-Fahrzeuge zu kon-

kurrenzfähigen Kosten produziert und damit dann auch zu konkurrenzfähigen Preisen – im Vergleich mit konventionell angetriebenen Fahrzeugen – verkauft werden.

5.2.5 Hybridfahrzeuge – ein möglicher Weg zum Brennstoffzellenantrieb

Die Hybridtechnologie (hier: Verbrennungsmotor in Verbindung mit einem weiteren elektrischen Antrieb) findet derzeit Eingang in die Großserienfertigung von PKW. Vorreiter dieser Entwicklung sind vor allem japanische Automobilhersteller, aber auch europäische Hersteller haben angekündigt, diese Technologie in bestimmten Baureihen künftig anzubieten.

Die Einführung des Hybridantriebs ermöglicht eine schrittweise Entwicklung und Einführung einzelner Komponenten (beispielsweise Elektromotoren als Traktionsmotor), die dann auch bei der Fertigung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen benötigt werden. Somit sind bei einem Beginn der Serienfertigung einzelne Komponenten bereits erprobt und in Serienprodukten im Einsatz.

Gegenwärtig bringen japanische Unternehmen mit jedem Jahr eine größere Anzahl von Hybridfahrzeugmodellen (Verbrennungs- und Elektromotor kombiniert) in den Markt. Bis

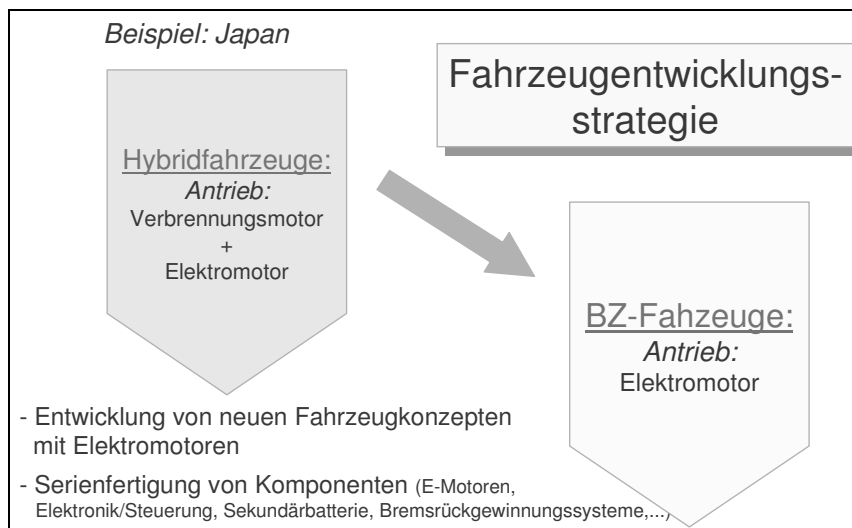
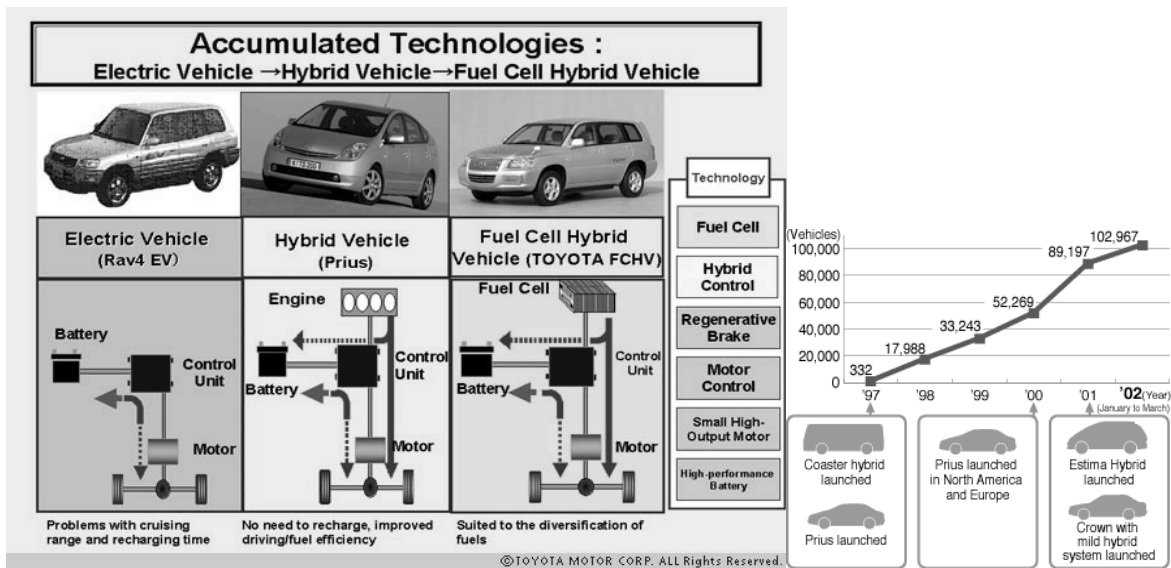


Abbildung 6: Entwicklungsstrategie Brennstoffzellenantrieb

2012 will Toyota alle eigenen PKW-Modelle auf Hybridbetrieb umstellen – ein erster Schritt weg vom reinen Verbrennungsmotor.

Diese Hybridfahrzeuge mit Elektromotoren können dann zukünftig als Plattformen für die geplanten Brennstoffzellen-PKW dienen. Allein innerhalb der kommenden zwei Jahre



(Links: Hybridfahrzeuge dienen schon heute zur Erprobung neuer Komponenten und zur Serienfertigung neuer Elektrofahrzeugplattformen; Beispiel: Toyota Prius der als Basis für das Toyota BZ-Fahrzeug „FCHV“ dient. Rechts: Innerhalb von fünf Jahren produzierte und verkaufte Toyota über 100.000 Hybridfahrzeuge. Bis heute erwarben sogar über 150.000 Kunden das Hybridfahrzeug „Prius“. (Bildquelle: Toyota Motor Corp.)

Abbildung 7: Einführung von Hybridfahrzeugen

plant der größte japanische Automobilhersteller seine Hybridfahrzeugproduktion auf jährlich 300.000 Exemplare zu erhöhen.

Heute werden Brennstoffzellen-PKW parallel zu diesen „Teil-Elektrofahrzeugen“ (Hybrid) entwickelt, wobei das eigentliche Brennstoffzellen-Aggregat wiederum parallel auch in anderen Anwendungen z.B. stationären Anlagen getestet wird.

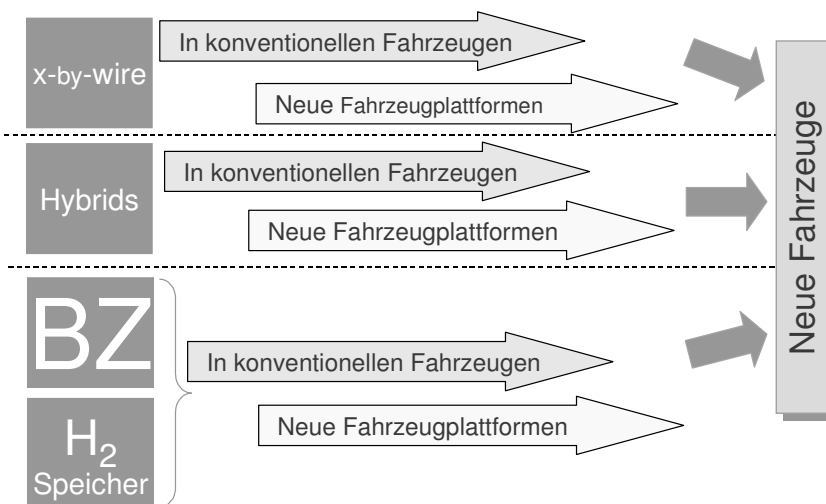


Abbildung 8: Strategische Entwicklungslinien neuer Fahrzeugkonzepte

5.2.6 Neue Fahrzeugkonzepte und Brennstoffzellenantrieb

Ein genereller Trend in der Fahrzeugentwicklung ist die zunehmende „Elektrifizierung des Fahrzeugs“. Dahinter steht eine stetig wachsende Zahl von Stromverbrauchern im Fahrzeug, bedingt einerseits durch eine wachsende Zahl von Ausstattungsfeatures und andererseits fortschreitende Ablösung bislang mechanisch angetriebener Nebenaggregate (Lenkhilfe, Kupplungshilfe) durch solche mit elektrischem Antrieb. Dabei stehen diese Entwicklungen erst am Anfang. Elektrische Brems- und Lenksysteme sind in Vorbereitung. Mit dem dabei angestrebten Verzicht auf die bislang übliche mechanische Verbindung der Systeme zum Fahrer, ergeben sich völlig neue Freiheitsgrade für die Konfiguration von Fahrzeugen. Erste Prototypen, die diese Technologien nutzen, wurden auch der Öffentlichkeit bereits vorgestellt (HyWire von General Motors oder Fine-S von Toyota). Auf die strategische Funktion der Hybridfahrzeuge als Plattform für spätere Brennstoffzellen-Fahrzeuge wurde schon im vorherigen Kapitel eingegangen.

5.3 Einführungsstrategien

Einem Einführungsszenario zur Betrachtung und Abschätzung eines zukünftigen Fahrzeugbestandes mit Brennstoffzellenantrieb werden von uns Annahmen über jährliche Neuzulassungen/Abmeldungen bzw. angekündigte Produktionsvolumina von Herstellern mobiler Brennstoffzellen-Systeme zugrunde gelegt.

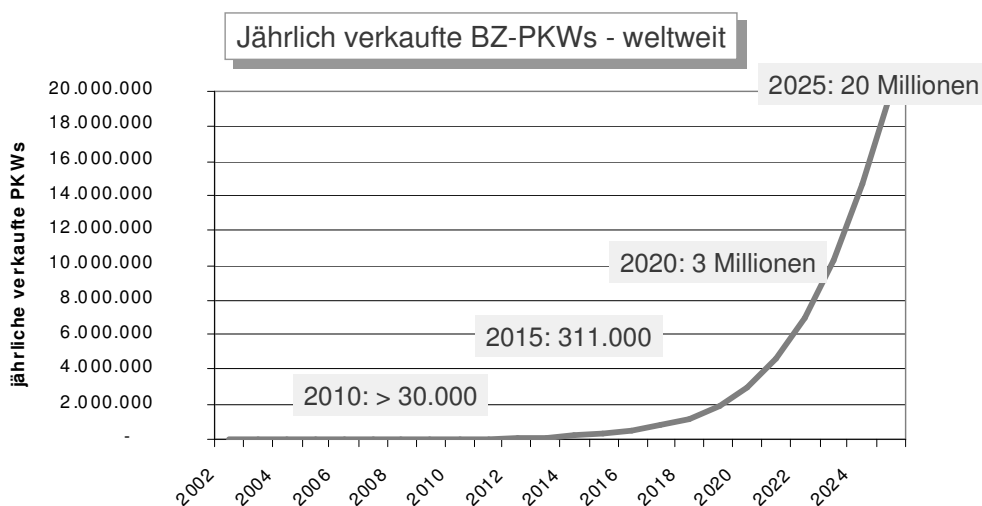


Abbildung 9: Annahme für jährlich verkaufte Brennstoffzellen-PKW bei einem Beginn der Massenfertigung um 2010

In Japan ist eine kommerzielle Einführung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen unter staatlicher Lenkung für die kommenden zwanzig Jahre geplant. Dazu ist vorgesehen, zwischen

2005 und 2010 die ersten 50.000 Brennstoffzellen-PKW auf Japans Straßen einzuführen. In einem nächsten Schritt soll in dem darauffolgenden Zeitraum 2010 bis 2020 diese Zahl bis auf 5 Millionen weiter erhöht werden (NEDO 2002, S.2).

In Nordamerika haben ebenfalls Fahrzeughersteller angekündigt bis zum Jahre 2010 jeweils ca. 50.000 Brennstoffzellen-PKW an Kunden zu verkaufen¹¹.

Europäische Automobilbauer sind zurückhaltender in ihrer Aussage und Zielsetzung, erwarten jedoch ebenfalls zwischen 2010 und 2015 den Beginn einer weltweiten Kommerzialisierungswelle von Brennstoffzellen-PKW.

Das Beispiel des Hybridantriebs macht deutlich, wie rasch neue Technologien eingeführt werden können. In Japan wurden nach einer Testphase in der nur wenige Fahrzeuge jährlich produziert wurden (z.B. nur ca. 20 Stück/Jahr) innerhalb von vier Jahren (zwischen 1997 und 2001) die Verkaufszahlen auf ca. 50.000 Exemplare erhöht. Seit 1997 konnte der japanische Autohersteller seine Absatzzahlen für den neuen Hybrid-PKW Prius bis heute auf über 150.000 Stück erhöhen.

Der Verlauf der Einführung moderner Technologien zeigt zumeist nach einem zunächst langsameren Anstieg eine exponentielle Entwicklung mit anschließend linearem Sättigungsverlauf. So konnte das TV beispielsweise innerhalb von ca. eineinhalb Jahrzehnten fast alle U.S. Haushalte erobern. Für die Einführung von Brennstoffzellen-PKW kann aus den vorgenannten Gründen eine ähnliche Entwicklung erwartet werden. Setzt man dies zudem in Bezug zur wachsenden Zahl von Herstellern, die inzwischen einen Produktionsbeginn für den Massenmarkt um das Jahr 2010 ankündigen und zu den üblicherweise notwendigen Vorlaufzeiten für die Organisation der Produktion wird deutlich, daß Überlegungen für eine strategische Anpassung der heute bestehenden KFZ-Zulieferindustrie in den nächsten Jahren immer drängender werden.

5.4 Betrachtung weiterer Rahmenbedingungen

Aufbau und Betrieb von Infrastrukturen – insbesondere der Betankungsinfrastruktur – ist nicht unmittelbares Betätigungsfeld der Kraftfahrzeughersteller bzw. der Zulieferindustrie. Da aber in der Diskussion um die Einführung von Brennstoffzellenfahrzeugen Aspekte der Infrastruktur eine große Rolle spielen, soll in den folgenden Abschnitten zumindest auf einige Fragestellungen und Entwicklungen eingegangen werden.

¹¹ GM/Opel: bis 2010: 50.000 bis 100.000 BZ-PKW
Ford: bis 2010: 50.000 BZ-PKW

5.4.1 Infrastruktur

Mit der Einführung von Kraftfahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb stellt sich zugleich die Frage nach der notwendigen Betankungs-Infrastruktur. Der Zusammenhang „Ohne eine ausreichende Anzahl von Tankstellen lassen sich Brennstoffzellenfahrzeuge nicht im Markt einführen und ohne Brennstoffzellenfahrzeuge wird es keine Infrastruktur geben“ wird oft als wesentliches Hemmnis für die Markteinführung von Brennstoffzellenfahrzeugen diskutiert. Die zunächst forcierte Entwicklung von Fahrzeugen, die den benötigten Wasserstoff an Bord herstellen (u.U. aus flüssigen Kraftstoffen, womit die Hoffnung auf nur geringe Modifikationen der Tankstelleninfrastruktur verbunden war), wurde inzwischen weitgehend aufgegeben. Die Integration eines komplizierten, zusätzlichen Systems zur Aufbereitung des für den Betrieb der Brennstoffzelle notwendigen Wasserstoffs an Bord der Fahrzeuge, erwies sich als hinderlich auf dem Weg zu einem Brennstoffzellenfahrzeug, das konventionellen PKW in den Nutzungs- und Leistungsparametern mindestens ebenbürtig sein soll.

Die direkte Betankung mit Wasserstoff hingegen erfordert den Aufbau einer grundsätzlich neuen Tankstelleninfrastruktur. Der Aufbau einer solchen Infrastruktur ist finanziell aufwändig und braucht Zeit. Andererseits wird die Akzeptanz von Brennstoffzellenfahrzeugen natürlich auch von einer funktionierenden und in ihrer Dichte akzeptablen Infrastruktur abhängen. Wenn die derzeitigen Annahmen zutreffen, dass ab 2010 Brennstoffzellenfahrzeuge in den Markt eingeführt werden, so müssen bis dahin erste infrastrukturelle Voraussetzungen für die Versorgung mit Wasserstoff geschaffen sein. Um den Knoten (ohne Infrastruktur keine Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb und ohne Brennstoffzellenfahrzeuge keine Infrastruktur) aufzulösen, bedarf es entsprechender politischer Unterstützung und Rahmenbedingungen.

Vor allem in den USA und in Japan wurden die dazu notwendigen Schritte bereits eingeleitet. So werden in Japan seit einigen Jahren Wasserstofftankstellen errichtet (allein im Großraum Tokio werden bis Ende 2004 mehr als zehn existieren), mit dem Ziel bis zum Jahr 2020 den Aufbau einer flächendeckenden Tankstelleninfrastruktur abzuschließen. Dabei werden zunächst in den Ballungsräumen schrittweise Tankstellennetze errichtet, von denen ausgehend dann eine flächendeckende Versorgungsstruktur geschaffen werden soll. In den USA hat der Bundesstaat Kalifornien eine Vorreiterrolle eingenommen: In den nächsten Jahren bis 2010 sollen 200 Wasserstofftankstellen in Kalifornien errichtet werden. Andere Bundesstaaten bereiten ähnlich ambitionierte Programme vor.

5.4.2 Aktivitäten der Europäischen Kommission

Auch in Europa gehen inzwischen von der Europäischen Kommission klare Signale zur Förderung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien aus. Angeregt auch durch die Fortschritte in den USA und Japan sollen vor allem die Aktivitäten der einzelnen Staaten der EU koordiniert und gebündelt werden. Nach verschiedenen Vorlaufaktivitäten wurde im Januar 2004 im Rahmen einer zweitägigen Konferenz die „Europäische Wasserstoff- und Brennstoffzellen Technologieplattform“¹² gegründet, ins Leben gerufen von Kommissionspräsident Romano Prodi sowie den Kommissaren Philippe Busquin (Generaldirektion Forschung) und Loyola de Palacio (Generaldirektion Energie und Verkehr). Die Technologieplattform soll beitragen zur Entwicklung einer langfristigen Wasserstoff- und Brennstoffzellenstrategie, die den Übergang zu einer wasserstofforientierten Wirtschaft unterstützt. Ein Schwerpunkt ist auch hier die Frage der Schaffung notwendiger Infrastrukturen.

Von grundsätzlicher Bedeutung ist zudem die Einordnung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien durch die Europäische Kommission im Rahmen der Europäischen Wachstumsinitiative¹³, veröffentlicht im Herbst 2003. Explizit werden darin diese Technologien zu einem der hauptsächlichen Aktivitätsfelder für die kommenden Jahre erklärt. Es ist davon auszugehen, dass sich dies auch in den künftigen EU-Forschungsprogrammen (u.a. 7. EU-Rahmenprogramm) niederschlagen wird.

Daneben werden bereits verschiedene, maßgeblich von der EU geförderte, Demonstrationsprojekte, die auch den Aufbau von Infrastrukturen beinhalten umgesetzt bzw. sind in Vorbereitung. So werden im Projekt CUTE (**C**lean **U**rban **T**ransport for **E**urope)¹⁴, das sich der Erprobung von Brennstoffzellen-Bussen unter Alltagsbedingungen widmet, zugleich Wasserstofftankstellen in 10 europäischen Großstädten errichtet. Dabei sollen unterschiedliche Systeme der Wasserstofferzeugung und Fahrzeugbetankung eingesetzt und somit unter alltagsähnlichen Bedingungen erprobt werden.

Im Rahmen des Projekts HYCOM (**H**ydrogen **C**ommunities) soll in ausgewählten Regionen der EU die Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff – auch in mobilen Anwendungen – unter Alltagsbedingungen demonstriert werden. Das Vorhaben dient neben der technischen Erprobung auch der Akzeptanzentwicklung der Wasserstofftechnologien in der Bevölkerung.

¹² http://europa.eu.int/comm/research/energy/nn/nn_rt_htp1_en.html

¹³ http://europa.eu.int/comm/commissioners/prodi/pdf/growth_initiative_de.pdf

¹⁴ <http://www.fuel-cell-bus-club.com/brochure1pdf> sowie unter http://europa.eu.int/comm/energy_transport/en/prog_cut_en.html

6 Chancen und Herausforderungen möglicher Entwicklungsperspektiven der Diversifizierung in die Brennstoffzellentechnologie

6.1 Derzeitige Entwicklungsaktivitäten im Freistaat Sachsen

Entwicklungsaktivitäten im Zusammenhang mit der Brennstoffzellentechnologie sind in Sachsen bislang eher auf dem Gebiet der stationären Anwendungen zu beobachten. Insbesondere Systeme zur Hausenergieversorgung sind Gegenstand von Forschungs- und Entwicklungsthemen von Hochschulen, Forschungsinstituten sowie Unternehmen und Technologietransfereinrichtungen an verschiedenen Standorten. Teilweise sind diese Einrichtungen auch in überregionale Kooperationsbeziehungen eingebunden. Neben anderen Akteuren bemüht sich insbesondere die Wirtschaftsinitiative Wasserstoff Dresden (WWD) um eine Bündelung und Koordinierung der einzelnen Aktivitäten.

Aussichtsreiche Entwicklungen auf dem Gebiet mobiler Anwendungen von Brennstoffzellen und hier speziell als Antrieb für Kraftfahrzeuge, sind bislang nicht bekannt. Auch für die sächsische Kfz-Zulieferindustrie spielt der bevorstehende technologische Wandel derzeit kaum eine Rolle in strategischen Überlegungen. Bedingt ist dies dadurch, dass die in der Region vertretenen OEM keine erkennbaren Signale hinsichtlich dieses Innovationsfeldes an die sächsische Kfz-Zulieferindustrie senden. Nur sporadisch befassen sich einzelne, spezialisierte Unternehmen bislang mit der Thematik, meist ausgehend von eigenen strategischen Überlegungen. Aufgrund der Bindung im Tagesgeschäft und den damit verbundenen strukturellen Ressourcenengpässen ist es hochgradig kompliziert, perspektivisch auch entsprechende Aktionsfelder zur Entfaltung zu bringen. So ist den an der Studie beteiligten Unternehmen zufolge generell davon auszugehen, dass sich trotz bereits absehbarer Anpassungserfordernisse für die Zulieferer bislang nur wenige Akteure mit der Thematik vertieft befassen konnten.

Um dem Veränderungspotential der Brennstoffzellentechnologie insgesamt gerecht zu werden, sollte bei einer Betrachtung möglicher industriepolitischer Perspektiven für die Region nicht nur die KFZ-Branche berücksichtigt werden. So sind Einsatzfälle für Brennstoffzellensysteme auch in anderen mobilen Zusammenhängen (Schienefahrzeugbau) absehbar. Vor allem aber werden Brennstoffzellen Eingang finden in eine Vielzahl von portablen und stationären Anwendungen, so daß über die Fahrzeugbranche hinaus Auswirkungen auch auf andere industrielle Bereiche der Region wahrscheinlich sind.

Auch für mobile Anwendungen, bei denen Komplexität des Antriebs sowie die Arbeitsteiligkeit in der Fertigung geringer sind, bestehen durchaus Chancen für den zukünftigen Aufbau spezialisierter antriebstechnologischer Produktionskapazitäten. Dies betrifft zum einen den Bereich der Zweiradfahrzeuge sowie sonstige Fahrzeuge mit kleinen Antriebsleistungen.

U.a. befassen sich an der Studie beteiligte Unternehmen mit strategischen Überlegungen zum Einsatz von Brennstoffzellen in Fahrrädern, Scootern etc. sowie in Fahrzeugen für mobilitätseingeschränkte Personen. Hier gilt es insbesondere, tragfähige Entwicklungspartnerschaften zu bilden und das Innovationsmanagement für bereits vorhandene Märkte aufzubauen. Damit könnten die notwendigen Entwicklungsarbeiten abgesichert werden, um die technologische Reife herzustellen sowie die Vermarktung zielstrebig vorzubereiten.

Dieser Bereich mobiler Anwendungen ist damit potenziell ein Feld für die Diffusion der Brennstoffzellentechnologie in der Region. Insbesondere für die Branchen Zweiradfahrzeugbau / Elektrotechnik / Elektronik können sich daraus neue Geschäftsfelder, nicht nur im Bereich Forschung und Entwicklung sondern auch mit Blick auf eine spätere Fertigung ergeben. Hinzu kommt, dass lokale Akteure und die Staatsregierung über ausreichende Entscheidungskompetenzen verfügen, um wesentliche Rahmenbedingungen für erste Aktivitäten zur Markteinführung zu sichern. Allerdings ist die Branche Zweiradfahrzeuge gegenüber der klassischen Kfz-Zulieferindustrie von untergeordneter Bedeutung hinsichtlich Arbeitsplatzpotenzial und Wertschöpfung.

Damit stellt sich die Frage, welche Relevanz die neue Technologie überhaupt für den Fahrzeugbau und die Industrie insgesamt in der Region gewinnen wird.

6.2 Potenzielle Betroffenheit der sächsischen Automobilzulieferer: Ist die Brennstoffzelle prinzipiell von Relevanz für diesen Industriezweig?

Wenngleich auch europäische und deutsche OEM an der Entwicklung des Brennstoffzellenantriebs arbeiten und teilweise sogar Teilhabe an der Technologieführerschaft für sich beanspruchen können, so gibt es in Europa bislang keine ambitionierten Programme für Wasserstofftechnologien wie in Japan oder den USA. Mit den in **Kapitel 5.4.2** geschilderten beginnenden Aktivitäten der europäischen Kommission ist allerdings in Zukunft eine stärkere politische Unterstützung auch hierzulande zu erwarten. Anhaltspunkte für Wirkungen der Einführung der Brennstoffzellentechnologie auf die Automobilindustrie in Deutschland lassen sich vor diesem Hintergrund erst ansatzweise definieren¹⁵. Grundsätzlich sind nach der Fraunhofer-ISI-Studie (Wengel/Schirrmeister 2000) folgende Wirkungsmechanismen festzumachen:

¹⁵ Die FHG-ISI-Studie (Wengel/Schirrmeister 2000) zu den potenziellen Wirkungen auf die Automobilregion Baden-Württemberg gilt derzeit als Orientierungsrahmen für Abschätzung von Folgewirkungen. Zudem ist davon auszugehen, dass sich in den nächsten Jahren die Wirkungen verschiedenartiger Technologiestränge überlagern werden. Dabei gehen Jürgens u.a. (2002) davon aus, dass die aktuell diskutierten Innovationen im Fahrzeugbau (Elektromotoren, neue Werkstoffe, neue Antriebssysteme) erst in mittelfristiger Perspektive zu Beschäftigungseffekten führen werden, die zwischenzeitlich eintretende Verluste kompensieren könnten.

Es wird

- erstens Produktionsbereiche geben, die mit der Einführung der Technologie substituiert werden bzw. entfallen;
- zweitens wird es Produktionsbereiche geben, die Anpassungsbedarfe haben und
- drittens wird es gänzlich neue Produktionsbereiche auch anderer Branchen in relevanten Domänen der OEM (wie z.B. die Motorenfertigung!) ebenso wie der erste-Ebene-Zulieferer geben; so könnten z.B. erfahrene Hersteller elektrischer Antriebe auch Antriebsmotoren für Brennstoffzellen-Fahrzeuge liefern.

Und selbstverständlich gibt es Produktionsbereiche, die von dieser Entwicklung nicht bzw. nur insofern tangiert sind, als sie – wie auch heute schon – mit neuen Plattformstrategien der großen Herstellergruppen auch ihre Produkte anpassen (Türen, Fenster, etc.).

Generell ist davon auszugehen, dass sich die gegenwärtigen Trends im Automobilbau weiter verstärken werden. So werden unter den Herstellern wie den Zulieferern Wettbewerbsintensität und Konzentrationsprozesse zunehmen. Die Zuliefererlandschaft wird sich weiter differenzieren, u.a. bedingt durch den fortschreitenden und gegenläufigen Prozess des Outsourcing und Insourcing, in dem sich Wertschöpfungsanteile wie Entwicklung, Dienstleistungen, Ausrüstung weiter in Richtung Zulieferer verschieben, aus verschiedenen Erwägungen heraus aber auch teilweise wieder zurückgenommen werden. Innovationsfähigkeit ist bereits heute die Schlüsselgröße, um in diesem Wettbewerb bestehen zu können (Bierbaum 2003; Grammel/Seibold 2004).

Dabei wird sich bei zunehmend unsteter Auslastung („atmende Fabrik“) auch der Trend zu einem immer höheren Qualifizierungs- und Produktivitätsniveau zu Ungunsten gering qualifizierter Beschäftigtengruppen verstärken (Grammel/Seibold 2004; Jürgens u.a. 2002). Mit der Diffusion der Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle wird es zudem eine weitere Verlagerung im Spektrum der Fachdisziplinen geben hin zu Elektrotechnik, Elektronik, Elektrochemie und Gastechnologien. Schließlich ist davon auszugehen, dass die Diffusion der neuen Technologie für eine weitere, auch räumliche Reorganisation der Zuliefererlandschaft genutzt werden kann.

Betrachtet man vor diesem Hintergrund die untersuchte Struktur der Produkte und Produktgruppen der gegenwärtigen Automobilzuliefererindustrie in Sachsen im Hinblick auf die Brennstoffzellenrelevanz und lässt diejenigen Systeme und Komponenten außer acht, die von dieser Entwicklung nicht unmittelbar tangiert sind (u.a. Sitze, Airbags /Sicherheitsgurte, Türsysteme/Fenster), und werden die von FHG-ISI (Wengel/Schirrmeister 2000) definierten Betroffenheitskriterien zugrundegelegt, so sind Auswirkungen insbesondere auf die gegenwärtige Fertigung der Baugruppen Verbrennungsmotor (Substituti-

on), Kraftstoffanlage, Kühlsystem, Abgasanlage, Motorelektrik, Elektronik incl. Steuerungs- und Sensortechnik (erheblicher Anpassungsbedarf) zu erwarten. Hingegen ist für solche Baugruppen wie Lenkung Fahrwerk sowie Bremsanlage zunächst nur geringfügiger Anpassungsbedarf zu erwarten.

Theoretisch besteht damit in der ersten und zweiten Ebene der Zuliefergruppen (Z1) und (Z2), zu denen wie in **Abschnitt 4.2** dargelegt, auch die größeren Zuliefererunternehmen der Region mit teilweise bis zu 1.000 Beschäftigten und darüber zu zählen sind, für einen nennenswerten Teil der Unternehmen „Brennstoffzellenrelevanz“ im Sinne von Substitution bzw. Anpassungsbedarf ihrer gegenwärtigen Produktstruktur (Systeme und Komponenten in der Motorenfertigung, Abgassysteme etc.). In der stark konzernabhängigen Zuliefererebene (1) und auch Ebene (2) (vgl. hierzu auch die schematische Darstellung in **Abbildung 2**) werden diese Optionen allerdings regionsextern entschieden. Die Gruppe der unteren Zuliefererebene hingegen (Z3), die den weitaus größeren Teil der Unternehmen repräsentiert und vornehmlich durch kleine und Kleinstunternehmen geprägt ist, stellt sich mit den maßgeblichen Verfahren „Ziehen“, „Stanz“, „Formen“, „Schweißen“ als indifferent dar. In allen betrachteten Fällen könnte es Unternehmen geben, die erheblich betroffen sind, sich aber mit ihren Verfahren in anderer Weise in die veränderte Produktionsstruktur einbringen können; ebenso aber könnte es Unternehmen geben, deren Angebotsstruktur nicht mehr in die „neue“ Produktionsstruktur passt.

Beliefert ein Z3-Unternehmen beispielsweise das Motorenwerk oder einen Hersteller von Abgassystemen, ist seine Marktfähigkeit in diesem Produktsegment von der Frage abhängig, ob und wie lange bzw. in welchen Stückzahlen sein Kunde in der Region weiter produzieren wird, bzw. über welche Voraussetzungen in der Diversifizierung seines Kundenspektrums es verfügt.

6.3 Schlussfolgerungen für denkbare Entwicklungspfade der Automobilregion Sachsen

Vor dem Hintergrund der globalen Reorganisation der Automobilzuliefererstruktur ebenso wie in anbetracht der dabei vorherrschenden Konzentrationstendenzen einerseits sowie den oben erörterten technologischen Diffusionsstrategien ist davon auszugehen, dass der neue Produktionsbereich von Kernkomponenten für das mobile Brennstoffzellensystem nicht innerhalb der traditionellen Zuliefererindustrien, möglicherweise aber als innovative Entwicklungslinie anderer Industriezweige realisiert wird.

Allerdings ist Experten zufolge auch nicht davon auszugehen, dass dies für die betrachtete sächsische Automobilregion infrage kommt – zumal es keine erkennbaren Signale für brennstoffzellenrelevante Aktivitäten der OEM in der Region gibt.

Die Frage, ob die einschlägigen OEM brennstoffzellenbetriebene Fahrzeuge oder entsprechende Baugruppen und Teile absehbar in der Region herstellen werden, oder – nicht zuletzt aufgrund der Modernität der gegenwärtigen Produktionsanlagen der Region – diese Region zunächst ein Produktionsstandort der gegenwärtig vorherrschenden Fahrzeugtypen auf der Basis dann zunehmend an Bedeutung verlierender Antriebstechnologien und damit sukzessive abnehmender Stückzahlen bleiben wird, kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt kaum beantwortet werden. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Anschlussfähigkeit der Region an die beschriebene zukünftige Entwicklung im Fahrzeugbau weitgehend von externen Faktoren und Entscheidungszusammenhängen abhängig sein wird. Die Schaltzentralen der OEM ebenso wie maßgeblicher Zuliefererkonzerne sind nicht nur außerhalb Sachsens, sondern weltweit lokalisiert. Zudem ist davon auszugehen, dass mit der Diffusion der neuen Technologie auch weiterreichende räumliche und organisatorische Verschiebungen in der Zuliefererstruktur zu erwarten sind. Dies schließt allerdings nicht aus, dass gleichzeitig bereits einzelne Unternehmen in der Region in Anwendungsbereiche der neuen Technologie diversifizieren werden.

Unter den regionsinternen Faktoren könnten sich neben der bereits unter Beweis gestellten Anpassungsfähigkeit des Industriezweigs insbesondere der generelle Trend des Supply Chain Managements auf Basis der Plattformstrategien im Fahrzeugbau als förderlich für die Erlangung von Anschlussfähigkeit an die Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle und der mit ihr verbundenen Basisinnovationen erweisen. Voraussetzung hierfür wäre es, eine entsprechende Diversifizierung des Produktionsspektrums in verschiedene Fahrzeugtypen zu erlangen. Was für ein „intelligentes“ Montagewerk durchaus machbar erscheint, wird die bereits heute höchsten Ansprüchen ausgesetzte erste und zweite Ebene-Zulieferer allerdings vor neue enorme Herausforderungen stellen. Umso größer dürften diese unter oben angeführten restriktiven Regulationsmechanismen der Wertschöpfungskette für die untere Ebene der Zuliefererkette sein. Zu den diffusionshemmenden Standortfaktoren könnte hingegen zählen, dass die Automobilindustrie der Region auf modernsten Standorten und Produktionsanlagen fußt, zumal die Produktionsfunktionen gegenwärtig sogar weiter ausgebaut werden und der Standort somit sämtlichen Kriterien der Restoptimierung der „auslaufenden“ Technologie genügt, womit nur geringe oder keine Anreize für Anschlussbemühungen gesetzt sind.

Unsere Ausführungen in **Kapitel 5** machen die hohe Wahrscheinlichkeit einer nur „kurzen“ parallelen Fertigung neuer und alter Antriebstechnologie deutlich. Vor dem Hintergrund der in **Kapitel 4** konstatierten hohen Konzentration ausführender Funktionen in der Region leiten sich hieraus Gefährdungspotenziale dahingehend ab, dass – ohne gezielte Maßnahmen der Gegensteuerung – der Kernstandort der sächsischen Automobilregion

Zwickau-Chemnitz möglicherweise absehbar von der weiteren Entwicklung „abgehängt“ wird.

In Anbetracht des unterdurchschnittlichen Besatzes strategischer industrieanbieter Dienstleistungen des Kernindustriezweigs in der Region erscheint diese Gefahr umso größer, je höher der Grad der Außenabhängigkeit der Unternehmen der Region und je höher der Fertigungsanteil für die Automobilindustrie (bzw. je niedriger die Diversifizierung des Kundenspektrums) ist.

- Status in der Zuliefererpyramide
- Außenabhängigkeit (Konzernsteuerung)
- Kapitalbindung/Eigenkapitalquote/Ranking, Modernität der Produktionsanlagen
- Innovationsfähigkeit, FuE / Besatz strategischer industrieanbieter Dienstleistungen
- Spezialisierung
- Diversität des Kundenspektrums
- Kundenorientierte flexible Produktion
- Anpassungsflexibilität
- Qualifikationsprofile
- Kooperationsfähigkeit/Netzwerkfähigkeit
- Unternehmensphilosophie/Managementstrategien

Übersicht 1: Kriterien für strategische Anpassungsfähigkeit / Gefährdungspotenziale

Gerade hat sich die Region als Produktionsstandort der gegenwärtig vorherrschenden Fahrzeugtechnologien, im Kern geprägt durch hochmoderne, „intelligente“ Montagewerke neu profiliert, verbunden mit einem hohen Maße der Außenabhängigkeit. Unter den skizzierten Rahmenbedingungen werden sich daher denkbare Entwicklungspfade vermutlich weniger um die Frage des Beharrens auf einer „auslaufenden“ Technologie als vielmehr um die Gewinnung von Flexibilität in der Orientierung auf die Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle, verbunden mit erneuten Anpassungsleistungen und abermals veränderten Profilierungsanforderungen drehen. Dabei werden zum einen mit notwendigen Vorlaufzeiten für den international um das Jahr 2010 angekündigten Produktionsbeginn der Massenfertigung Überlegungen für eine strategische Anpassung der Zuliefererindustrie immer drängender, zum anderen stellt sich die Frage, über welche Optionen in der Gewinnung neuer Freiheitsgrade die Zulieferer-KMU in der Region überhaupt noch verfügen. Umso mehr gilt es auch der Ansicht der in dieser Studie beteiligten Unternehmen zufolge, denjenigen Faktoren besonderes Augenmerk zu verschaffen, die langfristige Effekte von Innovationspotenzialen und Zukunftsfähigkeit garantieren bzw. Hinweise auf bestehende Innovationshindernisse geben (vgl. **Übersicht 1**).

Innerhalb der Zuliefererpyramide wird es in Abhängigkeit von unternehmensstrategischen und technologischen Aspekten verschiedene, nach unten abnehmende Freiheitsgrade geben, den Herausforderungen neuer Anpassungserfordernisse für eine weitgehend als Ausführungsstandort profilierte Region zu begegnen.

Unter technologischen Gesichtspunkten werden sich im Wesentlichen drei Betroffenheitsgrade herausbilden: So dürften insbesondere „intelligente“ Montagewerke in der Region im Prinzip keine Anpassungsprobleme haben – eher wäre dies eine Frage der regionalen Arbeitsteilung bestimmter Fahrzeughersteller. Motorenwerke der OEM ebenso wie auf spezifische Antriebsstränge spezialisierte Systemzulieferer und noch mehr ihre in der Wertschöpfung vorgelagerten Lieferanten hingegen werden mit zunehmender Orientierung auf die Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle durch neue Produktionsfelder substituiert bzw. verdrängt werden, während Hersteller in den o.g. Fachdisziplinen Elektrotechnik, Elektronik, Elektrochemie und Gastechnologien zu den „Gewinnern“ zählen oder sich neu in der Region ansiedeln könnten, insofern entsprechende Leistungen nicht regionsextern zugekauft werden.

Die prinzipiellen Entwicklungsvoraussetzungen der Region bleiben aber nach wie vor weitgehend von regionsexterner Entscheidungsmacht bestimmt und gewinnen insofern an industrie- und strukturpolitischer Relevanz, als ein industrie- und strukturpolitisches Entwicklungsleitbild zur Erlangung von Anschlussfähigkeit an die neue Technologie nicht nur die Erlangung von Flexibilität der Produktionspalette in „intelligenten“ Montagewerken der Kernunternehmen zur Voraussetzung hätte, sondern darüber hinaus eine gezielte (Re-) Aktivierung von Innovationspotenzialen der KMU, verbunden mit der Diversifizierung ihres Kundenspektrums – es gälte, nicht in erster Linie die Starken (OEM; Ebene Z1) zu stärken, sondern zuvorderst die Stärken, die sich aus differenzierten Entwicklungspotenzialen erschließen können.

Einige Exponenten dieser Innovationsbestrebungen waren auch im Kreise der in der Studie beteiligten Unternehmen vertreten. Die festgestellten Potenziale reichen von Leichtbautechnologien (U13) über elektrische Antriebe (U20) bis zum Know how in Gastechnologien (U11) – möglicherweise reichen sie aber auch noch weit darüber hinaus. So können sich für die tangierten Technologien prinzipiell auch Anwendungsfelder weit über das Automobil-Cluster hinaus ergeben.

Unternehmensstrategisch verdienen daher vor allem die Voraussetzungen der regionalen KMU zur Anpassungsfähigkeit besondere Beachtung: die Herausbildung wissensbasierter Produktionsfelder, mittel- und langfristig orientierte Personalentwicklung, technische, organisatorische und soziale Innovationsfähigkeit, Flexibilität, Netzwerkfähigkeit

und die Einbindung einer problemadäquaten Investitions- und Technologieförderung in ein industrie- und strukturpolitisches Rahmenkonzept der Region.

Dieses muss darauf orientieren, vorausschauend die zukunftsfähigen Stärken zu stärken durch Kompetenzentwicklung, Clusterorientierung und Kooperationsnetzwerke. Auch die Genese neuer Clusteransätze in Technologiepartnerschaften und Kompetenzzentren außerhalb des Automobil-Cluster bedarf vor diesem Hintergrund besonderer Beachtung. Nicht zuletzt muss ein solches industrie- und strukturpolitisches Rahmenkonzept auch mit Blick auf die Brennstoffzelle in anderen Anwendungsbereichen die Minimierung der mit der einseitigen Ausrichtung auf die Automobilindustrie in der Kernregion Zwickau-Chemnitz verbundenen Risiken durch eine breitere Diversifizierung der Industrielandschaft zum Gegenstand haben.

6.4 Handlungsbedarfe und Gestaltungskriterien für die regionalen Akteure

Mit den vorangegangenen Analysen wurde eine erste Grundlage für die Beurteilung der Ausgangsbedingungen und Potenziale der sächsischen Automobilregion erarbeitet für die Herstellung von Anschlussfähigkeit an die Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle und die damit verbundenen Basisinnovationen im Fahrzeugbau. Dabei wird davon ausgegangen, dass den internationalen Ankündigungen folgend, der Produktionsbeginn der Massenfertigung von Brennstoffzellen-PKW um das Jahr 2010 einsetzen wird. Für die regionalen Akteure leiten sich hieraus Handlungsbedarfe ab, die im Wesentlichen mit den Säulen

- Standortdialog,
- Neuprofilierung und Diversifizierung des Cluster mit einem arbeitsorientierten industrie - und strukturpolitischen Rahmenkonzept und
- Wege und Instrumente zur Beschäftigungssicherung und -entwicklung durch Neuorientierung der Wirtschaftspolitik

umrissen werden.

Standortdialog

Unabhängig von der Frage, ob die Region dauerhaft Produktionsstandort der „auslaufenden“ Technologie bleiben wird oder mit der Diffusion der Brennstoffzellentechnologie hinsichtlich Produktionstechnik und produzierter Fahrzeugtypen in die Nachfolgetechnologie diversifizieren wird, gilt es zum ersten, die regionalen Akteure – Entscheidungsträger in den Unternehmen, betriebliche Interessenvertreter, Gewerkschaften, Verbände und Wirtschaftspolitiker – für die scheinbar weitab vom Tagesgeschäft liegende Thematik weiter zu sensibilisieren. Bereits zweimal haben die IG Metall Zwickau und Betriebsräte der Zuliefererindustrie zu Diskussionsforen über die Brennstoffzellentechnologie eingeladen.

Vorgeschlagen wird, in Regionalgesprächen die industriellen Perspektiven, Chancen und Risiken für die Region und im speziellen für den Kernstandort Zwickau-Chemnitz zu erörtern. Bereits im Herbst 2004 ist ein erstes Regionalgespräch mit Vertretern aus Unternehmen, Interessenvertretungen, Staat und Politik vorgesehen. Aus dem darüber einsetzenden Standortdialog heraus sollte Problem- und Verantwortungsbewusstsein für die Optionen ebenso wie für die damit verbundenen Herausforderungen und Gefährdungspotenziale geschaffen werden. Insbesondere gilt es, die – gegenüber bisherigen Innovationen im Fahrzeugbau – neuartige Dimension der zu erwartenden Veränderungen deutlich zu machen und Verständnis für die zu erwartenden technologischen Brüche zu entwickeln, die hiermit verbundenen sein werden.

Für eine problemoffene und kritische Reflexion der Ausgangsbedingungen und des Entwicklungsstandes gehört vor dem Hintergrund der hohen Außenabhängigkeit und der damit verbundenen Risiken auch die Frage, wer sich in diesem Spektrum und wie profilieren kann. Für jede Akteursebene gilt es, die richtigen Gesprächspartner zusammenzuführen. Gelingt es nicht, diese Reflexion herbeizuführen, wird unter den gegenwärtigen Politikmodellen einer marktorientierten Wachstumspolförderung, die auf die „Stärkung der Starken“ zielt, auch keine Sensibilisierung für den industrie- und strukturpolitischen Handlungsbedarf in der Eröffnung von Perspektiven zur Diversifizierung der regionalen KMU in Anwendungsfeldern der neuen Technologie stattfinden. Dieser Dialog ist Voraussetzung für die Neuprofilierung eines regionalen Entwicklungsleitbilds des Kernstandortes Zwickau-Chemnitz, das sich über die herkömmlichen Produktionsbereiche hinaus auch an der Entwicklung „anderer Standbeine“ orientiert und diese explizit zum Gegenstand regionaler und landesweiter Entwicklungspolitik macht.

Neuprofilierung und Diversifizierung des Cluster mit einem arbeitsorientierten industrie- und strukturpolitischen Rahmenkonzept

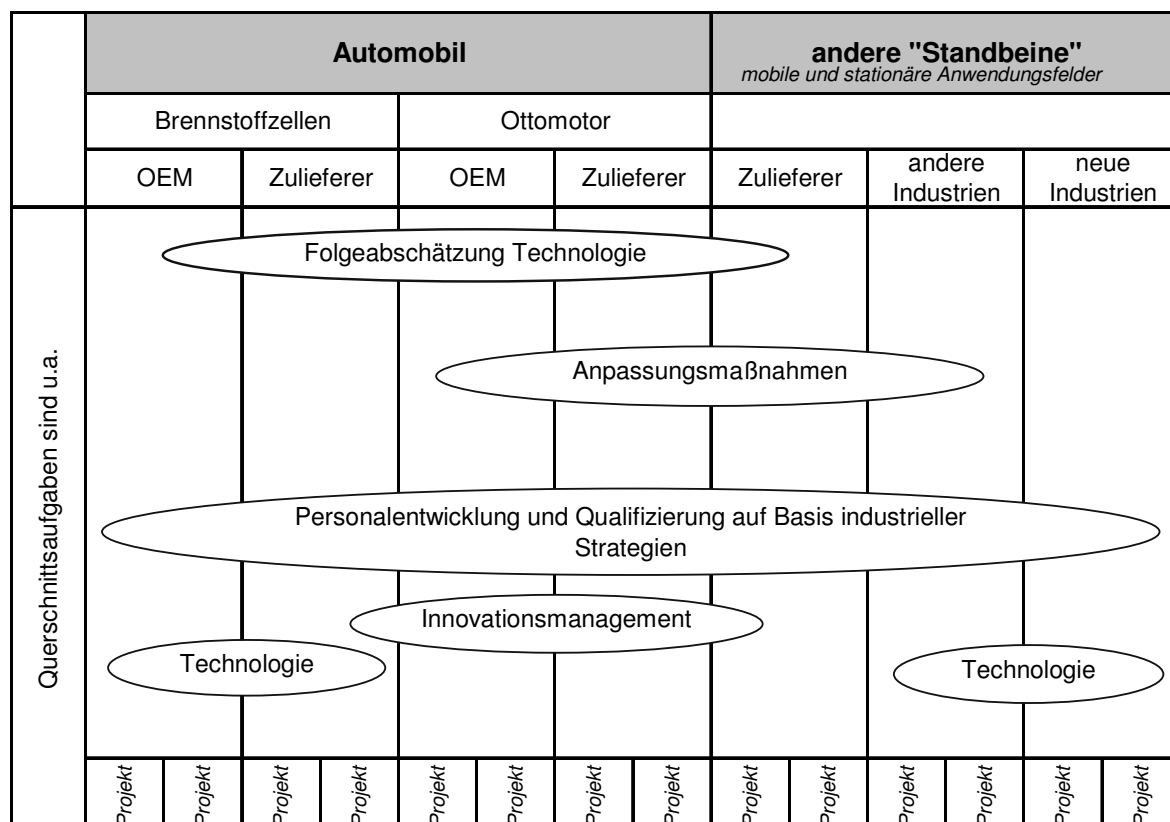
Zum zweiten gilt es, ein Konzept für die industrie- und strukturpolitischen Rahmenbedingungen zu entwickeln, unter denen die vorhandenen Stärken und Potenziale über die bislang im Mittelpunkt stehenden Optimierungsstrategien des Supply Chain Management hinaus erfolgreich für die erforderliche Neuorientierung eingesetzt werden können. In der bewussten Zusammenführung von Unternehmen und Institutionen in den regionalen Netzwerken des Cluster und seines Umfelds kann dies unterstützt werden. So kann eine mittelfristige Profilierung in den dafür erforderlichen Bereichen erfolgen und die Gewinnung von Stärke im konsequenten Beschreiten möglicher Diversifizierungspfade unterstützt werden.

Zur Implementierung konkreter strukturpolitischer Programmansätze für die Umsetzung der industriepolitischen Perspektiven ist die Entwicklung von Projekten in folgenden Aktionsfeldern notwendig:

- a) In den herkömmlichen Produktionsbereichen und Produktfeldern der OEM und der Zuliefererindustrien. Kooperationsprojekte der KMU-Zulieferer werden hier insbesondere durch die sachsenweite Initiative AMZ 2005 unterstützt;
- b) in mit dem Einsatz der Brennstoffzelle in Automobilen verbundenen (neuen) Produktionsbereichen und Produktfeldern der OEM und der Zuliefererindustrien. In weiterführenden Projekten sind die strategischen Entwicklungslinien zu definieren, technologiepolitische Weichenstellungen zu definieren und in diesem Feld engagierte Akteure und Kooperationen entsprechend zu unterstützen;
- c) in mit dem Einsatz der Brennstoffzelle in anderen mobilen und stationären Anwendungsfeldern verbundenen (neuen) Produktionsbereichen und Produktfeldern. Auch hier sind in weiterführenden Projekten die strategischen Entwicklungslinien zu identifizieren, technologiepolitische Weichenstellungen zu definieren und Akteure und Kooperationen zu unterstützen (vgl. **Übersicht 2**) und
- d) in „anderen Standbeinen“ herkömmlicher Produktionsbereiche und Produktfelder der Zuliefererindustrien.

Gegenstand von Wirkungsanalysen sind die Querschnittsaufgabenfelder der Bestimmung positiver und negativer Effekte (Folgeabschätzungen), der Bestimmung von Anforderungen an das Innovationsmanagement aus der Sicht einer definierten industriepolitischen Strategie, an eine entsprechende Technologie- und Personalentwicklung, die Definition von Auffang- und Übergangslösungen und die Definition von Anforderungen an die Finanzierung bzw. Förderung entsprechender Maßnahmen.

Aus den Unternehmen heraus lassen sich so die konkreten Auswirkungen des technologischen Wandels auf Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung untersuchen und konkrete Schritte in Vorbereitung auf den technologischen Wandel identifizieren und umsetzen. Wie oben dargelegt, reichen die erschließbaren Anwendungsfelder möglicherweise weit über die Automobilzuliefererindustrie hinaus. Auf der Grundlage möglicher Diversifizierungsstrategien sind insbesondere Ansätze für Innovationsmanagement, Technologie- und Personalentwicklung und ihre finanzielle Absicherung sowie für erforderlichen Anpassungs- und Übergangslösungen aus der industriepolitischen Strategie heraus zu entwickeln.



Übersicht 2: Wirkungsanalysen industrieller Perspektiven in Anwendungsbereichen der Brennstoffzellentechnologie - schematische Darstellung -

In einem so entwickelten Konzept der Stärkung der Stärken werden Kompetenzen gezielt (weiter-) entwickelt, die Clusterorientierungen konkreter definiert und Kooperationsnetzwerke auf die konkreten Bedarfe hin ausgerichtet. In der Perspektive gilt es auch, die Rolle und funktionale Orientierung bestehender Kooperations- und Projektinitiativen wie Autovision, AMZ 2005, von Einrichtungen wie der Fachhochschule-Zwickau und des Business-Innovation-Center (BIC) vor dem Hintergrund der industriepolitischen Strategie neu zu profilieren bzw. entsprechend zu ergänzen. Mit einer dann einzusetzenden, von einem aktiven industrie- und strukturpolitischen Handlungsrahmen flankierten schrittweisen Reorganisation der Zulieferer sind auch die Auswirkungen auf Qualifikationsstrukturen und Anforderungen an neue Qualifikationsprofile der Beschäftigten zu bestimmen. In diesem Zusammenhang gewinnt die Arbeit von Betriebsrätenetzwerken in der Zuliefererkette spezifischen Stellenwert für die Mitbestimmung in der Standortsicherung und Standortreorganisation und in der Bewältigung ihrer Folgewirkungen.

Die Sachsenring-Trabantwerke Zwickau waren einer der ersten Automobilstandorte, die versuchten, dem bevorstehenden Transformationsprozess in einer aktiven Verzahnung von arbeitsmarktpolitischen und wirtschaftspolitischen Instrumenten in einem bis heute

immer weiter differenzierten Dienstleistungsangebot zu begegnen. Diese Erfahrungen gilt es auszuwerten und auf die neuen Anforderungen hin kritisch zu reflexieren. Aus heutiger Perspektive erscheinen flexible, auf innovative Impulse gerichtete Instrumente aktiver (ggf. experimenteller) Arbeitsmarktpolitik erforderlich, um den veränderten Herausforderungen begegnen zu können. Dabei gilt es auch, die Sicherung von Sozialstandards, die Auswertung und Bewertung der Erfahrungen praktizierter Auffang- und Qualifizierungsansätze unter den verschärften, auch personellen Anpassungszwängen sowie der Arbeitskräftepools und deren Profilierung zum Gegenstand zu machen. Generell bedarf es unter den Bedingungen sogenannter „atmender Unternehmen“ eines hohen Maßes an qualifizierter arbeitsmarktpolitischer Vernetzung. Umso mehr wird dies im Hinblick auf die Erschließung und Entwicklung der Anwendungsbereiche von Brennstoffzellentechnologien erforderlich. Auch vor dem Hintergrund des erfolgten Transformationsprozesses und der spezifischen Entwicklung des sächsischen Automobilcluster und seiner Entscheidungsstrukturen bedarf es einer gemeinsamen kritischen Reflexion der Sozialpartner. Die besondere Herausforderung liegt darin Lösungsansätze zu finden, die die Chancen eröffnen, den Anforderungen an Innovation, Sozialverträglichkeit und zukunftsorientierten Personalentwicklungsstrategien insbesondere der KMU gleichermaßen Rechnung tragen zu können wie der nachhaltigen Herausbildung von Partizipation und Mitbestimmung.

Wege und Instrumente zur Beschäftigungssicherung und -entwicklung durch Neuorientierung der Wirtschaftspolitik

Zum dritten gilt es, in diesem Konzept für die industrie- und strukturpolitischen Rahmenbedingungen innovative Wege und Instrumente aufzuzeigen, wie mit der Diffusion der Brennstoffzellentechnologie für den bedeutendsten Industriezweig der Region über wegweisende Innovationen bestehende Beschäftigungsverhältnisse gesichert werden und ggf. der Aufbau und die Gestaltung neuer Arbeitsplätze ermöglicht werden kann.

Hierzu bedarf es zunächst des Monitoring und Aufbaus von Frühwarnsystemen zur Analyse des konkreten strukturellen Veränderungspotenzials des technologischen Wandels für die regionale Wirtschaft in ihrer Gesamtheit. Sodann aber bedarf es auch der weitreichenden Analyse und Bewertung der damit verbundenen Chancen für die Region und einer handlungsorientierten Präzisierung möglicher Entwicklungsszenarien, vor deren Hintergrund sich strukturelle Ausgangsbedingungen und Perspektiven der Unternehmen in der Region erst bewerten lassen (vgl. oben **Übersicht 2**).

Eine Neuorientierung der wirtschaftspolitischen Strategien für die Region auf dieser Basis ist auf drei beschäftigungspolitische Säulen einer aktiven integrierten Standortentwicklung zu gründen: Bestandspflege, Ausprägung der – auch neuen – cluster-relevanten Bran-

chenschwerpunkte und Funktionen und Profilierung einer arbeitsorientierten Clusterstrategie:

- Die Bestandspflege orientiert vor allem auf Unternehmen in Krisensituationen mit Ansätzen, wie sie z.B. im Chemnitzer Konsensmodell zur Sanierung von Einzelunternehmen in Kooperation von Arbeitgeber-, Arbeitnehmerseite und IG Metall, Banken und Arbeitsamt praktiziert wurden, begleitet von Beratung und bei Bedarf Management auf Zeit;
- die Ausprägung der auch neuen cluster-relevanten Branchenschwerpunkte und Funktionen orientiert auf den Verbund von Unternehmen und Institutionen, die für das bestehende ebenso wie für das neue Funktionsspektrum notwendig sind oder dieses sinnvoll ergänzen, deren kritische Masse als Einzelne aber (noch) nicht immer ausreichend ist mit
 - Zulieferern (der relevanten Branchen und der gesamten Zuliefererpyramide),
 - Ausrüstern und
 - einschlägigen Industriedienstleistungen.

Die Initiativen zur Clusterbildung sind dabei den jeweiligen Branchenstrukturen und den Kooperationsmustern der beteiligten Unternehmen und Institutionen entsprechend auch branchen- und regionsübergreifend oder – wie die AMZ-Initiative 2005 – landesweit angelegt. Ihre Unterstützung durch die Wirtschaftspolitik zielt zum einen darauf ab, die Konzentration im sächsischen „Wachstumspol“ Automobilindustrie zum tatsächlichen Wettbewerbsvorteil für die integrierten auch kleinen und mittleren Unternehmen zu machen, um so Standorte und qualifizierte Arbeitsplätze zu sichern und zu erweitern und damit nicht zuletzt die Attraktivität und Perspektive der Region insbesondere für jüngere, qualifizierte Menschen zu erhöhen.

Zum anderen hat eine so konzipierte Wirtschaftspolitik die gezielte Aktivierung vorhandener Innovations- und Diversifizierungspotenziale und damit im Besonderen die Minimierung der aus der „automobilen“ Monostruktur hervorgehenden Risiken für den Kernstandort Zwickau-Chemnitz explizit zum Gegenstand. Dies umfasst die Erschließung und Entwicklung geeigneter FuE-Bedingungen für einzelne Unternehmen wie auch spezialisierte, neue Entwicklungspartnerschaften ebenso wie die Erschließung und Entwicklung angemessener Finanzierungsbedingungen der einschlägigen KMU bei schwacher bzw. unzureichender Eigenkapitaldecke.

- Mit dem Profilierungsprozess einer arbeitsorientierten Clusterstrategie gewinnt schließlich auch das Zusammenwirken von Unternehmen und Institutionen in den Be-

reichen Qualifizierung, vor allem betriebsnaher Weiterbildung und Personalentwicklung im Kontext einer abgeleiteten industriellen Strategie und die Verzahnung mit der Arbeitsmarktpolitik an besonderem Gewicht. In Verbindung mit der Zielfindung von Kriterien und Wegen, die sich aus der neuen Technologie für innovative Arbeitsmarktkonzepte und Wege zur Humanisierung der Arbeit in den Betrieben ableiten lassen, sind auf ihre Effizienz und auf Integration in das automobiler bzw. in neue Cluster zu prüfen.

Diesen strategischen Ansatz gilt es schließlich, mit weiteren differenzierten Strukturdaten zu untermauern, als wir sie im Rahmen der Studie verfügbar machen konnten. Dabei geht es nicht nur darum, Beschäftigungswirksamkeit, Gefährdungspotenziale und Entwicklungschancen der neuen Technologie für die Region identifizieren zu können, sondern auch um Bewertung bereits beschrittener Innovationspfade unter den Zulieferern ebenso wie für andere Fahrzeughersteller der Region. Erst auf dieser Grundlage lassen sich weiterreichende Kriterien für und Anforderungen an eine industrie- und strukturpolitisch flankierte Neuorientierung des sächsischen Automobil-Cluster definieren und betriebspolitische Strategien entwickeln, die technische und soziale Innovationen fördern.

Komplexe Änderungen im Fahrzeugbau, wie sie mit der beschriebenen Umstellung des Antriebssystems zu erwarten sind, werden in der Konsequenz auch zu gravierenden Änderungen in den Fertigungstechnologien der Zulieferindustrie führen. Für die damit verbundene Umstellung benötigen die Unternehmen entsprechend lange Vorlaufzeiten.

Vor dem Hintergrund der von marktstarken amerikanischen und japanischen Automobilherstellern angekündigten beginnenden Massenfertigung von Brennstoffzellen-PKW ab dem Jahr 2010 wird deutlich, dass Überlegungen für eine strategische Anpassung der Zulieferer ebenso wie neuer industrieller Akteure immer drängender werden. Es gilt, unter den Bedingungen des ungewohnten Umgangs mit einem vorausschauenden, vorsorgeorientierten Handlungsansatz über die drei skizzierten Handlungssäulen „Standortdialog“, „Neuprofilierung einschlägiger Cluster“ und „Neuorientierung der Wirtschaftspolitik“ mit einem arbeitsorientierten Leitbild die Arbeit an Gestaltungskriterien und Umsetzungswegen zu fördern. Diese Aufgabe erfordert gemeinsames Engagement der regionalen Akteure in Politik, Unternehmen, Verbänden und Gewerkschaften.

Literatur

- Bierbaum, Heinz (2003): Trends in der Automobilindustrie und ihre Auswirkungen auf die Zuliefererindustrie, in: Rund um's Auto. Dokumentation der industriepolitischen Tagung der IG Metall Darmstadt am 10.Juli 2003
- Ernst & Young (2003): Finanzierungsdilemma. Automobilzulieferer vor weiterer Fusionswelle?, Stuttgart, S.18
- Grammel, Ralf, Bettina Seibold (2004):"Automobil Clusterreport 2003". Trends der Automobilindustrie, IMU-Institut i.A. Wirtschaftsregion Stuttgart GmbH
- IKB (2002): IKB-Information: Automobilzulieferer. Bericht zur Branche, Düsseldorf
- Jürgens, Ulrich, Heinz-Rudolf Meißner, Ulrich Bochum (2002): Innovationen und Beschäftigung im Fahrzeugbau, Berlin
- Lubach, Heinz-Dieter, Holger Möhwald, Christian, Oldendorf – Sartorius AG (2004): Potenziale regionaler Netzwerke nutzen – das Beispiel „Measurement Valley“ in Göttingen, in: Kinkel, Steffen (Hg.): Erfolgsfaktor Standortplanung, Berlin/Heidelberg/New York, S. 208-222
- NEDO, New Energy and Industrial Technology Development Organization (2002): "International Clean Energy Network Using Hydrogen Conversion (WE-NET)", World Energy Network WE-NET, 2001 Annual Summary Report on Results, March 2002
- Richter, Gerhard (2000): Innovation durch Kooperation. Die Entstehung branchenorientierter, regionaler Kompetenzen in Ostdeutschland, IMU-Informationssdienst, Heft 2, Berlin
- Richter, Ursula, Buchner Michael (2004):Wirkungen regionaler Kooperationen auf heimische Standortfaktoren identifizieren und bewerten, in: Kinkel, Steffen (Hg.): Erfolgsfaktor Standortplanung, Berlin/Heidelberg/New York, S. 185-207
- Riedel, Jürgen (2002): Technologie- und Innovationspolitik in Sachsen, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut in der Hans-Böckler-Stiftung, Diskussionspapier Nr.106, Düsseldorf
- v. Dohnanyi, Klaus, Edgar Most (2004): Für eine Kurskorrektur des Aufbau Ost, FiFO.HVB-Group, Newsletter
- Wengel Jürgen, Elna Schirrmeister (Hg.) 2000: Innovationsprozess vom Verbrennungsmotor zur Brennstoffzelle. Chancen und Risiken für die badenwürttembergische Industrie. Abschlußbericht FHG-ISI/ZSW/wbk/IWW/ZEW, Karlsruhe

Anhang 1 GesprächspartnerInnen Unternehmen

| Unternehmen, IG Metall | Produkt | Funktion, Gesprächspartner | |
|---------------------------|--|-------------------------------|---|
| U 1 | Komponenten f. Abgasanlagen | | tel. Kurzinterview |
| U 2 | Werkzeuge und Werkzeugmaschinen | | tel. Kurzinterview |
| U 3 | Stanzteile u.a. f. Karosserie u. Auspuff | | tel. Kurzinterview |
| U 4 | Kabelbäume und Cockpitteile | Entwicklungsleiter | Gespräch im Unternehmen |
| U 5 | Elektrofahrräder | Geschäftsführer | Gespräch im Unternehmen |
| U 6 | Abgasanlagen | Prokurist | Gespräch im Unternehmen Expertenrating |
| U 7 | Gelenkwellen | Betriebsrat | Gespräch im Unternehmen |
| U 8 | Komponenten für Bremsanlagen und Motoren | Geschäftsführer | Gespräch im Unternehmen |
| U 9 | | Entwicklungsleiter | tel. Kurzinterview |
| U 10 | Werkzeugmaschinen u. kundenspezifische Ausrüstungen | Geschäftsführer | Gespräch im Unternehmen |
| U 11 | Komponenten f. gastech. Anlagen, Kühlsysteme | Geschäftsführer | Gespräch im Unternehmen Expertenrating |
| U 12 | Entwicklung, Fertigung und Vertrieb von Motorrädern | Entwicklungsleiter | Gespräch im Unternehmen |
| U 13 | u.a. Teile für Abgasanlagen | Geschäftsführer | Gespräch im Unternehmen Expertenrating |
| U 14 | Lenkungen und Bremsteile für NKW | Entwicklungsleiter | Gespräch im Unternehmen |
| U 15 | Ausbildung u. Qualifizierung, keine Fertigung | Geschäftsführer | tel. Kurzinterview |
| U 16 | Entwicklung und Fertigung von Kühlsystemen für die Industrie | Geschäftsführer | Gespräch im Unternehmen |
| U 17 | Karosserie - und Abgasanlagenteile u.a.) | Geschäftsführer | Gespräch im Unternehmen Expertenrating |

| | | | |
|-------------|--|-----------------------------|---|
| U 18 | elektrische u. elektronische Komponenten | Geschäftsführer | Gespräch im Unternehmen |
| U 19 | Teile für Verbrennungsmotoren | Geschäftsführer Betriebsrat | Gespräch im Unternehmen |
| U 20 | Fertigung von E-Motoren bis 7,5 kW | Entwicklungsleiter | Gespräch im Unternehmen Expertenrating |
| U 21 | Teile für Verbrennungsmotoren | Geschäftsführer | Gespräch im Unternehmen |
| U 22 | Kabelbäume und Bordnetzkomponenten | Werkleiter | Gespräch im Unternehmen |
| I 23 | | 1. Bevollmächtigter | Gespräch im Unternehmen |
| I 24 | | 2. Bevollmächtigter | Unternehmensauswahl |
| I 25 | | Sekretär | Unternehmensauswahl |
| I 26 | | 1. Bevollmächtigter | Unternehmensauswahl |
| I 27 | | 1. Bevollmächtigte | Unternehmensauswahl |

Anhang 2 Statistische Grundlagen

| Jahr | Betriebe | Beschäftigte | Beschäftigte je Betrieb | Umsatz (Mio. €) | | | | Umsatzproduktivität (Umsatz/Besch. in €) | Bruttolohn- und gehaltssumme (Mio. €) |
|------|----------|--------------|----------------------------|-----------------|--------|---------|-------------|---|---|
| | | | | insgesamt | Inland | Ausland | Exportquote | | |
| 1991 | 41 | 22.354 | 545,2 | 434 | 374 | 60 | 13,9% | 19.417 | 160 |
| 1992 | 42 | 10.382 | 247,2 | 935 | 719 | 216 | 23,1% | 90.036 | 140 |
| 1993 | 55 | 10.799 | 196,3 | 1.290 | 901 | 389 | 30,1% | 119.438 | 163 |
| 1994 | 65 | 9.088 | 139,8 | 1.734 | 1.662 | 71 | 4,1% | 190.768 | 183 |
| 1995 | 65 | 9.635 | 148,2 | 2.065 | 1.937 | 128 | 6,2% | 214.281 | 229 |
| 1996 | 69 | 9.766 | 141,5 | 2.077 | 1.930 | 147 | 7,1% | 212.663 | 246 |
| 1997 | 66 | 10.977 | 166,3 | 2.576 | 2.360 | 216 | 8,4% | 234.709 | 285 |
| 1998 | 70 | 14.927 | 213,2 | 4.586 | x | x | x | 307.214 | 408 |
| 1999 | 76 | 15.966 | 210,1 | 5.118 | x | x | x | 320.526 | 436 |
| 2000 | 76 | 16.894 | 222,3 | 5.682 | x | x | x | 336.332 | 478 |
| 2001 | 78 | 18.377 | 235,6 | 7.001 | x | x | x | 380.987 | 540 |
| 2002 | 84 | 19.648 | 233,9 | 6.949 | x | x | x | 353.683 | 590 |
| 2003 | 85 | 20.102 | 236,5 | 6.768 | x | x | x | 336.670 | 595 |

Quelle: Statistisches Landesamt Sachsen, Sonderauswertungen Verarbeitendes Gewerbe 1996-2004.

(alle Zahlen nach WZ 93, Nr. 34 "Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen"/Betriebe mit mehr als 20 Beschäftigten)

Tabelle 1: Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen in Sachsen. Ausgangsdaten

| Jahr | Betriebe | Beschäftigte | Beschäftigte je Betrieb | Umsatz | | | Exportquote | Umsatzproduktivität (Umsatz/Besch.) | Bruttolohn- und gehaltssumme |
|------|----------|--------------|----------------------------|-----------|--------|---------|-------------|--|---------------------------------|
| | | | | insgesamt | Inland | Ausland | | | |
| 1992 | 2,4 | -53,6 | -54,7 | 115,4 | 92,4 | 257,7 | 66,1 | 363,7 | -12,7 |
| 1993 | 31,0 | 4,0 | -20,6 | 38,0 | 25,4 | 80,0 | 30,5 | 32,7 | 16,4 |
| 1994 | 18,2 | -15,8 | -28,8 | 34,4 | 84,5 | -81,7 | -86,4 | 59,7 | 12,4 |
| 1995 | 0,0 | 6,0 | 6,0 | 19,1 | 16,5 | 79,4 | 50,7 | 12,3 | 25,3 |
| 1996 | 6,2 | 1,4 | -4,5 | 0,6 | -0,3 | 14,8 | 14,1 | -0,8 | 7,4 |
| 1997 | -4,3 | 12,4 | 17,5 | 24,1 | 22,3 | 47,4 | 18,9 | 10,4 | 15,8 |
| 1998 | 6,1 | 36,0 | 28,2 | 78,0 | x | x | x | 30,9 | 43,2 |
| 1999 | 8,6 | 7,0 | -1,5 | 11,6 | x | x | x | 4,3 | 6,9 |
| 2000 | 0,0 | 5,8 | 5,8 | 11,0 | x | x | x | 4,9 | 9,5 |
| 2001 | 2,6 | 8,8 | 6,0 | 23,2 | x | x | x | 13,3 | 13,0 |
| 2002 | 7,7 | 6,9 | -0,7 | -0,7 | x | x | x | -7,2 | 9,3 |
| 2003 | 1,2 | 2,3 | 1,1 | -2,6 | x | x | x | -4,8 | 0,8 |

Tabelle 2: Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen in Deutschland. Veränderungsraten zum Vorjahr in Prozent

| Betriebs- größenklasse | Betriebe | | | Beschäftigte | | | Umsatz in Mio. € | | |
|---------------------------|----------|------------------|------------------------------|--------------|------------------|---------------------------------|------------------|---------------------|---------------------------------|
| | Anzahl | Anteile an allen | Anteile an Betrieben > 20 | Anzahl | Anteile an allen | Anteile an Betrieben > 20 | abs. | Anteile an allen | Anteile an Betrieben > 20 |
| unter 20 | 20 | 19,0% | | 174 | 0,9% | | 1,00 | 0,1% | |
| 20 bis 49 | 28 | 26,7% | 32,9% | 908 | 4,5% | 4,5% | 9,00 | 1,3% | 1,3% |
| 50 bis 99 | 22 | 21,0% | 25,9% | 1.555 | 7,7% | 7,8% | 36,00 | 5,4% | 5,4% |
| 100 bis 199 | 13 | 12,4% | 15,3% | 1.687 | 8,3% | 8,4% | 27,00 | 4,0% | 4,0% |
| 200 bis 499 | 14 | 13,3% | 16,5% | 4.558 | 22,5% | 22,7% | 135,00 | 20,2% | 20,2% |
| 500 bis 999 | 7 | 6,7% | 8,2% | x | x | | x | x | x |
| 1000 u. mehr | 1 | 1,0% | 1,2% | x | x | | x | x | x |
| 500 u. mehr | 8 | 7,6% | 9,4% | 11.334 | 56,1% | 56,6% | 460,00 | 68,9% | 69,0% |
| 200 u. mehr | 22 | 21,0% | 25,9% | 15.892 | 78,6% | 79,3% | 595,00 | 89,1% | 89,2% |
| Summe alle | 105 | | | 20.216 | | | 668,00 | | |
| Summe >20 | 85 | | | 20.042 | | | 667,00 | | |

Quelle: Statistisches Jahrbuch Sachsen 2003, Berechnungen IMU-Institut
(alle Zahlen nach WZ 93, Nr. 34 "Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen")

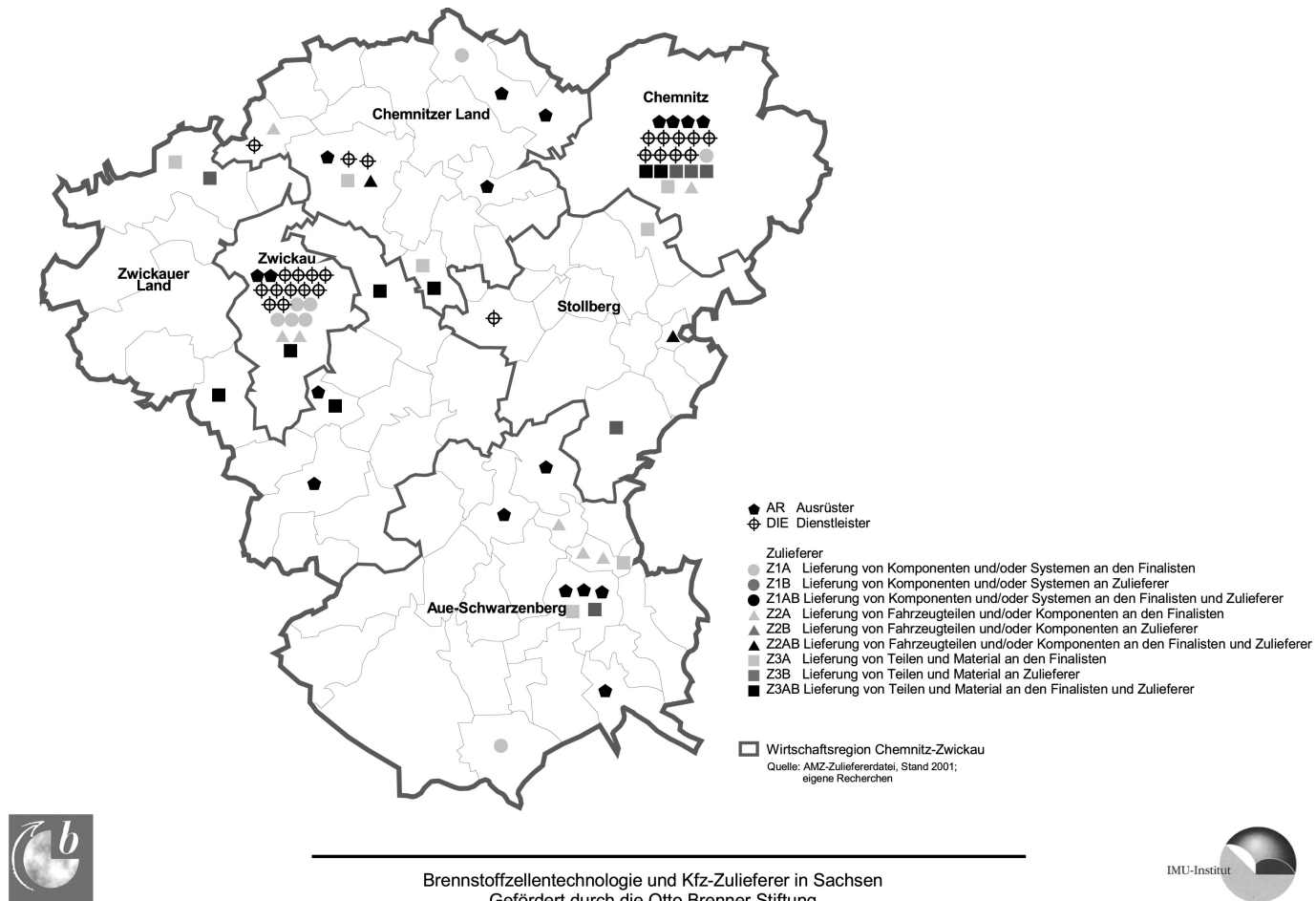
Tabelle 3: Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen in Sachsen. Betriebsgrößenklassen

| Betriebs- größenklasse | Betriebe | | | Beschäftigte | | |
|---------------------------|----------|------------------|--------------------------------|--------------|------------------|--------------------------------|
| | Anzahl | Anteile an allen | Anteile an Be- trieben > 20 | Anzahl | Anteile an allen | Anteile an Be- trieben > 20 |
| unter 20 | 49 | 4,1% | | 530 | 0,1% | |
| 20 bis 99 | 543 | 45,4% | 47,4% | 27.818 | 3,5% | 3,5% |
| 100 bis 999 | 502 | 42,0% | 43,8% | 163.289 | 20,6% | 20,6% |
| 1000 u. mehr | 101 | 8,5% | 8,8% | 601.351 | 75,8% | 75,9% |
| Summe alle | 1.195 | | | 792.988 | | |
| Summe >20 | 1.146 | | | 792.458 | | |

Quelle: Statistisches Bundesamt

Tabelle 4: Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen in Deutschland. Betriebsgrößenklassen

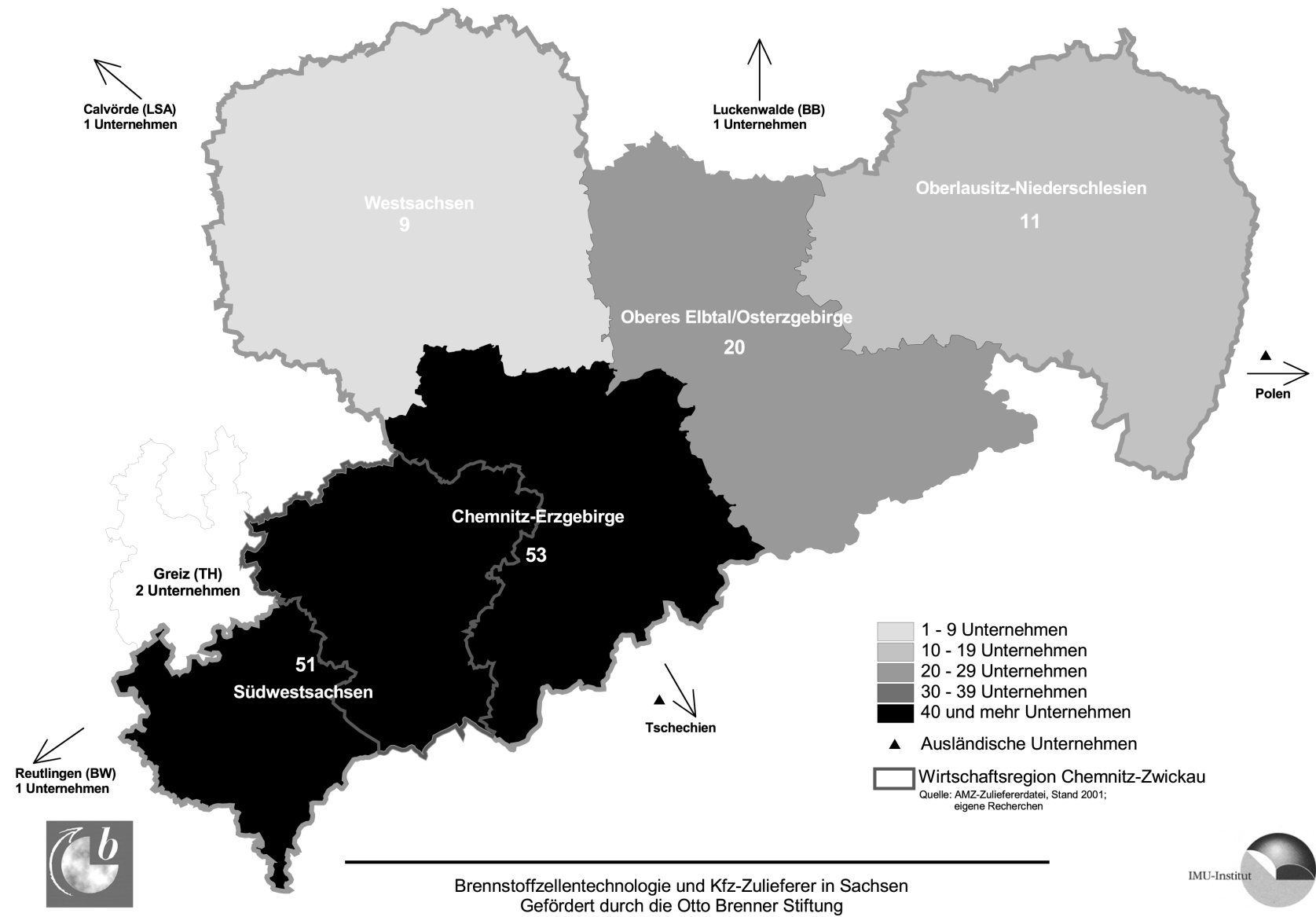
Anhang 3 Zuliefererunternehmen in den Regionen



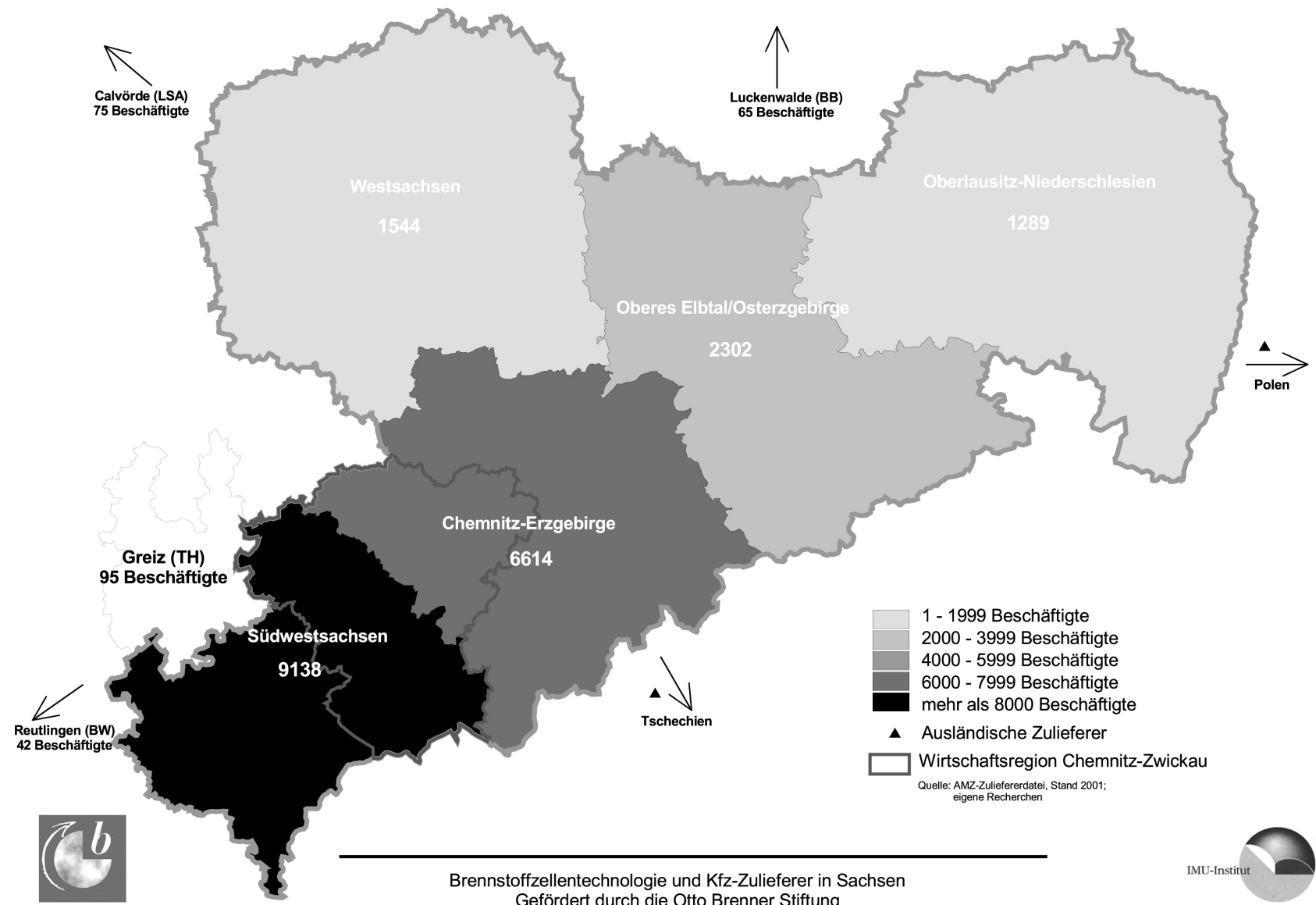
Brennstoffzellentechnologie und Kfz-Zulieferer in Sachsen
Gefördert durch die Otto Brenner Stiftung



Karte 4: Unternehmensstandorte nach Zuliefererebenen in der Wirtschaftsregion Chemnitz-Zwickau



Karte 5: Anzahl der Unternehmen in den Regionen



Brennstoffzellentechnologie und Kfz-Zulieferer in Sachsen
Gefördert durch die Otto Brenner Stiftung



Karte 6: Anzahl der Beschäftigten in den Regionen