

Umstellung der Industrieproduktion auf neue Erzeugnisse

- Beispiele für Kasseler Betriebe -

Mit Beiträgen von P. Strutynski, T. Vollmer und J. Weber-Bensch

VERBUND KASSEL
VERBUND
Kampagne und Ideenwettbewerb zur Nachhaltigkeit
im Uni-Alltag

hier nur enthalten:
Teil II
S. 46 - 95

Kassel 1990

Teil II

Thomas Vollmer

**Vorschläge zur Umstellung
ausgewählter wehrtechnischer Produktionen
in Metallbetrieben Kassels**

Teil II

Thomas Vollmer

**Vorschläge zur Umstellung
ausgewählter wehrtechnischer Produktionen
in Metallbetrieben Kassels**

INHALT

	Seite
1. Einleitung	48
2. Unternehmensbezogene Anhaltspunkte für die Konversion	49
2.1 Ist-Analyse der Unternehmen Thyssen Henschel und Wegmann & Co.	49
2.1.1 Die Beschäftigungsstruktur der Unternehmen	50
2.1.2 Das produktionstechnische und das produktspezifische Potential	51
2.2 Anknüpfungspunkte für die Konversion	53
2.3 Zur Ermittlung der Beschäftigungseffekte	54
3. Regionaler und überregionaler Bedarf	56
4. Produktvorschläge für die Konversion - Zur Bewältigung der bestehenden Verkehrsprobleme	57
4.1 Vorschläge: Antriebstechnologien für Fahrzeuge	59
4.1.1 Vorschläge im Bereich elektrische Antriebsmaschinen	59
4.1.1.1 Drehstromantriebe für Schienenfahrzeuge	60
4.1.1.2 Der Linearmotor	63
4.1.1.3 Batterie-Elektroantriebe	64
4.1.2 Vorschläge im Bereich Verbrennungsmaschinen	66
4.1.2.1 Hydraulische und elektrische Kraftübertragung für Diesellokomotiven	68
4.1.2.2 Der Hybridantrieb	69
4.2 Produktvorschläge für den Personenschnellverkehr	72
4.2.1 Allgemeiner gesellschaftlicher Bedarf	72
4.2.2 Vorschlag: IC/E-Drehstromlokomotiven und hochwertig ausgestattete Reisezugwagen	74
4.2.3 Vorschlag: Nach dem "Pendolino"-Prinzip konstruierte Züge	75
4.3 Produktvorschläge für den Personennahverkehr	78
4.3.1 Allgemeiner gesellschaftlicher Bedarf	78
4.3.2 Vorschlag: Drehstromlokomotiven der BR 120	80
4.3.3 Vorschlag: Dieseltriebwagen VT 628/VS 928	81
4.3.4 Vorschlag: Leichttriebwagen "Bus-Bahn"	83
4.3.5 Vorschlag: Straßenbahnen	86
4.3.6 Vorschlag: Dual-Mode-Bus-Systeme	87
5. Literatur	93

1. EINLEITUNG

In diesem Papier werden konkrete Projektvorschläge erarbeitet, die die Umstellung der Rüstungsproduktion auf die Fertigung von sozial nützlichen Produkten in Kassel zum Gegenstand haben. Mindestens 20 Betriebe in Kassel befassen sich mit der Produktion für die Bundeswehr und ausländische Armeen. Von den etwa 17.000 Arbeitskräften in diesen Betrieben waren 1984 schätzungsweise 6.400, also über ein Drittel, mit der Produktion von Rüstungsgütern beschäftigt.¹ Gemessen an der Zahl der Beschäftigten und am Umsatz nehmen die beiden in Kassel ansässigen Unternehmen Thyssen Henschel und Wegmann & Co. mit Abstand eine hervorragende Stellung ein. Bei Wegmann sind in den letzten Jahren etwa 1.900 Arbeitnehmer in der Panzerturmintegration und bei Henschel ca. 1.300 in der Montage mittlerer Rad- und Kettenpanzer beschäftigt gewesen. Der Gesamtumsatz erreichte 1982/83 bei Thyssen Henschel mit 986 Mio.DM und bei der Wegmann & Co. GmbH mit 1,2 Mrd.DM jeweils einen Spitzenwert für die achtziger Jahre.²

Die Umsätze der Kasseler Unternehmen stiegen in der Vergangenheit wesentlich stärker als die ausgezahlten Lohn- und Gehaltssummen. Bei Thyssen Henschel nahm die Zahl der Beschäftigten sogar absolut von 5.617 (1975/76) über 4.224 (1981/82) auf 3.587 (1987/88) ab.³ Außerdem ist die Beschäftigungslage entsprechend den Beschaffungswellen der Bundeswehr starken Schwankungen unterworfen. Für die 70er Jahre, zwischen der ersten und der zweiten Beschaffungswelle für das Heer, sind bei beiden Unternehmen Beschäftigungseinbrüche feststellbar gewesen.⁴ Mit dem Auslaufen der derzeitigen und auch künftiger Beschaffungsprogramme wird sich diese Situation wiederholen, zumal die Beschäftigungswirkung je Mio.DM in Folge der üblichen überdurchschnittlichen Teuerungsraten im Rüstungsbereich tendenziell ebenso überdurchschnittlich abnimmt.

Die von Arbeitslosigkeit überdurchschnittlich belastete, strukturschwache nordhessische Region ist somit in hohem Maße von der Rüstungsproduktion und den damit zusammenhängenden Beschäftigungsproblemen abhängig.

1 vgl. GhK-Forschungsgruppe "Rüstungswirtschaft in Kassel": Rüstungszentrum Kassel. Vortrag auf der Veranstaltung "Rüstungsproduktion und Arbeitsplätze in Kassel" der DGB-Kooperationsstelle Gewerkschaften-Hochschule v.24.09.84; s.a. GhK-Forschungsgruppe: 17.300 arbeiten in der Rüstungsproduktion. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 28.9.84 u. Jeder fünfte Arbeitsplatz. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 29.9.84

2 Geschäfte von geringeren Aufträgen in der Wehrtechnik geprägt. Wegmann trotz Umsatzrückgang zufrieden. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 8.12.87; Wegmann & Co. - Bilanz zum 31. Dezember 1983. Bundesanzeiger v. 24.1.85; Thyssen Industrie AG (Hrsg.): Geschäftsbericht 1982/83

3 Thyssen-Industrie AG (Hrsg.): Geschäftsbericht 1981/82; FPN Arbeitsforschung + Raumentwicklung: Nordhesser-Archiv, Betriebe und Unternehmen

4 vgl. In der Waffenschmiede brennt das Feuer vorerst auf Sparflamme. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 9.2.77; Wegmann spürt den "öffentlichen Botstift". Beschäftigung angepaßt-Schwerpunkt kommunaler Nahverkehr-Hoffen auf der "Leopard 2". Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 19.2.77

Strukturverbessernde Impulse sind von den in die Rüstung investierten 'toten' Milliarden kaum zu erwarten.⁵ Aus arbeitsmarkt- und strukturpolitischen Gründen ist es sinnvoll, die starke Abhängigkeit der strukturschwachen nordhessischen Region von Aufträgen des Bundesverteidigungsministeriums zu mindern, zumal sich abzeichnet, daß die in Gang gekommenen Abrüstungsgespräche auch für den konventionellen Bereich positive Ergebnisse zeitigen werden.

Die Umstellung der Rüstungsproduktion auf die Produktion ziviler Güter hat zu berücksichtigen, daß

1. die Zahl und die Qualität der Arbeitsplätze erhalten bleibt,
2. die Alternativprodukte sich primär an deren gesellschaftlichen Nutzen und Bedarf orientieren und "einen Markt finden", damit möglichst auch
3. ein Beitrag zur Strukturverbesserung der nordhessischen Region geleistet wird.

Um diese Zielstellung zu erreichen, wird zunächst das Fertigungspotential der beiden hauptsächlichen Rüstungsproduzenten Thyssen Henschel und Wegmann & Co. untersucht, um den Rahmen für die Alternativproduktion zu ermitteln. Anschließend werden ausgewählte Defizitbereiche der Gesellschaft insgesamt als auch der Region genannt als mögliche Bezugspunkte für eine am gesellschaftlichen Bedarf orientierte Produktion. Als dritter Schritt werden dann Alternativprodukte vorgeschlagen, die die Beschäftigung in den Betrieben sichern und zur Minderung der genannten Defizite beitragen sollen.

2. UNTERNEHMENSBEZOGENE ANHALTSPUNKTE FÜR DIE KONVERSION

2.1 IST-ANALYSE DER UNTERNEHMEN THYSSEN HENSCHEL UND WEGMANN & CO.

Die Konversionsvorschläge beziehen sich auf die beiden Unternehmen Thyssen Henschel und Wegmann & Co., wobei letztere in diesem Zusammenhang aus mehreren Gründen von besonderem Interesse sein dürfte.

Die Fertigung der ehemaligen Waggonfabrik hat in der Vergangenheit eine Umstellung vom Schienenfahrzeugbau zur fast ausschließlichen Produktion von Kriegsmaterial erfahren. Von den ca. 2.200 Wegmann-Beschäftigten arbeiten lediglich knapp 250 in der nichtmilitärischen Fertigung, d.h. annä-

hernd 2000 Arbeitsplätze (90%) sind abhängig von der im allgemeinen starken Schwankungen unterworfenen Rüstungsproduktion.⁶ Bei Thyssen Henschel arbeiten von den ca. 3.600 in Kassel Beschäftigten 'nur' etwa ein Drittel in diesem Bereich.⁷ Außerdem befindet sich im Gegensatz zum Thyssenkonzern der Sitz der Wegmann-Gruppe in Kassel, Entscheidungen über die Unternehmensentwicklung werden also hier getroffen. Wegmann hat außerdem eine wesentlich größere - auch fast ausschließlich von der Panzerentwicklung abhängige - Entwicklungsabteilung vor Ort, die ein wichtiges Potential für weitere Konversionsaktivitäten darstellt.

Ein besonderes Problem im Zusammenhang mit der Rüstungskonversion ist die unbefriedigende Datenlage. Die mit der Rüstungsproduktion beschäftigten Unternehmen haben offenbar kein großes Interesse, brauchbare Daten an die Öffentlichkeit gelangen zu lassen. So stehen kaum hinreichend konkrete Informationen zur Verfügung über die ökonomischen Aspekte der Rüstungsproduktion. Dies betrifft sowohl die Wertschöpfung und die Beschäftigungseffekte, als auch das produktionstechnische Potential, den Umfang und die Qualität der maschinellen und sonstigen Ausstattungen. Dies gilt insbesondere für das Unternehmen Wegmann & Co. zu.⁸ Dieses Defizit stellt hier aber prinzipiell kein größeres Problem für die Konversion dar.

2.1.1 DIE BESCHÄFTIGTENSTRUKTUR DER UNTERNEHMEN

Es geht bei der Rüstungskonversion nicht nur um die Sicherung von Arbeitsplätzen schlechthin, sondern um die Sicherung qualifizierter Arbeitsplätze. Allgemein wird von einem relativ hohen Qualifikationsniveau in der Rüstungsproduktion ausgegangen.⁹ Dies drückt sich weniger im Lohnniveau als vielmehr in dem relativ hohen Anteil der Angestellten an der Belegschaft aus. Bei Thyssen Henschel und bei Wegmann beträgt der Anteil der Angestellten 40 Prozent. Von den verbleibenden Lohnempfängern sind ca. 80 Prozent Facharbeiter.¹⁰ Insgesamt ist demnach der Anteil der Un- und Angelernten mit etwa 12 Prozent im Vergleich etwa mit der Automobilindustrie relativ gering.¹¹

6 Geschäfte von geringeren Aufträgen in der Wehrtechnik geprägt. Wegmann trotz Umsatzrückgang zufrieden. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 08.12.87

7 FPN Arbeitsforschung + Raumentwicklung: Nordhessen-Archiv, Betriebe und Unternehmen

8 vgl. Huffschild, Jörg (Hrsg.): Für den Frieden produzieren. Alternativen zur Kriegsproduktion Köln 1982, S. 167

9 Huffschild, Jörg (Hrsg.): Rüstungs- oder Sozialstaat. Köln 1982, S. 102ff

10 FPN Arbeitsforschung + Raumentwicklung: Nordhessen-Archiv, Betriebe und Unternehmen

11 vgl. Lacher/Neumann/Rubelt/Schuler: Die Fort- und Weiterbildung von Montagearbeitern/-innen. Voraussetzungen und Perspektiven am Beispiel der Volkswagen AG -Zwischenbericht- Projekt Fort- und Weiterbildung, Recklinghausen 1987, S. 134ff

Die Qualifikation der Beschäftigten stellt einen wichtigen Aspekt in der Diskussion um die Umstellung der Produktion dar, auf den bei der Auswahl von Alternativprodukten Rücksicht genommen werden muß. Hier wird davon ausgegangen, daß das relativ hohe Qualifikationsniveau kein Hinderungsgrund, sondern im Gegenteil ein Potential für die Konversion darstellt.¹² Zu untersuchen bliebe allerdings noch, inwieweit diese Annahme für die ganze konkrete Umsetzung von Konversionsvorschlägen stimmt. Selbst wenn die Qualifikationsstruktur der in den Rüstungsabteilungen der Unternehmen Beschäftigten nicht ohne weiteres vollständig für die Alternativproduktion genutzt werden kann, stellt dies insofern kein größeres Problem dar, als die Umstellung der Fertigung nicht ad hoc erfolgen kann. Es bleibt also Zeit, die Beschäftigten entsprechend den neuen Tätigkeiten weiterzuqualifizieren.

2.1.2 DAS PRODUKTIONSTECHNISCHE UND DAS PRODUKTSPEZIFISCHE POTENTIAL

Auch der zum Teil hohe Spezialisierungsgrad der in der Rüstungsproduktion verwendeten Maschinen könnte in Teilbereichen zunächst eine Phase der Umgestaltung des Produktionsapparates notwendig machen. M.E. vollzieht sich in diesem Bereich eine im Vergleich zur Automobilproduktion gegenläufige Tendenz. Während im Straßenfahrzeugbau die computergesteuerten Automaten immer flexibler werden, ist zumindest in Teilbereichen des Panzerbaus trotz Einführung von CAD und CAM eine zunehmende Spezialisierung feststellbar. Dies ist zurückzuführen auf die tendenziell immer größer und schwerer werdenden zu bearbeitenden Werkstücke bei gleichzeitiger Verringerung der Toleranzen. Man denke beispielsweise an die Drehmaschinen für die mechanische Bearbeitung der Drehkränze von Panzertürmen mit Durchmessern von mehreren Metern.

Doch selbst wenn diese Maschinen im Rahmen einer alternativen Fertigung kurzfristig nicht unmittelbar Verwendung finden würden, ergibt sich daraus kein vorrangiges Problem, da einerseits in der Vergangenheit die Umstellung des Produktionsapparates in umgekehrter Richtung auf die Rüstungsproduktion in den Betrieben - z.T. wohl sogar mit staatlicher Unterstützung - möglich war und dieser Prozeß prinzipiell auch wieder umkehrbar ist. Andererseits erfordert die hier angestrebte Umstellung eine Entwicklungsphase und ein Anlaufen der Produktion. Es bleibt demnach Zeit, in dieser Übergangsphase den Produktionsapparat den neuen Produktionsanforderungen anzupassen - und sei es mit massiver staatlicher Unterstützung, wie sie im Rahmen der Panzerbeschaffung ja durchaus auch üblich ist.

Da es nicht entscheidend ist, Produkte auszuwählen, die ausschließlich mittels des vorhandenen Fertigungspotentials herzustellen sind, kommt es vielmehr darauf an, zu berücksichtigen, auf welche Erfahrungen aus den wehrtechnischen und zivilen Bereichen der Firmen zurückgegriffen werden kann und welche für die Umstellung nutzbar gemacht werden können.

Bei Wegmann wurden bisher im wesentlichen entwickelt und/oder gefertigt¹³ im Bereich

Schienefahrzeugbau:

Reisezugwagen, Güterwaggons, Triebwagen, Straßen- und U-Bahnen, Laufwerke und Drehgestelle;

Straßenfahrzeugbau:

Karosserien, LKW-Aufbauten, Autobusse mit Verbrennungs- und verschiedenen Elektroantrieben;

Transportsysteme:

Container, vollautomatische führerlose Transportroboter;

Industrietechnik:

Vollautomatische Verkettungsanlagen, Auswucht- und Achsvermessungsanlagen, Handhabungsautomaten;

Wehrtechnik:

Integration von schweren hochkomplexen Panzerturm- und anderen drehbaren Großwaffensystemen, computer- und videogestützte Ausbildungssysteme, Schleifringübertrager.

Bei Henschel bzw. Thyssen Henschel gehörten in der Vergangenheit zur Produktpalette¹⁴ die Bereiche

Schienefahrzeugbau:

Lokomotiven mit unterschiedlichsten Antriebskonzepten, Stadtbahnen, Magnetschwebefahrzeuge;

Straßenfahrzeugbau:

Komplette LKW und Omnibusse;

¹³ vgl. Wegmann & Co. (Hrsg.): Wegmann & Co. Kassel 1882-1982. Kassel o.J.; dies.: Wegmann Kassel 1882-1982. Kassel o.J.; dies.: 100 Jahre Wegmann & Co. 1882-1982. Sonderdruck aus: Wehrtechnik (1982) H.10 ; Technologie aus der Region/Weco Industrietechnik GmbH. Mit Robotern aus Kassel marschiert Wegmann-Tochter auf Erfolgskurs. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 7.1.1988

¹⁴ vgl. Thyssen Henschel (Hrsg.): Der Fortschritt hat Tradition. Kassel o.J.; dies.: Der ständige Weg in die Zukunft. Kassel o.J.

Energiegewinnung:

Kraftwerksskessel, Reaktortechnik, Abgas-Wärmerückgewinnungsanlagen, unterschiedliche Kesselsysteme;

Anlagen- und Maschinenteknik:

Verschiedene Mischer, Recyclinganlagen, Schrottaufbereitungsanlagen, automatisierte Produktionsanlagen;

Schmiedetechnik:

Gesenkschmiedeteile, LKW-Vorderachskörper, Gabeln für Stapler;

Flughafentechnik:

Fluggastbrücken, Luftfrachtförderanlagen, Verbindungsstege;

Wehrtechnik:

Integration unterschiedlicher Rad- und Kettenpanzer, Ausbildungsanlagen.

2.2. ANKNÜPFUNGSPUNKTE FÜR DIE KONVERSION

Die Auflistung der Produkte verweist darauf, in welchen technologischen Bereichen die Alternativprodukte zu suchen sind. Sie verdeutlicht darüber hinaus, daß die Produktionserfahrungen sich in weiten Teilen berühren. Dies ermöglicht die Auswahl von Alternativprodukten, die sowohl in dem einen wie auch in dem anderen Unternehmen gefertigt werden könnten bzw. die an die traditionelle Zusammenarbeit der Unternehmen anknüpfen. Andererseits führt sie auch vor Augen, welches reiches technologisches und produktionstechnisches Know How hier als Potential für die Konversion zur Verfügung steht. Für die Fertigung gesellschaftlich nützlicher Güter kann demnach auf folgende Erfahrungen und Technologien zurückgegriffen werden:

- * das umwelttechnologische Know How betrifft die Schrottverwertungs- und unter Umständen auch andere Recyclingprozesse, die Energieumwandlung und -rückgewinnung sowie die Entsorgung;
- * Meßsysteme für die Erfassung und Analyse biologischer, chemischer und radioaktiver Substanzen wurden installiert;
- * Erfahrungen mit der Integration von hydraulischen, elektrischen und elektronischen, datenverarbeitenden, optischen, optronischen sowie mechanischen Baugruppen zu hochkomplexen Steuer- und Regelsystemen sind ebenso reichlich vorhanden wie

- * umfangreiches Wissen über sämtliche Bereiche des Schienenfahrzeugbaus vom einfachen Radsatz bis zur Lokomotive für unterschiedlichste Einsatzbedingungen;
- * im Straßenfahrzeugbau wurden die Erfahrungen geprägt durch die Entwicklung und Fertigung verschiedener Ketten- und zwei- bis vierachsiger Radfahrzeuge verschiedener Gewichtsklassen, die größtenteils sogar schwimmfähig sind;
- * die Antriebstechnik umfaßt Dieseltriebwerke mit mechanischer, hydraulischer und elektrischer Kraftübertragung, elektrische Niederfrequenzantriebe, elektronisch geregelte Drehstrommaschinen, sowie die Linearmotoren der Magnetbahn und Hydraulikantriebe;
- * die Metallbearbeitung erstreckt sich vom Leichtmetallguß über die Verarbeitung von hochfestem Panzerstahl bis hin zur Schmiedetechnik einschließlich unterschiedlicher Schweißtechniken und der mechanischen Bearbeitung kleiner bis größter Werkstücke;
- * Fertigung von hydraulischen, elektrischen und elektronischen Komponenten und Baugruppen.

2.3 ZUR ERMITTLUNG DER BESCHÄFTIGUNGSEFFEKTE

Die wichtigste Information für die Umstellung von Rüstungs- auf Zivilproduktion ist die über den damit verbundenen Beschäftigungseffekt. Zur Ermittlung der relevanten Unternehmensdaten sind die Gesamtwertschöpfung des Unternehmens, die Wertschöpfung bezogen auf das jeweilige wehrtechnische und alternative Produkt, die Wertschöpfung pro Beschäftigten sowie das jeweilige Auftragsvolumen von Bedeutung. Huffschmid hat ein Berechnungsverfahren vorgestellt, mit dem diese Daten aus den Geschäftsberichten zu ermitteln sind.¹⁵

Im Rahmen dieser Arbeit kann die Erhebung solcher unternehmensspezifischer Daten nicht in dieser differenzierten Form geleistet werden. Insofern müssen die hier im folgenden gemachten Angaben lediglich als Annäherung an die tatsächlichen Beschäftigungseffekte betrachtet werden. Grundlage sind dabei der Umsatz, die zivile Wertschöpfungsquote, und die Wertschöpfung pro Beschäftigten. In Anlehnung an Huffschmid läßt sich der Beschäftigungseffekt folgendermaßen quantifizieren: "Man multipliziert den

jeweiligen Jahresumsatz mit der durchschnittlichen zivilen Wertschöpfungsquote ... und dividiert das Ergebnis durch die Größe 'Wertschöpfung pro Beschäftigten'"16

B: Beschäftigte; U: Umsatz;
 $B = U \times WS / WB$ WS: zivile Wertschöpfungsquote;
 WB: Wertschöpfung pro Beschäftigten

Statt des Jahresumsatzes kann auch der Preis eines Produktes verwendet werden; man erhält dann allerdings nicht die Zahl der insgesamt Beschäftigten, sondern die Anzahl der gesicherten Arbeitsplätze pro jährlich gefertigtem Einzelprodukt. Da hier keine Marktanalyse geleistet werden kann, d.h. die Ermittlung der absetzbaren, also zu produzierenden Stückzahlen eines Alternativproduktes, erscheint die Berechnung der gesicherten Arbeitsplätze je gefertigter Einheit sinnvoll. Der Preis eines Produkts läßt sich teilweise relativ einfach ermitteln, da oftmals konkrete Angaben darüber gemacht werden. Wenn keine unmittelbaren Angaben zu Verfügung stehen, kann ein Vergleich mit ähnlichen auf dem Markt verfügbaren Gütern weiter helfen. Ansonsten muß auf plausible Schätzwerte zurückgegriffen werden.

Die zivile Wertschöpfungsquote ist abhängig von der Komplexität des jeweiligen Produktes und der Fertigungstiefe des entsprechenden Unternehmens. Betrachtet man die zivile Fertigung anderer vergleichbarer Rüstungsunternehmen, so fällt auf, daß bei den meisten von ihnen der Wertschöpfungsanteil im zivilen Bereich 50 Prozent beträgt. Bei einigen schwankt der Wert zwischen 40 und 60 Prozent, im Mittel ergibt sich aber wieder die 50-Prozent-Quote.¹⁷ Im folgenden wird diese Wertschöpfungsquote auch für die im Rahmen der potentiellen Alternativproduktion in den Kasseler Unternehmen gefertigten Komponenten zugrundegelegt. Auf den mechanischen Teil einer Lokomotive entfällt beispielsweise etwa die Hälfte des Preises als Bezugsgröße für die Berechnung des Beschäftigungseffektes, die andere Hälfte auf die nicht hier gefertigte Antriebsanlage. Daraus ergibt sich für den mechanischen Teil eine Wertschöpfung, bezogen auf den Gesamtpreis, von 25 Prozent. Für Fahrzeuge ohne Antriebsanlage macht der Wertschöpfungsanteil dementsprechend 50 Prozent des Gesamtpreises aus.

Die Wertschöpfung je Beschäftigten eines Unternehmens läßt sich erheben mittels Division der Unternehmenswertschöpfung durch die Zahl der dort Beschäftigten. Laut Aussage der Betriebsräte der beiden Kasseler Unterneh-

16 a.a.O., S. 17

17 a.a.O., S. 93

men soll die Rüstungswertschöpfung für beide Unternehmen über 50 Prozent betragen.¹⁸ Errechnet man nach solchen Angaben die Wertschöpfung je Beschäftigten, so ergibt sich bei einem Rüstungsjahresumsatz der Wegmann & Co. GmbH von 990 Mio. DM (1986) und einer Beschäftigtenzahl von 1960 ein Wert von 250.000 DM je Beschäftigtem.¹⁹ Dieser Wert ist unrealistisch. Vergleicht man diese Zahlen mit denen anderer ausgewählter Panzerproduzenten, wird dies deutlich: Die Wertschöpfung pro Beschäftigten betrug 1986 durchschnittlich 120.000 DM und schwankt zwischen 95.000 DM (Krauss-Maffei) und 156.000 DM (Rheinmetall).²⁰ Die Wertschöpfung ist zumindest in der Rüstungs-Montage extrem gering und liegt bei etwa 15 Prozent.²¹ So betrug beispielsweise auch der Wertschöpfungsanteil von Thyssen Henschel bei der Spähpanzer-'Luchs'-Fertigung ganze 10 Prozent, beim 'Marder' sollen es 30 Prozent gewesen sein.²² In der durchschnittlichen Panzerfertigung der beiden Kasseler Unternehmen scheint die Quote in etwa dem o.g. Mittel von 15 Prozent zu entsprechen. Für die Berechnung des Beschäftigungseffektes der hier vorgeschlagenen Produkte wird deshalb der Durchschnittswert der üblichen Wertschöpfung je Beschäftigten in ausgewählten an der Panzerfertigung beteiligten Unternehmen von 120.000 DM (1986) zugrunde gelegt.

Für die Ermittlung der Beschäftigungseffekte der folgenden Jahre ist weiterhin der Produktivitätsfortschritt zu beachten, der die Wertschöpfung je Beschäftigten steigen bzw. die Beschäftigungswirkung je Produkteinheit sinken läßt. Auch insofern können die hier gemachten Aussagen nur Annäherungen an die tatsächlichen Effekte darstellen und lediglich als Orientierung gelten. Eine differenziertere Berechnung im o.g. Sinne würde es ermöglichen, die im folgenden gemachten Aussagen zu präzisieren.

3. REGIONALER UND ÜBERREGIONALER BEDARF

Die Aufgabe besteht zunächst darin, unter Anwendung des genannten Potentials der beiden Unternehmen ökonomisch und beschäftigungsrelevante Produktions- und Produktbereiche zu finden, für die ein vorrangiger gesellschaftlicher Bedarf besteht. Neben den vielen sozialen Problemen gibt es eine Anzahl von technisch zu behebbenden Mängeln in unserer Gesellschaft,

-
- 18 Betriebsräte W. Behrend (Thyssen Henschel) und G. Deiselmann (Wegmann) auf einer Veranstaltung im Rahmen der Friedenswoche am 23.11.1987 zum Thema 'Konversion'
- 19 Wegmann & Co. GmbH, Kassel Bilanz zum 31. Dezember 1986. Bundesanzeiger v. 12.1.1988, S. 51; Geschäfte von geringerer Aufträgen in der Wehrtechnik geprägt. Wegmann trotz Umsatzrückgang zufrieden. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 08.12.87
- 20 Huffschmid, Jörg (Hrsg.): Für den Frieden produzieren. Alternativen zur Kriegsproduktion Köln 1982, S. 94
- 21 bei den mit der Endmontage des 'Leopard 2' beschäftigten Unternehmen Krauss-Maffei AG und Krupp MaK GmbH beträgt der Wertschöpfungsanteil an der 'Leopard'-Produktion 15 Prozent. vgl. a.a.O. S. 93
- 22 Kulla, Ralf: Rüstungsproduktion in den Kasseler Henschel-Werken - unter besonderer Berücksichtigung der NS-Zeit und der Nachkriegsentwicklung. Staatsexamensarbeit. Gesamthochschule Kassel 1986, S. 80

die mit den Begriffen Stadterneuerung, Wohnungssanierung, Umwelttechnik, Energiegewinnung- und einsparung, Abfallvermeidung und -verwertung, Medizintechnik, Rettungswesen, öffentlicher Personen- und Güterverkehr sowie Humanisierung der Arbeit umrissen sind. In diesen Bereichen sind größtenteils auch in der strukturschwachen Region Nordhessens Defizite vorzufinden. So sind häufig mangelhafte oder sogar fehlende Anbindungen von Ortsteilen an den überwiegend nicht schienengebundenen ÖPNV und an den schienengebundenen Güterverkehr feststellbar. Der Boden und das Trinkwasser weisen teilweise bedenkliche Belastungen auf. Die Luft, insbesondere im Oberzentrum Kassel, ist äußerst schlecht, die Stadt ist hochgradig smoggefährdet. In Bezug auf die Luftverschmutzung als auch im Zusammenhang mit der aktuellen Diskussion um die künftige Stadtgestaltung spielt das Problem des überdimensionierten Individualverkehrs eine entscheidende Rolle. Die Abfallwirtschaft und die Energiegewinnung ist hier ebenso entwicklungsbedürftig wie in anderen Regionen auch.

Ausgangspunkt für Konversionsvorschläge sollten solche regionalen und überregionalen Defizitbereiche sein, die zum Teil jedoch im einzelnen noch konkreter und detaillierter zu benennen sind. Die o.g. Produkte von Wegmann und Thyssen Henschel stellen angesichts der hier skizzierten gesellschaftlichen Problembereiche selbst schon ein Beispiel für nützliche zivile Güter und somit einen Ansatzpunkt für die Konversion dar. Es erscheint mir zweckmäßig, diese schrittweise auszuweiten bzw. zu reaktivieren und durch weitere Produktvorschläge zu ergänzen. Gerade in den Bereichen Abfallwirtschaft/Recycling und Energiegewinnung/-einsparung kann zunächst teilweise auf die vorhandene Hochtechnologie zurückgegriffen werden. Zu überprüfen ist allerdings, inwieweit der Gebrauchswert der bisher verwendeten Technologien sich im ökologischen Sinne steigern läßt. Parallel dazu ist die vorhandene Technik weiterzuentwickeln und auf gänzlich neue Produkte zu übertragen.

4 PRODUKTVORSCHLÄGE FÜR DIE BEWÄLTIGUNG DER BESTEHENDEN VERKEHRSPROBLEME

Die im folgenden gemachten Vorschläge werden sich auf den Verkehrsbereich beschränken. Hier sollen auch ältere Konzepte - in Kombination mit neuen Technologien - berücksichtigt werden, die bisher aufgrund gesellschaftlicher und politischer Weichenstellungen bestenfalls partiell und selten in ökonomisch-ökologisch sinnvoller Weise zur Anwendung kamen. Maßgebend ist der Anspruch, nach Möglichkeit nur solche Produkte auszuwählen, die sich in die bestehenden Verkehrsstrukturen integrieren lassen und diese im o.g. Sinne optimieren.

Die vorgeschlagenen Produkte werden teilweise für die Rüstungskonversion beider Unternehmen geeignet sein, worauf im einzelnen hingewiesen wird. Komponenten der Vorschläge werden zum Teil in Form von Baugruppen gesondert beschrieben. Dies betrifft hier insbesondere die vorgeschlagenen Antriebskonzepte, deren Beschreibung den Fahrzeugvorschlägen vorangestellt wird. Diese Darstellungsform soll die Übertragbarkeit der Antriebstechnologien auf andere nützliche Anwendungen erleichtern.

Die Beschreibung der Produkte muß über die rein technische Darstellung hinausgehen, um ihren Gebrauchswert zu erschließen. Gegebenenfalls werden auch alternative Lösungen berücksichtigt.

Die hier entwickelten Produktvorschläge für die Kasseler Rüstungsindustrie sind eingebunden in den Rahmen einer auch kurzfristig realisierbaren alternativen Verkehrspolitik. Eine gesellschaftlichen Bedürfnissen verpflichtete Verkehrskonzeption hat sich zu orientieren an der Bewältigung der bisher durch den Verkehr verursachten ökologischen und sozialen Probleme einerseits und einer Steigerung des Transportangebots andererseits. Die Beseitigung der die Gesellschaft und nicht die Verursacher belastenden Folgen des Individual- und Straßengüterverkehrs - Luftverschmutzung, Lärmbelästigung, Energieverschwendung, landschaftlicher Flächenverbrauch und nicht zuletzt soziale Ausgrenzung sowie Bedrohung menschlichen Lebens- kann und sollte soweit möglich durch die Einschränkung des "künstlichen Verkehrs"²³ erfolgen, ohne jedoch die gesellschaftliche Mobilität einzuschränken. Letztere ist vielmehr zu fördern, soweit sie menschlichen Bedürfnissen entspricht.

Den folgenden Vorschlägen liegt das Ziel zugrunde, mittel- und langfristig das Hauptverkehrsaufkommen von der Straße auf die Schiene zu verlagern und den Binnenluftverkehr einzustellen.²⁴ Der Schienentransport ist unter allen Transportarten nicht nur die umweltfreundlichste, bei richtigem Einsatz komfortabelste und gesamtgesellschaftlich auch kostengünstigste. Er kann obendrein auch betriebswirtschaftlich die günstigste Transportart sein, wenn die Gleisanlagen und das rollende Material wieder optimal genutzt und die teilweise total veralteten Fahrzeuge durch zeitgemäße ersetzt werden. Ein an gesellschaftlichen Bedürfnissen orientiertes Verkehrskonzept erfordert, daß der Schienenverkehr in der Fläche erhalten bleibt und durch die Bildung von Verkehrsverbänden qualitativ verbessert wird. Bereits stillgelegte Strecken sind zu reaktivieren und einige Nebenbahnen sind neu zu bauen.

23 vgl. zum Begriff des "künstlichen Verkehrs": Wolf, Winfried: Eisenbahn und Autowahn. Personen- und Gütertransport auf Schiene und Straße. Geschichte, Bilanz, Perspektiven. Hamburg/Zürich 1986, S. 415ff

24 dargestellt ist diese Zielsetzung in: aa.O., S. 405ff

Die Verwirklichung eines solchen Konzeptes stellt nicht nur ein Potential für die Konversion der Kasseler Rüstungsproduktion dar und würde nicht nur die hier befindlichen Arbeitsplätze sichern. Es scheint durchaus realistisch, daß das für den Umbau der Verkehrsstrukturen notwendige Investitionsprogramm ein Mittel zur Schaffung neuer Arbeitsplätze darstellt, während auf der anderen Seite infolge der sich verschärfenden Rationalisierung bei gleichzeitiger Stagnation im Automobilbau zahlreiche Arbeitsplätze gefährdet sind.^{2 5}

4.1 VORSCHLÄGE: ANTRIEBSTECHNOLOGIEN FÜR FAHRZEUGE

Auf dem Gebiet der Antriebstechnologien wurden in der Vergangenheit von beiden Unternehmen verschiedene interessante Konzepte entwickelt bzw. in Fahrzeugen installiert. Die Palette reicht vom Oberleitungs- und Batteriebus über Dieseelektronische Lokomotiven bis zur Magnetschwebetechnik. An diese Erfahrungen soll angeknüpft und die Konzepte sollen weiterentwickelt werden.

Die hier dargestellten Antriebskonzepte haben eine über den Einsatz in einem hier vorgeschlagenen konkreten Fahrzeug hinausgehende allgemeinere Bedeutung für Schienen- und Straßenfahrzeuge, stellen sie doch deren bedeutsamste Komponenten im Hinblick auf Schadstoff- und Lärmemission, Energieverbrauch, Wirtschaftlichkeit, Fahrleistung usw. dar. Sie sind von daher als Module zu verstehen, die mit unterschiedlichen Fahrzeugen entsprechend deren Einsatzbedingungen kombinierbar sind.

In diesem Abschnitt werden optimierte Antriebskonzepte für spurgebundene und Straßenfahrzeuge vorgeschlagen, die alle wesentlichen Einsatzfelder abdecken. Es werden die verschiedenen Konzepte bezüglich des Aufbaus und der Funktionsweise erläutert sowie die Vor- und Nachteile des Einsatzes problematisiert. Die Bedeutung des speziell für ein Fahrzeugkonzept ausgewählten Antriebs wird im Zusammenhang mit dem jeweiligen Produktvorschlag erläutert.

4.1.1 VORSCHLÄGE IM BEREICH ELEKTRISCHE ANTRIEBSMASCHINEN

Rotierende Elektromotoren sind aufgrund ihres Betriebsverhaltens die idealen Antriebsmaschinen für Fahrzeuge. Sie haben einen hohen Wirkungsgrad bis über 90 Prozent. Ihre Drehrichtung ist mit einfachen Mitteln durch Spannungsumkehr änderbar, es werden also nicht wie beim Verbrennungsmotor zur Fahrtrichtungsumkehr Umkehrgetriebe benötigt. Sie haben in weiten Drehzahlbereichen ein lineares Drehmoment, so daß sie auch unter

Lastbedingungen selbständig anlaufen können.²⁶ Der beim Verbrennungsmotor übliche Anlasser ist hier ebenso überflüssig wie der Leerlaufbetrieb während des Stillstandes des Fahrzeuges. Elektrische Maschinen verursachen keine Abgase und sind sehr leise.

Nachteilig hingegen war bei dieser Antriebstechnik in der Vergangenheit die Energiezufuhr, -speicherung und -regelung. Bei den früher verwendeten Gleichstromantrieben waren die zum Teil mechanischen Steuereinrichtungen relativ groß und schwer und verursachten erhebliche Energieverluste, was den Gesamtwirkungsgrad verschlechterte. Auch die Speichermedien für die elektrische Energie, die Batterien und aufladbaren Akkumulatoren, haben ein hohes Speichergewicht, d.h. sie waren und sind noch relativ schwer. Elektrofahrzeuge ohne eigenen Energiespeicher sind von Leitungsanlagen abhängig, die ihnen die notwendige Energie zuführen, so daß diese Technik nur für den trassengebundenen Verkehr in Frage kommt.

Mit den in der letzten Zeit feststellbaren neueren Entwicklungen lassen sich einige der genannten Nachteile verringern, so daß dem Elektroantrieb in Zukunft eine größere Bedeutung zukommen könnte, zumal wenn weitere Fortschritte bei angepaßten Technologien zur umweltfreundlicher Gewinnung elektrischer Energie gemacht werden.

4.1.1.1 ELEKTRISCHE DREHSTROMANTRIEBE FÜR SCHIENENFAHRZEUGE

Die neuesten Lokomotiven der Bundesbahn, zunächst die Baureihe (BR) 120 und neuerdings der IC/E, sind mit elektrischen Drehstromantrieben versehen. Diese zur Steuerung mit modernster Leistungselektronik ausgerüstete Antriebstechnologie stellt den neuesten Stand der technischen Ent-

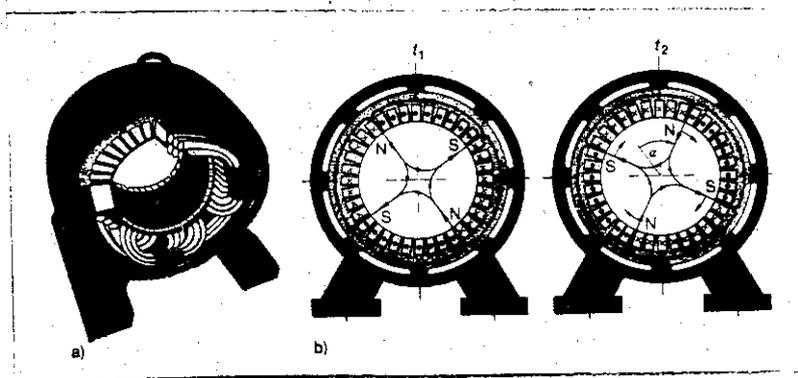


Abb. 1: Entstehung des Drehfeldes eines vierpoligen Drehstromasynchronmotors: vierpoliger Stator; b) vierpoliger Stator zur Schritt mit Drehfeld. Quelle: Müller (1982, S. 12)

wicklung im deutschen Schienenfahrzeugbau dar. Hier lassen sich Geschwindigkeit und Zugkraft (Drehmoment) unabhängig von einander einstellen, die Bremsenergie läßt sich als Strom in den Fahrdraht einspeisen und die Steuerung hat im Vergleich zur traditionellen Gleichstromtechnik einen wesentlich höheren Wirkungsgrad.²⁷

Drehstrommotoren sind einfache, wartungsarme und unverwüsthliche, d.h. besonders wirtschaftliche Antriebe, von denen etwa 20 Millionen als industrielle Antriebsmaschinen in der Bundesrepublik im Einsatz sind. In ihrem Ständer rotieren die drei Phasen des Drehstroms mit 120 Grad Abstand und nehmen dabei einen einfachen konzentrischen Läufer mit. Die einfachste Form dieses Läufers ist die eines zylindrischen Käfigs. Die Läuferdrehzahl ist proportional der Frequenz des Drehfeldes - bei Netzanschluß also 50 Hz- und deshalb ohne Einflußnahme auf die Drehfrequenz nur in großen Stufen veränderbar. In Abhängigkeit von der Spannung läßt sich dagegen sein Drehmoment in weiten Bereichen beeinflussen.

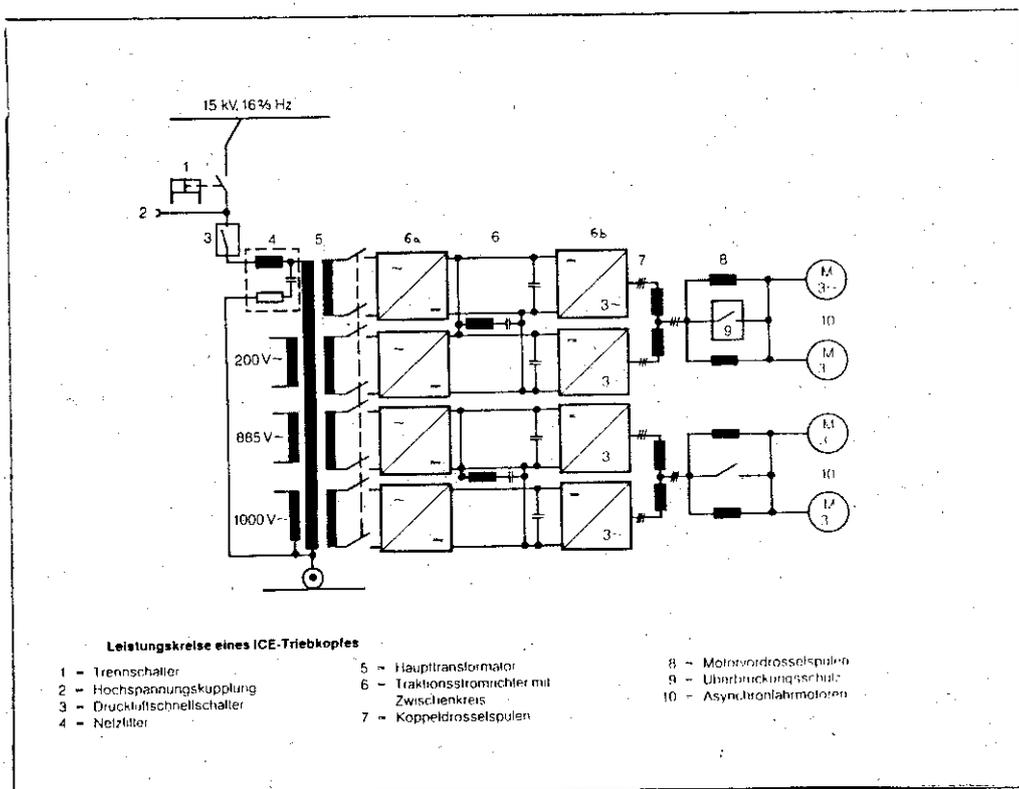


Abb. 2: Elektronische Leistungssteuerung für die Drehstromantriebe eines ICE-Triebkopfes; Quelle: Wüden, (1996) S. 632

²⁷ zur Entwicklung dieser Antriebstechnologie s.a.: Roseberg, Ralf Roman: Geschichte der Eisenbahn, Künzelsau 1977, S. 616ff; Baier, Walter: Neue Motorgeneration bei der Bundesbahn, Künftige Hochgeschwindigkeits-Lokomotiven und ICE-Züge mit Asynchron-Antrieb, Frankfurter Rundschau v. 22.3.87

Früher konnte sich der Drehstrommotor nicht als Fahrzeugantrieb durchsetzen, da insbesondere seine Drehzahlsteuerung einen sehr großen Aufwand erforderte. Mit der modernen Leistungselektronik wurden jedoch Steuerungen möglich, mit denen sich sowohl die Spannung als auch deren Frequenz wirtschaftlich einstellen lassen. Abb. 2 veranschaulicht den Aufbau und die Funktionsweise der im IC/E realisierten Steuerung.²⁸

Der aus dem Fahrdraht gespeiste Transformator (Abb. 2, Nr. 5) wandelt die Fahrdrahtspannung von 15 kV 16²/3 Hz in eine Wechselspannung von 1430 V gleicher Frequenz um. Mit dieser Spannung werden die geregelten Eingangsstromrichter (Abb. 2, Nr. 6a) gespeist, die im Fahrbetrieb als Gleichrichter arbeiten und in den Zwischenstromkreisen eine Gleichspannung von 2800 V unabhängig von der Belastung aufrechterhalten. Die Wechselrichter (Abb. 2, Nr. 6b) formen die Zwischenkreis-Gleichspannung in ein dreiphasiges Spannungssystem um und versorgen damit die von BBC und Thyssen Henschel gemeinsam entwickelten Drehstromasynchronmotoren. Da sich mit den Wechselrichtern sowohl die Spannungshöhe als auch die Frequenz der Motorspannung unabhängig voneinander stufenlos einstellen lassen, kann somit unmittelbar Einfluß auf Geschwindigkeit und Drehmoment genommen werden.

Dadurch werden die mit dieser Technik ausgerüsteten Lokomotiven sehr flexibel einsetzbar. Die BR 120 beispielsweise ist ebenso als Schnellzug- wie auch als Güterzuglokomotive verwendbar. Im Güterzugbetrieb kann die Lok ihre installierte Leistung voll für die Beförderung schwerer Züge aufbieten. Insbesondere das Anfahren hoher Lasten wird durch den Drehstromantrieb begünstigt, da die elektronische Regelung das Durchdrehen der Räder bei ungünstigen Reibungsverhältnissen unmittelbar verhindert. Während die Lok im Güterbetrieb eine ebenso große Leistung erreichen kann wie die gegenwärtig stärkste Güterzuglokomotive der Bundesbahn, erreicht sie im Schnellzugbetrieb mühelos Geschwindigkeiten von 160 km/h und ist damit anderen Standardschnellzuglokomotiven überlegen.²⁹

Trotz der aufwendigen Energieumwandlungsprozesse sind die dabei auftretenden Verluste gegenüber den Gleichstromantrieben gering. Die Gleichstrommotoren lassen sich zwar in der Drehzahl wesentlich einfacher einstellen als Drehstrommotoren, jedoch sinkt die Leistungsaufnahme nicht im gleichen Maße wie die abgegebene Antriebsleistung.

Darüber hinaus ermöglicht das neue Antriebssystem den Netzbremetrieb. Dazu wird der Energiefluß durch Umschalten der Betriebsart der Traktionsstromrichter umgekehrt. Während des Bremsvorganges arbeiten die Motoren

28 vgl.: Winden, Rudolf: BBC-Drehstrom-Antriebstechnik für den Intercity-Experimental der Deutschen Bundesbahn. Brown Boverie Technik (1986) H.12, S. 680ff

29 Rossberg, Ralf Roman: Geschichte der Eisenbahn. Künzelsau 1977, S. 320

als Drehstromgeneratoren und die damit erzeugte Spannung wird nun im motorseitigen Teil des Traktionstromrichters (Abb. 2, Nr. 6b) gleichgerichtet, während im fahrdrahtseitigen Teil (Abb. 2, Nr. 6a) die Gleichspannung in Wechselspannung mit der Frequenz $16\frac{2}{3}$ Hz umgewandelt wird. Die Bremsenergie wird dann über den Transformator in den Fahrdraht eingespeist, geht also nicht wie bei der Reibungsbremse als ungenutzte Wärmeenergie verloren.

Drehstromantriebe in der hier dargestellten Form sind ausschließlich für elektrische Schienenfahrzeuge (Lokomotiven, Triebwagen, Straßenbahnen) sowie Oberleitungsbusse (O-Busse) geeignet, da sie eine elektrische Energieversorgung über ein Leitungssystem erfordern. Allerdings sind auch Kombinationen mit Verbrennungsmaschinen denkbar, wie sie im folgenden dargestellt werden.

4.1.1.2 DER LINEARMOTOR

Der u.a. beim von Thyssen Henschel maßgeblich mitentwickelten Magnet-schwebezug Transrapid verwendete Linearmotor ist im Gegensatz zu den o.g. Drehstrommotoren keine umlaufende Maschine. Hier wird, wie der Name schon sagt, keine Dreh-, sondern eine lineare Bewegung erzeugt. Diese entsteht jedoch nach dem gleichen Prinzip wie beim Drehstrom-Asynchronmotor. Der Linearmotor ist auch von diesem abgeleitet: Wird der Ständer einer Drehstrom-Asynchron-Maschine radial aufgeschnitten und der Umfang in eine Ebene gestreckt, so entstehen kammerartige, die Drehstromwicklungen enthaltende Ständerblechpakete.³⁰ Es gibt zwei Typen, den einseitigen (Abb. 3, Typ 1) und den doppelseitigen (Abb. 3, Typ 2) Linearmotor.

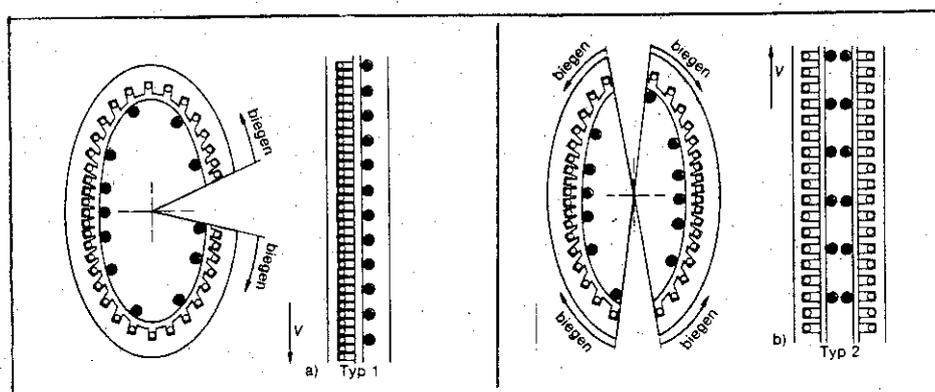


Abb.3: Entstehung des Linearmotors aus dem Drehstrom-Asynchronmotor. Quelle: Müller u.a. (1982) S.147

Anstelle des Drehfeldes des üblichen Drehstrommotors bildet die Drehstromwicklung im Mittelbereich des Linearmotors ein magnetisches Wanderfeld, das wiederum eine Schubkraft erzeugt. Bei festgehaltener Läufereschiene bewirkt diese Schubkraft eine geradlinige Bewegung des Ständers und damit des Fahrzeuges. Die Geschwindigkeit ist proportional der Frequenz des elektromagnetischen Dreh- bzw. Wanderfeldes, die Schubkraft ist abhängig von der Höhe der anliegenden Spannung. Damit ergeben sich die gleichen Steuerungsmöglichkeiten wie bei der o.g. Drehstrom-Antriebstechnik. Entsprechend sind auch die elektronischen Steuerungen ähnlich aufgebaut. Der Wirkungsgrad ist etwas schlechter als bei einer rotierenden Maschine.

Linearmotoren können überall dort eingesetzt werden, wo geradlinige Bewegungen erzeugt werden sollen. Außer beim Transrapid findet er Verwendung als Torantrieb, in Förderanlagen, in Stapelgeräten, in Flugzeugstartrampen auf Flugzeugträgern usw.³¹

4.1.1.3 BATTERIE-ELEKTROANTRIEBE

Batterie-Elektroantriebe gehören heute zu den seltenen Erscheinungen, wurden aber auch schon von Wegmann in Serienfahrzeugen installiert. In den 50er Jahren erhielt die Bundesbahn von der Kasseler und drei weiteren Waggonfabriken 240 Akkutriebwagen von den Typen ETA 150 und ETA 176, die sich über zwanzig Jahre im Bahnalltag bewährt haben.³² Aber auch in Bussen kam diese Technik zum Einsatz, wie beispielsweise beim Wegmann-Akku-Bus aus der selben Zeit.³³ Diese emissionsfreie Antriebstechnik, bei der die elektrische Antriebsenergie in aufladbaren Akkumulatoren im Fahrzeug mitgeführt wird, scheint neuerdings wieder eine vielversprechende Alternative zu den üblichen Dieselantrieben zu werden.

Batterieelektrische Fahrzeuge bieten neben dem Vorzug der geringen Schadstoff- und Geräuschemission noch den der Unabhängigkeit von Fahrwegführung und Oberleitung. In der Vergangenheit wurde insbesondere die relativ aufwendige und kostenintensive Versorgungstechnik mittels Laden in stationären Ladestationen bzw. der "Batteriewechseltechnik" als ein gravierender Nachteil angesehen. Mittlerweile gibt es allerdings ein optimiertes

31 vgl. a.a.O., S. 217

32 Fliegenbaum, Wolfgang u. Heinz Sickert: Lokomotiven- und Triebwagen-Lexikon. Deutsche Bundesbahn Stand 1.1.1980. Stuttgart 1981, S. 130ff; Obermayer, Horst J.: Taschenbuch deutsche Triebwagen. Stuttgart 1973, S. 42ff

33 Wegmann & Co. (Hrsg.): Wegmann & Co. Kassel 1882-1982. Kassel o.J., S. 43

System, daß sich im Linienbusdienst im Rahmen einer mehrjährigen Erprobung hervorragend bewährt hat und einen wirtschaftlichen Betrieb gewährleistet.^{3 4}



Abb.4: Batterie-Elektrobus mit "automatischer Ankopplung" an einer Ladestation. Quelle: Stock (1936).

Neu gegenüber herkömmlichen Konzepten ist die Möglichkeit der Kurzzeitzwischenladung der Akkus im Linienbetrieb. Erreicht wird dies durch eine "automatische Ankopplvorrichtung", einem Stromabnehmersystem, mit dem an entsprechend eingerichteten Haltestellen elektrische Energie zum Nachladen der Akkus entnommen werden kann. Die aufwendigen Batteriewechselstationen können dadurch entfallen. Folglich halbiert sich die Kostenbelastung pro Fahrzeug. Außerdem wird der Energieverbrauch um gut 10 Prozent auf 2,7 kWh/km verringert und die Lebensdauer der Akkumulatoren erheblich verlängert.^{3 5} Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang auch, daß die 20 Versuchsfahrzeuge ursprünglich nicht als Batteriefahrzeuge konzipiert waren, sondern es sich um entsprechend modifizierte Serien-Dieselfahrzeuge mit Akku-Nachläufer (Anhänger) handelt. Sowohl ein neueres Buskonzept, bei dem die Akkus im Fahrzeug integriert sind, als auch die zu erwartenden Fortschritte in der Akku-Technologie lassen einen noch wirtschaftlicheren Betrieb erwarten.

34 vgl. Stock: Batterie-Elektrobus-Einsatz in Düsseldorf wird beendet. Stadtverkehr (1996) H.3, S. 36ff; Klatt, Bernd A. u. Rüdiger Stellmacher: Kurzzeitzwischenladung im Linienbetrieb - Batterie-Elektrobusse mit automatischer Ankopplvorrichtung. Verkehr und Technik (1991) H.9, S. 366ff

35 ebd.; s.a. Vogel, Jürgen M. u. Eberhard Zander: Elektrobusse als denkbare Alternativen zum Diesel-Bus für den ÖPNV. Verkehr und Technik (1985) H.3, S. 92

4.1.2 VORSCHLÄGE IM BEREICH VERBRENNUNGSMASCHINEN

Die als Otto- und Dieselmotoren bekannten Verbrennungsmaschinen sind zwar die am meisten verbreiteten Antriebe im Straßen- und schienengebun-

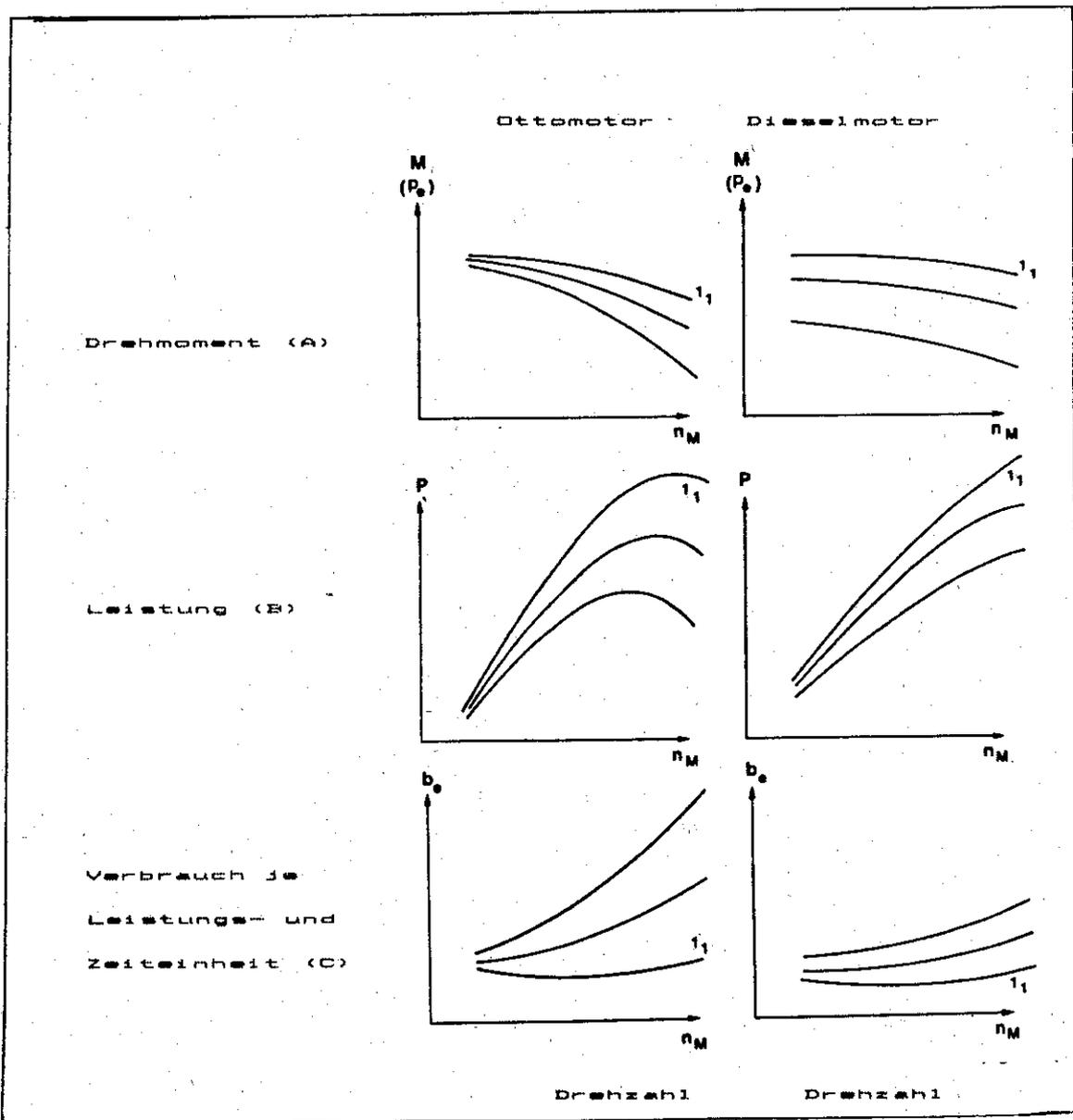


Abb.5: Betriebsverhalten von Verbrennungsmaschinen. Quelle: Koessler (1985) S. 71

denen Verkehr, das Betriebsverhalten dieser Maschinen weist aber für den Einsatz als Fahrzeugantrieb zahlreiche Nachteile auf. Die Betriebscharakteristiken beider Motoren sind einander ähnlich, der Dieselmotor hat aber einen günstigeren Wirkungsgrad als der Ottomotor (ca. 37 Prozent gegenüber 30 Prozent).³⁶ Diese noch relativ hoch erscheinenden Wirkungsgrade werden aber im Normalbetrieb nicht annähernd erreicht, sondern liegen in Abhängigkeit von den konkreten Betriebsbedingungen zwischen 10 und 20 Prozent, d.h. 80 - 90 Prozent der zugeführten Energie werden in Form von Verlustwärme über den Kühler und andere Motorkomponenten an die Umwelt abgegeben.

Unterhalb von ca. 1.000 Umdrehungen/Minute sind die Verbrennungsmaschinen nicht betriebsfähig. Sie müssen mit einem Fremdantrieb angelassen, d.h. auf Betriebsdrehzahl gebracht werden bzw. auch dann mit der Leerlaufdrehzahl weiterlaufen, wenn keine Leistungsabgabe erforderlich ist. In diesen Situationen ist der Wirkungsgrad besonders schlecht. Wie Abb. 5 zeigt, ist im Normalbetrieb die größte Leistung aufgrund der Motorcharakteristiken nur innerhalb kleiner Drehzahlbereiche verfügbar (Abb. 5, B). Entsprechend werden die günstigsten Wirkungsgrade (Abb. 5, C) auch nur innerhalb enger Drehzahlbereiche erreicht. Zudem ist der jeweilige Wirkungsgrad bei beiden Maschinen in hohem Maße von der Belastung des Aggregats abhängig. Im sogenannten Teillastbereich ist die Energieausbeute wesentlich geringer als unter Vollast (Abb. 5, bei sämtlichen Kurven jeweils $1/1$). Da Fahrzeuge nur selten die volle Leistung benötigen, ergeben sich unter normalen Betriebsbedingungen die o.g. ungünstigen Wirkungsgrade.

Die ungünstigen Betriebscharakteristiken führen z.B. bei Straßenfahrzeugen dazu, daß diese weitgehend übermotorisiert sind. Die maximal zur Verfügung stehende Leistung wird bestenfalls zum Beschleunigen benötigt, im gleichmäßigen Fahrbetrieb reicht ein Drittel bis die Hälfte der installierten Leistung aus, um das Fahrzeug zu bewegen. Ohne die nachgeordneten Übertragungselemente, wie die verschleißbehafteten Kupplungen und Schaltgetriebe, die die Maschinen zumindest in Teilbereichen den Betriebsbedingungen anpassen, wäre der Betrieb kaum möglich. So kommen auch Fachleute zu der Meinung: "Der gesamten Lieferkennung (Betriebsdaten; TV) nach sind diese Motoren also für den Fahrzeugantrieb durchaus ungeeignet."³⁷

36 Koessler, Paul: Grundlagen der Fahrzeugtechnik. München 1985, S. 72

37 ebd.

Daß die Verbrennungsmaschinen dennoch als Fahrzeugantriebe ihre Verbreitung fanden, verdanken sie ihrem geringen Gewicht je Leistungseinheit, dem sogenannten Leistungsgewicht, und der hohen Leistungsdichte der Flüssigkraftstoffe, d.h. dem geringen Speichergewicht. Es sind jedoch auch Antriebskonzepte entwickelt worden mit dem Ziel, die genannten Unzulänglichkeiten der Verbrennungsmaschinen zu minimieren bzw. die Antriebe optimaler an Fahrbedingungen anzupassen. Diese Entwicklungen kamen jedoch nicht in Straßenfahrzeugen zur Anwendung. Deren heute noch übliche verschleißbehaftete, unwirtschaftliche und umweltbelastende Technik erscheint antiquiert; eine Anwendung bestimmter Konstruktionsprinzipien beispielsweise aus dem Lokomotivbau auf Straßenfahrzeuge ist durchaus denkbar.

4.1.2.1 HYDRAULISCHE UND ELEKTRISCHE KRAFTÜBERTRAGUNG FÜR DIESELLOKOMOTIVEN

Eine noch im Schienenbus verwendete mechanische Kraftübertragung mit Schaltgetriebe und Kupplung, mit der sich Motor und Last trennen sowie das Drehmoment und die Geschwindigkeit beeinflussen lassen, fanden bei großen Diesellokomotiven wegen der an diesen Komponenten wirkenden hohen Kräfte infolge der großen Anhängelasten keine Anwendung. Da Verbrennungsmotoren aber unter den bahnüblichen Lastbedingungen selbst mit speziellen Anlaßverfahren kaum anlaufen können, schied auch eine starre mechanische Kraftübertragung für solche Lokomotiven aus.³⁸

Bis zur Gegenwart wurde beispielsweise in der Bundesrepublik die **hydraulische Kraftübertragung** für Diesellokomotiven bevorzugt.³⁹ Die Rotationsenergie der Dieselmachine wird mittels Drehmomentwandler und hydraulischer Getriebe in hydraulische Energie umgewandelt. Die hydraulische Energie wiederum läßt sich mittels der in den Drehgestellen der Lokomotiven installierten Hydraulikmotoren wieder in Rotationsenergie umwandeln. Die Dieselmachines können im Lastbetrieb bezüglich des Wirkungsgrades und der Leistung mit der optimalen Drehzahl laufen, während die Geschwindigkeit der Lokomotive mit der Hydrauliksteuerung verändert werden kann.

Der diesel-hydraulische Antrieb bietet gegenüber der konventionellen elektrischen Kraftübertragung in Gleichstromtechnik ein besonders günstiges Verhältnis von Leistung und Gewicht.⁴⁰ Mit der hydraulischen Kraftübertragung ließ sich bisher bei gleichen Abmessungen und gleicher Achsfahrmasse in einer Diesellokomotive die höchste Leistung installieren. Dafür erfordert diese Technik gegenüber der elektrischen Kraftübertragung einen wesentlich höheren Wartungsaufwand. Deshalb wurde in Ländern mit rauheren Be-

38 vgl. Rossberg, Ralf Roman: Geschichte der Eisenbahn. Künzelsau 1977, S. 323ff

39 a.a.O., S. 324f

40 a.a.O., S. 350

triebsbedingungen und ohne entsprechende Wartungsmöglichkeiten in der Vergangenheit die elektrische Gleichstrom-Kraftübertragung bevorzugt, obwohl damit ein ungünstigerer Wirkungsgrad verbunden war. Weltweit ist diese Art der Kraftübertragung heute die verbreitetste Technik.

Mit der von Thyssen Henschel und BBC gemeinsam entwickelten die-selelektrischen Lokomotive DE 202 wurden neue Möglichkeiten der **elektrischen Kraftübertragung** eröffnet. Infolge der hier verwendeten Drehstrom-technik konnte diese Lokomotive vergleichsweise wesentlich leichter und kleiner gebaut werden als solche in Gleichstromtechnik gleicher Leistung. Die hier realisierte Antriebstechnik ist darüber hinaus im Gegensatz zur diesel-hydraulischen weitgehend verschleißfrei und wartungsarm.

Der im Betrieb auf seiner bezüglich des Wirkungsgrades optimalen Drehzahl laufende Dieselmotor treibt einen Generator an, der seinerseits Drehstrom erzeugt. Diese elektrische Energie wird mit Traktionsumrichtern in ähnlicher Weise wie bei den oben beschriebenen Elektrolokomotiven zunächst in Gleichstrom und anschließend in Drehstrom veränderlicher Spannungshöhe und Frequenz umgewandelt. Durch die stufenlose Spannungs- und Frequenzänderung lassen sich die Zugkraft und die Geschwindigkeit eines dieselgetriebenen Zuges ebenso unabhängig voneinander und stufenlos verändern wie dies bei der BR 120 der Fall ist. Zudem ließe sich auch hier prinzipiell die Bremsenergie speichern, insbesondere wenn in naher Zukunft leichtere und kleinere Akkumulatoren entwickelt würden -eine Aufgabe für die auch in der Rüstungsproduktion engagierte Accumulatorenfabrik Wilhelm Hagen AG mit einem Standort in Kassel.

Bisher wurden die Lokomotiven der Baureihe DE 202 noch nicht in größeren Stückzahlen gebaut, obwohl sie sich im Bundesbahnbetrieb bewährt zu haben scheinen. Ein Grund dafür ist wahrscheinlich in dem noch relativ hohen Preis für diese aufwendige Technik zu sehen. Weitere Entwicklungsarbeiten könnten diese Technik sicherlich noch optimieren und die Kosten dafür senken.

4.1.2.2 DER HYBRIDANTRIEB

Die zunächst für Schienenfahrzeuge entwickelte drehstromelektrische Kraftübertragung läßt sich prinzipiell auch in Straßenfahrzeugen anwenden. Ein Konzept für Straßenfahrzeuge, welches sich die elektrische Kraftübertragung zunutze macht, ist das des Hybridantriebes. Der Hybridantrieb ist prinzipiell nicht neu, sondern wurde bereits in einem Feldversuch erprobt,

wobei allerdings unklar ist, ob hier Drehstrom-, oder Gleichstrommotoren als Antriebsmaschinen verwendet wurden.⁴¹

Der hier vorgeschlagene Drehstrom-Hybridantrieb ist ähnlich aufgebaut wie die elektrische Kraftübertragung der Henschel/BBC-Lokomotive DE 202, nur daß der Gleichstromkreis zusätzlich mit Traktionsbatterien zur Energiespeicherung versehen ist. Dadurch wird der hybride Betrieb (Diesel- und Batteriebetrieb) eines entsprechend ausgerüsteten Fahrzeugs erst möglich.

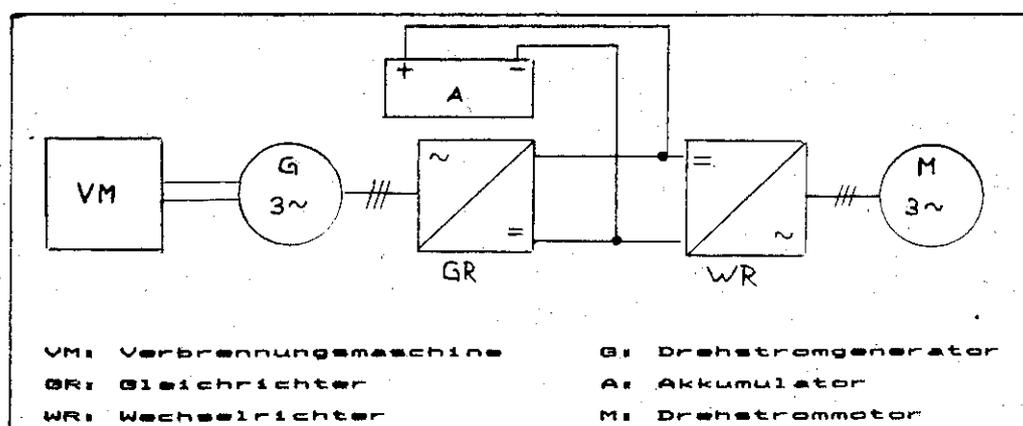


Abb.6: Prinzipieller Aufbau des Hybridantriebes. Quelle: Verfasser

Die von der Dieselmotor-Generator-Einheit erzeugte elektrische Energie wird, wie bereits im Zusammenhang mit dem Drehstromantrieb erläutert, über die elektronischen Traktionsumrichter zunächst in Gleichstrom und anschließend in Drehstrom umgewandelt und den Fahrmotor zugeführt. Die überschüssige, nicht für den Antrieb benötigte Energie wird in den Batterien gespeichert. In Beschleunigungssituationen können somit über die Leistungsfähigkeit des Dieselmotors hinausgehende, in den Batterien gespeicherte Energiemengen aktiviert werden, zumal die Elektromotoren kurzzeitig überlastet werden dürfen, ohne Schaden zu nehmen.⁴² Die Bremsenergie kann in den Batterien gespeichert werden, indem die Fahrmotoren als Generatoren genutzt und der Energiefluß mittels der Traktionsumrichter umgekehrt wird. Im Gegensatz zu konventionellen Straßenfahrzeugantrieben lassen sich hier die Geschwindigkeit und das Drehmoment unabhängig voneinander einstellen.

In bebauten Gebieten kann der Dieselmotor abgeschaltet werden, so daß sich das Fahrzeug als reines Batteriefahrzeug abgasfrei und geräuscharm bewegt. Aber auch im Dieselbetrieb sind solche Fahrzeuge äußerst

41 Vogel, Jürgen M. u. Eberhard Zander: Elektrobusse als denkbare Alternativen zum Diesel-Bus für den ÖPNV. Verkehr und Technik (1985) H.3, S. 85f

42 Fischer, Rolf: Elektrische Maschinen. München/Wien 1983, S. 347ff

umweltfreundlich. Der Verbrennungsmotor kann unabhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit und damit unabhängig von der konkret benötigten Fahrleistung mit weitgehend konstanter Drehzahl und geringen Lastwechseln in einem Arbeitsbereich betrieben werden, der durch geringere Abgas-, Geräusch- und Verbrauchswerte gekennzeichnet ist. Außerdem läßt sich bei Fahrzeugen, die mit bei konstanter Nutzdrehzahl laufenden Motoren ausgestattet sind, der Schallschutz an der Karosserie besser auf die hervorgerufenen Schwingungen abstimmen. In Abhängigkeit des vorgesehenen Verhältnisses zwischen Batterie- und Dieselbetrieb, also zwischen Lade- und Entladezeit der Batterien, können kleinere Verbrennungsmaschinen installiert werden als in vergleichbaren konventionellen Fahrzeugen.

Der oben erwähnte Hybrid-Elektrobus-Versuch hat die Umweltfreundlichkeit dieses Antriebskonzeptes unter Beweis gestellt. Bei Vergleichsmessungen hat sich gezeigt, daß der Hybrid-Bus rund 75 Prozent weniger Kohlenmonoxid und 37 Prozent weniger Stickoxide ausstieß als ein konventioneller Bus. Die Kraftstoffersparnis ließe sich sicherlich noch über die dort festgestellten 10 Prozent hinaus verbessern, wenn das Fahrzeug von vornherein als optimiertes Hybrid-Fahrzeug konzipiert worden wäre.⁴³ Weitere Verbesserungen könnten Gewichtsverminderungen bei den Akkumulatoren und die Substituierung des Diesels durch Methanol oder Wasserstoff als Primärenergieträger bringen.⁴⁴

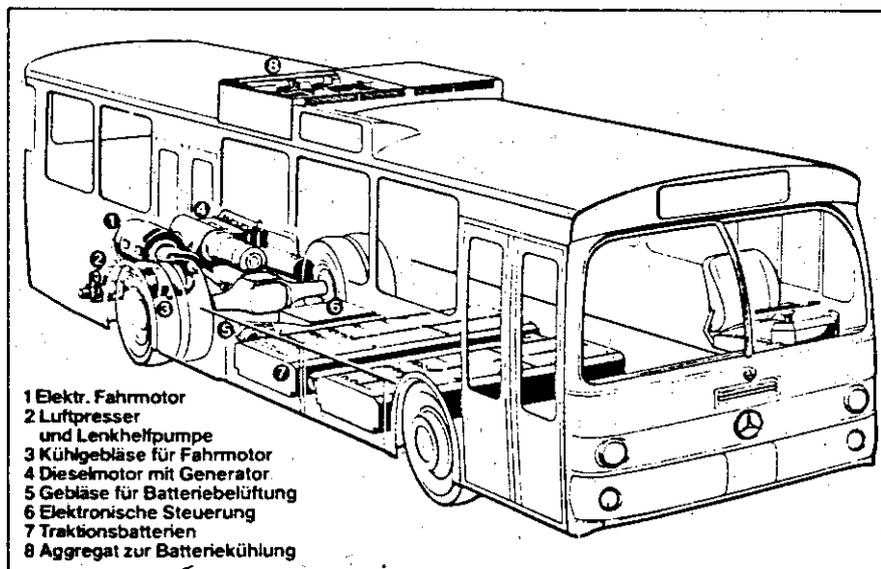


Abb.7: Aufbau des im Versuch getesteten Hybrid-Elektrobusses und Anordnung der Antriebseinrichtungen. Quelle: Vogel/Zander (1985) S.85

43 Hybrid-Elektrobus-Versuch nach sechs Jahren vertragsmäßig beendet. Verkehr und Technik (1985) H.11, S. 429f

44 vgl. Perrin, Günther: Der Mercedes-Benz-Methanol-Gasmotor für Stadtverkehrsnibusse. Verkehr und Technik (1981) H.9, S. 362ff, zur Gewinnung von Wasserstoff s.a.: Der Photosynthese abgesehen: Wasserstoffgewinnung analog zur Pflanze. Publik (1988) H.6, S. 1

Zu untersuchen wäre auch, ob ein Allradantrieb mit axial an den Rädern montierten Drehstrommotoren nicht Vorteile brächte hinsichtlich Gewichtersparnis, da das Differential und die Kardanwelle entfallen könnten. Neben einem besseren Fahrverhalten könnte sich so eventuell auch ein preiswertes elektronisch geregeltes Schlupfregelungs- und Antiblockiersystem realisieren lassen, mit dem sich die Fahreigenschaften bei schlechten Fahrbahnzuständen (Vereisung) verbessern ließen.

4.2 PRODUKTVORSCHLÄGE FÜR DEN PERSONENSCHNELLVERKEHR

4.2.1 ALLGEMEINER GESELLSCHAFTLICHER BEDARF

Im Rahmen der o.g. verkehrspolitischen Zielsetzungen soll keineswegs auf eine zeitgemäße Mobilität verzichtet werden, sondern im Gegenteil sollen weitere sozial und ökologisch verträgliche Fortschritte angestrebt werden. Zur Erhöhung der bedarfsgerechten gesellschaftlichen Mobilität ist es daher notwendig, ein gut ausgebautes Netz von Schnellbahnverbindungen zu schaffen und die Reisegeschwindigkeit deutlich zu erhöhen. Infolge der einseitig auf das Automobil fixierten Verkehrspolitik ist der schienengebundene Schnellverkehr in der technologisch hochentwickelten Bundesrepublik vergleichsweise rückständig. 1985 feierte der DB-Vorstand den Erfolg, die auf den Inter-City-Strecken gefahrene Durchschnittsgeschwindigkeit von 100 auf 108 km/h erhöht zu haben. Die höchsten durchschnittlichen Reisegeschwindigkeiten werden auf den Strecken Hannover-Dortmund mit 128 km/h und Hamburg-Hannover mit 134 km/h gefahren.^{4 5}

Damit liegt die Bundesbahn jedoch weit hinter Japan und in Europa hinter Frankreich und Großbritannien zurück. Auf der Strecke London-Bristol erreicht der britische High-Speed-Train (HST) bereits seit 1975 bei einer Spitzengeschwindigkeit von 200 km/h eine Reisegeschwindigkeit von 160 km/h. Der französische TGV (Train à Grande Vitesse) verkehrt seit 1981 mit 200 km/h Durchschnitts- und bis zu 290 km/h Spitzengeschwindigkeit.^{4 6}

Die Bundesbahn fällt nicht nur im internationalen Vergleich zurück, sondern übertrifft nach über 50 Jahren auf wenigen Strecken nur knapp die Spitzenleistungen ihrer Vorgängerin, der Reichsbahn. Als der "Fliegende Hamburger" im Frühjahr 1933 den fahrplanmäßigen Betrieb zwischen den Städten Hamburg und Berlin aufnahm, betrug die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit dieses Dieseltriebzuges 124 km/h bei 175 km/h

45 vgl. Wolf, Winfried: Eisenbahn und Autowahn. Personen- und Gütertransport auf Schiene und Straße. Geschichte, Bilanz, Perspektiven. Hamburg/Zürich 1986, S. 156

46 aa.O., S. 344

Spitzengeschwindigkeit.⁴⁷ Weitere Schnellverbindungen folgten. So auch der aus Kassel stammende und als "Henschel-Wegmann-Zug" in die Eisenbahngeschichte eingegangene Dampf-Express, der die Städte Berlin und Dresden je nach Fahrplan mit Reisegeschwindigkeiten von bis zu 111 km/h verband. Und dieser Zug war nicht einmal der schnellste Dampf-Express-Zug der Reichsbahn.⁴⁸

Modell eines Schienenschnellfahrnetzes — Zeitaufwand für wichtige Städteverbindungen 1986 und Mitte der neunziger Jahre⁴⁹

Verbindung	Bahnstrecke 1986	Lt. Sommer- fahrplan '86	Bei Reisegeschwindigkeiten in km/h		
			130	150	180
	— in km —		— Fahrtzeit in Stunden —		
Frankfurt-Hamburg	539	4,5	4,1	3,6	3,0
Frankfurt-Hannover	357	3,2	2,7	2,4	2,0
Frankfurt-München	423	3,7	3,2	2,8	2,4
Hamburg-München	820	7,1	6,3	5,5	4,6
Hamburg-Stuttgart	727	6,8	5,6	4,9	4,4
Hamburg-Köln	463	3,9	3,5	3,1	2,6
München-Düsseldorf	674	6,5	5,1	4,5	3,7
München-Stuttgart	240	2,2	1,8	1,6	1,3
Berlin-Köln	590	7,0	4,5	3,9	3,3
Berlin-München	675	9,0	5,2	4,5	3,8

Tab. 1: Quelle: Wolf (1998), S. 420

Schnelle Reisezugverbindungen sind zudem eine Alternative zum Binnenflugverkehr. Schon bei einer Reisegeschwindigkeit von 150 km/h sind alle Städteverbindungen der Bahn – mit Ausnahme der Strecke Hamburg-München – schneller oder nur geringfügig langsamer als die entsprechenden Flugverbindungen, gerechnet von Stadtmitte zu Stadtmitte und unter Berücksichtigung der auch bei Binnenflügen üblichen Formalitäten.⁴⁹ Nicht berücksichtigt sind hier die Streckenverkürzungen infolge Neubaustrecken oder Begradigungen. Die Bewältigung der Strecke Hamburg-München mit der Bahn würde nach abgeschlossenem Neubau der Hochgeschwindigkeitsstrecke kaum mehr Zeit beanspruchen als mit dem Flugzeug. Von daher bietet der IC/E mit einer geplanten Durchschnittsgeschwindigkeit von 160 km/h schon aus heutiger Sicht eine attraktive Alternative zum Luftverkehr.

Mittelfristig ließe sich die Taktfrequenz der IC-Verbindungen sicherlich noch erhöhen, das Streckennetz noch enger knüpfen und das System internationaler Verbindungen verbessern. Insbesondere wenn die Qualität des

⁴⁷ a.a.O., S. 150; vgl. Rosenberg, Ralf: Roman: Geschichte der Eisenbahn. Künzelsau 1977, S. 330f.

⁴⁸ Gottwaldt, Alfred B.: Die Baureihe 61 und der Henschel-Wegmann-Zug. Die Geschichte eines Salonwagenszuges und seiner Dampf-Lokomotiven. Stuttgart 1977, S. 73ff.

⁴⁹ Wolf, Winfried: Eisenbahn und Autowahn. Personen- und Gütertransport auf Schiene und Straße. Geschichte, Bilanz, Perspektiven. Hamburg/Zürich 1986, S. 419ff.

Bahnreisens durch eine entsprechende Ausstattung einschließlich rollendem Restaurant etc. deutlich über der des stressigen Jet-Set läge, ließe sich die Attraktivität gegenüber dem Flugzeug noch wesentlich steigern, gegenüber dem Auto allemal.

Es stellt sich in diesem Zusammenhang auch die Frage -ohne sie hier vertiefen zu wollen-, welchen Zweck die Einführung eines fünften, nicht mit den anderen kompatiblen, Verkehrssystems in Bundesrepublik haben soll, nämlich des Magnetschwebezugs Transrapid. Soll er als Konkurrenz zur Bundesbahn mit ihren neuen IC/E-Zügen diese unattraktiv machen und einer Privatisierung des trassengebundenen Schnellverkehrs Vorschub leisten?

4.2.2 VORSCHLAG: IC/E-DREHSTROMLOKOMOTIVEN UND HOCHWERTIG AUSGESTATTETE WAGGONS

Die Fertigung für den Schienenschnellverkehr bietet einen Ansatzpunkt für die Reaktivierung der traditionellen Zusammenarbeit der beiden Kasseler Unternehmen auf diesem Gebiet. Anknüpfend an das vorhandene Know how könnten sie wieder gemeinsam hochwertig ausgestattete Express-Züge fertigen und damit erneut Maßstäbe setzen.

Ein erster Schritt, den oben genannten Rückstand der DB aufzuholen, ist der geplante Einsatz des fahrplanmäßig 250 km/h schnellen und von Thyssen Henschel maßgeblich entwickelten IC/E, der die Reisegeschwindigkeit auf 160 km/h steigern soll. Mit dem Ziel der Einstellung des Binnenluftverkehrs bildet der IC/E mit der hier verwendeten Drehstrom-Antriebstechnologie einen wichtigen Bestandteil für eine alternative Verkehrspolitik, deren Anspruch es ist, Ressourcen zu sparen und die Attraktivität des Bahnreisens zu steigern.

Einerseits bräuchten für die Städteverbindungen mit der Bahn nur ca. ein Zehntel der im Binnenluftverkehr notwendigen Antriebsenergien aufgebracht werden, was gleichzeitig den Schadstoffausstoß um mindestens 90 Prozent senken würde.⁵⁰ Und andererseits könnte das Reisen bei einer entsprechenden Preispolitik wesentlich preiswerter und angenehmer werden, ohne daß die Reisezeiten gegenüber dem Flugzeug verlängert würden.

Die Erhöhung der Verfügbarkeit der Bahn mittels höherer Taktfrequenz auf einem engeren IC-Netz bedeutet, daß die zunächst geplante Beschaffung von 41 IC/E bei weitem nicht ausreicht.⁵¹ Von daher ergibt sich eine größere, relativ kurzfristig zu beschaffende Zahl von Zuggarnituren mit jeweils zwei Triebköpfen, die hier nicht näher quantifiziert werden kann. Ein komplette Zugeinheit besteht aus zwei Antriebsköpfen -also zwei Lokomotiven-, einem

⁵⁰ ebd.

⁵¹ Thyssen-Henschel dabei. Bonn gibt grünes Licht für Bau von 41 ICE. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 15.7.88

Restaurantwagen und elf Wagen der 1. und der 2. Klasse.⁵² Je zusätzlich bestelltem IC/E könnte Thyssen Henschel also Aufträge für zwei Triebköpfe und Wegmann Bestellungen von 12 Reisezugwagen erwarten.

Beschäftigungseffekte

Die der Berechnung der Beschäftigungseffekte zugrundeliegenden Preise der verschiedenen Zugkomponenten liegen nicht im Einzelnen vor, lassen sich jedoch berechnen. Die Waggons kosten im Durchschnitt rund 1,25 Mio. DM pro Stück.⁵³ Daraus ergibt sich ein Beschaffungsvolumen von 15 Mio. DM für die 12 Waggons je Zug bzw. von 615 Mio. DM für die Waggons der ersten 41 IC/E-Züge. Da der Gesamtauftragswert für diese 41 Züge 1,8 Mrd. DM beträgt,⁵⁴ entfallen nach Abzug der Waggonkosten rund 1,185 Mrd. DM auf die 82 Triebköpfe, woraus sich ein Preis von 14,45 Mio. DM je Lokomotive bzw. von 28,9 Mio. DM je Zug ergibt. Von diesem Betrag entfällt vermutlich die Hälfte auf die von BBC gelieferten Antriebseinheiten, so daß für die Beschäftigungsberechnung bei Thyssen Henschel der halbe Betrag zugrunde gelegt werden kann.

Der Beschäftigungseffekt läßt sich nach dem in Kap. 2.3 genannten Berechnungsverfahren ermitteln. Dabei wird eine Wertschöpfung je Beschäftigten von 120.000 DM und ein 50-prozentiger Wertschöpfungsanteil vom anteiligen Beschaffungspreis zugrundegelegt. Für Thyssen Henschel ergibt sich somit ein Beschäftigungseffekt von 30 Arbeitsplätzen pro jährlich gefertigter Lokomotive. Für jeden weiteren Zug, der jährlich bestellt wird, könnten hier also 60 Arbeitsplätze gesichert werden. Rein rechnerisch ließen sich demnach mit zehn in einem Jahr bestellten Zügen die Hälfte der Rüstungsarbeitsplätze umstellen. In einer ähnlichen Größenordnung liegt der Beschäftigungseffekt im Waggonbau. Je gefertigtem Waggon lassen sich 5 bzw. je Zug mit 12 Waggons 62,5 Arbeitsplätze sichern. Mit jährlich nur zehn zusätzlich zu fertigenden IC/E-Zügen ließen sich bei Wegmann 620 bzw. 31 Prozent Rüstungsarbeitsplätze umstellen.

4.2.3 VORSCHLAG: NACH DEM "PENDOLINO"-PRINZIP KONSTRUIERTE ZÜGE

Bei optimaler Nutzung der geplanten Neu- und Ausbaustrecken werden um die Jahrtausendwende mit gut 2000 km nur etwa 10 Prozent des Gesamtstreckennetzes der DB von den Hochgeschwindigkeitszügen befahren werden

52 ebd.

53 errechnet nach: 120 IC/E-Waggons - Großauftrag für Henschel Firma? Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 20.5.88; es wird hier ein Preis von rund 150 Mio. DM für rund 120 Waggons angegeben

54 Thyssen-Henschel dabei. Bonn gibt grünes Licht für Bau von 41 ICE. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 15.7.88

können. Außerdem werden längst nicht alle großen Städte und Zentren miteinander verbunden. Eine Lösung dieses Problems braucht nicht in der Schaffung zusätzlicher die Landschaft zerschneidender und verunstaltender Neubaustrecken à la Kassel-Würzburg zu liegen. Eine deutliche Beschleunigung des Schienenverkehrs ließe sich wirtschaftlicher erreichen mit einer neuen, mittlerweile bewährten Zug-Konzeption, wie sie von Fiat seit 1976 für die Italienische Staatsbahn entwickelt wurde. Die Beschaffung solcher Züge wäre nicht nur landschaftschonender und für die Bahn preiswerter als der Bau von weiteren Hochgeschwindigkeitsstrecken, sondern stellt für die beiden Kasseler Rüstungsunternehmen ein Konversionspotential erheblichen Umfangs dar.

Die Italienischen Hochgeschwindigkeitszüge haben ihren Namen "Pendolino" aufgrund der hier realisierten "gleisbogenabhängigen Wagenkastensteuerung" erhalten. Diese elektronisch gesteuerte Mechanik, die diese Züge von den konventionellen unterscheidet, sorgt dafür, daß sich der gesamte Fahrgastraum wie ein Motorradfahrer dort in die Kurve legt, wo die Gleise einen Bogen ziehen. Die sonst in Abhängigkeit von Kurvenradius und Geschwindigkeit auftretenden Fliehkräfte können so weitgehend ausgeschaltet werden. Wenn sich der Wagenkasten zur Seite neigt, stützen auf den Drehgestellen angebrachte Säulen die Stromabnehmer ab, so daß diese ihre Lage gegenüber dem Fahrdraht nicht verändern. Dadurch wird auch bei stärkerer Neigung eine sichere Energieversorgung gewährleistet.^{5 5}

Bisher wurde bei der Bundesbahn versucht, das Problem der auftretenden Fliehkräfte durch Überhöhung der Gleise in den Kurven zu verkleinern. Da die Gleise jedoch nicht beliebig geneigt werden können, müssen konventionelle Züge insbesondere vor engen Kurven abgebremst werden. Der "Pendolino" ist daher auch auf den schwierigsten Geländestrecken mindestens um ein Viertel schneller als herkömmliche Züge, da er wesentlich höhere Kurvengeschwindigkeiten fahren kann. Auf der Strecke zwischen Rom und Mailand erreichte er mühelos eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 160 km/h.^{5 6} Insbesondere auf kurvenreichen Strecken fuhr der "Pendolino" seine Überlegenheit aus.

55 Rossberg, Ralf Roman: Geschichte der Eisenbahn. Künzelsau 1977, S. 316

56 Gröteke Friedhelm: Mit 160 in die Kurve. Der Pendolino erspart den Bahnen kostspielige Streckenneubauten. Zeit v. 10.6.88

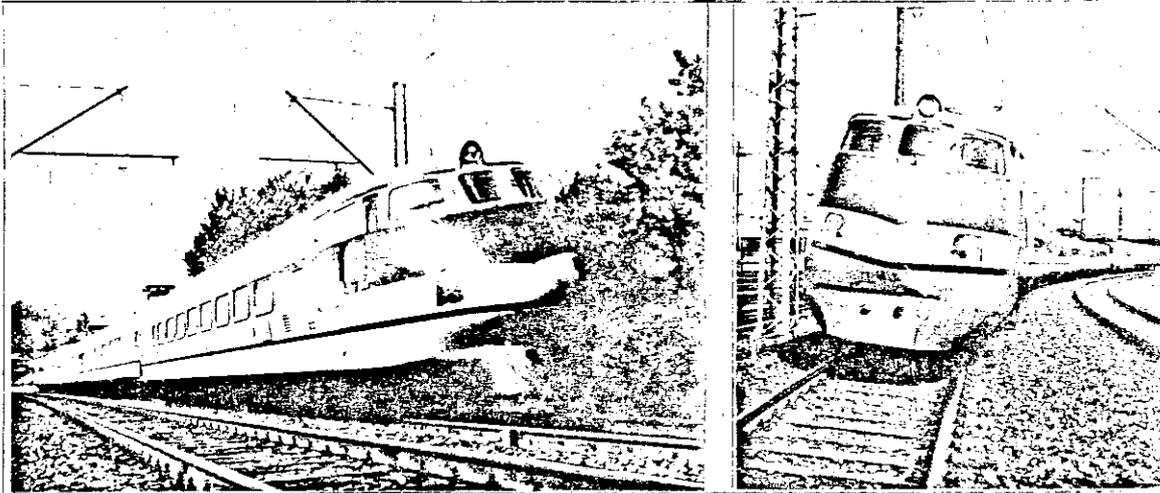


Abb. 1 Der mit "gleisbogenabhängiger Wagenkastensteuerung" versehene "Pendolino" wurde bereits auf Bundesbahnstrecken vorgetestet. Quelle: Schweizer Alpinist, Bernische 1988; EC; S.3; Eisenbahnzeitschrift, Bahnbilder 1988; HE 8, S.251

Mittels Beschaffung solcher Fahrzeuge in größerer Stückzahl könnte das Netz der Schnellbahnverbindungen in der Bundesrepublik in preiswerter und landschaftschonender Weise wesentlich enger geknüpft werden, was zur Folge hätte, daß die Attraktivität der Bahn gegenüber dem Flugzeug und dem Auto spürbar gesteigert würde. Dabei müßte sich der Einsatz von "DB-Pendolinos" nicht nur auf die Hauptstrecken beschränken. In Nordbayern lief im Sommer 1988 ein solches Gefährt einige Wochen zur Probe durch die Kurven enger Täler. Selbst solche Kurven, die mit konventionellen Bundesbahnfahrzeugen nur für 120 km/h zugelassen sind, konnten von diesen Zug gefahrlos mit 160km/h durchfahren werden. Im Verkehrsministerium wird die Beschaffung solcher Züge für wichtige Nebenstrecken ernsthaft erwogen.⁵⁷

Gerade für die beiden Kasseler Unternehmen mit ihrem Know how bietet sich m.E. die Fertigung und ggf. auch die Weiterentwicklung solcher Systeme in besonderem Maße an. Denkbar wäre, solche Schienenfahrzeuge im Baukastensystem sowohl als Zuggarnituren als auch als Schnelltriebwagen mit elektrischer, dieselhydraulischer oder dieselelektrischer Antriebstechnologie zu konzipieren, so daß sie je nach Ausstattung auf elektrifizierten und nicht-elektrifizierten Haupt- und Nebenstrecken eingesetzt werden können. Bei Thyssen Henschel liegen Erfahrungen mit diesen Antriebskonzepten vor. Wegmann könnte, neben den Erfahrungen aus der Produktion hochwertiger Reisezugwagen und Hochleistungsdrehgestellen, für die Konzipierung und Fertigung der gleisbogenabhängigen Wagenkastensteuerung auf Know how

mit komplexen, ebenfalls mit elektronischen und hydraulischen Komponenten versehenen Steuerungen der Panzerturmsysteme zurückgreifen.

Die Exportchancen für ein solches Hochgeschwindigkeits-Schienenfahrzeug sind sicherlich gerade in solche Länder besonders gut, die kein teures neues Streckennetz aufbauen wollen. Obwohl der "Pendolino" relativ kostspielig ist, erspart er doch Milliardenbeträge, die sonst in die Begradigung der Trassen fließen würden. Die Spanischen Staatsbahnen sollen bereits einen ähnlichen Zug in Betrieb genommen haben.^{5 8}

Beschäftigungseffekte

Über den Beschäftigungseffekt können hier nur insofern Angaben gemacht werden, als zwar die Preise für den italienischen Zug als Berechnungsgrundlage zur Verfügung stehen, nicht aber die Preise für noch zu konzipierende Triebwagen bzw. Zuggarnituren entsprechend den spezifischen DB-Einsatzbedingungen. Jeder der aus sechs Waggons bestehenden italienischen Züge kostet insgesamt 34 Mio. DM, für die Waggons wird mit einem Preis von 4,5 Mio. DM je Stück gerechnet.^{5 9} Der Preis der Antriebseinheit dürfte nach Abzug der 27 Mio. DM für die sechs Waggons bei 7 Mio. DM liegen.

Mit jedem gefertigten "Pendolino"-Triebfahrzeug nach italienischem Vorbild ließen sich unter Zugrundelegung der o.g. Preise und Wertschöpfungsanteile 14,6 Arbeitsplätze bei Thyssen Henschel sichern bzw. umstellen. Für Wegmann dürften sich 18,75 Arbeitsplätze pro jährlich gefertigtem Waggon bzw. 112,5 Arbeitsplätze je jährlich gefertigter Zuggarnitur mit sechs Waggons ergeben.

4.3 PRODUKTVORSCHLÄGE FÜR DEN PERSONENNAHVERKEHR

4.3.1 ALLGEMEINER GESELLSCHAFTLICHER BEDARF

Mit den zuvor genannten Vorschlägen sind erste, aber vom Umfang her sicherlich noch nicht ausreichende Alternativen zur Rüstungsproduktion aufgezeigt worden. Sie sind ebenfalls ein wichtiger Schritt zur Beschleunigung und Ausweitung des schienengebundenen Fernverkehrs im Rahmen einer sozial und ökologisch verträglicher Verkehrspolitik. Jedoch ist damit nur ein kleiner Anteil des Gesamtverkehrsaufkommens berücksichtigt worden. Bei der Bundesbahn entfallen nur auf 13 Prozent aller Fahrten auf solche über

58 Rossberg, Ralf Roman: Geschichte der Eisenbahn. Künzelsau 1977, S. 316

59 Gröteke Friedhelm: Mit 160 in die Kurve. Der Pendolino erspart den Bahnen kostspielige Streckenneubauten. Zeit v. 10.6.88

50 km, d.h. 87 Prozent des Verkehrsaufkommens sind dem Nahverkehr zuzurechnen.⁶⁰ Beim gesamten motorisierten Verkehrsaufkommen in der Bundesrepublik - also einschließlich Individualverkehr - sieht der Unterschied noch extremer aus. Hier entfallen ca. 96 Prozent auf Fahrten von weniger als 50 km, 55 Prozent aller Fahrten werden sogar nur im 3-km-Bereich zurückgelegt.⁶¹ Von daher ist dieses Segment wesentlich für eine andere Verkehrspolitik und bietet mit deren Umsetzung ein beträchtliches Fertigungspotential für die beiden Rüstungsunternehmen.

Der Nahverkehr gewinnt darüber hinaus auch als Zubringer zum schienengebundenen Fernverkehr Bedeutung. Der Fernverkehr wird dann noch attraktiver werden, wenn auch die Fahrzeiten aus der Region zu den Fernbahnhöfen deutlich kürzer werden. Hier könnten weitere Absatzmöglichkeiten für "Pendolino"-Schnelltriebwagen geschaffen werden. Die Bahn zieht sich jedoch derzeit aus der Fläche zurück bzw. stellt das Angebot auf Busbetrieb um. Dabei wird behauptet, der schienengebundene ÖPNV habe aufgrund seiner geringen Attraktivität gegenüber dem PKW zurückgehende Beförderungszahlen und folglich einen zu geringen Kostendeckungsgrad. Somit wird weiter die Attraktivität des PKW gefördert - der Kreislauf ist geschlossen und wird den Bahnplanungen zufolge weiter fortgesetzt. "Das beste öffentliche Verkehrsmittel ist der PKW und auch den Bus müssen wir akzeptieren", erläuterte der Ressortleiter Personenverkehr im DB-Vorstand Hemjo Klein die Politik der Bundesbahn für die Zeit bis zur Jahrtausendwende.⁶²

Verschiedene regionale Untersuchungen belegen dagegen eindeutig, daß die Schiene gerade auch von der Mehrheit der Führerschein- und PKW-Besitzern als attraktiv erachtet und auch außerhalb der Verdichtungsräume dem straßengebundenen ÖPNV klar vorgezogen wird - obwohl die Bahn in Spitzenzeiten oft überfüllt und teilweise mit antiquiertem rollendem Material ausgestattet ist.⁶³ Bei einem entsprechenden Angebot dürften von daher auch beachtliche Nachfragezuwächse zu erwarten sein, insbesondere wenn gleichzeitig der Individualverkehr zunächst in den Städten durch administrative Maßnahmen unattraktiv gemacht wird.

60 Frenz, E.: "Ein Stück Zukunft". Der Verkehr auf den DB-Nebenstrecken. Verkehrszeichen (1986) H.1, S. 35

61 Wolf, Winfried: Eisenbahn und Autowahn. Personen- und Gütertransport auf Schiene und Straße. Geschichte, Bilanz, Perspektiven. Hamburg/Zürich 1986, S. 167

62 Holz, Burghard: Strukturänderungen sollen das Staatsunternehmen wieder flott machen. Bundesbahn setzt auf Zauberformel: "DB 2000". Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 26.3.88

63 vgl. Langenheim, Christian u. Konrad Schliephake: Präferenzen für Schiene oder Straße im ÖPNV - Ergebnisse empirischer Untersuchungen in Franken und Hessen. Verkehr und Technik (1986) H.10, S. 419ff

4.3.2 VORSCHLAG: DREHSTROMLOKOMOTIVEN DER BR 120

Problembeschreibung

In der Bundesrepublik wird der größte Teil des Verkehrsaufkommens der Bahn mit den z.T. 20 Jahre und älteren E-Loks der Baureihen 110 (Schnellzuglok) bzw. 140 (Güterzuglok) und deren Varianten bewältigt. Nach Bahnplanungen ist vorgesehen, einen Teil dieser Lokomotiven durch die über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten laufende Beschaffung von 60 - 70 modernen Drehstromlokomotiven BR 120 zu ersetzen.⁶⁴ Der Vorschlag lautet, diese Beschaffungsvorhaben vorzuziehen und jährlich eine größere Anzahl, z.B. 20 Stück, dieser Lokomotiven in Auftrag zu geben um somit das Gesamtauftragsvolumen zu erhöhen.

Produktbeschreibung

Das Drehstrom-Antriebskonzept der Lokomotive BR 120 wurde bereits oben beschrieben, so daß sich eine detaillierte Darstellung an dieser Stelle erübrigt.

Die BR 120 hat gegenüber den veralteten, mit Gleichstromantrieben versehenen Vorgängerinnen wesentliche Vorteile. Die Antriebsmotoren sind um ca. 40 Prozent leichter, was den Verschleiß der Gleise reduziert, sie sind wartungsfreundlich, weil sie keine verschleiß- und wartungsintensiven Kollektoren haben, sie benötigen weniger Energie. Außerdem ist die Lok flexibel im schweren Güterzug- und im Schnellzugdienst einsetzbar.

Beschäftigungseffekte

Der Preis der BR 120 wird auf 4,5 Mio.DM geschätzt, wovon die Hälfte auf den von BBC gelieferten elektrischen Teil entfallen würden.⁶⁵ Mit dem hier vorgestellten Berechnungsverfahren läßt sich ein Beschäftigungseffekt von 188 Arbeitsplätzen bei 20 jährlich bei Thyssen Henschel gefertigter Lokomotiven ermitteln, das wären 9 bis 10 Arbeitsplätze je Lokomotive.

64 Huffschild, Jörg (Hrsg.): Für den Frieden produzieren. Alternativen zur Kriegsproduktion Köln 1982, S. 91f

65 ebd.

4.3.3 VORSCHLAG: DIESELTRIEBWAGEN VT628/VS928

Problembeschreibung

Der o.g. schlechte Kostendeckungsgrad ist weniger der Bahn an sich als vielmehr der völlig veralteten Ausstattung mit rollendem Material zuzurechnen. Auf den vielen nichtelektrifizierten Strecken der Bundesbahn werden heute in der Regel Diesellokomotiven der Baureihe 218, bespannt mit mehreren schweren Nahverkehrswagen (Silberlinge) eingesetzt. Solche Zug-Garnituren sind bis auf wenige Ausnahmen zwischen 20 und 35 Jahre alt und entsprechend unwirtschaftlich. Bis zu 450 l Dieselkraftstoff verbraucht ein solcher mit 6 Waggons behängter Zug auf 100 km bei Non-Stop-Fahrt, bei jedem Halt kommen noch einmal mindestens 20 l hinzu. Die Zugfahrtkosten werden von der Bundesbahn selbst für kleinere Garnituren noch mit 22 DM/km angegeben, beim Schienenbus sollen sie sich immerhin noch auf 15 DM/km belaufen.^{6 6}

Zur Verbesserung des Kostendeckungsgrades auf den nichtelektrifizierten Strecken ist der Verbrennungstriebwagen VT628/VS928 entwickelt worden, von dem die Bundesbahn allerdings nur 150 Stück beschaffen will, und die nach dem derzeitigen Planungsstand nur an fünf Einsatzschwerpunkten konzentriert werden sollen.^{6 7} So wird beispielsweise auf der Strecke Kassel-Volkmarsen wie auf weiteren 20 (!) Nebenstrecken in Nordhessen und Südniedersachsen nicht ein einziger dieser Triebwagen, sondern weiterhin die "Uralt-Karosse" Schienenbus verkehren und weitere Argumente für die Behauptung liefern, es sei keine Kostendeckung auf solchen Verbindungen zu erreichen.^{6 8}

Produktbeschreibung

Im Rahmen einer hier skizzierten konsequenten Verkehrspolitik wären also die noch im Bestand der Bundesbahn vorhandenen Schienenbusse innerhalb kurzer Zeit durch die modernen ein- bzw. zweiteiligen Dieseltriebzüge VT 627.1 und VT 628/VS 928 zu ersetzen. Somit ergäbe sich ein potentiell beschaffungsvolumen und kurzfristig zu erwartende Aufträge von einigen hundert Stück.

66 Frenz, Eckehard: "Ein Stück Zukunft". Der Verkehr auf den DB-Nebenstrecken. Verkehrszeichen (1986) H.1, S. 35

67 ebd.; s.a. Kottenhahn, Volker: Die neuen Dieseltriebwagen für den Schienenpersonennahverkehr (SPNV-VT). Verkehr und Technik (1985) H.11, S. 419

68 Uralt-Karosse rollt weiter. Bahnpläne im Raum Kassel. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 1.6.88

mit der Lokomotive 218 um über 50 Prozent.⁶⁹ Auf 100 km verbraucht das zweiteilige Fahrzeug 75 - 80 l und für jede Anfahrt weitere 2 l Treibstoff. Angetrieben wird der Triebwagen von einem Daimler-Benz-Dieselmotor mit hydraulischer Kraftübertragung.

Beschäftigungseffekte

Der Preis dürfte bei 1,5 Mio. DM pro Fahrzeug liegen,⁷⁰ für die zweiteilige Version sogar eher noch höher sein. Ausgehend von diesem Mindestpreis läßt sich ein Beschäftigungseffekt von 3,2 Arbeitsplätzen pro jährlich gefertigtem Fahrzeug errechnen.⁷¹ Infrage kämen für diese Fertigung grundsätzlich beide Unternehmen. Sowohl Wegmann als auch Henschel haben teilweise in Kooperation - in der Vergangenheit solche Fahrzeuge gebaut.⁷²

4.3.4 VORSCHLAG: LEICHTTRIEBWAGEN "BUS-BAHN"

Problembeschreibung

Der oben vorgeschlagene Triebwagen stellt noch nicht den letzten Stand der Entwicklung dar und ist vor allen Dingen von der Kostenseite keine Alternative zum Bahnbus. Der Bahnbus kostet pro gefahrenen Kilometer ca. 2,70 DM bzw. entsprechend 0,05 DM pro Kilometer und Sitzplatz, und damit nur ein Bruchteil des Triebwagens (10,65 DM/km bzw. 0,14 DM/km+Sitzplatz).⁷³ Die von einem DB-Dezernenten favorisierte und Bauprinzipien des Omnibusses für die Schiene nutzende "Bus-Bahn" hingegen übertrifft den Bahnbus nicht nur hinsichtlich des für ein Schienenfahrzeug typischen Komforts, sondern läßt sich mit 0,035 DM/km+Sitzplatz (3,12 DM/km) sogar noch preiswerter als dieser betreiben.⁷⁴

Erreicht wird dies im wesentlichen durch konsequenten Leichtbau bei gleichzeitiger Reduzierung der installierten Antriebsleistung. Dieses Konstruktionsprinzip wurde in den 20er/30er Jahren bereits angewandt, als noch keine Verbrennungsmaschinen größerer Leistung zur Verfügung standen. Ein Triebwagen jener Zeit brachte beispielsweise 28 Tonnen auf die

69 vgl. Kottenbahn, Volker: Die neuen Dieseltriebwagen für den Schienenpersonennahverkehr (SPNV-VT). Verkehr und Technik (1985) H.11, S. 412ff

70 Hierbei handelt es sich um eher zu einen gering angenommenen Schätzwert. Die neuen Niederflur-Straßenbahnen für Kassel kosten vergleichsweise 2,16 Mio. DM.; vgl. Bequemer, sparsamer und schneller. Aufträge für neue Straßenbahnen. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 28.7.88.

71 Hier wird wieder ein Kostenanteil für die Antriebsanlage von 50% unterstellt. Sollte dieser geringer sein, erhöht sich der Beschäftigungseffekt entsprechend.

72 vgl. Obermayer, Horst J.: Taschenbuch deutsche Triebwagen. Stuttgart 1973, S. 56ff

73 vgl. Frenz, Eckehard: "Ein Stück Zukunft". Der Verkehr auf den DB-Nebenstrecken. Verkehrszeichen (1986) H.1, S. 36ff

74 a.a.O., S. 38

Waage und dessen 80-sitziger Beiwagen 18 Tonnen. Wegmann hatte in dieser Zeit sogar einen Ultraleicht-Beiwagen mit 90 Sitzplätzen und nur 13,4 Tonnen Gewicht dafür entworfen.⁷⁵ Mit der Entwicklung von Verbrennungsmaschinen größerer Leistungen trat jedoch die Notwendigkeit des Leichtbaus in den Hintergrund und Triebfahrzeuggewichte von 40 Tonnen wurden üblich. Mit dem Nachkriegsbeiwagen ESA 150 knüpfte eine Gemeinschaft von Waggonfabriken, an der auch Wegmann beteiligt war, allerdings noch einmal an das Konstruktionsprinzip des Leichtbaus an.⁷⁶

VERGLEICHSTABELLE			
	Standard- Überlandbus	Railbus	proj. Leicht-Tw.
Länge	11,8 m	15,3 m	22,5 m
Anzahl Achsen	2	2	2
davon angetrieben	1	1	1
Leergewicht	9,0-t	19,4 t	22,5 t
Motorleistung	177 kW	150 kW	177 kW
Hochstgeschwindigkeit	100 km/h	120 km/h	100 km/h
Kraftstoffverbrauch/100 km	37 l	32 l	35 l
Anzahl Sitzplätze	53	64	88
spez. Gewicht pro Sitzplatz	0,17 t	0,30 t	0,29 t
spez. Gewicht pro Meter Fahrzeuglänge	0,76 t	1,27 t	1,13 t
Anschaffungspreis	200.000,-DM	525.000,-DM	800.000,-DM
Nutzungsdauer (Jahre)	8	32	32
Betriebskostenübersicht			
Annuität (6% kalk. Zinsen)	34.000,-DM	46.000,-DM	70.000,-DM
Wartung	25.000,-DM	40.000,-DM	50.000,-DM
Fahrerkosten (2,5 Mann)	125.000,-DM	125.000,-DM	125.000,-DM
Treibstoffkosten (130.000km, 1,10 DM/l)	53.000,-DM	46.000,-DM	50.000,-DM
Gemeinkostenanteil	110.000,-DM	110.000,-DM	110.000,-DM
Kosten pro Fahrzeug und Jahr	347.000,-DM	367.000,-DM	405.000,-DM
Kosten pro Kilometer	2,67 DM	2,82 DM	3,12 DM
Kosten pro Kilometer und Sitzplatz	0,050 DM	0,044 DM	0,035 DM

Abb.11: Betriebskostenberechnung für den Leichttriebwagen "Bus-Bahn". Quelle: Frenz (1986) S. 38

Produktbeschreibung

Dem Konstruktionsprinzip der projektierten "Bus-Bahn"⁷⁷ liegt die Erkenntnis zugrunde, daß im Nahverkehr weniger der Endgeschwindigkeit als vielmehr der Beschleunigung eine entscheidende Bedeutung zukommt. Gute Beschleunigung von Fahrzeugen kann entweder erreicht werden durch ein geringes Fahrzeuggewicht oder durch eine hohe Motorleistung. Die zweite

75 Happe, Eberhard: Die Bus-Bahn. 2. Plädoyer für mehr Verkehrsqualität in der Region. Verkehr und Technik (1984) H.7, S. 27f

76 Fiegenbaum, Wolfgang u. Heinz Sickert: Lokomotiven- und Triebwagen-Lexikon. Deutsche Bundesbahn. Stand 1.1.1980. Stuttgart 1981, S. 130ff;

77 für das Folgende vgl. Happe, Eberhard: Die Bus-Bahn. 2. Plädoyer für mehr Verkehrsqualität in der Region. Verkehr und Technik (1984) H.7, S. 275ff

Lösung verursacht aber wesentliche höhere Betriebskosten als erstere. Die Fahrzeugmasse ist demnach bei Nahverkehrsfahrzeugen die entscheidende Größe.

Bei der "Bus-Bahn" geht man modellhaft von dem bereits genannten Beiwagen ESA 150 aus und versieht diesen mit einer ca. 1,4 t schweren Dieselantriebsanlage von 177 kW Leistung, so daß er auf ein Gewicht von 25,5 Tonnen kommt. Theoretische Berechnungen, die hier nicht im einzelnen referiert werden sollen, belegen, daß dieses Fahrzeug bis zu einem Haltestellenabstand von 10 km aufgrund seiner besseren Beschleunigungswerte kürzere Fahrzeiten erreicht als der VT628/VS928 trotz niedriger Endgeschwindigkeit. Der Treibstoffverbrauch beträgt dabei ca. 0,35 l/km, für eine Anfahrt muß mit weiteren 0,9 l gerechnet werden (VT/VS: 0,75 l/km bzw. 2,1 l). Die "Bus-Bahn" ist demnach ein besonders wirtschaftliches und auch umweltfreundliches Fahrzeugkonzept, das sich unter den o.g. Gesichtspunkten sicherlich noch weiterentwickeln ließe.

Beschäftigungseffekte

Da Wegmann -z.B. mit der Fertigung der Berliner S-Bahnzüge- über umfangreiche Erfahrungen mit der Leichtmetallverarbeitung im Waggonbau verfügt,⁷⁸ ist das Unternehmen geradezu prädestiniert für die Fertigung solcher Fahrzeuge.

Bei einem Anschaffungspreis von nur ca. 800.000 DM und den niedrigen Betriebskosten dürfte eine erhebliche Nachfrage zu erwarten sein. Unter Zugrundelegung des o.g. Preises ergibt sich ein Beschäftigungseffekt von fast 2 Arbeitsplätzen pro jährlich gefertigtem Fahrzeug.⁷⁹

Da insbesondere mit guten Exportchancen auch in weniger finanzkräftige Länder zu rechnen ist, dürften mit der Realisierung eines solchen Produktes größere Fertigungszahlen verbunden sein. Die britische Firma Leyland stellt beispielsweise einen ähnlichen, aber weniger komfortablen "Railbus" auch mit dem Ziel her, diesen in Länder der sogenannten Dritten Welt zu exportieren. Mit der gefertigten Stückzahl "Bus-Bahnen" steigt natürlich auch der Beschäftigungseffekt. Mit nur 100 Fahrzeugen dieser Art pro Jahr ließen sich etwa 165 Arbeitskräfte beschäftigen.

78 vgl. Wegmann & Co. (Hrsg.): Wegmann Kassel 1882-1982. Kassel o.J.; dies.: 100 Jahre Wegmann & Co. 1882-1982. Sonderdruck aus Wehrtechnik Oktober Bonn 1982;

79 Frenz, Eckehard: "Ein Stück Zukunft". Der Verkehr auf den DB-Nebenstrecken. Verkehrszeichen (1986) H.1, S. 38; hier wird wieder ein Kostenanteil für die Antriebsanlage von 50% unterstellt, sollte dieser geringer sein, erhöht sich der Beschäftigungseffekt entsprechend.

4.3.5 VORSCHLAG: STRASSENBAHNEN

Problembeschreibung

Neuerdings erlebt die Straßenbahn wieder eine Renaissance. Selbst in Frankfurt wurde mittlerweile erkannt, daß die Verdrängung der Straßenbahn durch den U-Bahnausbau ein Fehler war. Der Kahlschlag scheint hier gestoppt.

Auch in Kassel besteht ein Bedarf an neuen Fahrzeugen, zumal die Stadt u.a. in Folge des dominierenden Individualverkehrs hochgradig smoggefährdet ist. Artikel der Tagespresse mit Schlagzeilen, wie "Reicht der KVG-Fuhrpark für alle?"⁸⁰ warfen immer wieder die Frage auf, ob in Smog-Zeiten mit dem vorhandenen Fuhrpark der derzeitige Individualverkehr wirklich ersetzt werden kann. Diese Problematik ist nicht nur für die Situation in Kassel charakteristisch.

Produktbeschreibung

Die beiden Unternehmen Wegmann und Thyssen Henschel könnten die derzeit geläufigen und in vielen Städten verkehrenden Straßenbahnen der DUEWAG AG aus Krefeld-Uerdingen in Lizenz nachbauen - und zumindest Wegmann würde damit an alte Produkttraditionen anknüpfen.

Die neuesten derzeit für Kassel bestellten Modelle solcher Straßenbahn-Züge sind "bequemer, sparsamer und schneller"⁸¹ als die zuletzt von der Kasserler Verkehrsgesellschaft (KVG) beschafften Fahrzeuge. Auffällig ist neben der optimierten Antriebstechnik der "Niederflur"-Aufbau. Der Abstand zwischen Schienen-Oberkante und Fahrzeug-Innenboden beträgt größtenteils nur noch 35 Zentimeter. Dadurch wird ein besonders bequemes Ein- und Aussteigen auch behinderter Menschen ermöglicht.

Beschäftigungseffekte

Als Berechnungsgrundlage für den Beschäftigungseffekt der Straßenbahnfertigung soll hier die KVG-Bestellung dienen. Die 15 bestellten Straßenbahnen kosten insgesamt 32,6 Mio.DM,⁸² für ein Einzelfahrzeug ergibt sich demnach ein Preis von 2,16 Mio.DM. Ausgehend von der Annahme, daß von dieser Summe die Hälfte auf die Antriebsanlage entfällt, läßt sich ein Beschäftigungseffekt von 4,5 Arbeitsplätzen pro jährlich gefertigtem Fahrzeug errechnen.

80 Reicht der KVG-Fuhrpark für alle? Fragestunde/Absolutes Fahrverbot bei Smog. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 5.2.85

81 Bequemer, sparsamer und schneller. Aufträge für neue Straßenbahnen. Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 28.7.86

82 ebd.

4.3.6 VORSCHLAG: DUAL-MODE-BUS-SYSTEME

Problembeschreibung

Zwar bietet der schienen- gegenüber dem straßengebundenen ÖPNV erhebliche Vorteile bezüglich Energieverbrauch, Reisegeschwindigkeit, Komfort, Umweltverträglichkeit usw., jedoch ist ein aufwendiges Schienennetz in den aufgelockerten Zonen in Rand- und ländlichen Gebieten dem Bus im flächendeckenden Betrieb sowohl wirtschaftlich unterlegen als auch weniger flexibel. Die zur Zeit gebräuchlichen konventionellen Verkehrsmittel werden entweder nur den Anforderungen der beschleunigten Massenbeförderung in den verdichteten Zonen (Bahn) oder der Flächenerschließung in den Randgebieten (Bus) gerecht, nicht jedoch beiden. Schiene und Straße bilden somit ein additives und kein integriertes Verbundnetz mit der Folge, daß eine zielreine Beförderung kaum gewährleistet ist. Eine technische Lösung dieses Problems stellt das Konzept des "Dual-Mode-Busses" dar.

Ein Dual-Mode-Bus ist ein Bus, der einerseits wie ein konventioneller Bus fahrgelenkt auf dem vorhandenen Straßennetz und andererseits auf besonderen Trassen spurgebunden verkehrt. Auf den Trassen erreicht er höhere Reisegeschwindigkeiten als ein Straßenfahrzeug und läßt sich zu Zügeinheiten zusammenkoppeln, auf der Straße entspricht er dem normalen Überlandbus. Dabei entfällt das sonst übliche Umsteigen vom Straßenfahrzeug zum spurgebundenen Beförderungsmittel und umgekehrt. Außerdem erübrigt sich für den Betreiber der Verkehrsmittel der Zwang des flächendeckenden und somit finanzintensiven Trassenausbaus, der den wirtschaftlichen Betrieb eines spurgebundenen Verkehrssystems erst ab einer bestimmten Größe zuläßt. Die sonst üblichen hohen Investitionskosten verhindern in der Regel, daß ein ökologisch und sozial wünschenswertes Verkehrssystem überhaupt installiert wird.

Die Einführung solcher Bussysteme als Bestandteil regionaler Verkehrsverbünde würde es ermöglichen, ein flächendeckendes, flexibles Beförderungsangebot zu schaffen, das auch abgelegene Ortschaften an die Zentren und an die Fernverbindungen anbindet. Ein solcher Mobilitätsgewinn wäre beispielsweise für Regionen wie den nordhessischen Schwalm-Eder-Kreis, wo derzeit 105 Ortsteile ohne jeglichen ÖPNV-Anschluß sind bzw. unzureichend bedient werden, eine strukturelle Qualitätsverbesserung.⁸³

Produktbeschreibung

Die Idee, Omnibusse spurgebunden zu betreiben, kam bereits in den 20er Jahren zur Anwendung und erlebte in den 50er Jahren mit dem "Schi-Strabus" der DB eine Renaissance.⁸⁴ Charakteristisch für solche Systeme ist, daß sie im spurgebundenen Betrieb automatisch quergeführt werden müssen, während im Busbetrieb der Fahrer diese Aufgabe mittels seiner Lenkarbeit

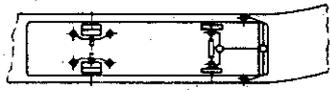
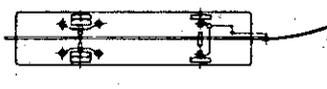
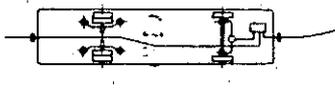
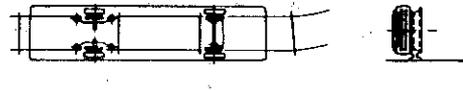
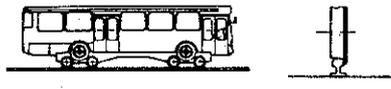
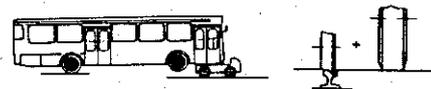
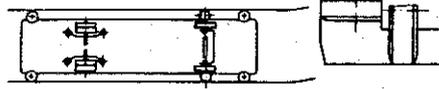
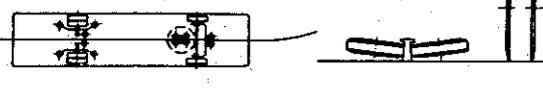
Kraftschluß	R 1		mechanische Querführung, seitliche Tastarme, Leitplanken
	R 2		mechanische Querführung, Mittlenführung
	R 3		elektrische Querführung, Leitkabel
Formschluß	Z 1		Schienenbus
	Z 2		Palettenbus
	Z 3		Drehgestellbus
	Z 4		Zwangsführung Gummi- und Spurkranzrad
	Z 5.1		Zwangsführung seitlich
	Z 5.2		Zwangsführung Mitte

Abb. 12: Verschiedene Verfahren der Querführung für Dual-Mode-Busse. Quelle: Schweitzer (1972), S.174

84 vgl. Gottwaldt, Alfred B.: Autos auf Schienen. Stuttgart 1986, S. 36 u. S. 74ff

löst. Dual-Mode-Systeme lassen sich in unterschiedlicher Form anwendungsgerecht realisieren. Die unterschiedlichen möglichen Querführungen lassen sich in kraftschlüssige und formschlüssige Gruppen unterteilen.⁸⁵

Bei kraftschlüssiger Querführung werden die Kräfte für die Seitenführung über den Kraftschluß, z.B. die Reibung zwischen den tragenden Rädern und der Fahrbahn, aufgebracht. Die Informationen über den Verlauf des Fahrweges und der entsprechenden Auslenkung der Vorderräder können über mechanische Tastarme oder -räder bzw. elektrisch über Leitkabel erfaßt werden. Da der Kraftschluß abhängig ist von Witterungseinflüssen, erfordert diese Lösung zwingend zusätzlichen Aufwand für die Fahrbahnteisung. Die formschlüssigen Verfahren (Abb. 12, Nr. Z 1 - Z 5.2) sind weitgehend witterungsunempfindlich, da der Kraftschluß lediglich der Beschleunigung und Verzögerung des Fahrzeugs dient. Die Seitenführung erfolgt, wie z.B. bei konventionellen Schienenfahrzeugen, durch die Form (Spurkranz) des Rad-Schiene-Systems.

Die Fahrwege können sowohl ebenerdig als auch unterirdisch oder aufgeständert verlaufen. Der Fahrweg für den spurgebundenen Betrieb muß entsprechend des gewählten Querführungsverfahrens konzipiert sein. Die mit elektronischen Leitkabeln versehene kraftschlüssige Querführung erlaubt im Gegensatz zur mechanischen Seitenführung eine wesentlich einfachere Realisierung von Weichen und Kreuzungen. Bei beiden kraftschlüssigen Verfahren sind aber seitliche Führungsplanken auf den Trassen unerlässlich, die verhindern, daß das Fahrzeug im Notfall von der Fahrbahn abkommt. Der Flächengewinn des um 25 bis 30 Prozent schmaleren Fahrweges bei automatischer Querlenkung gegenüber Handlenkung wird durch die notwendigen Planken etwas verringert.⁸⁶ Nicht so beim formschlüssigen Verfahren, wo die Leitplanken entfallen können. Weichen und Kreuzungen erfordern aber auch hier im Vergleich zur Leitkabelvariante einen größeren Aufwand durch bewegliche Teile, die den Formschluß herstellen.

Anwendungsbeispiel für Städte mit Straßenbahnen

In Städten, die - wie Kassel - über ein mehr oder minder ausgebautes Straßenbahnnetz und mehrere, teilweise stillgelegte Eisenbahnlinien in die Regionen verfügen, wäre die formschlüssige Querführung mit Gummi- und Spurkranzrad (Abb. 12, Nr. Z 4) ideal. Die Anwendung dieses Verfahrens ermöglicht die Nutzung der vorhandenen Schienenwege, ist also in die gegebenen Strukturen integrierbar. Gegenüber dem Drehgestell- und dem Palettenbus (Abb. 12, Nr. Z 2 und Z 3) kann dieses Fahrzeug sehr schnell

85 vgl. Schweitzer, Gerhard: Dual-Mode-Bus-System. In: Dettmering, Wilhelm: Der Nahverkehr - Probleme und Lösungsansätze. Essen 1972, S. 172ff

86 ebd.

selbständig die Betriebsart wechseln. Zudem benötigt sie dafür nicht wie der Schienenbus (Abb. 12, Z 1) für das Aufspuren auf die Gleise besondere Rampen oder andere Einrichtungen. Ein entsprechend ausgerüsteter Dual-Mode-Bus braucht beispielsweise auf der Straße nur über die Straßenbahnschienen zu fahren und dort seine zur automatischen Querführung notwendigen Spurkranzräder mittels hydraulischer Hubeinrichtung abzusenken um anschließend seine Fahrt als spurgebundenes Fahrzeug fortzusetzen.

Fahrzeuge mit solchen hydraulischen Absenkvorrichtungen der Spurkranzräder haben sich im Bahnalltag seit Anfang der 70er Jahre als preiswerte Rangierfahrzeuge, Transporter, Rettungsfahrzeuge usw. bestens bewährt. Mit dem 1976 eingeführten Gelenkrollen-Spurhalter "ZW 82 S" werden die Spurrollen sogar um eine senkrechte Achse dem Gleisbogen entsprechend verstellt.^{8 7} Sie verhalten sich annähernd wie ein Drehgestell und dürften damit gute Voraussetzungen haben als Basis für eine Weiterentwicklung als Einrichtung für den Bus.

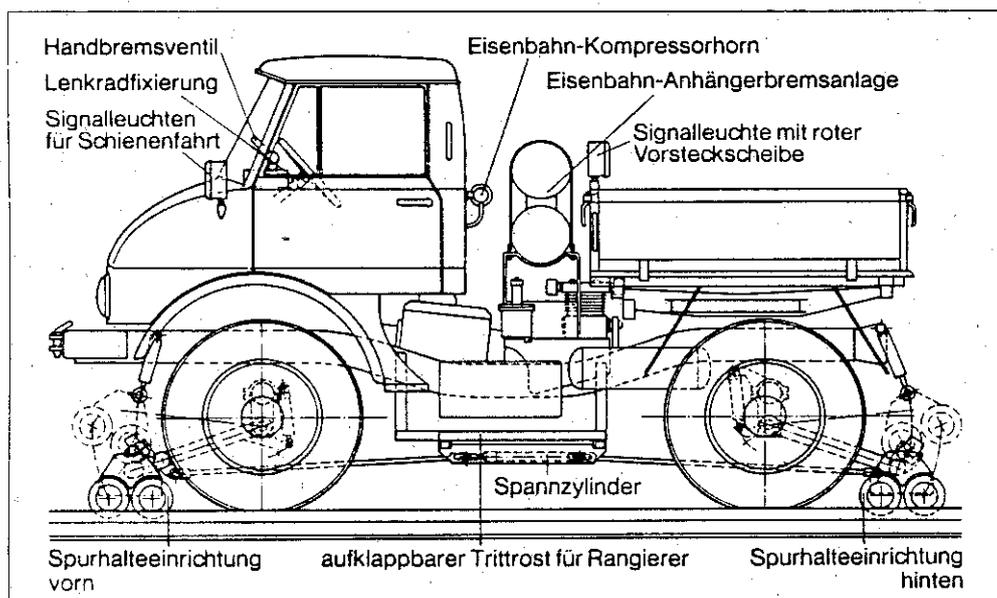


Abb. 13: Komponenten der hydraulischen Hubvorrichtung für das Heben und Absenken der Spurkranzräder eines für den Betrieb auf DB-Schienen zugelassenen Daimler-Benz-Unimogs. Quelle: Gottwaldt (1986) S. 88

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ergibt sich bei Realisierung der Querführung mit metallenen Spurkranzrädern insofern, als es einen universellen Elektroantrieb für den hier projektierten Dual-Mode-Bus ermöglichen würde. Gedacht ist hier an die Installation eines zuvor beschriebenen Hybridmotors mit Akkumulatorspeichern und Stromabnehmer für die Energieentnahme aus dem Fahrdrabt der Straßenbahn. Ein mit einem solchen Antrieb versehenes Fahrzeug ist äußerst umweltfreundlich. In den Zentren mit Straßenbahnnetz

könnte das Fahrzeug Energie für den Elektromotor und zum Laden der Akkumulatoren wie eine Straßenbahn dem Fahrdraht entnehmen, wobei die Spurkranzräder in Verbindung mit den Schienen die Stromrückführung ermöglichen würden. Auf innerörtlichen Streckenabschnitten ohne Straßennetz lieferten die Akkus die notwendige Antriebsenergie. Auf außerörtlichen oder dünn besiedelten Strecken oder bei unzureichendem Ladezustand der Akkus ließe sich der Dieselgenerator als Antriebs- und Ladestromquelle zuschalten.

Die o.g. Absenkvorrichtungen und Spurkranzräder sind vermutlich nicht als letzte Lösung für einen Dual-Mode-Bus anzusehen und wären von daher noch weiterzuentwickeln und zu optimieren hinsichtlich Betriebssicherheit, Betriebsartenwechsel, Reisegeschwindigkeit, Komfort usw.. Es dürfte den Beschäftigten der lange Zeit im Drehgestellbau engagierten Firma Wegmann kaum Probleme bereiten, auf diesem Sektor zukunftsweisende Lösungen zu erarbeiten.

Anwendungsbeispiel für Städte ohne Straßenbahn

Nun haben nicht alle Städte Straßenbahnen, deren Schienennetz für das hier vorgeschlagene Fahrzeugkonzept als Trasse dienen könnte. Gerade auch für solche Gemeinden bietet das Dual-Mode-Bus-Konzept eine Möglichkeit, ein relativ preiswertes spurgebundenes Verkehrssystem mit all seinen Vorteilen zu installieren.

Denkbar wäre z.B. ein gegenüber Gleisen preiswerteres Trassennetz mit Asphaltfahrwegen und mittleren Zwangsführungsschienen (Abb. 12, Nr. Z 5.2) zu bauen bzw. solche Führungsschienen einfach auf vorhandenen Straßen anzubringen. Damit wäre die oben beschriebene Möglichkeit gegeben, auf diesen Fahrwegen mehrteilige Züge zu bilden und die Fahrgeschwindigkeit wesentlich zu erhöhen, ohne die Sicherheit einzuschränken. Aber auch kraftschlüssige Lösungen sind für solche Einsatzbedingungen alternativ anwendbar (z.B. Abb. 12, Nr. R 2 und R 3), die jedoch den Vorteil der universelleren Fahrbahnnutzung mit dem Nachteil der größeren Witterungsabhängigkeit verbinden.

Die auf diesen Fahrwegstypen verkehrenden Fahrzeuge wären - entsprechend den Einsatzbedingungen - bestens geeignet für die Anwendung des hier vorgeschlagenen Hybridantriebes oder des Batterieelektrischen Antriebskonzeptes mit Kurzzeitzwischenladung. Die Realisierung einer leitungsgebundenen elektrischen Energieversorgung wäre nur mit einem Zweileitungssystem nach dem Prinzip des O-Busses möglich, da solchen Fahrzeugen die Stromrückführungsmöglichkeit, wie bei einer Straßenbahn fehlt.

Beschäftigungseffekte

Die Ermittlung des Beschäftigungseffekts ist bei einem noch nicht realisierten Produkt recht schwierig. Der Umsatzanteil und die Wertschöpfung aus der Fertigung werden zudem bestimmt von der Sitzplatzzahl und der Wahl der Art der Querführung wie dem Antriebskonzept des konkreten Fahrzeuges. Insofern können die nachfolgenden Berechnungen bestenfalls als Anhaltspunkte gelten.

Für die Anschaffung eines von Daimler-Benz gelieferten Duo-Busses, wie er derzeit in Essen erprobt wird, müssen 122 Prozent und für die Anschaffung eines Trolleybusses gar 130 Prozent des Preises eines konventionellen, in Großserie gefertigten Dieselmotors gerechnet werden.⁸⁸ Legt man einen Preis für einen Dieselmotors mit ca. 75 Sitzplätzen von 450.000 DM zugrunde,⁸⁹ so ergibt sich somit ein Anschaffungspreis für einen Dual-Mode-Bus von mindestens 550.000 DM pro Fahrzeug. Je nach technischer Ausstattung kann der Preis auch noch wesentlich höher ausfallen. Bezogen auf den o.g. Preis und unter Zugrundelegung der eingangs erläuterten Wertschöpfungsanteile ergibt sich ein Beschäftigungseffekt von mindestens 1,2 Arbeitsplätzen pro jährlich gefertigtem Fahrzeug.⁹⁰ Bei einer monatlichen Fertigung von nur zehn Fahrzeugen ließen sich folglich entsprechend dieser Modellrechnung jährlich 144 Arbeitskräfte beschäftigen.

88 vgl. Hoepke, Brich: Omnibussysteme im Öffentlichen Personennahverkehr. Verkehr und Technik, (1987) H.9, S. 368

89 vgl. Kreidt, Friedrich: Spurbus - Straßenbahn der Zukunft? Verkehrszeichen (1985) Sonderheft Blickpunkt Straßenbahn, S. 35 (Kreidt setzt sich in diesem interessanten Artikel kritisch mit der geplanten Einführung des Duo-Busses als Ersatz für die Straßenbahn in Essen auseinander!)

90 Auch hier wird wieder ein Kostenanteil für die Antriebsanlage von 50% unterstellt. Sollte dieser geringer sein, erhöht sich der Beschäftigungseffekt entsprechend.

5. LITERATUR

Baier, Walter: Neue Motorengeneration bei der Bundesbahn. Künftige Hochgeschwindigkeits-Lokomotiven und ICE-Züge mit Asynchron-Antrieb. Frankfurter Rundschau v. 22.8.87

Engelbrecht, Peter: Entwicklungstendenzen im Bereich konventioneller Nahverkehrssysteme. In: Dettmering, Wilhelm (Hrsg.): Der Nahverkehr - Probleme und Lösungsansätze. Essen 1972. S. 94-108

Fiengenbaum, Wolfgang u. Heinz Sickert: Lokomotiven- und Triebwagen-Lexikon. Deutsche Bundesbahn. Stand 1.1.1980. Stuttgart 1981. S. 130ff;

Fischer, Rolf: Elektrische Maschinen. München u. Wien 1983

Forschungsgruppe Produktivkraftentwicklung Nordhessen (FPN): Strukturkonzept Schwalm-Eder-Kreis. Ergebnisbericht Bd.1. Gesamthochschule Kassel 1986

Frenz, Eckehard: "Ein Stück Zukunft". Der Verkehr auf den DB-Nebenstrecken. Verkehrszeichen (1986) H.1, S.35-39

ders.: Beschleunigung für Bus und Bahn. Möglichkeiten und Grenzen beim Einsatz neuer Technologien. Verkehrszeichen (1986) H.2, S. 39-44

Gottwaldt, Alfred B.: Autos auf Schienen. Stuttgart 1986

ders.: Die Baureihe 61 und der Henschel-Wegmann-Zug. Die Geschichte eines Salonwagenzuges und seiner Dampf-Lokomotiven. Stuttgart 1979

Gröteke, Friedhelm: Mit 160 in die Kurve. Der Pendolino erspart den Bahnen kostspielige Streckenneubauten. Die Zeit. Nr 24 vom 10.6.88

Grunewald, Albert: Kann der Verkehr umweltfreundlicher werden? Berlin 1973

Happe, Eberhard: Die Bus-Bahn. 2.Plädoyer für mehr Verkehrsqualität in der Region. Verkehr und Technik (1984) H.7, S. 275-278

Heinrich, Klaus: Entwicklungstendenzen der Nahverkehrstechnik in Deutschland und im Ausland. In: Dettmering, Wilhelm (Hrsg.): Der Nahverkehr - Probleme und Lösungsansätze. Essen 1972. S. 94-108

Hessische/Niedersächsische Allgemeine: verschiedene Artikel

Hoepke, Erich: Omnibussysteme im Öffentlichen Personennahverkehr. Verkehr und Technik (1987) H.9, S.367-372

Holz, Burghard: Strukturänderungen sollen das Staatsunternehmen wieder flott machen. Bundesbahn setzt auf Zauberformel "DB 2000". Hessische/Niedersächsische Allgemeine v. 26.3.88

Huffschmid, Jörg: Für den Frieden produzieren. Alternativen zur Kriegsproduktion. Köln 1982

ders. (Hrsg.): Rüstungs- oder Sozialstaat. Köln 1982

Kiefmann: Die leisere Bahn. Möglichkeiten für den Umweltschutz. In: Technologien für Bahnsysteme. Forschung Aktuell. Hrsg.: Matthöfer, Hans; Bundesminister für Forschung und Technologie. Frankfurt 1977.

Kiehene, H.A.: Batterieautos mit Bleibatterien - eine Alternative. Verkehr und Technik (1981) H.3, S.92-98

Klatt, Bernd A. u. Rüdiger Stellmacher: Kurzzeitzwischenladung im Linienbetrieb - Batterie-Elektrobusse mit automatischer Ankoppelvorrichtung. Verkehr und Technik (1981) H.9, S.366-368

Koessler, Paul: Grundlagen der Fahrzeugtechnik. München 1985

Kottenhahn, Volker: Die neuen Dieseltriebwagen für den Schienenpersonennahverkehr (SPNV-VT). Verkehr und Technik (1985) H.11, S.412-419

Kreidt, Friedrich: Spurbus-Straßenbahn der Zukunft? Verkehrszeichen (1985) Sonderheft Blickpunkt Straßenbahn, S. 29-36

Kulla, Ralf: Rüstungsproduktion in den Kasseler Henschel-Werken - unter besonderer Berücksichtigung der NS-Zeit und der Nachkriegsentwicklung. Staatsexamensarbeit. Gesamthochschule Kassel 1986.

Lacher/Neumann/Rubelt/Schuler: Die Fort- und Weiterbildung von Montagearbeitern/-innen. Voraussetzungen und Perspektiven am Beispiel der Volkswagen AG -Zwischenbericht- Projekt Fort- und Weiterbildung. Recklinghausen 1987

Langenheim, Christian u. Konrad Schliephake: Präferenzen für Schiene oder Straße im ÖPNV - Ergebnisse empirischer Untersuchungen in Franken und Hessen. Verkehr und Technik (1986) H.10, S. 419-421

Lichtenberg, A.: Das elektrodynamische Schnellbahnsystem. In: Technologien für Bahnsysteme. Forschung Aktuell. Hrsg.: Matthöfer, Hans; Bundesminister für Forschung und Technologie. Frankfurt 1977.

Müller, Gerhard: Die Entwicklung von Schienenfahrzeugen für den Personenverkehr der Nichtbundeseigenen Eisenbahnen. Verkehr und Technik (1976) H.3, S. 76-85

Obermayer, Horst J.: Taschenbuch deutsche Triebwagen. Stuttgart 1973

Perrin, Günther: Der Mercedes-Benz-Methanol-Gasmotor für Stadtomnibusse. Verkehr und Technik (1981) H.9, S. 362-365

Praetorius, Rainer: Freie Bahn für Brummis. Investitionen in den Huckepackverkehr sollen mehr Ladung auf die Schiene Locken. Die Zeit. Nr. 24 vom 10.6.88

Rossberg, Ralf Roman: Geschichte der Eisenbahn. Künzelsau 1977

Schneider, Winfried: Alternative Antriebe speziell für Autobusse. Verkehr und Technik (1981) H.9, S.358-359

Schweitzer, Gerhard: Dual-Mode-Bus-System. In: Dettmering, Wilhelm (Hrsg.): Der Nahverkehr - Probleme und Lösungsansätze. Essen 1972. S. 94-108

dies.: Bedarfsgesteuerte Bus-Systeme. In: Dettmering, Wilhelm (Hrsg.): Der Nahverkehr - Probleme und Lösungsansätze. Essen 1972. S. 157-169

Stock, Werner: Batterie-Elektrobus-Einsatz in Düsseldorf wird beendet. Stadtverkehr (1986) H.3, S. 36-39

Thyssen-Henschel (Hrsg.): Der Fortschritt hat Tradition. Kassel o.J.

dies.: Der ständige Weg in die Zukunft. Kassel o.J.

Vogel, Jürgen M. u. Eberhard Zander: Elektrobusse als denkbare Alternativen zum Diesel-Bus für den ÖPNV. Verkehr und Technik (1985) H.3, S.92

Wegmann & Co. (Hrsg.): Wegmann & Co. Kassel 1882-1982. Kassel o.J.

dies.: Wegmann Kassel 1882-1982. Kassel o.J.

dies.: 100 Jahre Wegmann & Co. 1882-1982. Sonderdruck aus: Wehrtechnik (1982) H.10

Winden, Rudolf: BBC-Drehstrom-Antriebstechnik für den Intercity-Experimental der Deutschen Bundesbahn. Brown Boverie Technik (1986) h:12, S. 680-688

Witthöft, Hans Jürgen: Container. Transportrevolution unseres Jahrhunderts. Herford 1977

Wolf, Winfried: Eisenbahn und Autowahn. Personen- und Gütertransport auf Schiene und Straße. Geschichte, Bilanz, Perspektiven. Hamburg u. Zürich 1986

Zinnecker, Karl-Heinz: Güterverkehr in Gegenwart und Zukunft. Rationalisierung der Transportkette mit Hilfe genormter Ladeeinheiten im kontinentalen und interkontinentalen Güterverkehr. Würzburg 1975