

# Bevorzugter Zitierstil für diesen Vortrag

---

Brunner, Marianne (2016): Herleitung eines optimalen Kantonsstrassennetzes für den Kanton Aargau nach den Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN), Abschlusspräsentation DAS Verkehrsingenieurwesen 2013 - 2015, Zürich, 26. Februar 2016.

# Herleitung eines optimalen Kantonsstrassennetzes für den Kanton Aargau nach den Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)

Marianne Brunner

IVT  
ETH  
Zürich

Februar 2016

 Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme  
Institute for Transport Planning and Systems

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

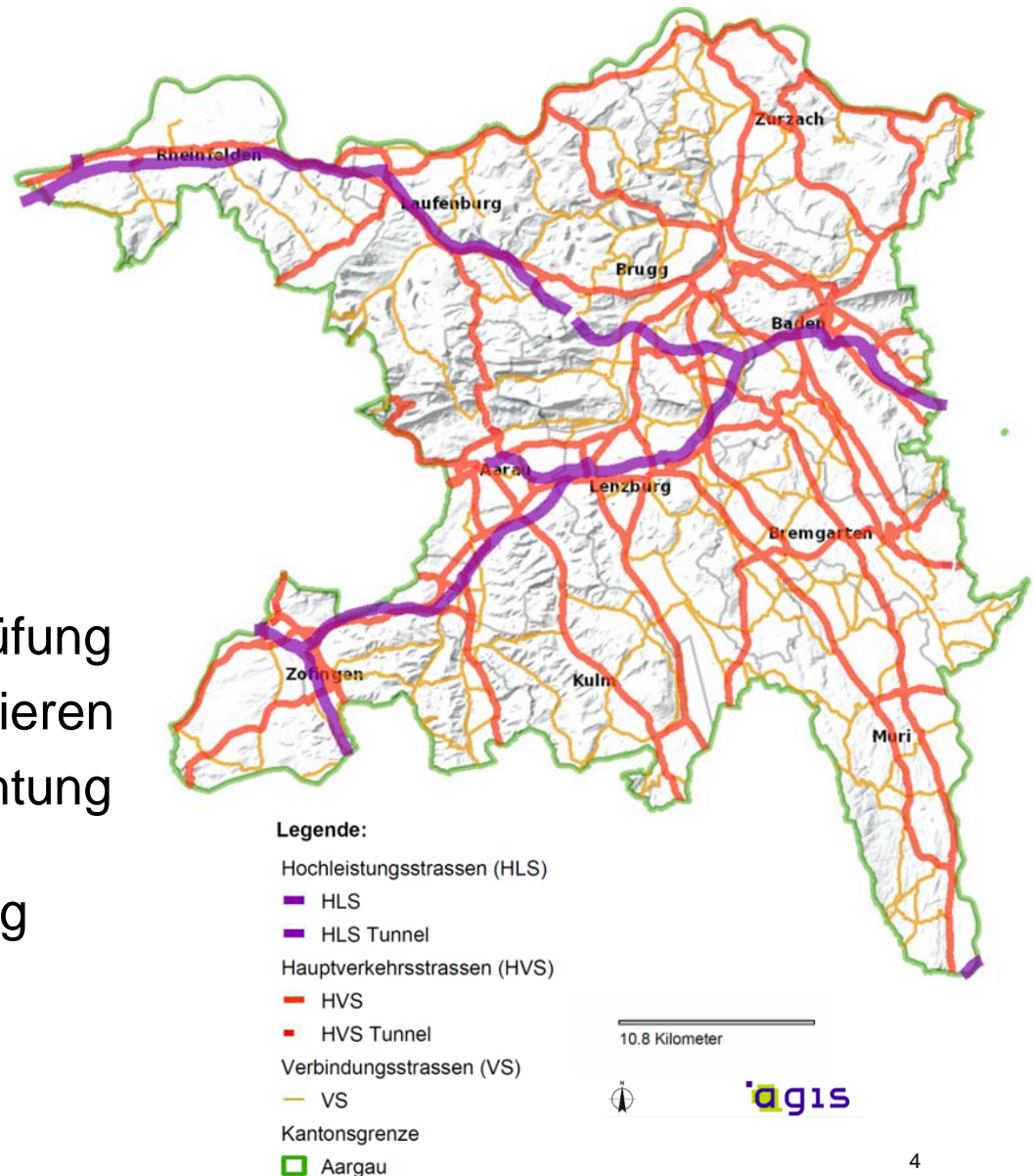
# Inhalt

---

1. Aufgabenstellung
2. Kurzportrait Aargau
3. Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)
4. Anpassung an Schweizer Verhältnisse
5. Netzkategorisierung mit dem Aargauer Verkehrsnachfragemodell
6. Zwischenfazit
7. Weiteres Vorgehen

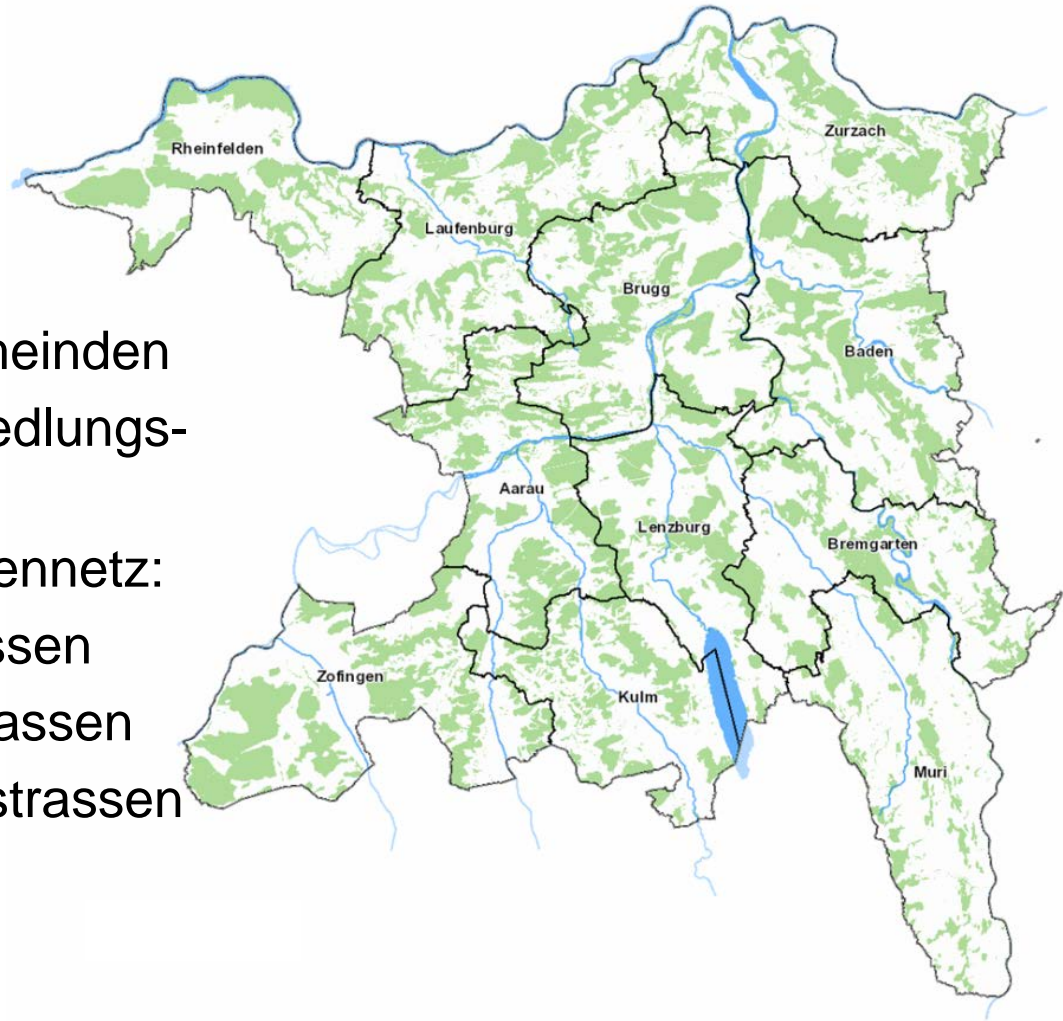
# Aufgabenstellung

- Revision des Aargauer Kantonsstrassennetzes geplant (letztmals 1972)
- Historisch gewachsenes Strassennetz
  - keine einheitlichen Kriterien
  - Parallelführungen
- Gesamtheitliche Überprüfung
- Strategisches Netz definieren
- Ergänzende Netzbetrachtung nach den Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN) als Ziel der Diplomarbeit



# Der Kanton Aargau

- 644'380 Einwohner (Stand: 31.12.2014)
- Viertgrösster Kanton der Schweiz
- 11 Bezirke und 213 Gemeinden
- Stark dezentralisierte Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur
- Weit verzweigtes Strassennetz:
  - 100 km Nationalstrassen
  - 1'155 km Kantonsstrassen
  - 4'300 km Gemeindestrassen



10.8 Kilometer



agis

# Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)

---

- Methodischer Ansatz aus Deutschland (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe Verkehrsplanung, Ausgabe 2008)
  - Leitgedanke:  
Die strategische Entwicklung der Verkehrsnetze soll in Abstimmung mit und als Bestandteil der Raumplanung erfolgen.
  - Massgebend:
    - Angestrebte räumliche Ordnung
    - Ableitung einer darauf abgestimmten funktionalen Gliederung der Verkehrsnetze
- ➔ Abstimmung von Siedlung und Verkehr wird auf Ebene Netzplanung sichergestellt.

# Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)

- Schritte gemäss RIN
  1. Funktionale Gliederung der Verkehrsnetze
  2. Bewertung der verbindungsbezogenen Angebotsqualität
  3. Qualitätsvorgaben zur Gestaltung von Verkehrsnetzen, Netzabschnitten und Verknüpfungspunkten



# Funktionale Gliederung der Verkehrsnetze

---

## Verbindungsfunktionsstufen

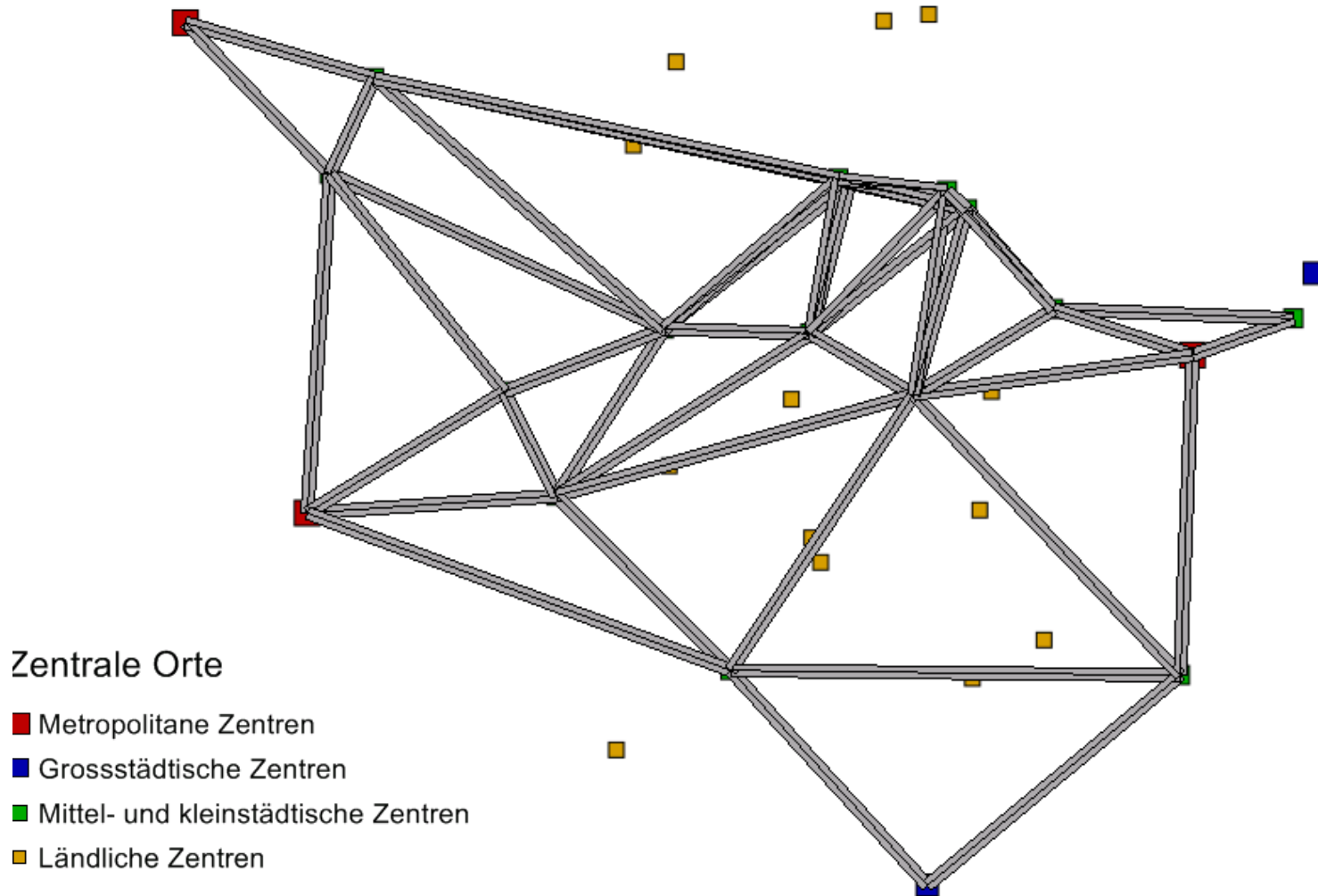
Verbindungsfunktionsstufe		Einstufungskriterien		Beschreibung
Stufe	Bezeichnung	Versorgungsfunktion	Austauschfunktion	
0	Kontinental	-	MR – MR	Verbindung zwischen Metropolregionen
I	Grossräumig	OZ – MR	OZ – OZ	Verbindung von Oberzentren zu Metropolregionen und zwischen Oberzentren
II	Überregional	MZ – OZ	MZ – MZ	Verbindung von Mittelzentren zu Oberzentren und zwischen Mittelzentren
III	Regional	GZ – MZ	GZ – GZ	Verbindung von Grundzentren zu Mittelzentren und zwischen Grundzentren
IV	Nahräumig	G – GZ	G – G	Verbindung von Gemeinden / Gemeindeteilen ohne zentralörtliche Funktion zu Grundzentren und Verbindung zwischen Gemeinden / Gemeindeteilen ohne zentralörtliche Funktion
V	kleinräumig	Grst - G	-	Verbindung von Grundstücken zu Gemeinden / Gemeindeteilen ohne zentralörtliche Funktion



# Funktionale Gliederung der Verkehrsnetze

---

## Luftliniennetze (Beispiel Stufe II)





# Funktionale Gliederung der Verkehrsnetze

---

- Zuordnung der Luftlinienmatrizen zum Verkehrsnetz
  - Luftlinienmatrizen werden auf das Netz umgelegt → Für jede Quelle-Ziel-Relation wird eine geeignete Route festgelegt
  - Mögliche Aspekte
    - Erreichbarkeit
    - Leistungsfähigkeit und Auslastung des vorhandenen Verkehrsangebots
    - Verkehrssicherheit
    - Belastung von Freiräumen und von bebauten Gebieten
    - Bündelung der Verkehrsströme
  - Ziel: Infrastruktur optimal nutzen
  - Für jeden Modus (Pkw, Lkw, ÖV, Rad) getrennt.

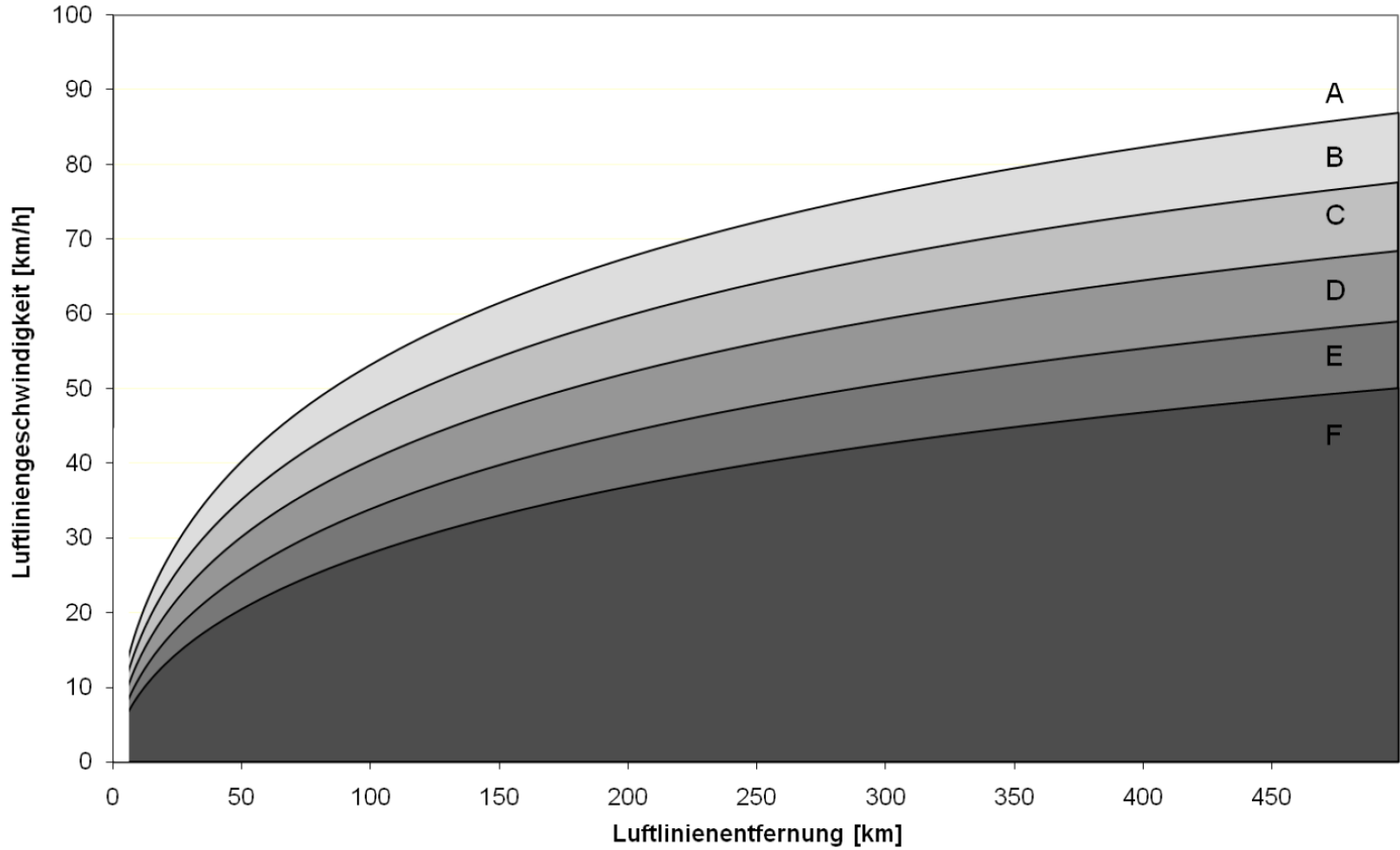
# Bewertung der verbindungsbez. Angebotsqualität

---

<b>Kriterium</b>	<b>Kenngrosse</b>
Zeitaufwand	<ul style="list-style-type: none"><li>• Luftliniengeschwindigkeit</li><li>• Reisezeitverhältnis</li></ul>
Direktheit	<ul style="list-style-type: none"><li>• Umsteigefaktor</li><li>• Umsteighäufigkeit</li></ul>

<b>Stufen der Angebotsqualität (SAQ)</b>	<b>Beschreibung</b>
A	Sehr gute Qualität
B	Gute Qualität
C	Befriedigende Qualität
D	Ausreichende Qualität
E	Mangelhafte Qualität
F	Unzureichende Qualität

# SAQ-Kurven: Luftliniengeschwindigkeit im Pkw-Verkehr



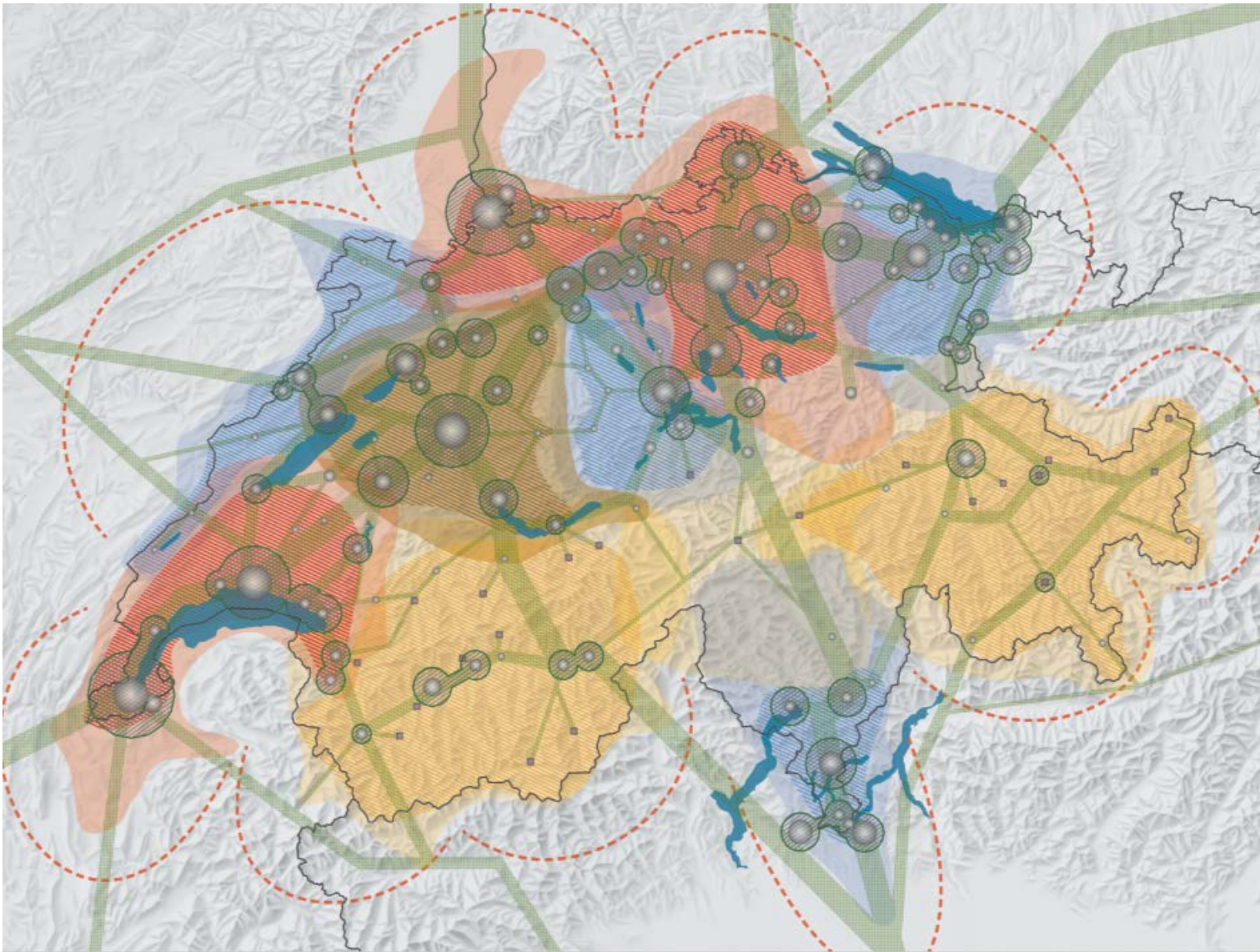
Quelle: RIN, 2008

# Anpassung RIN an Schweizer Verhältnisse

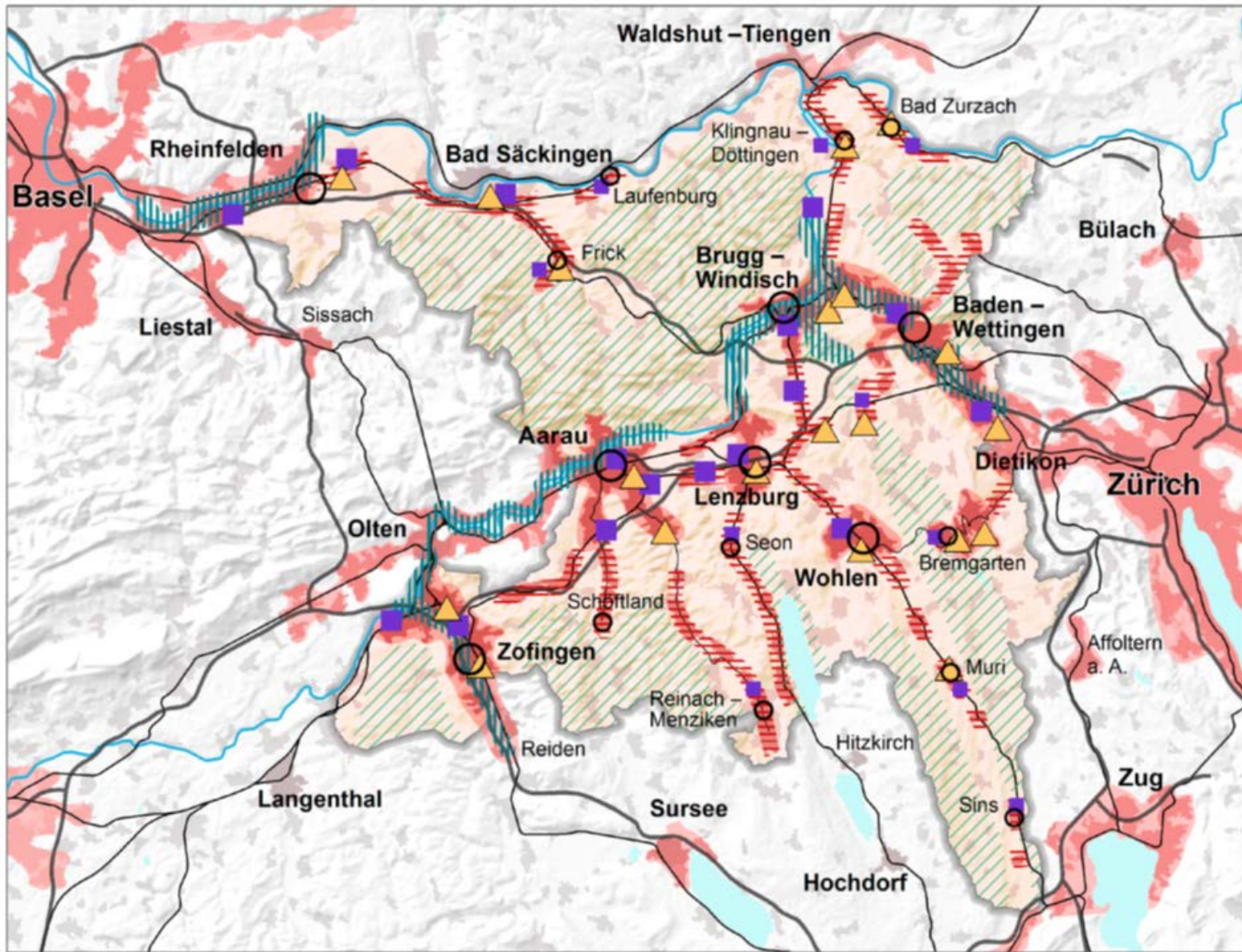
---

- Zentrenstruktur
  - Raumkonzept Schweiz
  - Raumkonzept Aargau
- Strassenkategorien und Kategoriengruppen
  - Schweizer Normen SN 640 040b, 640 041 – 640 045

# Raumkonzept Schweiz



# Raumkonzept Aargau





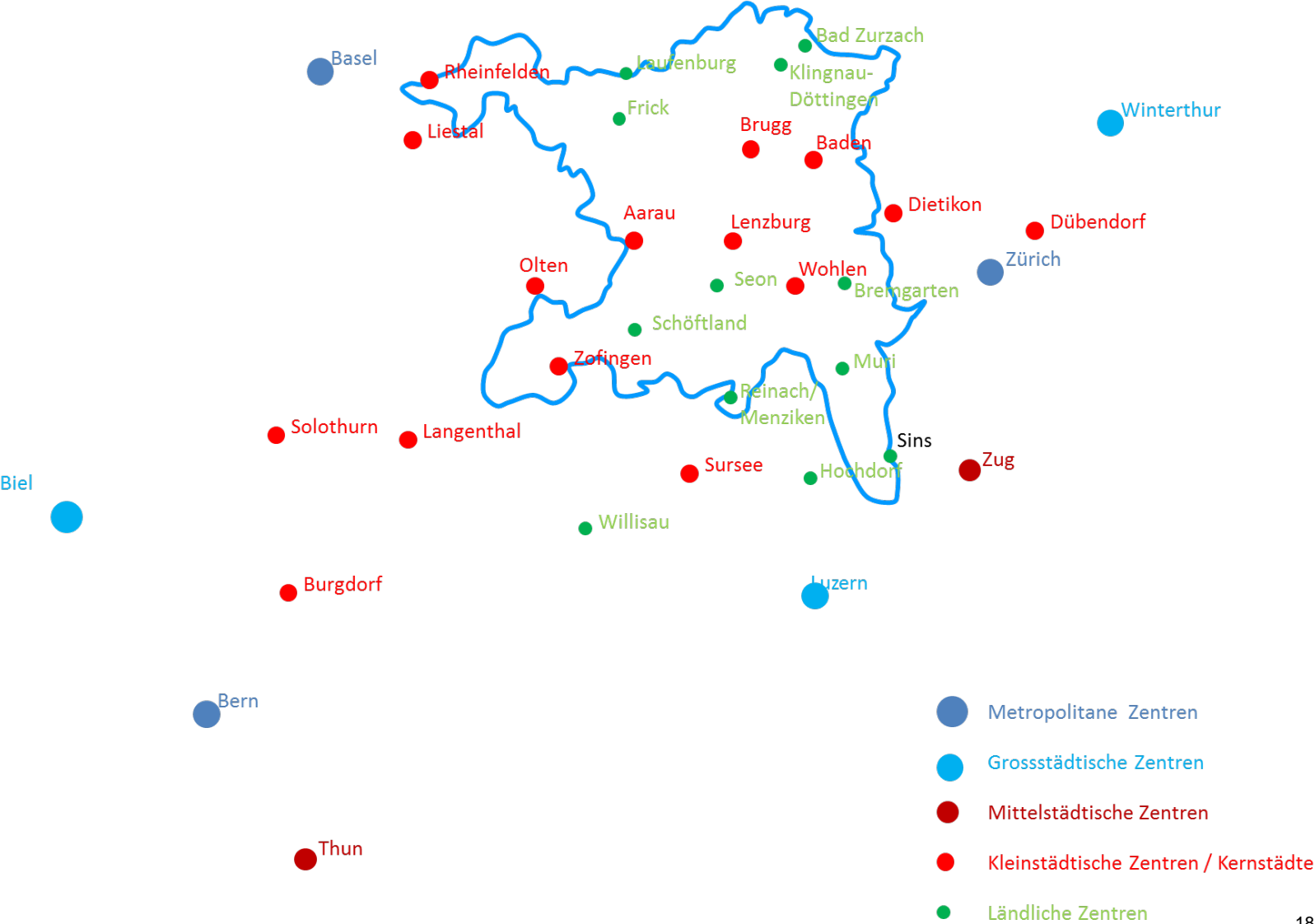
# Anpassung RIN: Zentrenstruktur im Vergleich

---

<b>System zentraler Orte</b>	<b>Raumkonzept Schweiz</b>	<b>Raumkonzept Aargau</b>
Metropolregionen (MR)	Metropolitane Zentren	-
Oberzentren (OZ)	Grossstädtische Zentren	-
Mittelzentren (MZ)	Klein- und mittelstädtische Zentren	Kernstädte
Grundzentren (GZ)	Ländliches Zentrum	Ländliche Zentren
Gemeinden ohne zentralörtliche Funktion		

# Zentrenstruktur Aargau und Umgebung

Schaffhausen



# Funktionale Gliederung der Verkehrsnetze

- Kategoriengruppen

Kategoriengruppe		Autobahnen	Landstrassen	Anbaufreie Hauptverkehrsstrassen	Angebaute Hauptverkehrsstrassen	Erschliessungsstrassen
		AS	LS	VS	HS	ES
kontinental	0	AS 0		-	-	-
grossräumig	I	AS I	LS I		-	-
überregional	II	AS II	LS II	VS II		-
regional	III	-	LS III	VS III	HS III	
nahräumig	IV	-	LS IV	-	HS IV	ES IV
kleinräumig	V	-	V	-	-	ES V

# Schweizer Norm: Strassentypen

Bedeutung im Strassennetz Aufgaben und Funktionen der Strasse		internationale, nationale, überregionale	regionale	zwischen- örtliche	örtliche	quartier- interne
Verkehrs- planerische Funktionen	durchleiten	<b>HLS</b>	<i>HLS, HVS</i>	-	-	-
	verbinden	<i>HLS, HVS</i>	<b>HVS, VS</b>	<i>HVS, VS</i>	<i>SS</i>	
	sammeln	-	-	<i>HVS, VS</i>	<b>SS</b>	<i>ES</i>
	erschliessen	-	-	<i>VS</i>	<i>SS</i>	<b>ES</b>
Städtebauliche Aufgaben	Strasse als Auf- enthalts- und Begegnungs- raum	-	-	-	<i>SS</i>	<b>ES</b>
	Strasse als Freizeit- und Spielraum	-	-	-	-	<i>ES</i>

**Fett** Zuordnungen, die in den Strassennetzen vorwiegend vorkommen und verkehrsplanerisch anzustreben sind

*Kursiv* Zuordnungen, die seltener vorkommen oder verkehrsplanerisch nicht erwünscht sind

# Anpassung RIN: Kategoriengruppen

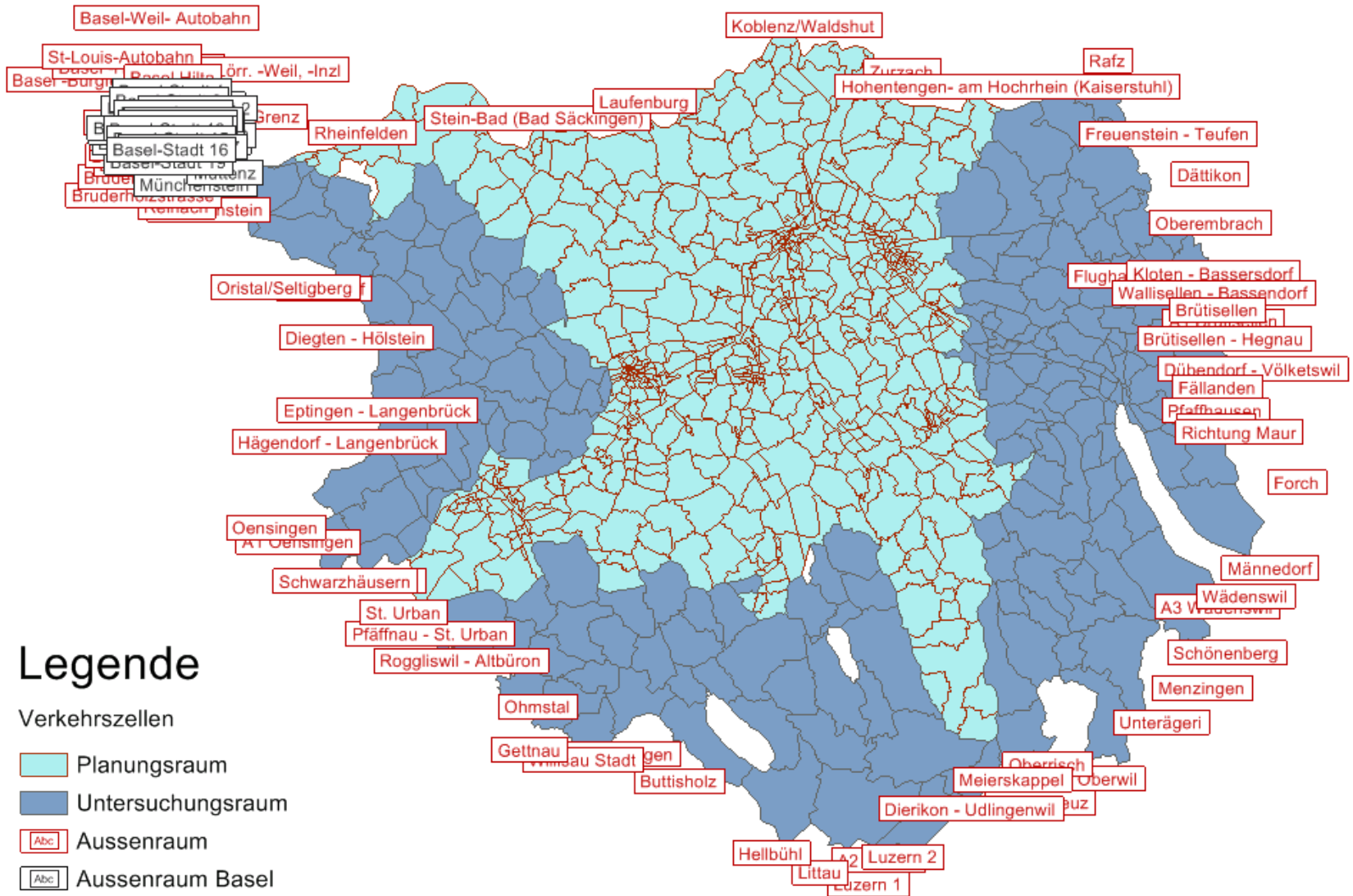
<b>Stasstyp</b>		Hochleistungsstrasse	Hauptverkehrsstrasse	Verbindungsstrasse	Sammelstrasse	Erschliessungsstrasse
		<b>HLS</b>	<b>HVS</b>	<b>VS</b>	<b>SS</b>	<b>ES</b>
International und national	<b>0</b>	<b>HLS 0</b>	-	-	-	-
Überregional	<b>I</b>	<b>HLS I</b>	<i>HVS I</i>	-	-	-
Regional	<b>II</b>	<i>HLS II</i>	<b>HVS II</b>	<i>VS II</i>	-	-
Zwischenörtlich	<b>III</b>	-	<i>HVS III</i>	<b>VS III</b>	-	-
Örtlich	<b>IV</b>	-	-	-	<b>SS IV</b>	-
Quartierintern	<b>V</b>	-	-	-	<i>SS V</i>	<b>ES V</b>
<b>Fett</b>	<b>Zuordnungen, die in den Strassennetzen vorwiegend vorkommen und verkehrsplanerisch anzustreben sind</b>					
<i>Kursiv</i>	<i>Zuordnungen, die seltener vorkommen oder verkehrsplanerisch nicht erwünscht sind</i>					

# Netzkategorisierung mit Verkehrsnachfragemodell

---

- Eine grosse Anzahl von Verbindungen und ganze Netze sprechen für den Einsatz eines Verkehrsnachfragemodells mit integrierter Verkehrsumlegung bei der Netzkategorisierung
- Anzupassende Variablen
  - Zentrale Orte – als Verkehrszellen abgebildet – Zentralitätsgrad zuweisen (I – IV)
  - Auswahl der Luftlinienverbindungen – Nachfragematrizen erstellen
  - Zuordnung der Luftlinienverbindungen zum Verkehrsnetz
  - Manuelle Nachkorrektur
  - Bewertung der verbindungsbezogenen Angebotsqualität

# Aargauer Verkehrsmodell



# Netzkategorisierung im Detail

---

- Zuordnung der Luftlinienverbindungen = Bestwegumlegung
  - Jede Verbindung soll genau einer Route zugeordnet werden
- Widerstandskürzeste Routen führen nicht in allen Fällen zu einem sinnvollen Ergebnis.
- Teilweise sind weitere planerische Aspekte für die Zuordnung relevant:
  - Bündelung der Verkehrsströme
  - Umfahrung schützenswerter Gebiete
  - etc.
- Mögliches Vorgehen: Wiederholte Bestwegsuche
  - Netzwidestände variieren → Zentrales Element ist die Widerstandsfunktion



# Widerstandsfunktion

---

## Widerstand für die Routensuche

$$\text{Widerstand}_{\text{Strecke}} = \alpha * \text{Zeit} + \beta * \text{Länge} + c$$

- $\alpha$  – Parameter
  - Abstufung zwischen verschiedenen Straßenklassen
  - Differenzierung von Verbindungsfunktionsstufen
- $\beta$  – Parameter
  - beeinflusst Direktheit
- $c$  – Konstante
  - Planerische Vorgaben
  - Berücksichtigung von sensiblen Gebieten

# Gewählte Widerstands-Varianten

Nr	Beschreibung	Widerstandsfunktion
1	Variante zeitminimale Zuordnung	$w = \alpha \cdot t_0$
2	Variante geringe Umwegigkeit	$w = \alpha \cdot t_0 + 0,02 \cdot l$
3	Variante sehr geringe Umwegigkeit	$w = \alpha \cdot t_0 + 0,05 \cdot l$
4	Variante Bündelung	$w = \alpha \cdot t_0 + 0,2 \cdot VFS \cdot t_0$
5	Variante starke Bündelung	$w = \alpha \cdot t_0 + 0,4 \cdot VFS \cdot t_0$

mit

$\alpha$  Streckenfaktor StrFak

$t_0$  Fahrzeit im unbelasteten Netz [s]

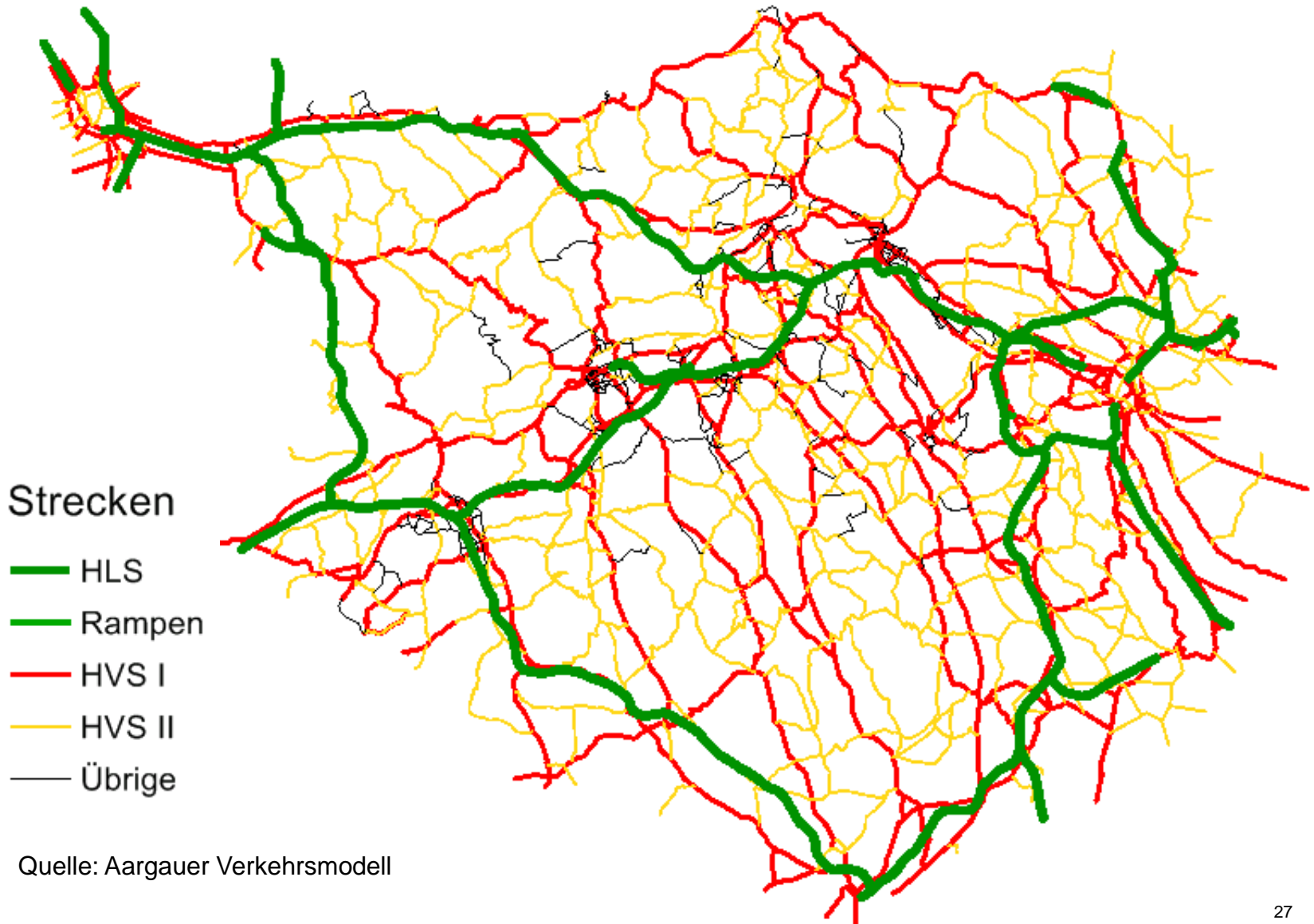
$l$  Länge [km]

VFS Verbindungsfunktionsstufe

Quelle: Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich

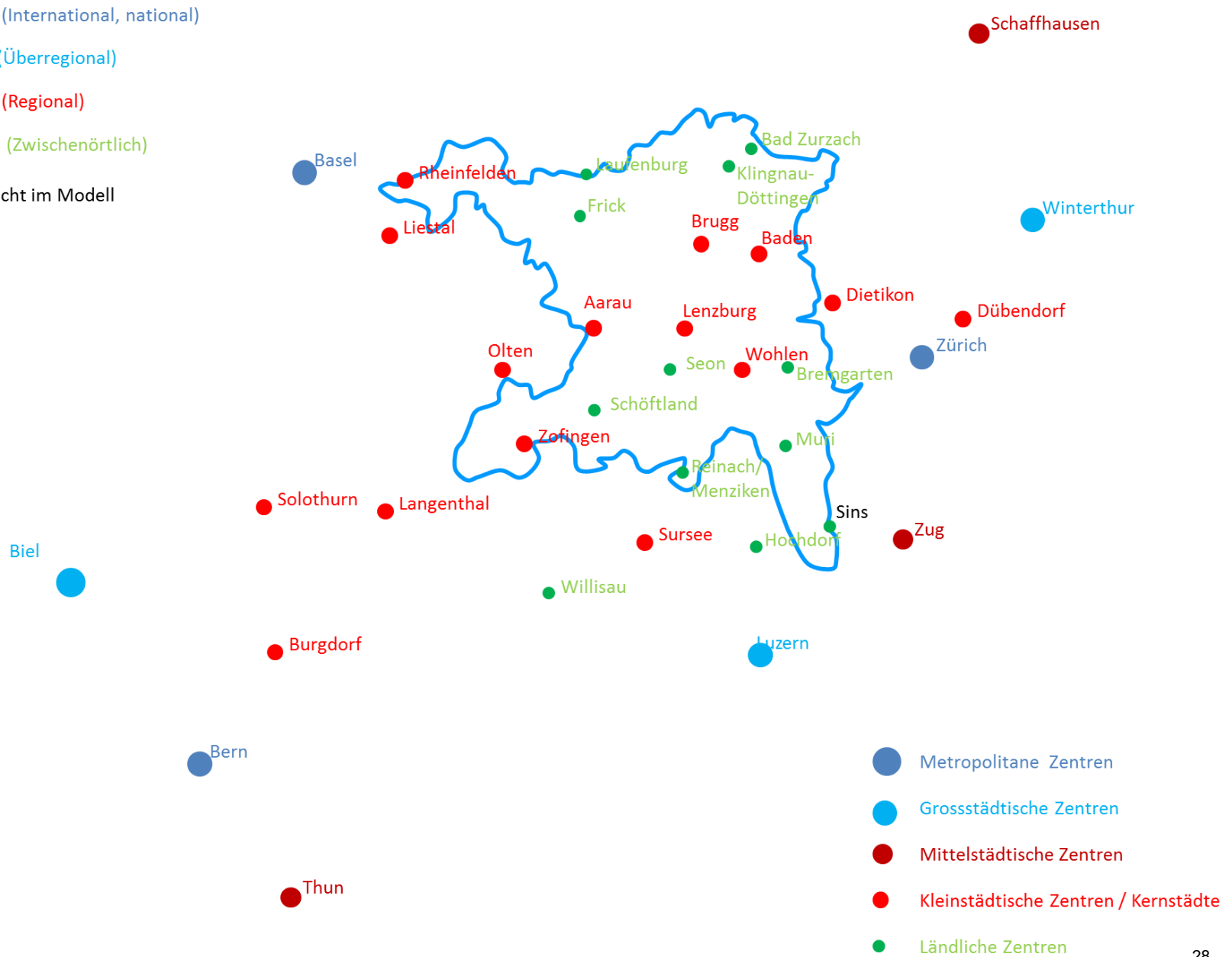
# Ist-Zustand Verkehrsnetz

---



## Verbindungsfunktionsstufe

- 0 (International, national)
- I (Überregional)
- II (Regional)
- III (Zwischenörtlich)
- - - Nicht im Modell



## Verbindungsfunktionsstufe

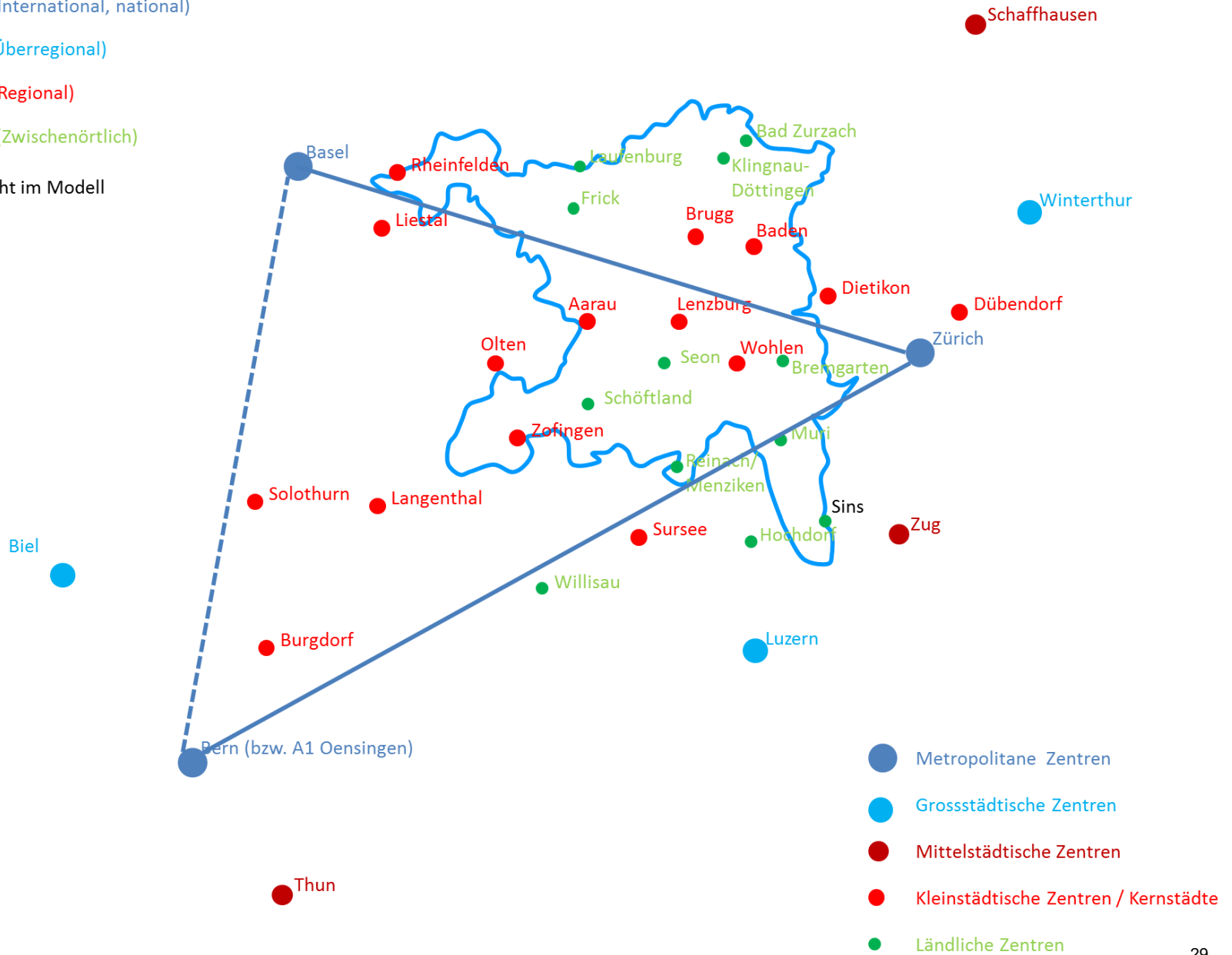
— 0 (International, national)

— I (Überregional)

— II (Regional)

— III (Zwischenörtlich)

--- Nicht im Modell



## Verbindungsfunktionsstufe

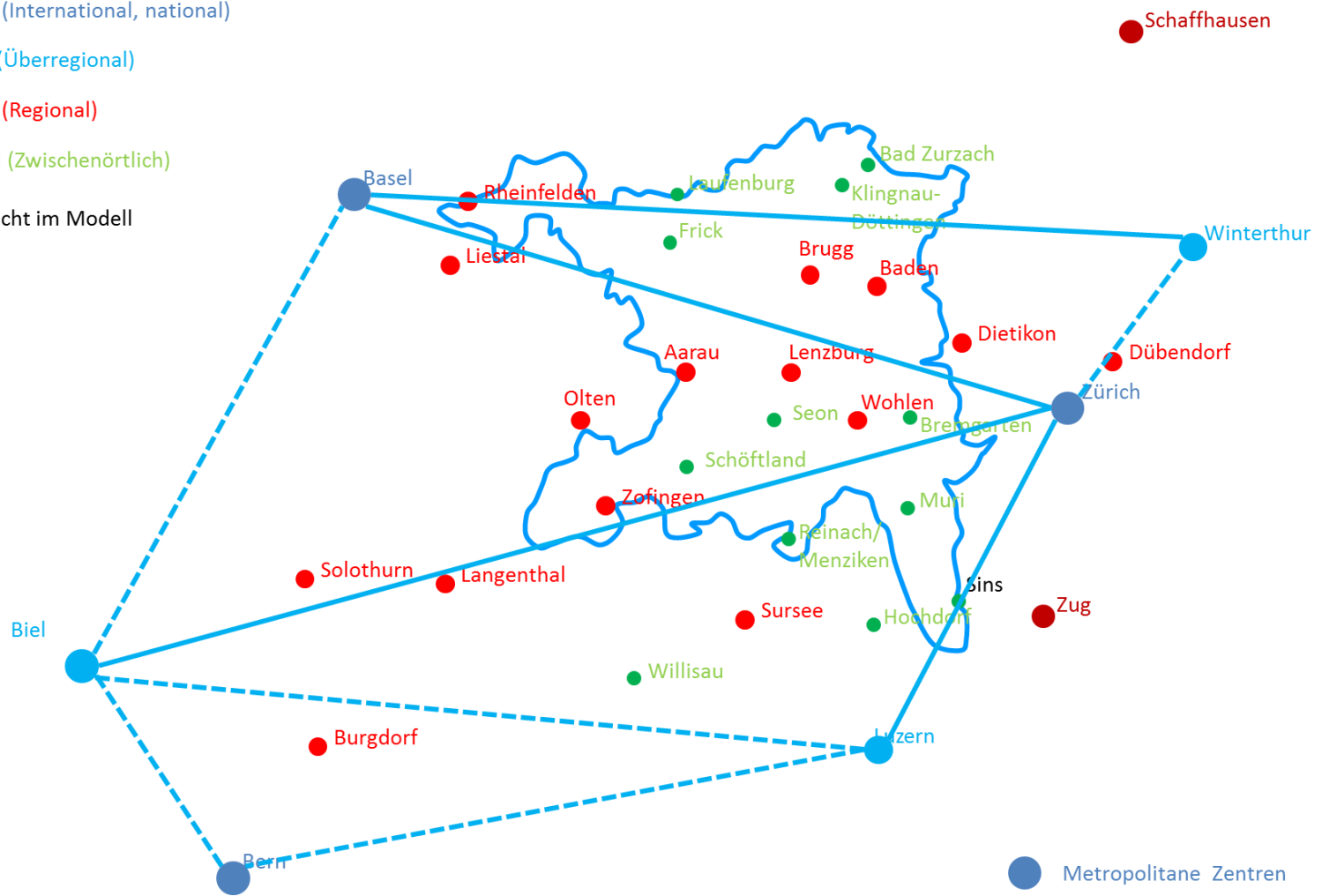
— 0 (International, national)

— I (Überregional)

— II (Regional)

— III (Zwischenörtlich)

- - - Nicht im Modell



● Metropolitane Zentren

● Grossstädtische Zentren

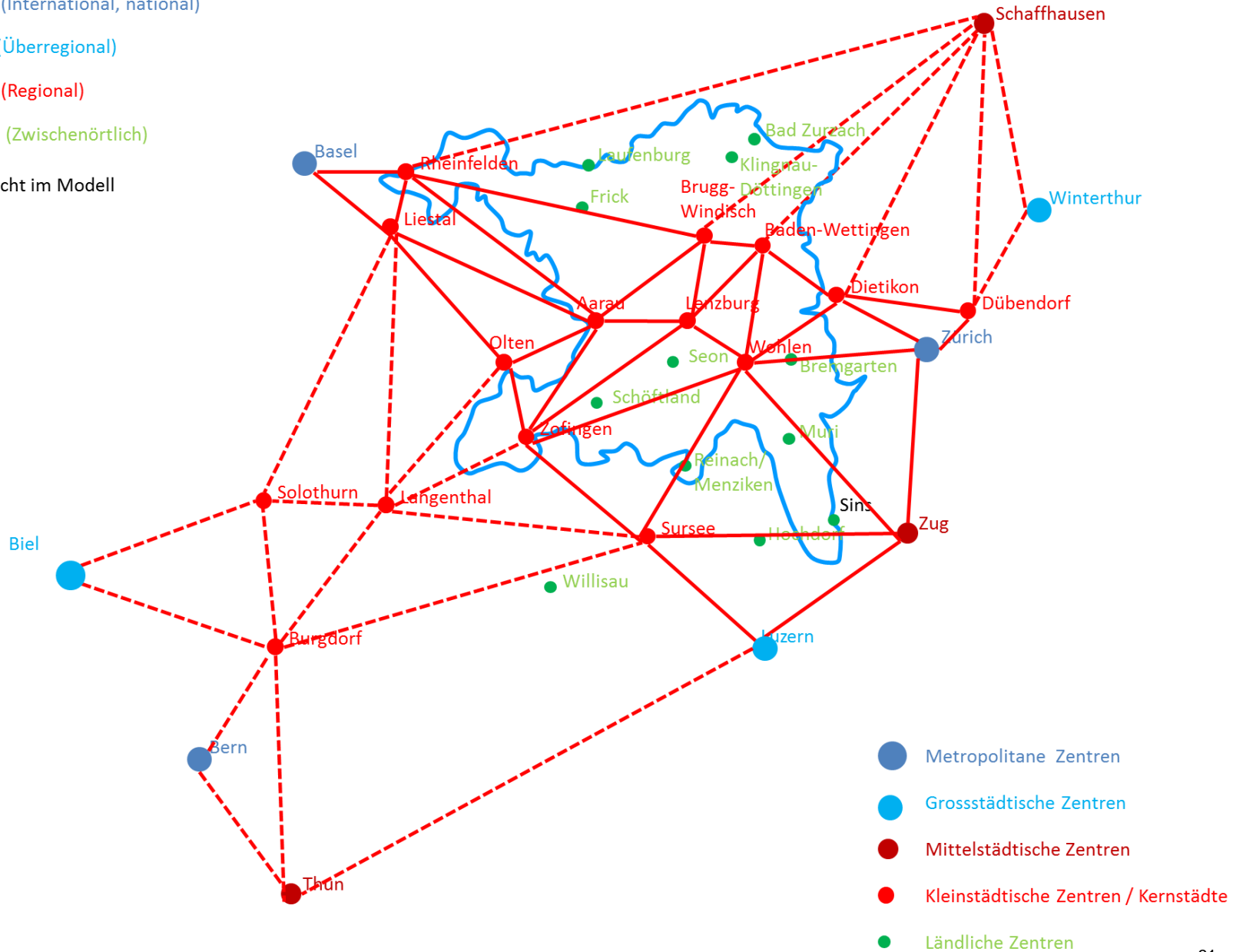
● Mittelstädtische Zentren

● Kleinstädtische Zentren / Kernstädte

● Ländliche Zentren

## Verbindungsfunktionsstufe

- 0 (International, national)
- I (Überregional)
- II (Regional)
- III (Zwischenörtlich)
- - - Nicht im Modell



## Verbindungsfunktionsstufe

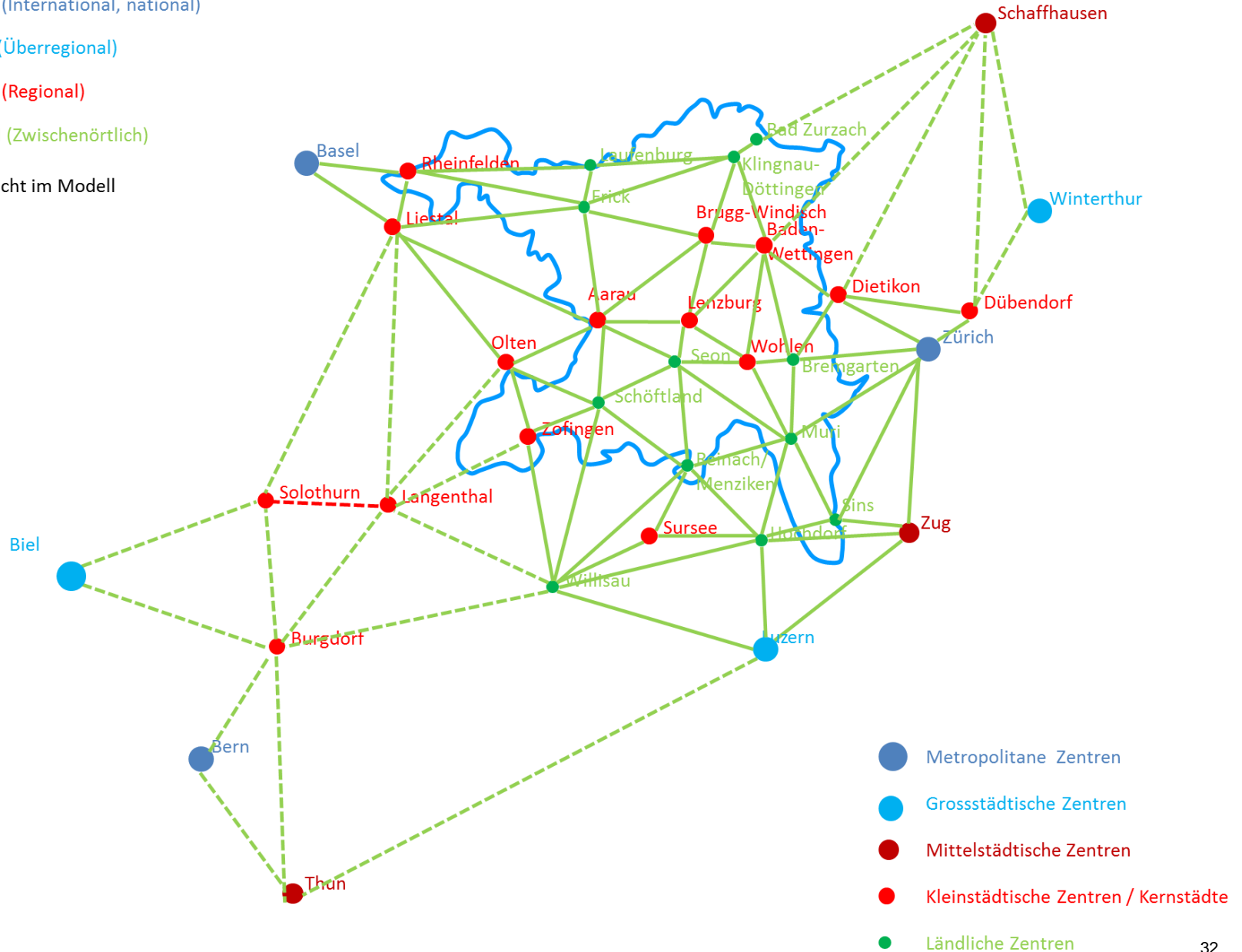
— 0 (International, national)

— I (Überregional)

— II (Regional)

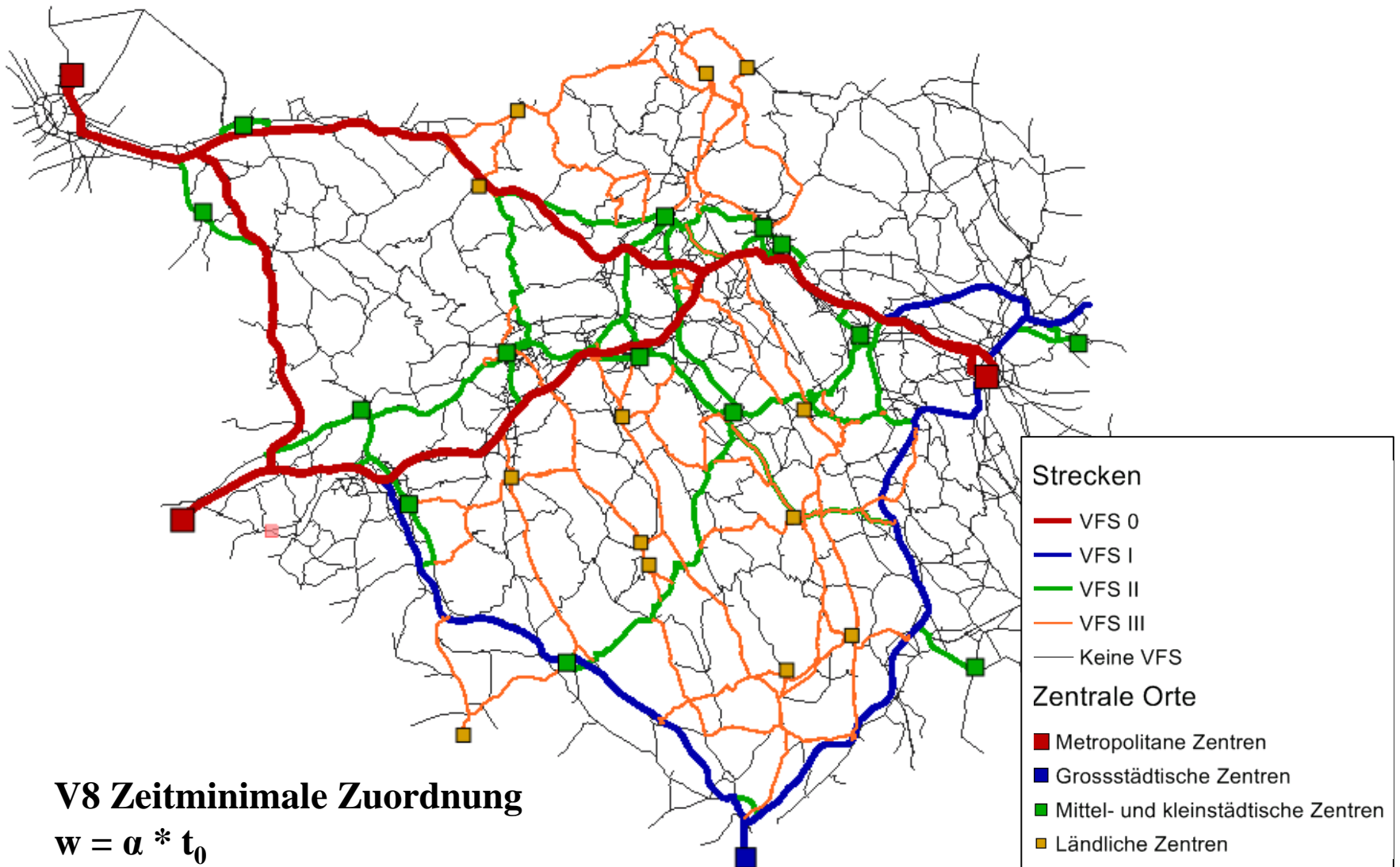
— III (Zwischenörtlich)

- - - Nicht im Modell

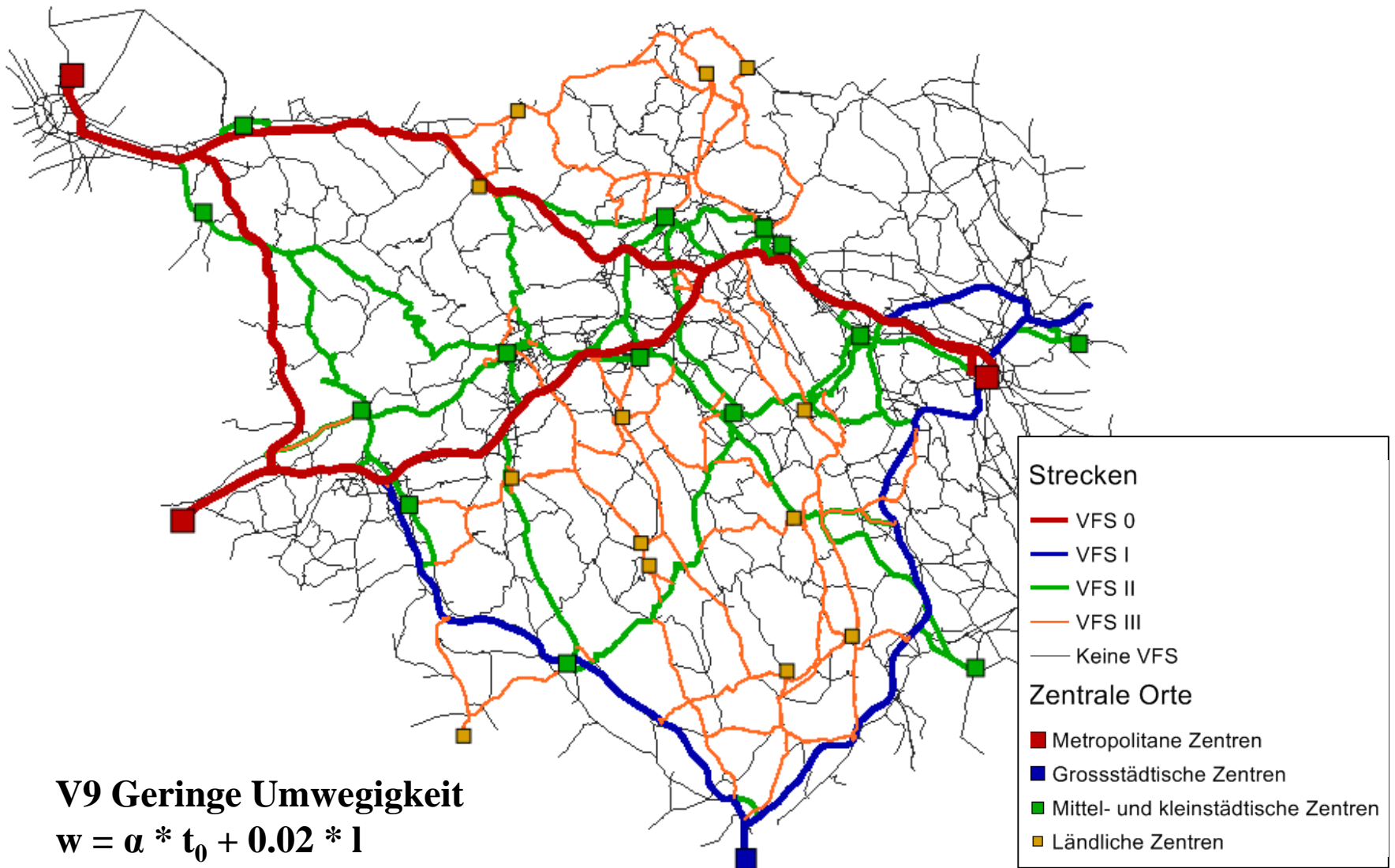




# Ergebnis der Netzkategorisierung



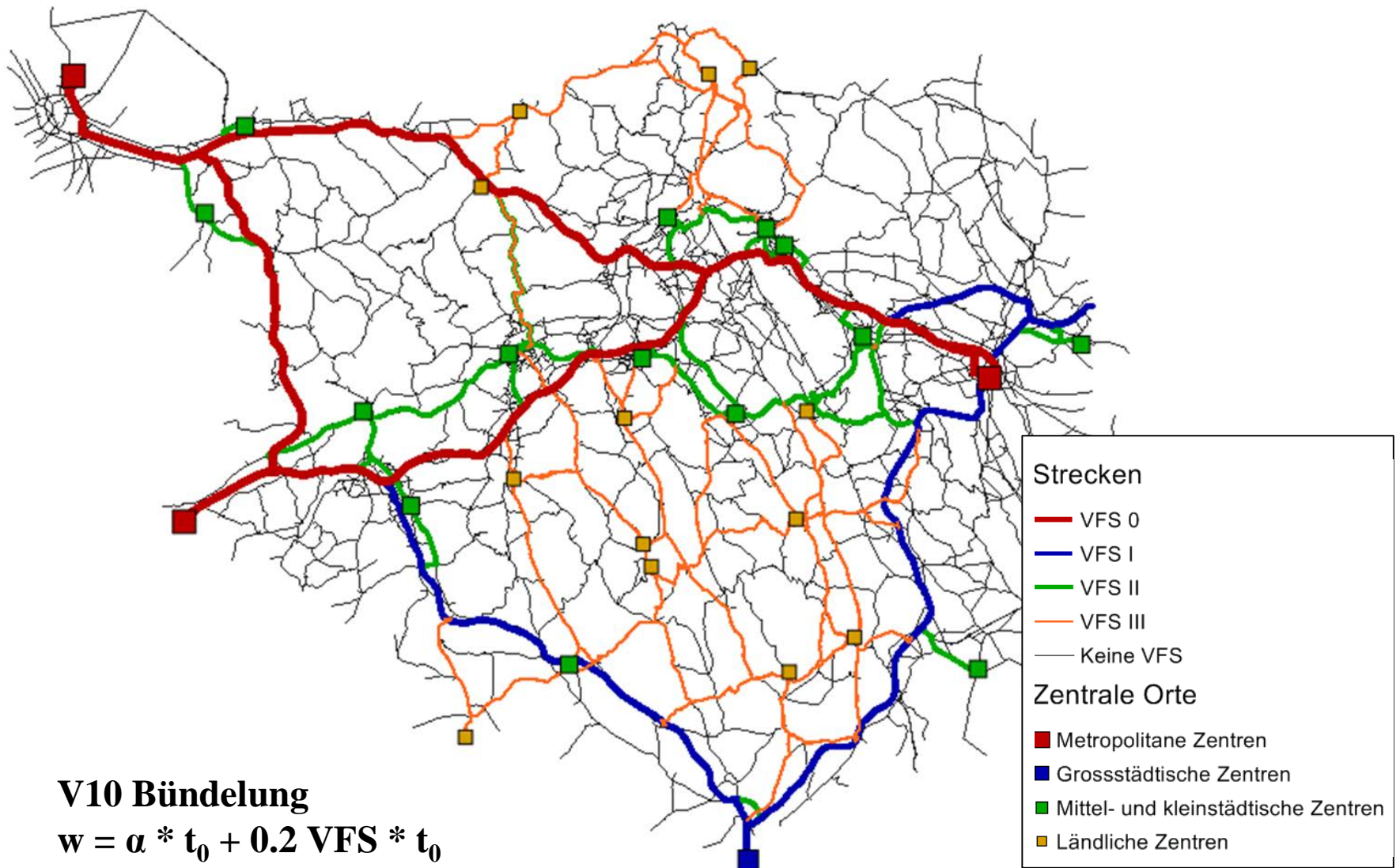
# Ergebnis der Netzkategorisierung



**V9 Geringe Umwegigkeit**

$$w = \alpha * t_0 + 0.02 * l$$

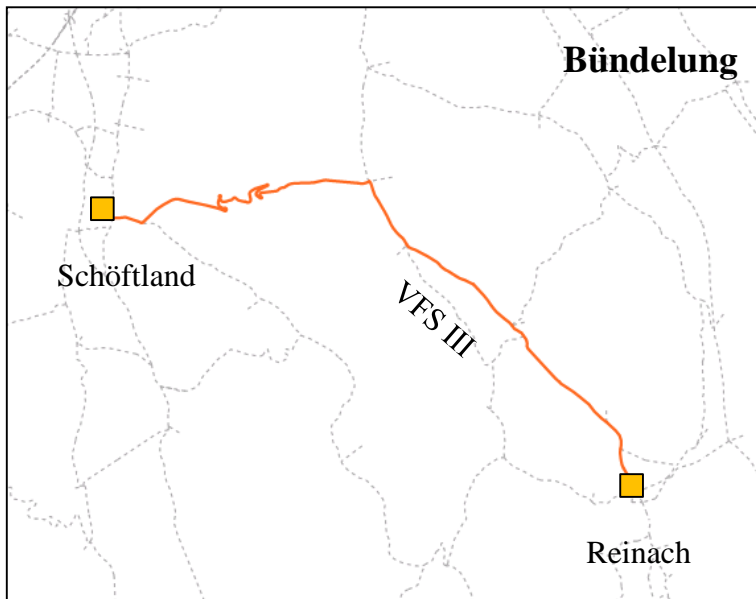
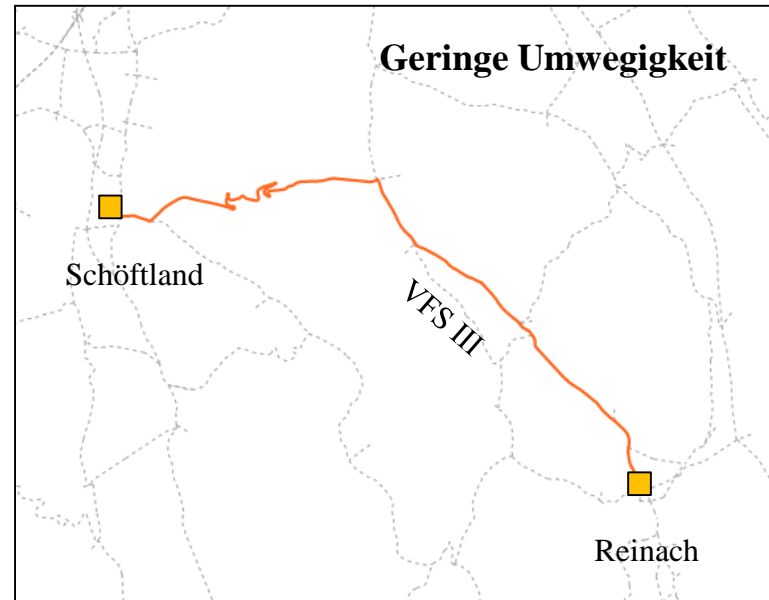
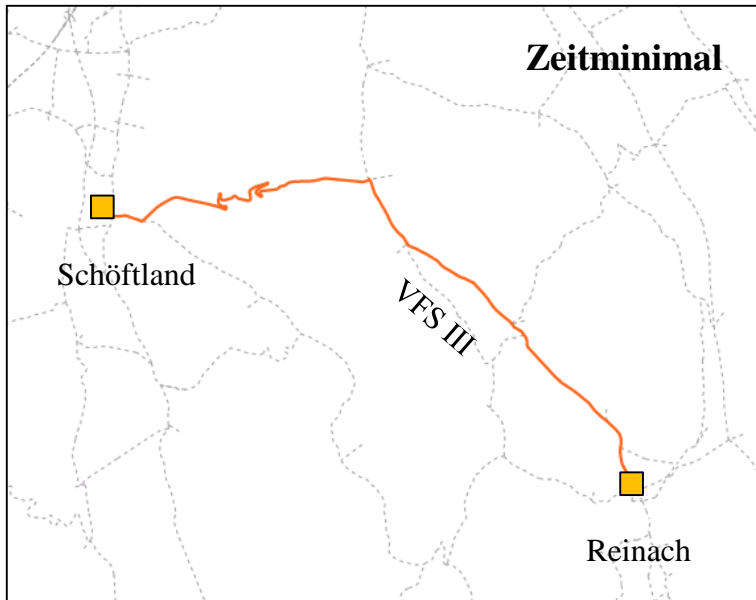
# Ergebnis der Netzkategorisierung



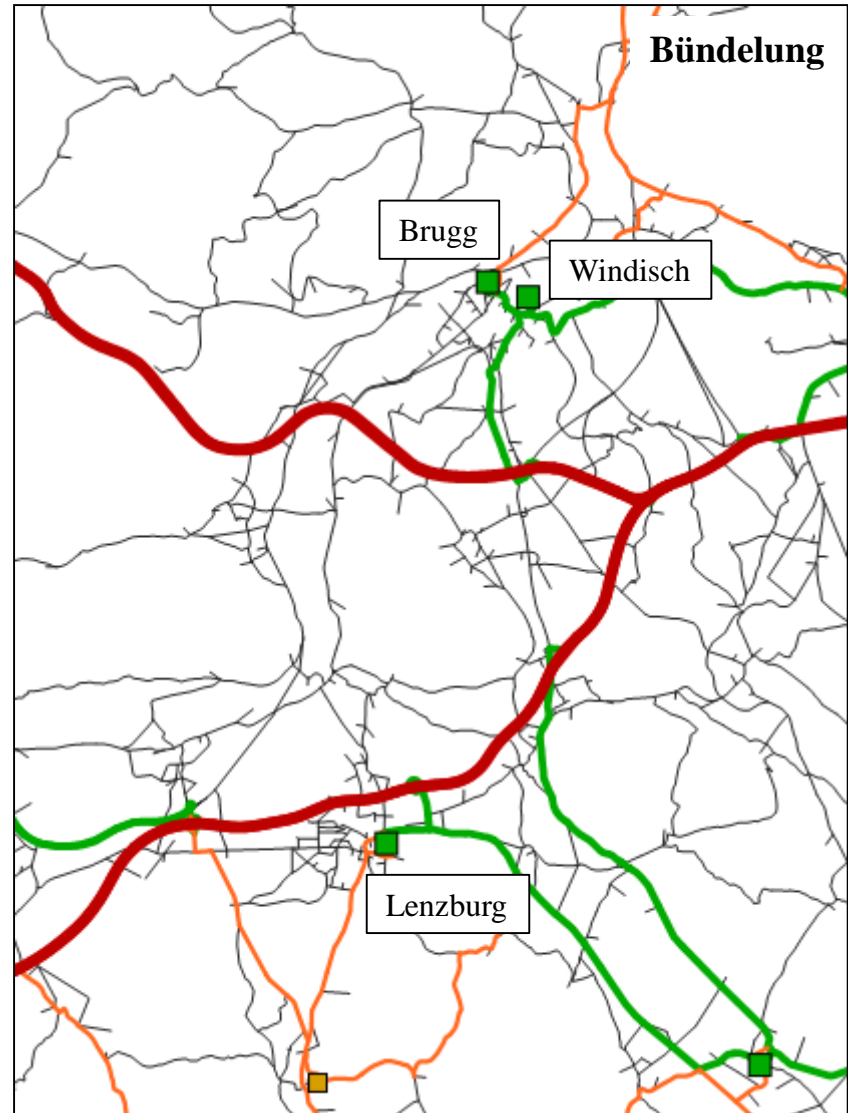
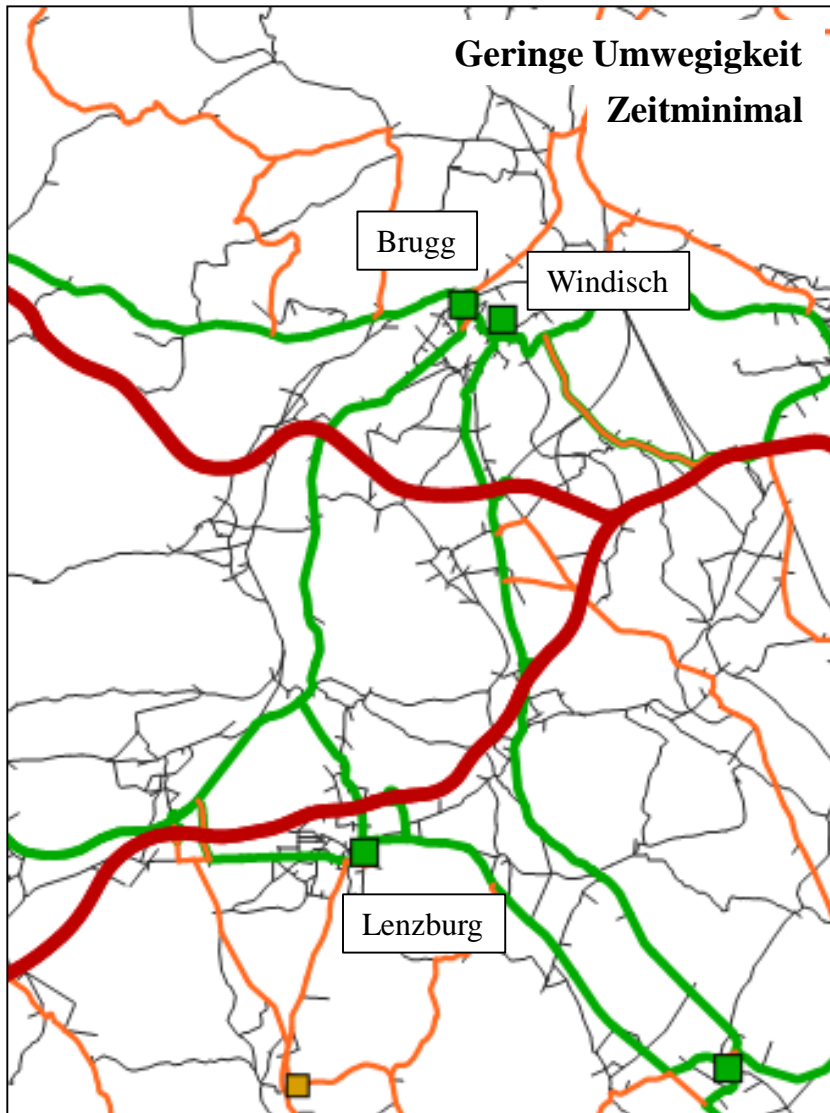
## Varianten im Vergleich (gesamtes Netz)

	<b>Zeitminimal</b>	<b>Geringe Umwegigkeit</b>	<b>Bündelung</b>
	Streckenlänge [km]	Streckenlänge [km]	Streckenlänge [km]
VFS 0	330.661	330.661	330.661
VFS 1	238.179	238.179	238.179
VFS 2	572.390	770.650	381.842
VFS 3	896.208	884.043	783.715
VFS 4	5427.271	5241.176	5730.312
Keine VFS (9)	807.599	807.599	807.599
<b>Summe</b>	<b>8272.307</b>	<b>8272.307</b>	<b>8272.307</b>

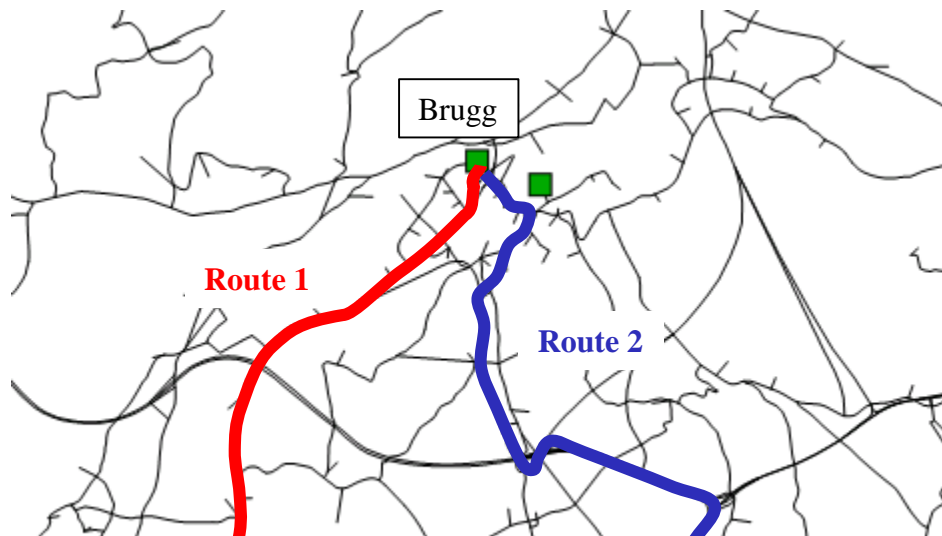
# Eindeutige Zuordnung



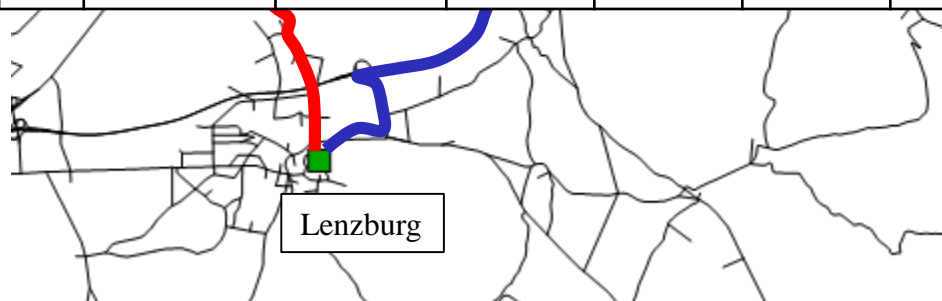
# Unterschiedliche Routen – Planerische Entscheidung



# Unterschiedliche Routen – Planerische Entscheidung



Route		LLge	Lge	RZ	VLuft	Ufak	SAQ VLuft	SAQ VLuft	SAQ UFak	gewählt
		[km]	[km]	[min]	[km/h]	[-]	RIN Bild 15	RIN Bild 17	RIN Bild 19	
1	Lenzburg Brugg	11	13.1	23.66	27.8	1.2	A	A	A	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Lenzburg Brugg	11	17.2	16.8	39.1	1.6	A	A	C	



**LLge** Luftlinienentfernung  
**Lge** Länge der Route  
**RZ** Reisezeit

# Zwischenfazit

---

- Anwendung RIN auf Schweiz
  - Zentrenstruktur stärker abgestuft
  - Kleinräumigere Strukturen, gleichzeitig grosse regionale Unterschiede
  - Unterschiedlicher Umgang mit den Strassentypen in Bezug auf den besiedelten Raum in den Normen
- Netzkategorisierung
  - Bei den für den Aargau relevanten Verbindungsfunktionsstufen zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen den Varianten
- Kantonsstrassenrevision
  - Gute Hilfestellung bei der Entwicklung eines strategischen Netzes auf den Kantonsstrassen, da eindeutige Verknüpfung des Aargauer Raumkonzepts mit der Netzplanung



# Weiteres Vorgehen

---

- Manuelle Korrekturen bei verschiedenen Routen je nach Widerstandsfunktion
- Korrektur der Verbindungsfunktionsstufe im Nahbereich der Zentren
- Strassenkategorien mit Verbindungsbedeutung abstimmen, Diskrepanzen aufzeigen
- Resultierendes Netz = Strategisches Netz als Input für die Revision des Kantonsstrassennetzes

To be continued...

---

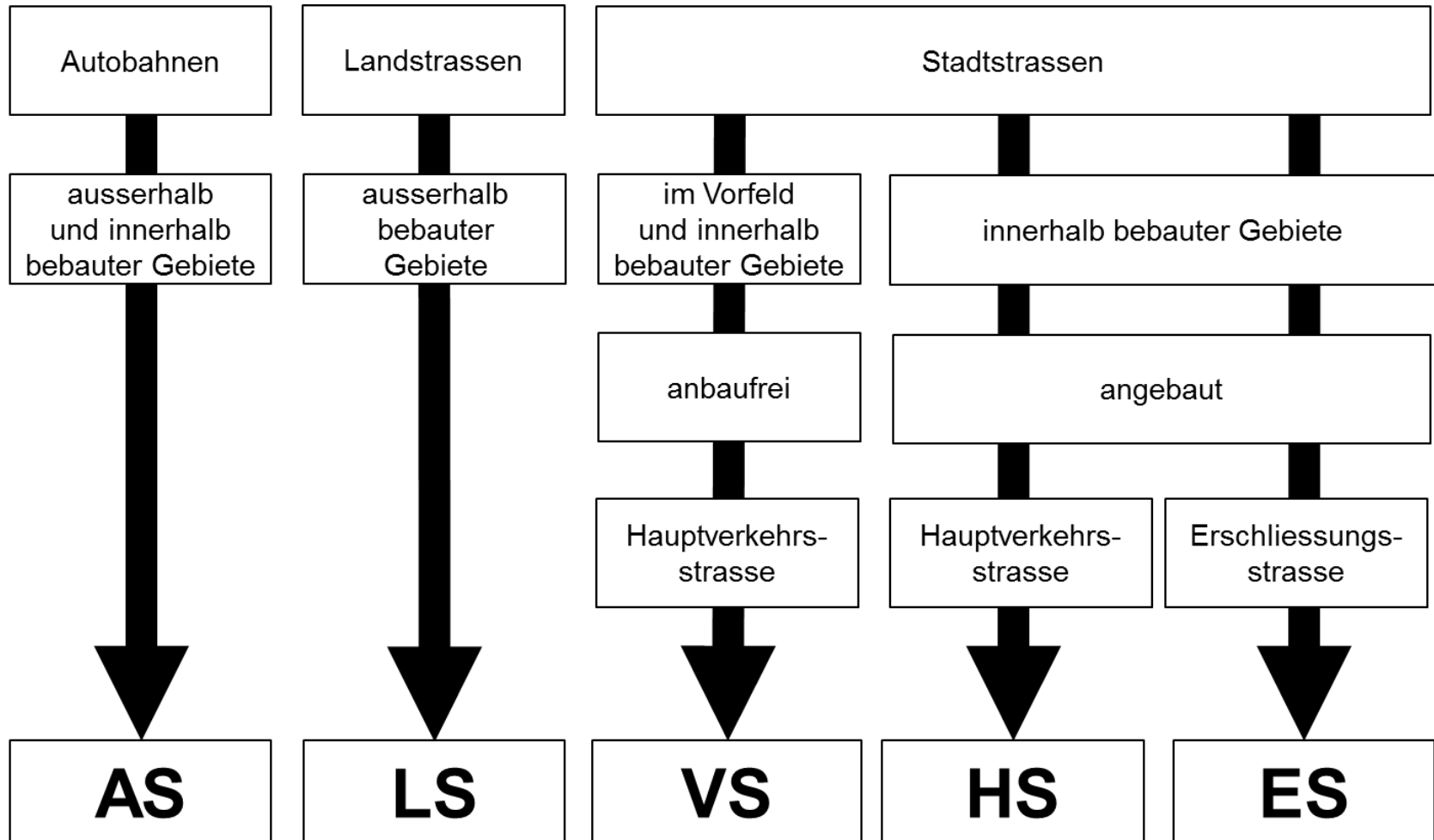


# RESERVEFOLIEN

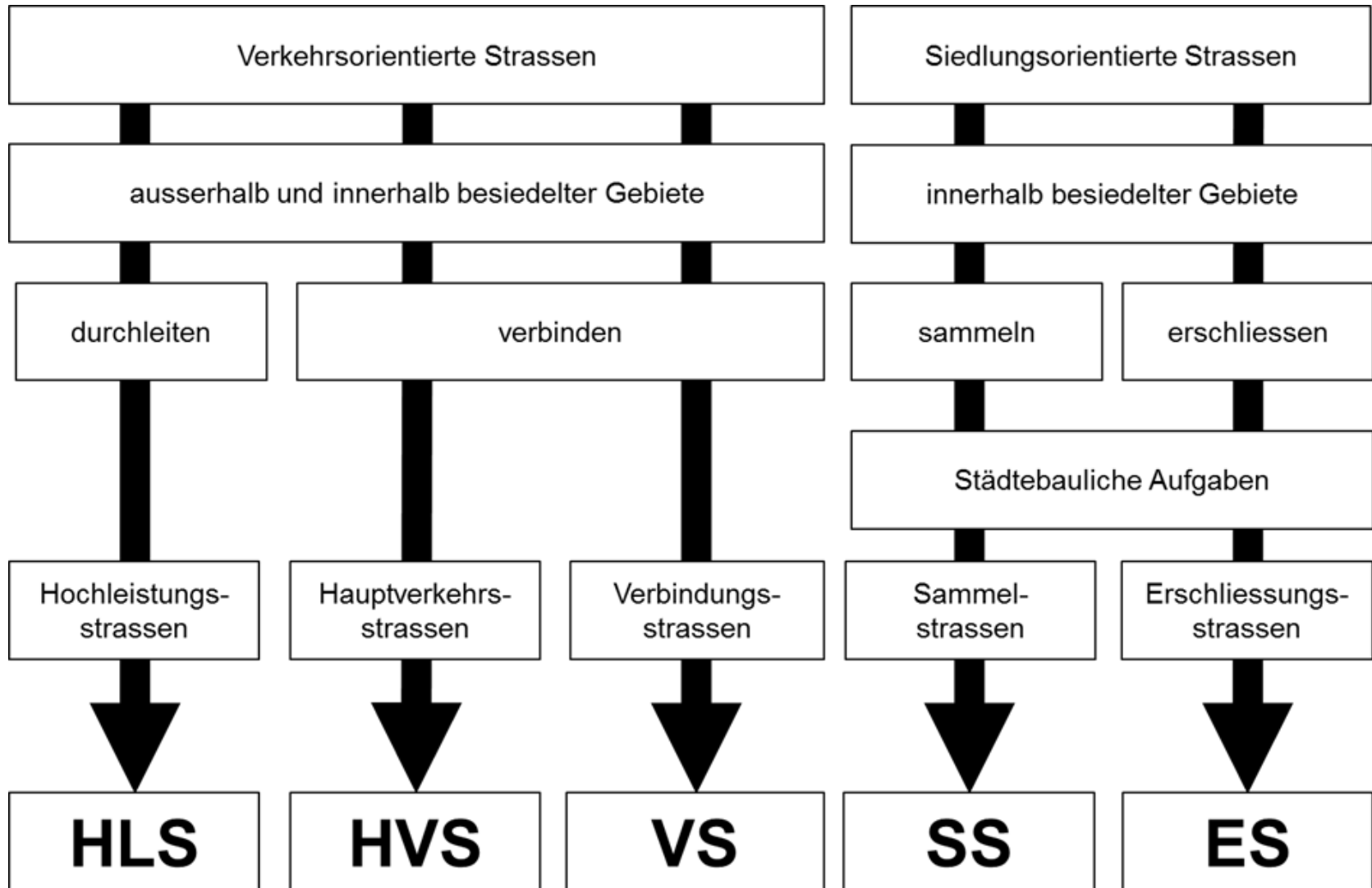
---

# Funktionale Gliederung der Verkehrsnetze

- Strassenkategorien



# Anpassung RIN: Strassenkategorien



# Voraussetzungen Verkehrsmodell

---

- Wesentliche Verkehrswege enthalten.
- Hinzufügen eines Netzelementes darf nicht zu Änderungen bei den Routen führen.
- Bewertung der Luftliniengeschwindigkeit soll im Pkw-Verkehr im belasteten Netz (Reisezeiten in der Hauptverkehrszeit ohne zufällige Störungen) erfolgen.
- Die RIN bewerten die Reisezeit von Haustür bis Haustür. Das Verkehrsnachfragemodell muss die Zu- und Abgangszeiten und eventuelle Parksuchzeiten in geeigneter Weise auf den Anbindungen abbilden.
- Die RIN betrachten bei der Netzkategorisierung Netzabschnitte. Netzabschnitte beginnen und enden an Knotenpunkten. Teilknotenpunkte müssen einem Knotenpunkt zugeordnet werden können.