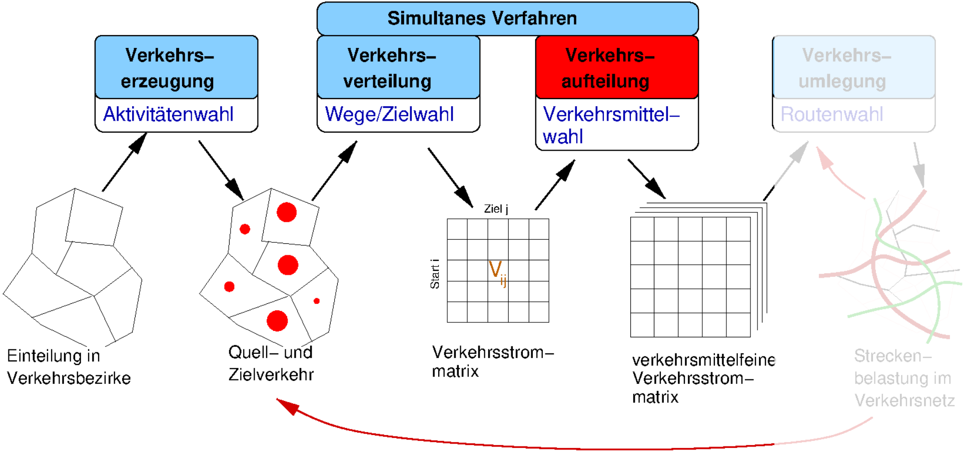
7. Verkehrsmittelwahl bzw. Modal Split



7.1 Zielsetzung des Modal Split

Ermittlung der Verkehrsmittelaufteilung $P_{k|ij}$ auf die Haupt-Verkehrsmodi k für die Relation $i \rightarrow j$, ggf getrennt für jede Quelle-Ziel-Gruppen (QZG) g.

- Dies ergibt die verkehrsmittelfeine Verkehrsstrommatrix

$$\boxed{V_{ijk} = V_{ij} P_{k|ij}}$$

- Ein Klassiker der **Diskreten Wahltheorie**
- Nur grundlegend unterschiedliche Verkehrsmodi werden betrachtet, also Bus, Straßenbahn, Bahn $\Rightarrow$ öffentlicher Verkehr (ÖV), Auto, Motorrad $\Rightarrow$ motorisierter Individualverkehr (MIV).
- Wie in der diskreten Wahltheorie ($\Rightarrow$ *Master-VL*) muss die Alternativenmenge exklusiv und vollständig sein, also genau eine Alternative zutreffen

? Die Verkehrsmodi seien zu Fuß, Rad, ÖV und MIV. Wie modelliert man (i) multimodale Wege, z.B. Bahn mit mitgenommenen Rad? (ii) Wie Wege mit e-Bikes, Motor-Tretroller oder als Mitfahrer? (i) Hauptverkehrsmittel zählt; (ii) der ähnlichste Hauptmodus zählt, also Rad-Rad-MIV (der Motor-Tretroller wäre genügend unterschiedlich von den anderen, um einen eigenen Hauptmodus "Sonstige" zu beanspruchen)

7.1 Zielsetzung des Modal Split

Ermittlung der Verkehrsmittelaufteilung $P_{k|ij}$ auf die Haupt-Verkehrsmodi k für die Relation $i \to j$, ggf getrennt für jede Quelle-Ziel-Gruppen (QZG) g.

- Dies ergibt die verkehrsmittelfeine Verkehrsstrommatrix

$$\boxed{V_{ijk} = V_{ij} P_{k|ij}}$$

- Ein Klassiker der **Diskreten Wahltheorie**
- Nur grundlegend unterschiedliche Verkehrsmodi werden betrachtet, also Bus, Straßenbahn, Bahn $\Rightarrow$ öffentlicher Verkehr (ÖV), Auto, Motorrad $\Rightarrow$ motorisierter Individualverkehr (MIV).
- Wie in der diskreten Wahltheorie ($\Rightarrow$ *Master-VL*) muss die Alternativenmenge exklusiv und vollständig sein, also genau eine Alternative zutreffen

? Die Verkehrsmodi seien zu Fuß, Rad, ÖV und MIV. Wie modelliert man (i) multimodale Wege, z.B. Bahn mit mitgenommenen Rad? (ii) Wie Wege mit e-Bikes, Motor-Tretroller oder als Mitfahrer? (i) Hauptverkehrsmittel zählt; (ii) der ähnlichste Hauptmodus zählt, also Rad-Rad-MIV (der Motor-Tretroller wäre genügend unterschiedlich von den anderen, um einen eigenen Hauptmodus "Sonstige" zu beanspruchen)

7.1 Zielsetzung des Modal Split

Ermittlung der Verkehrsmittelaufteilung $P_{k|ij}$ auf die Haupt-Verkehrsmodi k für die Relation $i \to j$, ggf getrennt für jede Quelle-Ziel-Gruppen (QZG) g.

- Dies ergibt die verkehrsmittelfeine Verkehrsstrommatrix

$$\boxed{V_{ijk} = V_{ij} P_{k|ij}}$$

- Ein Klassiker der **Diskreten Wahltheorie**
- Nur grundlegend unterschiedliche Verkehrsmodi werden betrachtet, also Bus, Straßenbahn, Bahn ⇒ öffentlicher Verkehr (ÖV), Auto, Motorrad ⇒ motorisierter Individualverkehr (MIV).
- Wie in der diskreten Wahltheorie (⇒ *Master-VL*) muss die Alternativenmenge exklusiv und vollständig sein, also genau eine Alternative zutreffen

? Die Verkehrsmodi seien zu Fuß, Rad, ÖV und MIV. Wie modelliert man (i) multimodale Wege, z.B. Bahn mit mitgenommenen Rad? (ii) Wie Wege mit e-Bikes, Motor-Tretroller oder als Mitfahrer? (i) Hauptverkehrsmittel zählt; (ii) der ähnlichste Hauptmodus zählt, also Rad-Rad-MIV (der Motor-Tretroller wäre genügend unterschiedlich von den anderen, um einen eigenen Hauptmodus "Sonstige" zu beanspruchen)

7.1 Zielsetzung des Modal Split

Ermittlung der Verkehrsmittelaufteilung $P_{k|ij}$ auf die Haupt-Verkehrsmodi k für die Relation $i \rightarrow j$, ggf getrennt für jede Quelle-Ziel-Gruppen (QZG) g.

- Dies ergibt die verkehrsmittelfeine Verkehrsstrommatrix

$$\boxed{V_{ijk} = V_{ij} P_{k|ij}}$$

- Ein Klassiker der **Diskreten Wahltheorie**
- Nur grundlegend unterschiedliche Verkehrsmodi werden betrachtet, also Bus, Straßenbahn, Bahn $\Rightarrow$ öffentlicher Verkehr (ÖV), Auto, Motorrad $\Rightarrow$ motorisierter Individualverkehr (MIV).
- Wie in der diskreten Wahltheorie ($\Rightarrow$ *Master-VL*) muss die Alternativenmenge exklusiv und vollständig sein, also genau eine Alternative zutreffen

? Die Verkehrsmodi seien zu Fuß, Rad, ÖV und MIV. Wie modelliert man (i) multimodale Wege, z.B. Bahn mit mitgenommenen Rad? (ii) Wie Wege mit e-Bikes, Motor-Tretroller oder als Mitfahrer? (i) Hauptverkehrsmittel zählt; (ii) der ähnlichste Hauptmodus zählt, also Rad-Rad-MIV (der Motor-Tretroller wäre genügend unterschiedlich von den anderen, um einen eigenen Hauptmodus "Sonstige" zu beanspruchen)

7.1 Zielsetzung des Modal Split

Ermittlung der Verkehrsmittelaufteilung $P_{k|ij}$ auf die Haupt-Verkehrsmodi k für die Relation $i \to j$, ggf getrennt für jede Quelle-Ziel-Gruppen (QZG) g.

- Dies ergibt die verkehrsmittelfeine Verkehrsstrommatrix

$$\boxed{V_{ijk} = V_{ij} P_{k|ij}}$$

- Ein Klassiker der **Diskreten Wahltheorie**
- Nur grundlegend unterschiedliche Verkehrsmodi werden betrachtet, also Bus, Straßenbahn, Bahn ⇒ öffentlicher Verkehr (ÖV), Auto, Motorrad ⇒ motorisierter Individualverkehr (MIV).
- Wie in der diskreten Wahltheorie (⇒ *Master-VL*) muss die Alternativenmenge exklusiv und vollständig sein, also genau eine Alternative zutreffen

? Die Verkehrsmodi seien zu Fuß, Rad. ÖV und MIV. Wie modelliert man (i) multimodale Wege, z.B. Bahn mit mitgenommenen Rad? (ii) Wie Wege mit e-Bikes, Motor-Tretroller oder als Mitfahrer? (i) Hauptverkehrsmittel zählt; (ii) der ähnlichste Hauptmodus zählt, also Rad-Rad-MIV (der Motor-Tretroller wäre genügend unterschiedlich von den anderen, um einen eigenen Hauptmodus “Sonstige” zu beanspruchen)

7.1 Zielsetzung des Modal Split

Ermittlung der Verkehrsmittelaufteilung $P_{k|ij}$ auf die Haupt-Verkehrsmodi k für die Relation $i \rightarrow j$, ggf getrennt für jede Quelle-Ziel-Gruppen (QZG) g.

- Dies ergibt die verkehrsmittelfeine Verkehrsstrommatrix

$$V_{ijk} = V_{ij} P_{k|ij}$$

- Ein Klassiker der **Diskreten Wahltheorie**
- Nur grundlegend unterschiedliche Verkehrsmodi werden betrachtet, also Bus, Straßenbahn, Bahn ⇒ öffentlicher Verkehr (ÖV), Auto, Motorrad ⇒ motorisierter Individualverkehr (MIV).
- Wie in der diskreten Wahltheorie (⇒ *Master-VL*) muss die Alternativenmenge exklusiv und vollständig sein, also genau eine Alternative zutreffen

? Die Verkehrsmodi seien zu Fuß, Rad. ÖV und MIV. Wie modelliert man (i) multimodale Wege, z.B. Bahn mit mitgenommenen Rad? (ii) Wie Wege mit e-Bikes, Motor-Tretroller oder als Mitfahrer? (i) Hauptverkehrsmittel zählt; (ii) der ähnlichste Hauptmodus zählt, also Rad-Rad-MIV (der Motor-Tretroller wäre genügend unterschiedlich von den anderen, um einen eigenen Hauptmodus "Sonstige" zu beanspruchen)

Beispiel: Vorlesungsumfrage zu WB-Wegen

	Fuß	Rad	ÖV	Kfz	$\sum$
0-1 km	4	3	1	0	

Beispiel: Vorlesungsumfrage zu WB-Wegen

	Fuß	Rad	ÖV	Kfz	$\sum$
0-1 km	4	3	1	0	
1-2 km	2	7	7	0	

Beispiel: Vorlesungsumfrage zu WB-Wegen

	Fuß	Rad	ÖV	Kfz	$\sum$
0-1 km	4	3	1	0	
1-2 km	2	7	7	0	
2-5 km	0	6	10	2	

Beispiel: Vorlesungsumfrage zu WB-Wegen

	Fuß	Rad	ÖV	Kfz	$\sum$
0-1 km	4	3	1	0	
1-2 km	2	7	7	0	
2-5 km	0	6	10	2	
5-10 km	0	1	10	2	

Beispiel: Vorlesungsumfrage zu WB-Wegen

	Fuß	Rad	ÖV	Kfz	$\sum$
0-1 km	4	3	1	0	
1-2 km	2	7	7	0	
2-5 km	0	6	10	2	
5-10 km	0	1	10	2	
>10 km	0	0	9	1	

Beispiel: Vorlesungsumfrage zu WB-Wegen

	Fuß	Rad	ÖV	Kfz	$\sum$
0-1 km	4	3	1	0	
1-2 km	2	7	7	0	
2-5 km	0	6	10	2	
5-10 km	0	1	10	2	
> 10 km	0	0	9	1	
$\sum$	6	17	37	5	

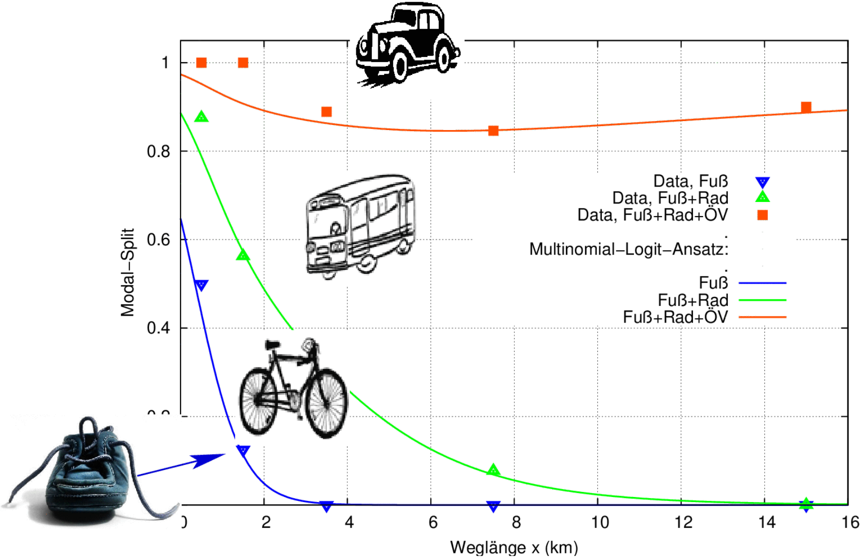
Beispiel: Vorlesungsumfrage zu WB-Wegen

	Fuß	Rad	ÖV	Kfz	$\sum$
0-1 km	4	3	1	0	
1-2 km	2	7	7	0	
2-5 km	0	6	10	2	
5-10 km	0	1	10	2	
>10 km	0	0	9	1	
$\sum$	6	17	37	5	
$P_k^{\text{(WB)}}$	6/65	17/65	37/65	5/65	

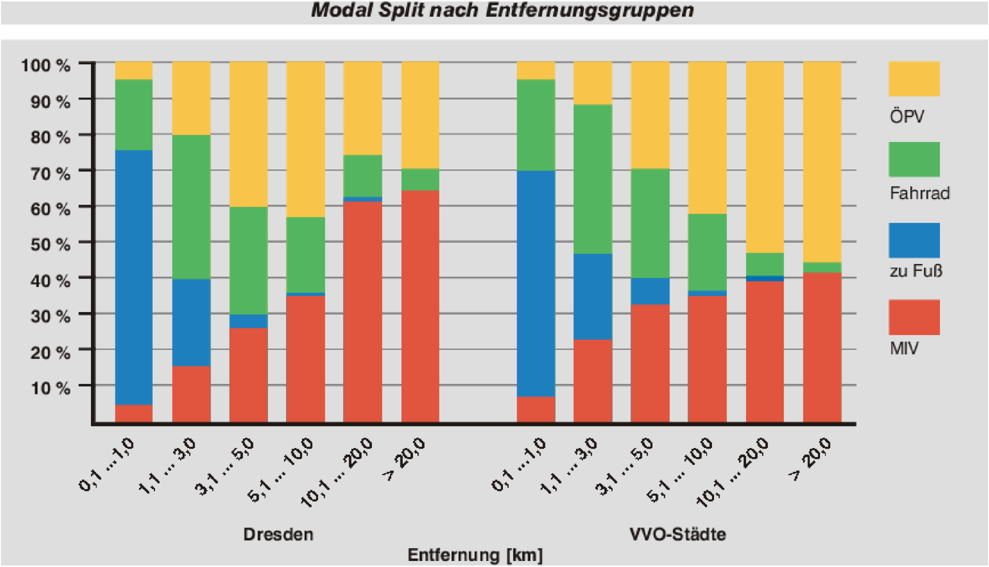
Beispiel: Vorlesungsumfrage zu WB-Wegen

	Fuß	Rad	ÖV	Kfz	$\sum$
0-1 km	4	3	1	0	8
1-2 km	2	7	7	0	16
2-5 km	0	6	10	2	18
5-10 km	0	1	10	2	13
> 10 km	0	0	9	1	10
$\sum$	6	17	37	5	65
$P_k^{(\mathrm{WB})}$	6/65	17/65	37/65	5/65	1

Beispiel: Vorlesungsumfrage zu WB-Wegen: Bedingter Modal Split



Bedingter Modal Split in der Mobilitätserhebung SrV



7.2 Modellierung des Widerstandes W

Der Widerstand W_k bzw. die *Disutility* $-V_k$ (!Verwechslungsgefahr des determinsitischen Nutzens V der diskreten Wahltheorie mit Verkehrsströmen $\Rightarrow$ verwende W) wird durch einen oder mehrere lineare Faktoren modelliert:

- **Charakteristika** der Wege-Verkehrsmittelkombination, v.A. Reisezeit T_k und Kosten K_k
- ggf. **sozioökonomische Variable** wie Alter und Geschlecht
- ggf. **externe Faktoren** wie das Wetter
- **alternativenspezifische Konstanten** (ACs) für Ad-Hoc Präferenzen von Alternativen

? Warum kommt es nur auf Widerstands*differenzen* an? Wie viele ACs gibt es also bei 4 Alternativen? Da wir nur nach Nutzenunterschieden, nicht absoluten Nutzen, auswählen können

? Die Alternativenmenge der Modi sei durch $k = 1$: zu Fuß, $k = 2$: Rad, $k = 3$: ÖV und $k = 4$: MIV gegeben. Wieviele ACs gibt es maximal? Durch welche ACs lässt sich der Modal-Split einer Gruppe von "Ökos" charakterisieren?

Maximal 3 ACs, da es nur auf Unterschiede ankommt, die Alternative mit AC=0 ist die "Referenz". Ökos: Mehr Widerstand bei MIV, also AC > 0 (bezüglich des Widerstandes!)

7.2 Modellierung des Widerstandes W

Der Widerstand W_k bzw. die *Disutility* $-V_k$ (!Verwechslungsgefahr des determinsitischen Nutzens V der diskreten Wahltheorie mit Verkehrsströmen $\Rightarrow$ verwende W) wird durch einen oder mehrere lineare Faktoren modelliert:

- **Charakteristika** der Wege-Verkehrsmittelkombination, v.A. Reisezeit T_k und Kosten K_k
- ggf. **sozioökonomische Variable** wie Alter und Geschlecht
- ggf. **externe Faktoren** wie das Wetter
- **alternativenspezifische Konstanten** (ACs) für Ad-Hoc Präferenzen von Alternativen

? Warum kommt es nur auf Widerstands*differenzen* an? Wie viele ACs gibt es also bei 4 Alternativen? Da wir nur nach Nutzenunterschieden, nicht absoluten Nutzen, auswählen können

? Die Alternativenmenge der Modi sei durch $k=1$: zu Fuß, $k=2$: Rad, $k=3$: ÖV und $k=4$: MIV gegeben. Wieviele ACs gibt es maximal? Durch welche ACs lässt sich der Modal-Split einer Gruppe von "Ökos" charakterisieren?

Maximal 3 ACs, da es nur auf Unterschiede ankommt, die Alternative mit AC=0 ist die "Referenz". Ökos: Mehr Widerstand bei MIV, also AC > 0 (bezüglich des Widerstandes!)

7.2 Modellierung des Widerstandes W

Der Widerstand W_k bzw. die *Disutility* $-V_k$ (!Verwechslungsgefahr des determinsitischen Nutzens V der diskreten Wahltheorie mit Verkehrsströmen $\Rightarrow$ verwende W) wird durch einen oder mehrere lineare Faktoren modelliert:

- **Charakteristika** der Wege-Verkehrsmittelkombination, v.A. Reisezeit T_k und Kosten K_k
- ggf. **sozioökonomische Variable** wie Alter und Geschlecht
- ggf. **externe Faktoren** wie das Wetter
- **alternativenspezifische Konstanten** (ACs) für Ad-Hoc Präferenzen von Alternativen

? Warum kommt es nur auf Widerstands*differenzen* an? Wie viele ACs gibt es also bei 4 Alternativen? Da wir nur nach Nutzenunterschieden, nicht absoluten Nutzen, auswählen können

? Die Alternativenmenge der Modi sei durch $k=1$: zu Fuß, $k=2$: Rad, $k=3$: ÖV und $k=4$: MIV gegeben. Wieviele ACs gibt es maximal? Durch welche ACs lässt sich der Modal-Split einer Gruppe von "Ökos" charakterisieren?

Maximal 3 ACs, da es nur auf Unterschiede ankommt, die Alternative mit AC=0 ist die "Referenz". Ökos: Mehr Widerstand bei MIV, also AC >0 (bezüglich des Widerstandes!)

7.2 Modellierung des Widerstandes W

Der Widerstand W_k bzw. die *Disutility* $-V_k$ (!Verwechslungsgefahr des determinsitischen Nutzens V der diskreten Wahltheorie mit Verkehrsströmen $\Rightarrow$ verwende W) wird durch einen oder mehrere lineare Faktoren modelliert:

- **Charakteristika** der Wege-Verkehrsmittelkombination, v.A. Reisezeit T_k und Kosten K_k
- ggf. **sozioökonomische Variable** wie Alter und Geschlecht
- ggf. **externe Faktoren** wie das Wetter
- **alternativenspezifische Konstanten** (ACs) für Ad-Hoc Präferenzen von Alternativen

? Warum kommt es nur auf Widerstands*differenzen* an? Wie viele ACs gibt es also bei 4 Alternativen? Da wir nur nach Nutzenunterschieden, nicht absoluten Nutzen, auswählen können

? Die Alternativenmenge der Modi sei durch $k=1$: zu Fuß, $k=2$: Rad, $k=3$: ÖV und $k=4$: MIV gegeben. Wieviele ACs gibt es maximal? Durch welche ACs lässt sich der Modal-Split einer Gruppe von "Ökos" charakterisieren?

Maximal 3 ACs, da es nur auf Unterschiede ankommt, die Alternative mit AC=0 ist die "Referenz". Ökos: Mehr Widerstand bei MIV, also AC >0 (bezüglich des Widerstandes!)

7.2 Modellierung des Widerstandes W

Der Widerstand W_k bzw. die *Disutility* $-V_k$ (!Verwechslungsgefahr des determinsitischen Nutzens V der diskreten Wahltheorie mit Verkehrsströmen $\Rightarrow$ verwende W) wird durch einen oder mehrere lineare Faktoren modelliert:

- **Charakteristika** der Wege-Verkehrsmittelkombination, v.A. Reisezeit T_k und Kosten K_k
- ggf. **sozioökonomische Variable** wie Alter und Geschlecht
- ggf. **externe Faktoren** wie das Wetter
- **alternativenspezifische Konstanten** (ACs) für Ad-Hoc Präferenzen von Alternativen

? Warum kommt es nur auf Widerstands*differenzen* an? Wie viele ACs gibt es also bei 4 Alternativen? Da wir nur nach Nutzenunterschieden, nicht absoluten Nutzen, auswählen können

? Die Alternativenmenge der Modi sei durch $k=1$: zu Fuß, $k=2$: Rad, $k=3$: ÖV und $k=4$: MIV gegeben. Wieviele ACs gibt es maximal? Durch welche ACs lässt sich der Modal-Split einer Gruppe von "Ökos" charakterisieren?

Maximal 3 ACs, da es nur auf Unterschiede ankommt, die Alternative mit AC=0 ist die "Referenz". Ökos: Mehr Widerstand bei MIV, also AC >0 (bezüglich des Widerstandes!)

7.2 Modellierung des Widerstandes W

Der Widerstand W_k bzw. die *Disutility* $-V_k$ (!Verwechslungsgefahr des determinsitischen Nutzens V der diskreten Wahltheorie mit Verkehrsströmen $\Rightarrow$ verwende W) wird durch einen oder mehrere lineare Faktoren modelliert:

- **Charakteristika** der Wege-Verkehrsmittelkombination, v.A. Reisezeit T_k und Kosten K_k
- ggf. **sozioökonomische Variable** wie Alter und Geschlecht
- ggf. **externe Faktoren** wie das Wetter
- **alternativenspezifische Konstanten** (ACs) für Ad-Hoc Präferenzen von Alternativen

? Warum kommt es nur auf Widerstands*differenzen* an? Wie viele ACs gibt es also bei 4 Alternativen? Da wir nur nach Nutzenunterschieden, nicht absoluten Nutzen, auswählen können

? Die Alternativenmenge der Modi sei durch $k=1$: zu Fuß, $k=2$: Rad, $k=3$: ÖV und $k=4$: MIV gegeben. Wieviele ACs gibt es maximal? Durch welche ACs lässt sich der Modal-Split einer Gruppe von "Ökos" charakterisieren?

Maximal 3 ACs, da es nur auf Unterschiede ankommt, die Alternative mit AC=0 ist die "Referenz". Ökos: Mehr Widerstand bei MIV, also AC > 0 (bezüglich des Widerstandes!)

7.2 Modellierung des Widerstandes W

Der Widerstand W_k bzw. die *Disutility* $-V_k$ (!Verwechslungsgefahr des determinsitischen Nutzens V der diskreten Wahltheorie mit Verkehrsströmen $\Rightarrow$ verwende W) wird durch einen oder mehrere lineare Faktoren modelliert:

- **Charakteristika** der Wege-Verkehrsmittelkombination, v.A. Reisezeit T_k und Kosten K_k
- ggf. **sozioökonomische Variable** wie Alter und Geschlecht
- ggf. **externe Faktoren** wie das Wetter
- **alternativenspezifische Konstanten** (ACs) für Ad-Hoc Präferenzen von Alternativen

? Warum kommt es nur auf Widerstands*differenzen* an? Wie viele ACs gibt es also bei 4 Alternativen? Da wir nur nach Nutzenunterschieden, nicht absoluten Nutzen, auswählen können

? Die Alternativenmenge der Modi sei durch $k=1$: zu Fuß, $k=2$: Rad, $k=3$: ÖV und $k=4$: MIV gegeben. Wieviele ACs gibt es maximal? Durch welche ACs lässt sich der Modal-Split einer Gruppe von "Ökos" charakterisieren?

Maximal 3 ACs, da es nur auf Unterschiede ankommt, die Alternative mit AC=0 ist die "Referenz". Ökos: Mehr Widerstand bei MIV, also AC >0 (bezüglich des Widerstandes!)

7.2 Modellierung des Widerstandes W

Der Widerstand W_k bzw. die *Disutility* $-V_k$ (!Verwechslungsgefahr des determinsitischen Nutzens V der diskreten Wahltheorie mit Verkehrsströmen $\Rightarrow$ verwende W) wird durch einen oder mehrere lineare Faktoren modelliert:

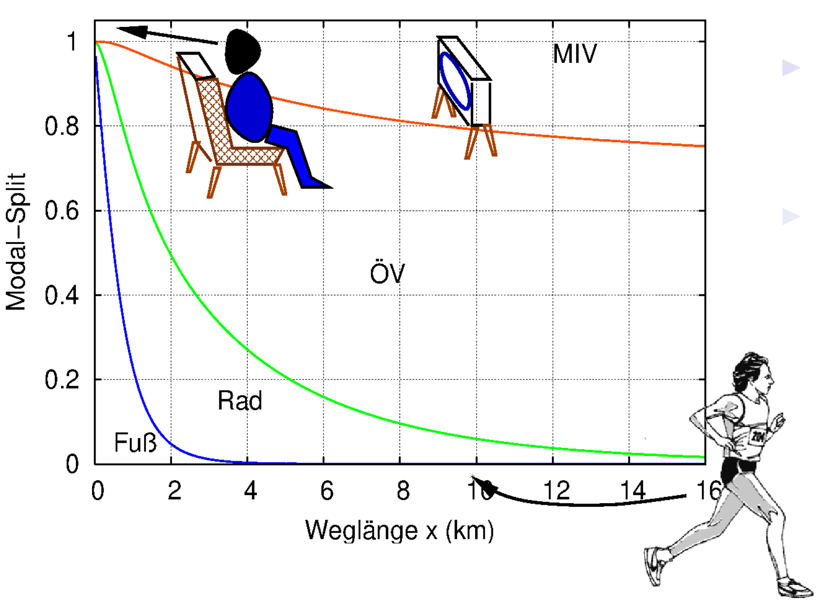
- **Charakteristika** der Wege-Verkehrsmittelkombination, v.A. Reisezeit T_k und Kosten K_k
- ggf. **sozioökonomische Variable** wie Alter und Geschlecht
- ggf. **externe Faktoren** wie das Wetter
- **alternativenspezifische Konstanten** (ACs) für Ad-Hoc Präferenzen von Alternativen

? Warum kommt es nur auf Widerstands*differenzen* an? Wie viele ACs gibt es also bei 4 Alternativen? Da wir nur nach Nutzenunterschieden, nicht absoluten Nutzen, auswählen können

? Die Alternativenmenge der Modi sei durch $k=1$: zu Fuß, $k=2$: Rad, $k=3$: ÖV und $k=4$: MIV gegeben. Wieviele ACs gibt es maximal? Durch welche ACs lässt sich der Modal-Split einer Gruppe von "Ökos" charakterisieren?

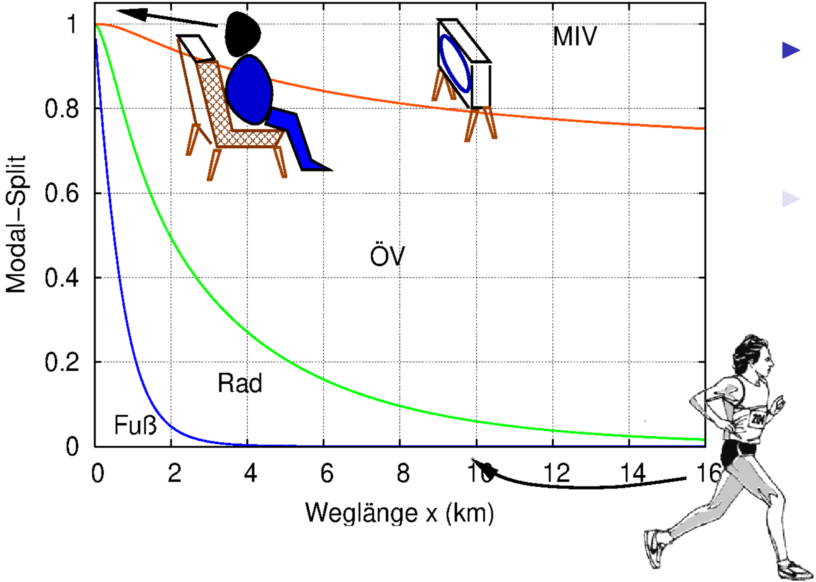
Maximal 3 ACs, da es nur auf Unterschiede ankommt, die Alternative mit AC=0 ist die "Referenz". Ökos: Mehr Widerstand bei MIV, also AC >0 (bezüglich des Widerstandes!)

7.3 Modellierung des Zufallsnutzens



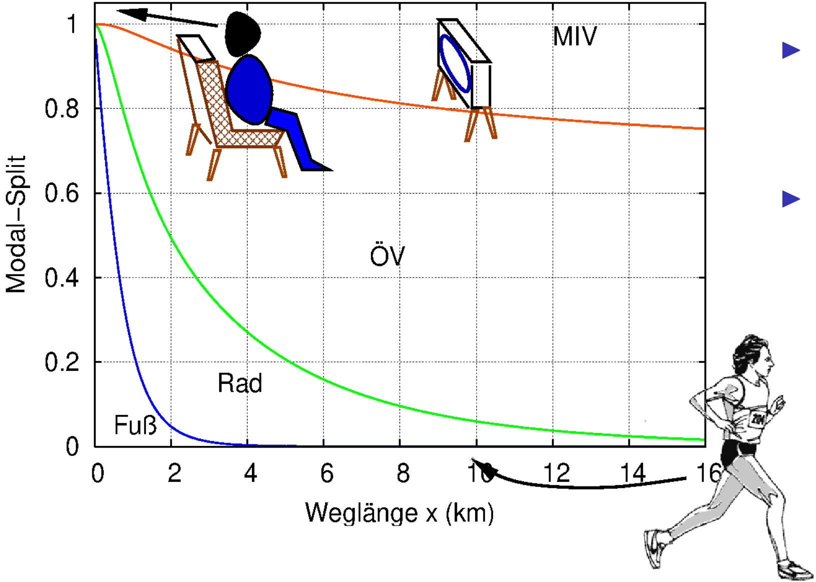
- *Systematischen* Präferenzen: ACs
- *Zufällige* Präferenzen aufgrund von nicht betrachteten Attributen:
  - "z.B. Sportlichkeit"
  - Gesundheit/Alter
  - Freier Wille

7.3 Modellierung des Zufallsnutzens



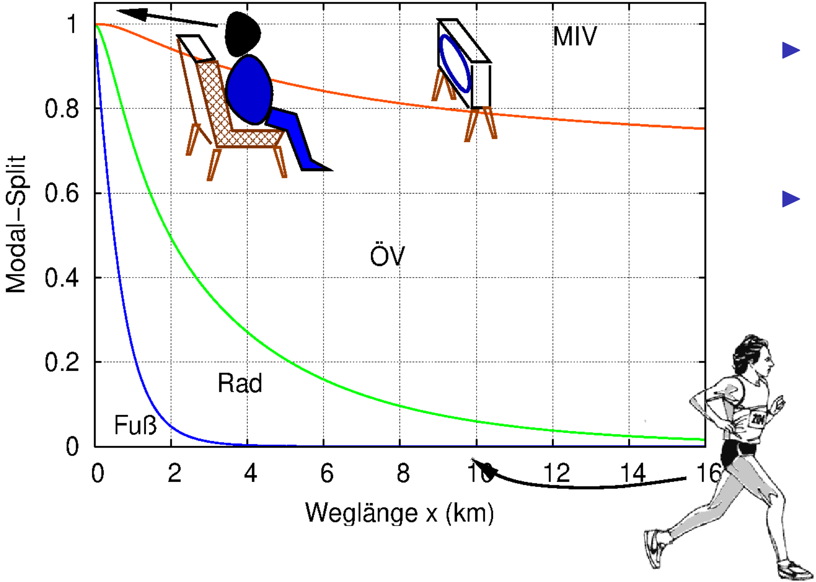
- *Systematischen* Präferenzen: ACs
- *Zufällige* Präferenzen aufgrund von nicht betrachteten Attributen:
  - "z.B. Sportlichkeit"
  - Gesundheit/Alter
  - Freier Wille

7.3 Modellierung des Zufallsnutzens



- *Systematischen* Präferenzen: ACs
- *Zufällige* Präferenzen aufgrund von nicht betrachteten Attributen:
  - "z.B. Sportlichkeit"
  - Gesundheit/Alter
  - Freier Wille

7.3 Modellierung des Zufallsnutzens



- *Systematischen* Präferenzen: ACs
- *Zufällige* Präferenzen aufgrund von nicht betrachteten Attributen:
  - "z.B. Sportlichkeit"
  - Gesundheit/Alter
  - Freier Wille

7.4 Diskrete Wahltheorie

- Wie die Aktivitäten- und Zielwahl ist auch der Modal Split eine diskrete Entscheidung *"genau eine aus endlich vielen Alternativen"*
- Im Rahmen der **diskreten Wahltheorie** wird sie mikroskopisch durch Nutzenmaximierung modelliert:

$$k_{\text{selected}} = \arg\max_k U_k = \arg\max_k \left(-W_k + \epsilon_k\right)$$

- Annahme: Zufallsnutzen $\epsilon_k \sim i.i.d.$Gumbel $\overset{\text{Aggregierung}}{\Longrightarrow}$ **Multinomial-Logit-Modell (MNL)** mit den makroskopischen Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_k = e^{-W_k} / \left(\sum_l e^{-W_l} \right)$$

- Der Widerstand hat dabei z.B. die Form $W_k = \beta T_k + (\text{AC})_k$

7.4 Diskrete Wahltheorie

- Wie die Aktivitäten- und Zielwahl ist auch der Modal Split eine diskrete Entscheidung *"genau eine aus endlich vielen Alternativen"*
- Im Rahmen der **diskreten Wahltheorie** wird sie mikroskopisch durch Nutzenmaximierung modelliert:

$$k_{\text{selected}} = \text{arg}\max_k U_k = \text{arg}\max_k \left(-W_k + \epsilon_k\right)$$

- Annahme: Zufallsnutzen $\epsilon_k \sim i.i.d.$Gumbel $\stackrel{\text{Aggregierung}}{\Longrightarrow}$ **Multinomial-Logit-Modell (MNL)** mit den makroskopischen Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_k = e^{-W_k} / \left(\sum_l e^{-W_l} \right)$$

- Der Widerstand hat dabei z.B. die Form $W_k = \beta T_k + (\text{AC})_k$

7.4 Diskrete Wahltheorie

- Wie die Aktivitäten- und Zielwahl ist auch der Modal Split eine diskrete Entscheidung *"genau eine aus endlich vielen Alternativen"*
- Im Rahmen der **diskreten Wahltheorie** wird sie mikroskopisch durch Nutzenmaximierung modelliert:

$$k_{\text{selected}} = \text{arg}\max_k U_k = \text{arg}\max_k \left(-W_k + \epsilon_k\right)$$

- Annahme: Zufallsnutzen $\epsilon_k \sim i.i.d.$Gumbel $\stackrel{\text{Aggregierung}}{\Rightarrow}$ **Multinomial-Logit-Modell (MNL)** mit den makroskopischen Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$\boxed{P_k = e^{-W_k} \Big/ \left(\sum_l e^{-W_l}\right)}$$

- Der Widerstand hat dabei z.B. die Form $W_k = \beta T_k + (\text{AC})_k$

Diskrete Wahltheorie II

Formal ist das MNL äquivalent zum Wilson-Modell ⇒ das Wilson-Modell/MNL eignet sich für die simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahl am besten

- **?** Zeigen Sie, dass das MNL die "Randsummenbedingung" $\sum_k P_k = 1$ erfüllt Trivial. Einfach in die MNL-Formel einsetzen
- **?** Zeigen Sie, dass sich nichts ändert, wenn man zu allen Widerständen W_k dieselbe Konstante C addiert $P_k = e^{-W_k+C}/(\sum_l e^{-W_l+C}) = e^{-W_k}e^C/(\sum_l e^{-W_l}e^C) = e^{-W_k}/(\sum_l e^{-W_l})$
- **?** Zeigen Sie, dass bei nur 2 Alternativen (binomiale Modelle) eine Nutzenmaximierung von deterministischen Nutzen $-W_k$ und beliebig i.i.d. verteilten Zufallsnutzen zu den Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_1 = P(U_1 \geq U_2) = F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1),$$
$$P_2 = 1 - P_1$$

führt, wobei $F_{\epsilon_1-\epsilon_2}(x)$ die Verteilungsfunktion der Zufallsnutzendifferenz ist

$$\begin{aligned} P_1 &= P(-W_2 + \epsilon_2 \leq -W_1 + \epsilon_1) \\ &= P(\epsilon_2 - \epsilon_1 \leq W_2 - W_1) \\ &\overset{\text{Def } F(x) = P(X \leq x)}{=} F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1) \end{aligned}$$

Diskrete Wahltheorie II

Formal ist das MNL äquivalent zum Wilson-Modell $\Rightarrow$ das Wilson-Modell/MNL eignet sich für die simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahl am besten

- **?** Zeigen Sie, dass das MNL die “Randsummenbedingung” $\sum_k P_k = 1$ erfüllt Trivial. Einfach in die MNL-Formel einsetzen
- **?** Zeigen Sie, dass sich nichts ändert, wenn man zu allen Widerständen W_k dieselbe Konstante C addiert $P_k = e^{-W_k+C}/(\sum_l e^{-W_l+C}) = e^{-W_k}e^C/(\sum_l e^{-W_l}e^C) = e^{-W_k}/(\sum_l e^{-W_l})$
- **?** Zeigen Sie, dass bei nur 2 Alternativen (binomiale Modelle) eine Nutzenmaximierung von deterministischen Nutzen $-W_k$ und beliebig i.i.d. verteilten Zufallsnutzen zu den Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_1 = P(U_1 \ge U_2) = F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1),$$
$$P_2 = 1 - P_1$$

führt, wobei $F_{\epsilon_1-\epsilon_2}(x)$ die Verteilungsfunktion der Zufallsnutzendifferenz ist

$$\begin{aligned} P_1 &= P(-W_2 + \epsilon_2 \le -W_1 + \epsilon_1) \\ &= P(\epsilon_2 - \epsilon_1 \le W_2 - W_1) \\ &\overset{\text{Def } F(x) = P(X \le x)}{=} F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1) \end{aligned}$$

Diskrete Wahltheorie II

Formal ist das MNL äquivalent zum Wilson-Modell $\Rightarrow$ das Wilson-Modell/MNL eignet sich für die simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahl am besten

- **?** Zeigen Sie, dass das MNL die "Randsummenbedingung" $\sum_k P_k = 1$ erfüllt Trivial. Einfach in die MNL-Formel einsetzen
- **?** Zeigen Sie, dass sich nichts ändert, wenn man zu allen Widerständen W_k dieselbe Konstante C addiert $P_k = e^{-W_k+C}/(\sum_l e^{-W_l+C}) = e^{-W_k}e^C/(\sum_l e^{-W_l}e^C) = e^{-W_k}/(\sum_l e^{-W_l})$
- **?** Zeigen Sie, dass bei nur 2 Alternativen (binomiale Modelle) eine Nutzenmaximierung von deterministischen Nutzen $-W_k$ und beliebig i.i.d. verteilten Zufallsnutzen zu den Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_1 = P(U_1 \geq U_2) = F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1),$$
$$P_2 = 1 - P_1$$

führt, wobei $F_{\epsilon_1-\epsilon_2}(x)$ die Verteilungsfunktion der Zufallsnutzendifferenz ist

$$\begin{aligned} P_1 &= P(-W_2 + \epsilon_2 \leq -W_1 + \epsilon_1) \\ &= P(\epsilon_2 - \epsilon_1 \leq W_2 - W_1) \\ &\overset{\text{Def } F(x) = P(X \leq x)}{=} F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1) \end{aligned}$$

Diskrete Wahltheorie II

Formal ist das MNL äquivalent zum Wilson-Modell ⇒ das Wilson-Modell/MNL eignet sich für die simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahl am besten

- **?** Zeigen Sie, dass das MNL die "Randsummenbedingung" $\sum_k P_k = 1$ erfüllt Trivial. Einfach in die MNL-Formel einsetzen
- **?** Zeigen Sie, dass sich nichts ändert, wenn man zu allen Widerständen W_k dieselbe Konstante C addiert $P_k = e^{-W_k+C}/(\sum_l e^{-W_l+C}) = e^{-W_k}e^C/(\sum_l e^{-W_l}e^C) = e^{-W_k}/(\sum_l e^{-W_l})$
- **?** Zeigen Sie, dass bei nur 2 Alternativen (binomiale Modelle) eine Nutzenmaximierung von deterministischen Nutzen $-W_k$ und beliebig i.i.d. verteilten Zufallsnutzen zu den Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_1 = P(U_1 \ge U_2) = F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1),$$
$$P_2 = 1 - P_1$$

führt, wobei $F_{\epsilon_1-\epsilon_2}(x)$ die Verteilungsfunktion der Zufallsnutzendifferenz ist

$$\begin{aligned} P_1 &= P(-W_2+\epsilon_2 \le -W_1+\epsilon_1) \\ &= P(\epsilon_2-\epsilon_1 \le W_2 - W_1) \\ &\stackrel{\text{Def } F(x)=P(X\le x)}{=} F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1) \end{aligned}$$

Diskrete Wahltheorie II

Formal ist das MNL äquivalent zum Wilson-Modell $\Rightarrow$ das Wilson-Modell/MNL eignet sich für die simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahl am besten

- ? Zeigen Sie, dass das MNL die "Randsummenbedingung" $\sum_k P_k = 1$ erfüllt Trivial. Einfach in die MNL-Formel einsetzen
- ? Zeigen Sie, dass sich nichts ändert, wenn man zu allen Widerständen W_k dieselbe Konstante C addiert $P_k = e^{-W_k+C}/(\sum_l e^{-W_l+C}) = e^{-W_k}e^C/(\sum_l e^{-W_l}e^C) = e^{-W_k}/(\sum_l e^{-W_l})$
- ? Zeigen Sie, dass bei nur 2 Alternativen (binomiale Modelle) eine Nutzenmaximierung von deterministischen Nutzen $-W_k$ und beliebig i.i.d. verteilten Zufallsnutzen zu den Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_1 = P(U_1 \ge U_2) = F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1),$$
$$P_2 = 1 - P_1$$

führt, wobei $F_{\epsilon_1-\epsilon_2}(x)$ die Verteilungsfunktion der Zufallsnutzendifferenz ist

$$\begin{aligned} P_1 &= P(-W_2 + \epsilon_2 \le -W_1 + \epsilon_1) \\ &= P(\epsilon_2 - \epsilon_1 \le W_2 - W_1) \\ &\overset{\text{Def } F(x) = P(X \le x)}{=} F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1) \end{aligned}$$

Diskrete Wahltheorie II

Formal ist das MNL äquivalent zum Wilson-Modell $\Rightarrow$ das Wilson-Modell/MNL eignet sich für die simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahl am besten

- **?** Zeigen Sie, dass das MNL die "Randsummenbedingung" $\sum_k P_k = 1$ erfüllt Trivial. Einfach in die MNL-Formel einsetzen
- **?** Zeigen Sie, dass sich nichts ändert, wenn man zu allen Widerständen W_k dieselbe Konstante C addiert $P_k = e^{-W_k+C}/(\sum_l e^{-W_l+C}) = e^{-W_k}e^C/(\sum_l e^{-W_l}e^C) = e^{-W_k}/(\sum_l e^{-W_l})$
- **?** Zeigen Sie, dass bei nur 2 Alternativen (binomiale Modelle) eine Nutzenmaximierung von deterministischen Nutzen $-W_k$ und beliebig i.i.d. verteilten Zufallsnutzen zu den Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_1 = P(U_1 \geq U_2) = F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1),$$
$$P_2 = 1 - P_1$$

führt, wobei $F_{\epsilon_1-\epsilon_2}(x)$ die Verteilungsfunktion der Zufallsnutzendifferenz ist

$$\begin{aligned} P_1 &= P(-W_2 + \epsilon_2 \leq -W_1 + \epsilon_1) \\ &= P(\epsilon_2 - \epsilon_1 \leq W_2 - W_1) \\ &\overset{\text{Def } F(x) = P(X \leq x)}{=} F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1) \end{aligned}$$

Diskrete Wahltheorie II

Formal ist das MNL äquivalent zum Wilson-Modell ⇒ das Wilson-Modell/MNL eignet sich für die simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahl am besten

- ? Zeigen Sie, dass das MNL die "Randsummenbedingung" $\sum_k P_k = 1$ erfüllt Trivial. Einfach in die MNL-Formel einsetzen
- ? Zeigen Sie, dass sich nichts ändert, wenn man zu allen Widerständen W_k dieselbe Konstante C addiert $P_k = e^{-W_k+C}/(\sum_l e^{-W_l+C}) = e^{-W_k}e^C/(\sum_l e^{-W_l}e^C) = e^{-W_k}/(\sum_l e^{-W_l})$
- ? Zeigen Sie, dass bei nur 2 Alternativen (binomiale Modelle) eine Nutzenmaximierung von deterministischen Nutzen $-W_k$ und beliebig i.i.d. verteilten Zufallsnutzen zu den Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_1 = P(U_1 \geq U_2) = F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1),$$
$$P_2 = 1 - P_1$$

führt, wobei $F_{\epsilon_1-\epsilon_2}(x)$ die Verteilungsfunktion der Zufallsnutzendifferenz ist

$$\begin{aligned} P_1 &= P(-W_2+\epsilon_2 \leq -W_1+\epsilon_1) \\ &= P(\epsilon_2-\epsilon_1 \leq W_2 - W_1) \\ &\overset{\text{Def } F(x)=P(X\leq x)}{=} F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2-W_1) \end{aligned}$$

Diskrete Wahltheorie II

Formal ist das MNL äquivalent zum Wilson-Modell $\Rightarrow$ das Wilson-Modell/MNL eignet sich für die simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahl am besten

- ? Zeigen Sie, dass das MNL die "Randsummenbedingung" $\sum_k P_k = 1$ erfüllt Trivial. Einfach in die MNL-Formel einsetzen
- ? Zeigen Sie, dass sich nichts ändert, wenn man zu allen Widerständen W_k dieselbe Konstante C addiert $P_k = e^{-W_k+C}/(\sum_l e^{-W_l+C}) = e^{-W_k}e^C/(\sum_l e^{-W_l}e^C) = e^{-W_k}/(\sum_l e^{-W_l})$
- ? Zeigen Sie, dass bei nur 2 Alternativen (binomiale Modelle) eine Nutzenmaximierung von deterministischen Nutzen $-W_k$ und beliebig i.i.d. verteilten Zufallsnutzen zu den Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_1 = P(U_1 \geq U_2) = F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1),$$
$$P_2 = 1 - P_1$$

führt, wobei $F_{\epsilon_1-\epsilon_2}(x)$ die Verteilungsfunktion der Zufallsnutzendifferenz ist

$$\begin{aligned} P_1 &= P(-W_2 + \epsilon_2 \leq -W_1 + \epsilon_1) \\ &= P(\epsilon_2 - \epsilon_1 \leq W_2 - W_1) \\ &\overset{\text{Def } F(x) = P(X \leq x)}{=} F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1) \end{aligned}$$

Diskrete Wahltheorie II

Formal ist das MNL äquivalent zum Wilson-Modell $\Rightarrow$ das Wilson-Modell/MNL eignet sich für die simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahl am besten

? Zeigen Sie, dass das MNL die "Randsummenbedingung" $\sum_k P_k = 1$ erfüllt Trivial. Einfach in die MNL-Formel einsetzen

? Zeigen Sie, dass sich nichts ändert, wenn man zu allen Widerständen W_k dieselbe Konstante C addiert $P_k = e^{-W_k+C}/(\sum_l e^{-W_l+C}) = e^{-W_k}e^C/(\sum_l e^{-W_l}e^C) = e^{-W_k}/(\sum_l e^{-W_l})$

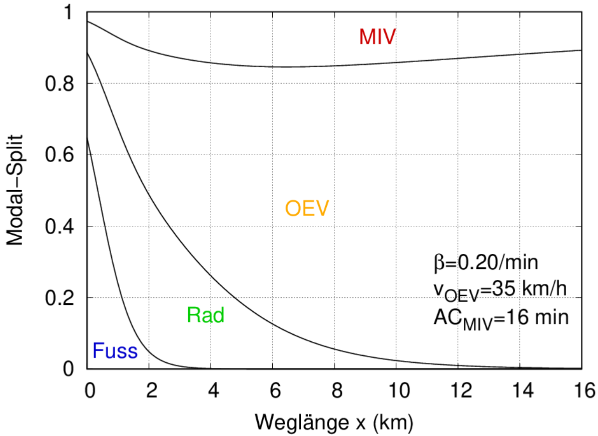
? Zeigen Sie, dass bei nur 2 Alternativen (binomiale Modelle) eine Nutzenmaximierung von deterministischen Nutzen $-W_k$ und beliebig i.i.d. verteilten Zufallsnutzen zu den Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$
\begin{aligned}
P_1 &= P(U_1 \geq U_2) = F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1), \\
P_2 &= 1 - P_1
\end{aligned}
$$

führt, wobei $F_{\epsilon_1-\epsilon_2}(x)$ die Verteilungsfunktion der Zufallsnutzendifferenz ist

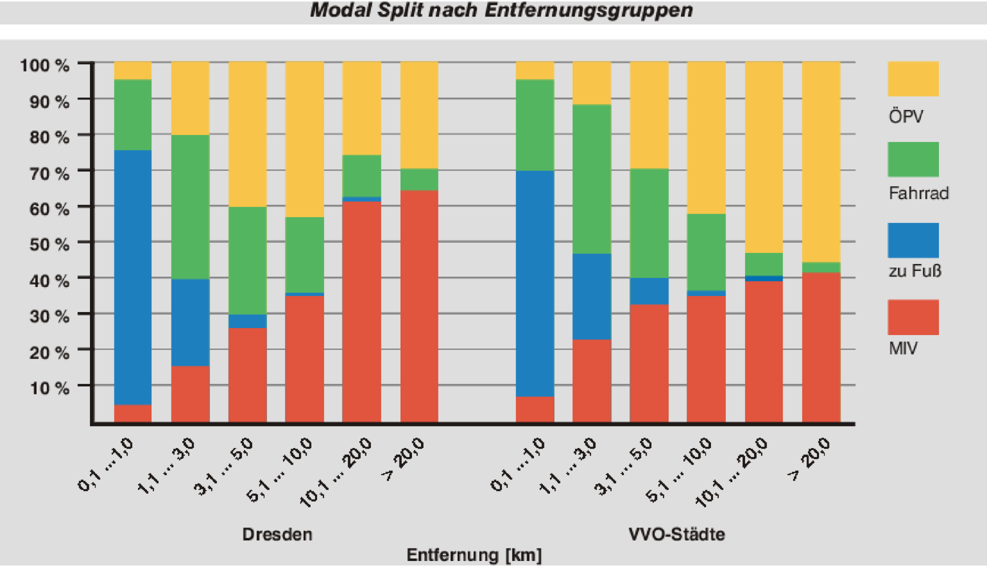
$$
\begin{aligned}
P_1 &= P(-W_2 + \epsilon_2 \leq -W_1 + \epsilon_1) \\
&= P(\epsilon_2 - \epsilon_1 \leq W_2 - W_1) \\
&\overset{\text{Def } F(x) = P(X \leq x)}{=} F_{\epsilon_2-\epsilon_1}(W_2 - W_1)
\end{aligned}
$$

7.5 Beispiel zum MNL: Kalibrierung auf die Vorlesungsumfrage

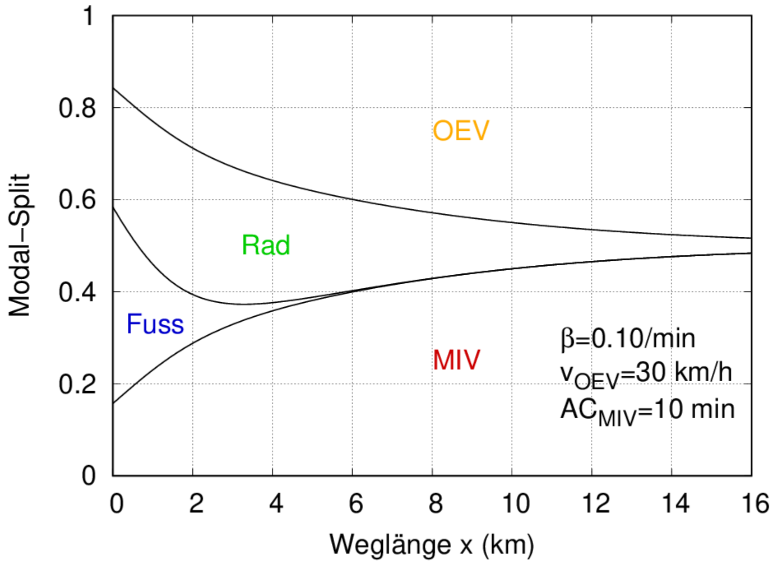


- Reiseweiten- und modusabhängige Widerstandsfunktionen $W_k = \beta T_k = \beta(T_{0k} + x/v_k)$
- Unschärfeparameter $\beta = 0.2\,\text{min}^{-1}$
- angenommene Geschwindigkeiten $v_{\text{Fuß}} = 5\,\text{km/h}$, $v_{\text{Rad}} = 15\,\text{km/h}$, $v_{\text{ÖV}} = 35\,\text{km/h}$, $v_{\text{MIV}} = 30\,\text{km/h}$,
- ACs in Form von "Rüstzeiten" T_{0k} mit $T_{0,\text{Fuß}} = 0$, $T_{0,\text{Rad}} = 5$ min, $T_{0,\text{ÖV}} = 10$ min, $T_{0,\text{IV}} = 16$ min
  ⇒ Kirchhoff

Vergleich mit der Empirie: SrV



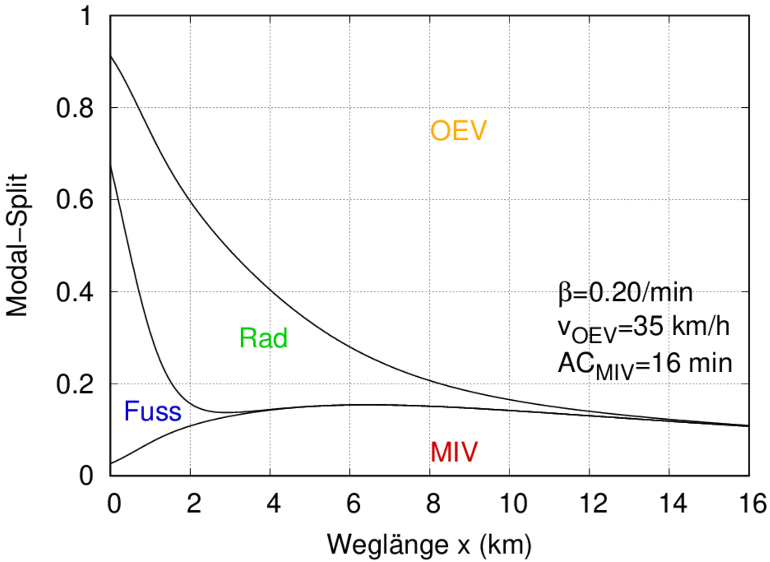
MNL-Modellierung: Fit an die SrV-Daten



$$W_k = \beta T_k = \beta(T_{0k} + x/v_k)$$

- Unschärfeparameter $\beta = 0.1\,\mathrm{min}^{-1}$
- angenommene Geschwindigkeiten $v_{\text{Fuß}} = 5\,\mathrm{km/h}$, $v_{\text{Rad}} = 15\,\mathrm{km/h}$, $v_{\text{ÖV}} = 30\,\mathrm{km/h}$, $v_{\text{MIV}} = 30\,\mathrm{km/h}$
- ACs in Form von "Rüstzeiten" $T_{0,\text{Fuß}} = 0$, $T_{0,\text{Rad}} = 5\,\mathrm{min}$, $T_{0,\text{ÖV}} = 10\,\mathrm{min}$, $T_{0,\text{IV}} = 10\,\mathrm{min}$

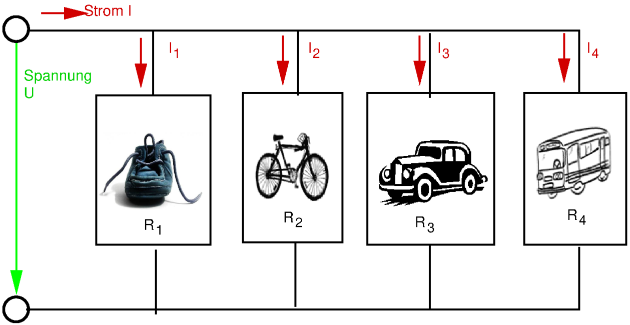
Vergleich: Parametrisierung zum Fit der Vorlesungsumfrage



$$W_k = \beta T_k = \beta(T_{0k} + x/v_k)$$

- Unschärfeparameter $\beta = 0.2\,\mathrm{min}^{-1}$
- angenommene Geschwindigkeiten $v_{\text{Fuß}} = 5\,\mathrm{km/h}$, $v_{\text{Rad}} = 15\,\mathrm{km/h}$, $v_{\text{ÖV}} = 35\,\mathrm{km/h}$, $v_{\text{MIV}} = 30\,\mathrm{km/h}$
- ACs in Form von "Rüstzeiten" $T_{0,\text{Fuß}} = 0$, $T_{0,\text{Rad}} = 5\,\mathrm{min}$, $T_{0,\text{ÖV}} = 10\,\mathrm{min}$, $T_{0,\text{IV}} = 16\,\mathrm{min}$

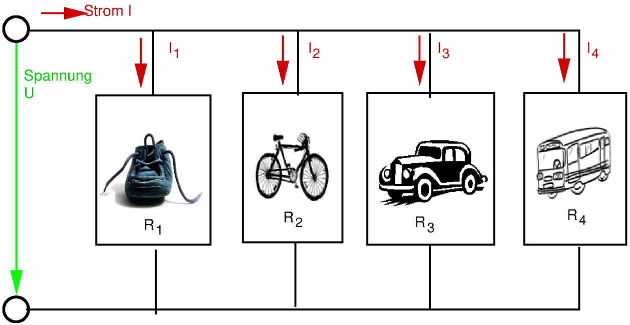
7.6 Kirchhoff'sche Aufteilungsregel



$$P_k = \frac{1/W_k}{\sum_l 1/W_l}$$ **Kirchhoff'sche Aufteilungsregel**

- Motivation durch die elektrischen Parallelschaltung:
  - Verkehrsstrom entspricht elektrischen Strom proportional el. Leitfähigkeit $L_k = 1/R_k$,
  - Widerstand W_k entspricht elektrischen Widerstand R_k
- Dies kann als Wilson/Logit-Modell aufgefasst werden, wenn man $W_{\text{Kirchhoff}} = e^{W_{\text{MNL}}}$ setzt (warum?) $1/W_{\text{Kirchhoff}} = 1/e^{W_{\text{MNL}}} = e^{-W_{\text{MNL}}} \Rightarrow$ MNL-Formel

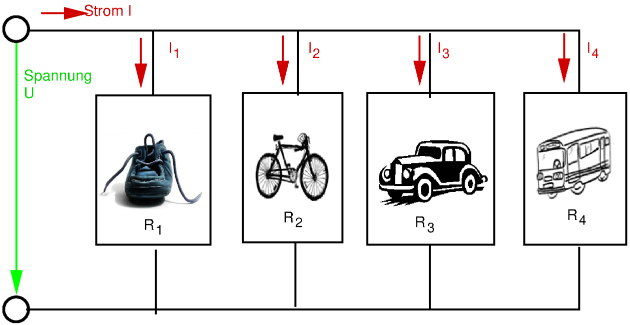
7.6 Kirchhoff'sche Aufteilungsregel



$$P_k = \frac{1/W_k}{\sum_l 1/W_l}$$ **Kirchhoff'sche Aufteilungsregel**

- Motivation durch die elektrischen Parallelschaltung:
  - Verkehrsstrom entspricht elektrischen Strom proportional el. Leitfähigkeit $L_k = 1/R_k$,
  - Widerstand W_k entspricht elektrischen Widerstand R_k
- Dies kann als Wilson/Logit-Modell aufgefasst werden, wenn man $W_{\text{Kirchhoff}} = e^{W_{\text{MNL}}}$ setzt (warum?) $1/W_{\text{Kirchhoff}} = 1/e^{W_{\text{MNL}}} = e^{-W_{\text{MNL}}} \Rightarrow$ MNL-Formel

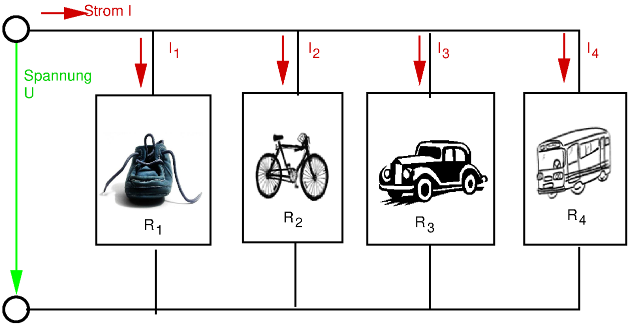
7.6 Kirchhoff'sche Aufteilungsregel



$$P_k = \frac{1/W_k}{\sum_l 1/W_l}$$ **Kirchhoff'sche Aufteilungsregel**

- Motivation durch die elektrischen Parallelschaltung:
  - Verkehrsstrom entspricht elektrischen Strom proportional el. Leitfähigkeit $L_k = 1/R_k$,
  - Widerstand W_k entspricht elektrischen Widerstand R_k
- Dies kann als Wilson/Logit-Modell aufgefasst werden, wenn man $W_{\text{Kirchhoff}} = e^{W_{\text{MNL}}}$ setzt (warum?) $1/W_{\text{Kirchhoff}} = 1/e^{W_{\text{MNL}}} = e^{-W_{\text{MNL}}}$ $\Rightarrow$ MNL-Formel

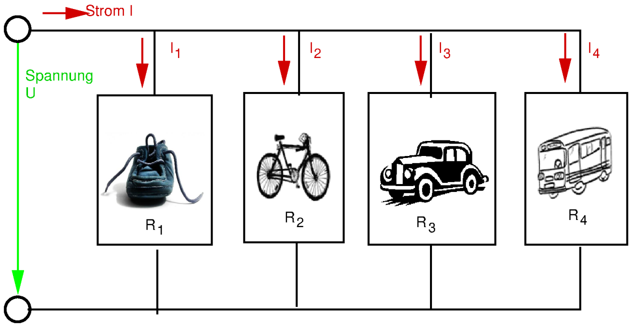
7.6 Kirchhoff'sche Aufteilungsregel



$$P_k = \frac{1/W_k}{\sum_l 1/W_l}$$ **Kirchhoff'sche Aufteilungsregel**

- Motivation durch die elektrischen Parallelschaltung:
  - Verkehrsstrom entspricht elektrischen Strom proportional el. Leitfähigkeit $L_k = 1/R_k$,
  - Widerstand W_k entspricht elektrischen Widerstand R_k
- Dies kann als Wilson/Logit-Modell aufgefasst werden, wenn man $W_{\text{Kirchhoff}} = e^{W_{\text{MNL}}}$ setzt (warum?) $1/W_{\text{Kirchhoff}} = 1/e^{W_{\text{MNL}}} = e^{-W_{\text{MNL}}}$ $\Rightarrow$ MNL-Formel

7.6 Kirchhoff'sche Aufteilungsregel

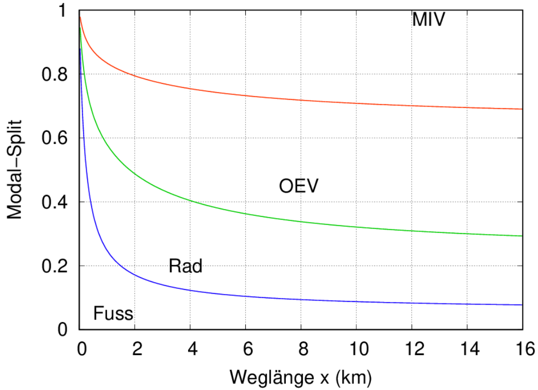


$$P_k = \frac{1/W_k}{\sum_l 1/W_l}$$ **Kirchhoff'sche Aufteilungsregel**

- Motivation durch die elektrischen Parallelschaltung:
  - Verkehrsstrom entspricht elektrischen Strom proportional el. Leitfähigkeit $L_k = 1/R_k$,
  - Widerstand W_k entspricht elektrischen Widerstand R_k

- Dies kann als Wilson/Logit-Modell aufgefasst werden, wenn man $W_{\text{Kirchhoff}} = e^{W_{\text{MNL}}}$ setzt (warum?) $1/W_{\text{Kirchhoff}} = 1/e^{W_{\text{MNL}}} = e^{-W_{\text{MNL}}} \Rightarrow$ MNL-Formel

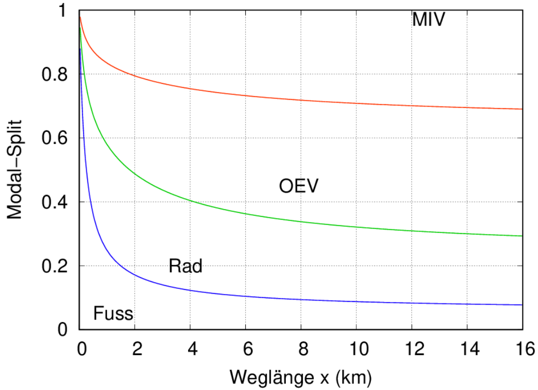
Beispiel



- Dieselben Widerstandsfunktionen und Parameter wie bei der MNL-Modellierung. Der Unschärfeparameter β kürzt sich aber raus $\Rightarrow$ skalenfrei

? Identifizieren Sie anhand des Plots die Vor- und Nachteile des Kirchhoff'schen Modells gegenüber dem Wilson-Modell Vorteil: Bei Strecken $\to 0$ geht der Fußanteil auf 100 %; Nachteil: Unrealistisches Verhalten bei langen Strecken: Anteile konvergieren gegen die Verhältnisse der Geschwindigkeiten

Beispiel



- Dieselben Widerstandsfunktionen und Parameter wie bei der MNL-Modellierung. Der Unschärfeparameter β kürzt sich aber raus $\Rightarrow$ skalenfrei

? Identifizieren Sie anhand des Plots die Vor- und Nachteile des Kirchhoff'schen Modells gegenüber dem Wilson-Modell Vorteil: Bei Strecken $\to 0$ geht der Fußanteil auf 100 %; Nachteil: Unrealistisches Verhalten bei langen Strecken: Anteile konvergieren gegen die Verhältnisse der Geschwindigkeiten