

Mobilität der Zukunft



Herausforderungen des ÖPNVs in der
Zukunft und mögliche Lösungsansätze

Betreuende Lehrkraft : Bernd Sluka
FOS / BOS – Passau
Heiliggeistgasse 10

Erstellt von:
Julia Sabrina Süß
Ort 16
94032 Passau

Inhaltsverzeichnis

1. Car-Sharing im Praxistest – ein Erfahrungsbericht	2
2. Analyse der aktuellen Lage des ÖPNV 2016	3
2.1. ÖPNV	3
2.2 Daten, Zahlen und Fakten	3
2.2.1 Deutschland	3
2.2.2 München.....	3
2.2.3 Passau	3
2.2.4 Landkreis Passau (Verkehrsgemeinschaft Landkreis Passau).....	3
3. Gesellschaftlich, ökonomische und ökologische Herausforderungen des ÖPNV in der Zukunft und mögliche Lösungsansätze	4
3.1 CarSharing	4
3.1.1 Parkplatzmangel	4
3.1.2 Lösungsansatz: gemeinschaftliches Nutzen eines PKWs - CarSharing	4
3.2. Fahrscheinloser ÖPNV.....	7
3.2.1. Problematik	7
3.2.2. Lösung: Fahrscheinloser ÖPNV.....	8
3.3. Hybridbusse bei der ÖPNV – Vergleich reine Diesel- und Hybridtechnologie.....	10
3.3.1 Allgemeine Angaben zum Messverfahren.....	10
3.3.2 Der Verbrauch.....	11
3.3.3 Die Abgasemissionen	12
3.3.4 Die Geräuschemissionen.....	13
4. Abschließendes Fazit.....	14
5. Literaturverzeichnis	15
6. Abbildungsverzeichnis.....	15
7. Tabellenverzeichnis.....	16

1. Car-Sharing im Praxistest – ein Erfahrungsbericht

Als Einstieg in meine Seminararbeit möchte ich Ihnen über meinen Selbstversuch mit Car-Sharing in Passau berichten.

Auf der Messe – Mobilität 2050 - in München erhielt ich Informationen und Vertragsvorlagen um mich erfolgreich als Kunde anzumelden.

Die Zeitspanne der Messe bis zum möglichen Ausleihen eines Fahrzeuges belief sich auf 2 Tage.

Das erste Fahrzeug, welches ich getestet habe, war der Fahrzeugtyp Renault Zoe. Ich reservierte mir das Elektrofahrzeug für 2 Stunden und ging von einer Reichweite von ca. 100 Kilometer aus. Angekommen am Fahrzeug war dieses nur zu 60 % aufgeladen und dementsprechend geringer die Fahrmöglichkeit. Da ich jedoch nur Besorgungen innerhalb von 15 Kilometern erledigen wollte war dies kein Problem für mich. Das Auto ließ sich angenehm fahren, war gepflegt und in einem einwandfreien Zustand. Während der Fahrt konnte ich fast keine Geräusche oder Lärm wahrnehmen. Nun wusste ich, dass Besorgungen mit einem Elektroauto in der Stadt kein Problem waren. Doch würde es funktionieren meine Mutter (ca. 25 km von Passau entfernt) und am selben Tag noch meine Schwester (ca. 20 km) zu besuchen?

Ich weiß aus eigener Erfahrung, dass Menschen die auf dem Land leben, oftmals weit über 50 oder 80 Kilometer an einem Tag zurücklegen. Würde mir die Reichweite eines Elektrofahrzeuges auch auf dem ländlichen Raum reichen? Diesen Selbstversuch wollte ich unbedingt wagen und buchte mir sofort ein Elektrofahrzeug Typ Smart für einen ganzen Tag. Das Auto war wie gewohnt sauber, gepflegt und zu 100% aufgeladen. Als erstes besuchte ich meine Mutter, keine Komplikationen. Auf der Rückfahrt nach Passau beschäftigte mich die Frage wohin mit dem Auto? Ich wohne in der Altstadt und wollte natürlich das Auto so nah wie möglich an meinem Wohnort parken. Eine Ladestation oder eigens einen Parkplatz wird in der Altstadt von Passau leider nicht angeboten. Somit entschied ich mich das Fahrzeug in der Nähe meiner Wohnung auf einem normalen Parkplatz abzustellen. Abends begann ich den 2. Abschnittes meines Versuchs. Laut meinen Berechnungen müsste der restliche Akkustand genügen um Vilshofen zu erreichen. Jedoch fiel der Akku während der Fahrt immer rapider ab und meine Berechnungen waren in diesem Moment völlig in Luft aufgelöst. Mein Blick ließ nicht mehr ab vom Akkustand. Jeden möglichen Stromverbraucher schielt ich sofort ab wie z.B. das Radio, die Heizung oder anderen Luxus. Die letzten 10 km hoffte und bangte ich, nicht auf einsamer Straße stehen zu bleiben. Kurz vorm Ziel zeigte mir das Auto noch genau 1 % an. Mit fast leerem Auto fuhr ich den Bahnhof an und konnte dort sofort das Auto an der Ladestation ans Netz stecken.

Nach 3 Stunden war der Smart wieder auf 100 % aufgeladen und die Heimreise gesichert.

2. Analyse der aktuellen Lage des ÖPNV 2016

2.1. ÖPNV

Der öffentliche Nahverkehr ist in unserer Kultur ein unverzichtbarer Bestandteil.

Deren Hauptaufgabe besteht darin, allen Menschen einen leichten Zugang zu öffentlichen Verkehrsmittel zu gewähren. Der öffentliche Personennahverkehr bezieht sich auf die Beförderung von Personen im Berufs-, Einkaufs- oder sonstigen alltäglichen Situationen mit Fahrzeugen des Straßen- und Schienenverkehrs. Nutzer des ÖNV sind alle Personen ob Kinder, Rentner, Touristen, Familien oder Menschen mit Behinderung.

Die individuelle Mobilität wird von verschiedenen Faktoren gelenkt. Zum einen beeinflussen Gewohnheiten, Möglichkeiten der Bewegung oder die Psychologie die Entscheidung der Fortbewegung.

2.2 Daten, Zahlen und Fakten

2.2.1 Deutschland¹

Jährlich werden mit dem deutschen öffentlichen Nahverkehr 10 Mrd. Fahrgäste befördert. Dies entspricht 93 Mrd. Personenkilometer. Unter Personenkilometer versteht man die Kennzahl zur Berechnung der Verkehrsleistung von dem Personenverkehr. Errechnet wird dies durch die Zahl der beförderten Personen und die von ihnen zurück gelegten Kilometer. Im Vergleich zum Pkw spart der ÖPNV mit dieser Leistung rund 44 % Emissionen ein. Die gesamte Verkehrsleistung wird dabei mit 60 Tsd. Fahrzeugen bewerkstelligt. Davon sind 36 Tsd. Linienbusse und 16 Tsd. Züge. Der Rest setzt sich aus Tram, S- & U- Bahnzügen zusammen.

2.2.2 München¹

München mit seinen rund 1,5 Millionen Einwohnern, befördert jährlich rund 556 Millionen Fahrgäste. Dabei werden ca. 2,6 Mrd. Personenkilometer mit 1133 Fahrzeugen zurückgelegt. Diese setzen sich aus 580 U-Bahnzügen, 95 Straßenbahnwagen und 457 Linienbusse zusammen.

2.2.3 Passau¹

Derzeitig werden von den 50 Tsd. Einwohner Passau´s jährlich 8 Millionen Fahrgäste befördert.

Dies entspricht einem Personenkilometer von 32 Millionen. Die Gesamtlinielänge von 657,9

Kilometer werden mit 39 Fahrzeuge zurückgelegt.

2.2.4 Landkreis Passau

Der Landkreis Passau befördert ca. 8 Millionen Personen jährlich mit 72 Buslinien und 2

¹VDV-Statistik 2014 (2014), Seite 59,60

Schienenstrecken. Dabei werden 2057 Kilometer Streckenlänge zurückgelegt.²

3. Gesellschaftlich, ökonomische und ökologische Herausforderungen des ÖPNV in der Zukunft 2020 und mögliche Lösungsansätze

3.1 CarSharing

3.1.1 Parkplatzmangel

Durch stetig zunehmende Landflucht und Wachstum der deutschen Bevölkerung³ wird der Platz in den Metropolen wie München immer weniger. Besonders sichtbar wird dies am großen Parkplatzmangel. Es werden immer mehr Autos aber nicht mehr Parkplätze. Eher im Gegenteil, die Anzahl an Parkplätzen sinkt. Im Durchschnitt fährt ein Deutscher nur eine Stunde am Tag. Das bedeutet der private PKW hat eine Stillstandquote von 95%.

3.1.2 Lösungsansatz: gemeinschaftliches Nutzen eines PKWs - CarSharing

Eine Möglichkeit um Platz zurück zu gewinnen wäre das Prinzip des Car-Sharing. Das englische Wort bedeutet im deutschen „Auto-Teilen“.⁴ Es handelt sich dabei um verschiedene Car-Sharing-Initiativen und Unternehmen die Fahrzeuge zur Verfügung stellen, damit sie angemeldet Kunden nutzen können. Um Kunde eines Car-Sharing Anbieters zu werden, benötigt es nur einen Vertrag und je nach Anbieter eine Anmeldegebühr oder monatlich zu zahlende Beiträge.

An verschiedenen Standorten stehen unterschiedliche Autotypen bereit und können je nach Bedarf und Einsatzzweck gebucht und genutzt werden. Dies kann per Telefonanruf, Internetbuchung oder der Buchung mit einer dafür programmierten App geschehen. Nach der Benutzung eines Fahrzeuges muss der Kunde das Fahrzeug wieder zurück an die Station bringen oder auf andere für das Fahrzeug vorbestimmte Parkmöglichkeiten. Es handelt sich hierbei um das gemeinsame Nutzen von Fahrzeugen von mehreren Personen.

Kosten für Reinigung des Fahrzeugs, Instandsetzung, Versicherung oder ähnliches entfallen für den Nutzer des Car-Sharing Angebotes. Diese Kosten übernimmt der Anbieter. Durch die flexible Buchung der Fahrzeuge und den meist unterschiedlichen Autotypen die vom Car-Sharing Unternehmen angeboten werden, kann der Nutzer seine Bedürfnisse flexibel und spontan stillen. Möchten Sie als Familienvater einen Ausflug mit den Kindern unternehmen, besteht die Chance einen Fahrzeugtyp der richtigen Größe zu buchen. Wird jedoch für einen Paarausflug nur ein kleines Fahrzeug benötigt, kann ein kompakterer Fahrzeugtyp in Anspruch

² <http://www.vlp-passau.de/service-infos/die-vlp-stellt-sich-vor/>

³ Vgl.

<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Bevoelkerungsstand.html>

⁴ Vgl. Mobilität im regenerativen Zeitalter (2009) Seite 123

genommen werden. Der benötigte Fahrzeugtyp ist oftmals von verschiedenen, nicht vorhersehbaren Faktoren abhängig. Dadurch kann Flexibilität dem Nutzer von CarSharing gewährleistet werden.

Die Steigende Nachfrage bewirkt eine größere Vernetzung welche es ermöglicht bundesweit Fahrzeuge zu buchen. Um das Angebot attraktiver zu gestalten, kooperieren die C-S-Unternehmen mit den ÖPNV und bieten durch Verknüpfung der beiden kostengünstigere Tarife an. Im folgendem werden die Kosten eines privaten Pkw´ s mit den Kosten der Nutzung von Car-Sharing bei ähnlicher Kilometerleistung verglichen.

Verrechnet werden die anfallenden Kosten meist für Anzahl an gefahrenen Kilometer oder für die Dauer der Nutzung. Wobei die Kosten für den Kraftstoff meist mitinbegriffen sind.

Je nach Fahrverhalten und persönlichen Nutzen eines privaten Autos lassen sich Vergleichsrechnungen aufstellen, die einen Kostenvergleich mit Car-Sharing ermöglichen.

Vorab kann man jedoch sagen, dass desto weniger Kilometer mit einem Fahrzeug zurückgelegt wird, desto kostengünstiger ist die Inanspruchnahme des Car-Sharing Angebotes. Bei der Berechnung welche Alternative kostengünstiger ist, spielen verschiedene Faktoren eine Rolle:

- Abschreibung Wie viel verliert mein Fahrzeug jährlich an Wert?
- Zinsverlust Wie viele Zinsen muss ich zur Finanzierung begleichen?
- Versicherung Wie hoch belaufen sich die Versicherungsbeiträge?
- KFZ-Steuer Wie hoch ist der Steuersatz für mein Fahrzeug?
- TÜV/ASU
- Garage/Stellplatz Wie viel kostet meine Parkmöglichkeit?
- Wartung/Reparaturen Welche versteckten Kosten erwarten mich?

Der ADAC untersucht regelmäßig die Kosten der verschiedenen Fahrzeugmodelle für den Autofahrer und veröffentlicht diese.

Die Kosten für einen fünf Jahre alten Ford Fiesta berechnen sich wie folgt⁵:

Kreditraten (5 000 Euro Kauf-preis): 1 428 Euro

Sprit (bei 5 000 km/Jahr): + 480 Euro

Wartung, Reparaturen usw.: + 500 Euro

Versicherung: + 500 Euro

Kfz-Steuer:+ 60 Euro

Rest-wert (2 000 Euro Verkaufs-preis umge-legt auf 4 Jahre): – 500 Euro

Gesamt-kosten pro Jahr = 2 468 Euro

Kosten pro Monat = 206 Euro

⁵ <https://www.test.de/Carsharing-Teile-und-spare-4330073-4330085/>

Kosten pro Kilo-meter = 0,49 Cent

Diese Tabelle stellt die Kosten des CarSharing-Anbieters „Stattauto“ in München da⁶:

Anzahl Stationen vor Ort	100
Anzahl Fahr-zeuge	375
Aufnahme-beitrag (Euro)	50
Pro Stunde (am Tag) + pro 10 km	2,20 + 2,20
5 Stunden	22
Wochen-ende	198
1 Woche	413

Beispiel: Zwei Fahrten pro Woche für eine Stunde und 10 Kilometer, dazu jede zweite Woche eine Fahrt über 50 Kilo-meter und bis zu fünf Stunden sowie jährlich vier Fahrten zu je 700 Kilo-metern übers Wochenende. Das macht 5140 Jahres-kilometer und würde 1821,6 Euro kosten, durchschnitt-lich 151,8 Euro monatlich, 0,35 Cent pro Kilo-meter.

$$457,6 + 572 + 792 = 1821,6 / 12 = 0,35$$

Wer also auf einen privaten PKW vor der Haustüre verzichten kann, findet im CarSharing-Angebot eine kostengünstige und zugleich umweltfreundliche Alternative. Durch eine Verkehrsverlagerung vom privaten zum öffentlichen PKW und gleichzeitiger Senkung der PKW-Zulassungen wird die Anzahl der Autos in den Metropolen gesenkt und somit dem Problem des Parkplatzmangels entgegengewirkt.

⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an <https://www.test.de/Carsharing-Teile-und-spare-4330073-4330082/>

3.2. Fahrscheinloser ÖPNV

3.2.1. Problematik

Die jetzige Situation des Öffentlichen Personennahverkehrs stellt viele Nutzer vor eine enorme Zahlungspflicht. Für verschiedene Personengruppen sind, die seit Jahren ansteigenden Kosten zur Nutzung des Angebots, eine große Herausforderung. Betrachtet man, dass der Öffentliche Personen Nahverkehr für die gesamte Gesellschaft einen Nutzen schaffen sollte, kann man vorstellen, dass es verschiedene Personengruppen gibt, die sich dieses Angebot nicht leisten können. An einem Beispiel möchte ich dieses verdeutlichen.

Betrachtet man die Fahrkosten im ländlichen Raum, innerstädtisch und in einer Metropole von einem variabel gewählten Standpunkt zum Bahnhof ergeben sich unterschiedliche Kosten.

Möchte man sich im Raum München mit den Öffentlichen Verkehrsmittel bewegen kann man aus einem nach Ringen um das Zentrum aufgegliedertem Angebot wählen.

Hält man sich in einem Bereich der ersten vier Ringen auf und möchte den Hauptbahnhof erreichen, so belaufen sich die Kosten für das Ticket zum Hauptbahnhof auf 2,70 €.

Die Preise zur Nutzung des Öffentlichen Nahverkehrs in Passau werden pauschal vorgeschrieben. So kostet eine Einzelfahrt immer 1,80 €. Wobei in Passau die Möglichkeit besteht mit diesem Ticket mehrere Stadtbusse in Anspruch zu nehmen um den Zielort zu erreichen. Die Streckenlänge spielt hier keine Rolle. So ergibt sich, dass an jeder Haltestelle, in jedem Stadtteil die von den Stadtbussen angefahren wird der Preis zum Hauptbahnhof der gleiche ist.

Auf dem ländlichen Bereich wird vergleichbar wie in München, die Kosten zur Nutzung je nach Länge der Strecke berechnet.

Nimmt man das Dorf Aicha vorm Wald und möchte von diesem Standpunkt den Bahnhof in Passau erreichen, belaufen sich die Kosten für eine einzelne Fahrt auf 4,70€.

Möchte man den täglichen Weg zur Arbeitsstätte mit den Öffentlichen Verkehrsmittel zurücklegen, ergibt sich je nach Wohnort eine beachtliche Summe der zu

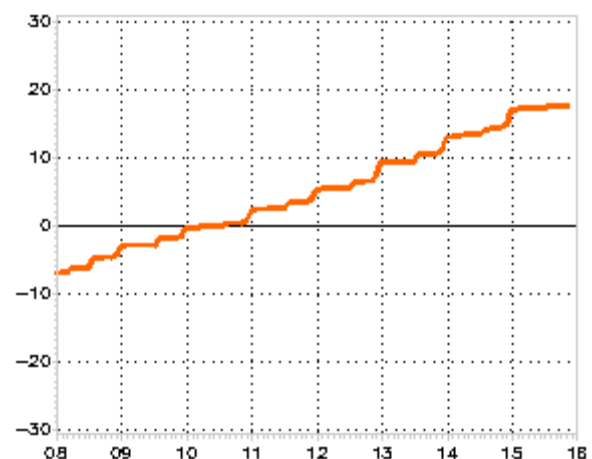


Abbildung 1 Einzel- oder Tageskarte Verbundverkehr, Erwachsene⁷ zum Vergleichsjahr 2010

zahlenden Kosten.⁷

3.2.2. Lösung: Fahrscheinloser ÖPNV

Ziel den ÖPNV kostenlos oder mit einer pauschalisierten Gebühr finanzieren zu lassen, ist es den Bürger zu animieren das Angebot des öffentlichen Nahverkehrs zu nutzen.

Durch das kostenlose Angebot die öffentlichen Verkehrsmittel nutzen zu können, entsteht eine sogenannte „Verkehrsverlagerungseffekt“. Dies bedeutet, dass viele Motorrad und Pkw Fahrer umsteigen und die öffentlichen Verkehrsmittel in Anspruch nehmen werden. Ein positiver Effekt der Verringerung des PKW- Verkehrs ist die sinkende Umweltbelastung und dadurch weniger CO₂ Ausstoß. Ein weiterer positiver Aspekt der Verringerung der PKW´s auf deutschen Straßen ist, dass dadurch die Zahl der Unfälle gesenkt werden kann. Da nicht nur Motorrad und Pkw -Fahrer animiert werden auf den öffentlichen Verkehr umzusteigen, sondern auch Radfahrer und Fußgänger, kann auf mehrere Personengruppen die Unfälle und somit die Unfallkosten gesenkt werden. Des Weiteren lassen sich Kosten für Sanierung und Renovierung einsparen, da durch weniger Abgasausstoß die Gebäude weniger angegriffen und Beschädigt werden.

Bei dem Beitrags- oder auch Haushaltsfinanzierten Nulltarif handelt es sich nicht um ein vollkommen Kostenloses Angebot zur Nutzung der Öffentlichen Verkehrsmittel.⁸ Es werden die Kosten zur Erhaltung und Instandsetzung der Verkehrsmittel auf die Allgemeinheit oder gezielt auf Nutzergruppen umgeschichtet. Ziel des Tarifs ist die Umschichtung der Kosten von öffentlicher Hand zu allen Personen welche den ÖPNV nutzen könnten. Diese Abgabe wird in Fachkreisen auch „Nahverkehrsabgabe“ genannt und kann als Steuer für Bewohner einer Kommune gesehen werden. Vergleichbar mit dieser Abgabe kann man die Fernsehgebühr heranziehen, welche von jedem Nutzer*innen öffentlich-rechtlicher Programme gezahlt werden muss um somit die Grundversorgung zu sichern.

Um den Beitragsfinanzierten Nulltarif umsetzen zu können werden alle Bewohner einer Kommune solidarisch Verkehrsabgaben zahlen müssen. Auch werden diejenigen eine Gebühr zahlen müssen welche den ÖPNV nicht oder nur selten in Anspruch nehmen.

7

https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Indikatoren/Konjunkturindikatoren/Preismonitor/AutoVerkehr/einzelfahrkarteDiagramm.png?__blob=normal

8

https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Publikationsdatenbank/Oeffentlicher_Personennahverkehr/VCD_Hintergrund_OEPNV_Nulltarif_2012.pdf

Als Gegenleistung erhalten die Bewohner der Kommune eine kostenlose Jahreskarte des ÖPNV- Angebotes.

Diese Möglichkeit der Finanzierung des ÖPNV stellt ein großes Potenzial für zusätzliche Einnahmequellen dar. Durch Finanz – und Wirtschaftskrisen in der Vergangenheit, höhere Sozialausgaben der Unternehmen und durch den geografischen Wandel wäre der Beitragsfinanzierten Nulltarif eine große Chance den ÖPNV in der Zukunft zu sichern und die Qualität zu halten.

Konkrete Umsetzung der Pläne dieses Konzeptes wurde für Tübingen angedacht. Rund 85000 Tübinger Einwohner sollten pro Kopf zwischen 100,00 bis 150,00 Euro zahlen. Durch die eingesparten Betriebskosten für Pkw oder Zweirad steigt das verfügbare Haushaltseinkommen. Die Abgabe zur Beitragsfinanzierung dürfte diese Einsparung nicht überschreiten, da die Mehrkosten auf mehrere Schultern verlagert wird und somit nur noch eine geringere Gebühr zu zahlen ist. Durch diese Beiträge könnte man wegfallende Fahrgeldeinnahmen in Höhe von ca. 7 Mio. Euro decken und darüber hinaus Kosten für den Ausbau des Netzes nutzen.⁹Tübingen wäre die erste Stadt in Deutschland welche den ÖPNV mit den Verkehrsabgaben finanzieren würde.

Eine weitere Möglichkeit wäre der Steuerfinanzierter Nulltarif. Unter „Nulltarif“ wird oftmals die kostenlose Möglichkeit bezeichnet die öffentlichen Nahverkehrsmittel zu nutzen. Jedoch wäre die Umschreibung „Fahrscheinloser – ÖPNV“ im diesem Zusammenhang passender. Im Vergleich zum Beitragsfinanziertem Nulltarif unterscheidet sich dieser nur in dem Punkt der Finanzierung. Der Steuerfinanzierte Nulltarif wird größtenteils durch Kommunale Haushaltsmittel finanziert. Das bedeutet, dass der Nutzer des ÖPNV nicht direkt Kosten zu begleichen hat, sondern diese in Form von Steuerzahlungen zu begleicht.

Aufgrund dessen kann auf den Kauf einer Fahrkarte verzichtet werden.

Die Stadt Hasselt in Belgien ist das berühmteste Beispiel für den kostenlosen ÖPNV. Hasselt ist die Hauptstadt der belgischen Provinz Limburg und zählt 70.000 Einwohner.

Durch den Zuwachs am Verkehr und dafür zu enge innerstädtische Räume befand sich Hasselt 1996 vor Sozialen wie auch Finanziellen Problemen. Da der Ausbau des Verkehrsnetzes nicht möglich war, suchte man nach Lösungen um den stetigen Wachstum des Verkehrs gerecht zu werden. Unter dem Bürgermeister Steve Stevaert wurde der kosten bzw. fahrscheinloser ÖPNV eingeführt. Ziel war es, die Menschen zu animieren das Angebot des Öffentlichen Netzes zu nutzen und somit den Gebrauch von PKW zu verringern.¹⁰ Dieses Konzept

⁹ <http://www.zukunft-mobilitaet.net/9011/analyse/kostenloser-oepnv-vorteile-nachteile-effekte/>

¹⁰ <http://www.boeckler.de/pdf/S-2009-207-4-1.pdf>

bewährte sich über 17 Jahre in Belgien. Jedoch wurde 2013 wegen zu Hohen finanzieller Engpässe der kostenlose ÖPNV abgeschafft. Der Fahrpreis beläuft sich nun auf 0,60 € je Fahrt. Diesen Betrag müssen jedoch lediglich Fahrgäste ab dem 20. Lebensjahr bezahlen. ¹¹

3.3. Hybridbusse bei der ÖPNV – Vergleich reine Diesel- und Hybridtechnologie

Um dem VDV-Leitbild „Nachhaltige Mobilität“ gerecht zu werden und damit eine Reduzierung der CO₂- und Geräuschemissionen zu erreichen wird man an dem Elektroantrieb langfristig nicht vorbeikommen. Ein notwendiger Zwischenschritt auf diesem Weg stellt das Hybridkonzept dar. Besonders Busse im städtischen Linienbetrieb eignen sich wegen ihren häufigen Brems-/Anfahrvorgängen und der hohen Stillstands Quote von etwa 30 Prozent für die Hybrid-Technologie, weil hier wesentlich Bremsenergie zurückgewonnen werden kann und im Stand kein Motor läuft.

3.3.1 Allgemeine Angaben zum Messverfahren

Im Folgenden wird ein Vergleich zwischen einem herkömmlichen Dieselmotor und drei Bussen mit Hybridtechnologie hinsichtlich Verbrauch, Abgas- und Geräuschemissionen dargestellt¹². Auf eine Untersuchung der Betriebswirtschaftlichkeit wird hier bewusst nicht eingegangen da die Hybridbusse im Vergleich zum konventionellen Dieselmotor noch nicht einmal annähernd die gleiche Kostenoptimierung in der Produktion durchlaufen hat, was zwangsläufig zu einem höheren Anschaffungspreis führt.

Um möglichst gleichbleibende Bedingungen für die messtechnische Untersuchung der Werte zu gewährleisten, wurden die Test auf dem Rollenprüfstand durchgeführt. Dabei wurde auf die SORT-Zyklen des Internationalen Verbands für öffentliches Verkehrswesen (UITP) und dem Braunschweig-Zyklus zurückgegriffen.

Der Braunschweig-Zyklus wurde 1975 von der technischen Universität Braunschweig entwickelt. Er ist eine Ableitung des damaligen amerikanischen Testzyklus für PKWs ([FTP 75](#))

wobei 16 Haltestellen und 12 verkehrsbedingte

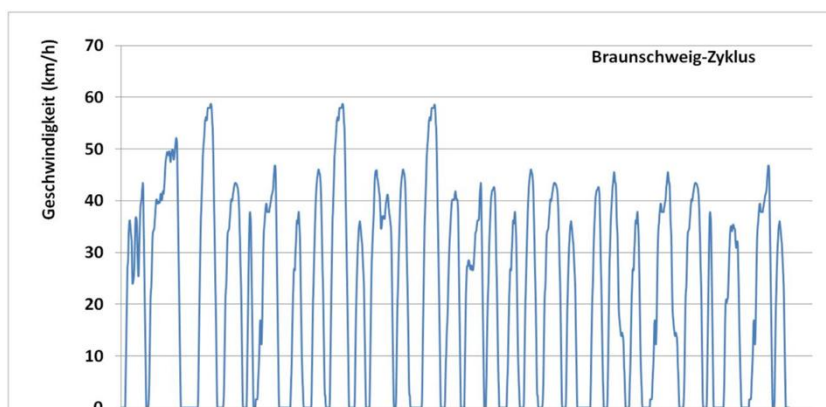


Abbildung 2 Braunschweig-Zyklus, Geschwindigkeitsverlauf

Paper/DP3_Gehrke.pdf

ogramm im Rahmen der „Effizienz-
seite 15 - 47

Anhaltvorgänge hinzugefügt und hohe Geschwindigkeiten durch höhere Fahranteile ersetzt wurden. Abbildung 2 zeigt den Geschwindigkeitsverlauf an.

Die SORT-Zyklen (Standardized On-Road Test) sind von der UITP in Zusammenarbeit mit dem VDV und der europäischen Fahrzeug- und Zulieferungsindustrie erarbeitet worden um die Bedingungen im Linienbetrieb noch praxisnaher darzustellen. Sie sind für folgende drei Einsatzfälle definiert worden:

- „Schwerer Innenstadtbetrieb“ = SORT-Zyklus 1
- „Leichter Innenstadtbetrieb“ = SORT-Zyklus 2
- „Vorortsbetrieb“ = SORT-Zyklus 3

	SORT 1	SORT 2	SORT 3	BS-Zyklus
Stoppzeiten	40%	35%	20%	23%
Stopps pro km	6	3	2	1,6
Durchschnittsgeschwindigkeiten	12,6 km/h	18,8 km/h	26,3 km/h	22,5km/h

Tabelle 1 Vergleich SORT-Zyklen

3.3.2 Der Verbrauch

Im Braunschweig-Zyklus erfüllten alle Fahrzeuge das Kriterium mindestens 20-prozentigen Minderverbrauchs für die Hybridfahrzeuge. Die Einsparungen gegenüber dem Diesibus lagen je nach Modell zwischen 21,28 und 32,13 Prozent. Auch bei den SORT-Zyklen 1 und 2 wurde die 20-Prozent Minderverbrauch durch alle Fahrzeuge erfüllt. Lediglich im SORT 3 Zyklus wurde durch ein Modell die 20 Prozent Marke unterschritten (siehe Tabelle 2).

Verbr. (l/100km)	Hybrid 1			Hybrid 2			Hybrid 3		
	Ref.	Hybrid	%	Ref.	Hybrid	%	Ref.	Hybrid	%
Brauns.-Zyk.	58,94	46,28	<u>21,48</u>	58,94	46,40	<u>21,28</u>	39,93	27,10	<u>32,13</u>
SORT 1	75,05	51,52	<u>31,35</u>	75,05	53,09	<u>29,26</u>	47,31	35,69	<u>24,56</u>
SORT 2	58,72	44,77	<u>23,76</u>	58,72	45,05	<u>23,28</u>	38,65	29,52	<u>23,63</u>
SORT 3	53,84	42,78	<u>20,54</u>	53,84	44,73	<u>16,92</u>	35,37	28,28	<u>20,05</u>

Tabelle 2 Prozentuale Einsparung Hybridbus gegenüber Dieselreferenz

3.3.3 Die Abgasemissionen

Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) führen hohe Feinstaubbelastungen jährlich zu 370.000 Todesfällen. Im Europäischen Raum sterben jährlich 65.000 Menschen an der Hohen Belastung. Mehrere voneinander unabhängige Studien haben ergeben, dass diese Feinstaubbelastung das Sterblichkeitsrisiko erhöhen. Für Deutschland gilt im Schnitt eine Verkürzung der durchschnittlichen Lebensdauer von 10 Monaten.¹³

	HC (g/km)	CO (g/km)	NO _x (g/km)	CO ₂ (g/km)	„Partikel“ (mg/m ³)
Brauns.-Zyk.	0,070	15,75	10,51	1.539,72	12,17
SORT 1	0,086	21,13	15,88	1.918,23	11,20
SORT 2	0,064	8,78	9,34	1.438,15	10,51
SORT 3	0,048	5,48	10,01	1.351,62	9,48

Tabelle 3 Abgasergebnisse Diesel-Referenzbus

	HC (g/km)	CO (g/km)	NO _x (g/km)	CO ₂ (g/km)	„Partikel“ (mg/m ³)
Brauns.-Zyk.	0,013	0,100	3,03	1228,24	0,83
SORT 1	0,020	0,130	9,45	1264,59	1,61
SORT 2	0,017	0,067	7,71	1134,46	2,21
SORT 3	0,013	0,050	3,80	1135,58	0,54

Tabelle 4 Abgasergebnisse Hybridbus

Wie im Vergleich der Tabelle 3 und der Tabelle 4 zu sehen ist stoßt der Hybridbus im Durchschnitt ca. 830% weniger Partikel/Feinstaub gegenüber dem konventionellen Dieselfbus

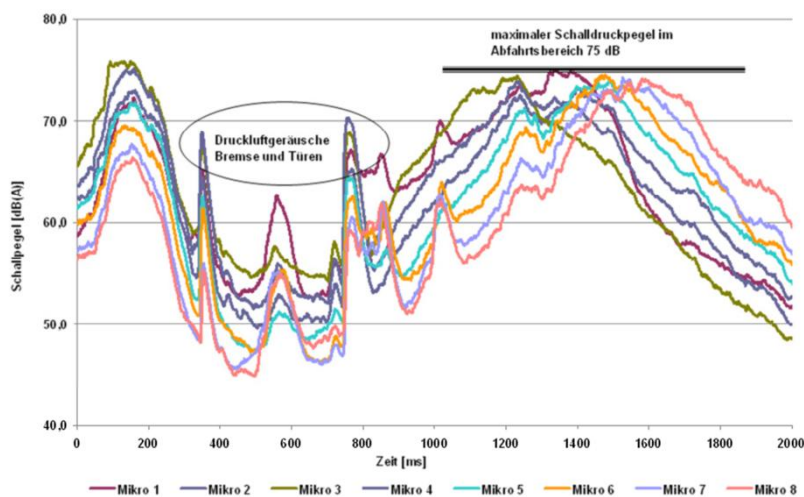
¹³ Vgl. Mobilität im regenerativen Zeitalter (2009), Seite 105

aus.

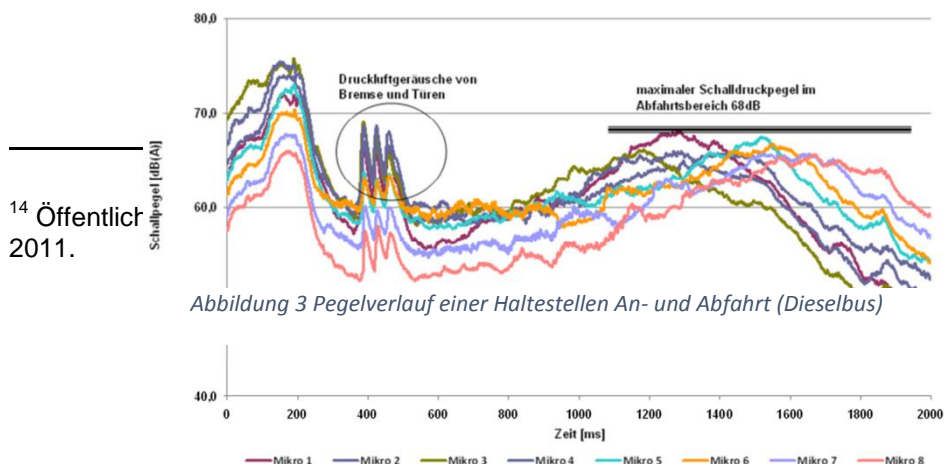
Die hohen Einsparungen an CO₂ bei der Hybridtechnologie lassen sich an folgendem Beispiel veranschaulichen: Würden beispielsweise 10 % der Busse im ÖPNV in Deutschland mit Hybridtechnik ausgestattet sein, ergibt sich bei einer 20% Verbrauchsreduktion 57.300 t weniger CO₂ Emissionen jährlich¹⁴. Soviel wie 20.000 PKWs (8l/100km, 15.000 Kilometer) in einem Jahr ausstoßen.

3.3.4 Die Geräuschemissionen

Hybrid-Fahrzeuge können insbesondere bei An- und Abfahrten von Haltestellen kurzzeitig rein elektrisch fahren. Somit bleibt der Dieselmotor in für ihn optimalen Drehzahlbereich und wird nicht stark belastet. Wenn der Motor nicht, wie sonst üblich, bei Abfahrten auf Vollast läuft bleibt er ruhig und dies hat insgesamt einen niedrigeren Geräuschpegel zur Folge.



Wie man der Abbildung entnehmen kann liegt der maximale Schalldruckpegel im Abfahrtsbereich bei einem Dieselbus bei 75 dB. Einen deutlich niedrigeren maximalen



¹⁴ Öffentlich 2011.

ndesamt, Wiesbaden,

Abbildung 3 Pegelverlauf einer Haltestellen An- und Abfahrt (Dieselbus)

Schalldruckpegel von 68 dB hat der Hybridbus bei der Abfahrt. Das bedeutet eine Reduzierung der Geräuschemissionen um ungefähr die Hälfte.

4. Abschließendes Fazit

Ziel meiner vorliegenden Seminararbeit war es, Alternativen für den Öffentlichen Nahverkehr aufzuzeigen und diese auszuarbeiten.

Diese *Abbildung 4 Pegelverlauf einer Haltestellen An- und Abfahrt (Hybridbus)* Möglichkeiten sollen eine Alternative für den heutigen, größtenteils mit Erdöl, genutzten Öffentlichen Personennahverkehr sein. Zu diesem Zweck habe ich nicht nur verschiedene Quellen zur Informationssammlung aufgerufen, des Weiteren habe ich das Car-Sharing Angebot an einem Selbstversuch getestet.

Für mich persönlich, ist das Konzept des gemeinsamen Autos-Teilens mit den größten Erfolgschancen verbunden. Da für den Endverbraucher der größte Nutzen und geringsten Kosten gegeben sind. Das Umweltbewusstsein spricht die deutsche Nationalität gezielt an und das Angebot kann von dem Nutzer ohne großen Aufwand umgesetzt werden.

Am Umweltfreundlichsten könnte man den kostenlosen Personennahverkehr betrachten, da die vorgeschriebene Gebühr oftmals öfters Grund sein könnte um die Öffentlichen Verkehrsmittel in Anspruch zu nehmen da es eine bereits gezahlte Leistung darstellt. Es würden zwar dann mehr Öffentliche Verkehrsmittel benötigt werden, jedoch wäre es immer noch ein enormer Mehrwert für die Umwelt und den Menschen da dadurch geringere Feinstaub und Lärmbelästigung Bestand hätten.

Den Hybridbus, wie beschrieben, könnte ich mir sehr gut als Alternative für die Shuttle-Busse am Flughafen oder Stadtrundfahrten – Busse vorstellen. Aktuell denke ich, dass der Hybridbus in seiner jetzigen Form keine großen Chancen hätte den Öffentlichen Nahverkehr mit ihm zu gestalten, da Einsparungen im Verbrauch nicht die Mehrkosten durch Anschaffung und Unterhaltung decken.

Sicherlich gibt es für die ökologischen wie auch ökonomischen Herausforderungen der Zukunft im Öffentlichen Personennahverkehr nicht nur eine Patentlösung.

In der Praxis wird sich sicherlich eine Kombination aus verschiedenen Mobilitätsangeboten am wahrscheinlichsten bewähren. Je nach Anforderung jedes einzelnen an seiner persönlichen Mobilität wird man aus verschiedenen Angeboten wählen können um sich umweltfreundlich und kostengünstig zu bewegen.

5. Literaturverzeichnis

VDV-Statistik 2014 (2014)

<http://www.vlp-passau.de/service-infos/die-vlp-stellt-sich-vor/>, abgerufen am: 16.11.2015

<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Bevoelkerungsstand.html>, abgerufen am: 12.12.2015

<https://www.test.de/Carsharing-Teile-und-spare-4330073-4330085/>, abgerufen am: 12.12.2015

<https://www.test.de/Carsharing-Teile-und-spare-4330073-4330082/>, abgerufen am: 15.10.2015

https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Indikatoren/Konjunkturindikatoren/Preismonitor/AutoVverkehr/einzelfahrkarteDiagramm.png?__blob=normal, abgerufen am: 15.10.2015

https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Publikationsdatenbank/Oeffentlicher_Personennahverkehr/VCD_Hintergrund_OEPNV_Nulltarif_2012.pdf, abgerufen am: 02.01.2016

<http://www.zukunft-mobilitaet.net/9011/analyse/kostenloser-oepnv-vorteile-nachteile-effekte/>, abgerufen am: 02.01.2016

http://www.boeckler.de/pdf_fof/S-2009-207-4-1.pdf , abgerufen am: 05.01.2016

https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP3_Gehrke.pdf, abgerufen am: 05.01.2016

Begleitendes Prüfprogramm im Rahmen der „Effizienz- und Kostenanalyse für den Linienbetrieb von Hybridbussen“ (2012)

Heise Verlag, Mobilität im regenerativen Zeitalter (2009)

Öffentlicher Personenverkehr mit Bussen und Bahnen in 2009. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2011.

6. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Einzel- oder Tageskarte Verbundverkehr, Erwachsene.....	7
Abbildung 2 Braunschweig-Zyklus, Geschwindigkeitsverlauf	10

Abbildung 3 Pegelverlauf einer Haltestellen An- und Abfahrt (Dieselbus).....	13
Abbildung 4 Pegelverlauf einer Haltestellen An- und Abfahrt (Hybridbus).....	14

7. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Vergleich SORT-Zyklen	11
Tabelle 2 Prozentuale Einsparung Hybridbus gegenüber Dieselreferenz.....	12
Tabelle 3 Abgasergebnisse Diesel-Referenzbus.....	12
Tabelle 4 Abgasergebnisse Hybridbus	12

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Seminararbeit selbstständig und nur unter Zuhilfenahme der ausgewiesenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach anderen gedruckten oder im Internet verfügbaren Werken entnommen sind, habe ich durch genaue Quellenangaben kenntlich gemacht.

Passau, 18.01.2016

Julia Sabrina Süß