

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEITSWIRTSCHAFT UND ORGANISATION IAO**



# **MOBILITÄTS- KONZEPT HOCHSCHULE ESSLINGEN 2030**

Anwendungszentrum  
KEIM

# **MOBILITÄTSKONZEPT HOCHSCHULE ESSLINGEN 2030**

Anwendungszentrum KEIM

**Dipl.-Betriebswirt. Inna Morozova**

**B.Sc. Di Hu**

Dipl.-Ing. Gabriele Scheffler

Dipl.-Phys. Emanuel Reichsöllner

**Korrekturleser:**

B.A. Carmen Tomin

Prof. Dr.-Ing. Andreas Rößler

Projektpartner: Hochschule Esslingen, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Esslingen, 31. Juli 2019

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>4</b>
1.1	Abkürzungen .....	4
1.2	Abbildungsverzeichnis .....	4
1.3	Tabellenverzeichnis .....	5
1.4	Formelverzeichnis.....	5
<b>2</b>	<b>Ausgangssituation .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Zielsetzung .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Projektorganisation und Rahmenbedingungen .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Zeitplanung, Meilensteinplanung.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>AP1 Status-Quo und Erfahrungen .....</b>	<b>10</b>
6.1	Status-Quo-Analyse Dienstwagenfuhrpark.....	10
6.2	Analyse der Nutzungsprofile .....	11
6.3	Erfahrungsauswertung Ladeinfrastruktur .....	12
<b>7</b>	<b>AP2 Potenziale zur nachhaltigen Entwicklung des Dienstwagenfuhrparks</b>	<b>15</b>
7.1	Elektrifizierungspotenzial des Dienstwagenfuhrparks.....	15
7.2	Erweiterungsoptionen für das dienstliche Mobilitätsangebot.....	17
<b>8</b>	<b>AP3 Mobilitätsbedarf von Mitarbeitenden und Studierenden .....</b>	<b>18</b>
8.1	Status Quo des Mobilitätsverhaltens (Mitarbeitende, Studierende) .....	18
8.2	Ergänzende Mobilitätsangebote .....	22
8.3	Überführung der Daten in ein Modell .....	23
8.3.1	Umsetzung der Maßnahmen in den betrachteten Kategorien.....	26
8.3.2	Analyse der Kategorien des Mobilitätsmodells.....	28
8.4	Entwicklung von drei Zukunftsszenarien mit Zeithorizont 2030 .....	37
<b>9</b>	<b>AP4 Handlungsempfehlungen und Regularien, Bericht .....</b>	<b>41</b>
9.1	Rechtliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen.....	41
9.2	Formulierung von Handlungsempfehlungen .....	41
9.2.1	Szenario 1 .....	42
9.2.2	Szenario 2 .....	46
9.2.3	Szenario 3 .....	47
<b>1 0</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>51</b>
<b>1 1</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>52</b>

# 1 Verzeichnisse

## 1.1 Abkürzungen

BMVI	- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Kapitel 8.3.2)
ES	- Esslingen (Kapitel 6.1)
GP	- Göppingen (Kapitel 6.1)
HSE	- Hochschule Esslingen (Kapitel 2)
IKT	- Informations- und Kommunikationstechnik (Kapitel 8.3)
MB	- Mercedes-Benz (Kapitel 6.1)
MIV	- Motorisierter Individualverkehr (Kapitel 8.1)
OEM	- Original Equipment Manufacturer (Kapitel 8.2)
PBW	- Parkraumgesellschaft Baden-Württemberg mbH (Kapitel 6.3)
TAB	- Studiengang „Technische Betriebswirtschaftslehre/Automobilindustrie“ an der Hochschule Esslingen (Kapitel 8.3)
TÜV	- Technischer Überwachungsverein (Kapitel 6.1)
VDV	- Verband Deutscher Verkehrsunternehmer (Kapitel 8.3.2)
VW	- Volkswagen (Kapitel 6.1)

## 1.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6-1: Ladeinfrastruktur für E-Autos am Standort Flandernstraße .....	12
Abbildung 6-2: Ladepunkt am Standort Stadtmitte .....	13
Abbildung 6-3: Ladeinfrastruktur am Standort Göppingen .....	14
Abbildung 7-1: Arbeitsweise des Fleet Optilyzers (Icons – Quelle: <a href="https://icons8.de">https://icons8.de</a> ) .....	15
Abbildung 7-2: Darstellung der vorhandenen Fahrtenbücher .....	16
Abbildung 7-3: Optimierte Fahrtenbücher mit Zulage eines Nissan e-NV200. ....	17
Abbildung 8-1: Wohnorte der Hochschulangehörigen .....	20
Abbildung 8-2: Zurückgelegte Strecken zwischen Wohn- und Hochschulstandorten .....	20
Abbildung 8-3: Modal Split der Studierenden der HSE.....	21
Abbildung 8-4: Modal Split der Mitarbeitenden der HSE .....	21
Abbildung 8-5: Autonom fahrender Shuttle von Navya (10) .....	23
Abbildung 8-6: Modal Split der Pkw-Fahrer, gewichtet .....	24
Abbildung 8-7: Anteil der Fahrzeuge mit alternativen Antriebskonzepten im Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen, Stand heute .....	29
Abbildung 8-8: Entwicklung des Anteils von Elektro-Fahrzeugen am Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen im Jahr 2030 .....	30
Abbildung 8-9: Entwicklung des Anteils von Carsharing-Nutzer im Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen im Jahr 2030 .....	31
Abbildung 8-10: Entwicklung des Anteils von Bikesharing-Nutzer im Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen im Jahr 2030 .....	32
Abbildung 8-11: Informationsstand der Hochschulangehörigen über die unterschiedlichen Mobilitätskonzepte .....	33
Abbildung 8-12: Bedingungen für den Umstieg auf ÖPNV, Studierende.....	34
Abbildung 8-13: Bedingungen für den Umstieg auf ÖPNV, Mitarbeitende .....	34
Abbildung 8-14: Entwicklung des Anteils von ÖPNV-Nutzer im Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen im Jahr 2030 .....	35
Abbildung 8-15: Entwicklung des Anteils von Fahrradfahrern im Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen im Jahr 2030 .....	36
Abbildung 8-16: Potenzielle Mobilitätswende zum Jahr 2030, Pkw-Fahrer .....	37
Abbildung 8-17: Potenzielle Mobilitätswende zum Jahr 2030, alle Hochschulangehörige .....	38
Abbildung 8-18: Szenario 1 Mobilitätsverhalten 2030 .....	38

Abbildung 8-19: Szenario 2 Mobilitätsverhalten 2030 .....	39
Abbildung 8-20: Szenario 3 Mobilitätsverhalten 2030 .....	40
Abbildung 9-1: Uhrzeit der Entstehung der Spitzenzeiten im ÖPNV morgens und abends(23).....	43
Abbildung 9-2: Akkurat-Tankstellen (28) .....	49

### 1.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 6-1: Fahrzeuge in der Bilanz der HSE (1).....	10
Tabelle 6-2: Angaben zum Verbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen der Dienstwagenfahrzeugen (1) .....	11
Tabelle 6-3: Nutzungsprofil der Dienstwagenfahrzeuge in der Bilanz der HSE.....	11
Tabelle 6-4: Auslastung der Dienstwagenfahrzeuge .....	12
Tabelle 8-1:Aufteilung der Hochschulangehörigen nach Standorten.....	19
Tabelle 8-2. Unterkunftsarten der Hochschulangehörigen .....	22
Tabelle 8-3: Benötigte Unterstützer bei der Umsetzung der Maßnahmen in den betrachteten Kategorien.....	27
Tabelle 8-4: Gewichtete Anzahl der Pkw-Fahrer an der HSE, täglich .....	28
Tabelle 8-5: Hochschulangehörige, welche bereit sind, beim nächsten anstehenden Fahrzeugwechsel auf ein Fahrzeug mit alternativer Antriebsart umzusteigen. ....	29
Tabelle 8-6: Tatsächliche Nutzer des Carsharing-Angebots .....	30
Tabelle 8-7: Hochschulangehörige, welche bereit sind, von MIV auf Carsharing umzusteigen .....	31
Tabelle 8-8: Hochschulangehörige, welche bereit sind, von MIV auf Bikesharing umzusteigen ...	32
Tabelle 8-9: Potenzielle Pendler intermodal .....	34
Tabelle 8-10: Potenzielle Fahrradfahrer .....	36
Tabelle 9-1: Anzahl der notwendigen Ladepunkten an den HSE-Standorten .....	42
Tabelle 9-2: Anzahl der notwendigen Fahrrad- und Pedelec-Abstellplätze (25) .....	43

### 1.4 Formelverzeichnis

Formel 6-1: Berechnung des CO <sub>2</sub> -Ausstoßes nach Realverbrauch .....	11
Formel 8-1: Gewichtung der Anteile von Verkehrsmittelnutzer .....	21
Formel 8-2: Gewichtung des Anteils der Nutzer eines Mobilitätskonzeptes,% .....	24
Formel 8-3: Gewichtete Anzahl der täglichen Pendler mit dem Pkw.....	28
Formel 8-4: Anzahl der tatsächlichen Pkw-Fahrer pro Standort .....	29

## 2 Ausgangssituation

Die Hochschule Esslingen (HSE) betreibt einen Dienstwagenfuhrpark, der aktuell aus Verbrennerfahrzeugen besteht. Die HSE denkt hier über eine schrittweise Ablösung durch Fahrzeuge mit alternativen Antrieben nach. Des Weiteren laufen Planungsarbeiten zum Aufbau eines neuen Hochschulstandorts in Esslingen Weststadt. Auch hierbei sollen zukünftige Mobilitätskonzepte berücksichtigt werden und entsprechende Anforderungen für die Bauplanung – beispielsweise hinsichtlich des Bedarfs von Lademöglichkeiten etc. abgeleitet werden. Dabei sollen sowohl die bisherigen Erfahrungen an den verschiedenen Hochschulstandorten als auch die Konzeptionierung dieser Standorte mit einfließen.

### **3 Zielsetzung**

Ziel ist die Erarbeitung eines Mobilitätskonzepts basierend auf dem Status Quo, des derzeitigen Mobilitätsverhaltens von Hochschulmitarbeitenden und Studierenden sowie alternative Mobilitätsarten mit dem Zeithorizont 2030. Ausgehend von den Mobilitätsprognosen sollen Maßnahmen abgeleitet werden, die die nachhaltige Entwicklung der Mobilität in diesem Rahmen unterstützen und fördern. Dabei sollen auch rechtliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen berücksichtigt werden.

## 4 Projektorganisation und Rahmenbedingungen

Das Projekt wird von einem Arbeiterteam der Fakultät IT am Anwendungszentrum KEIM durchgeführt. Zur Unterstützung des Projektteams steht eine Mitarbeiterin oder ein Mitarbeiter des Rektorats der HSE als ständiger Ansprechpartner und Kontaktperson zur Verfügung.

Aufgabe des Ansprechpartners ist einerseits, die für die Projektarbeit benötigten hochschulspezifischen und andere Unterlagen bereitzustellen und notwendige Kontakte zu Fachleuten innerhalb der HSE zu vermitteln. Andererseits ist geplant, die Projektarbeit von Seiten der Hochschulleitung zu begleiten und sicherzustellen, dass ein Informationsaustausch mit anderen an der HSE laufenden Aktivitäten im Themenumfeld gewährleistet ist. Dazu sind zu Projektbeginn durch den Ansprechpartner die Personen zu benennen, die einzubeziehen sind. Im Vorfeld wurden folgende Personen/Rollen bereits identifiziert:

- Nachhaltigkeits- Umweltmanager (Frau Necker)
- Hochschulleitung



## 5 Zeitplanung, Meilensteinplanung

Die Bearbeitung der Arbeitspakete ist für das Sommersemester 2018 sowie das Wintersemester 2018/2019 geplant. Zur Dokumentation des Arbeitsfortschritts sowie zur Abstimmung mit dem unter 4. genannten Gremium sind folgende drei Meilensteine geplant:

- **MST<sub>1</sub>** (M6):
  - Status-Quo-Darstellung, Ergebnisse zur Umgestaltung des Dienstwagenfuhrparks
- **MST<sub>2</sub>** (M9):
  - Vorstellung des Modells zur Abbildung des Mobilitätsbedarfs 2030 sowie der Zukunftsszenarien
  - ggf. im Rahmen eines Workshops zur gemeinsamen Priorisierung der Zukunftsszenarien
- **MST<sub>3</sub>** (M12)
  - Abschlusspräsentation inkl. Handlungsempfehlungen

Arbeitspaket	Inhalt	2018												2019				
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
<b>AP1</b>	Status-Quo und Erfahrungen																	
<b>AP2</b>	Potenzialermittlung zur nachhaltigen Umgestaltung des Dienstwagenfuhrparks																	
<b>AP3</b>	Mobilitätsbedarf von Mitarbeitern und Studierenden																	
	Entwicklung von bis zu drei Zukunftsszenarien mit Zeithorizont 2030																	
<b>AP4</b>	Handlungsempfehlungen, Regularien und Bericht																	
	(optional) Vorrecherche zu Lösungsanbietern																	
<b>AP5</b>	(Umsetzungsplanung)																	
<b>gesamt</b>																		

MS

MS

MST

## 6 AP1 Status-Quo und Erfahrungen

### 6.1 Status-Quo-Analyse Dienstwagenfuhrpark

In der Bilanz der HSE befanden sich im Jahr 2018 sieben Fahrzeuge. Sie sind in Tabelle 6-1 aufgelistet.

Fahrzeugtyp	Erstzulassung	Standort	Beschaffung	Einmalige Anschaffungskosten	Antriebsart	Emissionsklasse
VW Touran-Trendline 2.0 l TDI	28.11.2007	ES Flandernstr.	Kauf	22.449 €	Diesel	EURO 4
Golf Variant CL 1.0 TSI	24.05.2018	ES Stadtmitte	Leasing	200 €/Mon	Benzin	EURO 6
VW Caddy 1,6l	17.02.2014	ES Flandernstr.	Kauf	22.603 €	Diesel	EURO 5
Crafter 35 Kombi HD 2,0l TDI	22.08.2011	ES Stadtmitte	Kauf	35.880 €	Diesel	EURO 5
MB Vito Kombi	03.05.2007	GP <sup>1</sup>	gesponsert	-	Diesel	EURO 4
BMW Active Hybrid 3 (Range Extender)	08.12.2014	GP	gesponsert	-	Hybrid	EURO 5
BMW i3 (94 Ah) Range Extender	23.07.2014	ES Stadtmitte	Kauf	44.914 €	Hybrid	EURO 6c

Tabelle 6-1: Fahrzeuge in der Bilanz der HSE (1)

Die meisten Fahrzeuge sind mit konventionellen Antriebsarten ausgestattet. Zwei Hybrid-Fahrzeuge sind Versuchsfahrzeuge und stehen den Hochschulangehörigen nicht für Dienstfahrten zur Verfügung. Ein VW Golf Variant wird seit kurzem betrieben. Für die Auswertung standen nur von vier Fahrzeugen Fahrtenbücher (2017) zur Verfügung:

- VW Touran,
- VW Crafter,
- Mercedes-Benz Vito,
- VW Caddy.

VW Touran und MB Vito haben die Emissionsklasse EURO 4. Seit dem 01.01.2019 dürfen diese Fahrzeuge in Stuttgart nicht mehr einfahren.

Es ist schwer die Unterhaltskosten der Dienstwagenflotte zu schätzen, da sie nicht oder nur unvollständig erfasst werden. Nur zum VW Touran Trendline 2.0 l TDI standen diese Informationen vollständig zur Verfügung. Die Unterhaltskosten für dieses Fahrzeug betragen ca. 2.066 € im Jahr 2017. In dieser Summe sind Kosten für Pflege, Kundendienst, TÜV, Kfz-Steuer, Reparatur und Reifenwechsel inbegriffen.

In der Tabelle 6-2 sind die Angaben zum Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Dienstwagenfahrzeuge aufgeführt.

<sup>1</sup> GP – Hochschulstandort Göppingen

Fahrzeug	Kraftstoffverbrauch real in l/100 km	Kraftstoffverbrauch, l/Jahr	CO <sub>2</sub> Werksangabe, g/km	CO <sub>2</sub> Real, g/km	CO <sub>2</sub> pro Jahr Real, Tonnen/Jahr	Antriebsart
VW Touran	7,0	1.329	161	185,5	3,5	Diesel
VW Crafter	11,4	1.898	208	302,1	5,0	Diesel
MB Vito	9,4	1.470	242	249,1	3,9	Diesel
VW Caddy	5,3	672	134	140,5	1,8	Diesel

Tabelle 6-2: Angaben zum Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Dienstwagenfahrzeuge (1)

In der Tabelle 6-2 sind die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Grund der real ermittelten CO<sub>2</sub>-Werte berechnet. Abhängig vom Kohlestoffanteil im Kraftstoff wird eine bestimmte Menge an CO<sub>2</sub> bei der Verbrennung eines Liters des Kraftstoffes ausgestoßen. So entspricht ein verbranntes Liter Benzin einem Ausstoß von 2.370 kg CO<sub>2</sub>, ein Liter Diesel einem Ausstoß von 2.650 kg CO<sub>2</sub>. (2) Es wird üblicherweise der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Gramm pro Kilometer aufgeführt. Deswegen wurde für die Berechnung der realen CO<sub>2</sub>-Emissionen die Formel 6-1 abgeleitet:

$$CO_2 - \text{Ausstoß, Real, } \frac{gr}{km} = \frac{\text{Verbrauch, } \frac{l}{100} km * CO_2 - \text{Ausstoß, } \frac{gr}{l}}{100 km}$$

Formel 6-1: Berechnung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes nach Realverbrauch

Bei allen Fahrzeugen weichen die aus dem Verbrauch ermittelten Werte stark von den Herstellerangaben ab. Es entsteht ein deutlich höherer realer CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

## 6.2 Analyse der Nutzungsprofile

In 2017 wurde die höchste Fahrleistung vom VW Touran erbracht. Aber im Vergleich zu den anderen Fahrzeugen wurden mit diesem Fahrzeug weniger Fahrten durchgeführt. Manche der mit dem Touran zurückgelegten Strecken betragen mehr als 1.000 km. Darüber hinaus wird der VW Touran generell öfter für längere Strecken über 100 km genutzt. Am häufigsten wurde das Fahrzeug Mercedes-Benz Vito genutzt. Mit diesem Fahrzeug wurden 223 Fahrten im Jahr 2017 durchgeführt. Aber fast 50% aller Fahrten waren Kurzstreckenfahrten bis 10 km.

Fahrzeug	Laufleistung, km/Jahr	Anzahl Fahrten im Jahr 2017	Ø Streckenlänge pro Fahrt, km	Anzahl Fahrten			
				bis 10 km	10 - 50 km	50 - 100 km	Über 100 km
VW Touran	18.992	114	166,6	46	28	12	28
VW Crafter	16.650	144	115,6	70	40	14	20
MB Vito	15.641	223	70,1	107	76	26	14
VW Caddy	12.682	168	75,5	26	121	15	6

Tabelle 6-3: Nutzungsprofil der Dienstwagenfahrzeuge in der Bilanz der HSE

In der Tabelle 6-4 wird der Auslastungsgrad der Dienstwagenfahrzeuge aufgeführt. Abgesehen davon, dass der VW Touran die höchste Fahrleistung im 2017 erbrachte, wurde dieses Fahrzeug am seltensten im Vergleich zu den anderen Fahrzeugen genutzt. In der Spalte „Anzahl der Tage“ wird die tatsächliche Anzahl der Tage im Einsatz aufgeführt.

Wenn ein Fahrzeug an einem Tag mindestens einmal unabhängig von der Nutzungszeit genutzt wurde, wird ein Einsatztag gerechnet.

Fahrzeug	Anzahl Stunden	Anzahl Tage	Ø Stunden pro Tag
VW Touran	2596:15	206	12:36
VW Crafter	2370:15	220	10:46
MB Vito	2049:45	297	6:54
VW Caddy	2208:00	243	9:05

Tabelle 6-4: Auslastung der Dienstwagenfahrzeuge

Beim niedrigsten Einsatz nach Tage beträgt die reine Nutzung des VW Touran 2.596 Stunden 15 Minuten. Diese Zahl wurde auf Grund der Zeitangaben im Fahrtenbuch berechnet.

Umgekehrt, wird der MB Vito täglich genutzt - aber die durchschnittliche Nutzungszeit beträgt 6 Stunden 54 Minuten pro Fahrt. Das ist der niedrigste Kennwert im Vergleich zu den anderen Fahrzeugen.

Zusammenfassend gestattet das einen Rückschluss darauf, dass die Dienstwagenflotte der HSE relativ gut ausgelastet ist. Laut dem Portal „Schulferien.org“ betragen die Anzahl der Arbeitstage im 2017 in Baden-Württemberg 248 Tage. Der MB Vito war beispielsweise 297 Tage im Einsatz 297 - das sind 49 Tage mehr als die offizielle Anzahl Arbeitstage in 2017. Die Fahrzeuge VW Crafter und VW Caddy wurden etwas seltener genutzt, aber die durchschnittliche Ausleihzeit pro Fahrt betrug ca. 9 bis 11 Stunden.

### 6.3 Erfahrungsauswertung Ladeinfrastruktur

#### Standort Flandernstraße

Am Standort Flandernstraße steht den Hochschulangehörigen öffentliche und halböffentliche Ladeinfrastruktur zur Verfügung. Eine öffentliche Ladesäule befindet sich an der Bushaltestelle „Hochschulzentrum“.



Abbildung 6-1: Ladeinfrastruktur für E-Autos am Standort Flandernstraße

Diese Ladesäule ist auf der Abbildung 6-1 links dargestellt. Die Ladesäule verfügt über zwei Ladepunkte mit unterschiedlichen Ladeleistungen:

- Schuko, Ladeleistung 3,7 kW,
- Typ 2, Ladeleistung 22 kW.

Der Ladetarif hat sich im letzten Jahr verändert. Im Jahr 2018 wurde die Aufladung minutenweise abgerechnet. Heute zahlt ein E-Auto-Besitzer pro verbrauchte

Kilowattstunde ab 29 Cent unabhängig von der Ladeleistung. Da von der EnBW keine Ladedaten zur Verfügung gestellt wurden, konnte keine Analyse des Nutzungsprofils der Ladesäulen durchgeführt werden. (3)

Weitere Lademöglichkeiten sind im Parkhaus an der Flandernstraße halböffentlich vorhanden, die von der Parkraumgesellschaft Baden-Württemberg mbH (PBW) betrieben wird. (Siehe Abbildung 6-1 rechts) Im Parkhaus sind drei Ladesäulen mit Schuko-Anschluss (3,7 kW) und Typ 2-Anschluss (bis 22 kW) verfügbar. Die Ladetarife sehen wie folgt aus (Stand: 2017):

- Typ 2 - je angefangene Stunde 2,00 €
- Schuko - je angefangene Stunde 0,50 €
- Tageshöchstsatz - 5,00 €
- Flatrate pro Monat - 30,00 €.

Um die Ladesäule nutzen zu können, wird keine Mitgliedschaftskarte benötigt. Der Aufpreis für das Laden wird mit dem Parkentgelt am Kassensystem bezahlt. Die Dauerparker checken sich bei der Ladesäule mit ihrem Dauerparkticket ein. Für den monatlichen Aufpreis von 30 € steht ihnen eine unbegrenzte Energiemenge zur Verfügung. (4)

Im Jahr 2017 wurden an diesen Ladepunkten 284 Ladevorgänge durchgeführt. Insgesamt wurde im Jahr 2017 an diesen Ladepunkten ca. 3,2 MWh verbraucht.

### Standort Stadtmitte

Im Jahr 2018 gab es nur eine einzige Ladesäule am Standort Stadtmitte. Sie befindet sich derzeit im Innenhof der Gebäuden 12, 13 und 14 auf dem Mitarbeiterparkplatz. Sie verfügt über einen Anschluss Typ 2 mit einer maximalen Ladeleistung von 22 kW. Sie wurde von der Firma Heldele installiert und wird von der HSE betrieben.



Abbildung 6-2: Ladepunkt am Standort Stadtmitte

Dieser Ladepunkt wird nur für das Laden vom Versuchsfahrzeug BMW i3 genutzt und steht den anderen Mitarbeitenden nicht zur Verfügung.

Es war unmöglich das Ladeprofil dieser Ladesäule zu analysieren, weil die Daten über die Ladevorgänge nicht erfasst wurden.

### Standort Göppingen

Am Standort Göppingen ist nur eine Ladestation mit zwei Typ 2-Ladepunkten mit einer maximalen Ladeleistung von 22 kW in Betrieb. Sie befindet sich beim Gebäude 4 des Campus. (Abbildung 6-3 links)



Abbildung 6-3: Ladeinfrastruktur am Standort Göppingen

Diese Ladesäulen betreibt die Firma Heldele. Im Jahr 2017 wurden ca. 40 Ladevorgänge an der Ladesäule durchgeführt. Der Gesamtenergieverbrauch betrug ca. 200 kWh.

Die Ladevorgänge werden mittels RFID-Karte oder App gestartet. Es wird nur die reine Ladezeit minutenweise abgerechnet. Der Preis hängt vom RFID-Kartenanbieter ab. Zum Beispiel zahlt ein E-Pkw-Besitzer mit einer Ladekarte von Heldele 7,90 € monatliche Gebühr und pro Ladevorgang bis 5 kW 2 Cent/Minute. Dazu kommt noch 1 € Startgebühr. Für einen Ladevorgang ab 5 kW fallen die Kosten von 5 Cent/Minute und 1 € Startgebühr an. Mit einer EnBW-Karte wird die Aufladung nach EnBW-Tarif bezahlt, zuzüglich 1 € Startgebühr. (5)

Es wurden zwei Ständer für weitere Ladesäulen auf dem Mitarbeiterparkplatz installiert. (Abbildung 6-3 rechts) Aber diese wurden nie in Betrieb genommen, da keine Nachfrage bestand.

## 7 AP2 Potenziale zur nachhaltigen Entwicklung des Dienstwagenfuhrparks

### 7.1 Elektrifizierungspotenzial des Dienstwagenfuhrparks

Im Rahmen des Forschungsprojekts „eMobility –Scout“ wurde am Fraunhofer Anwendungszentrum KEIM eine Cloud-basierte Softwarelösung zur Flottenoptimierung mit dem Namen „Fleet Optilyzer“ entwickelt. Der Fleet Optilyzer analysiert eine bestehende Fuhrparkflotte und optimiert diese. Dabei werden nachhaltigere Flottenkonstellationen vorgeschlagen, bei denen Verbrennerfahrzeuge teilweise durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden. Der HSE – Dienstwagenfuhrpark stellt hier einen willkommenen Testfall für die gerade neu entwickelte prototypische Software dar.

Als Eingabeparameter benötigt der Fleet Optilyzer einerseits die aktuelle Flottenkonstellation (mit eventuell vorhandener Ladeinfrastruktur) und andererseits die dazugehörigen elektronischen Fahrtenbücher (idealerweise über einen längeren Zeitraum von mehreren Monaten). Aus den Fahrtenbüchern werden die Fahrtdauer und die Fahrtstrecke ermittelt. Daraus kann auf das zukünftige Nutzungsverhalten der Flotte geschlossen werden. Darauf basierend entscheidet der Optimierungsalgorithmus, welche Fahrten sinnvoll Elektrofahrzeugen zugeordnet werden können und welche Fahrten weiterhin von bestehenden Verbrennerfahrzeugen übernommen werden sollten.

Der Algorithmus berücksichtigt Randbedingungen wie Benzin- bzw. Dieselpreis, Strompreis, sowie den Energiemix (die Emissionen, die bei der Stromproduktion anfallen). Zudem kann festgelegt werden, ob bei der Optimierung eher die Kosteneffizienz oder eher die Nachhaltigkeit im Vordergrund stehen soll.

Beim Optimierungsdurchlauf werden intern weitere Kriterien wie beispielsweise die Fahrzeugkategorie berücksichtigt, sodass die Funktionalität der Flotte erhalten bleibt.

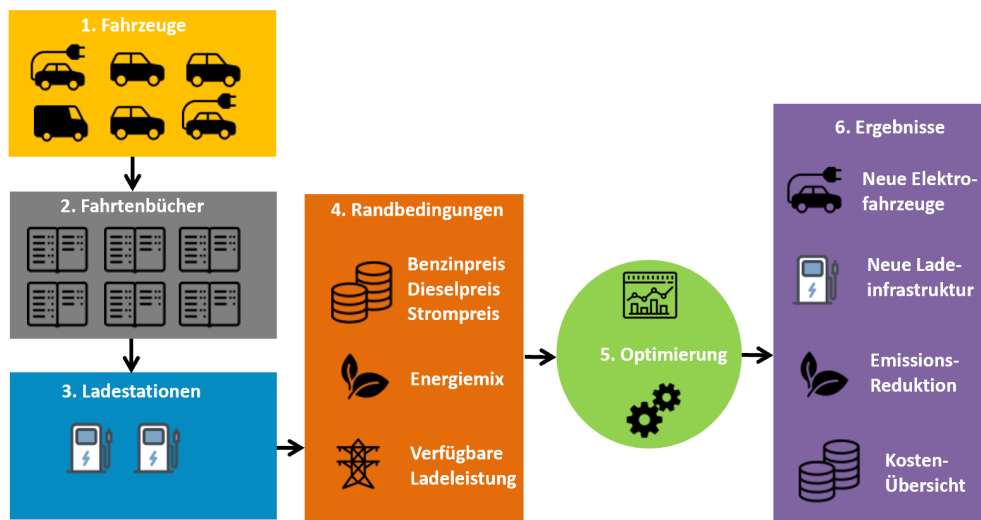


Abbildung 7-1: Arbeitsweise des Fleet Optilyzers (Icons – Quelle: <https://icons8.de>)

Die optimierten Flottenvorschläge enthalten in der Regel einen Teil der Fahrzeuge aus der ursprünglichen Flotte, sowie einen Teil neu hinzugefügter Elektrofahrzeuge. Die nicht mehr benötigten Fahrzeuge aus der ursprünglichen Flotte werden markiert und der geschätzte Verkaufswert dieser Fahrzeuge wird ermittelt.

Die neu hinzugefügten Elektrofahrzeuge stammen aus einer Datenbank mit den derzeit am weitest verbreiteten Elektrofahrzeugmodellen. Die entsprechenden Anschaffungs- und Betriebskosten, sowie die dadurch eingesparten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden im Optimierungsergebnis aufgelistet.

Der Optimierungsalgorithmus berücksichtigt, dass die Elektrofahrzeuge während der benötigten Ladezeiten, dem Flottenbetrieb nicht zur Verfügung stehen. Zudem wird auch die benötigte Ladeinfrastruktur ermittelt, die einen reibungslosen Betrieb der Elektrofahrzeuge sicherstellt. Die Kosten für die zusätzliche Ladeinfrastruktur werden (basierend auf einer Ladeinfrastruktur – Datenbank) mit aufgelistet. Der reguläre Dienstwagenfuhrpark der HSE bestand im Betrachtungszeitraum 2017 aus folgenden Fahrzeugen:

- ES-XA 8668 VW Touran Trendline 2.0 TDI (Stadtmitte)
- ES-XF 5432 VW Crafter 35 Kombi HD 2.0 TDI (Stadtmitte)
- GP-TA 214 VW Caddy 1.6 (Göppingen)
- GP-ES 1013 Mercedes-Benz Vito Kombi (Göppingen)

Jedoch existieren aktuell nur für die zwei Fahrzeuge am Standort Stadtmitte digitale Fahrtenbücher, sodass nur diese beiden Fahrzeuge als Input für den Fleet Optimizer genutzt werden können. Die beiden Fahrtenbücher wurden formatiert und in den Fleet Optimizer importiert. Abbildung 7-2 zeigt die Visualisierung der beiden Fahrtenbücher im Fleet Optimizer. Die schwarzen bzw. roten Linien bzw. Balken stellen die jeweiligen Fahrten dar. Die x-Achse beschreibt die Zeit, sodass die Breite der einzelnen Balken, die Buchungszeit wiedergibt. Auf der y-Achse werden die Fahrzeuge aufgetragen, die durch das amtliche Kennzeichen eindeutig identifiziert werden können.

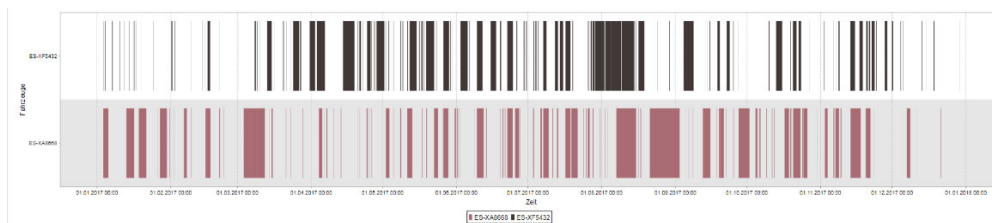


Abbildung 7-2: Darstellung der vorhandenen Fahrtenbücher

Auf Basis dieser Input- Daten hat der Fleet Optimizer folgende Werte für die aktuelle Flotte ermittelt.

- Kraftstoffverbrauch: 2.899 l Diesel / Jahr
- Emissionen: 7,68 t CO<sub>2</sub> / Jahr
- Laufende Kosten: 13.103 € / Jahr

Nach dem Optimierungsdurchlauf mit den beiden Fahrzeugen ergibt sich folgendes Ergebnis:

- Kraftstoffverbrauch: 2.358 l Diesel / Jahr statt 2.899 l Diesel/Jahr
- Stromverbrauch: 739 kWh / Jahr statt 0 kWh / Jahr
- Emissionen: 6,24 t CO<sub>2</sub> / Jahr statt 7,68 t CO<sub>2</sub> / Jahr
- Laufende Kosten: 20.735 € / Jahr statt 13.103 € / Jahr
- Kosten für eine 22 kW Wallbox (inkl. Montage): ca. 1.000 €



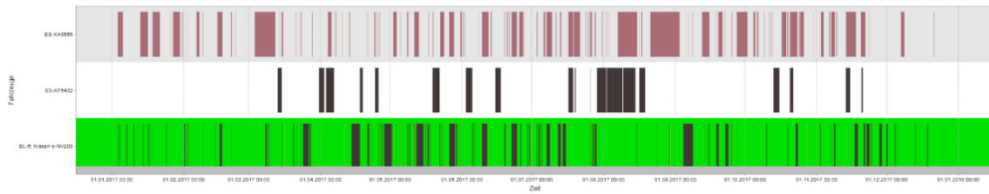


Abbildung 7-3: Optimierte Fahrtenbücher mit Zulage eines Nissan e-NV200

In Abbildung 7-3 ist zu sehen, wie der Fleet Optilyzer die Fahrten aus der ursprünglichen Flotte (Abbildung 7-2) umverteilt, indem zusätzlich ein vollelektrischer Transporter (Nissan e-NV200) in die Flotte integriert wird, der die Kurzstrecken des VW Crafters übernimmt. Dadurch lässt sich bei Verwendung von Ökostrom eine Emissionsreduktion von 7,68 t CO<sub>2</sub> / Jahr auf 6,24 t CO<sub>2</sub> / Jahr erzielen.

Jedoch zeigt der Fleet Optilyzer aufgrund der sehr kleinen Flotte mit nur zwei Fahrzeugen, die sich auch noch in unterschiedlichen Fahrzeugkategorien befinden, nur ein sehr geringes Optimierungspotenzial. Die Anschaffung eines vollelektrischen Transporters mit einer 22 kW – Wallbox würde zwar, wie beschrieben zur Emissionsreduktion beitragen, allerdings reicht die Auslastung des Nissan e-NV200 nicht aus, um die Mehrkosten durch die Neuanschaffungen sinnvoll zu kompensieren. Für den VW Touran gibt es derzeit auf dem deutschen Markt kein vernünftiges vollelektrisches Ersatzmodell, daher werden für den VW Touran alle Fahrten aus den Input Daten in das Ergebnis übertragen.

## 7.2 Erweiterungsoptionen für das dienstliche Mobilitätsangebot

Die Analyse des Dienstwagenfuhrparks zeigt, dass eine Neuanschaffung eines elektrischen Transporters nicht zur Kostensenkung führt. Daher sollen weitere Erweiterungsoptionen für das dienstliche Mobilitätsangebot betrachtet werden. Dazu gehören folgende Methoden:

**Betriebliches Carsharing:** Ein Carsharing-Betreiber wie stadtmobil betreibt mit seinem Know-How für die Fahrzeugflottenverwaltung den Dienstwagenfuhrpark. Durch die professionelle Verwaltung durch den Carsharing-Betreiber und eine Nutzungsoption für Dritte in Zeiten, wo die HSE die Fahrzeuge nicht benötigt, können eine bessere Ressourcennutzung und Vereinfachung des Verwaltungsaufwands erzielt werden.

**Betriebliches Bikesharing:** Die HSE stellt einen eigenen Bikesharing-Dienst auf oder nutzt einen externen Anbieter. Durch die Verlagerung einiger Fahrten, insbesondere der Kurzstreckenfahrten auf das Rad, kann eine Kosten- und Emissionseinsparung erzielt werden.

Eine genauere Analyse des dienstlichen Mobilitätsangebots wird im AP<sub>4</sub> Handlungsempfehlungen und Regularien, Berichterläutert.

## 8 AP3 Mobilitätsbedarf von Mitarbeitenden und Studierenden

### 8.1 Status Quo des Mobilitätsverhaltens (Mitarbeitende, Studierende)

Im Rahmen des Projektes „Mobilitätskonzept 2030 Hochschule Esslingen“ wurde zwischen dem 1. Oktober 2018 und 1. November 2018 an alle Mitglieder an der HSE (Studierende, Mitarbeitende und Dozenten) ein Fragebogen verschickt. An der Umfrage nahmen 465 Hochschulangehörigen teil. Im Vergleich zu den Studierenden waren Hochschulbediensteten deutlich aktiver. An der Umfrage beteiligten sich ca. 20,7% aller Hochschulbediensteten aber nur 4,4% der Studierenden. Bei der derzeitigen Anzahl an Hochschulangehörigen von 7.047 Personen entspricht dies einer durchschnittlichen Rücklaufquote von 6,6%. (6)

Die Umfrage lässt sich in folgende Kategorien gliedern:

- Soziodemografische Daten des/der Befragten
  - Name, Geschlecht, Position an der HSE
  - Postleitzahl
- Allgemeine Mobilitätsdaten / Mobilitätssituation
  - Entfernung zwischen Wohnort und Arbeits-/Studienort
  - Verkehrsmittel, die am Wohnort zur Verfügung gestellt werden
  - Häufigkeit, wie oft ein Verkehrsmittel benutzt wird
- Intermodalität
  - Anzahl der benutzten Verkehrsmittel in einer Pendelstrecke
  - Verkehrsmittel, die verkettet benutzt werden
  - Bedingungen, die die intermodale Nutzung der Verkehrsmittel für den/die Befragten attraktiv machen
- Pendelverhalten
  - Häufigkeit, wie oft der/die Befragte zum Arbeits-/Studienstandort kommt und zwischen den Standorten der HSE kommt
- Befragung zum motorisierten Individualverkehr (MIV) (Auto und Motorrad)
  - Angabe, ob der/die Befragte ein Pkw oder ein Motorrad besitzt
  - Antrieb des Pkws/Motorrads
  - Parkort des Pkws/Motorrads während der Arbeits-/Studienzeit
  - Entfernung Parkhaus zum Arbeits-/Studienort
  - Bereitschaft zur Benutzung eines P&R-Parkhauses und Begründung
  - Bereitschaft der Umstellung auf ÖPNV und Bedingungen
- Befragung zu Elektrofahrzeugen
  - Vorkenntnisse über E-Autos
  - Angabe, ob der/die Befragte im Besitz eines E-Autos ist
  - Bereitschaft, bei nächster Fahrzeuganschaffung auf E-Auto umzusteigen
  - Bereitschaft, bei drohendem Fahrverbot auf E-Auto umzusteigen
  - Zufriedenheit für das E-Auto beim Besitz
  - Fragen über Ladesituation des E-Autos
  - Angabe, ob die Reichweite des E-Autos für tägliche Pendelstrecke reicht
- Befragung zu zukünftigen Mobilitätsangeboten
  - Wichtige Kriterien für die Auswahl der Verkehrsmittel
  - Verbesserungsvorschläge für die Mobilitätssituation am Hochschulstandort
  - Bereitschaft zur Nutzung ausgewählter zukünftiger Mobilitätsangebote
    - Autonom fahrende Fahrzeuge

▪ Sharing-Angebote

Es werden anhand der Ergebnisse aus der Umfrage folgende für die Mobilitätsanalyse HSE 2030 relevanten Aspekte der Mobilität analysiert:

- Trend Elektromobilität,
- Trend Carsharing,
- Trend Bikesharing,
- Trend ÖPNV,
- Fahrradinfrastruktur,
- Neue Mobilitätskonzepte.

**Soziodemografische Daten und Mobilitätsverhalten der Hochschulangehörigen**

Die Anzahl der Studierenden und Mitarbeitenden beträgt 6.111 bzw. 936. Die Tabelle 8-1 zeigt, wie die Aufteilung der Hochschulangehörigen nach Standorten aussieht. Über 80% aller Studierenden und Mitarbeitenden haben die Standorte Flandernstraße und Stadtmitte in Esslingen genannt, wo sie am häufigsten tätig sind. Nur ca. 18% sind am Standort Göppingen tätig.

	Studierende	Mitarbeitende
<b>Flandernstraße</b>	42,5%	36,0%
<b>Stadtmitte</b>	38,4%	47,1%
<b>Göppingen</b>	19,0%	16,9%

Tabelle 8-1: Aufteilung der Hochschulangehörigen nach Standorten

Die Analyse der Wohnorte hat ergeben, dass die meisten Hochschulangehörigen innerhalb der Postleitzahlen 73 und 70 wohnen. Die TOP 5 Städte sind Esslingen a.N., Stuttgart, Plochingen, Göppingen und Ludwigsburg. Dort wohnen über 50 % aller Hochschulangehörigen. In der Abbildung 8-1 sind kartografisch die Wohnorte der Hochschulangehörigen dargestellt.

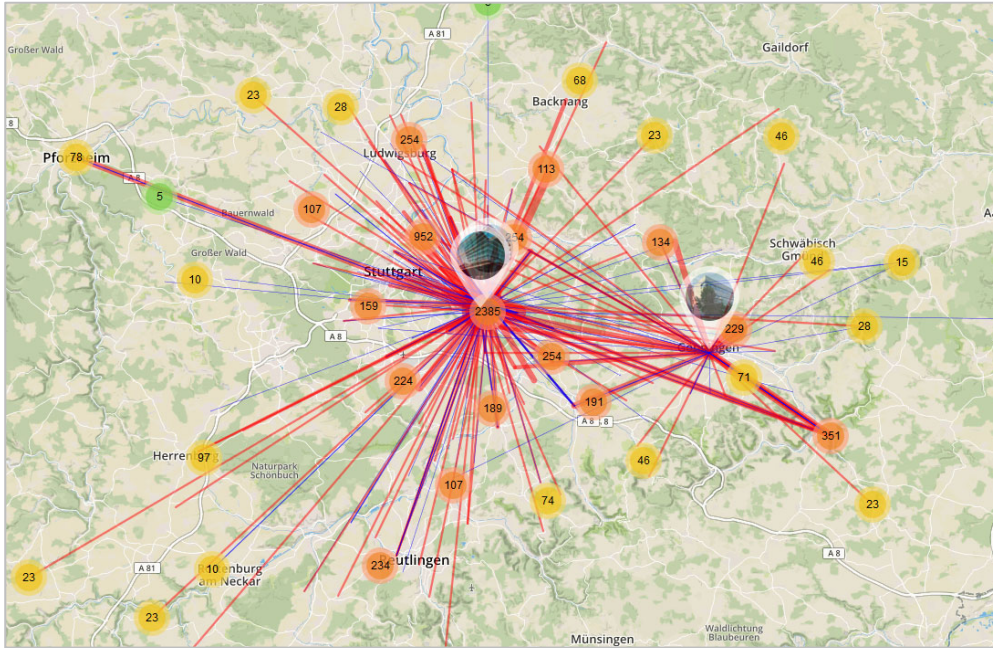


Abbildung 8-1: Wohnorte der Hochschulangehörigen

Aus dieser Analyse resultieren die am häufigsten zurückgelegten Strecken zwischen Wohn- und Hochschulstandorten. Über 20% aller Studierenden und Mitarbeitenden legen in der Regel eine Strecke zwischen 1 – 5 km zurück.

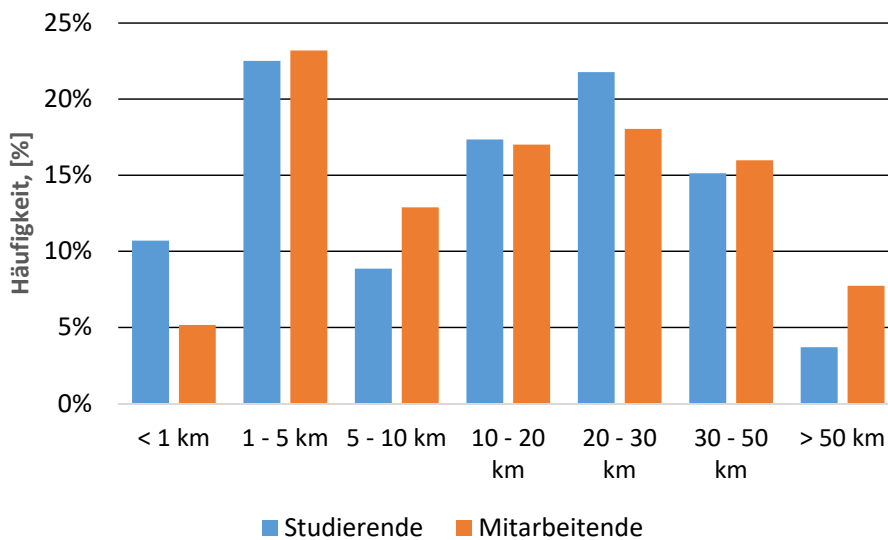


Abbildung 8-2: Zurückgelegte Strecken zwischen Wohn- und Hochschulstandorten

Alle Befragten dieser Gruppe überbrücken diese kurze Entfernung am häufigsten entweder zu Fuß oder mit dem eigenen Fahrrad. Das ist die meist gefahrene Strecke. Die am zweithäufigsten zurückgelegte Strecke beträgt 20 – 30 km. Diese Strecke fahren ca. 45,5% aller Mitarbeitenden mit dem eigenen Pkw. Auf Platz zwei und drei stehen entsprechend S-Bahn und Bus. Die Studierenden legen die Strecke mit dem Bus (ca. 20%) und mit dem Zug (ca. 21,4%) zurück. Weniger als 16% der befragten Studierenden fahren diese Strecke mit dem eigenen Pkw.

Insgesamt erreichen die Hochschule mindestens einmal in der Woche ca. 40 % aller Hochschulangehörigen mit dem Pkw, oder 56,2% aller Mitarbeitenden und ca. 28,8 % aller Studierenden. Den öffentlichen Verkehr nutzen die Studierenden öfter als den Pkw. So nutzen ca. 55% der Studierenden am meistens Bus, S-Bahn und Zug. Etwas mehr als ein Viertel aller Bediensteten (26,8%) nutzen auch den öffentlichen Verkehr. Die beliebtesten Verkehrsmittel sind die gleichen wie bei den Studierenden.

30% aller Hochschulangehörigen pendeln regelmäßig intermodal zur Hochschule. Im Vergleich zu den Mitarbeitenden ist der Anteil der Studierenden, welche den intermodalen Verkehr benutzen, doppelt so hoch. Über 90% aller Studierenden und Mitarbeitenden benutzen dafür zwei bis drei Verkehrsmittel.

Als Zusammenfassung kann der sogenannte Modal Split der Studierenden und Mitarbeitenden ermittelt werden, der angibt, welche Verkehrsmittel von den Hochschulangehörigen mindestens einmal in der Woche genutzt werden. Der Modal Split der Hochschulangehörigen lässt sich in den Abbildung 8-3 und Abbildung 8-4 darstellen.

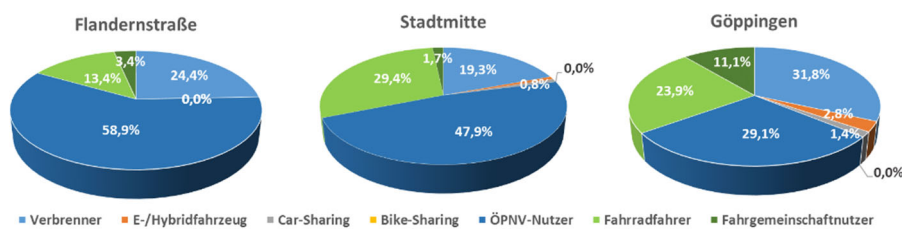


Abbildung 8-3: Modal Split der Studierenden der HSE

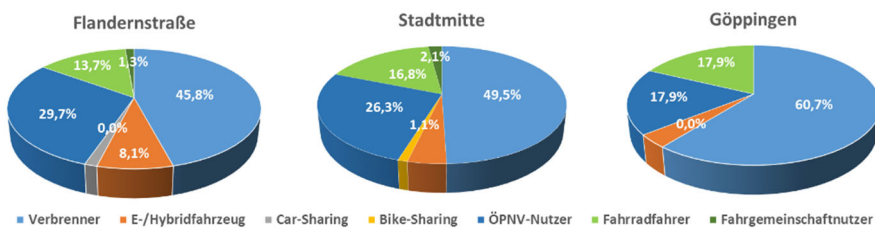


Abbildung 8-4: Modal Split der Mitarbeitenden der HSE

Der Modal Split von Studierenden und Mitarbeitenden unterscheidet sich sehr stark. Der Anteil von ÖPNV-Nutzern bei der Personengruppe „Studierende“ ist deutlich höher als bei den Mitarbeitenden an allen drei Standorten. Die Studierenden nutzen deutlich öfter eigene Fahrräder, um die Hochschule zu erreichen. Über die Hälfte aller Mitarbeitenden bevorzugen den MIV.

Auf den oben genannten Abbildungen werden gewichtete Anteile der Nutzer von unterschiedlichen Verkehrsmitteln abgebildet. Manche Personen haben mehrere Verkehrsmittel angegeben, die sie regelmäßig auf dem Weg zur Hochschule nutzen. Auf diese Weise übersteigt die Summe aller Anteile 100%. Um die proportionale Aufteilung der Nutzer des jeweiligen Verkehrsmittels zu ermitteln, wurde eine Gewichtung nach folgendem Prinzip durchgeführt:

**Gewichteter Anteil von Verkehrsmittelnutzern**

$$= \left( \frac{100\%}{\text{Erfasster Anteil von Nutzer eines Verkehrsmittels}} \right)$$

\* Summe erfasster Anteile von allen Verkehrsmittelnutzern

Formel 8-1: Gewichtung der Anteile von Verkehrsmittelnutzer

Ca. 16% aller Studierenden wohnen in einem Wohnheim. Der Anteil von Mitarbeitenden, die als Unterkunftsart ein Wohnheim genannt haben, beträgt nur ca. 1,5%.

	Studierende	Mitarbeitende
Private Unterkunft	83,8%	98,5%
Wohnheim	16,2%	1,5%

Tabelle 8-2. Unterkunftsarten der Hochschulangehörigen

75% aller Wohnheime sind in der Regel von den Standorten zu Fuß oder mit dem Fahrrad erreichbar. Daraus resultiert ein höherer Anteil der Fußgänger in der Studierendengruppe.

## 8.2 Ergänzende Mobilitätsangebote

Um das Mobilitätsangebot an der HSE zu erweitern und Alternativen zum jetzigen Mobilitätsangebot anbieten zu können, müssen einige potenzielle zusätzliche Mobilitätsangebote analysiert werden.

Folgende zusätzlichen Angebote für Studierende und Mitarbeitende an der HSE sollten betrachtet werden:

### Carsharing (freefloat / stationsbasiert)

Es gibt zwei Arten von Carsharing-Angeboten, die sich dadurch unterscheiden, ob die Fahrzeugübernahme und –rückgabe an feste Standort gebunden ist, oder flexibel an beliebigen Orten innerhalb eines Geschäftsgebietes erfolgen kann. Im ersten Fall sprechen wir von stationsbasiertem Carsharing, im zweiten Fall von einem Freefloat-Carsharing. Beide Verfahren haben unterschiedliche Effekte zur Verkehrsaufkommensreduzierung. Laut Untersuchungen des Bundesverbands Carsharing e.V. hat das stationsbasierte Carsharing einen höheren Effekt auf die Reduktion von Pkw-Besitz und trägt damit besser zur Reduktion des Verkehrsaufkommens bei. (7) Daher ist das stationsbasierte Carsharing bevorzugt zu fördern, falls ein betriebliches Carsharing oder Carsharing als alternatives Mobilitätsangebot für die Hochschulangehörigen und Studierenden angeboten werden soll.

Es gibt in Esslingen derzeit zwei Anbieter für Carsharing: carzgo (freefloat) und Stadtmobil (stationsbasiert).

### Bikesharing

Ein anderes Mobilitätsangebot, welches für das Mobilitätskonzept für die HSE herangezogen werden kann, ist Bikesharing. Ähnlich wie Carsharing basiert das Geschäftsmodell der Bikesharing-Anbieter auf Sharing-Economy, d.h. Bikesharing-Fahrräder werden an verschiedenen Standorten in einem Geschäftsgebiet eingesetzt und Benutzer können diese mit einem Verifizierungsverfahren (z.B. per App) benutzen. Bikesharing entlastet den Straßenverkehr, insbesondere die Kurzstrecken. (8) So können die Fahrten zwischen den Verkehrsknotenpunkten und den Hochschulstandorten, insbesondere dem Standort Göppingen, mit Bikesharing durchgeführt werden. Sowohl in Esslingen als auch in Göppingen gibt es derzeit keine Anbieter für Bikesharing. In Stuttgart gibt es verschiedene Bikesharing-Anbieter, wie z.B. RegioRad Stuttgart.

### Ridesharing

Das Geschäftsmodell Ridesharing bezeichnet die gemeinsame Nutzung eines Fahrzeugs für den Transport von Personen von einem Ort zum anderen (9). Das Ridesharing wird über

App-Plattformen, z.B. durch Uber, Lyft oder Blablacar angeboten. Der Vorteil von Ridesharing ist, dass die Auslastung der Pkws erhöht werden, indem mehrere Fahrten, welche zuvor nur eine Person befördern (den Fahrer selbst), gebündelt werden. So kann der Anteil am MIV reduziert werden.

Die HSE kann über ihr Informations- und Kommunikationsinfrastruktur Ridesharing-Plattformen anbieten, sodass Studierende und Mitarbeitende hier Fahrgemeinschaften für Fahrten zwischen ihren Wohnorten und Arbeits- oder Studienorten bilden können.

### Autonom fahrender Shuttle

Autonomes Fahren ist derzeit ein Thema, welches von allen Original Equipment Manufacturers (OEMs) in der Autobranche und von vielen Startups vorangetrieben wird. Eine mögliche Anwendung dieser Technologie ist der sogenannte People Mover, ein meist elektrisch betriebener Minibus, wie die Abbildung 8-5 zeigt. Dieser hat eine Transportkapazität von bis zu 15 Personen und erlaubt eine Einsatzdauer von bis zu 10 Stunden. Dabei beträgt die maximale vom Hersteller angegebene Geschwindigkeit des Shuttles üblicherweise 25 km/h. Der autonom fahrende Shuttle kann als eine Ergänzung zu ÖPNV-Angeboten gedacht werden, um die sogenannte „Letzte Meile“ abzudecken, z.B. Fahrten zwischen den Hochschulstandorten und dem Bahnhof.



Abbildung 8-5: Autonom fahrender Shuttle von Navya (10)

Derzeit gibt es allerdings für den Einsatz solcher autonom fahrender Busse Regulierungen, die im AP<sub>4</sub> Handlungsempfehlungen und Regularien, Berichtnäher erläutert werden.

## 8.3 Überführung der Daten in ein Modell

Ein wesentliches Ziel der Mobilitätsanalyse ist es, das Aufkommen des MIV zu reduzieren und einen höchstmöglichen Elektrifizierungsgrad des verbleibenden Anteils an MIV zu erzielen, um einerseits das Verkehrsaufkommen und die damit verbundenen Probleme sowie die lokale Emission zu reduzieren. Daher wird im Weiteren das Umstiegspotenzial der Hochschulangehörigen von Pkw auf alternative Mobilitätsangebote betrachtet. Es wird analysiert, wie sich das Mobilitätsverhalten der Pkw-Fahrer unter unterschiedlichen Bedingungen verändern kann. Aus diesem Grund werden in der weiteren Betrachtung ausschließlich die Pkw-Fahrer (100%) fokussiert, die regelmäßig (mindesten einmal in der Woche) die Hochschule mit dem eigenen Pkw erreichen.

Manche Befragten nutzen zusätzlich zum eigenem Pkw auch andere Verkehrsmittel. In der Abbildung 8-6 ist die gewichtete Aufteilung der Nutzer auf die unterschiedlichen Verkehrsmittel dargestellt.

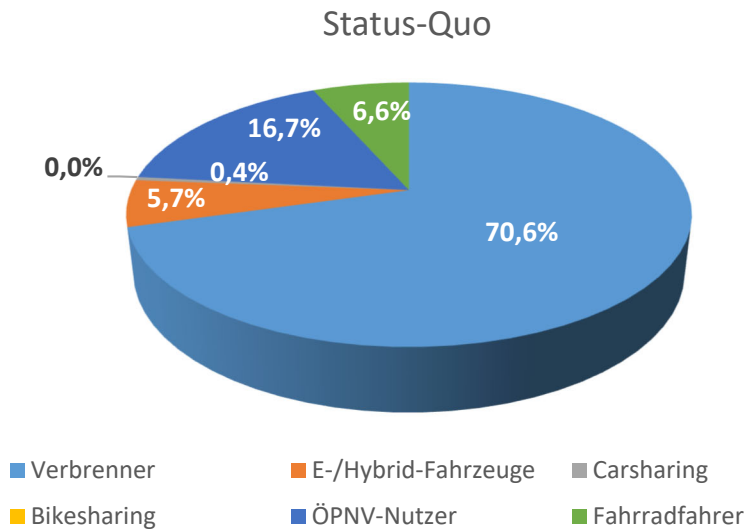


Abbildung 8-6: Modal Split der Pkw-Fahrer, gewichtet

Die Gewichtung wurde vorgenommen, um eine Hundert-Prozent-Verteilung für die Aussage zu erreichen, wie viele Personen mit welchen Verkehrsmitteln an einem durchschnittlichen Werktag unterwegs sind. Die Gewichtung wurde nach folgendem Prinzip durchgeführt:

- Durch die Umfrage wurden die Anteile der Nutzer von den unterschiedlichen Verkehrsmitteln erfasst
- Es wird jeder Anteil nach folgender Formel gewichtet:

$$\text{Gewichteter Anteil der Nutzer eines Mobilitätskonzeptes, \%} = \left( \frac{1}{\text{Summe erfasster Anteile der Nutzer von allen Mobilitätsangeboten, \%}} \right) * \text{Anteil der betrachtenden Kategorie, \%}$$

Formel 8-2: Gewichtung des Anteils der Nutzer eines Mobilitätskonzeptes,%

Daraus resultiert, dass 70,6% aller Pkw-Fahrer gleichzeitig mit dem Auto unterwegs sind. Die anderen Autonutzer können zum Beispiel mit dem Bus oder bei gutem Wetter mit dem eigenen Fahrrad die Hochschule erreichen.

Um prognostizieren zu können, wie sich der Modal Split der Pkw-Fahrer bis 2030 entwickeln könnte, wurde ein Modell entwickelt. Dieses Modell setzt die sukzessive Umsetzung von Maßnahmen zur Anregung einer Mobilitätswende voraus.

Im Rahmen des Modells werden folgende Kategorien betrachtet:

- Elektromobilität
- Carsharing
- Bikesharing
- ÖPNV
- Fahrradinfrastruktur
- Dienstwagenfuhrpark



- Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)
- **Elektromobilität**

Die EU-Kommission hat das Ziel festgelegt, bis 2030 die Treibhausmissionen um mindestens 40% gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren (11). Neben der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger ist Elektromobilität der Schlüssel zu klimafreundlicher Mobilität. (12)

Die neuesten Entwicklungen in der Automobilbranche, z.B. strengere CO<sub>2</sub>-Vorgaben, Abgasnormen und Fahrverbote in Städten mit erhöhten NO<sub>x</sub>-Werten, und nicht zuletzt die Trends und Entwicklungen hinsichtlich neuer Antriebskonzepte wie Hybrid- und reinem Elektroantrieb, beeinflussen die Entwicklung des Pkw-Verkehrs nachhaltig. Deswegen legt die HSE großen Wert auf die Elektromobilität.

Unter der Kategorie Elektromobilität wird das Umstiegs Potenzial der Pkw-Fahrer von Verbrenner auf alternative Antriebskonzepte betrachtet. Durch die Umfrage wurde ermittelt, unter welchen Bedingungen die Befragten bereit sind, sich beim nächsten anstehenden Fahrzeugwechsel für ein elektrisch betriebenes Auto zu entscheiden. Die Bedingungen betreffen sowohl den Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur und Ladeinfrastruktur an der HSE, als auch andere gesellschaftlichen und infrastrukturellen Aspekte.

### **Carsharing**

Carsharing stellt ein Fahrzeug einer Person zu Verfügung und weist hierdurch das Potenzial zur Reduktion des privaten Pkw-Anteils im gesamten Modal Split der Hochschulangehörigen auf. Durch die Einrichtung von Carsharing-Abstellplätzen auf dem Gelände der HSE kann der Bedarf an Parkraumfläche für MIV reduziert werden. (13, S. 28) In der Kategorie Carsharing wird das Reduktionspotenzial von MIV-Anteil durch Nutzung der Carsharing-Fahrzeuge auf dem Weg zur Hochschule betrachtet. Es wird beschrieben, in wie weit die Pkw-Flotte von der Hochschulangehörigen an den Standorten durch Umstieg auf Carsharing reduziert werden kann.

### **Bikesharing**

Heute nimmt Bikesharing immer mehr an Bedeutung in der intermodalen Kette zu. Laut Umweltbundesamt kann durch den Umstieg vom privaten Pkw auf den ÖPNV und eingebettete Sharing-Angebote täglich bis zu 3.500 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden (deutschlandweit). Durch die Umstellung auf Bikesharing kann die Umweltsituation verbessert werden und Freiräume können durch Reduktion der Parkplätze gewonnen werden (14). Darüber hinaus erhöht ein solches Mobilitätsangebot die Flexibilität der Nutzer deutlich - ohne zusätzliche Investitionen wie z. B. Beschaffung eines eigenen Fahrrads.

Unter dieser Kategorie wird die Änderung des Mobilitätsverhaltens der Studierenden und Mitarbeitenden der HSE durch die Einführung eines Bikesharings in die intermodale Kette betrachtet. Mittels Umfrage wurde die Bereitschaft der Befragten ermittelt von der Nutzung des eigenen Pkws auf Bikesharing-Angebote umzusteigen.

### **ÖPNV**

Der ÖPNV spielt eine wichtige Rolle in der alltäglichen Mobilität der Menschen. Heutzutage befördert der deutsche ÖPNV jährlich ca. 10 Milliarden Personen. Abgesehen davon, dass die ÖPNV-Fahrzeuge immer effizienter und in der Lage sind, große Passagierkapazität zu transportieren, finden viele Pkw-Fahrer einen eigenen Pkw immer noch attraktiver und flexibler (15). 44,3% aller Hochschulangehörigen fahren aufgrund der

zeitlichen Einbußen nicht intermodal zur Hochschule. Auf Platz zwei steht die Unzuverlässigkeit des ÖPNV durch Ausfälle und Verspätungen. Es wird die Mobilitätsverhaltensänderung von Pkw-Fahrern bei der Umsetzung unterschiedlicher Förderungsmaßnahmen zur Erhöhung der ÖPNV-Attraktivität betrachtet.

### **Fahrradinfrastruktur**

Im Jahr 2018 wurde eine Umfrage unter den Hochschulangehörigen unter Betreuung von Frau Anja Necker (Umweltmanagerin an der HSE) von einer Studierendengruppe (Studiengang „Technische Betriebswirtschaftslehre/Automobilindustrie“ (TAB)) durchgeführt. Ziel der Befragung war es, die Anforderungen an die Fahrradinfrastruktur an der HSE und die Bereitschaft der Studierenden und Mitarbeitenden zu erfahren, statt einem Pkw ein Fahrrad zu nutzen. Auf Grund dieser Umfrage wird untersucht, wie der Umstieg von Pkw auf Fahrrad oder Pedelec den Pkw-Anteil im gesamten Modal Split beeinflussen kann.

Alle Kategorien werden nacheinander betrachtet. Das Ergebnis der Analyse wird zu jeder weiteren Kategorie kumulativ addiert. Das erlaubt den Einfluss jeder Kategorie auf das Mobilitätsverhalten der Befragten zu verfolgen und den Wirkungsgrad der jeweiligen Maßnahmen abzuleiten.

Als weitere Kategorien werden auch der Dienstwagenfuhrpark und IKT-Lösungen betrachtet. Zu diesen Themen wurden keine Fragen an die Beteiligten in der Umfrage gestellt. Deswegen werden hier nur allgemeine Handlungsempfehlungen gegeben, die generell die Mobilitätssituation an der Hochschule zukünftig verbessern können.

### **Dienstwagenfuhrpark**

Im Kapitel 6.1 wurde der Dienstwagenfuhrpark der HSE analysiert. Es ist schon bekannt, dass im Jahr 2018 in der Bilanz der HSE fünf Dienstwagen Verbrenner waren und zwei davon Emissionsklasse EURO 4 hatten. Um den Titel „emissionsfreie Hochschule“ zu erlangen, sollte eine radikale Reorganisation der Dienstwagenflotte durchgeführt werden. In diesem Unterkapitel werden mögliche Alternativen zum existierenden Dienstwagenfuhrpark betrachtet.

### **Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)**

Unter dieser Kategorie werden unterschiedliche Techniken beschrieben, welche jede/n Hochschulangehörige/n auf dem Weg zu seinem Standort und nach Hause abhängig vom genutzten Verkehrsmittel unterstützen kann. Es wird auch erläutert, wie das Interesse sowohl an neuen Mobilitätskonzepten, als auch an existierenden alternativen Mobilitätsangeboten erhöht werden kann.

#### **8.3.1 Umsetzung der Maßnahmen in den betrachteten Kategorien**

Um eine nachhaltige Umgestaltung des Mobilitätsverhaltens an der HSE erreichen zu können, müssen vielfältige Maßnahmen umgesetzt werden. Manche Maßnahmen, wie beispielsweise der Ausbau der Fahrradinfrastruktur an den HSE-Standorten kann natürlich die HSE selbständig realisieren. Für andere Maßnahmen werden zur Umsetzung Unterstützer benötigt. Eine Verbesserung des ÖPNV-Angebotes kann beispielsweise nur in Abstimmung mit den Kommunen und deren Verkehrsbetrieben erfolgen. In Tabelle 8-3 sind notwendige Unterstützer zur Umsetzung des Mobilitätskonzeptes HSE 2030 aufgeführt.













Kategorien	HSE	Stadt	Private Unternehmen				
							
							
Elektromobilität	✓	✓				✓	
Bikesharing		✓				✓	
Carsharing		✓				✓	
ÖPNV	✓	✓				✓	
Fahrradinfrastruktur	✓	✓				✓	
Dienstwagenfuhrpark	✓					✓	
IKT und Sonstiges	✓	✓				✓	

Tabelle 8-3: Benötigte Unterstützer bei der Umsetzung der Maßnahmen in den betrachteten Kategorien

Die Beteiligten sind in drei Kategorien aufgeteilt:

1. Hochschule Esslingen – die Maßnahmen unter dieser Kategorie kann die HSE selbständig ohne Unterstützung realisieren.
2. Stadt – hier sind alle kommunalen Unternehmen, Stadtverwaltungen Esslingen und Göppingen, Stadtwerke, Verkehrsbetriebe und das Bundesland Baden-Württemberg gemeint.
3. Private Unternehmen – alle privaten Unternehmen, die entweder ein wirtschaftliches oder ein Image-Interesse an der Umsetzung des Mobilitätskonzeptes HSE 2030 haben.

Es gibt viele Maßnahmen, die weder die Hochschule noch die anderen Parteien ohne Kooperation leisten können. Als Beispiel kann der Ausbau der Ladeinfrastruktur an den Hochschulstandorten genannt werden. Die HSE benötigt in diesem Fall mindestens einen Ladesäulenbetreiber, welcher die Ladesäulen auf dem Gelände der HSE installieren kann, und einen Stromanbieter. Genauso kann z.B. Netze BW auf dem Hochschulgelände ohne Zustimmung der Hochschulverwaltung keine Ladeinfrastruktur errichten. Deswegen kann das beste Ergebnis nur durch einen gemeinschaftlichen Ansatz aller Partner erzielt werden.

### 8.3.2 Analyse der Kategorien des Mobilitätsmodells

#### Elektromobilität

In dieser Kategorie wird der Ausbau der Ladeinfrastruktur und die Unterstützung der Elektromobilität an der HSE betrachtet.

Aktuell wird der Verkehr immer noch von Verbrennungsfahrzeugen beherrscht. 92,5% aller Pkw der Hochschulangehörigen sind Fahrzeuge mit konventionellen Antriebsarten. Aufgrund der Umfrage und mittels Hochrechnung wurde die Anzahl der täglich zur Hochschule pendelnden Pkw-Fahrer ermittelt. Das Ergebnis wird in der Tabelle 8-4 aufgeführt.

	Flandernstraße	Stadtmitte	Göppingen	Summe
<b>Studierende</b>	550	426	435	<b>1412</b>
<b>Mitarbeitende</b>	131	182	76	<b>388</b>
<b>Summe</b>	<b>681</b>	<b>608</b>	<b>511</b>	<b>1800</b>

Tabelle 8-4: Gewichtete Anzahl der Pkw-Fahrer an der HSE, täglich

Die Anzahl der Pkw-Fahrer wurde mittels Hochrechnung ermittelt.

Die Hochrechnung wurde nach folgendem Rechnungsweg durchgeführt:

- Die Pkw-Fahrer wurden gefragt, wie oft sie mit dem Pkw zur HSE fahren. Als Antwortoptionen wurden folgende Varianten vorgeschlagen:
  - Täglich,
  - Mehrmals in der Woche,
  - Einmal in der Woche,
  - Mehrmals im Monat,
  - Selten.
  
- Auf Basis dieser Daten wurde die gewichtete Anzahl der täglichen Pendler berechnet. Jeder oben genannten Antwortoption wurde eine Gewichtungszahl zugeordnet:
  - Täglich – 5 Tage pro Woche,
  - Mehrmals in der Woche – 3 Tage pro Woche,
  - Einmal in der Woche – 1 Tag pro Woche,
  - Mehrmals im Monat – 0,5 Tage pro Woche,
  - Selten – 0,3 Tage pro Woche.

Die gewichtete Anzahl der Fahrer wurde nach folgender Formel errechnet:

#### ***Gewichtete Anzahl der täglichen Pendler mit dem Pkw***

$$\begin{aligned}
 & (\text{Täglich} * 5 \text{ Tage} + \\
 & \text{Mehrmals in der Woche} * 3 \text{ Tage} + \\
 & \text{Einmal in der Woche} * 1 \text{ Tag} + \\
 & \text{Mehrmals in Monat} * 0,5 \text{ Tage} + \\
 & \text{Selten} * 0,3 \text{ Tage}) \\
 = & \frac{\quad}{5 \text{ Werkstage}}
 \end{aligned}$$

Formel 8-3: Gewichtete Anzahl der täglichen Pendler mit dem Pkw

Die Hochrechnung auf die tatsächliche Anzahl der Pkw-Fahrer wurde nach folgender Formel errechnet:

**Gewichtet Anzahl der tatsächlichen Pkw – Fahrer pro Standort**

$$= \frac{\text{Gewichtete Anzahl der täglichen Pendler an einem Hochschulstandort, erfasst}}{\text{Tatsächliche Anzahl der Hochschulangehörigen an einem Standort}} \cdot 100\%$$

Formel 8-4: Anzahl der tatsächlichen Pkw-Fahrer pro Standort

Aus Tabelle 8-4 ist abzulesen, dass täglich ca. 1.800 Pkw zur HSE fahren. Davon sind nur 7,5% Elektro- oder Hybrid-Fahrzeuge. Der Anteil von Elektro-/Hybridfahrzeugen ist am Standort Flandernstraße etwas höher als an den anderen Standorten, und beträgt 8,7%. Der Anteil der Fahrzeuge mit alternativen Antriebskonzepten bei den Mitarbeitenden beträgt 10%, was 2,5 Mal höher ist als bei den Studierenden (ca. 4%).

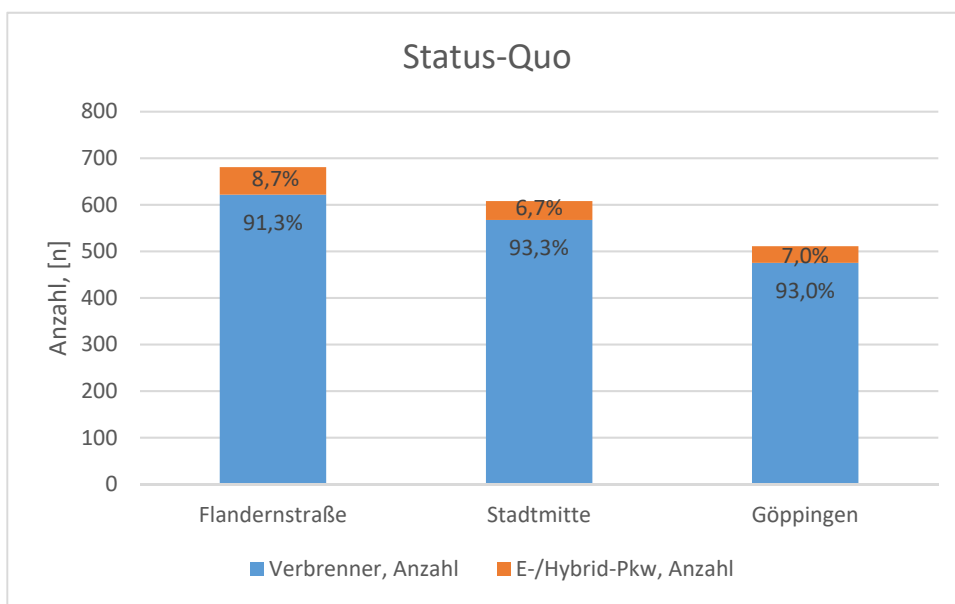


Abbildung 8-7: Anteil der Fahrzeuge mit alternativen Antriebskonzepten im Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen, Stand heute

Im Rahmen der Umfrage wurden die Teilnehmer befragt, ob sie bereit sind, beim nächsten anstehenden Fahrzeugwechsel ein Elektrofahrzeug zu erwerben. 45,9% der Mitarbeitenden erwägen solch eine Möglichkeit. Aufgrund des hohen Beschaffungspreises haben die Studierende weniger Bereitschaft dazu geäußert. 8,8% aller Hochschulangehörigen haben überhaupt kein Interesse an Elektromobilität und bevorzugen es weiter mit einem konventionellen Fahrzeug zu fahren. In der Tabelle 8-5 wird das vollständige Ergebnis der Umfrage aufgeführt.

	Flandernstraße	Stadtmittel	Göppingen	Ø
<b>Studierende</b>	34,5%	33,3%	28,0%	<b>32,1%</b>
<b>Mitarbeitende</b>	50%	41,2%	50%	<b>45,9</b>

Tabelle 8-5: Hochschulangehörige, welche bereit sind, beim nächsten anstehenden Fahrzeugwechsel auf ein Fahrzeug mit alternativer Antriebsart umzusteigen

In der Abbildung 8-8 wird die Frage beantwortet, wie sich die Korrelation zwischen den beiden Antriebsarten ändern kann, falls alle Elektromobilitäts-Interessenten ihren Wunsch verwirklichen würden.

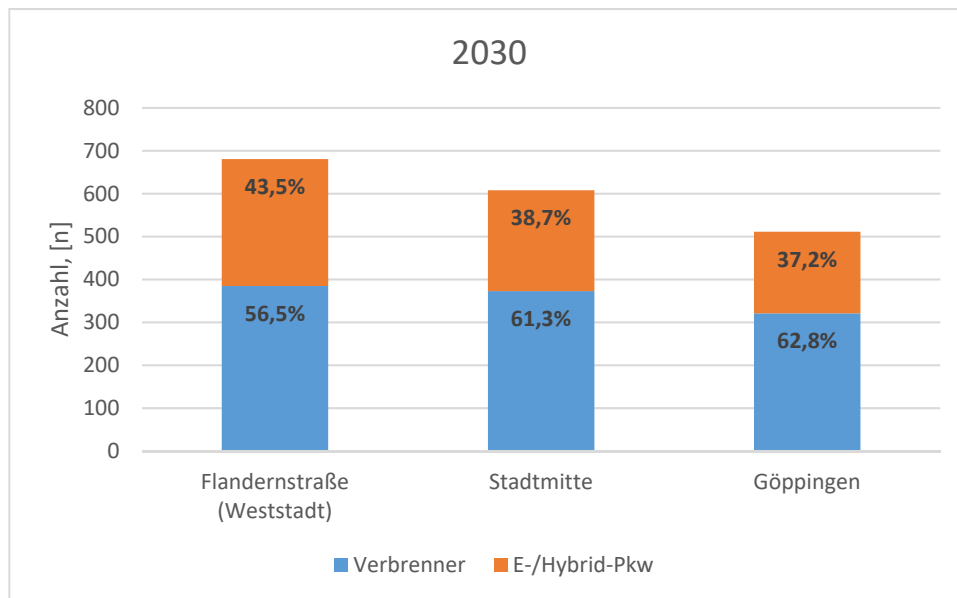


Abbildung 8-8: Entwicklung des Anteils von Elektro-Fahrzeugen am Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen im Jahr 2030

Man sieht, dass die Akzeptanz der Elektromobilität bei den Umfrageteilnehmern sehr hoch ist. Danach kann sich der Elektro- oder Hybridfahrzeuganteil an den Hochschulstandorten im Jahr 2030 vervierfachen.

### Carsharing

In dieser Kategorie wird das Erweiterungspotenzial der Nutzungsmöglichkeit der Carsharing-Fahrzeuge im Rahmen des Mobilitätskonzeptes HSE 2030 betrachtet. Die Umfrage hat gezeigt, dass die Nutzungsquote des Carsharings sehr niedrig ist. Nur 2,1% aller MIV-Besitzer nutzen Carsharing-Angebote auf dem Weg zur Hochschule. Davon nutzt niemand diesen Service am Standort Flandernstraße. Viele Befragten sind der Meinung, dass dieser Service immer noch unrealistisch, nicht zuverlässig und teuer ist.

	Flandernstraße	Stadtmittle	Göppingen	Ø
<b>Studierende</b>	0,0%	0,0%	8,0%	<b>2,6%</b>
<b>Mitarbeitende</b>	0,0%	3,9%	0,0%	<b>1,8%</b>

Tabelle 8-6: Tatsächliche Nutzer des Carsharing-Angebots

Wir haben die Frage an die Probanden gestellt, welche Mobilitätsangebote sie nutzen würden, um ihren Standort zu erreichen. Carsharing hat insgesamt 37,4% der zustimmenden Antworten bekommen.

	Flandernstraße	Stadtmitte	Göppingen	Ø
Studierende	55,2%	41,7%	44,0%	47,4%
Mitarbeitende	40,0%	25,5%	22,2%	30,3%

Tabelle 8-7: Hochschulangehörige, welche bereit sind, von MIV auf Carsharing umzusteigen

Jetzt führen wir das Ergebnis der Umfrage über Carsharing in unser Modell ein und versuchen eine kumulierte Anzahl der Verbrennungs-, E-Auto-Fahrer und Carsharing-Nutzer abzuleiten. Das heißt, dass umgerechnet wird, wie die Einführung des Carsharings in die intermodale Kette die Anzahl der Verbrennungsfahrzeuge beeinflussen kann.

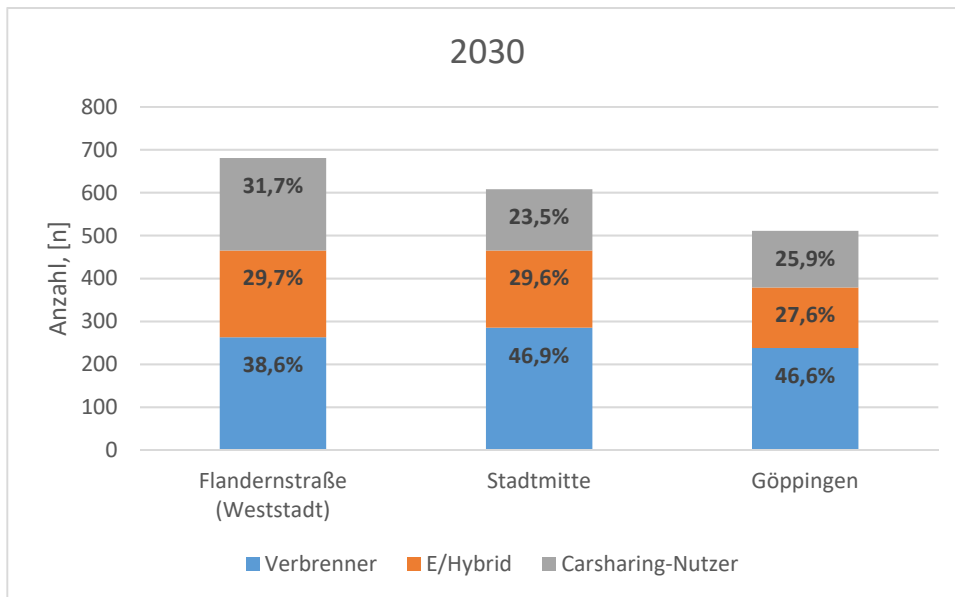


Abbildung 8-9: Entwicklung des Anteils von Carsharing-Nutzer im Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen im Jahr 2030

Die Abbildung 8-9 zeigt, dass die Einführung von Carsharing-Angeboten nicht nur den Anteil von Verbrennern, sondern auch die Fahrzeuge mit alternativen Antriebskonzepten beeinflusst. Dies ist damit zu erklären, dass mit der Erweiterung und Nutzung zusätzlicher Mobilitätsangebote sich der Anteil der bereits betrachteten Angebote verringert. Diese Neuverteilung lässt uns annehmen, wie sich das Mobilitätsverhalten der Hochschulangehörigen ändern kann, unter Berücksichtigung, dass die ursprüngliche Nutzergruppe unverändert bleibt. Es wird das Ziel verfolgt, durch die inkrementelle Erweiterung des Angebotes an Alternativen zum Pkw den heutigen Pkw-Fahrer zu motivieren, seine Mobilitätskultur zu ändern. Nach diesem Prinzip werden auch die Auswirkungen der weiteren Kategorien aufs Mobilitätsverhalten der Hochschulangehörigen prognostiziert.

### Bikesharing

Bikesharing nutzt heute kein Pkw-Fahrer, weil einfach aktuell kein Angebot verfügbar ist. Nur ein Befragter, der am Standort Stadtmitte tätig ist, gibt an, dass er Bikesharing nutzt. Es wird vermutet, dass es um ein Hochschul-Bikesharing geht.

Die Frage, welche wir den Befragten gestellt haben, war: Welche Mobilitätsangebote würden Sie nutzen, um Ihren Standort zu erreichen?

Überraschend wenig Befragte sind an Bikesharing an der Hochschule interessiert. Nur 4,8% aller Hochschulangehörigen würden gerne ein geteiltes Fahrrad auf dem Weg zur Hochschule nutzen. Es ist zu berücksichtigen, dass über 20% der Befragten im Radius von 1

– 5 km von ihren Standorten wohnen. Unten, in Tabelle 8-8 ist aufgeführt, wie viel Pkw-Fahrer bereit sind, statt einem eigenem Auto ein geteiltes Fahrrad zu nutzen.

	Flandernstraße	Stadtmitte	Göppingen	Ø
<b>Studierende</b>	0,0%	8,3%	4,0%	<b>2,6%</b>
<b>Mitarbeitende</b>	12,5%	2,0%	0,0%	<b>6,4%</b>

Tabelle 8-8: Hochschulangehörige, welche bereit sind, von MIV auf Bikesharing umzusteigen

Es fällt auf, dass sich am Standort Flandernstraße die Personengruppe „Studierende“ und in Göppingen die Personengruppe „Mitarbeitende“ überhaupt nicht für Bikesharing interessiert haben.

Für den Standort Flandernstraße lässt sich dies mit der bergigen Lage des Campus erklären. Aber nach dem Umzug des Standortes in die Weststadt Esslingen wird eine Steigerung des Interesses an dem nichtmotorisierten Verkehr erwartet.

In Abbildung 8-10 wird abgebildet, wie die Integration des Bikesharings als zusätzliches Mobilitätsangebot in den Modal Split die Häufigkeit der Nutzung der anderen Verkehrsmittel beeinflussen kann.

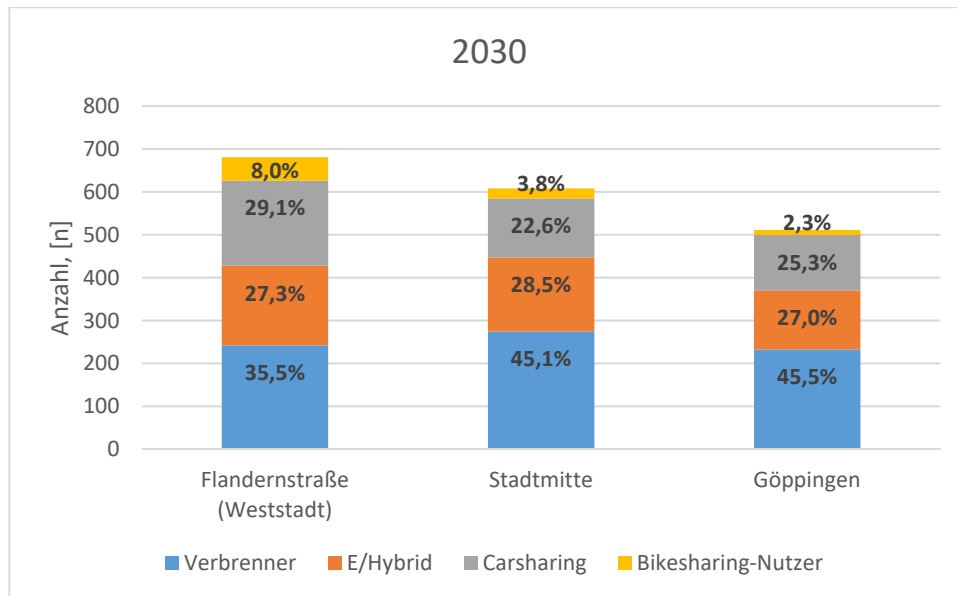


Abbildung 8-10: Entwicklung des Anteils von Bikesharing-Nutzer im Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen im Jahr 2030

Wegen der niedrigen Nachfrage bleibt der Anteil des MIV im Vergleich zur Abbildung 8-9 in Abbildung 8-10 fast unverändert.



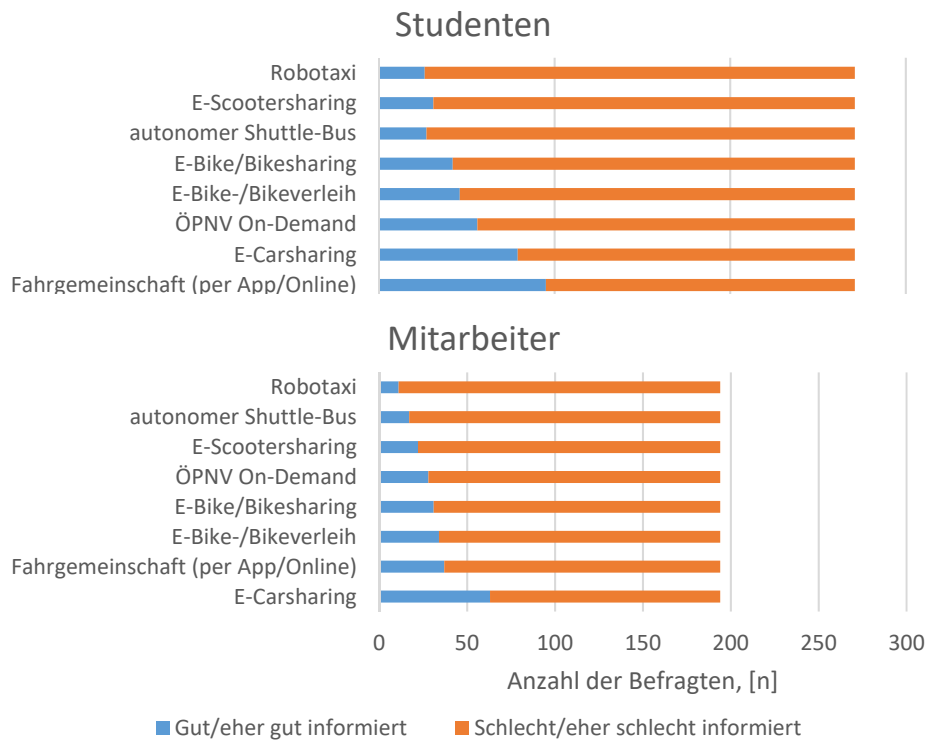


Abbildung 8-11: Informationsstand der Hochschulangehörigen über die unterschiedlichen Mobilitätskonzepte

In Abbildung 8-11 ist das Ergebnis der Umfrage aufgeführt. Wir haben abgefragt, ob sich die Beteiligten gut oder schlecht über neue Mobilitätskonzepte informiert fühlen. Aus der Umfrage resultiert, dass den Studierenden das Konzept „Fahrgemeinschaft“ bereits bekannt ist, weil dieses Mobilitätskonzept von ihnen schon regelmäßig genutzt wird (siehe Abbildung 8-3 und Abbildung 8-4).

### ÖPNV

Aktuell ist der Pkw das beliebteste Verkehrsmittel. In Zukunft muss der ÖPNV eine führende Rolle im Mobilitätsmix übernehmen. Laut dem Verband Deutscher Verkehrsunternehmer (VDV) haben in 2017 über 10 Milliarden Menschen öffentliche Verkehrsmittel genutzt, was im Vergleich zu 2016 eine Zunahme um 140 Millionen darstellt (16).

Aktuell pendeln mit dem ÖPNV zwischen Hochschule und Wohnorten ca. 54,6% Studierende. Die Mitarbeitende nutzen dieses Verkehrsmittel deutlich seltener (26,8%). Das liegt daran, dass die Mitarbeitenden zu einer Personengruppe mit höherem Einkommen gehören, weswegen sie den MIV bevorzugen. Was die Pkw-Fahrer angeht, ist hier die Quote der ÖPNV-Nutzer bei den Studierenden auch relativ hoch und beträgt 38,5%. Es geht um diejenigen Studierenden, die parallel zu ihrem Pkw regelmäßig den ÖPNV nutzen. Bei den Mitarbeitenden beträgt diese Quote nur 10,1%.

Wir haben die Frage an die Pkw-Fahrer gestellt, ob sie bereit sind, unter bestimmten Bedingungen zur HSE intermodal zu kommen. Das Ergebnis wird in Tabelle 8-9 präsentiert.

	Flandernstraße	Stadtmitte	Göppingen	Ø
<b>Studierende</b>	77,8%	62,5%	86,7%	<b>75,5%</b>
<b>Mitarbeitende</b>	72,0%	92,1%	75,0%	<b>82,3%</b>

AP3 Mobilitätsbedarf von  
Mitarbeitenden und  
Studierenden

Tabelle 8-9: Potenzielle Pendler intermodal

Die Bedingungen, welche die Befragten attraktiv finden, sind in Abbildung 8-12 und Abbildung 8-13 aufgeführt.

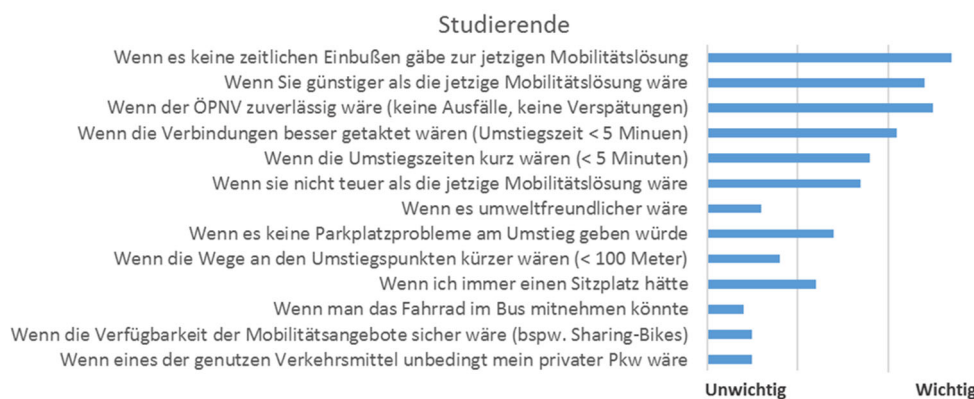


Abbildung 8-12: Bedingungen für den Umstieg auf ÖPNV, Studierende

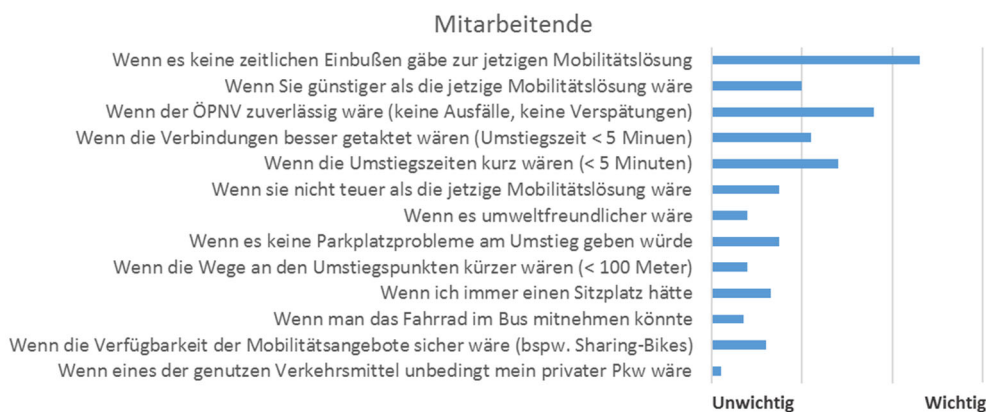


Abbildung 8-13: Bedingungen für den Umstieg auf ÖPNV, Mitarbeitende

Für die beiden Personengruppen gelten zwei gleich wichtige Parameter: das Fehlen an zeitlichen Einbußen und eine Erhöhung der Zuverlässigkeit des ÖPNV. Als weiterer wichtiger Parameter haben die Studierenden die Kosten genannt. Die Mitarbeitende haben diesen Parameter auf Platz fünf platziert. Dies kann bedeuten, dass die Mitarbeitende bereit sind zumindest gleich oder mehr für den ÖPNV zu bezahlen, aber mehr Qualität haben wollen.

Aus Tabelle 8-9 resultiert, dass ca. 80% aller Pkw-Fahrer an der HSE die Möglichkeit betrachten, sich in Bezug auf den ÖPNV neu zu orientieren. Im Vergleich zu Bikesharing kann dieses Mobilitätsangebot sehr stark das gesamte Bild des Mobilitätsverhaltens der HSE-Angehörigen beeinflussen. Dies können wir sehr gut in Abbildung 8-14 verfolgen.

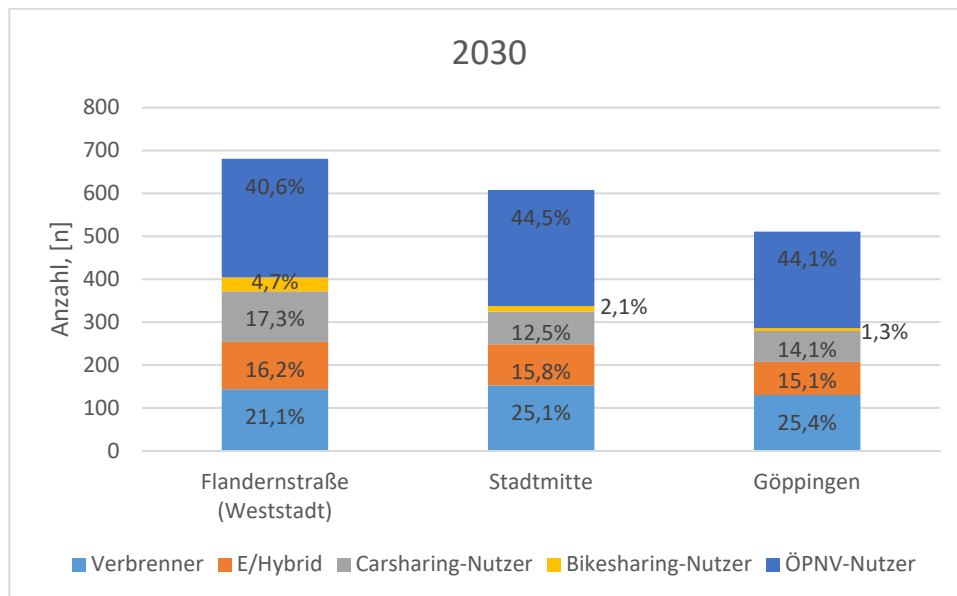


Abbildung 8-14: Entwicklung des Anteils von ÖPNV-Nutzer im Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen im Jahr 2030

Laut der Studie „Mobilität in Deutschland“ (BMVI) war in 2017 der öffentliche Personennahverkehr das am wenigsten beliebte Verkehrsmittel (17). Trotz dieser Tatsache hat die überwiegende Mehrheit der Teilnehmer an der Mobilitätsumfrage die Bereitschaft ausgedrückt in der Zukunft geteilte Verkehrsmittel zu nutzen. Diese Umstellung kann die Mobilitätssituation an der HSE dramatisch verändern (siehe Abbildung 8-14). Heute ist die ÖPNV-Infrastruktur in Deutschland gut ausgebaut. Aber, wie in Abbildung 8-12 und in Abbildung 8-13 aufgeführt ist, bestehen immer noch unterschiedliche Hindernisse, aufgrund derer der Pkw als Hauptverkehrsmittel gewählt wird. Durch die Umsetzung bestimmter Maßnahmen zur Verbesserung der heutigen Situation hat der ÖPNV eine riesige Chance, das beliebteste Mobilitätsmittel zu werden.

### Fahrradinfrastruktur

Die Bedeutung der Fahrräder ist nicht zu unterschätzen. Laut dem Zweirad-Industrie-Verband beträgt der Fahrradbestand inkl. Pedelec ca. 75,5 Mio. Stück in Deutschland. Das bedeutet, dass fast jeder deutsche Bewohner mindestens ein Fahrrad besitzt (18). Aber wegen schlechter Beschaffenheit der Fahrradwege und fehlender Fahrradinfrastruktur wählen die Fahrrad-Besitzer immer noch den Pkw für den Weg zur Arbeit. Fahrrad ist das günstigste Verkehrsmittel (unter Vernachlässigung des Fußverkehrs) und beeinflusst die Gesundheit positiv. Deswegen soll dieser Kategorie eine besondere Aufmerksamkeit zukommen.

Laut der Fahrrad-Umfrage von der Studierendenprojektgruppe TAB aus dem Jahr 2018 besitzen über 90% aller Hochschulangehörigen entweder ein Fahrrad oder ein Pedelec. Die gleiche Statistik gilt für die Hochschul-Pkw-Fahrer. Der Hauptgrund, warum die Fahrrad-/Pedelec-Besitzer mit ihren Zweirädern nicht zur HSE fahren, ist die große Entfernung. In der Stadtmittel wurden weitere Gründe genannt, wie häufig defekte Duschkabinen und Mangel an Spinden an der Hochschule. An der Flandernstraße gibt es ebenfalls nicht ausreichend Spinde und Abstellplätze. Das Problem am Standort Göppingen sind die fehlenden oder defekten Duschkabinen. An diesem Standort gibt es überdachte Fahrrad-Abstellplätze, aber in nicht ausreichender Zahl.

Die Umfrage-Teilnehmer wurden gefragt, ob sie öfter an die HSE mit dem eigenen Fahrrad fahren würden, falls die infrastrukturellen Probleme gelöst würden. Mit „Ja“ haben diese

Frage insgesamt 42,8% der Pkw-Fahrer beantwortet. Das präzise Ergebnis wird in Tabelle 8-10 vorgestellt.

	Flandernstraße	Stadtmitte	Göppingen	Ø
<b>Studierende</b>	23,7%	50,0%	35,9%	<b>35,5%</b>
<b>Mitarbeitende</b>	56,0%	48,2%	50,0%	<b>50,5%</b>

Tabelle 8-10: Potenzielle Fahrradfahrer

Es fällt sofort auf, dass die Bereitschaft am Standort Flandernstraße, das Fahrrad zu nutzen, deutlich niedriger als an den anderen Standorten ist. Dies wird mit der bergigen Lage des Standortes erklärt. 7,9% der Studierenden und 12% der Mitarbeitenden fahren deswegen nicht mit dem Fahrrad zu diesem Standort. In 2024 ist der Umzug des Standortes Flandernstraße nach Esslingen Weststadt eingeplant. Der neue Standort wird auf flachem Gelände in der Nähe des Bahnhofs Esslingen gebaut. Dadurch wird eine Steigerung des Interesses am Verkehrsmittel „Fahrrad“ um 4,8% erwartet. Die anderen Teilnehmer der Umfrage wollen generell beim Pkw bleiben.

Durch die Verbesserung der Bedingungen für die Fahrradfahrer an den Hochschulstandorten kann der Anteil der Verbrenner von 23,6% auf 19,5% gesenkt werden. Die vollständige Entwicklung des Modal Splits der Hochschulangehörigen wird in der Abbildung 8-15 vorgestellt.

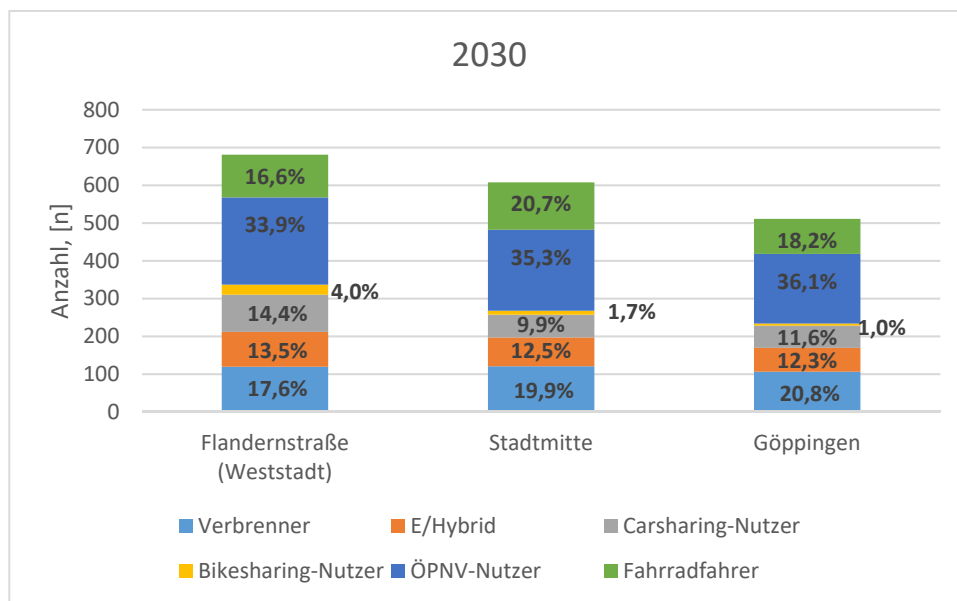


Abbildung 8-15: Entwicklung des Anteils von Fahrradfahrern im Pkw-Bestand der Hochschulangehörigen im Jahr 2030

Die Fahrradinfrastruktur war die letzte Kategorie unseres Mobilitätsmodells. Es folgt ein Vergleich der heutigen Mobilitätssituation an der HSE mit der prognostizierten.

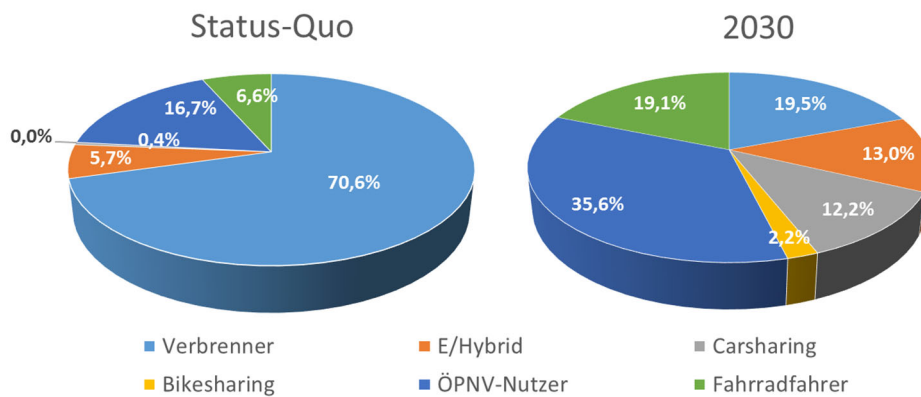


Abbildung 8-16: Potenzielle Mobilitätswende zum Jahr 2030, Pkw-Fahrer

Unsere Prognose zeigt, dass der Anteil von Verbrennungsfahrzeugen von 70% auf 19,5% im gesamten Modal Split reduziert werden kann. Allerdings ist solch eine Umwandlung nur unter der Beteiligung der Unterstützer sowohl aus dem staatlichen, als auch aus dem privaten Sektor zu schaffen (siehe Tabelle 8-3). In diesem Sinne beschreibt das Mobilitätsmodell das so genannte „Best Case Szenario“ der weiteren Entwicklung der Mobilität an der HSE. Das heißt, dass der maximale Effekt nur mit der Unterstützung aller involvierten Parteien und der Umsetzung aller angesprochenen Maßnahmen erreicht werden kann.

## 8.4 Entwicklung von drei Zukunftsszenarien mit Zeithorizont 2030

Im Rahmen der Erarbeitung des Mobilitätskonzeptes HSE 2030 wurden drei Entwicklungsszenarien des Mobilitätsverhaltens bis 2030 entwickelt. Die Szenarien unterscheiden sich durch die Gruppen der Beteiligten an der Umsetzung der Maßnahmen. Diese sogenannten Unterstützer werden im AP<sub>4</sub> Handlungsempfehlungen und Regularien, Bericht dieses Mobilitätskonzeptes vorgestellt.

### Szenario 1

Unter Szenario 1 werden alle Maßnahmen verstanden, die ausschließlich durch die HSE umgesetzt werden können. Das heißt, dass die Hochschule keine Unterstützung von Dritten bekommt. Daher sind nur begrenzte Maßnahmen der HSE verfügbar. Anhand der Tabelle 8-3 orientiert sich das Szenario 1 auf die Umsetzung der Maßnahmen in den folgenden Kategorien:

- Elektromobilität,
- ÖPNV,
- Fahrradinfrastruktur,
- Dienstwagenfuhrpark,
- IKT.

**Mitwirkende:** Ausschließlich HSE

Um den Effekt dieser Maßnahmen bewerten zu können, wird in Abbildung 8-17 der Modal Split aller Hochschulangehörigen (inklusive Nicht-Pkw-Fahrer) zum heutigen Tag aufgeführt.

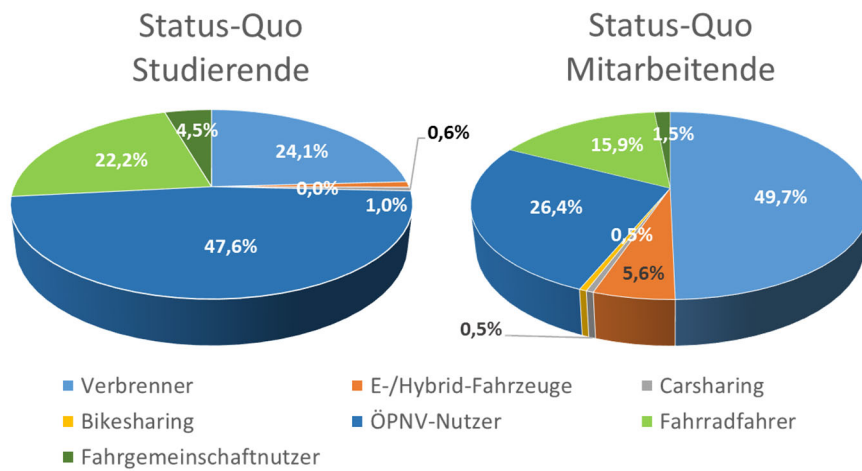


Abbildung 8-17: Potenzielle Mobilitätswende zum Jahr 2030, alle Hochschulangehörige

In Abbildung 8-18 wird die Mobilität der Studierenden und Mitarbeitenden nach der Umsetzung des Szenarios 1 dargestellt.

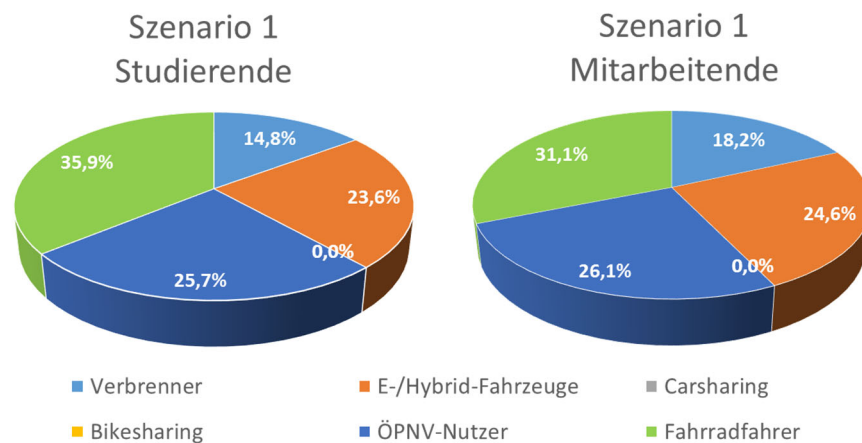


Abbildung 8-18: Szenario 1 Mobilitätsverhalten 2030

In Abbildung 8-18 wird gezeigt, dass der Anteil der Pkw-Fahrer bei der Personengruppe „Studierende“ um ca. 9,3% gesenkt werden kann. Aber die Anteile der Fahrräder und E-/Hybrid-Fahrzeuge sind deutlich angestiegen. Bei den Mitarbeitenden wird die Reduktion der Verbrenner im gesamten Modal Split beobachtet. Aber durch die Steigerung des Interesses an E-/Hybrid-Fahrzeugen und Fahrrädern kann die Häufigkeit der ÖPNV-Nutzung vermindert werden.

### Szenario 2

Im Szenario 2 wird die Hochschule von den Stadtwerken von Esslingen und Göppingen unterstützt. Die Hochschule wird durch die unterschiedlichen staatlichen Förderungsprogramme und Zuschüsse subventioniert. Die staatlichen Unternehmen unterstützen die Hochschule beim Ausbau der Infrastruktur für die neuen

Mobilitätskonzepte und bei der Schaffung der neuen Mobilitätsangebote für die Hochschulangehörigen im Rahmen des Mobilitätskonzeptes HSE 2030. Kategorien, die im Szenario 2 betroffen sind:

- Elektromobilität
- Bikesharing
- Carsharing
- ÖPNV
- Fahrradinfrastruktur
- IKT.

**Mitwirkende:** HSE und Stadtverwaltung Esslingen und Göppingen, staatliche Unternehmen:

- Städtischer Verkehrsbetrieb Esslingen (SVE)
- EnBW
- Stadtwerke
- Bundesland Baden-Württemberg

Das Ergebnis der Umsetzung des Szenarios 2 wird in Abbildung 8-19 aufgeführt.

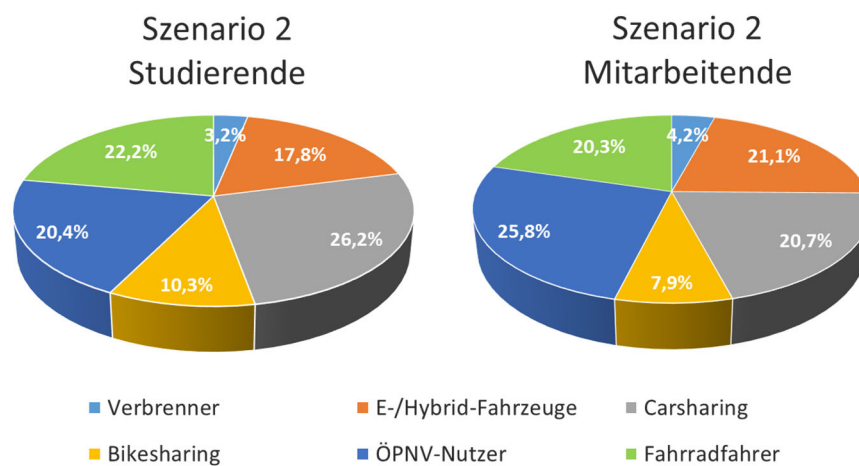


Abbildung 8-19: Szenario 2 Mobilitätsverhalten 2030

Es wird deutlich, dass die Förderung auf staatlicher Ebene deutlich effektiver ist. Der Anteil von Verbrennern kann unter 5% von der gesamten Mobilität der Hochschulangehörigen betragen. Diese Reduktion wird durch die Einführung der neuen Mobilitätsangeboten erreicht. Der Schwerpunkt des Szenarios 2 liegt beim geteilten Verkehr. Die Studierende und Mitarbeitende sind bereit bei den attraktiven Bedingungen auf Carsharing umzusteigen.

### Szenario 3

Das Szenario 3 wurde sehr präzise in unserem Mobilitätsmodell im Unterkapitel 8.3 beschrieben. Im Prinzip ist es das „Best Case Szenario“, an dessen Umsetzung alle Parteien beteiligt sind. Neben der Hochschule und Stadt wirken auch die privaten Unternehmen mit. Es werden die Anbieter der neuen Mobilitätskonzepte einbezogen, die flächendeckend noch nicht verfügbar sind. Kategorien, die im Szenario 3 betroffen sind:

- Elektromobilität
- Bikesharing
- Carsharing
- ÖPNV
- Fahrradinfrastruktur
- Dienstwagenfuhrpark
- IKT.

**Mitwirkende:** Die in den Szenarien 1 und 2 genannten Unterstützer zuzüglich private Unternehmen:

- EnBW
- Ladesäulenbetreiber
- PBW
- SVE
- Busunternehmen Schlienz
- RegioRad Stuttgart
- Stadtmobil
- Autohändler
- Versicherungsunternehmen usw.

In unserem Modell wurden nur die Pkw-Fahrer betrachtet, um eine Prognose zu stellen, wie der Anteil von Verbrennern an der HSE reduziert werden kann. Jetzt betrachten wir auf Hochschulebene, wie das gesamte Mobilitätsverhalten der Hochschulangehörigen geändert werden kann.

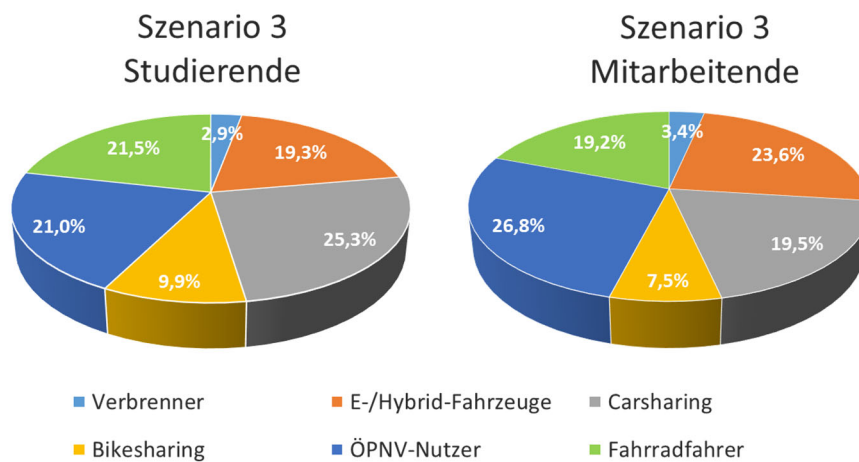


Abbildung 8-20: Szenario 3 Mobilitätsverhalten 2030

Dieses Szenario unterscheidet sich von Szenario 2 durch den höheren Anteil von E-/Hybrid-Fahrzeugen in der Mobilität der Angehörigen der Hochschule. Auf diese Weise kann die Anzahl der Autos mit konventionellen Antriebsarten noch um bis 1% reduziert werden.

In diesem Kapitel wurden die Ergebnisse vorgestellt, welche durch die Umsetzung der unterschiedlichen Entwicklungsszenarien erzielt werden können. Im AP<sub>4</sub> Handlungsempfehlungen und Regularien, Bericht werden die Maßnahmen und Handlungsempfehlungen erläutert, welche für die Umsetzung des Mobilitätskonzeptes HSE 2030 empfohlen sind.



## **9 AP4 Handlungsempfehlungen und Regularien, Bericht**

### **9.1 Rechtliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen**

#### **Ladesäulenverordnung**

Um Elektromobilität zu fördern und so den Elektrifizierungsgrad der Hochschulangehörigen zu erhöhen, kann Ladeinfrastruktur an den Hochschulstandorten den Hochschulangehörigen zur Verfügung gestellt werden. Dadurch haben die Hochschulangehörigen die Möglichkeit, Ladeinfrastrukturen zu nutzen und ihr Elektrofahrzeug zu laden, sofern sie nicht zuhause laden können. Diesbezüglich kann die Ladesäulenverordnung (LSV) die Definition der Ladesäule, sowie dessen Anschlussmöglichkeit, technische Spezifikationen, Errichtung und technische Prüfung und dessen Bezahlung regeln, sofern dies eine öffentlich zugängliche Ladesäule ist (19). Dies betrifft die Mobilitätskonzepte der HSE, falls Ladesäuleninfrastruktur für eine öffentlich zugängliche Parkfläche bereitgestellt wird und für alle zugänglich gemacht werden soll. Falls die Ladesäuleninfrastruktur nur für Mitarbeitende und Studierende zur Verfügung gestellt werden soll, greift die LSV nicht.

#### **Regulierung für Carsharing**

Eine Partnerschaft zwischen der HSE und Carsharing-Firmen kann eine Basis für Carsharing-Angebote an dem Hochschulstandort sein, dafür müssen einige Voraussetzungen berücksichtigt werden. Führerscheinkontrolle, bei der das Fahrzeug gebucht wird, ist eines der zentralen Themen, bei dem sowohl haftungsrechtliche Probleme und datenschutzrechtliche Anforderungen zu lösen sind (20). Elektronisches Fahrtenbuch zur Identifizierung der betrieblichen bzw. behördlichen Nutzung bzw. privater Nutzung ist sowohl für die steuerliche Behandlung als auch für Abrechnungszwecke notwendig. Dazu können moderne Telematiksysteme herangezogen werden, um diese Zwecke zu erfüllen.

#### **Regulierungen für autonom fahrende Fahrzeuge**

Um einen sogenannten „People Mover“, einen autonom fahrenden Shuttle im Einsatz haben zu können, müssen auch die Regularien für autonom fahrende Fahrzeuge berücksichtigt werden. Derzeit dürfen autonom fahrende Fahrzeuge mit automatischer Lenkfunktion nur mit einer Höchstgeschwindigkeit von 12 km/h fahren (21), was im Endeffekt bedeutet, dass die von Herstellern angegebene maximale Geschwindigkeit für ihre autonom fahrenden Shuttles von ca. 25 km/h nicht ausgereizt werden kann. Daher ist ein „People Mover“ derzeit nur für den Einsatz als Lösung für die sogenannte „letzte Meile“ denkbar und eignet sich nicht für Einsätze auf offenen Straßen, es sei denn, es können Ausnahmegenehmigungen für autonom fahrende Shuttles herangezogen werden, wie z.B. in der Gemeinde Bad Birnbach (22). Allerdings besteht hier die Möglichkeit, dass die Gesetzeslage für das autonome Fahren in den nächsten Jahren gelockert wird und sich die Technologie weiterentwickelt, so dass das Einsatzspektrum solcher autonom fahrender Shuttles vergrößert wird.

### **9.2 Formulierung von Handlungsempfehlungen**

In Kapitel 8 wurden unterschiedliche Szenarien der Entwicklung der Mobilität an der HSE betrachtet. In diesem Kapitel werden die Handlungsempfehlungen gegeben, welche zur Erreichung der festgelegten Ziele dieses Mobilitätskonzeptes dienen können. Weiter

werden die Handlungsempfehlungen abhängig von der ausgewählten Strategie gegeben. Im Kapitel 8.4 "Entwicklung von drei Zukunftsszenarien mit Zeithorizont 2030" wurden die Strategien und beteiligten Parteien in den drei Entwicklungsszenarien beschrieben.

### 9.2.1 Szenario 1

#### Elektromobilität

1. Auf dem Gelände der HSE sollen nur E-/Hybrid-Fahrzeug zum Abstellen zugelassen sein.

An allen drei Standorten sind Mitarbeiter-Abstellplätze eingerichtet. Ihre Anzahl ist begrenzt. Nach dem heutigen Stand gibt es kein Anreizsystem für die Hochschulangehörigen zum Umstieg auf alternative Pkw-Antriebsarten. Eine Einführung von Einfahrtsbeschränkungen für konventionelle Fahrzeuge kann die Betroffenen beim nächsten Fahrzeugwechsel zur Wahl von alternativen Antrieben anregen. Alternativen für Elektromobilitätsgegner können ÖPNV oder nichtmotorisierte Verkehrsmittel sein.

2. Ausbau der Ladeinfrastruktur an den Hochschulstandorten und Schaffung der attraktiven Bedingungen für die Hochschulangehörigen zum Laden der E-Pkw.

Hier wird empfohlen eine tarifliche Vereinbarung zwischen Ladesäulenbetreiber und Hochschule zu schließen, damit vergünstigte Ladetarife für die Studierenden und Mitarbeitenden der HSE angeboten werden können.

Um die Anzahl der notwendigen Ladepunkte am jeweiligen Standort zu ermitteln, wurden die Stundenpläne aller Fakultäten analysiert. (Siehe Abbildung 9-1) Unter der Berücksichtigung der durchschnittlichen Strecke, welche mit dem Pkw zwischen einem Wohn- und Hochschulstandort zurückgelegt wird, und daraus resultierendes Energiebedarfs und der Ladezeit an einem Ladepunkt, wurde die Anzahl der notwendigen Ladepunkten am jeweiligen Standort abgeleitet.

	Flandernstraße (Weststadt)	Stadtmitte	Göppingen
Anzahl Ladesäulen	212	162	113

Tabelle 9-1: Anzahl der notwendigen Ladepunkten an den HSE-Standorten<sup>1</sup>

#### ÖPNV

1. Reduktion oder Ablösung der Parkmöglichkeit an den Standorten.

Diese radikale Maßnahme würde alle betroffenen Personen zur Nutzung von alternativen Mobilitätsangeboten zwingen. Ca. 13,2% aller Pkw-Fahrer sehen einen Umstieg auf ÖPNV bei Parkplatzmangel als geeignete Alternative zum Pkw. Auf diese Weise kann an den Hochschulstandorten Emissionsfreiheit erzielt werden.

2. Kostenloses oder vergünstigtes Monatsticket/Semesterticket.

Diese Maßnahme steht in engem Zusammenhang mit der vorherigen Handlungsempfehlung. Durch die Umfrage wurde ermittelt, dass Zwangsmaßnahmen bei

<sup>1</sup> Annahme: Durchschnittsverbrauch eines E-Pkw – 18 kWh/100km (23); Durchschnittliche zurückgelegte Strecke – 30 km; Ladeleistung an einem Ladepunkt – 11kW; Anzahl E-Fahrzeuge – Siehe Abbildung 8-8.

den Betroffenen negative Effekte haben können. Um diese auszugleichen, können vergünstigte oder kostenlose Monats- bzw. Semestertickets eingeführt werden.

3. Staffelanordnung der Vorlesungszeiten, um die Spitzenzeiten im ÖPNV zu nivellieren.

Die Vorlesungszeiten können über den Tag so verteilt werden, dass keine Spitzenzeiten mehr entstehen. Die Abbildung 9-1 stellt die Uhrzeiten am Anfang und Ende des Tages dar, in den die höchste Belastung im ÖPNV heutzutage entsteht.

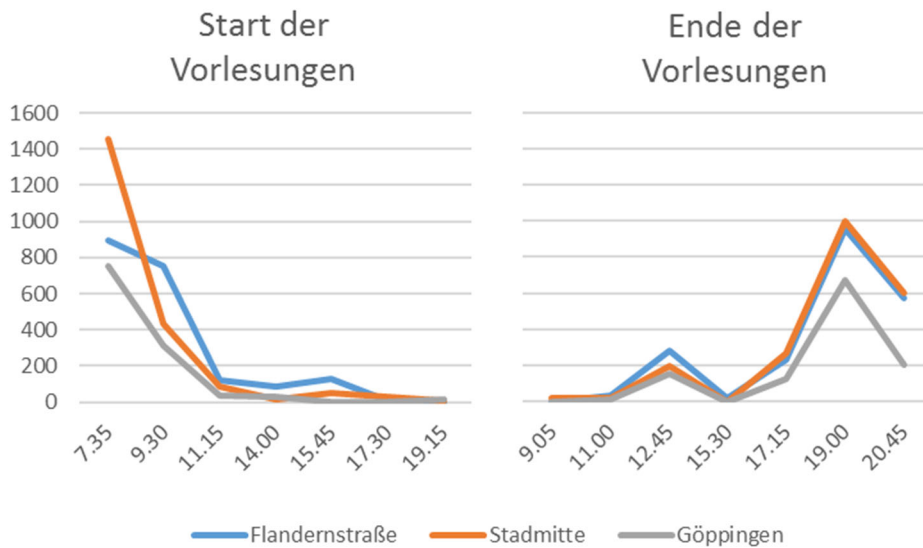


Abbildung 9-1: Uhrzeit der Entstehung der Spitzenzeiten im ÖPNV morgens und abends(23)

Aus der Abbildung 9-1 resultiert, dass an allen drei Standorten die höchste Verkehrsbelastung zu Vorlesungsbeginn morgens zwischen 7.30 Uhr und 9.30 Uhr und zu Vorlesungsende gegen 19.00 Uhr verursacht wird. Die Versetzung der Vorlesungsbeginn- und endzeiten der Studiengänge an jedem Standort über den Tag kann helfen, die Stoßzeiten und die Einrichtung von Zusatzbussen zu vermeiden. (24, S. 5)

**Fahrradinfrastruktur**

Die Maßnahmen, welche durch die Hochschule in Eigenregie geleistet werden können, sind:

1. Ausbau von witterungsgeschützten gesicherten Fahrradabstellplätzen.

In der Tabelle 9-2 ist die Anzahl der notwendigen Fahrrad- und Pedelec-Abstellplätze am jeweiligen Standort aufgeführt.

	Flandernstraße	Stadtmittel	Göppingen	Summe
<b>Fahrrad-Abstellplätze</b>	341	831	419	1590
<b>E-Bike-Abstellplätze</b>	53	51	12	116

Tabelle 9-2: Anzahl der notwendigen Fahrrad- und Pedelec-Abstellplätze (25)

Diese Statistik resultiert aus der Umfrage zur Fahrradinfrastruktur (Studierendengruppe TAB, Fr. A. Necker, 2018). Es wurde die gewichtete Anzahl der täglichen Fahrrad-/Pedelec-Pendler berechnet. Die Gewichtung wurde nach Formel 8-3 durchgeführt.

2. Ausbau von neuen oder Renovierung von vorhanden Umkleiden und Duschen, Einrichtung von Spinden.
3. Umzug nach Weststadt.

Da der Umzug erst im 2024 eingeplant ist, ist es schwer abzuschätzen, wie sich das Interesse an nichtmotorisierte Verkehrsmittel verändert. Aber es kann vermutet werden, dass die höhengleiche Lage des neuen Campus die Attraktivität der Fahrradnutzung erhöhen wird.

### Dienstwagenfuhrpark

1. Substitution der Euro 4-Fahrzeuge durch Elektro-/Hybrid-Fahrzeuge.

Die Verjüngung der Dienstwagenflotte ist eine sehr kostenintensive Maßnahme. Deswegen sollte sich die Hochschule im ersten Schritt auf die Substitution der EURO 4-Fahrzeuge konzentrieren. Die Mobilität von diesen Fahrzeugen ist schon in Stuttgart durch ein Fahrverbot begrenzt. Im Rahmen der Zielverfolgung der Emissionsfreiheit an den Hochschulstandorten sollen als Ersatz umweltfreundliche Fahrzeuge beschafft werden.

2. E-Lastenfahrrad als Dienstwagensersatz.

Als Alternative zum Dienstwagen können E-Lastenfahräder für die kürzeren Strecken genutzt werden. Das wird die Reduktion des Verkehrs fördern und die Hochschulangehörigen, die keinen Führerschein haben, flexibler machen.

### IKT

Gestaltung einer Mobilitätsplattform im Intranet der HSE.

Funktionen der Plattform:

1. Mobilitätsmanagement: Unterstützung der Studierenden und Mitarbeitenden bei der Gestaltung der Wege zwischen Wohn- und Hochschulstandorten.

Diese Plattform soll die Nutzung aller möglichen Verkehrsmittel zwischen Start- und Zielorten erlauben, welche verkettet genutzt werden können:

- ÖPNV
- Bikesharing
- Carsharing
- Fahrgemeinschaften
- Taxi
- Bus On Demand
- Autonomer Bus
- Shuttle-Service
- Eigenes Fahrrad
- Eigenes Auto usw.

Falls ein Verkehrsmittel in der intermodalen Kette ein eigenes Fahrrad ist, soll der Fahrrad-Fahrer über die gesicherten Fahrrad-Abstellplätze am Ort des Umstieges oder am Zielort

informiert werden. Jeder intermodale Pendler soll nach verschiedenen Optionen den Weg gestalten können:

- Fahrtkosten
- Wegezeit
- Anzahl Umstiege.

2. Bildung von Fahrgemeinschaften (Intranet/App).

Es soll eine Plattform für die Bildung von Fahrgemeinschaften für die Hochschulangehörigen eingerichtet werden. Diese Plattform soll auch durch eine App unterstützt werden.

3. Motivierende Artikel im Intranet: „Mit dem Rad zur Arbeit“, „Ich fahre elektrisch“ etc.

Die Hochschulangehörigen sollen regelmäßig über alternative Mobilitätsangebote informiert werden. In diesen Artikeln soll eine Betonung auf die Vorteile der Nutzung umweltfreundlicher Verkehrsmittel gelegt werden. Das Thema „Umweltfreundliche Mobilität“ soll vertraut klingen. Eine Popularisierung dieses Themas wird in dieser Richtung das Denken der Menschen positiv beeinflussen und demzufolge die Mobilitätskultur ändern.

4. Zurverfügungstellung von E-/Hybrid-Fahrzeuge für HSE-Angehörigen zum Testen.

An der Hochschule gibt es derzeit zwei Fahrzeuge mit alternativen Antriebsarten:

- BMW i3,
- BMW Active Hybrid 3 (Range Extender).

Die beiden Pkw sind Versuchsfahrzeuge. Um die Popularisierung der umweltfreundlichen Fahrzeugkonzepte zu unterstützen, wäre die Möglichkeit sehr hilfreich, praktische Erfahrung mit einem Elektrofahrzeug zu bekommen.

### Sonstiges

1. Online Vorlesungen.

Eine andere Möglichkeit den Verkehr an der Hochschule zu reduzieren ist die Einführung von virtuellen Vorlesungen. Mittels Software wie beispielsweise „ADOBE Connect Learning“ können bis zu 200 Personen pro Sitzung virtuell an einer Vorlesung teilnehmen. Darüber hinaus entsteht dadurch ein zusätzlicher Nutzen für die Studierenden wie gespeicherte Videos der Vorlesungen, welche jederzeit abgespielt werden können. Diese Option wäre besonders für die berufstätigen Studierenden hilfreich. (23, S. 43)

2. Drohneneinsatz.

Die Zukunft der Post- und Warenzulieferung gehört den Lieferdrohnen. Durch Einsatz von Drohnen kann eine sofortige Lieferung sowohl von der Hauspost als auch von kleinen Paketen zwischen Standorten ermöglicht werden. Dadurch kann die täglich zurückgelegte Strecke für Lieferdienste mit einem Pkw gespart werden.

## 9.2.2 Szenario 2

### Elektromobilität

Regulatorische und rechtliche Unterstützung der Hochschule bei der Einrichtung der Ladeinfrastruktur.

Die Einrichtung einer Ladesäule, sowohl öffentlich als auch privat, benötigt eine Reihe von Genehmigungen. Im Rahmen der Förderung der Elektromobilität benötigt die Hochschule Unterstützung seitens staatlichen regulatorischen Behörden bei dem Erhalten der Zulassungsunterlagen.

### Carsharing

Einbezug der Nutzung der Carsharing-Angebote in die Monatskarte der HSE-Angehörigen.

Um die Flexibilität der Hochschulangehörigen zu erhöhen, soll die Nutzung des Carsharing-Angebotes in die intermodale Kette eingeführt werden. Sowohl Mitarbeitende als auch Studierende finden Carsharing relativ teuer für die regelmäßige Nutzung. Deswegen kann Carsharing in das Monats- oder Semesterticket als eine Option miteingeschlossen werden. Diese Option kann den Interessenten gegen Aufpreis zur Verfügung stehen.

### Bikesharing

1. Regulatorische und rechtliche Unterstützung der Hochschule bei der Einrichtung der Bikesharing-Stationen an den Standorten der HSE.

Der Standort Stadtmitte ist ein Denkmalschutz-Gebiet. Deswegen darf dort keine Bikesharing-Station installiert werden. In diesem Fall wird eine Sondergenehmigung benötigt.

2. Einbezug der Nutzung des Bikesharings in die Monatskarte der HSE-Angehörigen, wie es für Carsharing erläutert wurde.

### ÖPNV

1. Wintermobilitätskarte.

Viele Hochschulangehörige erreichen die Hochschule gerne mit dem eigenen Fahrrad. Da das Fahrrad ein witterungsabhängiges Verkehrsmittel ist, wird es im Winter kaum genutzt. Um die Zusatzkosten für eine ÖPNV-Jahreskarte zu vermeiden, bevorzugen die Fahrradfahrer im Winter die Nutzung des eigenen Pkws. Die Einführung der Wintermobilitätskarte zum reduzierten Preis kann die Nutzung des ÖPNV im Winter für die Hochschulangehörigen deutlich attraktiver machen. (26, S. 6)

2. Mitnahme Fahrrad im ÖPNV.

Aufgrund der großen Entfernung fahren die Studierende und Mitarbeitende zum großen Teil entweder mit ÖPNV oder mit dem Pkw zur Hochschule. Aus der Umfrage resultierte der Wunsch das eigene Fahrrad im ÖPNV mitnehmen zu dürfen, um die „Letzte Meile“ mit diesem Verkehrsmittel überbrücken zu können.

### 3. Elektrifizierung des ÖPNV.

Es sollen alle öffentlichen Verkehrsmittel elektrifiziert werden. Die Stadt Esslingen plant alle konventionelle Busse durch Oberleitungs- und Elektrobusse zu ersetzen.

### 4. Weitere Verbesserungsvorschläge im ÖPNV.

Viele Pkw-Fahrer finden ÖPNV heute aufgrund zeitlicher Einbußen unattraktiv. Eine Verbesserung in diesem Gebiet wäre sehr erwünscht. Durch die Befragung nach den Wohnorten der Hochschulangehörigen wurden die am meisten nachgefragten Richtungen ermittelt. Im ersten Schritt soll die Verkehrszuverlässigkeit auf diesen Strecken optimiert werden. Weiterhin werden die durch die Umfrage ermittelten Problempunkte im ÖPNV aufgelistet:

- Verkürzung der Wegezeit mit ÖPNV – z.B. eine Strecke von 20 km kann zur halben Zeit mit dem Pkw zurückgelegt werden.
- Erhöhung der Zuverlässigkeit des ÖPNV (Ausfälle, Verspätungen)
- Vergünstigung der Fahrkosten mit ÖPNV
- Verkürzung der Umstiegszeit, bzw. Verbesserung der Taktung
- Neue ÖPNV-Verbindungen zwischen Hochschule und Wohnorte, wo die meisten HSE-Angehörige wohnen.

### Fahrradinfrastruktur

Radwege sollen in einen guten Zustand gebracht werden.

An vielen Strecken wird eine bauliche Trennung zum Kfz-Fahrstreifen benötigt. Es sollen auch die Fahrradwege zwischen Standorten und Wohnheimen angelegt werden.

### IKT

Online Verfolgung der Verkehrsmittel auf der Karte.

Eine derartige Funktion stellt der VVS auf seiner Web-Seite zur Verfügung. Mit der Live Karte kann die Position eines Verkehrsmittels verfolgt werden. Damit können die Nutzungszeiten der Fahrgäste optimiert werden (27). Außer der Option „Onlineverfolgung der öffentlichen Verkehrsmittel“ sollen alle Fahrpläne auf der Mobilitätsplattform verfügbar sein. Sie müssen laufend aktualisiert werden, um den Weg zwischen Start- und Zielort möglichst zeitgünstig gestalten zu können.

### Sonstiges

Im Rahmen des Programms „Emissionsfreier Campus“ soll die HSE auf einen Stromanbieter umsteigen, der einen hohen Anteil regenerativer Stromerzeugung aufweisen.

## 9.2.3 Szenario 3

### Elektromobilität

Kombi-Parkticket: Parken + Laden ohne Aufpreis.

Im Rahmen der Förderung der Elektromobilität soll den E-Pkw-Besitzern als weiterer Anreiz eine Ladeoption ohne Aufpreis angeboten werden. Im Preis von Dauerparkticket soll die Nutzung der Ladeinfrastruktur einbezogen werden. Eine ähnliche Option wird schon vom Parkhausbetreiber PBW am Standort Flandernstraße angeboten. Aber in diesem Fall sollen die E-Pkw-Fahrer diese Möglichkeit zusätzlich zum monatlichen Parktarif für 30 € erwerben. (4) In diesem Fall bekommen die E-Fahrzeugbesitzer einen Vorteil in Form von kostenlosem Laden.

### **Bikesharing**

Im Rahmen der Einführung des Bikesharings in die intermodale Kette der Hochschulangehörigen sollen die Bikesharing-Stationen an folgenden Standorten eingerichtet werden:

- Hauptbahnhöfe in Esslingen und Göppingen
- alle HSE-Standorte
- Wohnheimstandorte in Esslingen und Göppingen.

### **Carsharing**

Einrichten von Carsharing-Abstellplätze an den HSE-Standorten.

Diese Handlungsempfehlung kann zur Unterstützung der Einbeziehung der Nutzung von Carsharing in die Monatskarten dienen.

### **ÖPNV**

Ersatzbusse zu den Spitzenzeiten zwischen den Hochschulstandorten und dem Bahnhof in Esslingen.

Heutzutage ist die Kapazität der ÖPNV zu den Stoßzeiten morgens und abends nicht ausreichend. Um die Belastung im ÖPNV zu reduzieren und den Fahrkomfort zu erhöhen, sollen zusätzliche Busse an den Strecken zwischen Bahnhof und den Standorten eingeführt werden. (26)

### **Fahrradinfrastruktur**

Ladestation für Pedelecs.

Das Interesse an Elektrofahrrädern steigt immer mehr. Ein Pedelec wird immer öfters dem Pkw vorgezogen. Diese Mobilitätsumwandlung fördert die Umsetzung der entsprechenden Maßnahmen. Um längere Strecken zu bewältigen, soll den Pedelec-Besitzern die Möglichkeit zur Verfügung stehen, die E-Bike-Batterien an den Standorten zu laden. Dafür muss eine geeignete Ladeinfrastruktur für Pedelec-Batterien ausgebaut werden. Im ersten Schritt sollen die Pedelec-Abstellplätze mit Ladesäulen ausgestattet werden. Für die E-Bike-Modelle mit abnehmbaren Batterien sollen abschließbare Ladeboxen installiert werden, um E-Bike-Besitzer flexibler bei der Abstellplatzsuche zu machen (siehe Abbildung 9-2).





Abbildung 9-2: Akkurad-Tankstellen (z8)

Der Fahrrad-Akku kann in einem Schließfach gesichert vor fremden Zugriff aufgeladen werden. (z8)

### Dienstwagenfuhrpark

Um die Auslastung der Dienstwagenflotte zu erhöhen, können die Fahrzeuge der HSE durch einen Carsharing-Anbieter bewirtschaftet werden. Auf solche Weise können sich die Fahrzeugbeschaffungskosten teilweise durch die Fremdnutzung amortisieren.

Als Alternative der eigenen Dienstwagenflotte können auch fremde Carsharing-Fahrzeuge genutzt werden. Die Mitgliedschaftskarten können zentral abgelegt werden. Bei Bedarf können berechnigte Mitarbeitende das Fahrzeug reservieren und eine Dienstreise durchführen. Durch die Nutzung von Carsharing-Fahrzeugen entstehen viele Vorteile, wie Wegfall der Beschaffungskosten, der Wartung, der Versicherung, des TÜVs und der Kfz-Steuern.

Es soll auch für Hochschulangehörige die Möglichkeit geben, ein Carsharing-Fahrzeug für den persönlichen Bedarf zu nutzen, ohne eine zusätzliche Mitgliedschaft zu schließen. Dadurch kann die Flexibilität der Hochschulangehörigen erhöht werden. Es soll immer ein Pkw den Hochschulangehörigen zur Verfügung stehen, wenn der Bedarf einer ungeplanten Reise entsteht.

### IKT

Auf Basis der Mobilitätsplattform sollen aktuelle Information über die Ladeinfrastruktur auf dem Weg zwischen Start- und Zielort gegeben werden:

- Interaktive Karte mit allen Ladesäulen für E-Pkw
- Ladetarife an den Ladesäulen des jeweiligen Anbieters
- Information über die Aktionstarife
- Operative Aktualisierung der Information über die neu eingerichteten Ladepunkte

- Es sollen alle Ladepunkten zwischen Start- und Zielorten angezeigt werden, um bei niedrigem Akkustand des E-Pkws ungeplantes Stehenbleiben unterwegs zu vermeiden
- Information über die freien Ladesäulen an den Standorten
- Option eine Ladesäule für 10 – 15 Minuten zu reservieren, um bei Bedarf das Aufladen der Batterie zu gewährleisten.

Alle oben genannten Funktionen sollen auch über eine Handy-App unterstützt werden.

### **Sonstiges**

Im Rahmen der Verbreitung der „sauberen Mobilität“ sollen regelmäßig Informationsveranstaltungen an allen Standorten durchgeführt werden. Solche Informationstage können in Kooperation mit unterschiedlichen Mobilitätsanbietern, wie Auto-, Fahrrad-, Pedelec-, E-Roller-Händler, Car- und Bikesharing-Anbieter, Fahrradverleihe, Öko-Strom-Anbieter usw. organisiert werden. An diesen Aktionstagen haben die Hochschulangehörigen die Möglichkeit, sich über umweltfreundliche Mobilitätsangebote qualifiziert informieren zu lassen. Solche Veranstaltungen können im Zusammenhang mit Pressemitteilungen, welche in Szenario 1 erwähnt wurden, die Rolle der positiven Propagierung des umweltfreundlichen Denkens übernehmen.

## 1 0 Zusammenfassung

Ca. 92% aller Pkw im Besitz der Hochschulangehörigen sind aktuell Verbrennerfahrzeuge. Aber über 40% aller befragten Pkw-Fahrer haben ihr Umweltbewusstsein durch die Bereitschaft zum Umstieg auf ein Elektrofahrzeug geäußert. Allein dies kann den Anteil der Verbrenner an der HSE um ca. 37% reduzieren. Die Ladeinfrastruktur an der HSE ist sehr schwach ausgebaut. Am Standort Stadtmitte gibt es derzeit keine Lademöglichkeit für Elektrofahrzeuge. Ohne eine gut ausgebaute Ladeinfrastruktur an den Hochschulstandorten kann die hohe Motivation der Hochschulangehörigen nicht umgesetzt werden. Attraktive Bedingungen für das Laden am Arbeits- bzw. Studienort können als zusätzliche Anreize für die Beschaffung eines E-Pkws dienen.

Da die Pkw-Fahrer ihre Flexibilität sehr schätzen, hat das Carsharing durch die Mobilitätsumfrage ein großes Potenzial gezeigt. Über 37,4% der befragten Pkw-Fahrer würden sehr gerne statt dem eigenen Pkw ein geteiltes Fahrzeug nutzen. Diese Substitution kann insgesamt den MIV-Anteil an der HSE relativ stark reduzieren. Aber die Hochschulangehörigen finden das Carsharing-Angebot immer noch zu teuer. Deswegen soll ein geeignetes Carsharing-Modell für die HSE in Kooperation mit einem Anbietern erarbeitet werden, welches die Attraktivität dieses Mobilitätsangebotes für die potenziellen Nutzer erhöhen kann.

Mit der Entwicklung des MIV sind die Straßen immer mehr belastet. Während den Spitzenzeiten kann man mit dem Pkw seinen Zielort nicht immer schneller erreichen. Deswegen hat der ÖPNV sehr hohe Kraftreserven für die Entwicklung. Etwa 22% aller Pkw-Fahrer nutzen den öffentlichen Verkehr regelmäßig abhängig vom Zweck der Fahrt. Jedoch aufgrund zeitlicher Einbußen unterwegs bevorzugen sie ihr eigenes Auto als Hauptverkehrsmittel. Trotzdem sind drei Viertel aller befragten Pkw-Fahrer bereit auf ÖPNV umzusteigen. Diese Umwandlung ermöglicht die Reduktion des MIV-Anteils um bis zu 40%. Da die Hochschule aber allein kaum einen Einfluss auf den öffentlichen Verkehr ausüben kann, wird hier die Unterstützung von ÖPNV-Anbietern benötigt. Aufgrund des dichten Autoverkehrs gewinnen die Fahrräder immer mehr an Bedeutung. Mit dem Aufkommen der E-Bikes ist es möglich geworden, deutlich längere Strecken mit dem Zweirad zurückzulegen. Auch vor Strecken mit Steigungen schrecken die Fahrradfahrer nicht mehr zurück. Außerdem benötigen Fahrräder viel weniger Abstellfläche. Jeder Fahrrad-Besitzer will sicher sein, dass er sein Bike am gleichen Platz und in gleichem Zustand wiederfindet. Deswegen ist die Infrastruktur für die nichtmotorisierten Verkehrsmittel genauso wichtig wie die oben genannten Mobilitätsangebote.

Um die Verwirklichung des Mobilitätskonzeptes der HSE in vollem Umfang zu ermöglichen, benötigt die Hochschule die Unterstützung von Dritten, sowohl von staatlichen Einrichtungen als auch von privaten Unternehmen. Aber die wichtigste Rolle in der Umsetzung dieses Konzeptes übernehmen die Angehörigen der Hochschule, deren verändertes Verhalten in Kombination mit den oben genannten Maßnahmen zu einer Verbesserung der Lebensqualität für alle führen wird.

## 1 1 Literatur

1. HERR VOLKER ÜBLACKER, TECHNISCHE ABTEILUNG, HOCHSCHULE ESSLINGEN. Dienstwagenfuhrpark Hochschule Esslingen, Juli 2018.
2. CO<sub>2</sub> spielt eine entscheidende Rolle [online]. Im Blickfeld: Emissionen durch Straßenverkehr. DEKRA. Verfügbar unter: <https://www.dekra.de/de/umwelt-und-co2/>
3. ENBW. *EnBW mobility + App* [online]. *Alle Ladestationen auf einen Blick*, 2019. Verfügbar unter: [https://www.enbw.com/elektromobilitaet/produkte/mobilityplus-app/ladestation-finden?mc=enbw\\_vertrieb.alwayson\\_performance.downloads.mobility\\_plus.sea.google\\_search.mobil\\_und\\_desktop.suchanzeige\\_mobility\\_plus.4886&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Google%20SEA%20EnBW%20mobility%2B&utm\\_term=%2Benbw%20%2Bladestationen&utm\\_content=Sitelink2&gclid=CjoKCQjwxMjnBRcTARIsAGwWnBPg6Wz9WzbUrRsAoTWpFoGrMgoTdLsC3zFZf2PnQCAaxpr3lu6hWFcaAgaoEALw\\_wcB](https://www.enbw.com/elektromobilitaet/produkte/mobilityplus-app/ladestation-finden?mc=enbw_vertrieb.alwayson_performance.downloads.mobility_plus.sea.google_search.mobil_und_desktop.suchanzeige_mobility_plus.4886&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Google%20SEA%20EnBW%20mobility%2B&utm_term=%2Benbw%20%2Bladestationen&utm_content=Sitelink2&gclid=CjoKCQjwxMjnBRcTARIsAGwWnBPg6Wz9WzbUrRsAoTWpFoGrMgoTdLsC3zFZf2PnQCAaxpr3lu6hWFcaAgaoEALw_wcB)
4. *Parkraumgesellschaft Baden-Württemberg mbH* [online]. *Parkhaus Flandernstraße in Esslingen. E-Parken*, 2019. Verfügbar unter: [https://www.pbw.de/?cmd=Kurzparker&city=4&id\\_object=8](https://www.pbw.de/?cmd=Kurzparker&city=4&id_object=8)
5. GOING ELECTRIC. *Ladekarten / Angebote für den Ladeverbund Heldele* [online], 2018. Verfügbar unter: <https://www.goingelectric.de/stromtankstellen/anbieter/verbund/Heldele/>
6. ESSLINGEN, H. *Das zeichnet uns aus* [online] [Zugriff am: 27. April 2018]. Verfügbar unter: <https://www.hs-esslingen.de/hochschule/profil/das-zeichnet-uns-aus/>
7. BUNDESVERBAND CARSHARING E.V. *CarSharing-Varianten entlasten Städte unterschiedlich* [online]. *bcs-Studie*, 2018. Verfügbar unter: <https://www.carsharing.de/carsharing-varianten-entlasten-staedte-unterschiedlich>
8. MOBILARO.DE. *Bikesharing – Vor- und Nachteile* [online] [Zugriff am: 23. Mai 2019]. Verfügbar unter: <http://www.mobilaro.de/bikesharing/1767-bikesharing-vor-und-nachteile>
9. DAS INSTITUT FÜR MITTELSTANDSFORSCHUNG. *Ridesharing* [online] [Zugriff am: 23.5.19]. Verfügbar unter: <https://www.i-share-economy.org/glossar/ridesharing>
10. NAVYA SAS. *Navya - Vehicles 100% autonomous and electric* [online]. 23.5.19. Verfügbar unter: <https://navya.tech/en/>
11. EUROPÄISCHE KOMMISSION. *Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030* [online], 2014. Verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030\\_de](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_de)
12. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE. *Elektromobilität in Deutschland* [online], 2018. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/elektromobilitaet.html>
13. MICHAEL GRAUSAM, ULRICH MÜLLER, WOLFGANG RID, CARSTEN SPERLING und HOLGER WOLPENSINGER. *Elektromobilität in Kommunen. Handlungsleitfaden*, 2014.
14. UMWELT BUNDESAMT. *Bike- und Carsharing intelligent mit ÖPNV verknüpfen* [online], 2017. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/bike-carsharing-intelligent-oepnv-verknuepfen>
15. STARTERSET ELEKTROMOBILITÄT PRAKTISCHE TIPPS FÜR KOMMUNEN. *Öffentlicher Personen-Nahverkehr (ÖPNV)* [online]. Verfügbar unter: <https://www.starterset-elektromobilitaet.de/Bausteine/OEPNV>
16. UTE MISZEWSKI. *Verkehrsbetriebe spielen führende Rolle im Mobilitätsmix der Zukunft* [online]. Verfügbar unter: <https://www.lufthansa-industry-solutions.com/de-de/newsroom-downloads/news/verkehrsbetriebe-spielen-fuehrende-rolle-im-mobilitaetsmix-der-zukunft/>

17. BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR. *Mobilität in Deutschland (MiD)* [online], 2018. Verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/mobilitaet-in-deutschland.html>
18. DAVID EISENBERGER. *Pressemitteilung. Zahlen – Daten – Fakten zum Deutschen Fahrradmarkt 2018 Absatz und Umsatz der Branche steigen kräftig*, 21. Mai 2019.
19. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE. *Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung – LSV)* [online] [Zugriff am: 24. Mai 2019]. Verfügbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/verordnung-ladeeinrichtungen-elektromobile-kabinettbeschluss.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/verordnung-ladeeinrichtungen-elektromobile-kabinettbeschluss.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
20. FLOTTE MEDIEN GMBH. *Mehr Potenzial - Carsharing im Unternehmen* [online] [Zugriff am: 24.5.19]. Verfügbar unter: <https://www.flotte.de/magazine/flottenmanagement-magazin/2014/1/54/special/3826/mehr-potenzial---carsharing-im-unternehmen.html>
21. DEUTSCHER BUNDESTAG. *Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße – rechtlicher Rahmen* [online] [Zugriff am: 24. Mai 2019]. Verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/562790/c12af1873384bcd1f8604334f97ee4bg/wd-7-111-18-pdf-data.pdf>
22. VDI TECHNOLOGIEZENTRUM. *Fallstudie: Autonomer Bus Bad Birnbach* [online] [Zugriff am: 24. Mai 2019]. Verfügbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/autonomer-bus-bad-birnbach.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/autonomer-bus-bad-birnbach.pdf?__blob=publicationFile&v=4)
23. REBECCA KUNZE, ALEXIA KUGLER, MARVIN LÖBE, KATHRIN MUNZ und LEONIE GALM. *Projektarbeit Mobilitätskonzept „Emissionsfreier Campus“ Satellite-Mobility-Hubs*, 2019.
24. BJÖRN FRAUENDIENST und LEA GEMMEKE. *Mobilitäts- und Verkehrsstrategie der Ruhr-Universität Bochum 2014 - 2020* [online], 2015.
25. LARA DEUTSCH, MIRIAM EITER, FLORIAN FREUND, NICO SCHAFFHAUSER, PASCAL WÖLLHAF. *Dokumentation des Ist-Zustands an den Hochschulstandorten Esslingen Stadtmitte und Göppingen*, 2018.
26. UDO MICHAEL WAGNER. *Mobilität an der Universität Tübingen. Kommentierter Ergebnisbericht*, 7. November 2016.
27. VVS. *VVS Live Karte* [online]. Verfügbar unter: <https://www.vvs.de/livekarte/>
28. FAHRRAD XXL-BLOG. *E-Bike Ladestation & Tankstelle – das E-Bike unterwegs aufladen* [online]. Verfügbar unter: <https://www.fahrrad-xxl.de/blog/e-bike-ladestation/>