

**Dipl.-Kffr. Genoveva Schmidtman**

# **Entwicklung eines multikriteriellen Analysemodells für Fahrzeugkonzepte**

# Gliederung

- 1. Motivation**
- 2. Betrachtung ausgewählter Studien zu Nutzerprofilen**
- 3. Entwicklung des multikriteriellen lebensphasen-orientierten Analysemodells**
- 4. Anwendung des multikriteriellen lebensphasen-orientierten Analysemodells**
- 5. Zusammenfassung und Ausblick**

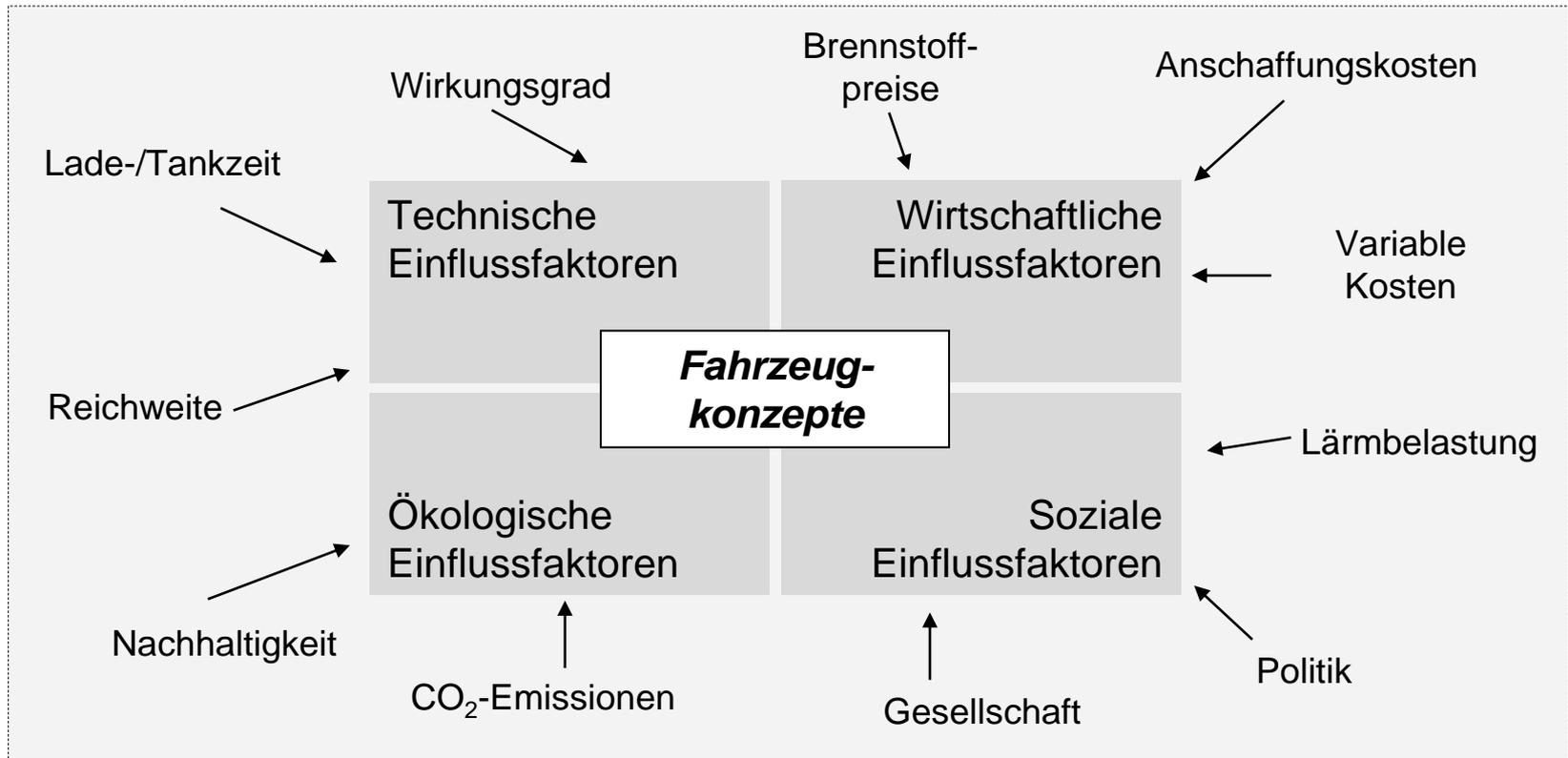
# Motivation

- Steigendes Bedürfnis nach individueller Mobilität
- Sinkende Ressourcenverfügbarkeit fossiler Energieträger
- Zukünftige Anforderungen an Effizienz und Umweltschutz in der Automobilindustrie
- CO<sub>2</sub>-Minderungsvorgaben in der Automobilindustrie
- Zunehmende Bedeutung von Umweltaspekten in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft

## Zentrale Fragestellung:

Die unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnisse von Zielgruppen je nach Lebenszyklusphase in umweltfreundlicher, sozial verträglicher und effizienter Form bedienen.

# Einflussfaktoren auf die Bewertung von Fahrzeugkonzepten



➔ **Multikriterielles Entscheidungsproblem**

# Gliederung

1. Motivation
2. **Betrachtung ausgewählter Studien zu Nutzerprofilen**
3. Entwicklung des multikriteriellen lebensphasen-orientierten Analysemodells
4. Anwendung des multikriteriellen lebensphasen-orientierten Analysemodells
5. Zusammenfassung und Ausblick

# Soziodemografische Aufteilung der Mobilitätstypologien

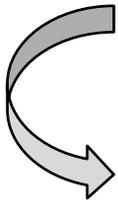
## Bekannte Einteilungen von Konsumentengruppen:

- Milieumodell von Schulze (Schulze, 1992)
- Sinus-Methode (Schipperges, 2005)
- Mobilitäts-Typen in den Triaden-Märkten (Arthur D. Littel, 2009)
- Umweltbewusstsein in Deutschland 2010 (Borgstedt, 2010)
  - Das expeditiv Milieu
  - Das adaptiv-pragmatische Milieu
  - Das sozial-ökologische Milieu
  - Das traditionelle Milieu

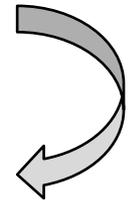
Studien weisen einen statischen Charakter auf

Ziele und Präferenzen des Entscheiders variieren in ihrer Bedeutung in Abhängigkeit der jeweiligen Lebensphase

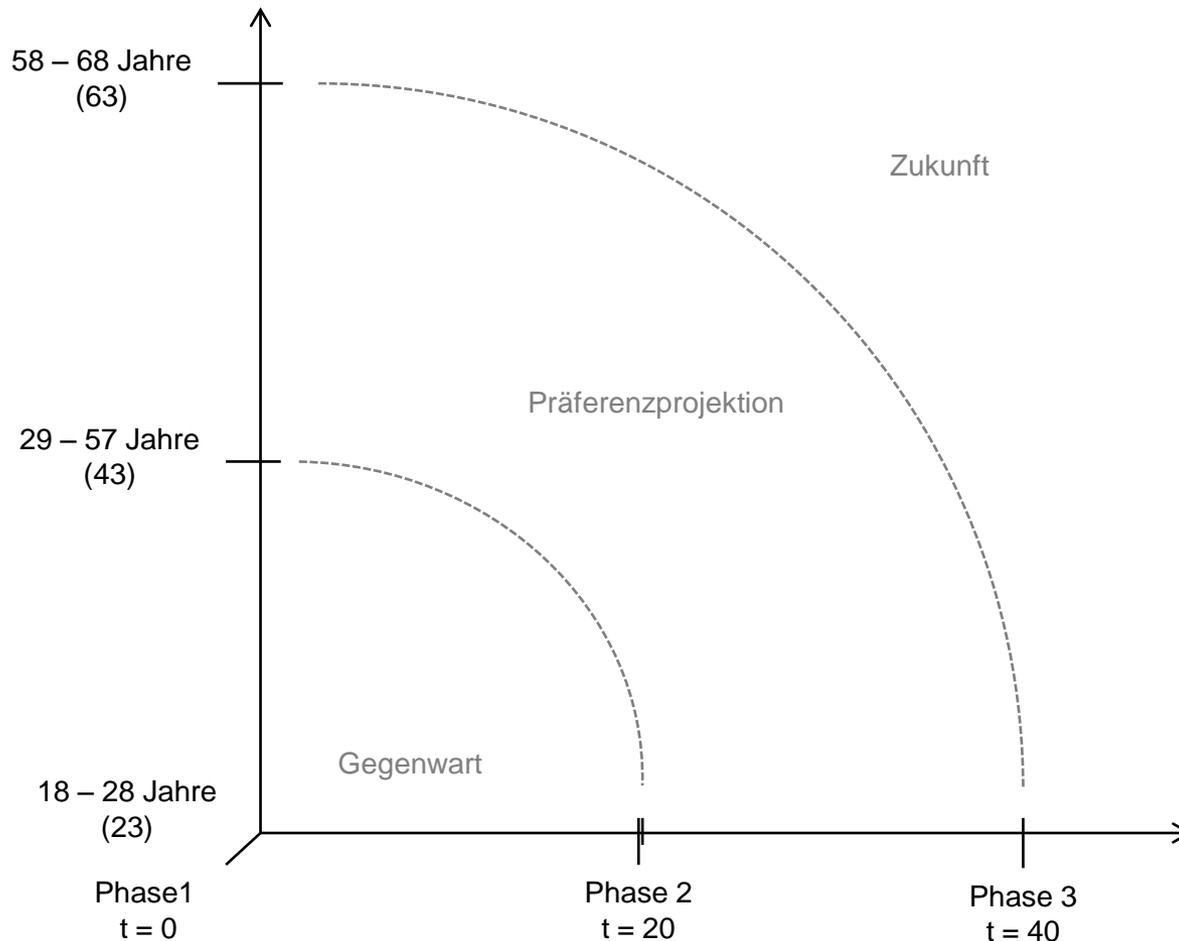
- „Dynamische“ Bewertung unter Berücksichtigung
  - soziodemographischer Studien
  - Technologielebenszykluskonzept bzw. des im Marketing betrachteten Produktlebenszyklus



Multikriterielles Analysemodell unter Beachtung zeitlich veränderlicher Präferenzen der Entscheidungsträger



# Exemplarische Strukturierung der zeitlich veränderlichen Präferenzen



## Phase1:

- Studenten
- kinderlos
- stetiges, gleichbleibendes Einkommen

## Phase2:

- Berufseinsteiger
- Kinder (Inhouse)
- ansteigendes Einkommen

## Phase3:

- Berufsreife
- Kinder (Extern)
- leicht ansteigendes Einkommen

# Gliederung

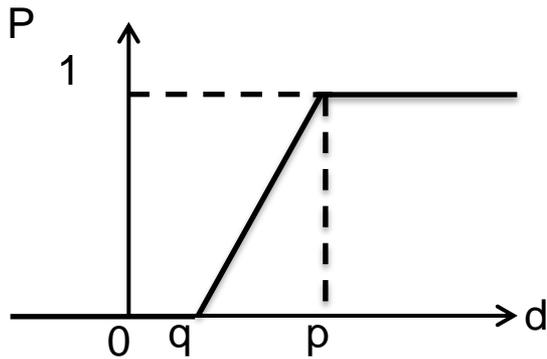
1. Motivation
2. Betrachtung ausgewählter Studien zu Nutzerprofilen
- 3. Entwicklung des multikriteriellen lebensphasen-orientierten Analysemodells**
4. Anwendung des multikriteriellen lebensphasen-orientierten Analysemodells
5. Zusammenfassung und Ausblick

# PROMETHEE-Verfahren

Schritt	PROMETHEE I/II
1	Festlegung der Präferenzfunktionen $p_j$ je Kriterium $c_j$ und Bestimmung der Schwellenwerte für Indifferenz- bzw. Präferenzbereich
2	Bestimmung des Gewichtungs-Vektors $w$
3	Präferenzindex $\pi(a_{i*}, a_i)$ auf Basis des Gewichtungs-Vektor
4	Eingangs- $\Phi^+(a_{i*})$ und Ausgangsflüsse $\Phi^-(a_{i*})$ je Alternative
5	PROMETHEE I: Partielle Präordnung auf Basis der Eingangs- und Ausgangsflüsse
6	PROMETHEE II: Vollständige Präordnung auf Basis der Netto-Flüsse $\Phi^{net}(a_{i*})$

# Bestimmung der Schwellenwerte

## Typ 5: Kriterium mit linearer Präferenz und Indifferenzbereich



$$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q & \text{Indifferenz} \\ \frac{d - q}{p - q} & q < d \leq p & \text{Schwache Präferenz} \\ 1 & d > p & \text{Strikte Präferenz} \end{cases}$$

## Bestimmung der Schwellenwerte:

- Der Entscheidungsträger bestimmt die Werte selbst
- $q$  liegt zwischen 5 % und 10 % und  $p$  zwischen 15 % und 30 % der max. Differenz
- **$q$  ist die Standardabweichung der Differenzen und  $p$  ist die Summe aus dem Mittelwert der Differenzen und der Standardabweichung der Differenzen**

# Lebensphasen-orientiertes PROMETHEE-Verfahren

Schritt	PROMETHEE I/II („erweitert“)
1	Festlegung der Präferenzfunktionen $p_j$ je Kriterium $c_j$ und Bestimmung der <b>phasenspezifischen</b> Schwellenwerte
2 (neu)	a) Einführung von <b>Referenzalternativen</b> basierend auf dem Mittelwert und der Standardabweichung der realen Alternativen b) Bestimmung der <b>phasenspezifischen</b> Schwellenwerte $p^T, q^T$
3	Bestimmung des Gewichtungs-Vektors $w^T$ <b>pro Lebensphase</b>
4	Präferenzindex $\pi(a_{i^*}, a_i)$ auf Basis des <b>phasenspezifischen</b> Gewichtungs-Vektors $w^T$
5	Eingangs- $\Phi^+(a_{i^*})$ und Ausgangsflüsse $\Phi^-(a_{i^*})$ je realer Alternative auf Basis der <b>phasenspezifischen</b> Präferenzindizes
6	PROMETHEE I: Partielle Präordnung auf Basis der Eingangs- und Ausgangsflüsse <b>pro Phase</b>
7	PROMETHEE II: Vollständige Präordnung auf Basis der Netto-Flüsse $\Phi^{net}(a_{i^*})$

## Bestimmung gruppenspezifischer Schwellenwerte (1/3)

- Einführung jeweils einer fiktiven Alternative pro Phase, die den Phasencharakteristika entsprechen
  - Referenzalternative 1 =  $\mu$  (Mittelwert)
  - Referenzalternative 2 =  $\mu \pm 0,5 \cdot \sigma$  (Mittelwert  $\pm$  0,5 Standardabweichung)
  - Referenzalternative 3 =  $\mu \pm 0,75 \cdot \sigma$  (Mittelwert  $\pm$  0,75 Standardabweichung)

	Konv. Antrieb	Hybr. Antrieb	Elekt. Antrieb	Bren. Antrieb	Referenzalternative 1	Referenzalternative 2	Referenzalternative 3
Anschaffungskosten [€]	16825	25750	30000	35000	26893	30745	32671
Kraftstoffkosten [€/100 km]	8,94	5,592	3,198	8	6,4325	7,72	8,36
Steuern [€/Jahr]	86	36	45	45	53	64,2	69,8
Wartungskosten [0-hoch;1]	0	0	1	1	0,5	0,21	0,06
Emissionen [g/km]	160	120	80	110	117,5	100,97	92,71
Umweltimage [1-hoch]	0	1	1	1	0,75	0,5	0,375
Betankungsvorgang [min]	5	5	420	7	109,25	212,83	264,6
Tankstelleninfrastruktur [10-hoch;1]	7	7	5	1	5	6,41	7,12
Reichweite [km]	860	1000	150	400	602,5	800,42	899,38
Beschleunigung [0-100 km/h]	13,9	10,4	11,8	11,4	11,87	12,61	12,97
Wartungsaufwand [0 -hoch;1]	0	0	1	1	0,5	0,78	0,93
Sicherheit [1-sicher;0]	1	1	1	1	1	1	1
Lebensdauer des Fahrzeuges [6-lang; 0]	5	4	2	4	3,75	4,37	4,69
Autarkie [1- unabh;0]	0	1	1	1	0,75	1	1,125
Erkennbarkeit Image [1-hoc;0]	0	1	1	1	0,75	1	1,125

# Bestimmung gruppenspezifischer Schwellenwerte (2/3)

## Phase 1,(2),(3)

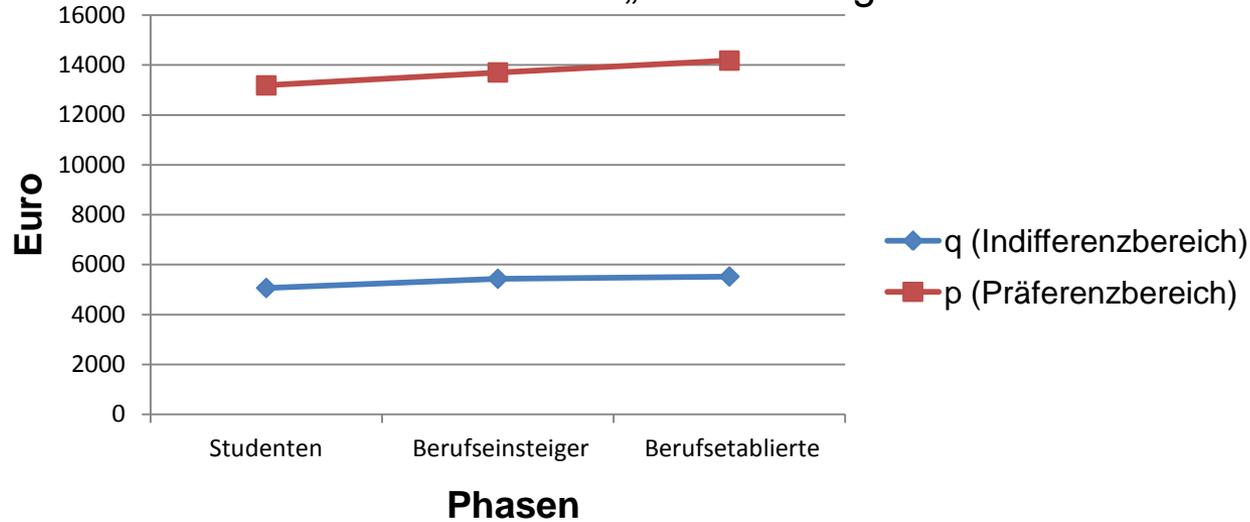
**q-Wert:** Standardabweichung der Differenzen von den realen Alternativen und der Referenzalternative 1,(2),(3)

**p-Wert:** Mittelwert der Differenzen von den realen Alternativen und der Referenzalternative 1,(2),(3)+ Standardabweichung der Differenzen

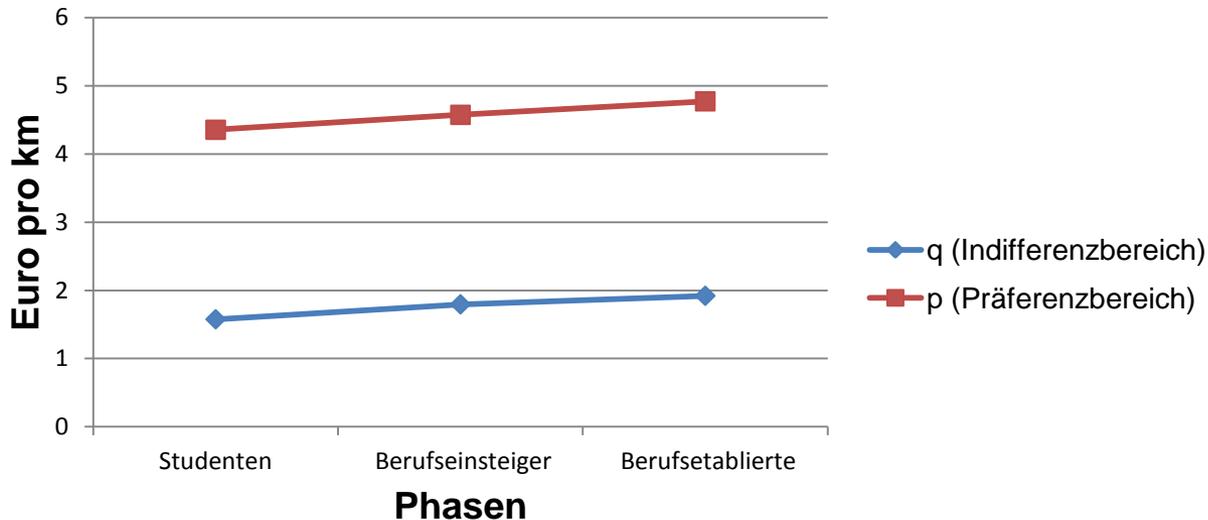
	Konv. Antrieb	Hybr. Antrieb	Elekt. Antrieb	Bren. Antrieb	Referenzalternative 1	Referenzalternative 2	Referenzalternative 3
Anschaffungskosten [€]	16825	25750	30000	35000	26893	30745	32671
Kraftstoffkosten [€/100 km]	8,94	5,592	3,198	8	6,4325	7,72	8,36
Steuern [€/Jahr]	86	36	45	45	53	64,2	69,8
Wartungskosten [0-hoch;1]	0	0	1	1	0,5	0,21	0,06
Emissionen [g/km]	160	120	80	110	117,5	100,97	92,71
Umweltimage [1-hoch]	0	1	1	1	0,75	0,5	0,375
Betankungsvorgang [min]	5	5	420	7	109,25	212,83	264,6
Tankstelleninfrastruktur [10-hoch;1]	7	7	5	1	5	6,41	7,12
Reichweite [km]	860	1000	150	400	602,5	800,42	899,38
Beschleunigung [0-100 km/h]	13,9	10,4	11,8	11,4	11,87	12,61	12,97
Wartungsaufwand [0 -hoch;1]	0	0	1	1	0,5	0,78	0,93
Sicherheit [1-sicher;0]	1	1	1	1	1	1	1
Lebensdauer des Fahrzeuges [6-lang; 0]	5	4	2	4	3,75	4,37	4,69
Autarkie [1- unabh;0]	0	1	1	1	0,75	1	1,125
Erkennbarkeit Image [1-hoc;0]	0	1	1	1	0,75	1	1,125

# Bestimmung gruppenspezifischer Schwellenwerte (3/3)

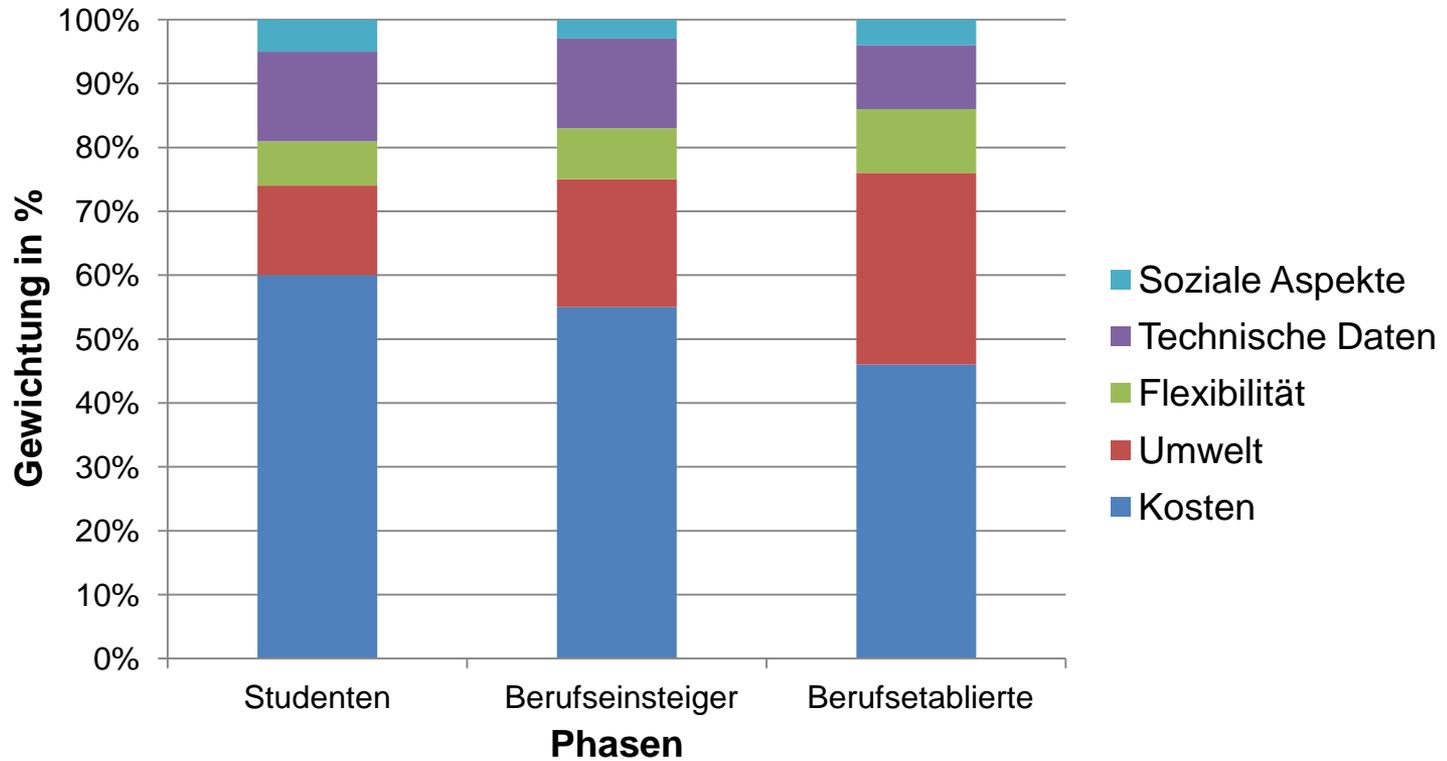
## Schwellenwerte für das Kriterium „Anschaffungskosten“



## Schwellenwerte für das Kriterium „Kraftstoffkosten“



# Gewichtung der Kriterien in Abhängigkeit der Lebenszyklusphasen



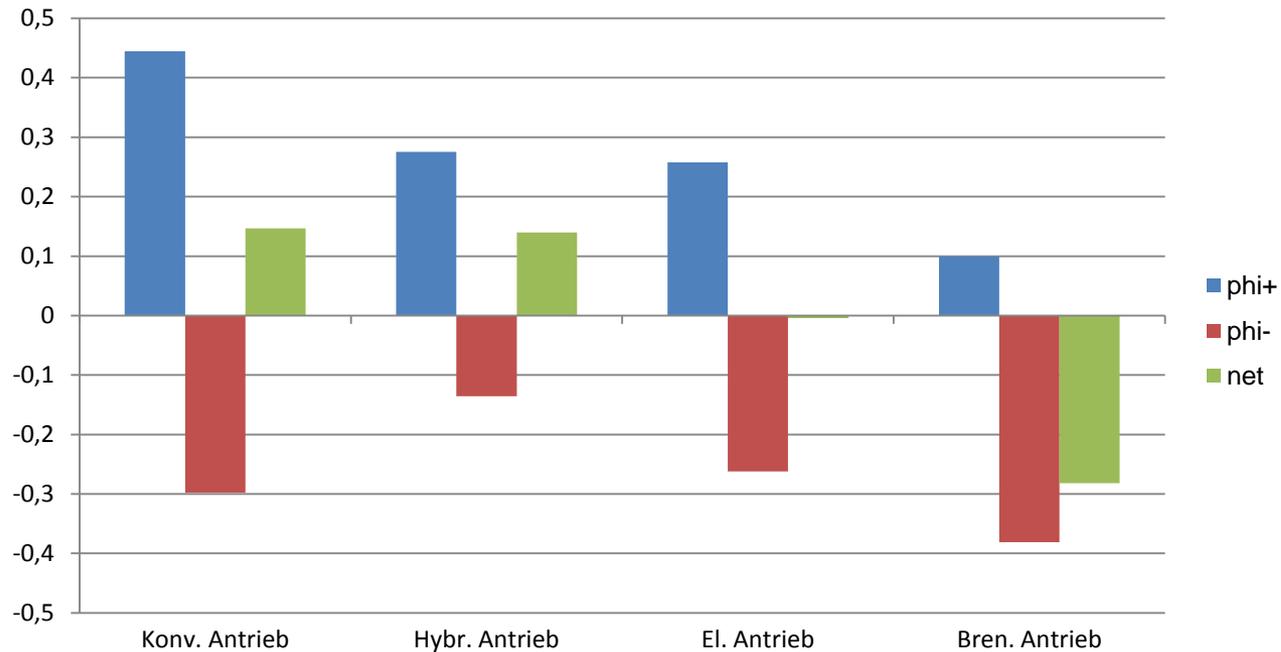
Quelle: Befragung im Rahmen der Masterveranstaltung „Aktuelle Ansätze in Produktion und Logistik“

# Gliederung

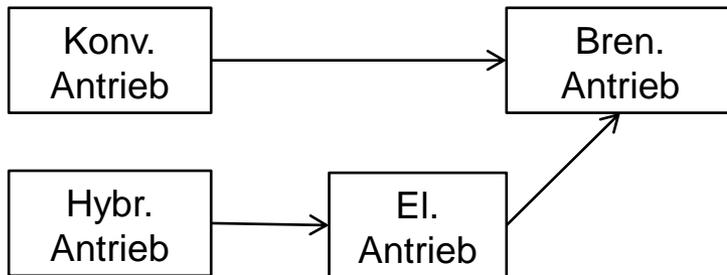
1. Motivation
2. Betrachtung ausgewählter Studien zu Nutzerprofilen
3. Entwicklung des multikriteriellen lebensphasen-orientierten Analysemodells
- 4. Anwendung des multikriteriellen lebensphasen-orientierten Analysemodells**
5. Zusammenfassung und Ausblick

# Ergebnisse basierend auf den einzelnen Phasen (Phase 1)

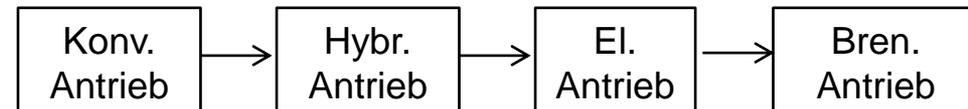
## Ausgangs-, Eingangs- und Nettoflüsse



### PROMETHEE I

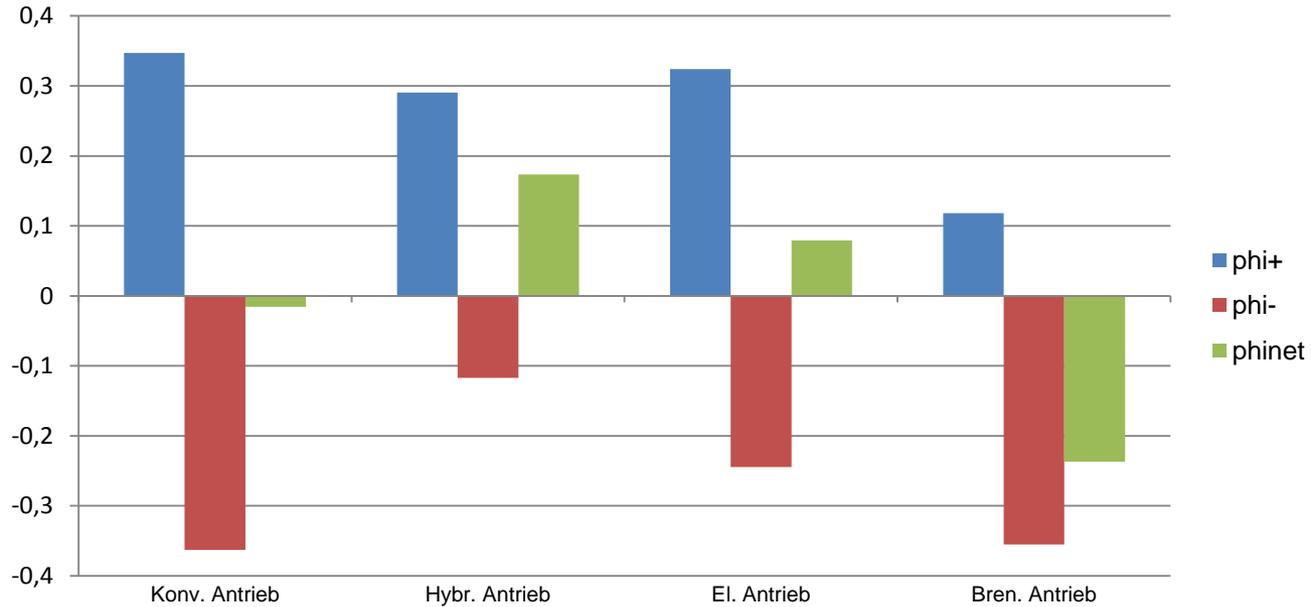


### PROMETHEE II

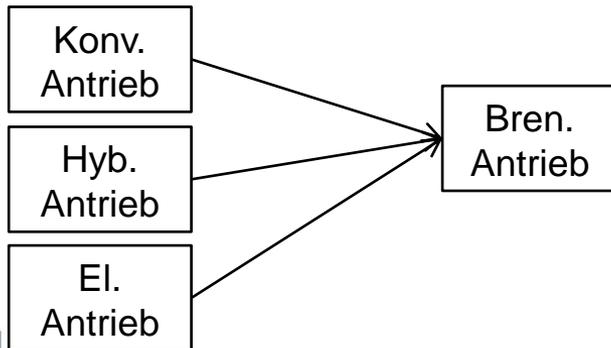


# Ergebnisse basierend auf den einzelnen Phasen (Phase 2)

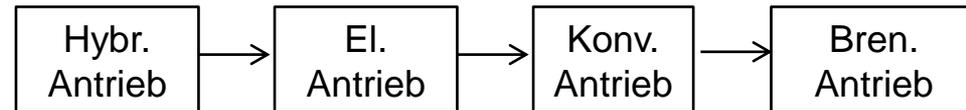
## Eingangs-, Ausgangs- und Nettoflüsse



### PROMETHEE I

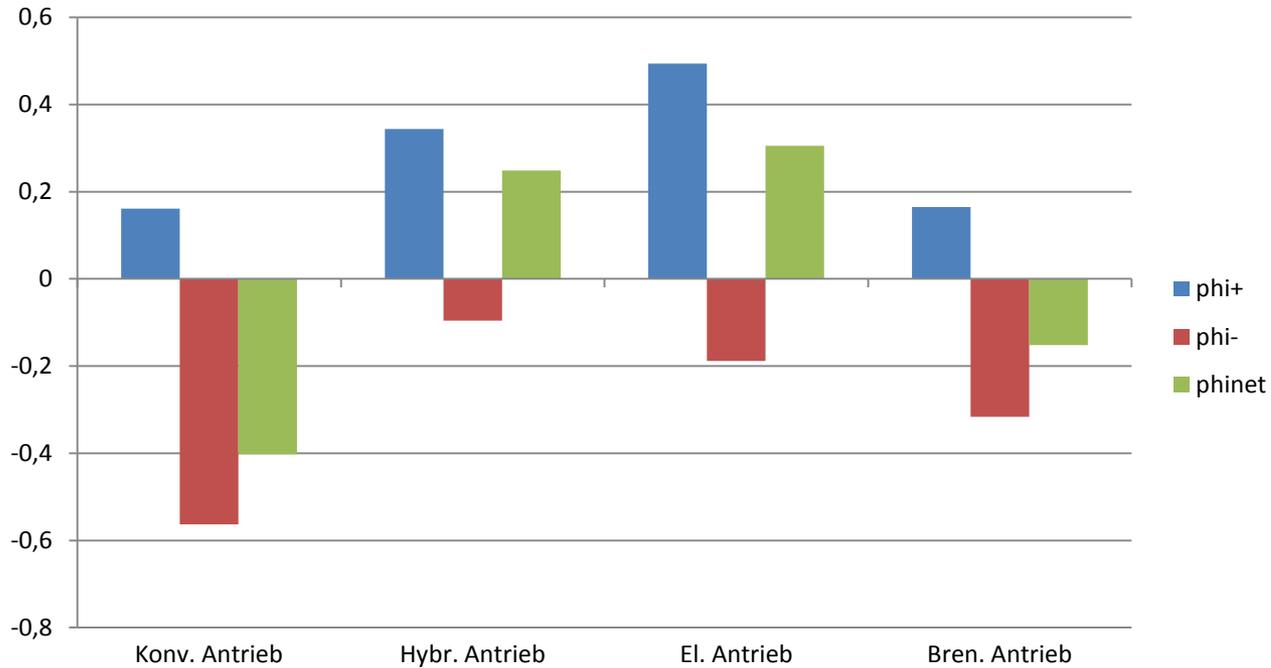


### PROMETHEE II

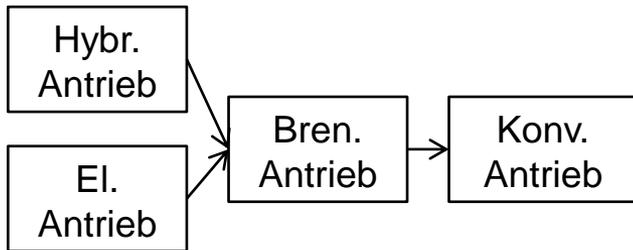


# Ergebnisse basierend auf den einzelnen Phasen (Phase 3)

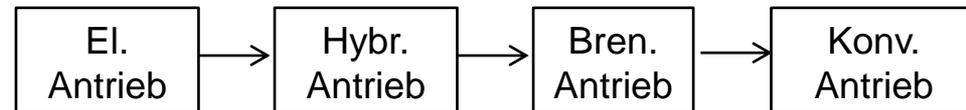
Eingangs-, Ausgangs- und Nettoflüsse



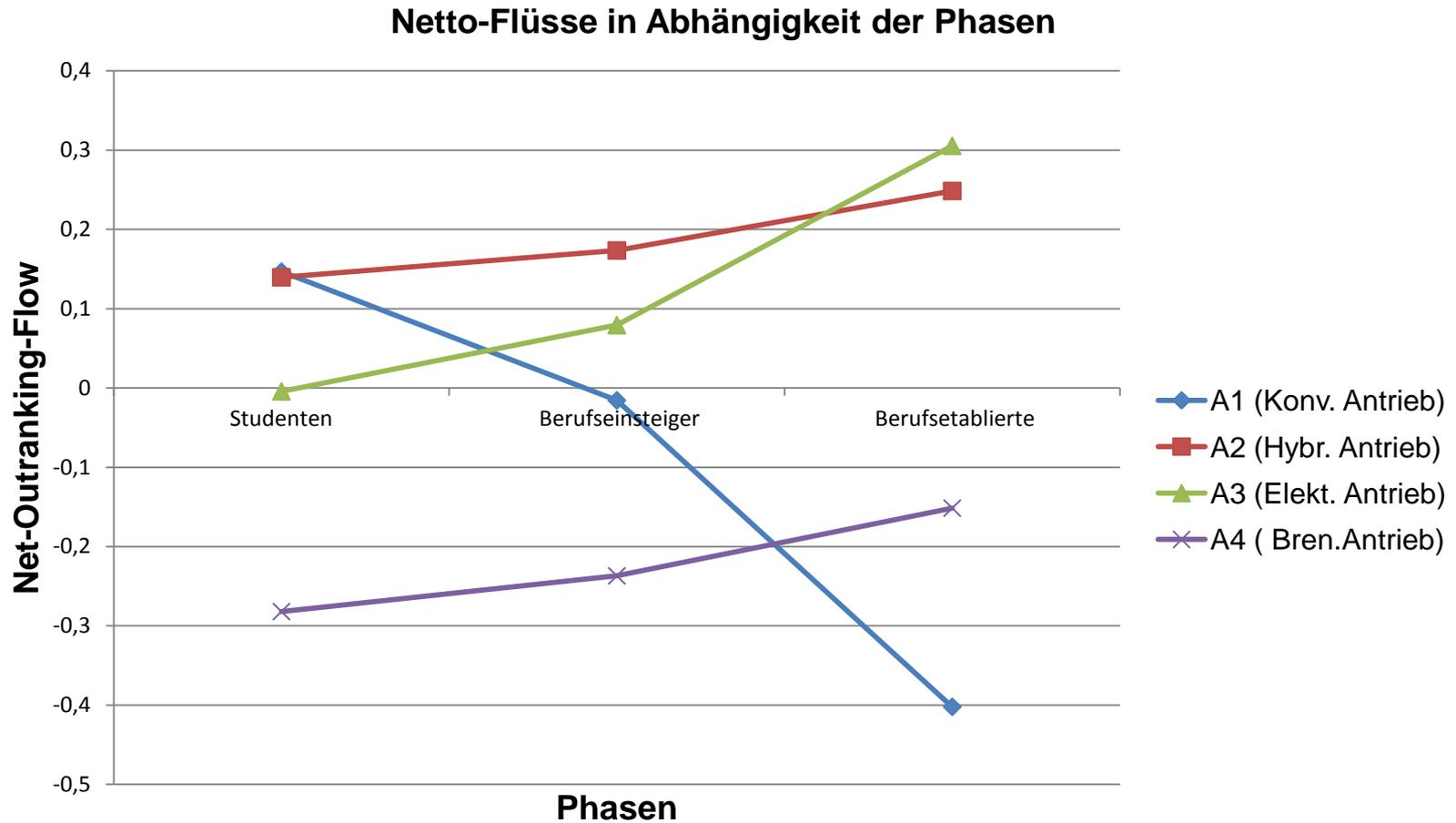
## PROMETHEE I



## PROMETHEE II



# Rangordnung der Alternativen unter Einbindung zeitlich veränderlicher Präferenzen



# Gliederung

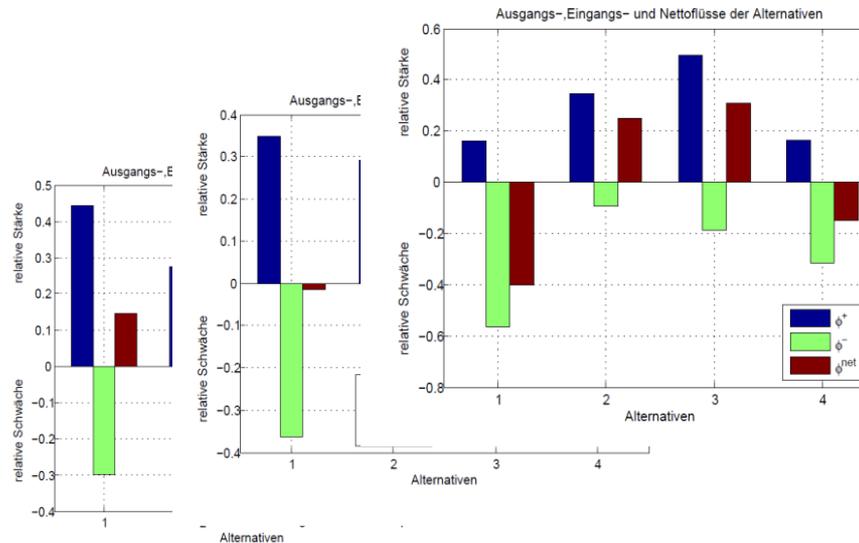
1. Motivation
2. Betrachtung ausgewählter Studien zu Nutzerprofilen
3. Entwicklung des multikriteriellen lebensphasen-orientierten Analysemodells
4. Anwendung des multikriteriellen lebensphasen-orientierten Analysemodells
5. **Zusammenfassung und Ausblick**

# Zusammenfassung

- Anhand verschiedener in den Sozialwissenschaften etablierten Studien werden Typologien der Bevölkerung abgeleitet und deren Mobilitätsbedürfnis analysiert.
- Betrachtet wird eine homogene Gruppe und die einzelnen Lebensabschnitte/-phasen.
- Mithilfe des PROMETHEE-Verfahrens werden für jede Phase ein eigener Gewichtungsvektor und phasenspezifische Schwellenwerte bestimmt und ein Entscheidungsunterstützungssystem aufgestellt.
- Abbildung der zeitlich veränderlichen Präferenzen mit Hilfe von multikriterieller Entscheidungsunterstützung und sozio-demografischer Gruppeneinteilung.

# Ausblick

- Überprüfung und Anpassung methodischer Details bezüglich des PROMETHEE-Algorithmus
- Generierung neuer Alternativen
- Ergänzung und Überprüfung der Bewertungskriterien
- Implementierung zukünftiger technischer Entwicklungen
- Ausarbeitung verschiedener Szenarien für die einzelnen Fahrzeugkonzepte



## Literatur:

Arthur D. Littel: Zukunft der Mobilität. Die Automobilindustrie im Umbruch, 2009

Borgstedt, S. ; Christ, T. ; Reussweg, F. ; Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Umweltbundesamt (. f. (Hrsg.): Umweltbewusstsein in Deutschland 2010: Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Heidelberg, Potsdam, 2010

Oberschmidt, J. 2010: Multikriterielle Bewertung von Technologien zur Bereitstellung von Strom und Wärme, Fraunhofer Verlag, Karlsruhe

Schulze, G.: Die Erlebnisgesellschaft: Kultursoziologie der Gegenwart. Frankfurt/Main, New York : Campus-Verlag, 1992

Seminar “Aktuelle Ansätze in Produktion und Logistik”, 2011

Tsoutsos, T; Drandaki, M; Frantzekaki, N; Iosifidis, E.; Kiosses, I: Sustainable energy planning by using multi-criteria analysis application in the island of Crete, Energy Police, 2009

# BACKUP

# Mobilitätstypen in Triaden Märkten

1. Greenovator	Mobilität wird sehr eng mit <b>Ressourcenschonung</b> und <b>Umweltschutz</b> verknüpft. Sie sind über die Konsequenzen, Kosten etc. von Mobilität bestens informiert und suchen nach <b>innovativen Lösungen</b> .
2. Family Cruiser	Familien werden immer fragmentierter, das führt zu einem <b>wachsenden Mobilitäts-Grad</b> . Moderne familiäre Lebensmuster zeichnen sich durch einen deutlich wachsenden <b>Mobilitäts-Aufwand</b> aus.
3. Silver Driver	Sie konsumieren gern, sind mobil, vielseitig interessiert und sehr aktiv in ihrem Freizeitleben. <b>Hohe Ausgabenbereitschaft, moderne Konsumgewohnheiten</b> , Sinn für Lebensqualität und Genuss.
4. High-frequency Commuter	<b>Hochgradig mobile Menschen</b> , deren Mobilitäts-Nachfrage sich mehrheitlich auf den Regionalbereich bezieht. Agglomerationspendler, die in erster Linie in Ballungsräumen flexibel und mobil sein müssen.
5. Global Jet Setter	Menschen die <b>sich täglich/wöchentlich/regelmäßig</b> zwischen und in den Global Cities bewegen. Der Wertewandel ist unübersehbar: gezielte Suche nach Exklusivität im <b>Premium-Segment</b> .
6. Sensation Seeker	Mobilität wird stark mit Attributen wie Freiheit, Fun und Lifestyle besetzt, Mobilität ist weiterhin mit <b>Status und Prestige</b> verbunden. „ <b>Freude am Fahren</b> “ wird ein Element moderner Lifestyles bleiben.
7. Low End User	Diese Gruppe ist auf <b>Mobilität angewiesen</b> und wird den damit verbundenen Aufwand tendenziell downgraden. Suchen nach den <b>preisgünstigsten Angeboten</b> , welche notwendige Mobilität sicherzustellen.

# Umweltbewusstsein in Deutschland 2010

## Das expeditiv Milieu:

- mobile, flexible und technologiebegeisterte Menschen unter 30 Jahren
- Vorreiter der umweltfreundlichen Mobilitätskonzepte

## Das adaptiv-pragmatische Milieu:

- in der Phase der Familiengründung
- leistungs- und sicherheitsorientiert
- Möglichkeit zum Umstieg auf ein treibstoff- und umweltschonendes Auto

## Das sozial-ökologische Milieu:

- ein ökologisch bewusster, gesundheitsorientierter und nachhaltiger Lebensstil (30-59 Jahre alt)
- Qualität spielt eine große Rolle

## Das traditionelle Milieu:

- Langlebigkeit, Qualität und Effizienz
- Wenig mobil (über 75 Jahre alt)