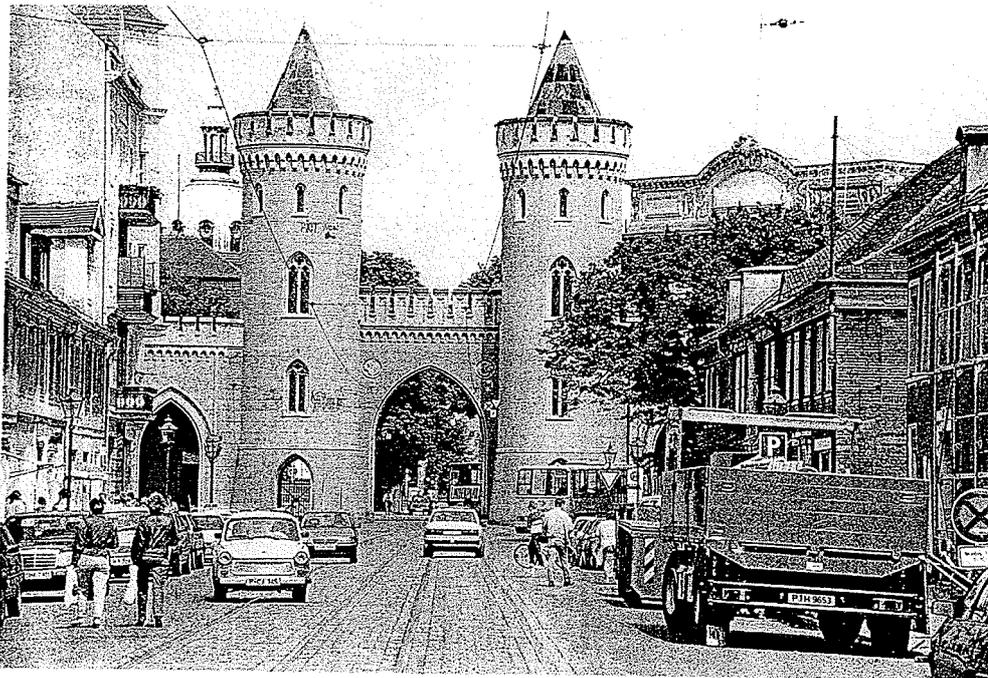
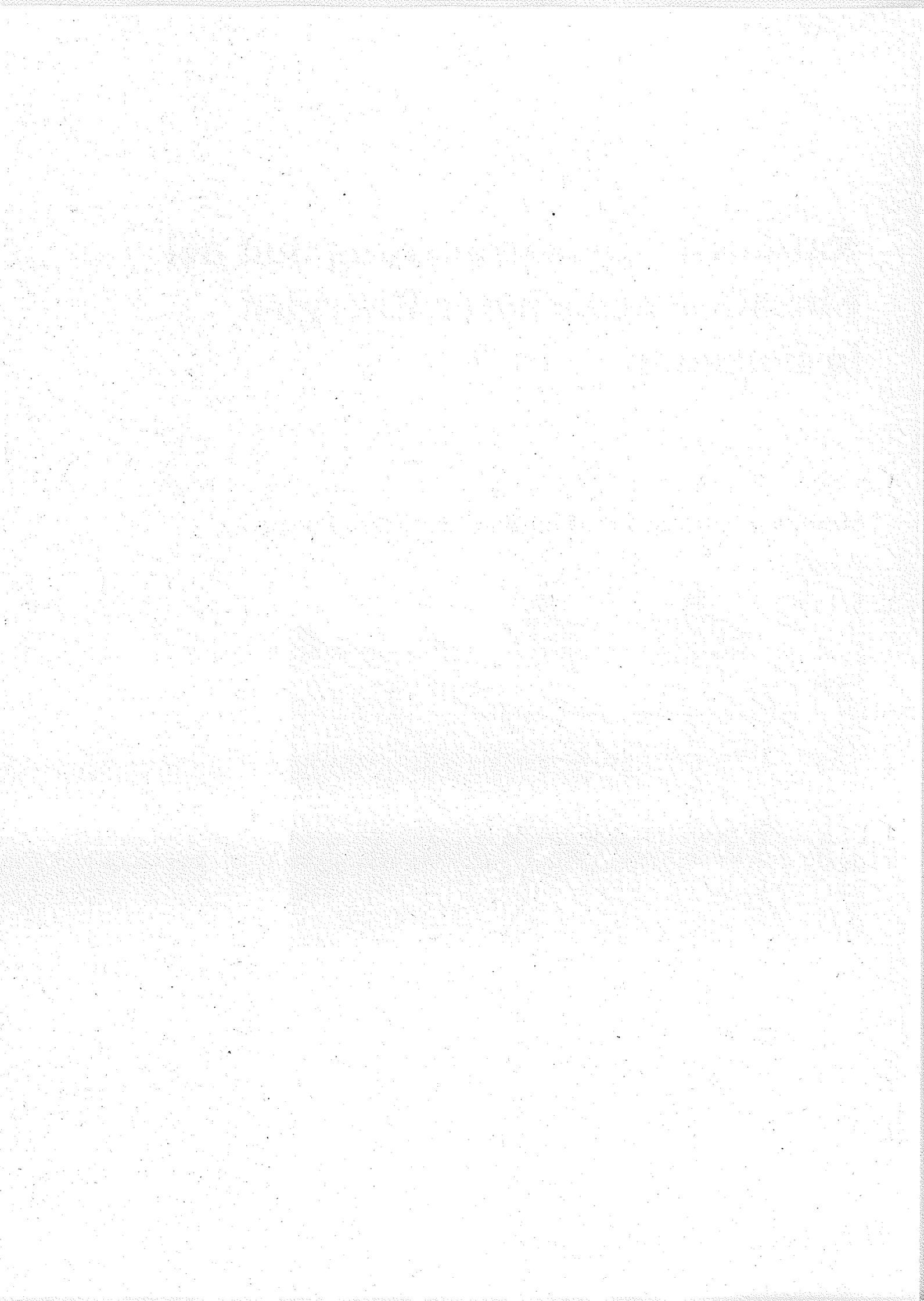


Rationelle Energienutzung und der Einsatz erneuerbarer Energien in Potsdam

Studie im Auftrag des Magistrats der Stadt Potsdam





Rationelle Energienutzung und der Einsatz erneuerbarer Energien in Potsdam

Endbericht

**Studie im Auftrag des Magistrats der Stadt Potsdam im
Rahmen des Vorhabens "Verbessertes Energiemanagement
in den Städten Potsdam, Bilbao und Namur"**

InnoTec Systemanalyse GmbH

Tobias Kampet

Michael Bröge

Lutz Eberius

Andreas Jahn

in Zusammenarbeit mit dem TÜV Ostdeutschland

Berlin/Potsdam, November 1993

An dieser Stelle möchten die Autoren den Mitarbeitern des Magistrats Potsdam und kommunaler Einrichtungen der Stadt für ihre Unterstützung des Projektes danken.
Stellvertretend für alle soll besonderer Dank

- Herrn Professor Mardus und Herrn Ulrich, Magistrat der Stadt Potsdam, Dezernat für kommunale Einrichtungen,
- Herrn Dr. Voß, Naturschutz- und Grünflächenamt,
- Herrn Hoftmann und Herrn Hartwig, Amt für Tourismus und Erholung,
- Herrn Grellmann, H. Schubert, Dezernat für Gebäudewirtschaft und
- Frau Figas, Herrn Pinske, Verkehrsbetriebe Potsdam
- Herr Mauer, Gemeinnützige Wohn- und Bau-Gesellschaft mbH
- Herr Hübner, Wohnungsbaugesellschaft Karl Marx Potsdam
- Herr Schulz, Bezirksschornsteinfegermeister
- Herr Moritz, Wärme Union Potsdam

ausgesprochen werden.

Ansprechpartner:

Herr Ulrich
Magistrat der Stadt Potsdam
Dezernat für kommunale Einrichtungen
Friedrich-Ebert-Str. 79/81
14469 Potsdam
Tel.: 0331-35-28 25
Fax: 030-801 40 03

Herr Kampet
InnoTec Systemanalyse GmbH
Kurfürstendamm 180
10707 Berlin
Tel.: +49-30-882 32 51
Tel.: +49-30-882 34 32
Fax: +49-30-882 66 44

Gliederung

Einführung: Ausgangssituation und Zielsetzung der Studie.....	E-1
A.0 Anhang zur Einführung: Presseartikel zum Projekt.....	E-3
Zusammenfassung	0-1
Summary.....	0-2
1 Analyse und Prognose der Energiebedarfsentwicklung.....	1-1
1.1 Die Stadt Potsdam.....	1-1
1.2 Energieverbrauch der Stadt Potsdam	1-1
1.3 Energiebedarfsentwicklung	1-4
1.3.1 Ansätze des Energiekonzepts zur Entwicklung bis 2010.....	1-4
1.3.2 Bewertung der im Energiekonzept eingeschätzten Entwicklung.....	1-5
1.4 Vorstellungen über die mögliche Energiebedarfsentwicklung im Vergleich zur im Energiekonzept prognostizierten Entwicklung	1-6
1.4.1 Stromverbrauch.....	1-6
1.4.2 Fernwärmeverbrauch.....	1-7
1.4.3 Heizölverbrauch (ohne Stromerzeugung).....	1-7
1.4.4 Gasverbrauch (ohne Stromerzeugung).....	1-8
1.4.5 Verbrauch fester Brennstoffe.....	1-9
1.5 Entwicklung des Energieverbrauchs bis 2010.....	1-9
2 Maßnahmen im Bereich Haushalte / Wohnungswirtschaft	2-1
2.1 Fernwärmeübergabestationen / Heizsysteme / Abrechnung.....	2-1
2.1.0 Kurze Charakteristik des Untersuchungsobjektes.....	2-1
2.1.1 Definition des Maßnahmeansatzes.....	2-3
2.1.2 Aktuelle Dispositionsmasse.....	2-3
2.1.3 Zukünftiger Handlungsbedarf.....	2-6
2.1.4 Energieeinsparung.....	2-9
2.1.5 Umweltentlastung	2-10
2.1.6 Kosten und Wirtschaftlichkeit	2-10
2.1.7 Rechtlich-organisatorische Rahmenbedingungen.....	2-11
2.2 Gebäudeaußenhülle.....	2-12
2.2.1 Definition des Maßnahmeansatzes.....	2-12
2.2.2 Aktuelle Dispositionsmasse.....	2-12
2.2.3 Zukünftiger Handlungsbedarf.....	2-13
2.2.4 Energieeinsparung.....	2-13
2.2.5 Umweltentlastung	2-13
2.2.6 Kosten und Wirtschaftlichkeit	2-14
2.2.7 Rechtlich-organisatorische Rahmenbedingungen.....	2-14
Literatur zu Abschnitt 1 und 2.....	2-15
A.2 Anhang zu Abschnitt 2.....	2-16
3 Maßnahmen im Bereich Verkehr.....	3-1
3.1 Modernisierung/Ersatz der KT 4D (Tatra-) Straßenbahnen	3-3
3.1.1 Definition des Maßnahmeansatzes.....	3-3
3.1.2 Aktuelle Dispositionsmasse.....	3-3
3.1.3 Energieeinsparung.....	3-4
3.1.4 Umweltentlastung	3-5

3.1.5	Kosten und Wirtschaftlichkeit	3-5
3.1.6	Zukünftiger Handlungsbedarf	3-6
3.1.7	Organisatorisch-rechtlicher Handlungsrahmen	3-6
3.2	Energieeinsparung durch Beschleunigung des ÖPNV (Tram, Bus)	3-6
3.2.1	Definition des Maßnahmeansatzes	3-7
3.2.2	Aktuelle Dispositionsmasse	3-8
3.2.3	Energieeinsparung	3-12
3.2.4	Umweltentlastung	3-12
3.2.5	Kosten und Wirtschaftlichkeit	3-13
3.2.6	Zukünftiger Handlungsbedarf	3-14
3.2.7	Organisatorisch-rechtlicher Handlungsrahmen	3-14
	Literatur	3-15
A.3	Anhang zu Abschnitt 3	3-16
4	Maßnahmen im Bereich Verbrauchernaher Energieumwandlungs-	
	sektor	4-1
4.1	Einsatz kleiner und mittlerer BHKW	4-1
4.1.1	Definition des Maßnahmeansatzes	4-1
4.1.2	Rechtlich-organisatorische Rahmenbedingungen	4-2
4.1.3	Aktuelle Dispositionsmasse	4-3
4.1.4	Energieeinsparung	4-5
4.1.5	Umweltentlastung	4-6
4.1.6	Kosten und Wirtschaftlichkeit	4-6
4.1.8	Zukünftiger Handlungsbedarf	4-7
4.1.2.1	Beispiel für einen günstigen BHKW-Standort: Nahwärmeinsel Hoffbauer-Stiftung in Potsdam Hermannswerder	4-8
4.1.2.2	Beispiel für einen ungünstigen BHKW-Standort: Nahwärmeinsel Magistrat-Hegelallee	4-12
5	Maßnahmen im Bereich "Öffentliche Einrichtungen"	5-1
5.1	Verstärkter Einsatz von Thermosolaranlagen	5-1
5.1.1	Definition des Handlungsansatzes	5-1
5.1.2	Aktuelle Dispositionsmasse	5-2
5.1.3	Energieeinsparung	5-5
5.1.4	Umweltentlastung	5-5
5.1.5	Kosten und Wirtschaftlichkeit	5-6
5.1.6	Zukünftiger Handlungsbedarf	5-9
5.1.7	Rechtlich-organisatorische Rahmenbedingungen	5-10
5.2	Verstärkter Einsatz von Photovoltaik	5-10
5.2.1	Definition des Handlungsansatzes	5-10
5.2.2	Aktuelle Dispositionsmasse	5-12
5.2.3	Energieeinsparung	5-15
5.2.4	Umweltentlastung	5-15
5.2.5	Kosten und Wirtschaftlichkeit	5-15
5.2.6	Zukünftiger Handlungsbedarf (Wiederverwendungspotential)	5-20
5.2.7	Rechtlich-organisatorische Rahmenbedingungen	5-21
	Literaturverzeichnis zu Abschnitt 5	5-22
A.5	Anhang zu Abschnitt 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu den Thermosolar- und Photovoltaikanlagen	5-23

6	Priorisierung vordringlicher Maßnahmen und Schlußfolgerungen.....	6-1
6.1	Energieeinsparung durch die Beschleunigung des Öffentlichen Personennahverkehrs.....	6-1
6.2	Einsatz einer Thermosolaranlage zur Duschwassererwärmung im Freibad Templiner See.....	6-2
6.3	Einsatz eines Blockheizkraftwerks für die Hoffbauer-Stiftung.....	6-2
6.4	Schlußfolgerungen.....	6-3



Einführung: Ausgangssituation und Zielsetzung der Studie

Die Energiepolitik für die Stadt Potsdam war in den letzten Jahrzehnten von den allgemeinen energiepolitischen Leitlinien der DDR geprägt. Nach der Wende warfen die energiepolitische, -wirtschaftliche und -versorgungsrechtliche Neuorientierung einerseits und die stärkere kommunale Verantwortung andererseits für den Magistrat Potsdam einige prinzipielle Fragen zur zukünftigen Energieversorgung der Stadt auf. Um den Potsdamer Magistrat bei der Beantwortung dieser Fragen zu unterstützen, wurde im Januar 1991 eine Expertensitzung durchgeführt, an der Vertreter des Magistrats und des Landkreises Potsdam, Energieplaner und -wirtschaftler, Rechtsexperten u.v.m. teilnahmen.

Als Ergebnis dieses Expertentreffens entstand die anschließende Liste von zu untersuchenden Handlungsansätzen, um das Energiesystem Potsdams zu verbessern:

- Bereich "Haushalte/Wohnungswirtschaft":
 - Energetische Sanierung eines Neubaugebietes mit 2.000 Wohneinheiten und Fernwärmeversorgung.
- Bereich "Öffentliche Einrichtungen":
 - Energetischer Umbau von nach einheitlicher Bauweise errichteten Schulgebäuden und Kindertagesstätten,
 - Prioritäten für die Übergabe der Betreibung von Heizungsanlagen an die Stadtwerke,
 - Einrichtung von städtischen Energiecontrolling,
 - Einsatz von Thermosolaranlagen und Photovoltaik in einzelnen öffentlichen Gebäuden.
- Bereich "Verkehr":
 - Neuausrüstung/Umrüstung des Fahrzeugparks (Busse/Bahnen) auf moderne energiesparende Antriebe, Energieeinsparung durch die Einrichtung von Ampelvorrangschaltungen für den ÖPNV,
 - Energieeinsparung durch innerstädtische restriktive Parkraumpolitik und Zufahrtsbeschränkungen,
 - Einsatz moderner RBL-Systeme (Rechnergesteuerte Betriebsleitzentrale) und anderer Verkehrsleitsysteme zur Verminderung des Energieverbrauchs.
- Bereich "Verbrauchernaher Energieumwandlungssektor, Industrie sowie Kleine und Mittlere Unternehmen":
 - Demonstrationsvorhaben zur rationellen Energieerzeugung (Einsatzmöglichkeiten moderner GUD-Technologien zur Stromerzeugung und Einspeisung in das Stadtnetz; Strom aus Gasdruckreduzierung; Einsatz von kleineren und mittleren BHKW's zur innerstädtischen Kraftwärmekopplungserzeugung, z.B. im Krankenhausbereich),
 - Möglichkeiten der Stadt Potsdam zur kommunalen Beratung von Unternehmen zur Energieeinsparung/Energiekosteneinsparung insbesondere bei Gewerbeneuansiedlungen und in den Bereichen "Lastmanagement" (Hotels, Verkaufsstätten und Bürohäusern u.ä.) und "Kühlen/Warmwasser" (Fleischereien u.ä.).

- Bereich "Sonstige und bereichsübergreifende Maßnahmen":
 - Ausbau der Energiedienstleistungskomponente örtlicher EVU's (produktneutrale Beratung, Energy Service),
 - Möglichkeiten der Energieeinsparung/Energiekosteneinsparung durch moderne Abrechnungssysteme (Tarife, gemeinsame Ablesung, Fernabfrage)

In weiteren Fachgesprächen wurden aus diesem Katalog in Zusammenarbeit mit dem Magistrat die folgenden zu untersuchenden Maßnahmen mit besonderer Priorität identifiziert:

- "Fernwärmeübergabestationen, Heizsysteme und Abrechnung" sowie "Gebäudeaußenhülle" im Bereich "Haushalte/Wohnungswirtschaft";
- "Einsatz von Thermosolaranlagen und Photovoltaik in einzelnen öffentlichen Gebäuden" für den Bereich "Öffentliche Einrichtungen";
- "Umrüstung des Fahrzeugparks (Tatra-Bahnen) auf moderne energiesparende Komponenten" und "Energieeinsparung durch die Einrichtung von Ampelvorrangschaltungen für den ÖPNV" im Bereich "Verkehr";
- "Einsatz von kleineren und mittleren BHKW's zur innerstädtischen Energieerzeugung" für den Bereich "Verbrauchernaher Energieumwandlungssektor".

Zusammen mit der Analyse und Prognose der Energiebedarfsentwicklung stellt die Erarbeitung umsetzungsreifer und verorteter Maßnahmevorschläge für den Magistrat zu diesen Punkten den Hauptinhalt dieser Studie dar.

Einführung: Ausgangssituation und Zielsetzung der Studie

Die Energiepolitik für die Stadt Potsdam war in den letzten Jahrzehnten von den allgemeinen energiepolitischen Leitlinien der DDR geprägt. Nach der Wende warfen die energiepolitische, -wirtschaftliche und -versorgungsrechtliche Neuorientierung einerseits und die stärkere kommunale Verantwortung andererseits für den Magistrat Potsdam einige prinzipielle Fragen zur zukünftigen Energieversorgung der Stadt auf. Um den Potsdamer Magistrat bei der Beantwortung dieser Fragen zu unterstützen, wurde im Januar 1991 eine Expertensitzung durchgeführt, an der Vertreter des Magistrats und des Landkreises Potsdam, Energieplaner und -wirtschaftler, Rechtsexperten u.v.m. teilnahmen.

Als Ergebnis dieses Expertentreffens entstand die anschließende Liste von zu untersuchenden Handlungsansätzen, um das Energiesystem Potsdams zu verbessern:

- Bereich "Haushalte/Wohnungswirtschaft":
 - Energetische Sanierung eines Neubaugebietes mit 2.000 Wohneinheiten und Fernwärmeversorgung.
- Bereich "Öffentliche Einrichtungen":
 - Energetischer Umbau von nach einheitlicher Bauweise errichteten Schulgebäuden und Kindertagesstätten,
 - Prioritäten für die Übergabe der Betreuung von Heizungsanlagen an die Stadtwerke,
 - Einrichtung von städtischen Energiecontrolling,
 - Einsatz von Thermosolaranlagen und Photovoltaik in einzelnen öffentlichen Gebäuden.
- Bereich "Verkehr":
 - Neuausrüstung/Umrüstung des Fahrzeugparks (Busse/Bahnen) auf moderne energiesparende Antriebe, Energieeinsparung durch die Einrichtung von Ampelvorrangschaltungen für den ÖPNV,
 - Energieeinsparung durch innerstädtische restriktive Parkraumpolitik und Zufahrtsbeschränkungen,
 - Einsatz moderner RBL-Systeme (Rechnergesteuerte Betriebsleitzentrale) und anderer Verkehrsleitsysteme zur Verminderung des Energieverbrauchs.
- Bereich "Verbrauchernaher Energieumwandlungssektor, Industrie sowie Kleine und Mittlere Unternehmen":
 - Demonstrationsvorhaben zur rationellen Energieerzeugung (Einsatzmöglichkeiten moderner GUD-Technologien zur Stromerzeugung und Einspeisung in das Städtnetz; Strom aus Gasdruckreduzierung; Einsatz von kleineren und mittleren BHKW's zur innerstädtischen Kraftwärmekopplungserzeugung, z.B. im Krankenhausbereich),
 - Möglichkeiten der Stadt Potsdam zur kommunalen Beratung von Unternehmen zur Energieeinsparung/Energiekosteneinsparung insbesondere bei Gewerbeneuansiedlungen und in den Bereichen "Lastmanagement" (Hotels, Verkaufsstätten und Bürohäusern u.ä.) und "Kühlen/Warmwasser" (Fleischereien u.ä.).

- Bereich "Sonstige und bereichsübergreifende Maßnahmen":
 - Ausbau der Energiedienstleistungskomponente örtlicher EVU's (produktneutrale Beratung, Energy Service),
 - Möglichkeiten der Energieeinsparung/Energiekosteneinsparung durch moderne Abrechnungssysteme (Tarife, gemeinsame Ablesung, Fernabfrage)

In weiteren Fachgesprächen wurden aus diesem Katalog in Zusammenarbeit mit dem Magistrat die folgenden zu untersuchenden Maßnahmen mit besonderer Priorität identifiziert:

- "Fernwärmeübergabestationen, Heizsysteme und Abrechnung" sowie "Gebäudeaußenhülle" im Bereich "Haushalte/Wohnungswirtschaft";
- "Einsatz von Thermosolaranlagen und Photovoltaik in einzelnen öffentlichen Gebäuden" für den Bereich "Öffentliche Einrichtungen";
- "Umrüstung des Fahrzeugparks (Tatra-Bahnen) auf moderne energiesparende Komponenten" und "Energieeinsparung durch die Einrichtung von Ampelvorrangschaltungen für den ÖPNV" im Bereich "Verkehr";
- "Einsatz von kleineren und mittleren BHKW's zur innerstädtischen Energieerzeugung" für den Bereich "Verbrauchernaher Energieumwandlungssektor".

Zusammen mit der Analyse und Prognose der Energiebedarfsentwicklung stellt die Erarbeitung umsetzungsreifer und verorteter Maßnahmevorschläge für den Magistrat zu diesen Punkten den Hauptinhalt dieser Studie dar.

Kann in Potsdam Solar-Energie genutzt werden?

Potsdam - Zwei Möglichkeiten für einen sinnvollen Einsatz von Solarenergie gibt es in Potsdam: Strom aus Sonnenlicht könnte für die Bewässerungsanlage auf der Freundschaftsinsel eingesetzt werden. Außerdem könnten auf diese Weise die Kühlaggregate im Krematorium mit Energie versorgt werden. Zu diesem Ergebnis kam eine Untersuchung über den Einsatz erneuerbarer Energien in der Landeshauptstadt, die im Rahmen eines EG-Projektes durchgeführt wurde.

Die sogenannte Hydro-Phoranlage auf der Havelinsel pumpt Wasser für die Fontänen und die Blumenbeete aus dem Fluß. In diesem Fall sei die Anwendung des Solarstroms besonders günstig, erklärte der Stadtrat für kommunale Einrichtungen, Günter Mardus. Im Sommer, wenn viel gegossen werden muß, könne auch viel Sonnenenergie produziert werden.

Rentabel ist die umweltfreundliche Technik allerdings noch nicht: Der Strompreis für die Wasseranlage wäre beim Einsatz von Sonnenenergie neunmal so hoch wie bisher. Im Falle des Krematoriums lägen die Kosten sechsmal so hoch. Ohne angemessene Bezuschussung komme man deshalb bei dieser zukunftsweisenden Technologie noch nicht aus, so der Stadtrat. In beiden Fällen wurde bei den Berechnungen von einer Fünf Kilowatt-Anlage ausgegangen. Sie kann im Jahr rund 4000 Kilowattstunden Strom erzeugen. Als nächstes sollen im Rahmen des EG-Projekts Thermosolaranlagen getestet werden. Die Ergebnisse sollen im Herbst vorliegen. ret

Berliner Morgenpost

Sonne sorgt für billigeres Duschen

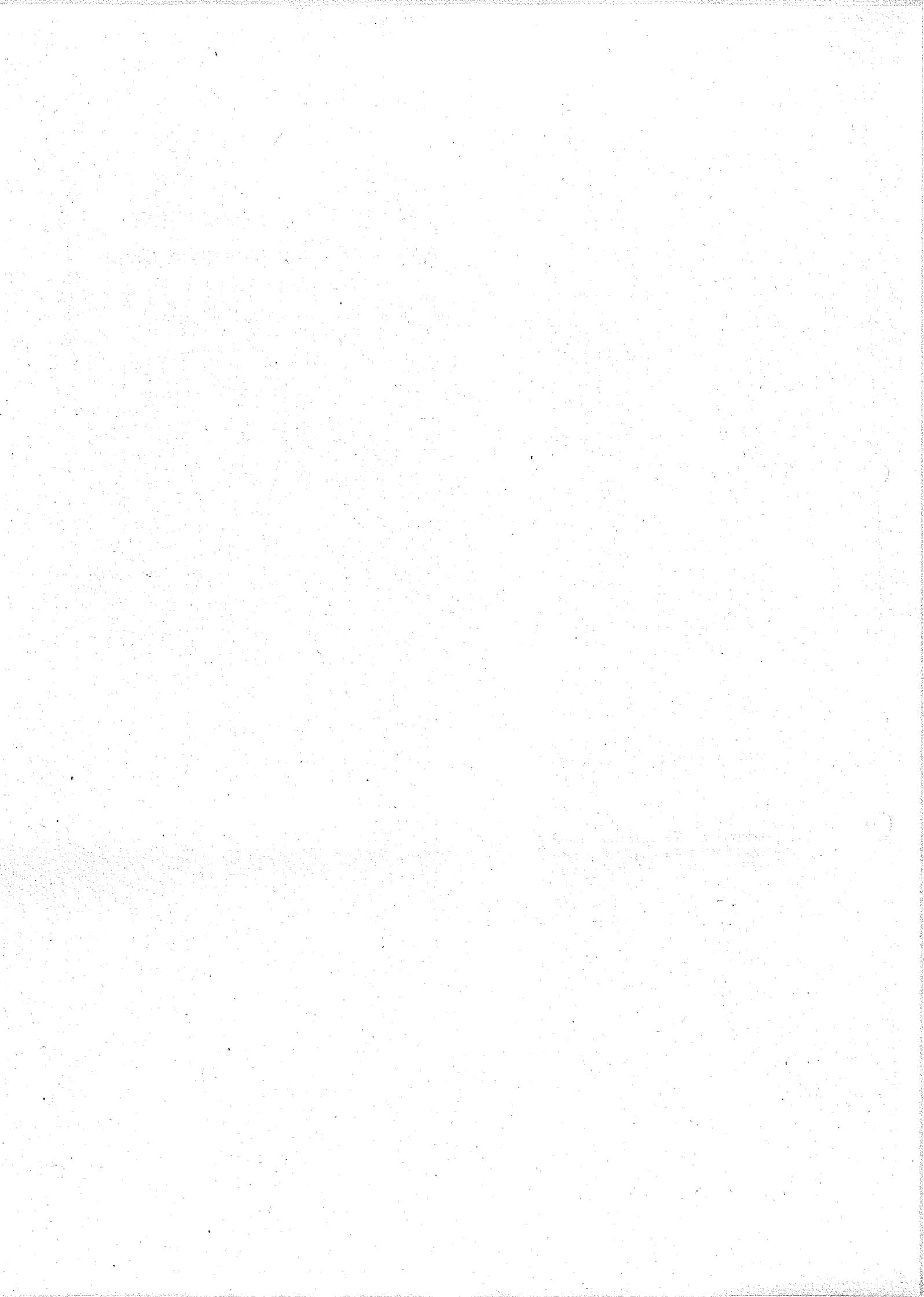
Kosteneinsparung im Strandbad möglich

Die Nutzung der Sonnenwärme würde helfen, das Duschwasser in den Sanitäreinrichtungen im Freibad Templiner See kostengünstiger als bisher zu erwärmen. Das ist, wie aus dem Presse- und Informationsamt des Magistrats verlautete, eines der Ergebnisse einer Untersuchung der Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Energie in Potsdam. Die Analyse ist Teil einer Studie, die die EG finanziert. Eines der Ziele dieser Studie ist es, so Kommunalstadtrat Prof. Günter Mardus, praktische Vorschläge für eine sinnvolle und wirtschaftliche Nutzung der Sonnenenergie zu entwickeln. Bisher wurden vier Anwendungen in Potsdam untersucht. Nur eine, die Duschwassererwärmung im Freibad am Templiner See, erweist sich als wirtschaftlich. Die Gesamtkosten betragen 55 000 DM, ein-

schließlich der Warmwasserversorgung von vier benachbarten Bungalows.

Thermosolaranlagen können insbesondere bei sonnigem Wetter im Sommer besonders viel Warmwasser bereitstellen. An solchen Tagen sind im Freibad naturgemäß auch die meisten Badegäste, so daß das Wärmeangebot der Thermosolaranlage und der Warmwasserbedarf zum Duschen gut übereinstimmen. Bisher wird das Duschwasser in dem Bad mit Hilfe von Elektroboilern erhitzt. Das ist relativ teuer. Installiert man stattdessen eine Thermosolaranlage, würde die Kilowattstunde Warmwasser statt bisher knapp 30 Pfennige nur noch knapp 20 Pfennige kosten. Da auch der Stromverbrauch entfielen, würde zudem die mit der Stromerzeugung entstehende Umweltbelastung vermieden.

Märkische Allgemeine Zeitung, 9.11.93



Zusammenfassung

Zur Unterstützung der Neuorientierung der Energiepolitik für die Stadt Potsdam, die nach der Wende 1989 notwendig geworden ist, werden in diesem Projekt eine Reihe von wichtigen energiewirtschaftlichen Themenkomplexen untersucht. Diese sind in Zusammenarbeit mit zuständigen Magistrat ausgewählt.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung sind:

- (1) Die Analyse der Energiebedarfsentwicklung gegenüber einer im Jahre 1992 vorgenommenen Einschätzung ergibt, daß der Energieverbrauch der Stadt Potsdam von 2.406 GWh/a im Jahre 1991 auf 2.325 GWh/a im Jahre 2010 sinken wird. Damit würde sich die Reduzierung des Energieverbrauches gegenüber früheren Vorstellungen verlangsamen. In der Endenergeträgerstruktur reduziert sich der Fernwärmeanteil vor allem zu Lasten von Gas.
- (2) Im Komplex der Fernwärmeübergabestationen/Heizsysteme/Abrechnung des Abschnittes Haushalte/ Wohnungswirtschaft wurden als Handlungsschwerpunkte zur Energieeinsparung die Hausanschlußstationen, die Wärmemengenmessung und die verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung sowie die durchgehende Sanierung der Heizungssysteme bestimmt, während Heiznetze und Umformerstationen zunächst keine Maßnahmen erfordern. Insgesamt lassen sich 6.000 MWh/a bzw. 13% des Fernwärmeverbrauchs bei durchschnittlichen Kosten von 355 DM/kWh einsparen.
- (3) Bei den Gebäudeaußenhüllen liegen die zu lösenden Probleme vor allem im 1. Bauabschnitt und hier wiederum bei den zehngeschossigen Plattenbauten. Die Einsparung errechnet sich mit 6.000 MWh/a bei Kosten von 177 DM/kWh.
- (4) Für den KT 4D-Fuhrpark (Straßenbahn) der Stadt Potsdam wurden Modernisierungsmaßnahmen sowie die Substitution durch moderne Niederfurfahrzeuge hinsichtlich ihrer energetischen, umwelt- und Kosteneffekte untersucht. Im Gegensatz zu den Modernisierungsmaßnahmen, die kaum energetische Auswirkungen haben, ist die Anschaffung von 31 Neufahrzeugen in dieser Hinsicht interessant. Die Energieersparnis beträgt 730.000 kWh/Jahr und die Energiekostensparnis 211.000 DM/Jahr. Allerdings liegen die Gesamtinvestitionskosten für diese Maßnahme mit 124 Mio DM sehr hoch. Jedoch unterstützt das Land Brandenburg die Finanzierung jedes Tramzuges mit einem Förderbetrag von 1,6 Mio DM. 4/11.0
- (5) Durch Maßnahmen zur Beschleunigung der Fahrzeuge des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) gegenüber dem privaten KFZ-Verkehr kann die Attraktivität des ÖPNV erheblich gesteigert werden. Zwei Pilotprojekte für den gemeinsamen Betrieb von Bussen und Bahnen auf vom Individualverkehr getrennter Verkehrsfläche auf der Langen Brücke und in der Charlottenstraße werden vorgeschlagen. Dort können Verlustzeiten und Verspätungen insbesondere im Busverkehr deutlich verringert werden. Durch die Beschleunigung dieser ÖV-Mittel in den beiden Bereichen können jährlich 50.000 l Dieselkraftstoff (Busverkehr) und 35.200 kWh_{el} (Tramverkehr) eingespart werden. Die Gesamtkosten für die Umsetzung beider Maßnahmen belaufen sich auf ca. 1,8 Mio DM. Ein großer Anteil dieser Investitionskosten sind durch Landesfördermittel (1994: Förderanteil: 90%) abdeckbar.

- (6) Mit dem Bau des neuen GuD-Heizkraftwerks wird die Stadt Potsdam in großem Maße in die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) einsteigen. Für die Erstellung weiterer Stromerzeugungskapazitäten in KWK durch Blockheizkraftwerke bestehen daher nur punktuell wirtschaftliche Potentiale. Für zwei Beispiele wird anhand des jährlichen Verlaufs des Strom- und Wärmeverbrauchs untersucht, ob der Einsatz eines BHKW energetisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Während sich für das Nahwärmenetz der Hoffbauer-Stiftung auf Hermannswerder ein BHKW mit einer Leistung von 200 kW_{el} und 340 W_{th} innerhalb von 11 Jahren amortisiert, kann für das Nahwärmenetz am Standort Magistrat/Hegelallee aufgrund des geringen Wärmebedarfs im Sommer ein BHKW nicht empfohlen werden.
- (7) Für zwei öffentliche Einrichtungen, die Kinderkombination Lotte-Pulewka-Straße und das Freibad Templiner See, wird der Einsatz von Thermosolaranlagen untersucht. Während derzeit Thermosolaranlagen für die Kinderkombination wirtschaftlich nicht gegenüber der Fernwärme bestehen können, ist die Umstellung der Duschwassererwärmung für das Freibad auf eine Thermosolaranlage (einschließlich der Brauchwassererwärmung für vier benachbarte Bungalows) ökonomisch sinnvoll: Die Kosten können von derzeit 47,4 DM/kWh (einschl. Wartung und Finanzierung) auf unter 0,20 DM/kWh gesenkt werden.
- (8) Die Anwendung von Photovoltaikanlagen ist für die elektrischen Pumpen der Bewässerungsanlage der Parkflächen auf der Freundschaftsinsel und für die Kühlanlagen des Potsdamer Krematoriums untersucht worden. Bei errechneten Strompreisen von über 1,70 DM bzw. über 1,10 DM/kWh (gegenüber 0,26 bzw. 0,241 DM/kWh z. Z.) sind diese Anlagen nicht wirtschaftlich betreibbar. Neben den direkt meßbaren Kosten ergäbe sich aber ein nicht finanzieller Nutzen durch das innovationsfreudige Image der Stadt Potsdam durch diese Anlagen.
- (9) Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die drei Maßnahmevorschläge "Einsatz eines Blockheizkraftwerks für die Hoffbauer-Stiftung", "Einsatz einer Thermosolaranlage zur Duschwassererwärmung im Freibad Templiner See" und "Energieeinsparung durch die Beschleunigung des Öffentlichen Personennahverkehrs" unter den jeweiligen Randbedingungen als sehr sinnvoll erscheinen und ihre Umsetzung daher vorrangig geboten ist.

Summary

A series of important energy economic questions have been investigated in this project to support the new orientation of energy policies within the city of Potsdam, which are now necessary through the political changes of 1989. These questions were chosen in co-operation with the relevant departments of the Municipality of Potsdam.

The most important results of these investigations are:

- (1) The analysis of the development of energy demand, in comparison to an estimate from 1992, shows that the energy consumption of the city of Potsdam will fall from 2,406 GWh/a in 1991 to 2,325 GWh/a in the year 2010. The reduction of energy consumption would thereby slow down compared to earlier projections. In the structure of final energy consumption, the district heating share will lessen, above all to the cost of gas.

- (2) In the complex of the district heating transmission station/heating system/calculation of the household sector/residential sector, the house connecting stations, heat measuring and consumption-dependent heating bills, as well as the continuous renovation of the heating systems, were determined as main points of action for saving energy. No measures have been assigned to heating networks for the time being. In total 6,000 MWh/a or 13% of the district heating consumption respectively can be saved at average costs of 355 DM/kWh.
- (3) Where the outer shells of buildings are concerned, the problems to be solved are predominantly in the first stage of construction; moreover markedly in the 10-storey high-rise blocks. The saving amounts to 6,000 MWh/a at costs of 177 DM/kWh.
- (4) Measures to modernise the KT 4D-Fuhrpark (tram) of the city of Potsdam, along with its substitution by modern low-floor vehicles which are energy saving, environmentally friendly and cost effective, were investigated. In contrast to the modernisation measures which have hardly any effects in the field of energy, the acquisition of 31 new vehicles is interesting in this respect. The energy savings come to 730,000 kWh/a and the energy costs saved 211,000 DM/a. It is true that, at 124 Mio DM, the total investment costs for these measures are very high. However the Federal State of Brandenburg supports the financing of each vehicle with a fixed sum of 1.6 Mio DM.
- (5) The attractiveness of public transport can be increased considerably through measures to accelerate public transport against private vehicles. Two pilot projects, on Lange Brücke and in Charlottenstrasse, for the joint operation of buses and trams on lanes separate from private transport will be proposed. Loss of time and delays, especially for buses, can clearly be reduced. The acceleration of these means of public transport in both areas means that 50,000 l of diesel (buses) and 35,200 kWh_{el} (trams) can be saved. The total costs for the realisation of these measures add up to approximately 1,8 Mio DM. A large part of these investment costs are covered by state grants (1994; proportion of support 90%).
- (6) With the construction of the new combined cycle heating power plant the city of Potsdam will convert to combined heat and power (CHP) to a large extent. The economic potential is therefore only applicable for certain points regarding the construction of further electricity producing capacities in CHP via cogeneration power plants. The annual course of electricity and heat consumption is investigated in two examples to see whether the introduction of a cogeneration power plant would be meaningful as far as energy and economic factors are concerned. Whereas the costs of a cogeneration power plant with a capacity of 200 kW_{el} and 340 W_{th} for the small district heating network of the Hoffbauer-Stiftung on Hermannswerder would be paid back within 11 years, a cogeneration power plant for the small district heating network located at the Municipality/Hegelallee is not recommended due to the low consumption of heat in the summer.
- (7) The introduction of thermo-solar use at two public establishments, the kindergarten in Lotte-Pulewka-Straße and the open air swimming pool at Templiner See, was examined. While the use of thermo-solar energy at the kindergarten is uneconomic compared to district heating at present, the conversion of the hot water supply for showers (along with the hot water supply for four neighbouring bungalows) to thermo-solar production is economically viable for the open air swimming pool. The costs can be reduced from the current 47.4 DM/kWh (including maintenance and financing) to less than 0.20 DM/kWh.

- (8) The use of photovoltaics for the electric pumps of the sprinkler water network of the park in Freundschaftsinsel and for the cooling system of the crematorium at Potsdam were investigated. The calculated electricity costs of over 1.70 DM or over 1,10 DM/kWh respectively (compared to the current 0,26 or 0.241 DM/kWh respectively) are not economically feasible. Aside from the directly calculated costs, the non-financial use of photovoltaics would build up the innovative image of Potsdam.
- (9) By way of summarising, it can be said that the three proposed measures "Introduction of a cogeneration power plant for the Hoffbauer-Stiftung", "Introduction of thermo-solar use to provide hot water for showers in the open air pool at Templiner See" and "Energy saving through accelerating public transport" appear to be very sensible under the prevailing conditions. Their realisation is therefore of prime importance.

1 Analyse und Prognose der Energiebedarfsentwicklung

1.1 Die Stadt Potsdam

Die Stadt Potsdam liegt östlich und westlich des Flusses Havel und hat eine Gesamtfläche von 101 km² mit einem hohen Anteil Wald- und Wasserfläche sowie 5 km² Parklandschaft.

Ursprung der Stadtentwicklung waren erste slawische Ansiedlungen im Bereich der heutigen Innenstadt. Potsdam wurde 993 erstmals urkundlich erwähnt.

Im 12. Jahrhundert erfolgte die Befestigung des Havelufers und der Ausbau zur Burg. Im 17. Jahrhundert begann die Entwicklung Potsdams zur preußischen Residenzstadt. Weitergeführt wurde der Ausbau Potsdams zur Garnisonsstadt ab 1720 mit dem Bau von Bürgerhäusern, die gleichzeitig Wohnunterkünfte für Offiziere und Soldaten waren, sowie von Schlössern und Gartenanlagen. Potsdam wurde politisches, kulturelles und militärisches Zentrum Preußens.

Im 19. Jahrhundert entstand auch unter dem Einfluß der ersten preußischen Eisenbahn und der unmittelbaren Nähe zu Berlin im Gebiet Babelsberg ein Industriestandort mit Wohnstätten, der 1938 das Stadtrecht erhielt und bereits im darauffolgenden Jahr neben weiteren Gemeinden der Stadt Potsdam angegliedert wurde.

Der Einfluß der Reichshauptstadt Berlin verstärkte in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts die Bautätigkeit in Potsdam. Es entstanden Villen und Einfamilienhaussiedlungen für in Berlin tätige Beamte.

Große Zerstörungen erlitt die Stadt im 2. Weltkrieg. Nach dem Krieg begannen der Wiederaufbau im Stadtkern und zugleich der Bau neuer Wohnsiedlungen am Stadtrand.

Die Stadt wurde sternförmig ausgebaut, wobei die Ausdehnung der Stadt in nördliche Richtung durch die politische und wirtschaftliche Teilung Deutschlands nur eingeschränkt möglich war.

Potsdam ist heute Hauptstadt des Landes Brandenburg mit einer vielfältigen Infrastruktur.

Im Jahre 1856 begann für die Stadt die leitungsgebundene Energieversorgung mit der Gasversorgung, im Jahre 1902 folgte die Stromversorgung.

Strom steht heute in der ganzen Stadt zur Verfügung, Gas im überwiegenden Teil der Stadt und Fernwärme im Zentrum, in nach 1945 entstandenen Wohngebieten sowie an einigen anderen Standorten.

1.2 Energieverbrauch der Stadt Potsdam

Der Energieverbrauch der Stadt Potsdam für 1990/91 wurde im Rahmen eines durch den Magistrat der Stadt in Auftrag gegebenen "Energiepolitischen Konzeptes für die Stadt Potsdam" analysiert und seine Entwicklung bis zum Jahre 2010 eingeschätzt.[1]

Untersuchungsgebiet war die Stadt Potsdam in ihren derzeitigen Grenzen mit einer Gesamtfläche von 101 km², ca. 149.000 Einwohnern, etwa 63.300 Wohnungen, rund

3.400 Einrichtungen des Handels, des Handwerks und des Gewerbes, 267 öffentlichen Einrichtungen und 17 Industriebetrieben.

Der Endenergieverbrauch für das Jahr 1991 wurde für das untersuchte Gebiet mit 2.405,7 GWh/a ermittelt. An diesem Verbrauch waren die Haushalte mit 1.130,1 GWh/a (47 %), der Handel, das Handwerk und das Gewerbe mit 796,1 GWh/a (33 %), die öffentlichen Einrichtungen mit 288,2 GWh/a (12 %) und die Industrie mit 191,3 GWh/a (8 %) beteiligt. In diesen Angaben enthalten ist für den Bereich Verkehr der Stromverbrauch der Straßenbahn, und es sind nicht enthalten der Energieverbrauch der übrigen Komponenten des Verkehrs (Eisenbahn, ÖPN, MIV, Schifffahrt) sowie der militärischen Liegenschaften der GUS.

Der Endenergieverbrauch wurde zu 44 % mit festen Brennstoffen, zu 9 % mit Stadtgas, zu 1 % mit Heizöl, zu 12 % mit Strom und zu 34 % mit Fernwärme gedeckt. Die folgenden Abbildungen 1-1 und 1-2 veranschaulichen diese Situation:

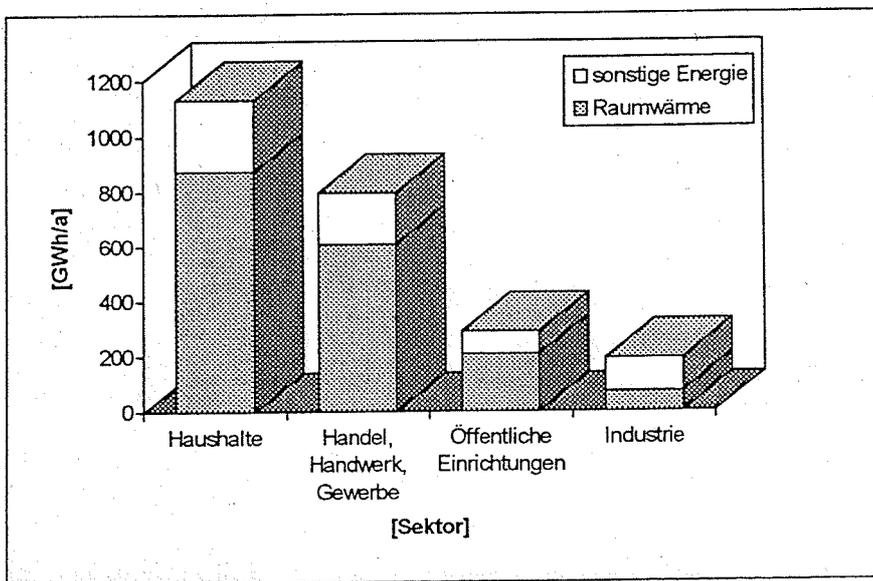


Abb. 1-1: Endenergieverbrauch der Stadt Potsdam im Jahre 1991 nach Sektoren

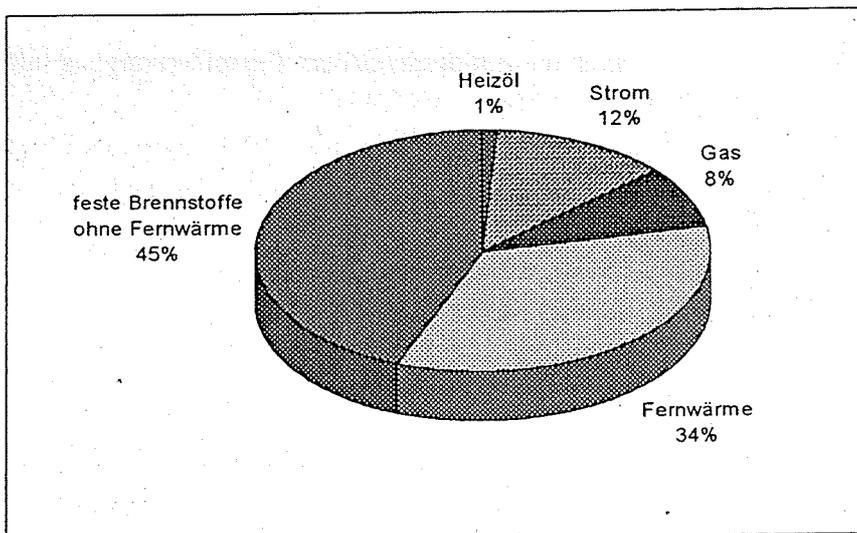


Abb. 1-2: Endenergieträgerstruktur der Stadt Potsdam im Jahre 1991

Wie aus der Analyse hervorgeht, hatte der Sektor Haushalte den größten Anteil am Energieverbrauch der Stadt. Am Beispiel dieses Sektors wird in der folgenden Abbildung 1-3 die Endenergieverbrauchsstruktur 1991 dargestellt. Danach bestimmt die Raumheizung mit einem Anteil von 77 % diese Struktur, während Warmwasserbereitung, Beleuchtung, elektrische Geräte und Nahrungszubereitung auf die restlichen 23 % entfallen.

Die Analyse der Heizungsstruktur des Sektors Haushalte zeigt, daß fernwärmebeheizte Wohnungen und Einzelofenheizungen mit Kohle, vorwiegend Braunkohlenbrikett, dominierten, während die Energieträger Gas und Strom einen sehr geringen Anteil hatten (Abbildung 1-4). Diese Heizungsstruktur bestimmte dann auch die Endenergieträgerstruktur des Sektors Haushalte, wie aus Abbildung 1-5 deutlich wird.

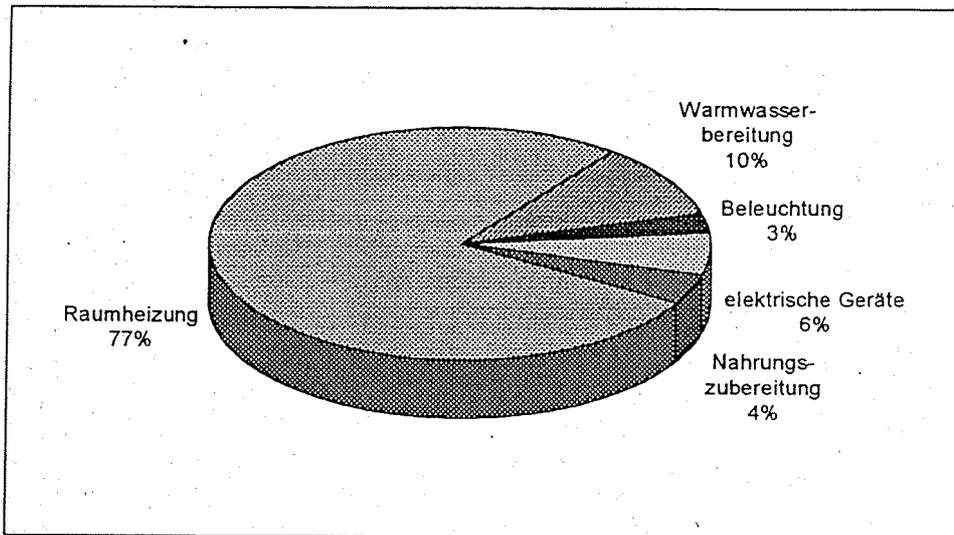


Abb. 1-3: Endenergieverbrauchsstruktur des Sektors Haushalte der Stadt Potsdam im Jahre 1991

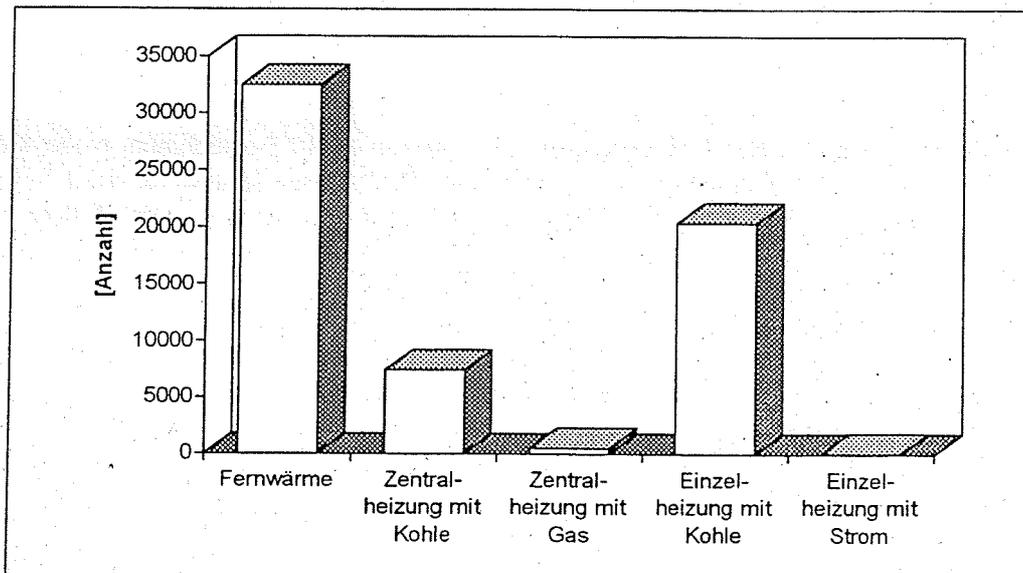


Abb. 1-4: Heizungsstruktur der Wohnungen in Potsdam 1991

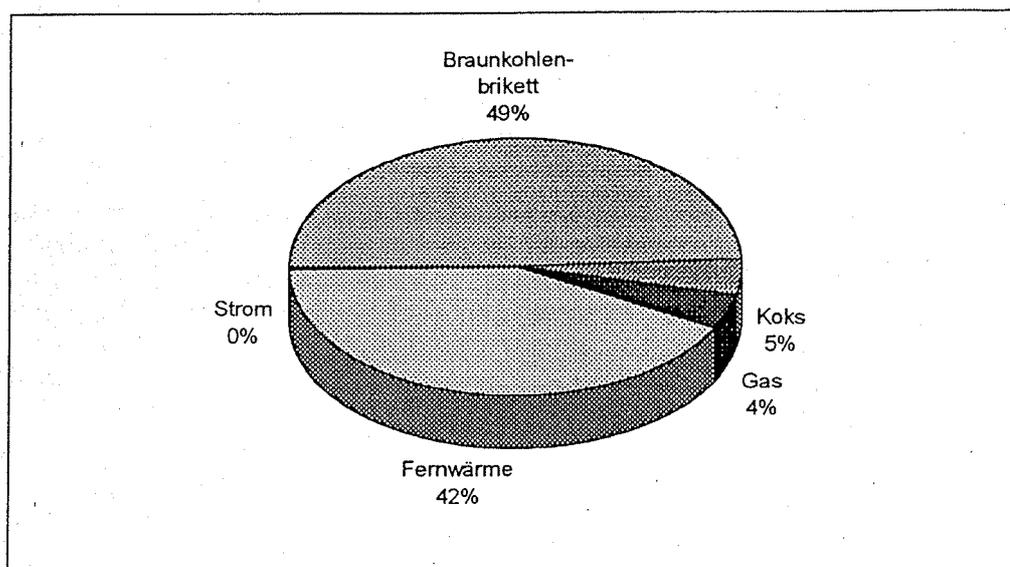


Abb. 1-5: Endenergieträgerstruktur für die Raumwärme der Wohnungen in Potsdam 1991

1.3 Energiebedarfsentwicklung

1.3.1 Ansätze des Energiekonzepts zur Entwicklung bis 2010

Bei der Einschätzung der Energiebedarfsentwicklung bis zum Jahre 2010 wurden die Zeithorizonte 2000 und 2010 ausgewählt. Wegen damals noch fehlender konkreter Planungsdokumente für die städtische Entwicklung wie z.B. Flächennutzungs- und Bebauungspläne, gewerbliche Entwicklungskonzepte, wurden aus der seinerzeit absehbaren Stadtentwicklung heraus Annahmen für die Beschreibung der energetischen Entwicklung getroffen. Die wichtigsten waren:

- Der Einschätzung liegen die gegenwärtigen Stadtgrenzen zugrunde.
- Die Wohnbevölkerung wird um ca. 30.000 Einwohner anwachsen.
- Die Anzahl der Wohnungen erhöht sich bis zum Jahre 2000 um 6.800, bis zum Jahre 2010 nochmals um 8.200.
- Der Sektor Handel, Handwerk und Gewerbe wird um ca. 40 % zunehmen, wobei sich die z.Z. noch ungleichmäßige Verteilung auf die Stadtgebiete relativieren wird.
- Die Anzahl der öffentlichen Einrichtungen wird sich nicht grundlegend verändern.
- Die Standorte der z.Z. 17 Industriebetriebe bleiben als Industriestandorte erhalten.
- Der hohe Anteil fernwärmeversorgter Abnehmer bleibt erhalten.
- Gebiete mit Wärmeverbrauchsichten von 50 MW/km² und mehr sind potentielle Standorte für Fern- oder Nahwärmeversorgung. Neuzubauende Wohnungen an solchen Standorten erhalten grundsätzlich eine zweiseitige energetische Versorgung mit Strom und Wärme. Neuzubauende Wohnungen in lockerer Bebauung (z.B. Eigenheime) werden grundsätzlich zweiseitig mit Strom und Gas versorgt.
- Der Energieverbrauch für die Raumheizung wird sich durch Maßnahmen der Energieeinsparung wesentlich verringern.
- Die gegenwärtige Energieträgerstruktur für die Raumheizung mit einem hohen Anteil fester Brennstoffe wird sich zugunsten Fernwärme, Erdgas und Heizöl verändern. Für 2010 soll z.B. der noch vorhandene Anteil der mit festen Brennstoffen beheizten

Wohnungen maximal 15 % des derzeitigen Standes betragen. Die Substitution erfolgt durch Fernwärme (10 %), Erdgas (85 %) und Heizöl (5 %).

Im Ergebnis wurde ermittelt, daß in Potsdam bis zum Jahre 2010 ein Energiesparpotential von 684,1 GWh/a erschlossen werden kann, durch den Zugang von neuen Energieverbrauchern, darunter 15.000 Wohnungen, der Verbrauch um 390,2 GWh/a wachsen wird und damit am Ende des Betrachtungszeitraumes der Endenergieverbrauch 2.111,8 GWh/a betragen wird. Das wäre summa summarum eine Reduzierung um 12 % gegenüber 1991.

Für die Energieträgerstruktur wurden unter Einbeziehung der Strom- und Fernwärmeerzeugung diese Bestandteile prognostiziert:

- Erdgas 72 %
- Heizöl 15 %
- Strom 1 %
- feste Brennstoffe 2 %.

Zur Nutzung regenerativer Energien wurden die Potentiale abgeschätzt und mögliche Nutzungen aufgezeigt, ihr Anteil am Energieverbrauch könnte im Jahre 2010 etwa 1 % ausmachen.

Aus diesen Energieträgerveränderungen resultieren Emissionsreduzierungen bei Schwefeldioxid um ca. 94 %, bei Stickoxiden um ca. 44 %, bei Kohlenmonoxid um ca. 91 %, bei Kohlendioxid um ca. 20 % und bei Staub um ca. 98 %.

1.3.2 Bewertung der im Energiekonzept eingeschätzten Entwicklung

Die seinerzeit angenommene Wirkung bestimmter, den Energiebedarf beeinflussender Faktoren, ist so nicht eingetreten bzw. wird nicht so eintreten. Dadurch sind für die bis 2010 prognostizierte Entwicklung Korrekturen notwendig.

Wesentliche Ansatzpunkte sind:

Stadtentwicklung

Der angenommene Zuwachs der Wohnbevölkerung bis 2010 (ca. 1500 Personen je Jahr) ist gegenwärtig noch nicht erkennbar.

Die Anzahl der Wohnungen hat sich bisher um rund 1000 erhöht [6], die angenommene Entwicklung des Wohnungszuganges setzt später als ursprünglich erwartet ein.

Die Entwicklung im Sektor Handel, Handwerk und Gewerbe ist widersprüchlich, die relativen Zugänge bei den Gewerbeanmeldungen (Differenz zwischen An- und Abmeldungen) bestätigen bisher nicht den eingeschätzten Zunahmetrend des Energiekonzeptes.

Die Entwicklung der Industriestandorte ist im Hinblick auf den Energieverbrauch gegenwärtig rückläufig, eine Trendumkehr noch nicht festzustellen.

Der ursprünglich angenommene Trend der Entwicklung des Fernwärmeverbrauchs mit einem leichten Anstieg bis zum Jahre 2010 hat sich nicht bestätigt. Vielmehr zeigt sich ein starker Rückgang dieses Verbrauchs wegen fehlender Neuzugänge und durch Energieeinsparungen im Bereich Haushalte.

Energieeinsparung, Energieträgerumstellung

Für den Sektor Haushalte wurde für den Wohnungsbestand ein Energiesparpotential von 35 % bis 2010 angenommen, von dem etwa 2/3 bis 2000 wirksam werden sollten. Gemessen an den bisher durchgeführten Maßnahmen wird bis 2000 wahrscheinlich nur 1/3 erreicht werden.

Positiv auf die Reduzierung des Energieverbrauchs wirkt die Energieträgerumstellung vor allem bei den bisher kohlegeheizten Anlagen. In Verbindung mit dem erfolgten Gasartenwechsel von Stadtgas auf Erdgas ist eine beschleunigte Kohleablösung vor allem bei Kleinkesselanlagen zu beobachten.

Neue und erneuerbare Energien spielen noch keine wesentliche Rolle.

1.4 Vorstellungen über die mögliche Energiebedarfsentwicklung im Vergleich zur im Energiekonzept prognostizierten Entwicklung

Ausgehend von im Energiekonzept [1] prognostizierten Entwicklungen des Energieträgerverbrauchs und unter Berücksichtigung von weiteren Entwicklungseinschätzungen [2], [3], [4], [5], von Informationen des Magistrats der Stadt Potsdam, der WÄRME UNION POTSDAM (WUP), der Märkischen Energieversorgung AG (MEVAG) und anderer Quellen sowie von unter Pkt. 1.3. getroffenen Aussagen werden für einzelne Energiearten die Entwicklungen auf den Abbildungen 1-6 bis 1-10 dargestellt.

Die in den nachfolgenden Abbildungen angegebenen Quellen Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung -DIW- [2], gekennzeichnet mit *) sowie VEAG Vereinigte Energiewerke Aktiengesellschaft [4], [5], gekennzeichnet mit **) dienen nur dem mittelbaren Vergleich, weil sich diese Trendeinschätzungen auf das Land Brandenburg (DIW) bzw. auf die neuen Bundesländer (VEAG) beziehen. Diese Einschätzungen wurden zum Vergleich modifiziert, d.h. ihr Ausgangswert ebenfalls mit 100 % festgesetzt.

1.4.1 Stromverbrauch

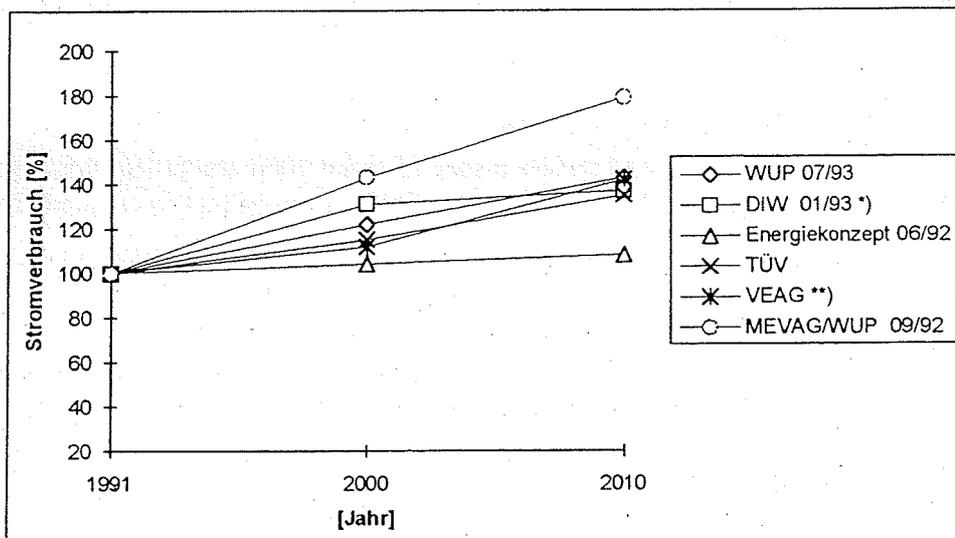


Abb. 1-6: Prognose für den Stromverbrauch der Stadt Potsdam

Das Energiekonzept ging von einem Anwachsen des Stromverbrauchs, bezogen auf das Jahr 1991, auf 108 % aus, während die MEVAG und die WUP noch 1992 eine sehr optimistische Entwicklung bis 2010 auf 179 % erwarteten. Zwischenzeitliche Erkenntnisse lassen einen zwischen diesen beiden Extremen liegenden Wert erwarten.

Bis zum Jahr 2000 wird ein relativ langsames Anwachsen des Stromverbrauches eintreten, erst danach wird sich das Wachstum verstärken und bis zum Jahre 2010 voraussichtlich auf das 1,4-fache des Ausgangswertes steigen.

1.4.2 Fernwärmeverbrauch

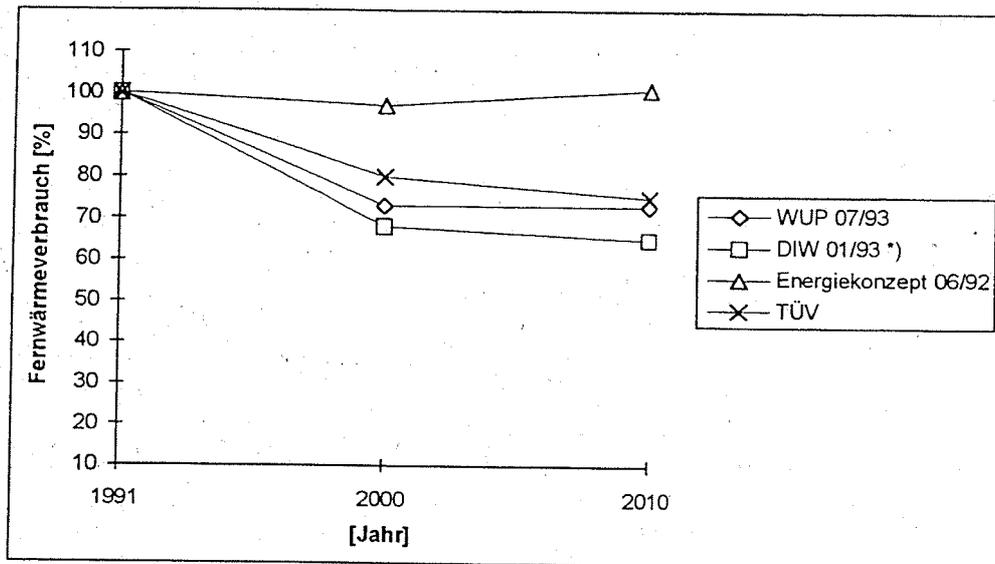


Abb. 1-7: Prognose für die Entwicklung des Fernwärmeverbrauchs

Während noch im Jahre 1992 im Energiekonzept mit einem fast gleichbleibenden Fernwärmeverbrauch bei leicht ansteigender Tendenz bis 2010 gerechnet wurde, hat die nachfolgende tatsächliche Entwicklung diesen Trend nicht bestätigt. Vielmehr reduziert sich der Verbrauch stärker als erwartet vor allem durch den Verbrauchsrückgang beim produzierenden Gewerbe, durch bisher ausbleibende Neuzugänge z.B. aus dem Wohnungsbau und durch Einsparungen bei den Kunden.

Der Bedarfsrückgang durch Energieeinsparungen vor allem im Bereich Haushalte durch Sanierung und Modernisierung war bisher schwächer als erwartet.

1.4.3 Heizölverbrauch (ohne Stromerzeugung)

Der Heizölverbrauch einer in Vorbereitung befindlichen Kraft-Wärme-Kopplungsanlage zur Strom- und Wärmeversorgung der Stadt wurde hier nicht berücksichtigt.

Heizöl als Energieträger hatte bis 1990 für die Energieversorgung der Stadt Potsdam praktisch keine Bedeutung.

Der starke Anstieg des Verbrauchs erklärt sich aus einem großen Nachholbedarf vor allem für bisher kohlegefeuerte Kleinkesselanlagen. Dieser Anstieg wird sich verlangsamen, denn nach der Umstellung der Gasversorgung der Stadt von Stadtgas auf Erdgas steht insbesondere in den mit Gas erschlossenen Gebieten der Stadt ein Alternativbrenn-

stoff für Heizöl zur Verfügung. Der künftig in der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage der Stadt eingesetzte Heizölanteil wurde hier nicht berücksichtigt, da er indirekt im Fernwärmeverbrauch enthalten ist.

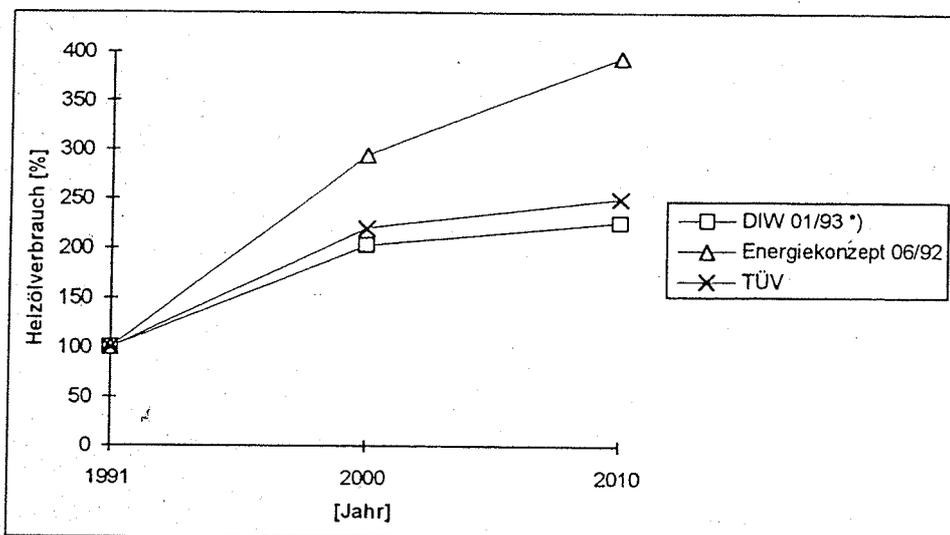


Abb. 1-8: Prognose für die Entwicklung des Heizölverbrauches in Potsdam. Der Heizölverbrauch für eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage für die Stadt ist hier nicht enthalten.

1.4.4 Gasverbrauch (ohne Stromerzeugung)

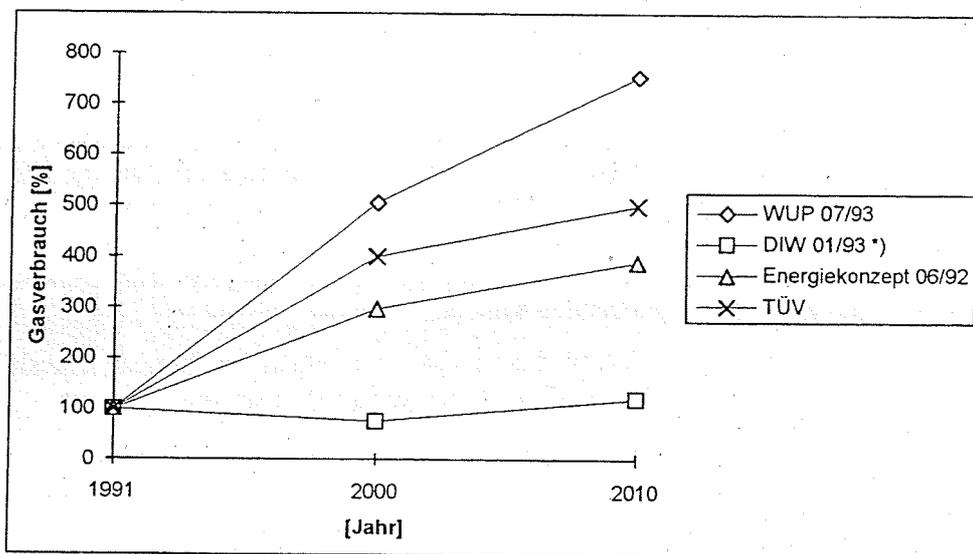


Abb. 1-9: Prognose für die Entwicklung des Gasverbrauches in Potsdam ohne Berücksichtigung des Bedarfs einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage

Der Anteil des Gasverbrauches am Endenergieverbrauch der Stadt war bis 1991 sehr gering, bedingt vor allem durch staatliche Restriktionen vor der Wende für den Stadtgas-einsatz.

Obwohl die Beschränkungen für den Gaseinsatz nach der Wende aufgehoben wurden, konnte vor allem aus preislichen Gründen erst mit dem im Jahre 1993 im Stadtgebiet vollzogenen Gasartenwechsel von Stadtgas auf Erdgas ein stärkerer Einsatz in Kleinkesselanlagen für Raumheizung und Warmwasserversorgung erreicht werden.

Der künftig für die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage eingesetzte Erdgasanteil wurde hier nicht berücksichtigt, da er indirekt im Fernwärmeverbrauch enthalten ist.

1.4.5 Verbrauch fester Brennstoffe

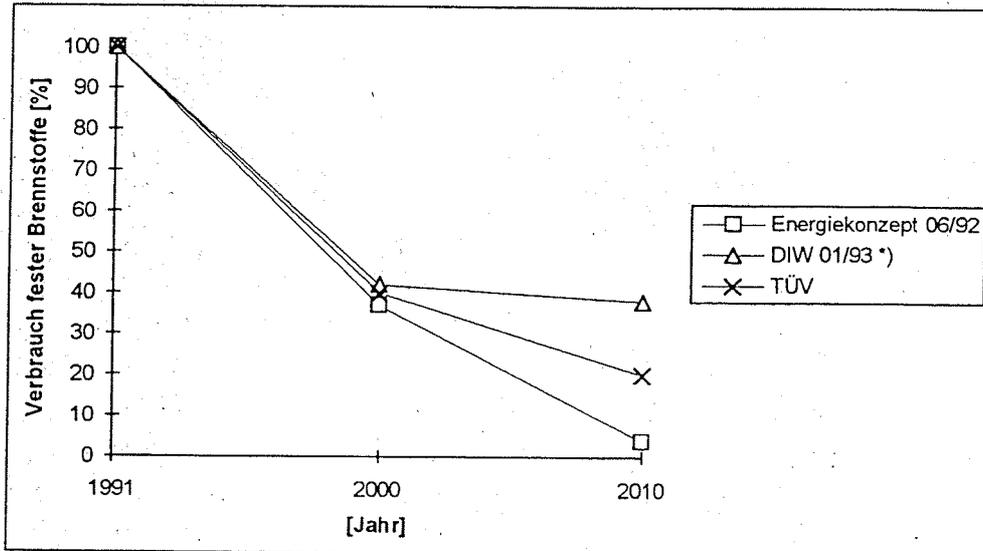


Abb. 1-10: Prognose für die Entwicklung des Verbrauches fester Brennstoffe in der Stadt Potsdam

Gegenüber der Entwicklung des Verbrauchs der anderen Energieträger ist der Verbrauch fester Brennstoffe stark rückläufig. Sie werden vor allem durch Erdgas und Heizöl verdrängt.

Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Trends der Ablösung fester Brennstoffe, vor allem Braunkohlenbrikett, in Kleinkesselanlagen, wird die im Energiekonzept ausgewiesene Entwicklung bis zum Jahr 2000 anhalten und sich danach etwas mehr abschwächen. Das ist vor allem darin begründet, daß die Ablösung der Einzelofenheizungen langsamer als bisher angenommen verlaufen wird.

1.5 Entwicklung des Energieverbrauchs bis 2010

Das Energiekonzept aus dem Jahre 1991 weist eine Entwicklung des Energieverbrauchs von 2.405,7 GWh/a im Jahre 1991 auf 2111,8 GWh im Jahre 2010, d.h. eine Reduzierung um 12,2 % insgesamt aus.

Auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen zur Entwicklung des Energieträgerverbrauchs unter Beachtung der erkennbaren Trends wird dieser Verbrauch für das Jahr 2010 nunmehr mit 2.324,7 GWh eingeschätzt, das ist eine Verringerung des Verbrauchs gegenüber 1991 um 3,4 %.

Die Abbildung 1-11 stellt die Endenergieträgerstrukturen des Jahres 2010 des Energiekonzeptes der Stadt Potsdam mit den Ergebnissen dieser Untersuchung gegenüber.

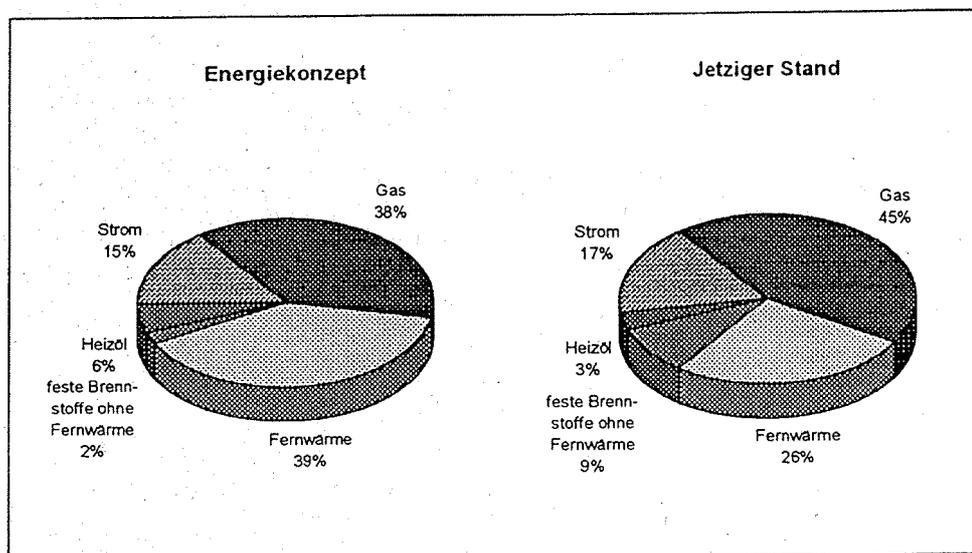


Abb. 1-11: Endenergieträgerstruktur der Stadt Potsdam im Jahre 2010 gemäß Energiekonzept und jetzigem Erkenntnisstand

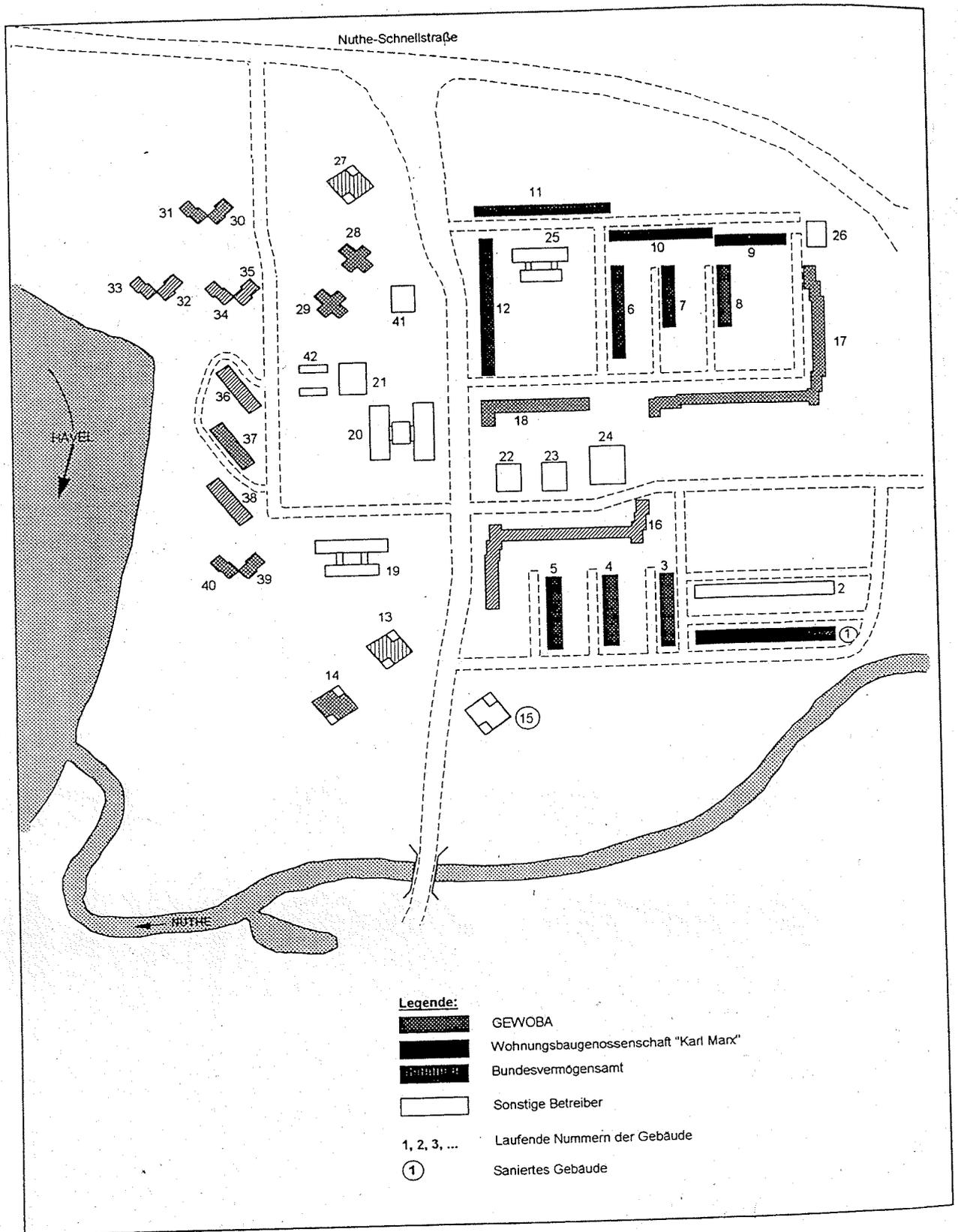


Abb. 2-2: Fernwärmeversorgte Gebäude des Wohngebietes Zentrum-Ost mit Kennzeichnung der Zuständigkeiten für die Bewirtschaftung

Von den insgesamt 2.885 Wohnungen dieses Gebietes sind 2.792 (etwa 97 %) in 32 Gebäuden und die für ein Neubaugebiet jener Zeit typischen sog. Folgeeinrichtungen wie Schule, Post, Kindergarten, Kinderkrippe, Kaufhalle und Gaststätte fernwärmeversorgt. Die Anzahl der Einwohner wurde für das Jahr 1991 mit 6.450 ausgewiesen. Die Lage der fernwärmeversorgten Gebäude sowie deren Zuordnung zu verschiedenen Bewirtschaftern ist aus der Abbildung 2-2 zu entnehmen.

2.1.1 Definition des Maßnahmeansatzes

Der Energieverbrauch der Stadt Potsdam wird, wie frühere Untersuchungen zeigen, von den Haushalten dominiert. Innerhalb der Verbrauchergruppe der Haushalte entfallen rund 77 % des Verbrauchs auf die Raumheizung, zirka 10 % auf die Warmwasserbereitung und in die verbleibenden etwa 13 % teilen sich Beleuchtung, elektrische Haushaltsgeräte und Nahrungszubereitung.

Diese Relationen treffen grundsätzlich auch auf das Wohngebiet Zentrum-Ost zu, wie die Abbildung 2-3 verdeutlicht, die die Struktur des Endenergieverbrauchs des Jahres 1991 wiedergibt.

Bereich	Fernwärme [MWh/a]	Feste Brennstoffe [MWh/a]	Gas [MWh/a]	Heizöl [MWh/a]	Strom [MWh/a]
Haushalte	34 938	1 402	2 884	0	5 500
Handel, Handwerk, Gewerbe	1 000	2 270	177	825	1 175
Öffentl. Einrichtungen	10 390	0	17	0	204
Summe	46 328	3 772	3 078	825	6 879

Abb. 2-3: Endenergieverbrauch des Wohngebietes Zentrum-Ost im Jahre 1991

Die Tabelle Abbildung 2-3 enthält auch den Endenergieverbrauch der am südöstlichen Rand des Gebietes Zentrum-Ost vorhandenen älteren Bebauung (Wohnungen und Gewerbe). Diese Gebäude sind aber nicht fernwärmeversorgt und auch zunächst nicht für eine Fernwärmeversorgung vorgesehen, deshalb werden sie hier nicht berücksichtigt.

Die Stromversorgung und die Gasversorgung des Zentrums-Ost erfordern zunächst keinen aktuellen Untersuchungs- und Handlungsbedarf. Bei der Gasversorgung wurde der Gasartenwechsel von Stadtgas auf Erdgas im Jahre 1993 abgeschlossen, verbunden mit einer Revision der Gasversorgungsanlagen und dem Austausch der Gasanwendungsgeräte bei den Kunden.

Die eindeutig den Energieverbrauch bestimmende Größe im Zentrum-Ost ist analog wie in der gesamten Stadt der Wärmeverbrauch, der damit auch das größte Sparpotential darstellt. Deshalb werden die weiteren Überlegungen vorrangig diesen Teil beinhalten.

2.1.2 Aktuelle Dispositionsmasse

Die energetische Versorgung der Gebäude des Zentrums-Ost ist sowohl "dreischienig" als auch "zweischienig". Bei der dreischienigen Versorgung werden der Strom für Beleuchtung und Betrieb elektrischer Geräte, das Gas für Kochzwecke und Warmwasserbereitung sowie die Fernwärme für die Raumheizung eingesetzt. Die zweischienige Versorgung nutzt den Strom für die Beleuchtung, den Betrieb elektrischer Geräte und zum Kochen sowie die Fernwärme für Raumheizung und Warmwasserbereitung.

Die in den 70er Jahren entstandenen Gebäude des 1. Bauabschnittes (Abbildung 2-2, lfd. Nummern 1 bis 27 sowie 42) werden teilweise zweischienig, teilweise dreischienig versorgt.

Im 2. Bauabschnitt aus den 80er Jahren (Abbildung 2-2, Nummern 28 bis 41) ist die energetische Versorgung für alle Gebäude zweischienig mit Strom und Fernwärme.

Das Heiznetz des ersten Bauabschnittes ist ein Dreileiternetz mit einem Vorlaufleiter mit variablen Temperaturen für die Raumheizung, einem Vorlaufleiter mit konstanter Temperatur für die Warmwasserbereitung und einer gemeinsamen Rücklaufleitung. Eine an das Primärfernwärmenetz angeschlossene Umformerstation übernimmt die Temperatur- und Mengenregelung und speist dieses Heiznetz, eine individuelle Anpassung der Vorlauftemperaturen in den Kundenanlagen (Hausanschlußstationen - HA-Stationen) sowie Wärmemengenmessung erfolgen nicht. Den prinzipiellen Aufbau der im Dreileiternetz eingesetzten Hausanschlußstationen zeigt nachstehende Skizze.

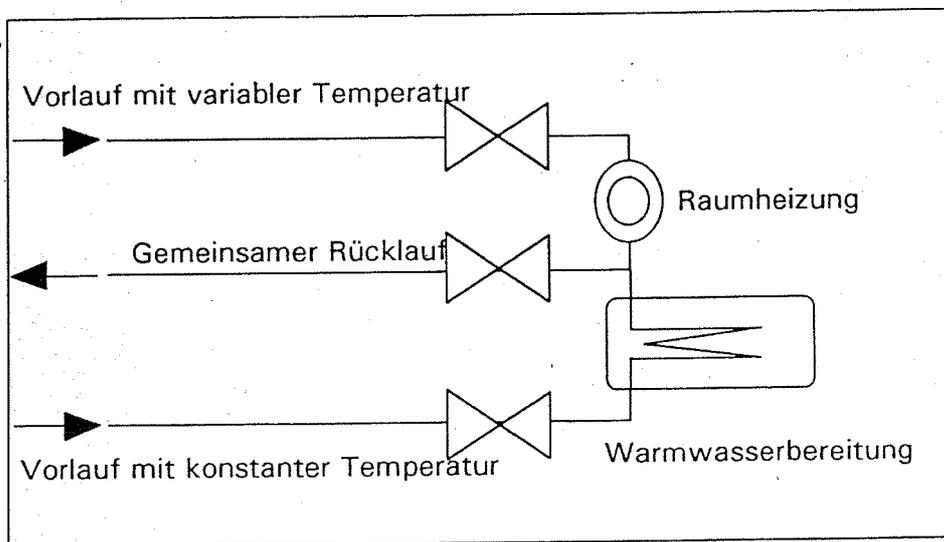


Abb. 2-4: Prinzipschaltbild einer an das Dreileiternetz angeschlossenen Hausanschlußstation

Die dreischienig mit Strom, Gas, Fernwärme versorgten Wohngebäude (Nummern 6 bis 12) sind nur über den Vorlaufleiter mit variablen Temperaturen und den Rücklauf dieses Netzes an die Fernwärme angeschlossen.

Das Warmwasser wird in jedem Gebäude getrennt erzeugt. Zirkulationsleitungen verhindern eine übermäßige Auskühlung des Warmwassers in den Verteilerleitungen.

Die Heizungssysteme in den Gebäuden sind überwiegend Einrohrheizungen, die z.B. den Einsatz von Heizkostenverteilern nach dem Verdunstungsprinzip grundsätzlich nicht ermöglichen.

Das Heiznetz des zweiten Bauabschnittes versorgt über 4 HA-Stationen die 14 angeschlossenen Gebäude aus dem Primärnetz. Diese Stationen führen zumindest gewisse Regelfunktionen (Rücklaufbeimischung, Druck- und Mengenregulierung) aus, genügen aber ebenfalls nicht den heutigen Mindestanforderungen an eine HA-Station. Wärmemengenmessungen sind in den HA-Stationen nachträglich installiert worden. Die Messung erfaßte jeweils mehrere Gebäude verschiedener Bewirtschafter.

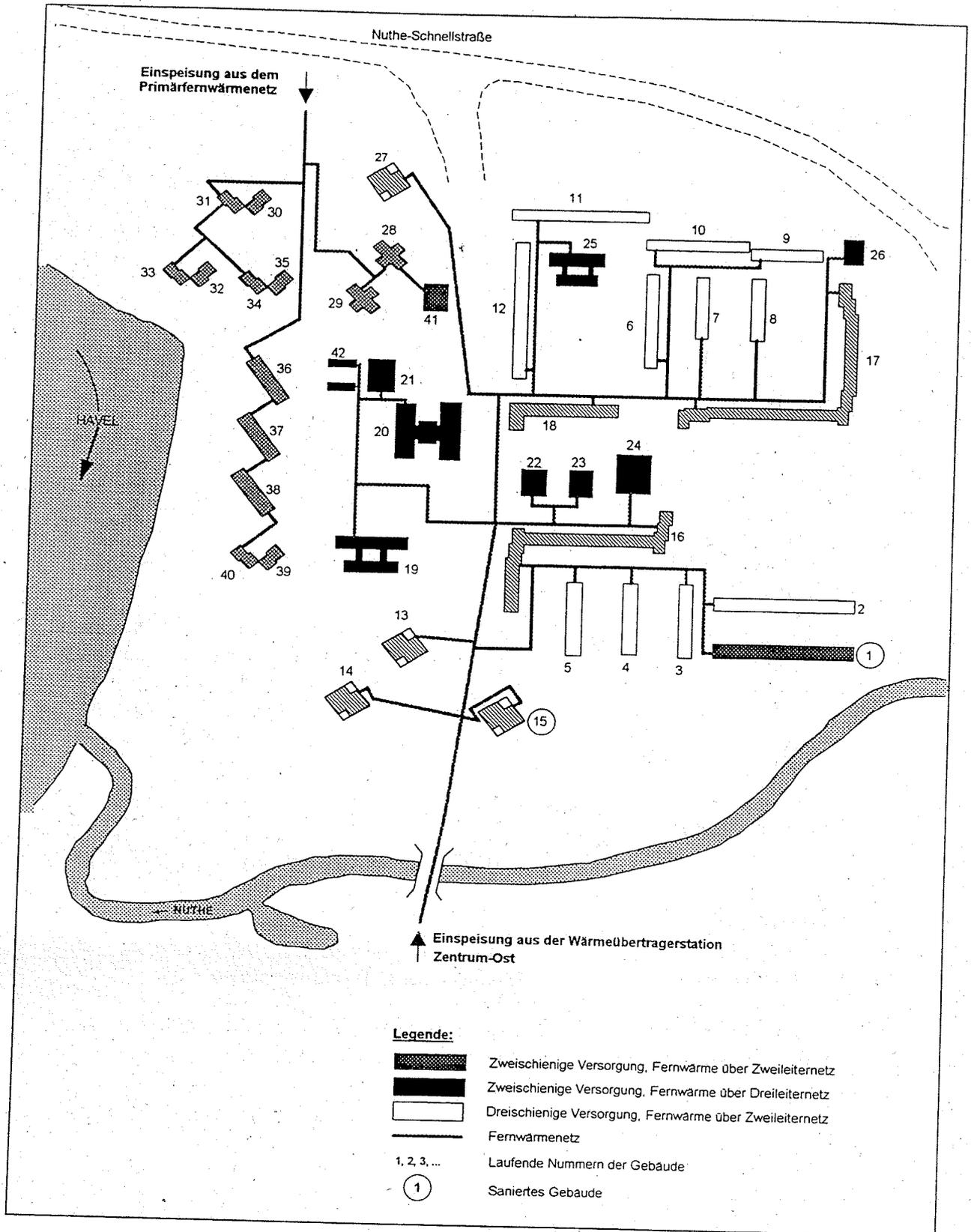


Abb. 2-5: Schema der Fernwärmeversorgung des Wohngebietes Zentrum-Ost

Die Heiznetze des ersten und des zweiten Bauabschnittes sind nicht miteinander verbunden.

Auf der Abbildung 2-5 ist das Schema der Fernwärmeversorgung des Zentrums-Ost dargestellt.

Die Abrechnung der gelieferten Wärmemenge gegenüber den Bewirtschaftern durch den Lieferer wird dem Grunde nach pauschal durchgeführt, da die gemessenen Wärmemengen auf der Basis der Verrechnungsleistungen auf die Kunden aufgeteilt werden.

In den Wohnungen wird die Erfassung des anteiligen Wärmeverbrauchs, wie sie die Heizkostenverordnung (für die neuen Bundesländer ab 1995) fordert, für Raumheizung und Warmwasser noch nicht durchgeführt, da entscheidende Voraussetzungen dafür wie z.B. Zweirohrheizungssystem oder Messung fehlen.

2.1.3 Zukünftiger Handlungsbedarf

Bestimmend für künftige Handlungen ist, welche Effekte und Energieeinsparungen damit erreicht werden können.

Ausgehend vom Endenergieverbrauch des Jahres 1991 in Zentrum-Ost (Abb. 2-3) würde eine 5 %ige Einsparung

- bei Fernwärme die Reduzierung des Verbrauchs um 2.319 MWh
- bei Strom die Reduzierung des Verbrauchs um 344 MWh
- bei Gas die Reduzierung des Verbrauchs um 154 MWh

ergeben.

Da wie bekannt, der technische Entwicklungsstand bei der Fernwärme in den neuen Bundesländern ungenügend ist, sollten sich die Aktivitäten zur rationellen Energienutzung vor allem auf diesen Energieträger mit den meisten potentiellen Einsparressourcen richten. Strom und Gas sind bezüglich von Einsparmöglichkeiten natürlich nicht auszuklammern, die erreichbaren Effekte wegen des technischen Entwicklungsstandes jedoch wesentlich geringer.

Aus dieser Situation heraus werden sich die weiteren Recherchen auf die Wärmeversorgung beschränken.

Im Wohngebiet Zentrum-Ost der Stadt Potsdam wird für den zu untersuchenden Komplex Fernwärmeübergabestationen/Heizsysteme/Abrechnung folgender Handlungsbedarf definiert:

2.1.3.1 Umformerstation und Heiznetz des 1. Bauabschnittes

Die Umformerstation an der Babelsberger Straße wurde mit dem Bau der ersten neuen Häuser Anfang der 70er Jahre errichtet und bezog ursprünglich Dampf aus dem Heizwerk des Reichsbahnausbesserungswerkes Potsdam, der umgeformt als Heizwasser in das Heiznetz des ersten Bauabschnittes des Zentrums-Ost eingespeist wurde. Später wurde der Dampfbezug aus dem RAW aufgegeben und die Station an das Primärfernwärmenetz der Stadt angeschlossen.

Aus der Umformerstation wurden und werden die Kunden über ein Dreileiternetz mit Fernwärme beliefert. Eine Leitung wird mit einer variablen, Außentemperaturabhängigen Vorlauftemperatur für die Raumheizung, die zweite Leitung mit konstanter Temperatur für die Warmwasserbereitung betrieben, die dritte Leitung ist der gemeinsame Rücklauf. Bei dem damaligen Stand der Technik war die ausschließliche Regelung der Heizwasserparameter in einer Umformerstation durchaus üblich; in den Gebäuden wurde nur noch

die Warmwassertemperatur geregelt. Das Dreileiternetz hatte betriebstechnisch den Vorteil, daß der Heizkreis bei Notwendigkeit, z. B. bei Aufnahme oder Beendigung des Heizbetriebes, ohne Beeinträchtigung der Warmwasserbereitung an- und abgefahren werden konnte.

Die Umformerstation ist in den vergangenen zwei Jahren ausrüstungsseitig vollständig erneuert und mit automatischer Regelung sowie Wärmemengenmessung ausgestattet worden.

Aus heutiger Sicht wäre eine Versorgung von Gebäuden aus einem Primärfernwärmenetz über eine zwischengeschaltete Umformerstation nicht zwingend erforderlich; die Steuer- und Regelfunktionen der Station können die Hausanschlußstationen wesentlich effektiver und dem jeweiligen Gebäude individuell angepaßt übernehmen.

Bevor jedoch über den Wegfall einer solchen Station und ihr Ersatz durch Hausanschlußstationen entschieden werden kann, sind Untersuchungen zum Gesamtsystem durchzuführen, die mindestens die Komplexe Umformerstation, Drei- oder Zweileiternetz, drei- oder zweiseitige Versorgung, Sanierung der Gebäude, Hausanschlußstationen berücksichtigen. Für die Umformerstation und das angeschlossene Heiznetz wird ein aktueller Handlungsbedarf nicht gesehen.

2.1.3.2 Heiznetz des 2. Bauabschnittes

Das Heiznetz des 2. Bauabschnittes wird als Primärnetz bis an die vier Hausanschlußstationen geführt. Diese Stationen in den Gebäuden Nr. 28, 29, 36 und 43 stellen den jeweils angeschlossenen Gebäuden die für die Heizungssysteme und die Warmwasserversorgung erforderlichen Parameter über die Verteilerleitungen bereit.

Für das Heiznetz des zweiten Bauabschnittes wird zunächst kein Handlungsbedarf gesehen. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Ergebnisse einer komplexen Zustandsanalyse eines Kanalabschnittes, durchgeführt von EWU Engineering GmbH Berlin und Wärme Union Potsdam speziell zu der Problematik erdverlegter Heizkanäle in Potsdam verwiesen.

2.1.3.3 Hausanschlußstationen

Hausanschlußstationen oder auch Hausstationen (HA-Stationen) gemäß Allgemeiner Versorgungsbedingungen Fernwärme - AVB Fernwärme bestehen eigentlich aus Übergabestation (des Lieferers) mit Wärmemengenmessung, Wassermengenbegrenzung, Absperrmöglichkeiten u. a. sowie Kundenanlage (des Beziehers) mit Absperrmöglichkeiten, Temperaturregler für Heizungs- und Warmwasserkreislauf, Umwälzpumpenanlagen u. a. Beide Teile sind in der Regel in den Gebäuden der Kunden installiert.

Entwicklungsbedingt entsprechen die im Zentrum-Ost in den Gebäuden vorhandenen HA-Stationen nicht mehr den heutigen Anforderungen (vergleiche Abbildung 2-4).

Die Herstellung ordnungsgemäßer (im Sinne der gesetzlichen Anforderungen) Zustände bestimmt hier den Handlungsbedarf und macht den Ersatz der vorhandenen Anlagen notwendig.

Bei der Installation neuer Hausanschlußstationen sind mehrere Forderungen zu koordinieren:

- die eindeutige Trennung in Lieferer- und Kundenanlage

- die Wärmemengenmessung für die verbrauchsabhängige Abrechnung der gelieferten Wärme
- die Regelung der Heizungs- und Warmwasserkreisläufe
- die Interessen mehrerer am Versorgungsprozeß Beteiligter.

2.1.3.4 Umstellung von Gebäuden von dreischieniger auf zweischienige energetische Versorgung

Im 1. Bauabschnitt des Zentrums-Ost wurden seinerzeit im Bereich der Max-Vollmer-Straße, der Wiesenstraße, der Karl-Förster-Straße, des Marchwitza-Ringes und des Humboldt-Ringes insgesamt 12 Wohngebäude mit dreischieniger Versorgung ausgestattet. Im Jahre 1993 wurde eines dieser Gebäude, Max-Vollmer-Straße 11 - 17, an der Gebäudehülle und der Installation komplett saniert und dabei gleichzeitig auf zweischienige Versorgung mit Strom und Fernwärme umgestellt und die gesamte Gasinstallation entfernt. Der Zeitpunkt der Sanierung war so gewählt, daß ein Gasartenwechsel für dieses Gebäude nicht mehr erforderlich wurde.

Für die verbliebenen 11 Gebäude (siehe auch Anhang zu Abschnitt 2) ist eine Umstellung von dreischieniger auf zweischienige Versorgung gegenwärtig nicht aktuell, da in Zusammenhang mit dem Gasartenwechsel die für die Gasversorgung notwendige technische Sicherheit der Gasanlagen vorhanden ist und außerdem die Geräteausstattung für die Gasanwendung erneuert worden ist. Nach übereinstimmenden Aussagen der Bewirtschafter sind auch wegen des hohen Finanzbedarfs zunächst komplexe Sanierungen nicht vorgesehen.

2.1.3.5 Erneuerung der Heizungssysteme und der Warmwasserversorgung in den Gebäuden

Die Heizungssysteme in den Gebäuden sind in der Regel Einrohrheizungssysteme, die prinzipiell ungeeignet für eine individuelle Beeinflussung durch den Nutzer/Wohnungsinhaber sind. Die Einführung der verbrauchsabhängigen Abrechnung der Heizkosten setzt eine solche Einflußnahmemöglichkeit voraus. Die Systeme der Warmwasserversorgung weisen insbesondere wegen der bei der Installation verwendeten Rohrmaterialien wesentliche Verschleißerscheinungen auf.

Sowohl für die Heizungssysteme als auch für die Warmwasserversorgung besteht Handlungsbedarf.

2.1.3.6 Verbrauchsabhängige Messung und Heizkostenverteilung

Im Heiznetz des 1. Bauabschnittes sind gegenwärtig nur die Umformerstation mit Wärmemengenmessung sowie die sanierten Gebäude Max-Vollmer-Straße 11-17 und Humboldt-Ring 10 mit Wärmemengenmessung und Heizkostenverteilern ausgestattet.

Im 2. Bauabschnitt haben die vier Hausanschlußstationen Wärmemengenmessung, versorgen aber (bis auf das Gebäude 29 - Humboldt-Ring 25) jeweils mehrere Gebäude verschiedener Rechtsträger.

Somit wird im Wohngebiet Zentrum-Ost bis auf die genannten zwei Ausnahmen die gelieferte Wärmeenergie sowohl für Heizung als auch für Warmwasser noch pauschal verrechnet.

Über den Einsatz der verbrauchsabhängigen Messung und die Heizkostenverteilung in den neuen Bundesländern ist mit der "Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme" sowie der "Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heizungs- und Warmwasserkosten" bestimmt worden, daß

- die Nachrüstfrist für Räume, die vor dem 01.01.1991 bezugsfertig waren, bis 31.12.1995 abläuft,
- die Regelungen der Heizkostenverordnung nicht auf Räume, die vor dem 01.01.1991 bezugsfertig waren und in denen der Nutzer den Wärmeverbrauch nicht beeinflussen kann, anzuwenden sind.

Die Nachrüstung der einzelnen Gebäude mit Wärmemengenmessung und Heizkostenverteilung ist einer der wesentlichen Handlungsschwerpunkte. Dabei ist zu beachten, daß z. B. die Ausrüstung der Gebäude allein mit Wärmemengenmessung durch den Lieferer ohne gleichzeitige Installation von Hausanschlußstationen weniger effektiv ist als eine komplexe Maßnahme, die sowohl die HA-Station, die Messung und das Heizungssystem und die Warmwasserversorgung erfaßt. Da hier Interessen mehrerer Beteiligter, wie Lieferer und Kunden, berührt werden, sind diese Maßnahmen koordiniert durchzuführen.

2.1.3.7 Zusammenfassung des Handlungsbedarfes

Aus der Analyse der hier betrachteten Teilsysteme des Komplexes Fernwärmeübergabestationen/Heizsysteme/Abrechnung läßt sich der nachstehende Handlungsbedarf zusammenfassen:

- Umformerstation und Heiznetz des 1. Bauabschnittes
Ein aktueller Handlungsbedarf besteht zur Zeit nicht.
- Heiznetz des 2. Bauabschnittes
Ein aktueller Handlungsbedarf besteht zur Zeit nicht.
- Hausanschlußstationen
Hausanschlußstationen, die den an sie gestellten Anforderungen bezüglich Regelung und Messung entsprechend, sind nicht vorhanden.
Die Erneuerung der vorhandenen Anlagen ist zwischen dem Wärmelieferer (zuständig für die Übergabestation einschließlich Messung) und dem Kunden zu koordinieren, um zeitgleiche Planungen und Realisierungen zu gewährleisten.
- Umstellung von Gebäuden von dreischieniger auf zweischienige Versorgung
Ein aktueller Handlungsbedarf besteht zur Zeit nicht.
- Erneuerung der Heizungssysteme und der Warmwasserversorgung in den Gebäuden
Für die Heizungssysteme und die Warmwasserversorgung, vor allem der Gebäude des 1. Bauabschnittes, wären komplette Sanierungen notwendig. (Nach Aussagen der Gebäudebewirtschaftler besteht für diese Teilanlagen der akute Handlungsbedarf nicht für die Gebäude des Wohngebietes Zentrum-Ost, sondern vielmehr in anderen fernwärmeversorgten Gebieten der Stadt Potsdam.)
- Verbrauchsabhängige Messung und Heizkostenverteilung
Hier treffen die Aussagen über die Hausanschlußstationen und die Heizungssysteme zu.

2.1.4 Energieeinsparung

Der Endenergieverbrauch Fernwärme betrug im Jahre 1991 rund 46.300 MWh/a (siehe Tabelle 2-3).

Ausgehend von dieser Größe werden nachfolgend die in den einzelnen Kategorien des Komplexes Fernwärmeübergabestationen/Heizsysteme/Abrechnung erreichbaren Energieeinsparungen eingeschätzt. Nicht berücksichtigt sind hier die Einsparungen, die sich aus dem Komplex Gebäudeaußenhülle ergeben (siehe dazu Punkt 2.2.).

Im Einzelnen sind erreichbar

- bei Umformerstation und Dreileiternetz des 1. Bauabschnittes keine sich aus zwingendem Handlungsbedarf ergebenden Einsparungen,
- im Heiznetz des 2. Bauabschnittes keine sich aus zwingendem Handlungsbedarf ergebenden Einsparungen,
- bei Hausanschlußstationen durch die Verlagerung der zentralen Regelung der Heizungssysteme und der Warmwasseraufbereitung in jedes Gebäude ca. 1.400 MWh/a,
- keine Einsparung durch Umstellung von Gebäuden im 1. Bauabschnitt von dreischieniger auf zweischienige Versorgung, da zunächst kein Handlungsbedarf besteht,
- durch die Erneuerung der Heizungssysteme und der Warmwasserversorgung in Verbindung mit der verbrauchsabhängigen Messung und dem Einsatz der Heizkostenverteilung ca. 4.600 MWh/a.

Die eingeschätzte Energieeinsparung beträgt ca. 6.000 MWh/a oder 13 % der Ausgangsgröße.

2.1.5 Umweltentlastung

Die durch den vorstehenden Maßnahmekomplex eintretende Umweltentlastung wird mittelbar in den Wärmeerzeugungsanlagen durch Brennstoffeinsparung wirksam. Wird die anteilige Emissionsentlastung auf den gegenwärtigen Brennstoffeinsatz in den Wärmeerzeugungsanlagen mit einem Brennstoffmix von 50 % Braunkohlenbrikett und 50 % Steinkohle bezogen, so werden durch die Reduzierung des Energieverbrauches um 6.000 MWh

- der Kohlendioxid-Ausstoß um ca. 2.100 t/a
- der Kohlenmonoxid-Ausstoß um ca. 1,3 t/a
- der Stickoxid-Ausstoß um ca. 4,5 t/a
- der Schwefeldioxid-Ausstoß um ca. 20 t/a
- der Staubausstoß um ca. 0,4 t/a

verringert.

Bezieht man die anteilige Emissionsminderung auf die in Vorbereitung befindliche moderne Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit einem Brennstoffmix von 50 % Erdgas und 50 % leichtem Heizöl, werden bei gleichem Ausgangsbrennstoff wie oben diese Reduzierungen erreicht werden:

- Kohlendioxid ca. 8.600 t/a
- Kohlenmonoxid ca. 5,7 t/a
- Stickoxide ca. 21 t/a
- Schwefeldioxid ca. 157 t/a
- Staub ca. 3 t/a.

2.1.6 Kosten und Wirtschaftlichkeit

Die Kosten für durchzuführende Maßnahmen sollen anhand bereits erfolgter Sanierungen ermittelt werden.

Die Sanierungskosten für das Gebäude Humboldt-Ring 10 (Hochhaus) werden mit 12,8 Mio DM ausgewiesen, das sind rund 2.400 DM/m² Wohnfläche. Da aber wegen des geplanten Verwendungszweckes dieses Hauses der Sanierungsumfang weit über dem allgemein üblichen lag, werden diese Kosten nicht als Maßstab genommen.

Das Wohnhaus Max-Vollmer-Straße 11-17 mit 105 Wohnungen und 4.933 m² Wohnfläche, Baujahr 1972, wurde mit folgenden Aufwendungen saniert:

Maßnahme	absolute Kosten	spezifische Kosten
Wärmedämmung der Fassaden	ca. 800.000 DM	162 DM/m ²
Erneuerung der Fenster und Haustüren	ca. 450.000 DM	91 DM/m ²
Wärmedämmung des Drempels und des Kellers	ca. 65.000 DM	13 DM/m ²
Erneuerung der Heizungsanlage	ca. 350.000 DM	71 DM/m ²
Installation der Warmwasserversorgung	ca. 200.000 DM	40 DM/m ²
Hausanschlußstationen	ca. 200.000 DM	40 DM/m ²

Abb. 2-5: Sanierungsaufwand für das Wohnhaus Max-Vollmer-Straße 11-17

In der vorstehenden Tabelle nicht ausgewiesen sind Aufwendungen für Maßnahmen, die nicht im Zusammenhang mit der Wärme- und Warmwasserversorgung stehen (z.B. Sanitäreinrichtungen).

Für die Sanierung dieses Gebäudes standen Fördermittel des Landes nicht zur Verfügung, da nach den gegenwärtig geltenden Bestimmungen (Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen zur Modernisierung und Instandsetzung von Mietwohnungen) Zuwendungen nur für Gebäude gewährt werden, die bis 1960 errichtet wurden. Für die Sanierungsmaßnahmen wurde ein KfW-Kredit mit 500 DM/m² Wohnfläche zu den üblichen Bedingungen gewährt.

Nach dem im Pkt. 2.1.3.7. ermittelten Handlungsbedarf des Komplexes Fernwärmeübergabestationen/Heizsysteme/Abrechnung würden spezifische Kosten von 151 DM/m² Wohnfläche entstehen.

Legt man die Erneuerung aller Hausanschlußstationen, Heizsysteme und Warmwasseranlagen für die Bestimmung der Aufwendungen zugrunde, dann ergeben sich

- für den 1. Bauabschnitt bei	113.952 m ² Wohnfläche	17,2 Mio DM
- für den 2. Baubschnitt bei	27.262 m ² Wohnfläche	4,1 Mio DM
	zusammen	21,3 Mio DM.

Die mit diesem Aufwand erreichbare Energieeinsparung beträgt 6.000 MWh/a. Geht man von einem Realisierungszeitraum von 10 Jahren aus, d.h. mit jährlichen Sanierungskosten von 2,13 Mio DM, ergeben sich spezifische Aufwendungen von 355 DM/MWh eingesparter Wärme.

2.1.7 Rechtlich-organisatorische Rahmenbedingungen

Maßnahmen im Komplex Fernwärmeübergabestationen/Heizsysteme/Abrechnung betreffen in der Regel mehrere Unternehmen, den Wärmelieferer Wärme Union Potsdam und die Bewirtschafter der Gebäude.

Bei der Vorbereitung konkreter Maßnahmen ist zu berücksichtigen, daß z.B. die Modernisierung eines Heizungssystems Rückwirkungen auf das Heiznetz hat; die Errichtung von Hausanschlußstationen bedarf wegen der unterschiedlichen Verantwortlichkeiten immer einer Abstimmung.

Folgende Punkte sind bei der Planung und Durchführung besonders zu beachten:

- rechtzeitige Abstimmung zwischen den Partnern über beabsichtigte und geplante Maßnahmen,
- Konkretisierung der technischen Bedingungen der vorgesehenen Maßnahmen mit Einschätzung der eintretenden Wirkungen z.B. auf die Fahrweise der Anlagen,
- Beantragung möglicher Fördermittel rechtzeitig vor Beginn,
- Einschätzung der erreichten Effekte nach Abschluß der Maßnahmen.

2.2 Gebäudeaußenhülle

2.2.1 Definition des Maßnahmeansatzes

Die fernwärmeversorgten Gebäude des Wohngebietes Zentrum-Ost in Potsdam sind ausschließlich in Plattenbauweise errichtet worden.

Nach einer im Jahre 1984 durchgeführten Untersuchung [9] hatten die Potsdamer Plattenbauten im Durchschnitt einen Wärmebedarf von 83 W/m^2 beheizter Wohnfläche oder $166 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ bei 2.000 Vollbenutzungsstunden. Heute fordert z.B. die Wärmeschutzverordnung für nach 1982 in den alten Bundesländern errichtete Gebäude je nach Gebäudetyp einen jährlichen Wärmeverbrauch von höchstens $130\text{-}180 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ und der gegenwärtig vorliegende neue Entwurf dieser Verordnung sieht Werte zwischen 50 bis $90 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ vor.

Im Wohngebiet Zentrum-Ost wurden bezogen auf die Verrechnungsleistung für die Raumheizung diese Werte bei 2.000 Vollbenutzungsstunden im Durchschnitt ermittelt:

- 1. Bauabschnitt $223 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$;
- 2. Bauabschnitt $126 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$.

Hieraus ist abzuleiten, daß der Schwerpunkt für Maßnahmen im Bereich der Gebäudehülle eindeutig im 1. Bauabschnitt des Gebietes liegen wird.

Im Zentrum-Ost wurden bisher zwei Wohngebäude auch in bezug auf die Gebäudeaußenhülle umgestaltet. Die Erkenntnisse aus diesen Maßnahmen werden unter Beachtung der konkreten Verhältnisse auf die übrigen Wohngebäude zu übertragen sein.

2.2.2 Aktuelle Dispositionsmasse

Die in den 70er Jahren errichteten Gebäude des 1. Bauabschnittes des Zentrums-Ost sind bezüglich der wärmetechnischen Eigenschaften ungünstiger als die in den 80er Jahren entstandenen Gebäude des 2. Bauabschnittes.

Erstere haben im Mittel einen auf die Verrechnungswärmeleistung einschließlich Warmwasser bezogenen spezifischen Wert von 134 W/m^2 , während dieser Wert im 2. Bauabschnitt mit 105 W/m^2 ermittelt wurde. Auch zwischen den einzelnen Wohngebäuden müssen beträchtliche Unterschiede konstatiert werden. So weisen z.B. die beiden 10-geschossigen sogenannten Wohnscheiben des 1. Bauabschnittes Humboldt-Ring 2-8/Lotte-Pulewka-Str. 11-21 sowie Marchwitza-Ring 7-29 (laufende Nr. 16 und 17 des

Lageplanes) bezogen auf die Wohnfläche einen spezifischen Wärmeleistungsbedarf von 134 bzw. 138 W/m² auf, das ebenfalls noch nicht sanierte Gebäude Max-Vollmer-Straße 4-10 einen Wert von 106 W/m².

2.2.3 Zukünftiger Handlungsbedarf

Handlungsbedarf für Maßnahmen an der Gebäudehülle zur Verminderung der Wärmeverluste besteht vorrangig für die Gebäude des 1. Bauabschnittes des Zentrums-Ost. Nach übereinstimmenden Einschätzungen der Gebäudebewirtschafter konzentrieren sich Wärmeverluste auf den Fensterbereich der Wohnungen; besonders deutlich tritt das Problem in den Wohnscheiben auf.

2.2.4 Energieeinsparung

Die für das Gebäude Max-Vollmer-Straße 11-17 durchgeführten Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudeaußenhülle umfaßten die Außenwände, die eine hinterlüftete Fassade erhielten, die Kellerdecke und den Dremmel, die wärmeisoliert wurden, sowie die Erneuerung der Fenster und Türen. Durch diese Maßnahmen konnte die Verrechnungsleistung von ursprünglich 522 kW auf 298 kW reduziert werden, davon für Raumheizung auf 234 kW.

Mit der Sanierung wird folgende Reduzierung des Wärmebedarfes erwartet:

- Jahreswärmebedarf vor der Sanierung		1.044 MWh/a
davon	für Raumheizung	1.044 MWh/a
	für Warmwasser	0 MWh/a
- Jahreswärmebedarf nach der Sanierung		559 MWh/a
davon	für Raumheizung	421 MWh/a
	für Warmwasser	138 MWh/a.

Trotz der neu hinzugekommenen Warmwasserversorgung wird eine Senkung des Jahreswärmeverbrauches auf 53,5 % des bisherigen Wertes angegeben.

Für die Bestimmung der möglichen Energieeinsparungen wird angenommen, daß in einem Zeitraum von 10 Jahren 1/4 des Wohnungsbestandes des 1. Bauabschnittes mit wärmedämmenden Maßnahmen für die Gebäudeaußenhülle ausgestattet werden kann, und die durchschnittliche Reduzierung des Jahreswärmebedarfes je Gebäude 25 % erreichen wird. Dabei wird unterstellt, daß nicht in jedem Falle ein Sanierungsumfang wie in der Max-Vollmer-Straße 11-17 zur Ausführung kommen wird.

Da auf die Wohnungen des 1. Bauabschnittes rund 76 % des Jahreswärmebedarfes der Haushalte entfallen (26.500 MWh/a), beträgt die mögliche Einsparung für den vorgenannten Zeitraum etwa 6.600 MWh/a.

Da nach der Einschätzung der Wohnungsbewirtschafter der dringendste Handlungsbedarf für Gebäudesanierungen nicht im Zentrum-Ost gesehen wird, scheint diese genannte Einsparungsgröße erreichbar zu sein.

2.2.5 Umweltentlastung

Die vorstehend bestimmte Energieeinsparung mit einer Reduzierung des Energieverbrauches um 6.600 MWh wird auf den gegenwärtigen Brennstoffeinsatz in den Wär-

meerzeugungsanlagen mit einem Brennstoffmix von 50 % Braunkohlenbrikett und 50 % Steinkohle bezogen. Dadurch werden

- der Kohlendioxid-Ausstoß um ca. 2.300 t/a
- der Kohlenmonoxid-Ausstoß um ca. 1,4 t/a
- der Stickoxid-Ausstoß um ca. 4,9 t/a
- der Schwefeldioxid-Ausstoß um ca. 22 t/a
- der Staubausstoß um ca. 0,5 t/a

verringert.

Bezieht man dagegen die anteilige Emissionsentlastung auf die in Vorbereitung befindliche moderne Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit einem Brennstoffmix von 50 % Erdgas und 50 % leichtes Heizöl, werden folgende Reduzierungen erreicht

- Kohlendioxid ca. 8.700 t/a
- Kohlenmonoxid ca. 5,7 t/a
- Stickoxide ca. 21 t/a
- Schwefeldioxid ca. 157 t/a
- Staub ca. 3 t/a.

2.2.6 Kosten und Wirtschaftlichkeit

Die Kosten der Maßnahmen an den Gebäudeaußenhüllen werden in Anlehnung an die unter Pkt. 2.3.6. genannten spezifischen Kosten ermittelt. Diese Kosten für Wärmedämmung der Fassaden, Erneuerung der Fenster und Haustüren sowie Wärmedämmung für Drempeel und Keller werden mit 250 DM/m² Wohnfläche angenommen.

Damit errechnen sich die Kosten

$$124.000 \text{ m}^2 \times 25 \% \times 250 \text{ DM/m}^2 = 7,75 \text{ Mio DM.}$$

Die mit diesem Aufwand erreichbare Energieeinsparung war mit 6.600 MWh/a ermittelt worden. Ausgehend von einem Realisierungszeitraum von 10 Jahren ergeben sich spezifische Aufwendungen von 117 DM/MWh eingesparter Wärme.

2.2.7 Rechtlich-organisatorische Rahmenbedingungen

Die Maßnahmen im Komplex Gebäudeaußenhülle sollen gezielt für die Gebäude vorbereitet werden, die den größten spezifischen Wärmeverbrauch aufweisen. Das sind vorrangig die Gebäude des 1. Bauabschnittes und hier wiederum die sogenannten Wohnscheiben.

Literatur zu Abschnitt 1 und 2

- [1] Energiepolitisches Konzept für die Stadt Potsdam vom 11.06.1992, TÜV Ostdeutschland Sicherheit und Umweltschutz GmbH
- [2] Gutachten zur Erarbeitung eines Energiekonzeptes für das Land Brandenburg, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Januar 1993
- [3] Linde u.a., Stromverbrauchsanalyse im Haushaltsbereich für das Versorgungsgebiet der ESAG, Elektrizitätswirtschaft, Jg. 91 (1992), Heft 22
- [4] Geschäftsbericht VEAG Vereinigte Energiewerke Aktiengesellschaft 1992
- [5] VEAG: Schritte zur elektrischen Wiedervereinigung - die Umstrukturierung der ostdeutschen Stromwirtschaft auf der Verbundebene
- [6] Statistische Monatszahlen der Stadt Potsdam, Mai 1993, Magistrat der Stadt Potsdam, Amt für Statistik, Stadtforschung und Wahlen
- [7] Amtsblatt der Stadt Potsdam, Amtliche Bekanntmachungen der Stadt Potsdam
- [8] Inno Tec Systemanalyse, Energiekonzept Potsdam, Ergebnisse der Expertensitzung zur zukünftigen Energieversorgung in der Stadt und im Landkreis Potsdam am 31.01.1991
- [9] Energieökonomische Analyse 1984 zum einheitlichen Nachweis der Wärmeanschlußwerte und der Wärmehöchstlast im komplexen Wohnungsbau der DDR, HAG Komplexer Wohnungsbau Cottbus
- [10] Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme, (AVB Fernwärme V) vom 20.06.1980 (BGBl. I S. 742)
- [11] Verordnung über energiesparende Anforderungen an heizungstechnische Anlagen und Brauchwasseranlagen (Heizungsanlagen-Verordnung, HeizAnIV) vom 20.01.1989
- [12] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden, (Wärmeschutzverordnung - Wärmeschutz V) vom 24.02.1982
- [13] Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten (Verordnung über Heizkostenabrechnung - Heizkosten V) vom 20.01.1989
- [14] Twardzile, Rössel, Schmidt, Komplexe Zustandsanalyse eines Kanalabschnitts, Untersuchungen in einem Potsdamer Heiznetz, Stadt- und Gebäudetechnik 7-8/1993
- [15] Winkler, Energiebedarf und Emissionen von Heizsystemen, Elektrizitätswirtschaft, Jg. 92 (1993), Heft 13
- [16] Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen zur Modernisierung und Instandsetzung von Mietwohnungen (ModInstR) vom 03.02.1993 des Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg
- [17] Bekanntmachung über das Fernwärmesaniierungsprogramm im Beitrittsgebiet (Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und den neuen Bundesländern sowie Berlin) vom 01.02.1993, Bundesanzeiger Nr. 28, S. 915
- [18] Modernisierung von fernwärmeversorgten Heizungs-, Lüftungs- und Trinkwassererwärmungsanlagen in den neuen Ländern, AGFW und Büro Loose, Berlin, 05/92

A.2 Anhang 1 zu Abschnitt 2

Fernwärmeversorgung Zentrum - Ost
Fernwärmeversorgte Gebäude

Lfd. Nr. lt. Plan	Adresse	Nutzungs- art	Wohnungen [Anzahl]	Bewirtschafter	Alte Gebäude- bezeichnung	Bemerkungen
----------------------	---------	------------------	-----------------------	----------------	------------------------------	-------------

1. Bauabschnitt						
1	Max-Vollmer-Str. 11 - 17	Wohngebäude	105	WG KM	Block 1	saniert
2	Max-Vollmer-Str. 4 - 10	Wohngebäude	105	WG FE	Block 2	Gasanschluß
3	Wiesenstraße 28 - 36	Wohngebäude	75	GEWOBA	Block 3	Gasanschluß
4	Wiesenstraße 18 - 26	Wohngebäude	75	GEWOBA	Block 4	Gasanschluß
5	Wiesenstraße 8 - 16	Wohngebäude	75	GEWOBA	Block 5	Gasanschluß
6	Karl-Förster-Str. 1 - 9	Wohngebäude	75	GEWOBA	Block 6	Gasanschluß
7	Marchwitza-Ring 8 - 14	Wohngebäude	60	GEWOBA	Block 7	Gasanschluß
8	Marchwitza-Ring 16 - 22	Wohngebäude	60	GEWOBA	Block 8	Gasanschluß
9	Marchwitza-Ring 31 - 37	Wohngebäude	40	BVA	Block 9	Gasanschluß
10	Marchwitza-Ring 39 - 51	Wohngebäude	70	BVA	Block 10	Gasanschluß
11	Marchwitza-Ring 40 - 54	Wohngebäude	80	GEWOBA	Block 11	Gasanschluß
12	Humboldt-Ring 14 - 30	Wohngebäude	90	GEWOBA	Block 12	Gasanschluß
13	Humboldt-Ring 13	Wohngebäude	84	BVA	PHH 13	
14	Humboldt-Ring 11	Wohngebäude	84	GEWOBA	PHH14	
15	Humboldt-Ring 10	Wohngebäude	84	LR	PHH15	saniert
16	Humboldt-Ring 2 - 8, Lotte-Pulewka-Str.11 - 21	Wohngebäude	434	WG KM	Scheibe 16	
17	Marchwitza-Ring 7 - 29	Wohngebäude	508	GEWOBA	Scheibe 17	
18	Marchwitza-Ring 1 - 3	Altersheim	106	GEWOBA	Sonderblock	altersgerechte Wohnungen
19	Lotte-Pulewka-Str. 5 - 7	Kindereinrichtung	0	Magistrat	KIKO Ost I	
20	Lotte-Pulewka-Str.	Schule	0	Magistrat	Schule	
21	Lotte-Pulewka-Str.	Turnhalle	0	Magistrat	Turnhalle	
22	Lotte-Pulewka-Str.	Gaststätte	0		Gaststätte	
23	Lotte-Pulewka-Str.	Dienstleistungen	0		DLK	
24	Lotte-Pulewka-Str.	Kaufhalle	0		Kaufhalle	
25	Marchwitza-Ring 53 - 55	Kindereinrichtung	0	Magistrat	KIKO Ost II	
26	Marchwitza-Ring	Dienstgebäude	0	DBP	Post	
27	Humboldt-Ring 21	Wohngebäude	84	BVA	PHH 28	
42	Humboldt-Ring		0		Rettenungsamt	
		Summe	2294			
2. Bauabschnitt						
28	Humboldt-Ring 23	Wohngebäude	93	GEWOBA	WHH 0.10	
29	Humboldt-Ring 25	Wohngebäude	93	GEWOBA	WHH 0.20	
30	Humboldt-Ring 41	Wohngebäude	24	GEWOBA	Würfelhaus 0.1	
31	Humboldt-Ring 43	Wohngebäude	24	GEWOBA	Würfelhaus 0.2	
32	Humboldt-Ring 45	Wohngebäude	24	WG KM	Würfelhaus 0.3	
33	Humboldt-Ring 47	Wohngebäude	24	WG KM	Würfelhaus 0.4	
34	Humboldt-Ring 49	Wohngebäude	24	WG KM	Würfelhaus 0.5	
35	Humboldt-Ring 51	Wohngebäude	24	WG KM	Würfelhaus 0.6	
36	Humboldt-Ring 53 - 59	Wohngebäude	40	WG KM	Wohnblock 0.7	
37	Humboldt-Ring 61 - 67	Wohngebäude	40	GEWOBA	Wohnblock 0.8	
38	Humboldt-Ring 69 - 75	Wohngebäude	40	WG KM	Wohnblock 0.9	
39	Humboldt-Ring 77	Wohngebäude	24	GEWOBA	Würfelhaus 0.10	
40	Humboldt-Ring 79	Wohngebäude	24	GEWOBA	Würfelhaus 0.11	
41	Humboldt-Ring	Freizeiteinrichtung	0	Magistrat	Jugendclub	
		Summe	498			
Insgesamt			2792			

Legende:	BVA	Bundesvermögensamt
	DBP	Deutsche Bundespost
	GEWOBA	Gemeinnützige Wohn- und Bau-Gesellschaft mbH
	LR	Landesregierung
	WG FE	Wohnungsbaugenossenschaft Friedrich Engels
	WG KM	Wohnungsbaugenossenschaft Karl Marx

A.2 Anhang 2 zu Abschnitt 2

Fernwärmeversorgung Zentrum - Ost, Abnehmerübersicht

Lfd. Nr. lt. Plan	Adresse	Bewirt- schafter	Wohnungen [Stck]	Beheizte Fläche [m ²]	Verrechnungsleistung gesamt [kW]
----------------------	---------	---------------------	---------------------	---	--

1. Bauabschnitt

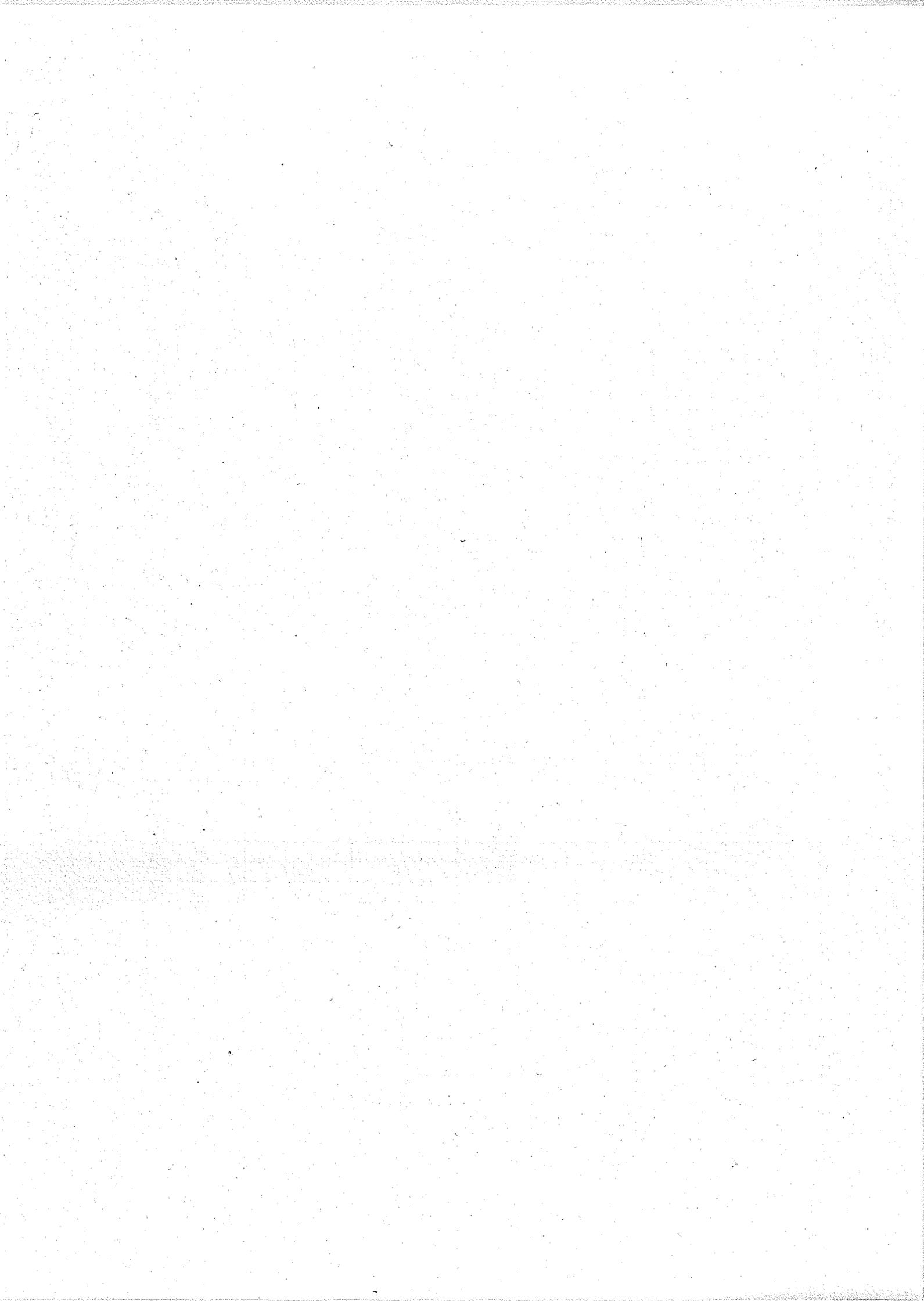
1	Max-Vollmer-Str. 11 - 17	WG KM	105	4933	298
2	Max-Vollmer-Str. 4 - 10	WG FE	105	4933	522
3	Wiesenstraße 28 - 36	GEWOBA	75	3476	342
4	Wiesenstraße 18 - 26	GEWOBA	75	3476	377
5	Wiesenstraße 8 - 16	GEWOBA	75	3476	377
6	Karl-Förster-Str. 1 - 9	GEWOBA	75	3476	377
7	Marchwitza-Ring 8 - 14	GEWOBA	60	2778	302
8	Marchwitza-Ring 16 - 22	GEWOBA	60	2778	302
9	Marchwitza-Ring 31 - 37	BVV	40	2355	394
10	Marchwitza-Ring 39 - 51	BVV	70	4008	686
11	Marchwitza-Ring 40 - 54	GEWOBA	80	4698	782
12	Humboldt-Ring 14 - 30	GEWOBA	90	5355	877
13	Humboldt-Ring 13	BVV	84	5147	640
14	Humboldt-Ring 11	GEWOBA	84	5147	877
15	Humboldt-Ring 10	LR	84	5147	533
16	Humboldt-Ring 2 - 8, Lotte- Pulewka-Str.11 - 21	WG KM	434	25659	3450
17	Marchwitza-Ring 7 - 29	GEWOBA	508	29828	4118
18	Marchwitza-Ring 1 - 3	GEWOBA	106	3345	625
19	Lotte-Pulewka-Str. 5 - 7	Mag.			414
20	Lotte-Pulewka-Str.	Mag.			857
21	Lotte-Pulewka-Str.	Mag.			211
22	Lotte-Pulewka-Str.				-
23	Lotte-Pulewka-Str.				222
24	Lotte-Pulewka-Str.				228
25	Marchwitza-Ring 53 - 55	Mag.			414
26	Marchwitza-Ring	DBP			35
27	Humboldt-Ring 21	BVV	84	4017	811
42	Humboldt-Ring				32

2. Bauabschnitt

28	Humboldt-Ring 23	GEWOBA	93	5029	508
29	Humboldt-Ring 25	GEWOBA	93	5196	512
30	Humboldt-Ring 41	GEWOBA	24	1254	144
31	Humboldt-Ring 43	GEWOBA	24	1254	145
32	Humboldt-Ring 45	WG KM	24	1254	145
33	Humboldt-Ring 47	WG KM	24	1254	145
34	Humboldt-Ring 49	WG KM	24	1254	145
35	Humboldt-Ring 51	WG KM	24	1254	145
36	Humboldt-Ring 53 - 59	WG KM	40	2335	214
37	Humboldt-Ring 61 - 67	GEWOBA	40	2335	215
38	Humboldt-Ring 69 - 75	WG KM	40	2335	214
39	Humboldt-Ring 77	GEWOBA	24	1254	147
40	Humboldt-Ring 79	GEWOBA	24	1254	147
41	Humboldt-Ring	Mag.			10

2792

21939



3 Maßnahmen im Bereich Verkehr

Die Entwicklung nach der Vereinigung beider deutscher Staaten hat für Potsdam viele Möglichkeiten zur Stadtentwicklung eröffnet, die jedoch auch zahlreiche verkehrliche Auswirkungen haben. Die für den Gesamtverkehr gravierendste Veränderung resultiert aus den sprunghaft gestiegenen PKW-Zulassungszahlen. So waren im Juli 1993 bereits 54.000 PKW im Stadtgebiet zugelassen¹. Dies entspricht einem im Vergleich zu ähnlich strukturierten Städten im alten Bundesgebiet noch geringen Motorisierungsgrad von 385 PKW/1.000 Einwohner², der jedoch deutlich höher liegt als im Jahr 1989.

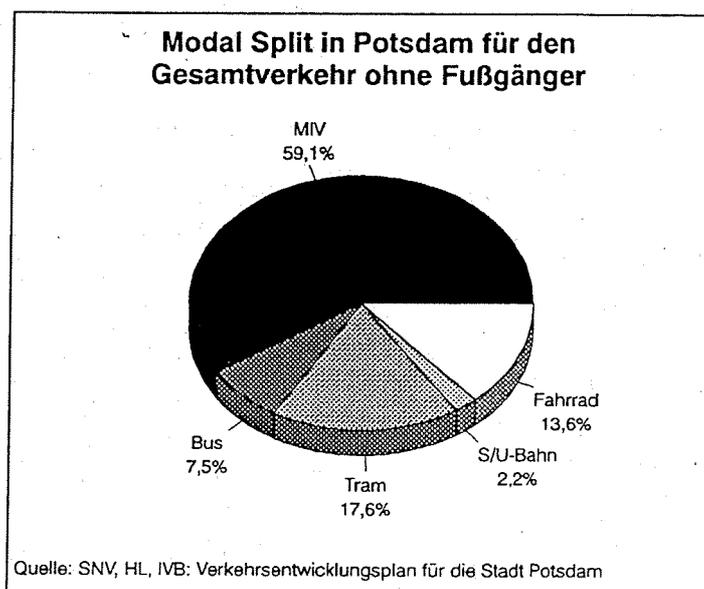


Abb. 3-1: Verkehrsmittelwahlverhalten (Modal Split) in Potsdam

Auch sind die beiden Verkehrsgesellschaften, der Verkehrsbetrieb Potsdam und die Havelbus Verkehrsgesellschaft, mit vielseitigen Problemen konfrontiert. Dies ist insbesondere der enge finanzielle Handlungsspielraum angesichts eines veralteten Fahrzeugparks, erneuerungsbedürftiger Reparatur- und Wartungseinrichtungen sowie unangepasster Streckenführung. Nach dem Fahrgasteinbruch unmittelbar nach der Vereinigung beider deutscher Staaten, verursacht durch die Priorisierung des Verkehrsmittels "PKW", ist nun wieder mit steigenden Fahrgastzahlen zu rechnen (durch Tarifgemeinschaft Großraum Berlin, durchgehende S-Bahn-Führung Berlin - Potsdam Stadtbahnhof).

Unter Außerachtlassung des Fußgängerverkehrs ergibt sich für den Gesamtverkehr in Potsdam ein Verkehrsmittelwahlverhalten nach Abbildung 3-1³. Es wird deutlich, daß die Straßenbahn insgesamt 65% des gesamten ÖPNV bewältigt und somit dessen Grundverkehrsmittel darstellt. Weiterhin ist zu ersehen, daß für mehr als jeden zweiten Weg der PKW gewählt wird und damit gerade für dieses Verkehrsmittel ein enormes Potential von Umsteigern auf öffentliche oder andere Verkehrsmittel (z.B. Fahrrad) besteht.

¹ Auskunft des Kfz-Zulassungsamtes Potsdam.

² 54.000 PKW * 1.000/140.000 Einwohner.

Parameter	MIV		ÖPNV			Havelbusgesellschaft
	PKW (VK)	PKW (DK)	Verkehrsbetriebe Potsdam			
			Tram	Bus	O-Bus	
(1) Anzahl der Fahrzeuge	47.000 ⁴	7.000 ⁵	110 Kt-4D (Tatra) ⁶	23 IKARUS 280 St 1 IKARUS 260 St 14 MB O 405 N 2 MB O 305 5 MAN NL 202 ³	13 Skoda ³	17 MB 37 IKARUS 1 Drögmöller 1 Neoplan ⁷
(2) Fahrleistung in km/a	10.300 ⁸	14.000 ⁵	Gesamt: 4.711.332 Wagen*km ³	Gesamt: 2.610.802 Wagen*km ³	Gesamt: 615.199 Wagen*km ³	Gesamt 3.009.528 Wagen*km ⁴
(3) Spezifischer Energieverbrauch	10,4 ⁵	8,4 ⁵	2,2 kWh/Wagen*km ⁹	IKARUS: 40 l/100 km MB/MAN: 25 l/100 km ³	2,2 kWh/Wagen*km ¹⁰	34,8 l/100 km ⁴
(4) Endenergieverbrauch pro Jahr (2*3)	50,35 Mio l ≅ 1.535 TJ	8,23 Mio l ≅ 293 TJ	10,365 Mio kWh ≅ 37,314 TJ	IKARUS (53% der Fahrzeuge) 555.500 l DK ≅ 19,69 TJ MB/MAN (47% der Fahrzeuge) 306.800 l DK ≅ 10,914 TJ ¹¹	1,353 Mio kWh ≅ 4,871 TJ	1,047 Mio l DK ≅ 37,256 TJ
(5) Energiekosten pro Jahr	73 Mio DM ¹²	9,46 Mio DM ¹³	3,006 Mio DM ¹⁴ (ohne Verluste und Unterwerke)	946.300 DM (bei 1,10 DM/l DK) ³	0,39 Mio DM	1,152 Mio DM (bei 1,10 DM/l DK)
(6) Endenergieverbrauch pro Jahr (gesamt)	1.828 TJ		110,045 TJ			
(7) Energiekosten pro Jahr (gesamt)	82,46 Mio DM		5,494 Mio DM			

Abb. 3-2: Struktur der Endenergieverbräuche des "Motorisierten Individualverkehrs" (MIV) und des "Öffentlichen Personennahverkehrs" (ÖPNV) in Potsdam 1993

Ein mit vergleichbaren westdeutschen Städten relativ hoher Modal-Split-Anteil für das Verkehrsmittel Fahrrad von 13,5% macht deutlich, daß ein großer Prozentsatz des Gesamtverkehrsaufkommens durch dieses umweltfreundliche, alternative Verkehrsmittel abdeckbar ist und ihm daher in der Verkehrsplanung ein hoher Stellenwert eingeräumt werden muß.

³ aus: SNV, HL, IVB: Verkehrsentwicklungsplan für die Stadt Potsdam, S.11.

⁴ Nach telefonischer Auskunft des KfZ-Zulassungsamtes vom 9.7: am 5.7.93 waren in Potsdam (Stadt) 54.000 PKW zugelassen.

⁵ Dieselanteil mit 13% gewichtet.

⁶ Angaben des Verkehrsbetriebs Potsdam.

⁷ Angaben der Havelbus Verkehrsgesellschaft (bezieht sich auf die Verkehrsleistung in der Stadt Potsdam).

⁸ Aus: Aktualisierung von Energieszenarien und Erarbeitung eines energiepolitischen Handlungskonzeptes für Berlin, SenStadtUm, Berlin, 1992.

⁹ Schätzwert der BVG Berlin.

¹⁰ Gemessener Wert der Verkehrsgesellschaft in Nancy (Frankreich).

¹¹ Annahme: Anteil der Fahrzeugtypen am Gesamtwagenpark entspricht auch deren Anteil an Gesamtfahrleistung.

¹² Bei 1,45 DM/l VK.

¹³ Bei 1,15 DM/l DK.

¹⁴ Bei 0,29 DM/kWh (Angabe des Verkehrsbetriebs Potsdam).

Durch das Verhältnis der Endenergieverbräuche des ÖPNV zum MIV von ca. 1:16 (siehe Abbildung 3-2) wird deutlich, daß energetisch bedeutungsvolle Maßnahmen nur auf Restriktionen für den MIV zielen können. Andererseits ist dies nur möglich, wenn bei deren Implementierung bereits ein Alternativangebot in Form eines leistungsfähigen ÖPNV-Netzes geschaffen wurde. In diesem Zusammenhang werden im Rahmen dieses Energiekonzeptes zwei auf den ÖPNV bezogene und mittelfristig realisierbare Maßnahmenkomplexe hinsichtlich ihrer verkehrlichen, energetischen, umweltrelevanten sowie Kosteneffekte berechnet.

3.1 Modernisierung/Ersatz der KT 4D (Tatra-) Straßenbahnen

Potsdam verfügt mit seinem Straßenbahnnetz über ein sehr gutes Grundnetz für den ÖPNV, das durch sein Streckennetz und den Fahrzeugpark einen wirtschaftlichen Betrieb zuläßt. Um der Rolle als Hauptverkehrsmittel des ÖPNV gerecht zu werden, bedarf es umfangreicher Ausbau- bzw. Modernisierungsmaßnahmen in Bezug auf die Streckenführung und den Fahrzeugpark.

3.1.1 Definition des Maßnahmeansatzes

Im Fahrzeugbestand des Verkehrsbetriebes Potsdam befinden sich derzeit 110 Straßenbahntriebwagen vom Typ KT 4D (Tatra). Da diese Fahrzeuge nicht den heutigen Anforderungen an ein modernes Verkehrssystem genügen, ist eine schrittweise Modernisierung/Ersatz des vorhandenen Fahrzeugparks notwendig. Ein Handlungsbedarf resultiert allein schon aus der Tatsache, daß der Energieverbrauch von Tatra-Straßenbahnwagen um ca. 20%-30% höher liegt als der Verbrauch vergleichbarer moderner Systeme.

Durchzuführende Modernisierungsmaßnahmen gliedern sich in technische Maßnahmen und in Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität bzw. Fahrkomfort des Verkehrsmittels. Energetisch betrachtet sind durch diese Maßnahmen direkte Einspareffekte beim Verkehrsbetrieb durch verringerte Verbrauchswerte und Wartungsaufwand der Fahrzeuge und indirekte Einspareffekte durch die Steigerung der Attraktivität des Verkehrsmittels mit einhergehenden Umsteigeeffekten hin zum ÖPNV zu erzielen.

Längerfristig sollte die schrittweise, vollständige Substitution des vorhandenen Fahrzeugparks durch moderne und verbrauchsoptimierte Niederflurfahrzeuge erfolgen. In Bezug auf den geringen finanziellen Handlungsspielraum des Verkehrsbetriebes wird in diesem Energiekonzept die Substitution nicht mehr modernisierungswürdiger Fahrzeuge mit hohen Laufleistungen in Kombination mit der Modernisierung der Restfahrzeuge vorgeschlagen.

3.1.2 Aktuelle Dispositionsmasse

Von den 110 KT 4D-Triebwagen werden derzeit 79 Fahrzeuge vom Verkehrsbetrieb Potsdam modernisiert (betrifft neuere Fahrzeuge der Baujahre 1985-1987). Diese Maßnahme, die in Zusammenarbeit mit der Firma "Waggonbau Bautzen" erfolgt, bezieht sich ausschließlich auf Innenraumgestaltung, Fahrgastinformation, Erhöhung der Sicherheit und Senkung der Kosten für die Instandhaltung der Fahrzeuge. Für diesen Teil des Fahrzeugparks ist der Betrieb für weitere zehn Jahre geplant.

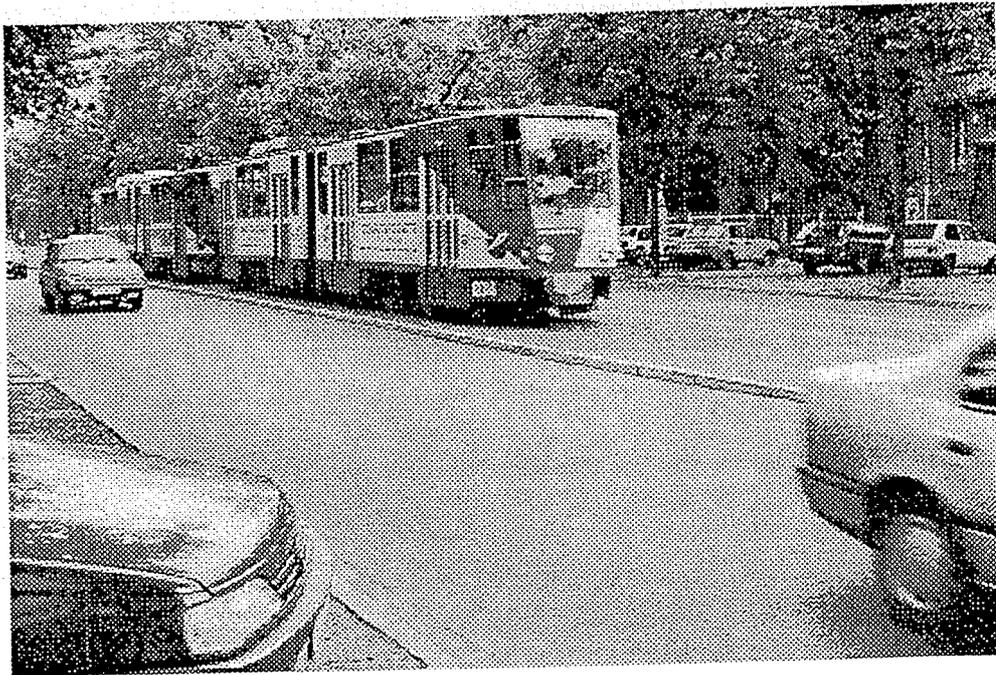


Abb. 3-3: KT 4D-Tatra-Triebwagen auf eigenem Gleisbett in der Berliner Straße

Aus der technischen Modernisierung dieser 79 Triebwagen, z.B. deren Ausrüstung mit Choppersteuerung und Bremsenergieerückgewinnungsanlagen, resultieren zwar direkte Energieeinspareffekte beim Verkehrsbetrieb, jedoch würden die anfallenden Kosten den finanziellen Spielraum des Verkehrsbetriebes bei weitem überfordern. So würden durch die eben genannten Maßnahmen Gesamtkosten von ca. 300.000 DM pro Fahrzeug anfallen, wobei nach dem Abzug eines Förderanteils von 50.000 DM noch ca. 250.000 DM Investitionskosten pro Fahrzeug für den Verkehrsbetrieb anstehen würden. Dies ergäbe ein Gesamtinvestitionsvolumen von 19,75 Mio DM¹⁵. Zusätzlich zum Umbau der Fahrzeuge wären außerdem noch Umstrukturierungen der Unterwerke (weitere Dezentralisierung, Stromversorgung) notwendig, die weitere Kosten verursachen würden.

Insgesamt 31 Fahrzeuge wurden vom Verkehrsbetrieb aufgrund ihres Alters (betrifft ältere Fahrzeuge der Baujahre 1977-1983) und Laufleistung als nicht mehr modernisierungswürdig eingestuft¹⁶. Hier sollte kurzfristig deren Substitution durch moderne Niederflurfahrzeuge beschlossen werden. Der Modernisierung auch dieser Fahrzeuge steht die Tatsache entgegen, daß die durchschnittliche Lebensdauer der Tatra-Fahrzeuge ca. 12 Jahre kleiner ist als die von modernen Niederflurfahrzeugen.¹⁷

3.1.3 Energieeinsparung

Durch die Modernisierung der 79 KT 4D-Triebwagen hinsichtlich höherer Attraktivität, Sicherheit und verminderten Wartungsaufwand sind keine direkten Energieeinspareffekte zu erwarten. Es ist sogar davon auszugehen, daß durch die zusätzlich zu bewegendende Masse der Elemente der Innenraumgestaltung, Fahrgastinformation etc. die aufzuwen-

¹⁵ 79 Fahrzeuge * 250.000 DM.

¹⁶ Auskunft des Verkehrsbetriebes Potsdam.

¹⁷ Auskunft des Verkehrsbetriebes Potsdam: durchschnittliche Lebensdauer Tatra-Triebwagen: 18 Jahre; durchschnittliche Lebensdauer neuer Niederflurfahrzeuge: ca. 30 Jahre.

dende Traktionsenergie geringfügig ansteigt.

Maßgeblich für die Attraktivität des ÖPNV ist für den Benutzer dessen Schnelligkeit, Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit. Deshalb sind die indirekten Effekte (Umsteiger vom MIV auf den ÖPNV) durch Steigerung der Attraktivität des Verkehrsmittels durch die erläuterten Maßnahmen als äußerst gering bzw. kaum meßbar einzuschätzen.

Demgegenüber ist durch die schrittweise Substitution des vorhandenen Tram-Fuhrparks durch moderne Niederflurfahrzeuge (beginnend mit den 31 nicht mehr modernisierungswürdigen Triebwagen) ein großes direktes Energieeinsparpotential gegeben. Zusätzlich zu modernen, energiesparenden Steuerungen sind die Fahrzeuge bereits mit den Systemen der Fahrgastinformation, Fahrsicherheit, Innenraumgestaltung u.s.w. ausgerüstet, mit denen ein Teil der Tatra-Triebwagen momentan nachgerüstet wird. Geht man von einem durchschnittlichen Minderverbrauch der Neufahrzeuge von 25% aus¹⁸, ist durch die Neuanschaffung von 31 Niederflur-Gelenktriebwagen mit einer Energieersparnis von 2,6 TJ¹⁹ und mit einer Energiekostensparnis von ca. 211.000 DM²⁰ pro Jahr zu rechnen.

3.1.4 Umweltentlastung

Zur Quantifizierung der Umweltentlastung durch die Tram-Neuanschaffungen werden die Angaben des GEMIS-Gutachtens benutzt²¹. Danach betragen die Emissionen für ein Braunkohlekraftwerk am Standort pro 100 MWh Strombereitstellung frei Netz 64 kg Schwefeldioxid, 84 kg Stickoxide, 10,5 kg Staub und 115.600 kg Kohlendioxid.

Werden nun jährlich 730.000 kWh durch energieeffiziente Tram-Triebwagen nicht mehr dem Netz entnommen, so wird dadurch die Emission von 467 kg Schwefeldioxid, 613 kg Stickoxide, 76 kg Staub und 844 t Kohlendioxid vermieden.

3.1.5 Kosten und Wirtschaftlichkeit

Geht man von einem durchschnittlichen Anschaffungspreis für einen Niederflur-Gelenktriebwagen von 4,0 Mio DM²² aus, ergibt sich eine Gesamtinvestitionssumme für 31 Neufahrzeuge von 124,0 Mio DM. Nach dem GVFG²³ stellt das Land Brandenburg für neue Gelenktriebwagen einen Förderfestbetrag von 1,6 Mio DM zur Verfügung²⁴. Dies ergibt für die vorgeschlagenen Neuanschaffungen einen Gesamtförderbetrag von 49,6 Mio DM. Es verbleibt eine Eigenleistung des Verkehrsbetriebes von insgesamt 74,4 Mio DM.

¹⁸ Auskunft des Verkehrsbetriebes Potsdam: Niederflur-Neufahrzeuge verbrauchen durchschnittlich 20%-30% weniger als KT 4D-Triebwagen.

¹⁹ $4.711.332 \text{ Wagen} \cdot \text{km}$ (jährliche Gesamtfahrleistung Tram)/110 Fahrzeuge = 42.830 km (Fahrleistung pro Tram) * 2,2 kWh/Wagen*km = 94.200 kWh (Verbrauch pro Tram im Jahr) * 31 (Anzahl der zu substituierenden Fahrzeuge) = 2.920.200 kWh * 0,25 (erwartete prozentuale Energieersparnis) = 730.000 kWh (= 2,628 TJ).

²⁰ $730.000 \text{ kWh} \cdot 0,29 \text{ DM/kWh} = 211.700 \text{ DM}$. Strompreis nach Angabe des Verkehrsbetriebs Potsdam.

²¹ Hessisches Ministerium für Wirtschaft und Technik, 1990, S. 279.

²² Angabe des Verkehrsbetriebes Potsdam.

²³ GVFG: Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz.

²⁴ Auskunft von Hr. Lange, Landesregierung Brandenburg.

Bei diesen beträchtlichen Investitionssummen muß jedoch berücksichtigt werden, daß die Lebensdauer moderner Niederflurfahrzeuge fast doppelt so hoch ist, wie die der vorhandenen Tatra-Triebwagen (durchschnittliche Lebensdauer KT 4D: ca. 18 Jahre, neue Niederflur-Triebwagen: ca. 30 Jahre).

Da die beschriebenen (erhöhten) Fördermittel für den kommunalen Straßenbau und für Maßnahmen im ÖPNV nach GVFG nur bis 1995 zur Verfügung stehen²⁵, erscheint eine besondere Dringlichkeit bei der rechtzeitigen Beantragung dieser Mittel geboten. Deshalb sollte die genannte Kostenschätzung für die Modernisierung des Tram-Fuhrparks in die kurz- bis mittelfristige Anmeldung des Finanzbedarfs der Stadt Potsdam beim Land Brandenburg und beim Bund einbezogen werden.

3.1.6 Zukünftiger Handlungsbedarf

Neben der kurz- bis mittelfristigen Substitution der 31 KT 4D Triebwagen bis etwa 2000 sollte langfristig auch der Ersatz der restlichen 79 Fahrzeuge durch moderne Niederflurfahrzeuge nach Ablauf der angesetzten Nutzungsdauer von 10 Jahren (nach den Modernisierungsmaßnahmen) etwa ab dem Jahr 2000 eingeplant werden.

3.1.7 Organisatorisch-rechtlicher Handlungsrahmen

Investitionen in dieser Höhe sollten nur in jene Verkehrsmittel investiert werden, die das Grundverkehrsmittel in der jeweiligen Region bzw. Stadt darstellen, und die bei geplanten Angebotserweiterungen und Umstrukturierungen im ÖPNV immer prioritär gegenüber den anderen ÖPNV-Mitteln behandelt werden. In Potsdam trifft dies auf die Tram zu. Folgende Punkte sind bei der Neuanschaffung der Fahrzeuge zu berücksichtigen:

- Prüfung der betrieblichen Voraussetzungen für den Einsatz des gewünschten Tram-Typs (Streckenführung, Gleisbett, Stromversorgung, Wartungseinrichtungen, Personal etc.),
- Verhandlungen mit Tram-Herstellerunternehmen und Suche nach dem Fahrzeugtyp mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis,
- rechtzeitige Beantragung aller Fördermittel und
- langfristige Planung für vollständige Substitution des KT 4D-Fuhrparks.

3.2 Energieeinsparung durch Beschleunigung des ÖPNV (Tram, Bus)

Die Attraktivität eines ÖPNV-Mittels bezieht sich nicht primär auf Faktoren wie Innenraumgestaltung, Fahrgastinformation oder technische Maßnahmen am Fahrzeug, sondern auf dessen Schnelligkeit, Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit. Demgegenüber steht jedoch die Tatsache, daß die Reisegeschwindigkeit des ÖPNV in den letzten Jahren ständig abgenommen hat. Die ständigen Behinderungen des Fahrtablaufes durch den MIV bzw. Lieferverkehr und die flächenhafte Einrichtung von Lichtsignalanlagen (LSA) mit festen Umlaufzeiten haben Reisegeschwindigkeiten von Bussen und Bahnen von sogar unter 10 km/h zur Folge. Hierdurch werden Unpünktlichkeit, lange Reisezeiten, ver-

²⁵ Aus: SNV, HL, IVB: Verkehrsentwicklungsplan für die Stadt Potsdam (Kurzfassung), Berlin, Mai 1993.

paßte Anschlüsse und auch eine ständig steigende Energieineffizienz sowie Einnahmeverluste bei der Verkehrsgesellschaft durch weniger Fahrgäste verursacht. Hohe Umlaufzeiten führen zu erheblichen Kosten beim Verkehrsbetrieb (Personalkosten, Fahrzeugaufwand). Diese liegen oft um den Faktor 10 höher die Kosten für den Energiemehraufwand²⁶.

Da die Tram mit ca 4,7 Mio Wagen-km/a Fahrleistung, 95.000 Personen-km/a Beförderungsleistung sowie mit 108 km Streckenlänge (einfach) das Grundverkehrsmittel der Stadt Potsdam darstellt, ist deren kurz- bis mittelfristige Beschleunigung von besonderer Bedeutung. Im Rahmen dieser Studie werden zwei Pilotprojekte für die integrierte Beschleunigung von Tram- und Busverkehr an zwei Verkehrsengpässen vorgeschlagen und hinsichtlich energetischer, umweltrelevanter und Kostenaspekte berechnet.

3.2.1 Definition des Maßnahmeansatzes

Konzepte zur Beschleunigung des ÖPNV beziehen sich auf Maßnahmen am Fahrzeug selbst, der Beseitigung von Behinderungen auf dessen Fahrweg (z.B. Busspuren, eigenes Gleisbett für die Tram) und die Bevorrechtigung von Bussen und Bahnen an Kreuzungen durch spezielle Vorrangschaltungen an Lichtsignalanlagen (LSA).

Die Schaffung eigener Fahrwege für ÖPNV-Mittel umfaßt einerseits bauliche, verkehrsregelnde oder Markierungsarbeiten. Hierbei ist die Schaffung einer Eigentrasse für Tramfahrzeuge wegen der im Vorfeld zu treffenden politischen Entscheidungen (Planfeststellungsverfahren) und des hohen baulichen Aufwandes besonders zeit- und kostenintensiv. Andererseits liegt die besondere Notwendigkeit für diese Maßnahme darin begründet, daß Schienenfahrzeuge aufgrund ihrer Trassierung Hindernissen nicht ausweichen können. Eine kostengünstigere Variante ist an dieser Stelle die Abmarkierung des Gleiskörpers in Verbindung mit verkehrsregelnden Maßnahmen (Wegnahme von Linksabbiegerspuren), was auch für Busspuren relevant ist.

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für den Einsatz von LSA-Bevorrechtigungen für Busse und Bahnen ist das Vorhandensein einer eigenen Verkehrsfläche (Busspur, eigener Gleiskörper) für das betreffende Verkehrsmittel, weil sonst die betreffende Straßenbahn oder Bus ebenso "im Stau stehen" würde wie der restliche Verkehr und damit eine Bevorrechtigung sinnlos wäre. Technisch gesehen, erfolgt die Bevorrechtigung durch Grünzeitmodifikation der entsprechenden LSA. Hierunter sind Abwandlungen des allgemeinen Phasenumlaufs zu verstehen, die entweder eine Grünzeitanforderung bzw. Rotzeitverkürzung oder eine Grünzeitverlängerung bewirken, je nachdem, ob das Fahrzeug bei Grün oder Rot einen definierten Meldepunkt passiert. Dieser wird als der Ort bezeichnet, von dem aus die Annäherung der Fahrzeuges an die Steuereinheit der LSA übertragen wird (z.B. Infrarotbaken, Induktionsschleifen).

Maßnahmen am Fahrzeug beziehen sich auf die Verkürzung der Verlustzeiten an Haltestellen durch Einflußnahme auf Fahrgastwechselzeiten durch breitere Zu- und Abgänge, Türschließzeiten, Höhe des Wagenbodens, zeiteffiziente Abfertungsverfahren (Entrichtung des Fahrpreises) und andere. Ein zusätzlicher Aspekt in Bezug auf Verringerung von Verlustzeiten bezieht sich auf die Gestaltung von Haltestellen.

²⁶ A. Jahn et. al.: Energieeinsparung durch den Einsatz von Mikroelektronik zur nutzerorientierten Information, Kommunikation und Steuerung im ÖPNV, Berlin, 1991.

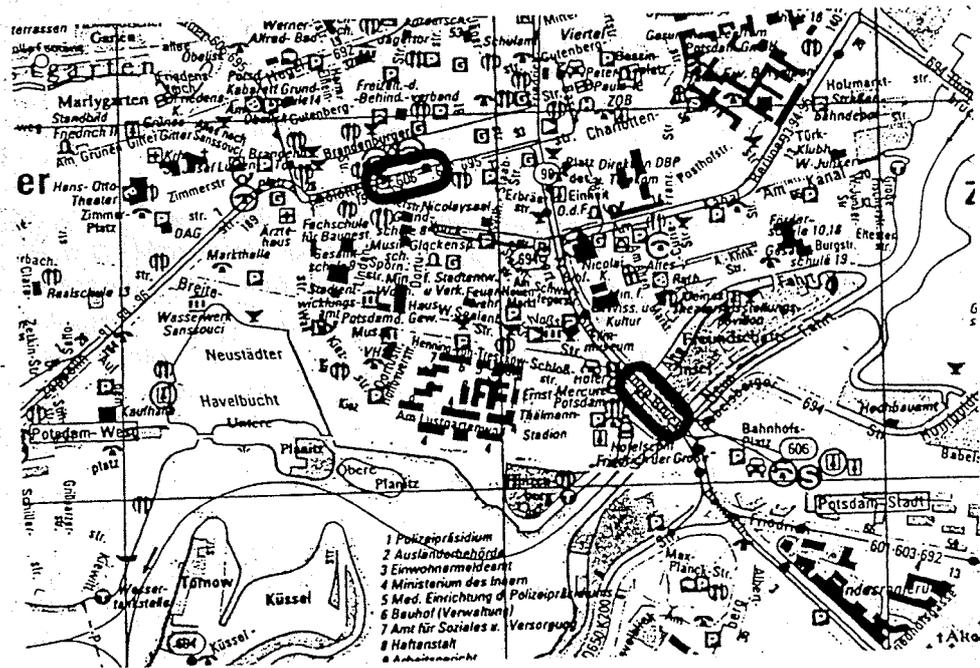


Abb. 3-4: Kennzeichnung der beiden Untersuchungsgebiete

3.2.2 Aktuelle Dispositionsmasse

Zwei Verkehrsengepässe mit in Spitzenzeiten katastrophalen Verlustzeiten für Busse und Bahnen durch Behinderungen durch den Autoverkehr befinden sich auf der Langen Brücke (von Breite Straße bis Leipziger Str./Friedrich-Engels-Str.) und in der Charlottenstr. (von Schopenhauer Str. bis Friedrich-Ebert-Str.).

Im folgenden wird exemplarisch für den gesamten ÖPNV die integrierte Bus- und Trambeschleunigung in diesen beiden Bereichen diskutiert.

3.2.2.1 Bus- und Trambeschleunigung auf der Langen Brücke

Auf der Langen Brücke verfügt die Tram über ein eigenes Gleisbett und durchfährt das Untersuchungsgebiet mit relativ geringen Verlustzeiten. Auf der anderen Seite liegt die Streckenführung von 12 Buslinien mit einem Busdurchsatz von ca. 25 Bussen/h (an Wochentagen, Büroarbeitszeit) auf der Brücke. Behindernd auf den Busverkehr wirkt der in Richtung Caputh, Wilhelmshorst und Bergholz-Rehbrücke bzw. der in die Innenstadt fließende PKW- und Wirtschaftsverkehr, so daß lange Verkehrsstaus, die z.T. bis weit in die auf die Brücke führenden Zufahrtsstraßen zurückwirken, alltägliches Straßenbild sind. Zusätzlich verstärken die auf der Brücke eingerichteten Bushaltestellen das Verkehrschaos, so daß sich in Spitzenzeiten unakzeptable Verlustzeiten für den Busverkehr ergeben.

In vielen europäischen Städten, wie z.B. in Mailand (Italien) und Graz (Österreich), wird die gemeinsame Nutzung von Fahrwegen durch Bus und Tram erfolgreich durchgeführt und es konnten überwiegend nur positive Erfahrungen in Bezug auf Fahrzeiten und Pünktlichkeit der Verkehrsmittel gesammelt werden. Problematisch für das Fahren von Bussen auf abmarkierten eigenen Gleiskörpern für Schienenfahrzeuge ist die Breite der Busse. Da Busspuren im allgemeinen breiter angelegt werden müssen als Bahnkörper, reicht in vielen Fällen der Raum für Busspuren nicht mehr aus. Im Untersuchungsgebiet

beträgt Breite des Tram-Gleisbettes ca. 6,4 m, was eine mögliche Breite der Busspur pro Richtung von 3,2 m ergibt. Nach der RAS-Ö (Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil: Anlagen des öffentliche Personennahverkehrs, Abschnitt 2: Omnibus und Obus²⁷) beträgt die Mindestbreite (unter Berücksichtigung der Außenspiegel) von Busspuren 3,15 m. Mit diesem Hintergrund ist die Anlage von Busspuren auf dem Tram-Gleisbett durchaus möglich.

Auf dem Berliner Kurfürstendamm beträgt die Busspurbreite 3,5 m. Unter Berücksichtigung dieses Vergleichswertes ist gegebenenfalls eine Verbreiterung der Tram/Busspur um 10 cm je Seite (ergibt 3,3 m je Spur) auf der Langen Brücke sinnvoll. Dies ergäbe eine Reduzierung der Spurbreite für den MIV von 10 cm je Spur (von ca. 3,2 m auf 3,1 m), was durchaus vertretbar ist. Hingegen kann die Einengung des Fußgänger/Fahrradweges zugunsten des MIV nicht im Interesse der Verkehrspolitik liegen.

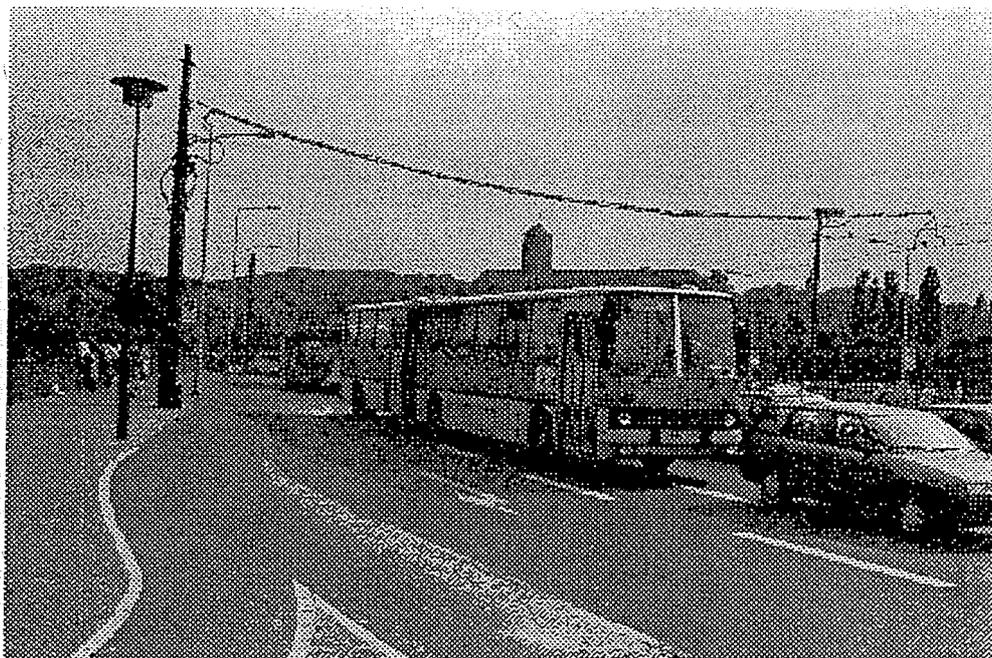


Abb. 3-5: Behinderung des Busverkehrs durch Staus auf der Langen Brücke

Unter diesen Gesichtspunkten erscheint der gemeinsame Betrieb der 12 Buslinien und 4 Tramlinien, die über die Lange Brücke führen, auf einem gemeinsamen Fahrweg sinnvoll und notwendig. Hiermit wäre einerseits der bis auf die auf die Brücke führenden Zufahrtsstraßen vom MIV unbehinderte Fahrtablauf von Bussen und Bahnen gewährleistet, andererseits würde der PKW-Verkehr beschleunigt, da die Bushaltestellen auf der Brücke entfallen würden und somit der Fahrtablauf nicht durch haltende Busse gestört würde. Folgende Arbeitsschritte sind für die Einrichtung einer gemeinsamen Bus/Tramspur und der meßbaren Beschleunigung von Bussen und Bahnen in diesem Bereich erforderlich:

- Gewährleistung des unbehinderten Betriebs der Tram im Untersuchungsbereich durch Bevorrechtigungsanlagen an den LSA Leipziger Str./Heinrich-Mann-Allee, Friedrich-Engels-Str./Heinrich-Mann-Allee, Brauhausberg/Heinrich-Mann-Allee, Babelsberger

²⁷ aus: G. Groche, E. Thieme: Handbuch für den öffentlichen Personennahverkehr, Darmstadt, 1980.

Str./Lange Brücke²⁸. Durch den gemeinsamen Bus/Trambetrieb ist damit auch die Bevorrechtigung des Verkehrsmittels Bus an den betreffenden Kreuzungen gewährleistet.

- Einebnung des Tram-Gleisbettes zum Betrieb von Bussen. Trennung vom MIV wie bisher durch Spurerhöhung bzw. durch Abmarkierung des Fahrweges. Evtl. Verbreiterung der Tram/Busspur um insgesamt 20 cm zuungunsten der Spurbreite des MIV.
- Modifikation der Tram-Haltestelle auf der Langen Brücke für gemeinsame Nutzung mit dem Bus (Doppelhaltestelle).
- Vorher-Nachher-Messungen der Umlaufzeiten von Bussen und Bahnen und Anpassung des Fahrplanes an die neuen Gegebenheiten.

Als letzter Schritt ist die Einrichtung einer bedarfsabhängigen Fußgängerrampe sinnvoll, die bei Einfahren eines Busses bzw. einer Tram in den Haltestellenbereich "Grün" für Fußgänger anfordert und so das gefahrlose Erreichen des Verkehrsmittels ermöglicht.



Abb. 3-6: Gleisbett der Tram und Stau auf der Langen Brücke

3.2.2.2 Bus- und Trambeschleunigung in der Charlottenstraße

Ein weiterer Schwerpunkt für die Beschleunigung von Bussen und Bahnen befindet sich in der Charlottenstraße. Insgesamt führen acht Buslinien und vier Tramlinien über diese ca. 650 m lange Strecke. Weder die Tram noch der Bus verfügt bis jetzt über einen eigenen Fahrweg und so sind Behinderungen durch den PKW- und Wirtschaftsverkehr sowie durch falschparkende Fahrzeuge und Anlieferer an der Tagesordnung.

Auch hier sind die straßenbaulichen Verhältnisse für die Einrichtung einer gemeinsamen Tram/Busspur durch eine Gesamtstraßenbreite von ca. 13 m gegeben. Ginge man von einer Busspurbreite von 3,3 m aus, verbliebe pro Richtung eine Fahrspur für den

²⁸ in Anlehnung an: SNV: Beschleunigungsprogramm für Straßenbahnen in Potsdam, Berlin, 1993.

MIV mit einer Breite von ca. 3,2 m. Etwa alle drei Minuten durchfährt eine Tram bzw. ein Bus das Untersuchungsgebiet (an Wochentagen, Büroarbeitszeit), womit die vorgeschlagene Maßnahme ebenfalls gerechtfertigt erscheint.

Folgende Arbeitsschritte sind für die Einrichtung einer gemeinsamen Bus/Tramspur auf der Charlottenstraße in Betracht zu ziehen:

- Eine Abmarkierung der Tram/Busspur ist in diesem Bereich absolut ausreichend. Dies ist eine sehr kostengünstige Variante, die zudem ohne Planfeststellungsverfahren bzw. hohen baulichen Aufwand zu realisieren ist. Eine Möglichkeit wären an dieser Stelle weiße, durchgezogene Linien, die durch angeschrägte Querbalken verbunden sind.



Abb. 3-7: Busse im Stau in der Charlottenstraße

- Modifikation der Tram-Haltestelle an der Kreuzung Charlottenstr./Dortustr. für gemeinsame Nutzung mit dem Bus (Doppelhaltestelle).
- Einrichtung eines uneingeschränkten Halteverbots auf der verbleibenden MIV-Spur.
- Einrichtung von Ladezonen für den Wirtschaftsverkehr zuungunsten der Parkflächen auf dem Bürgersteig.
- Vorher-Nachher-Messungen der Umlaufzeiten von Bussen und Bahnen und Anpassung des Fahrplanes an die neuen Gegebenheiten.

Die Bevorrechtigung von Bussen und Bahnen an der Kreuzung Charlottenstr./Dortustr. erscheint nicht notwendig, da sich die Haltestelle direkt vor der LSA befindet und damit die Tram oder der Bus sowieso anhalten muß.

Desweiteren muß betont werden, daß die vorgeschlagene Maßnahme nur durch strikte polizeiliche Überwachung der Einhaltung der Halte- und Überfahrverbote wirkungsvoll umgesetzt werden kann.

3.2.3 Energieeinsparung

Die Quantifizierung der durch die beiden Demonstrationsvorhaben generierten Energieeinspareffekte werden durch die Verfasser Annahmen getroffen (siehe Anhang 4), die auf Erfahrungswerten deutscher und europäischer Verkehrsunternehmen sowie auf vor Ort unternommenen Zählungen basieren.

Nach Durchführung der einzelnen Rechenschritte konnten folgende Einsparpotentiale ermittelt werden:

- Auf der Langen Brücke errechnet sich aus einem Potential (Bus) von mindestens 1,8% eine Energieeinsparung von 34.300 l Dieselkraftstoff pro Jahr.
- In der Charlottenstraße ergibt sich ein Einsparpotential von 0,8% (15.200 l Dieselkraftstoff) für den Bus und 0,34% (35.200 kWh Elektroenergie) für die Tram.

Aufgrund des geringen Anteils der Langen Brücke und der Charlottenstraße am Gesamtstreckennetz ist im wesentlichen nicht mit indirekten Energieeffekten, d.h. Umsteiger auf den ÖPNV, zu rechnen. Bei der Durchsetzung eines stadtweiten Beschleunigungsprogramms für Busse und Bahnen einhergehend mit gesteigerter Schnelligkeit und Zuverlässigkeit sind jedoch bedeutendere Umsteigerpotentiale zu erwarten.

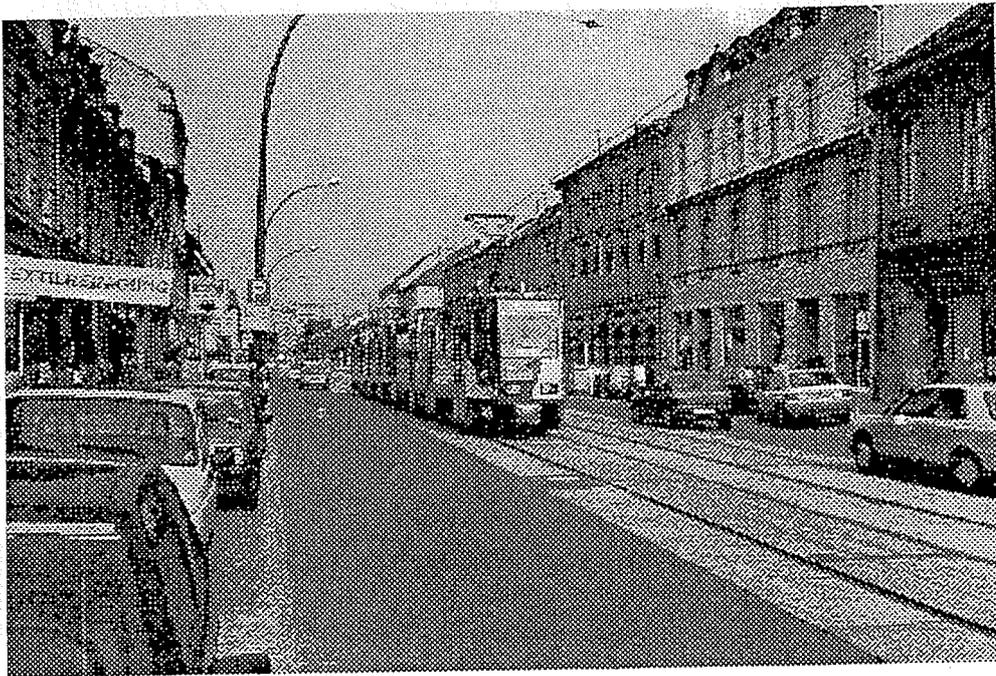


Abb. 3-8: Gleisbett der Tram in der Charlottenstraße

3.2.4 Umweltentlastung

Die im Kapitel 3.2.3 beschriebenen Energieeinsparungen durch die Maßnahmen auf der Langen Brücke und in der Charlottenstraße bewirken folgende Umweltentlastung:

- 49.500 l Dieselkraftstoff: Nach unveröffentlichten MAN-Angaben betragen die durchschnittlichen Emissionsfaktoren für Dieselbusse (in g/kWh): 14 g NO_x, 1,2 g HC, 4 g CO und 0,55 g Partikel. Bei 9,88 kWh/l Dieselkraftstoff ergibt sich eine Gesamteinsparung von 489.000 kWh Dieselkraftstoff. Hieraus errechnen sich vermeid-

- bare Emissionen von 6,84 t NO_x, 0,58 t HC, 1,95 t CO und 0,27 t Partikel pro Jahr.
- 35.200 kWh Elektroenergie: Nach den Angaben des GEMIS-Gutachtens²⁹ können Emissionen von 22,5 kg Schwefeldioxid, 29,5 kg Stickoxide, 3,7 kg Staub und 40,7 t Kohlendioxid pro Jahr vermieden werden.

3.2.5 Kosten und Wirtschaftlichkeit

Zur Veranschlagung der Kosten zur Umsetzung der Maßnahme auf der Langen Brücke sind folgende Fakten zu berücksichtigen:

- Die Kosten für die Bevorrechtigung von Tram und Bus an einer LSA betragen je nach Ausführung 100.000 - 200.000 DM³⁰. Bei der Bevorrechtigung an vier LSA und Kosten pro LSA von 150.000 DM, ergeben sich Gesamtinvestitionskosten von 600.000 DM.
- Zur Einebnung des Tram-Gleisbettes eignet sich keine geschlossene Bitumendecke, da das Erreichen der Schwellkörper jederzeit gewährleistet sein muß. Der sehr kostenintensiven Variante mit Pflastersteinen ist die Einebnung durch Plattenverbau vorzuziehen. Die Kosten hierfür betragen bei einem Materialeinsatz von ca. 800 t³¹ etwa 280.000 DM³². Sollte die Verbreiterung der Tram/Busspur um insgesamt 20 cm in Betracht gezogen werden, ist mit zusätzlichen Kosten etwa in der gleichen Höhe zu rechnen.
- Die Kosten für die Einrichtung der gemeinsamen Bus/Tramhaltestelle sind moderat, da bereits eine moderne Tramhaltestelle auf der Brücke existiert. Die Kosten für deren Modifikation werden mit 200.000 DM veranschlagt.

Die Gesamtkosten für die vorgeschlagene Bus/Trambeschleunigung auf der Langen Brücke betragen demnach 1,36 Mio DM.

Die Kosten für die Tram/Busspur in der Charlottenstraße schlüsseln sich wie folgt auf:

- Die Abmarkierung der Tram/Busspur für diese 650 m lange Strecke ist mit Gesamtkosten von 150.000 DM³³ zu veranschlagen.
- Die Modifikation der Tram-Haltestelle an der Kreuzung Charlottenstr./Dortustr. für gemeinsame Nutzung mit dem Bus (Doppelhaltestelle) ist mit 100.000 DM³⁴ zu beziffern.
- Die verkehrslenkenden Maßnahmen (Halteverbot, Ladezonen für den Wirtschaftsverkehr, Abbiegemarkierungen, Parkflächenausweisung etc.) werden Kosten von ca. 150.000 DM verursachen³⁵.

Die Gesamtkosten für die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen im Bereich der Charlottenstraße betragen ca. 400.000 DM.

²⁹ Hessisches Ministerium für Wirtschaft und Technik, 1990, S. 279.

³⁰ K.-D. Lohrmann, F. Möbus: Beschleunigungsmaßnahmen bei der Stadtbahn in Stuttgart, aus: Der Nahverkehr 4/93.

³¹ 500 m Länge * 6,40 m Breite * 0,25 m Tiefe = ca. 800 t zu verbauendes Material.

³² telefonische Auskunft Hr.Schlesinger (Firma: Berliner Asphalt GmbH) vom 11.8.93: Die Kosten pro t Material betragen incl. Verbau: 300-350 DM/t.

³³ Schätzung des Verfassers

³⁴ Schätzung des Verfassers

³⁵ dies entspricht in etwa den Kosten für die Einrichtung der Busspur auf dem Berliner Kurfürstendamm (Abmarkierung und verkehrslenkende Maßnahmen = 500.000 DM/km); aus: T. Kampet et. al.: Umweltentlastungskonzept Zentrum, Band 1, Berlin, 1991.

Diese Gesamtkosten (bezogen auf beide Vorhaben) sind 1993 zu 95%, 1994 zu 90% und 1995 nur noch zu 85% durch das Land förderfähig³⁶.

3.2.6 Zukünftiger Handlungsbedarf

Neben der kurz- bis mittelfristigen Implementierung der beiden vorgeschlagenen Maßnahmen sollte langfristig die weitere Beschleunigung von Bussen und Bahnen vorangetrieben werden. Dies betrifft beim Verkehrsmittel Bus die Einrichtung von Busspuren, deren örtliche Detaillierung allerdings nicht Gegenstand dieser Studie sein kann. Das Potential für den Bau von vom MIV getrennten Gleisanlagen für die Tram wird schon aus der Tatsache ersichtlich, daß nur ca. 28%³⁷ der Gesamtstreckenlänge von der Tram auf einem eigenem bzw. besonderen Gleisbett befahren wird.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Beschleunigung von ÖPNV-Mitteln ist deren Beschleunigung an LSA, was zukünftig insbesondere beim Neubau bzw. bei der Modernisierung vorhandener LSA eine große Rolle spielen sollte.

3.2.7 Organisatorisch-rechtlicher Handlungsrahmen

Die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen auf der Langen Brücke sollten im Gesamtrahmen der sowieso geplanten Modernisierung dieses Verkehrsengpasses erfolgen. Angesichts der nach jüngsten Untersuchungen ermittelten Gesamtkosten für die Instandsetzung der Brücke von etwa 12 Mio DM³⁸ erscheinen die Kosten für die Tram/Busspur von 1,36 Mio DM moderat.

Auch die für die Charlottenstr. vorgeschlagenen Maßnahmen stellen von der Kosten- seite her die günstigste Variante dar, die zudem zu einem Großteil durch Landesfördermittel abdeckbar ist.

Folgende Punkte sind bei der Planung und Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen zu berücksichtigen:

- Initiierung der für die Durchführung der Maßnahmen erforderlichen politischen Entscheidungen (z.B. Planfeststellungsverfahren),
- Verhandlungen mit Straßenbau- und Elektronikunternehmen über kostengünstige Varianten für die Einrichtung der Tram/Busspur (Einebnung, Markierung) und Signalisierungsmaßnahmen,
- Einbindung der vorgeschlagenen Signalisierungsmaßnahmen in ein verkehrliches Gesamtkonzept,
- vorher-nachher Untersuchungen über Fahr- und Verlustzeitmessungen und Fahrplananpassung,
- rechtzeitige Beantragung aller Fördermittel und
- langfristige Planung für weitere Beschleunigung von Bussen und Bahnen.

Beide Demonstrationsvorhaben können einen bedeutenden Schritt in Richtung einer bürgerfreundlichen Verkehrspolitik darstellen und so in einem hohem Grad das Interesse der Stadt widerspiegeln, den ÖPNV konsequent zu fördern und die sich ständig ausweitende Vormachtstellung des Verkehrsmittels "PKW" zurückzudrängen.

³⁶ telefonische Auskunft von Hr. Lange, Landesregierung Brandenburg vom 11.8.93.

³⁷ errechnet aus Angaben des Verkehrsbetriebes Potsdam.

³⁸ nach: Tagesspiegel 7.8.93: Die Holperstrecken bleiben.

Literatur

- SNV Studiengesellschaft Verkehr mbH, HL Hoffmann-Leichter, Beratende Ingenieure, IVB Ingenieuresellschaft Verkehr mbH: Verkehrsentwicklungsplan für die Stadt Potsdam (Kurzfassung), Magistrat der Stadt Potsdam, Berlin, Mai 1993.
- Arbeitsgemeinschaft G. Borch, F.C. Matthes, H.-J. Ziesing: Aktualisierung von Energieszenarien und Erarbeitung eines energiepolitischen Handlungskonzeptes für Berlin (Abschlußbericht), Studie in Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin, Juli 1992.
- SNV Studiengesellschaft für Verkehr mbH: Beschleunigungsprogramm für die Tram in Potsdam, Berlin, 1993
- Groche, G., E. Thieme: Handbuch für den öffentlichen Personennahverkehr, Darmstadt, 1980.
- Jahn, A., et al.: Energieeinsparung durch den Einsatz von Mikroelektronik zur nutzerorientierten Information, Kommunikation und Steuerung im ÖPNV, Berlin, 1991.
- Lohrmann, K.-D., F. Möbus: Beschleunigungsmaßnahmen bei der Stadtbahn in Stuttgart, aus: Der Nahverkehr 4/93.
- Kampet, T., et al.: Umweltentlastungskonzept Zentrum, Band 1, Berlin, 1991.
- Jahn, A., et al.: Energiekonzept Berlin, Verbrauchernähe Strategien zur Energieeinsparung, Berlin, 1992.
- Jahn, A., et al.: Verkehrskonzept Rheingau-Taunus-Kreis, Berlin, Bad Schwalbach, 1990.

A.3 Anhang zu Abschnitt 3

Die Quantifizierung der durch die beiden Demonstrationsvorhaben generierten Energieeinspareffekte werden durch die Verfasser folgende Annahmen getroffen, die auf Erfahrungswerten deutscher und europäischer Verkehrsunternehmen sowie auf vor Ort unternommenen Zählungen basieren:

1. Lange Brücke: Aufgrund der hohen Verlustzeiten des Busverkehrs auf der Langen Brücke wird hier ein Beschleunigungseffekt (bezogen auf das Untersuchungsgebiet) von 20% erwartet. Die resultierende Beschleunigung des Tramverkehrs ist gleich Null; einerseits ist eine Beschleunigung an den vier LSA zu erwarten, diese wird jedoch wiederum durch den zusätzlichen Busverkehr auf den Tramgleisen "aufgebraucht".
2. Charlottenstr.: Die Beschleunigung von Bussen und Bahnen durch einen gemeinsamen, vom MIV abgetrennten Fahrweg in der Charlottenstr. beträgt 12%.
3. Lange Brücke: Das 500 m lange Untersuchungsgebiet hat einen Anteil am Gesamtliniennetz (Bus) von 0,77%³⁹. Das Liniennetz (einfach) des Verkehrsbetriebes Potsdam beträgt 60,05 km⁴⁰. Da für die Havelbusgesellschaft als Regionalbusgesellschaft bezogen auf das Potsdamer Stadtgebiet keine Werte zur Verfügung standen, wurde folgende Annahme getroffen: Die Gesamtfahrleistungen Verkehrsbetrieb Potsdam : Havelbusverkehrsgesellschaft für das Potsdamer Stadtgebiet, verhalten sich wie 2,6 Mio Wagen-km/a : 3 Mio Wagen-km/a⁴¹ (also 1 : 1,15). Wichtet man die Liniennetzlänge des Verkehrsbetriebes Potsdam mit 1,15, ergibt sich die Länge von ca. 69 km (anteilig für Stadtgebiet Potsdam) für die Havelbusverkehrsgesellschaft. Dies ergibt die Gesamtliniennetzlänge (Bus) von 129 km. Da im Untersuchungsgebiet 12 Buslinien verkehren, ergibt sich ein Anteil am Gesamtstreckennetz (Bus) von 9,2%⁴². Unter den Annahmen, daß dieser Anteil auch dem Gesamtenergieverbrauch des Verkehrsmittels Bus und die Beschleunigung von 20% dem Energieeinsparpotential entspricht (durch energiesparende Fahrmodi), ergibt sich ein Einsparpotential von mindestens 1,8%⁴³ am Gesamtenergieverbrauch. Hieraus errechnet sich ein Potential von 34.300 l Dieselkraftstoff⁴⁴ pro Jahr.
4. Charlottenstr.: Die Gesamtliniennlänge der Tram beträgt 138,15 km, d.h. die Tramstrecke in der Charlottenstraße hat einen Anteil von 3,75%⁴⁵ am Gesamtliniennetz. Die Busstrecke hat einen Anteil von 8%⁴⁶ am Gesamtliniennetz. Analog wie für die Lange Brücke berechnet, ergeben sich Einsparpotentiale von 0,8%⁴⁷ (15.200 l Dieselkraftstoff⁴⁸) für den Bus und 0,34%⁴⁹ (35.200 kWh Elektroenergie⁵⁰) für die Tram.

³⁹ $0,5 \text{ km} * 2 \text{ (2 Richtungen)}/129 \text{ km Gesamtstreckenlänge}$.

⁴⁰ Angaben des Verkehrsbetriebes Potsdam.

⁴¹ Angaben der Havelbusgesellschaft.

⁴² $0,77\% * 12 \text{ Buslinien}$.

⁴³ $0,092 * 0,20 \text{ Einsparpotential} = 1,8\% \text{ Gesamteinsparpotential}$.

⁴⁴ $1,91 \text{ Mio l Diesel Gesamtverbrauch} * 0,018 = 34.300 \text{ l Diesel/a}$.

⁴⁵ $4 \text{ Tramlinien} * (0,65 \text{ km} * 2 \text{ (2 Richtungen)})/138,15 \text{ km Gesamtlänge}$.

⁴⁶ $8 \text{ Buslinien} * (0,65 \text{ km} * 2 \text{ (2 Richtungen)})/129 \text{ km Gesamtlänge}$.

⁴⁷ $0,08 * 0,1 \text{ Einsparpotential} = 0,8\% \text{ Gesamteinsparpotential}$.

⁴⁸ $1,91 \text{ Mio l Diesel Gesamtverbrauch} * 0,008 = 15.200 \text{ l Diesel/a}$.

⁴⁹ $0,034 * 0,1 \text{ Einsparpotential} = 0,34\% \text{ Gesamteinsparpotential}$.

⁵⁰ $10,365 \text{ Mio kWh Gesamtverbrauch Tram} * 0,0034 = 35.200 \text{ kWh/a}$.