



Betriebsprozesse und Betriebsplanung im Öffentlichen Verkehr
Betriebsprozesse und Betriebsplanung im öffentlichen
Personenverkehr
Betriebsplanung im öffentlichen Verkehr
Betriebsplanung Öffentlicher Verkehrssysteme

Dipl.-Ing. Steffen Dutsch



Betriebssteuerung und -management im Öffentlichen Verkehr

Betriebsplanung und -führung im Öffentlichen Stadt- und Regionalverkehr

Betriebsplanung im ÖPNV

Betriebsplanung im Öffentlichen Personennahverkehr

VI 308-2; VI 583; VI 621-2; BSI 75; VWI M-19/20/21; D-WW-ING-1706

1. Öffentliche Nahverkehrsmittel und ihre Verbreitung
2. Zeitelemente
3. Linienplanung
4. Fahrplanung
5. **Wagenlaufplanung**
6. **Dienstplanung**
7. **Integrierte Planung**
8. **Streckennetzplanung**

Fachbücher:

- [CED 16] Ceder, A.: Public Transit Planning and Operation - Modeling, Practice and Behavior.- Boca Raton, Florida: CRC Press, 2016 (Second Edition)
- [FIE 11] Fiedler, J.: Bahnwesen – Planung, Bau und Betrieb von Eisenbahnen, S-, U-, Stadt- und Straßenbahnen.- Düsseldorf: Werner Verlag, 2011 (6. Auflage)
- [PAC 13] Pacht, J.: Systemtechnik des Schienenverkehrs.- Wiesbaden: Vieweg und Teubner, Springer Fachmedien, 2013 (7. Auflage)
- [REI 12] Reinhardt, W.: Öffentlicher Personennahverkehr – Technik – rechtliche und betriebswirtschaftliche Grundlagen.- Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2012
- [RÜG 86] Rüger, S.: Transporttechnologie Städtischer öffentlicher Personenverkehr.- Berlin: Transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, 1986 (3. Auflage)
- [SCH 12] Scholz, G.: IT-Systeme für Verkehrsunternehmen – Informationstechnik im öffentlichen Personenverkehr.- Heidelberg: dpunkt.verlag GmbH, 2012
- [SCH 15] Schnieder, L.: Betriebsplanung im öffentlichen Personennahverkehr – Ziele, Methoden, Konzepte.- Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 2015
- [VDV 01] Betriebsausschuss des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV): Der Straßenbahner – Handbuch für U-Bahner, Stadt- und Straßenbahner.- Köln: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2001
- [VUC 05] Vuchic, V. R.: Urban Transit - Operation, Planning and Economics.- John Wiley & Sons, 2005

Fachzeitschriften:

Der Nahverkehr

Organ des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV)

Hamburg: DVV Media Group GmbH

Internationales Verkehrswesen

Organ der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft (DVWG)

München: Triolog Publishers Verlagsgesellschaft

Nahverkehrspraxis

Dortmund: Fachverlag Dr. H. Arnold

Stadtverkehr

Berlin: Erich Schmidt Verlag

UITP Public Transport International

Organ der Union Internationale des Transports publics (UITP)

Bruxelles: Union Internationale des Transports publics

Verkehr und Technik

Berlin: Erich Schmidt Verlag

Blickpunkt Straßenbahn

Berlin: Arbeitsgemeinschaft Blickpunkt Straßenbahn e.V.

Internet:

www.forschungsinformationssystem.de

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

www.newstix.de

Unabhängiger, branchenspezifischer Informationsanbieter für den ÖPNV

5. Wagenlaufplanung

5.1. Einführung

- 5.1.1. Einordnung in die Betriebsplanung
- 5.1.2. Zuordnung zu den Betriebsformen
- 5.1.3. Aufgabe und Zielstellung
- 5.1.4. Einteilung
- 5.1.5. Erforderliche Angaben und Randbedingungen

5.2. Wagenlaufplanung beim starren Fahrplan

- 5.2.1. Anwendung
- 5.2.2. Vorgehensweise
- 5.2.3. Besonderheiten

5.3. Wagenlaufplanung beim nicht starren Fahrplan

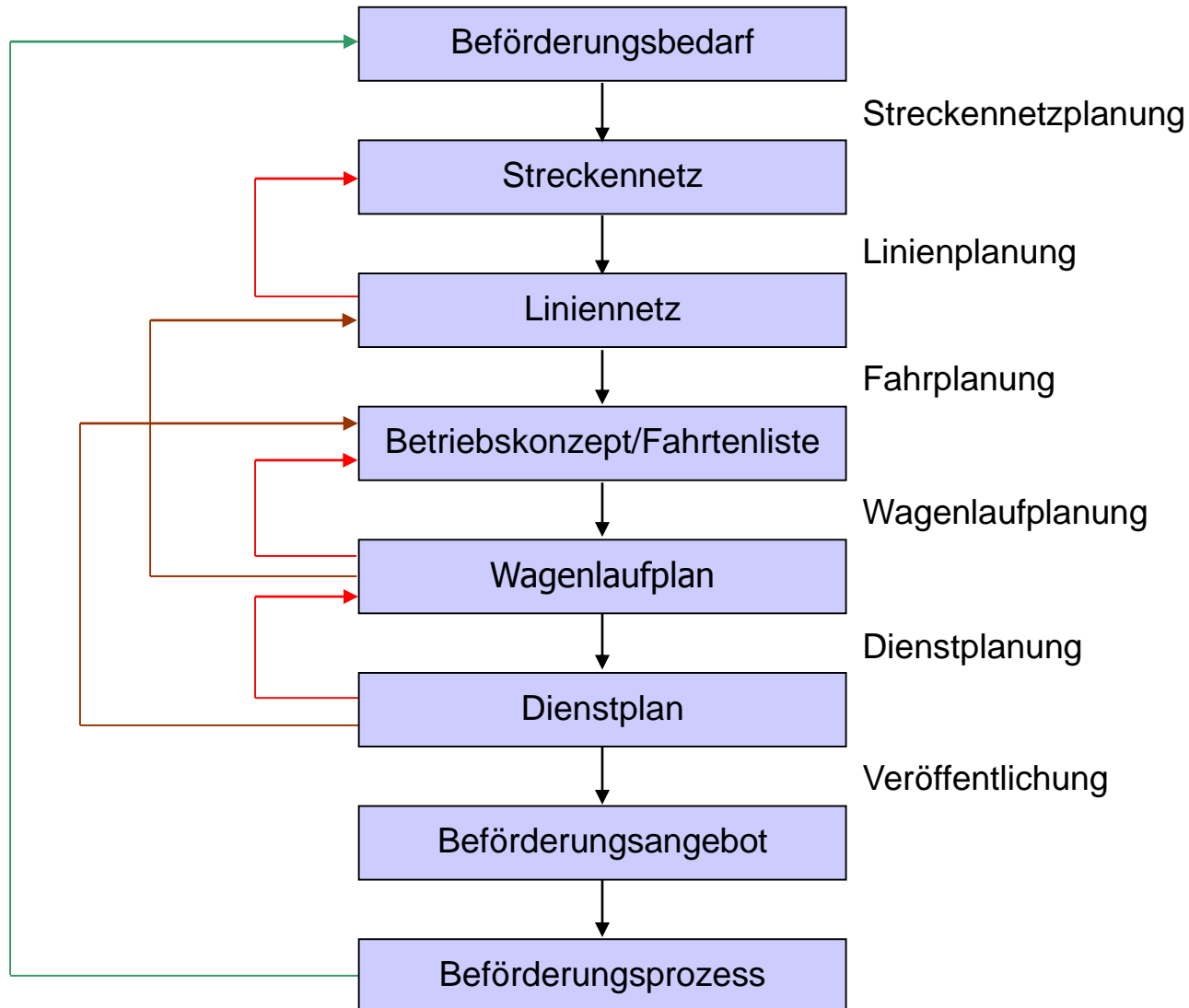
- 5.3.1. Anwendung
- 5.3.2. Vorgehensweise
- 5.3.3. Beispiel
- 5.3.4. Algorithmus
- 5.3.5. Aufwandskriterien

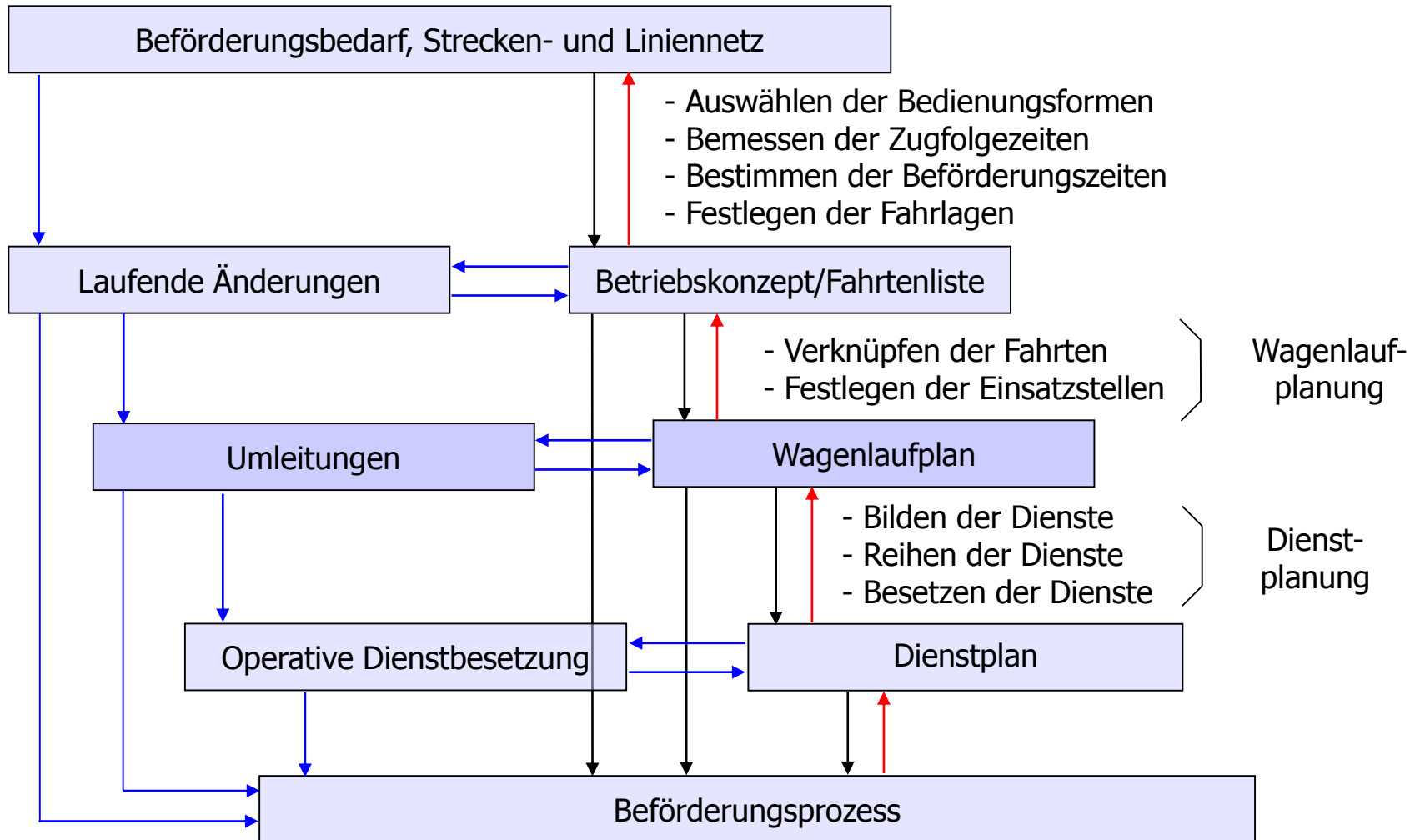
5.4. Wagenlaufplanung bei Sonderformen des Linienverkehrs

- 5.4.1. Anwendung
- 5.4.2. Vorgehensweise

- [BER 84] Bertram, H.H.: Interaktives Planungssystem für den öffentlichen Personennahverkehr – ein Beitrag zur Optimierung von Wagenlaufplänen.
Dissertation, TU Braunschweig 1984
- [FÜG 05] Fügenschuh, A.; Stöveken, P.: Integrierte Optimierung des ÖPNV-Angebots und der Schulanfangszeiten.
Heureka 05 Tagungsbericht Köln 2005
- [KRA 05] Krampe, S.: Optimierung der Tourenplanung für mobilitätseingeschränkte Personen.
Heureka 05 Tagungsbericht Köln 2005
- [MEL 02] Mellouli, T.; Kliwer, N.: Umlaufplanung im öffentlichen Verkehr mit mehreren Depots und Fahrzeugtypen: Neue Lösungsmodelle und praktische Aspekte.
Heureka 02 Tagungsbericht Köln 2002

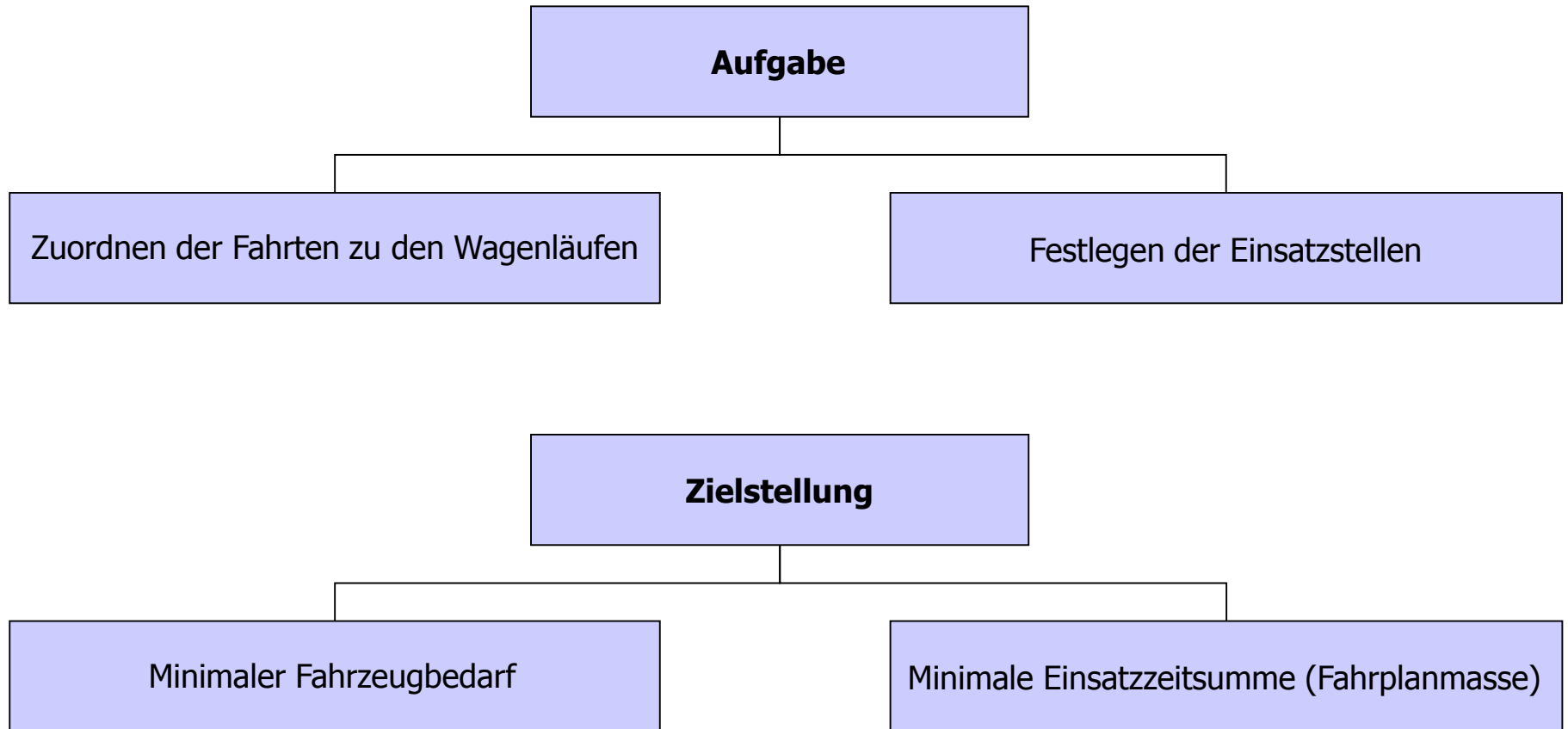
- 5. Wagenlaufplanung**
- 5.1. Einführung**
 - 5.1.1. Einordnung in die Betriebsplanung
 - 5.1.2. Zuordnung zu den Betriebsformen
 - 5.1.3. Aufgabe und Zielstellung
 - 5.1.4. Einteilung
 - 5.1.5. Erforderliche Angaben und Randbedingungen
- 5.2. Wagenlaufplanung beim starren Fahrplan**
 - 5.2.1. Anwendung
 - 5.2.2. Vorgehensweise
 - 5.2.3. Besonderheiten
- 5.3. Wagenlaufplanung beim nicht starren Fahrplan**
 - 5.3.1. Anwendung
 - 5.3.2. Vorgehensweise
 - 5.3.3. Beispiel
 - 5.3.4. Algorithmus
 - 5.3.5. Aufwandskriterien
- 5.4. Wagenlaufplanung bei Sonderformen des Linienverkehrs**
 - 5.4.1. Anwendung
 - 5.4.2. Vorgehensweise



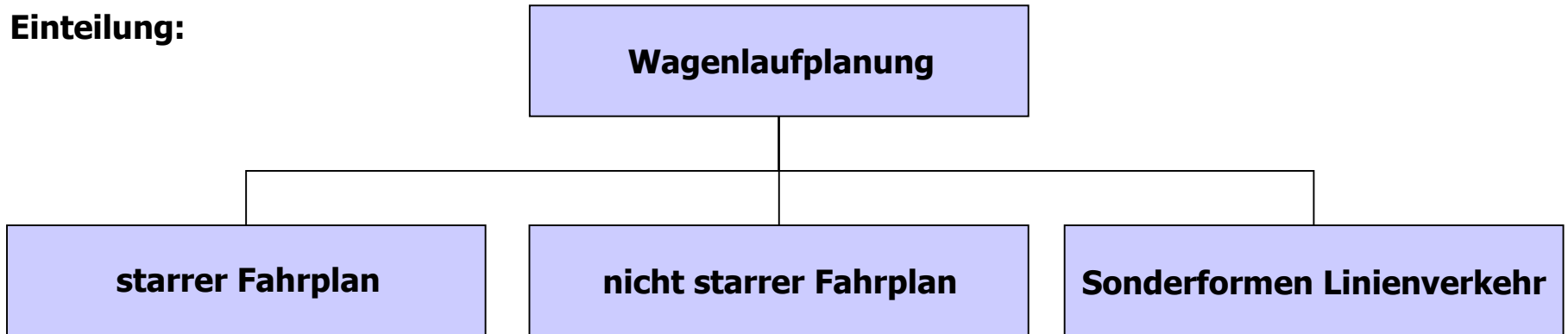


räumlich – zeitlich - konzessionsrechtlich

gebunden	teilgebunden	ungebunden		
Linienerkehr §42 Busse, Bahnen, Schiffe <u>Linientaxen</u> Anmeldemietwagen Modifizierter Linienerkehr §42 <u>Direktverbindungen</u> <u>intermittierende Bedienung</u> <u>Teleskopbedienung</u> Kombinationsbedienung Sonderformen des Linienerkehrs § 43 <u>Schüler-, Markt-, Theaterfahrten</u> <u>Berufsverkehre (Werkbus, Schichtbusse)</u> <u>Diskobusse</u> <u>Zielbusse, Job-Busse</u> <u>Pendeldienste</u>	Freigestellter Schülerverkehr Bedarfsgesteuerte Busse §42 Flexible Bedienung mit Sammeltaxen <u>Verästelungsbedienung</u> <u>Festzeitsammeltaxen</u> <u>Anruf-Sammeltaxen</u> <u>Veranstaltungssammeltaxen</u>	Gelegenheitsverkehr <u>Taxen §47</u> <u>Mietwagen §49</u> <u>T-Busse</u> Frauen-Nacht-Taxen <u>Anschluss-taxen (Taxi-Ruf-Service)</u> <u>Gemeinschaftstaxen</u> <u>Kneipentaxen</u> Organisierte Fahrdienste	Vermittelte Mitfahrten <u>Mitfahrgelegenheits-Fahrten</u> <u>Bürger-Sammelautos</u> Zugewiesene Mitfahrten Fahrgemeinschaften	Abgesprochene Mitnahme Spontane Mitnahme <u>Zusteiger-Mitnahme</u> <u>Trampen</u> Selbstfahrer <u>PKW, Motorrad, Fahrrad</u> <u>kollektive Fahrzeughaltung („Stattauto“)</u> <u>Park and ride, Bike and ride</u> <u>Pendelfahrten</u> <u>Bringen und Abholen (Kiss and ride)</u> <u>Fahrzeuganmietung</u> <u>Fußgänger</u>
gewerbsmäßig		nicht gewerbsmäßig		

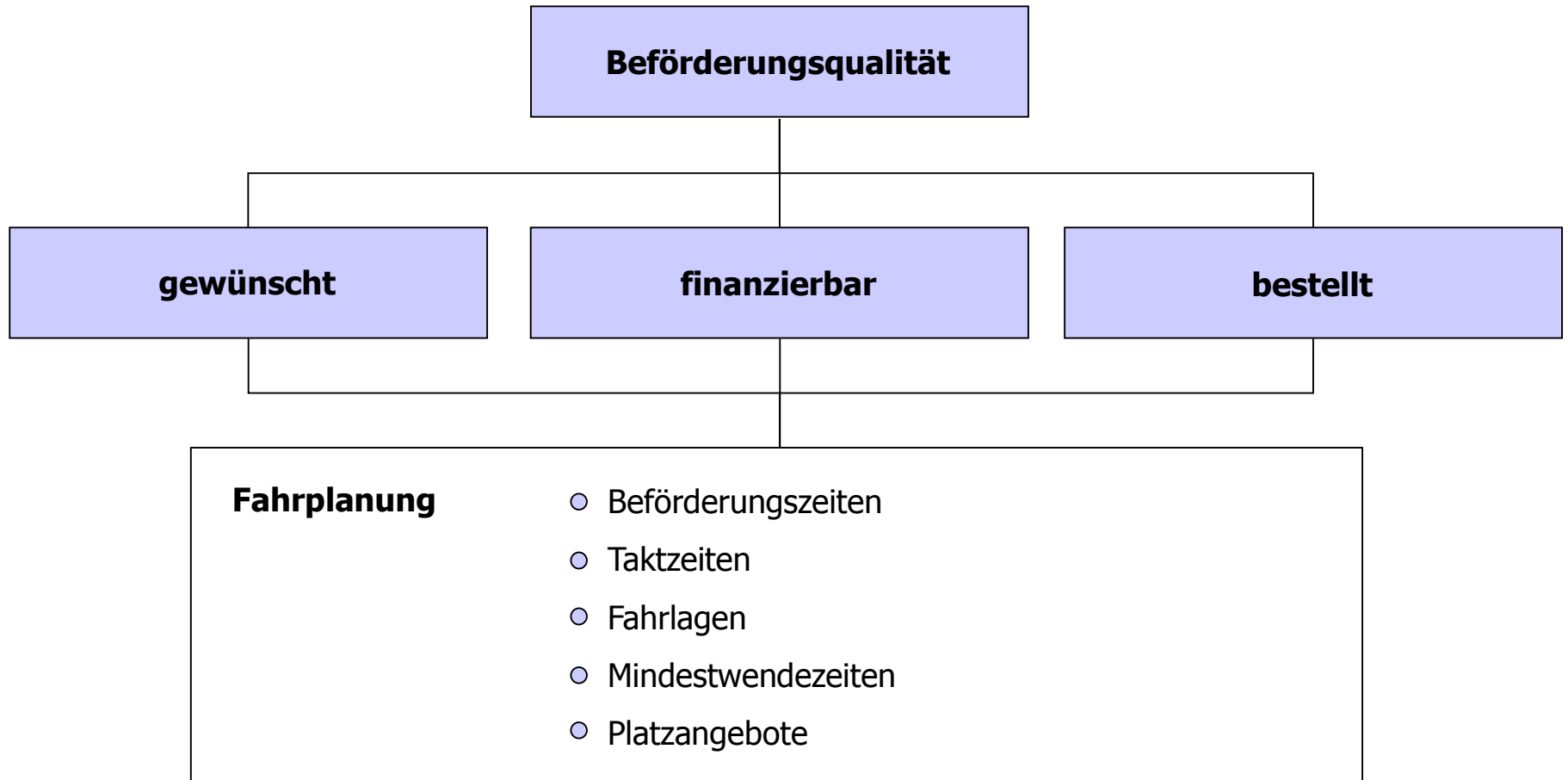


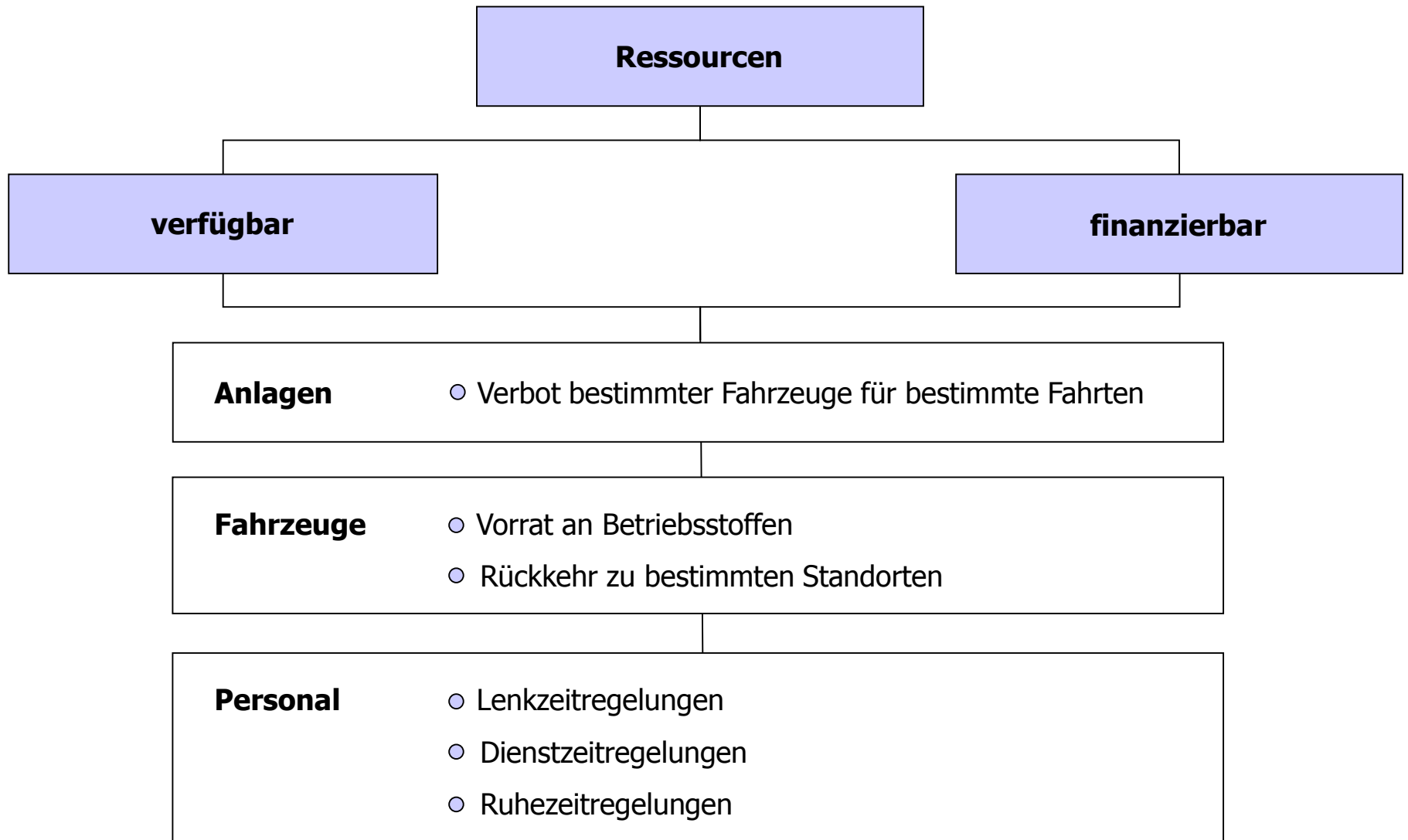
Einteilung:



Erforderliche Angaben:

- Verkehrstag, Gültigkeitszeitraum
- Fahrzeugtyp oder erforderliches Platzangebot, Besonderheiten
- Anfangs- und Endpunkt jeder Fahrt
- Abfahrts- und Ankunftszeiten
- Einsatzstellen





5. **Wagenlaufplanung**

5.1. **Einführung**

- 5.1.1. Einordnung in die Betriebsplanung
- 5.1.2. Zuordnung zu den Betriebsformen
- 5.1.3. Aufgabe und Zielstellung
- 5.1.4. Einteilung
- 5.1.5. Erforderliche Angaben und Randbedingungen

5.2. **Wagenlaufplanung beim starren Fahrplan**

- 5.2.1. Anwendung
- 5.2.2. Vorgehensweise
- 5.2.3. Besonderheiten

5.3. **Wagenlaufplanung beim nicht starren Fahrplan**

- 5.3.1. Anwendung
- 5.3.2. Vorgehensweise
- 5.3.3. Beispiel
- 5.3.4. Algorithmus
- 5.3.5. Aufwandskriterien

5.4. **Wagenlaufplanung bei Sonderformen des Linienverkehrs**

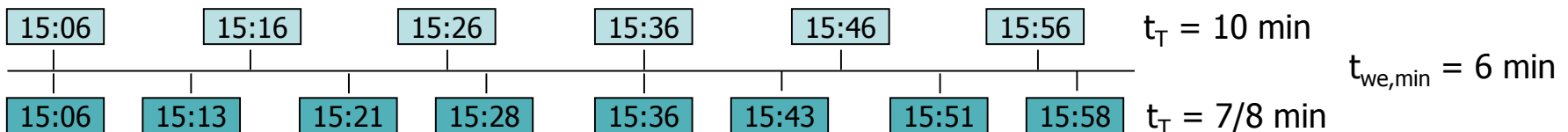
- 5.4.1. Anwendung
- 5.4.2. Vorgehensweise

Anwendung:

- Starrer Fahrplan:
Fahrplan mit einheitlicher Zugfolgezeit zwischen den mit gleicher Reisegeschwindigkeit v_R verkehrenden Zügen einer Linie oder Zuggattung, der Taktzeit t_T
- Wechselnd starrer Fahrplan:
Fahrplan, bei dem Taktzeit t_T oder Reisegeschwindigkeit v_R im Tagsverlauf ein- oder mehrmals wechselt

Vorgehensweise:

- Grundsatz:
Abfahrtszeit der neuen Fahrt = Ankunftszeit der alten Fahrt + Mindestwendezeit bei Beachten der Fahrlage
- Beispiel:

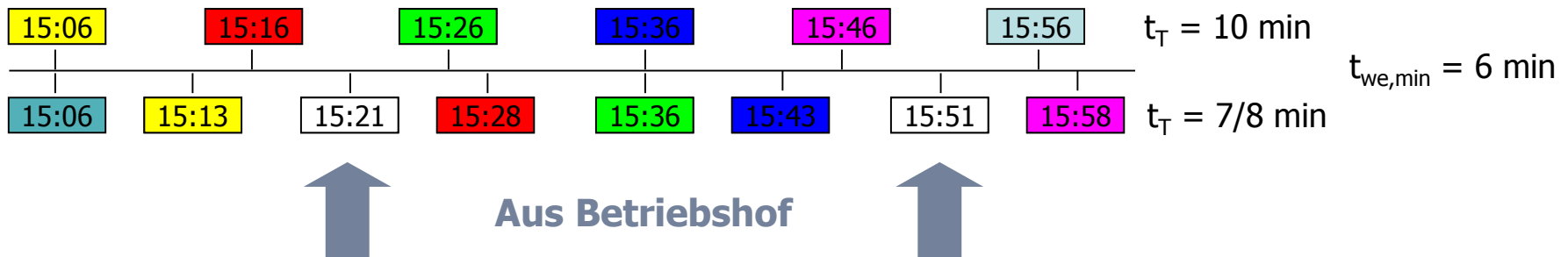


Anwendung:

- Starrer Fahrplan:
Fahrplan mit einheitlicher Zugfolgezeit zwischen den mit gleicher Reisegeschwindigkeit v_R verkehrenden Zügen einer Linie oder Zuggattung, der Taktzeit t_T
- Wechselnd starrer Fahrplan:
Fahrplan, bei dem Taktzeit t_T oder Reisegeschwindigkeit v_R im Tagesverlauf ein- oder mehrmals wechselt

Vorgehensweise:

- Grundsatz:
Abfahrtszeit der neuen Fahrt = Ankunftszeit der alten Fahrt + Mindestwendezeit bei Beachten der Fahrlage
- Beispiel:



Besonderheiten:

- verschiedene Betriebshöfe
- verschiedene Fahrzeuge
- Taktzeitverdichtung
- Taktzeitdehnung



Übung

- Pausenregelungen
- Lenkzeitregelungen
- Fahrzeugbindung



Dienstplanung

5. **Wagenlaufplanung**

5.1. **Einführung**

- 5.1.1. Einordnung in die Betriebsplanung
- 5.1.2. Zuordnung zu den Betriebsformen
- 5.1.3. Aufgabe und Zielstellung
- 5.1.4. Einteilung
- 5.1.5. Erforderliche Angaben und Randbedingungen

5.2. **Wagenlaufplanung beim starren Fahrplan**

- 5.2.1. Anwendung
- 5.2.2. Vorgehensweise
- 5.2.3. Besonderheiten

5.3. **Wagenlaufplanung beim nicht starren Fahrplan**

- 5.3.1. Anwendung
- 5.3.2. Vorgehensweise
- 5.3.3. Beispiel
- 5.3.4. Algorithmus
- 5.3.5. Aufwandskriterien

5.4. **Wagenlaufplanung bei Sonderformen des Linienverkehrs**

- 5.4.1. Anwendung
- 5.4.2. Vorgehensweise

Anwendung:

- Nicht starrer Fahrplan:

Fahrplan, bei dem die Zugfolgezeit t_{zfr} , die Reisegeschwindigkeit v_R oder die Streckenführung sehr häufig wechselt

Vorgehensweise:

- Grundsatz:

Bilden und Zusammenfügen von Fahrtenblöcken unter Beachten der Dienste

- Fahrtenblock:

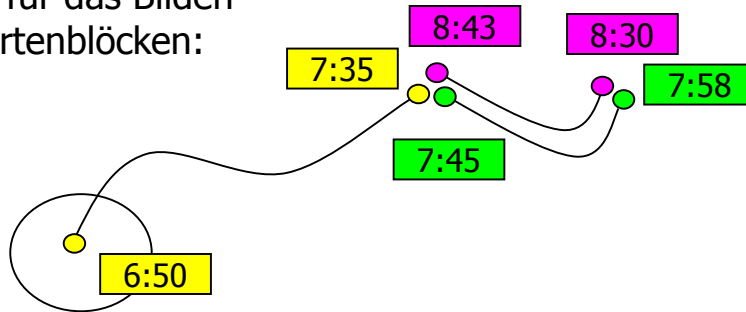
Folge von Fahrten, die zweckmäßigerweise (nahezu zwingend) zeitlich nach einander angeordnet werden

- Übergangszeit: $\leq 20 \dots 60$ min; Berücksichtigen von Pausen
- Übergangsort: gleicher oder nahe liegender Ort, ausgenommen größere Knoten
- Fahrzeuge: gleiche oder ähnliche Größenklasse

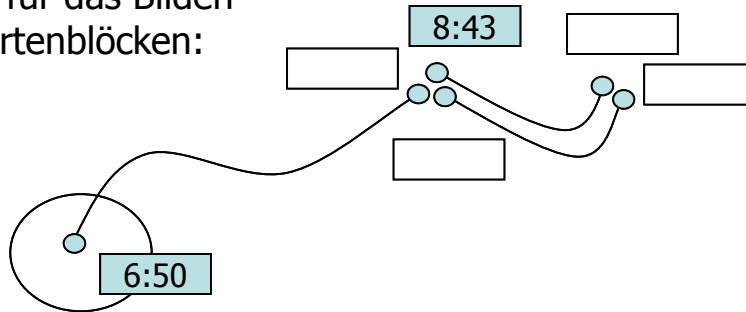
- Beachten der Dienste:

- Dienstlänge: 0,5 (0,5) 3,0 Dienste
- Dienstbeginn und -ende: gleicher oder nahe liegender Ort
- Pausen: richtige Lage und Dauer

- Beispiel für das Bilden von Fahrtenblöcken:



- Beispiel für das Bilden von Fahrtenblöcken:



- Beispiel für das Zusammenfügen von Fahrtenblöcken:

Algorithmus:

Zielfunktion

$$\sum_{i=a}^{z+N} \sum_{j=a}^{z+N} c_{ij} \cdot x_{ij} = \textit{Minimum}$$

- c_{ij} [] Aufwandswert für die Unbekannte x_{ij}
- N [-] Anzahl der Fahrzeuge
- x_{ij} [-] Unbekannte, die angibt, ob nach der Fahrt i die Fahrt j folgt ($x_{ij} = 1$) oder nicht ($x_{ij} = 0$)
- x_{iI} [-] Unbekannte, die angibt, ob das Fahrzeug nach der Fahrt i zum Standort des Fahrzeuges I zurückkehrt ($x_{iI} = 1$) oder nicht ($x_{iI} = 0$)
- x_{Ij} [-] Unbekannte, die angibt, ob das Fahrzeug vor der Fahrt j vom Standort des Fahrzeuges I kommt ($x_{Ij} = 1$) oder nicht ($x_{Ij} = 0$)
- x_{II} [-] Unbekannte, die angibt, ob das Fahrzeug I an seinem Standort verbleibt ($x_{II} = 1$) oder nicht ($x_{II} = 0$)
- z [-] Anzahl der Fahrtenblöcke

Für jede(n) Fahrt(enblock) i gilt:

$$x_{ia} + x_{ib} + \dots + x_{ij} + \dots + x_{iz} + x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{iI} + \dots + x_{iN} = 1$$

und

$$x_{1i} + x_{2i} + \dots + x_{Ii} + \dots + x_{Ni} + x_{ai} + x_{bi} + \dots + x_{ji} + \dots + x_{zi} = 1$$

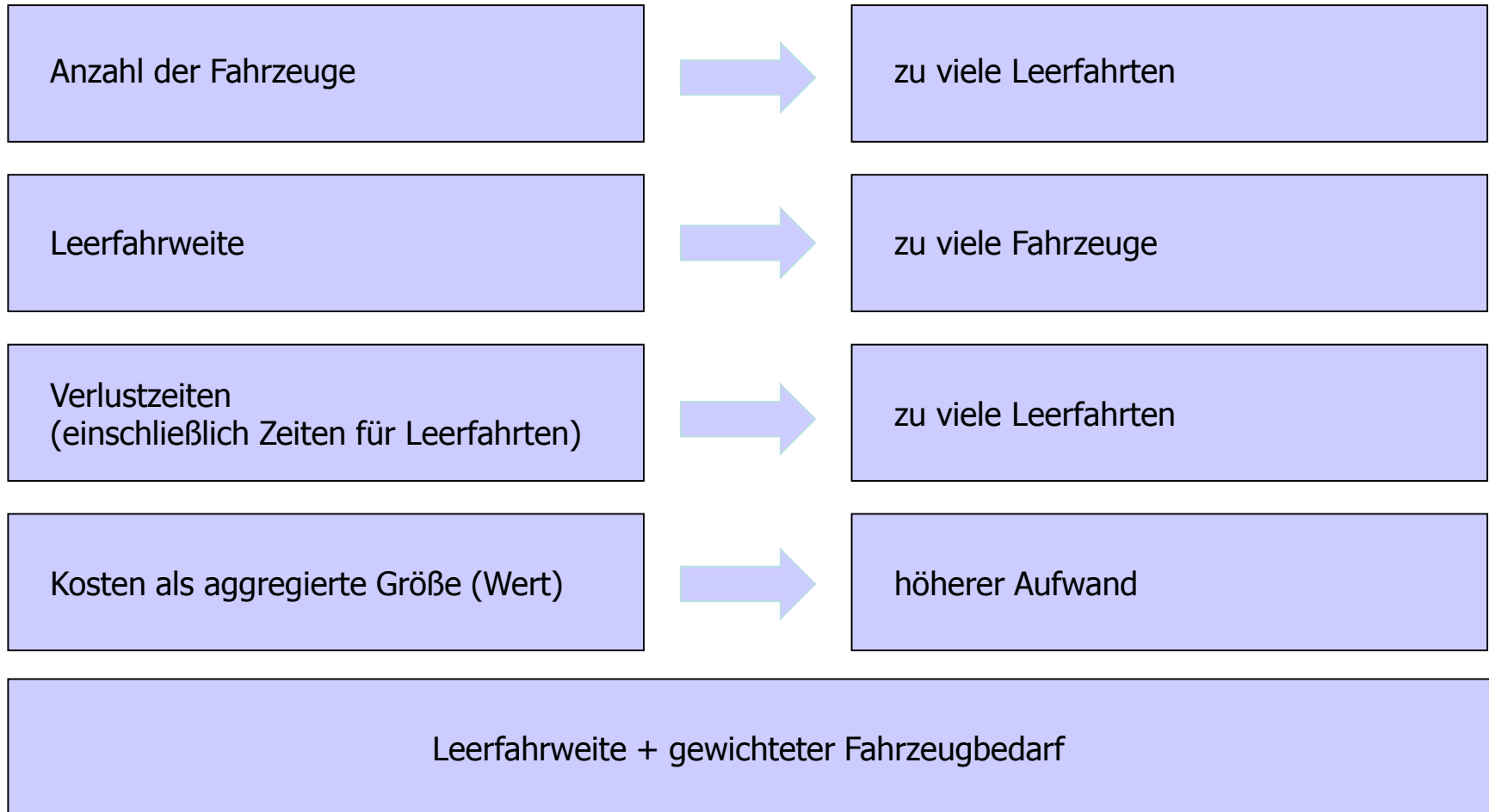
Für jeden Standort I eines Fahrzeuges gilt:

$$x_{Ia} + x_{Ib} + \dots + x_{II} + \dots + x_{Iz} (+x_{I1} + x_{I2} + \dots) + x_{II} (+\dots + x_{IN}) = 1$$

und

$$x_{aI} + x_{bI} + \dots + x_{II} + \dots + x_{zI} (+x_{1I} + x_{2I} + \dots) + x_{II} (+\dots + x_{NI}) = 1$$

Aufwandskriterien:



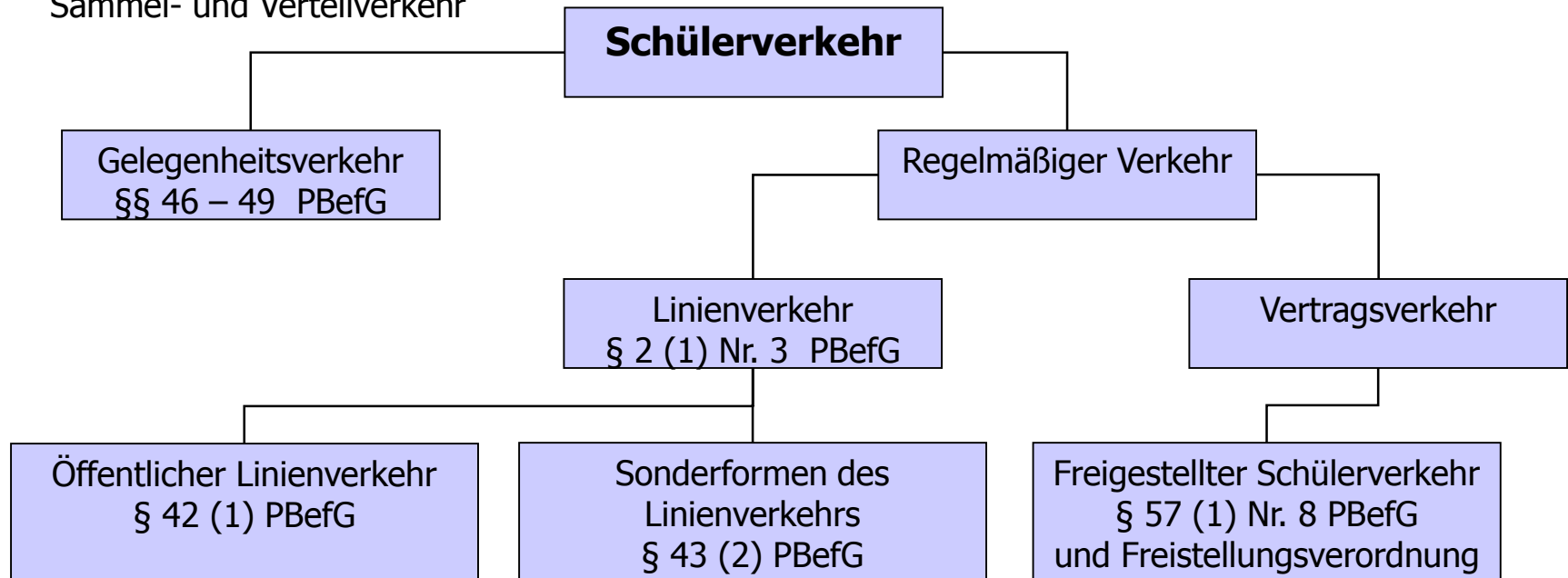
- Aufwandswert 0:
 - alle c_{II}
- Aufwandswert ∞ :
 - alle c_{ij} , die zeitlich nicht möglich sind
 - alle c_{IJ} , mit $I \neq J$
 - alle c_{Ii} und c_{iI} , für die das im Standort I stehende Fahrzeug wegen zu geringen Platzangebotes oder wegen Einsatzverbotes die Fahrt i nicht ableisten kann
- unberücksichtigt bleibt:
 - Rückkehr zum Standort
 - unterschiedliches Platzangebot oder Einsatzverbote
 - Randbedingungen der Dienstbildung

- 5. Wagenlaufplanung**
- 5.1. Einführung**
 - 5.1.1. Einordnung in die Betriebsplanung
 - 5.1.2. Zuordnung zu den Betriebsformen
 - 5.1.3. Aufgabe und Zielstellung
 - 5.1.4. Einteilung
 - 5.1.5. Erforderliche Angaben und Randbedingungen
- 5.2. Wagenlaufplanung beim starren Fahrplan**
 - 5.2.1. Anwendung
 - 5.2.2. Vorgehensweise
 - 5.2.3. Besonderheiten
- 5.3. Wagenlaufplanung beim nicht starren Fahrplan**
 - 5.3.1. Anwendung
 - 5.3.2. Vorgehensweise
 - 5.3.3. Beispiel
 - 5.3.4. Algorithmus
 - 5.3.5. Aufwandskriterien
- 5.4. Wagenlaufplanung bei Sonderformen des Linienverkehrs**
 - 5.4.1. Anwendung
 - 5.4.2. Vorgehensweise

Anwendung:

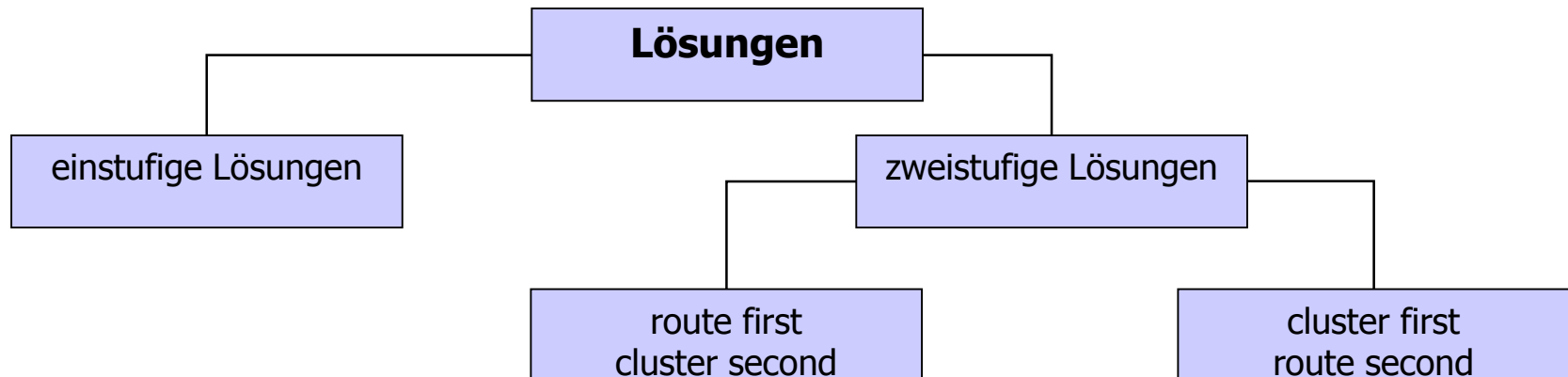
- Schülerverkehr, Werkverkehr:

Sammel- und Verteilverkehr



Vorgehensweise:

- Grundsätze:
 - Bilden von offenen Touren (Ein-Zentrum-Mehr-Touren-Problem)
 - Sichern der maßgebenden Ankunfts- oder Abfahrtszeiten
 - Vermeiden von Doppelbedienungen
 - Begrenzen des Umweges
- Lösungen:



einstufige Lösung

- bei vielen Haltestellen und Fahrten sehr aufwändig
- nähert sich dem Optimum besser
- exakte Verfahren
- Näherungsverfahren

zweistufige Lösung:

- weniger arbeitsaufwändig
- unter Umständen vom Optimum weiter entfernt
- route first-cluster second
Reihenfolgebestimmung (im Bediengebiet)
Bildung von Fahrtenbereichen
- cluster first-route second
Fahrtenbereichsbildung
Reihenfolgebestimmung (im Fahrtenbereich)

6. Dienstplanung

6.1. Einführung

- 6.1.1. Aufgabe und Teilprobleme
- 6.1.2. Entwicklungstendenzen
- 6.1.3. Arten
- 6.1.4. Rechtliche Grundlagen

6.2. Dienstbildung

- 6.2.1. Gesetzliche und tarifvertragliche Randbedingungen
- 6.2.2. Abschätzen der Dienstanzahl
- 6.2.3. Ziele und Verfahren
- 6.2.4. Pausengewährung beim starren Fahrplan

6.3. Dienststreichung

- 6.3.1. Gesetzliche und tarifvertragliche Randbedingungen
- 6.3.2. Dienstserie
- 6.3.3. Basisgruppe
- 6.3.4. Dienstplanturnus

6. Dienstplanung

6.4. Dienstbesetzung

6.4.1. Gesetzliche und tarifvertragliche Randbedingungen

6.4.2. Ziele und Verfahren

6.5. Ermitteln des Arbeitnehmerbedarfs

6.5.1. Ausgangsgröße Verkehrsleistung

6.5.2. Ausgangsgröße Dienstanzahl

6.6. Wirkungsgrad des Personaleinsatzes

6.6.1. Definition und Darstellung

6.6.2. Fahrplanwirkungsgrad

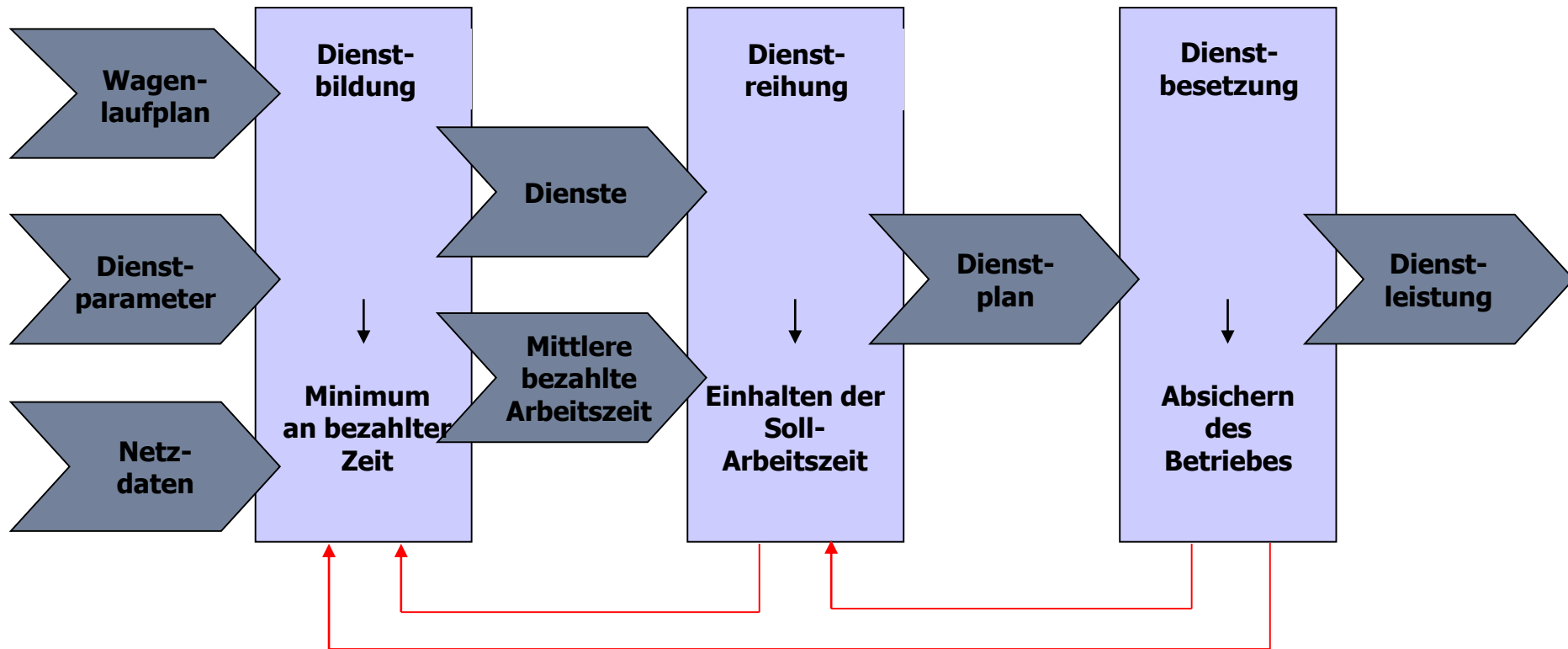
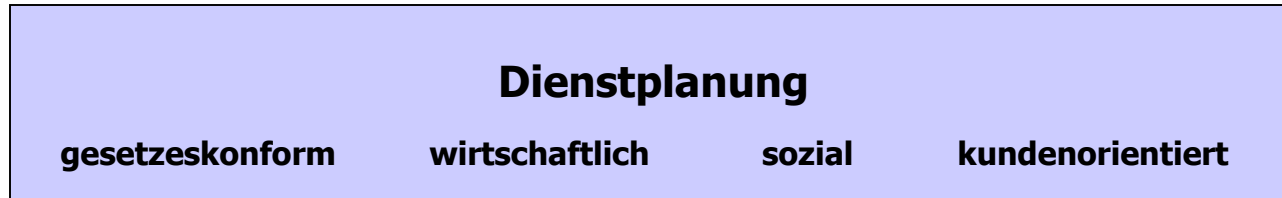
6.6.3. Dienstplanwirkungsgrad

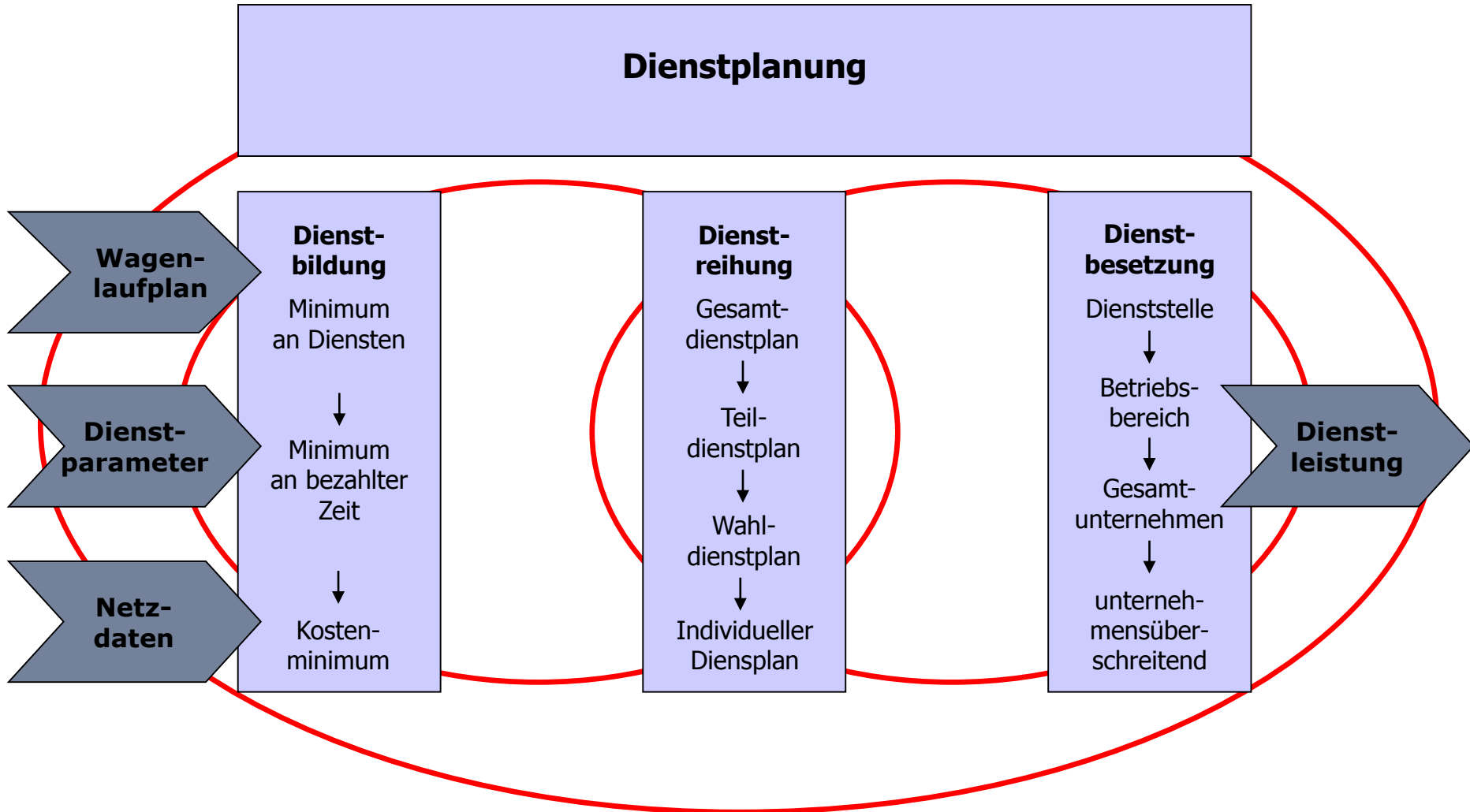
6.6.4. Wirkungsgrad der operativen Dienstbesetzung

6.6.5. Wirkungsgrad zum Berücksichtigen sozialpolitischer Einflüsse

- [VKA 13] Vereinigung der kommunalen Arbeitgeberverbände (VKA):
Tarifvertrag zur Bewältigung des demografischen Wandels im Nahverkehr.- 2013
- [ACK 10] Ackermann, T. u.a.: Die Fachkraft im Fahrbetrieb – Lehrbuch und Nachschlagewerk für die berufliche und schulische Ausbildung.- München: Verlag Heinrich Vogel - in der Springer Fachmedien München GmbH, 2010
- [KAV 08] Kommunalen Arbeitgeberverband Sachsen-Anhalt e.V.:
Spartentarifvertrag Nahverkehr Sachsen-Anhalt (TV-N LSA).- Halle (Saale): 2014 (3.Auflage)
- [KAV 03] Kommunalen Arbeitgeberverband Sachsen e.V.; Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft ver.di e.V.: Spartentarifvertrag Nahverkehr Sachsen (TV-N Sachsen).- Dresden: 2003
- [KAV 01] Kommunalen Arbeitgeberverband Baden-Württemberg; Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft ver.di: Bezirkstarifvertrag für die kommunalen Nahverkehrsbetriebe Baden-Württemberg (BzTV-N BW) vom 13.11.2001 in der Fassung des 8. Änderungstarifvertrages vom 12.02.2015.- Stuttgart: 2015
- [VDV 00] Ausschuss für Arbeits- und Verkehrsmedizin, Betriebsausschuss und Ausschuss für Personalwirtschaft des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV):
Empfehlungen zur Dienstplangestaltung im Fahrdienst.-
Köln: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2000
- [VÖV 86] Ausschuss für Personalwirtschaft des Verbandes Öffentlicher Verkehrsbetriebe (VÖV):
Verkehrsrhythmus und Turnus im Fahrdienst.- Köln: Alba-Fachverlag, 1986

- 6. Dienstplanung
 - 6.1. Einführung**
 - 6.1.1. Aufgabe und Teilprobleme
 - 6.1.2. Entwicklungstendenzen
 - 6.1.3. Arten
 - 6.1.4. Rechtliche Grundlagen
 - 6.2. Dienstbildung
 - 6.3. Dienststreuung
 - 6.4. Dienstbesetzung
 - 6.5. Ermitteln des Arbeitnehmerbedarfs
 - 6.6. Wirkungsgrad des Personaleinsatzes





Dienstplan für Fahrplanabschnitt

Bahnverkehr,
Stadtverkehr in großen Netzen

gebunden an festen Dienstplanturnus

gleichmäßige Dienstverteilung

Berücksichtigung von Wochenfeiertagen,
betrieblichen Besonderheiten und
persönlichen Wünschen nur operativ
möglich

geringer Erstellungsaufwand

hoher operativer Aufwand

Monatsdienstplan

Regionalverkehr,
Stadtverkehr in kleinen Netzen

ungebunden

freizügige Dienstverteilung

Berücksichtigung von Wochenfeiertagen,
betrieblichen Besonderheiten und
persönlichen Wünschen möglich

hoher Erstellungsaufwand

geringer operativer Aufwand

Verordnung (EG) Nr. 561/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 3821/85 und (EG) Nr. 2135/98 des Rates sowie zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 3820/85 des Rates vom 15.03.2006

zuletzt geändert durch Artikel 45 der Verordnung vom 04.02.2014

in der Fassung der Berichtigung vom 18.04.2015

Amtsblatt der EU Nr. L 102/1

Amtsblatt der EU Nr. L 60/1

Amtsblatt der EU Nr. L 101/62

Gesetz zur Vereinheitlichung und Flexibilisierung des Arbeitszeitrechts (Arbeitszeitgesetz - ArbZG) vom 06.06.1994

zuletzt geändert durch Artikel 3, Absatz 6 des Gesetzes vom 20.04.2013

BGBl. I S. 1170 ff.

BGBl. I S. 868

Gesetz über das Fahrpersonal von Kraftfahrzeugen und Straßenbahnen (Fahrpersonalgesetz - FPersG) vom 30.03.1971

in der Fassung der Bekanntmachung vom 19.02.1987

zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 02.03.2015

BGBl. I S. 277 ff.

BGBl. I S. 640 ff.

BGBl. I S. 186

Verordnung zur Durchführung des Fahrpersonalgesetzes (Fahrpersonalverordnung - FPersV) vom 27.06.2005

zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 08. 08. 2017

BGBl. I S. 1882 ff.

BGBl. I S. 3158

Verordnung zur Regelung der Arbeitszeit der in den Gesellschaften des Deutsche Bahn Konzerns zugewiesenen Beamtinnen und Beamten des Bundeseisenbahnvermögens (Eisenbahnarbeitszeitverordnung - EAZV) vom 17.10.2006

BGBl. I S. 2353

Betriebsverfassungsgesetz (Betriebsverfassungsgesetz - BetrVG) vom 15.01.1972

in der Fassung der Bekanntmachung vom 25.09.2001

zuletzt geändert durch Artikel 3, Absatz 4 des Gesetzes vom 20.04.2013

BGBl. I S. 2518

BGBl. I S. 868

Manteltarifverträge wie TV-N der Länder

Betriebliche Vereinbarungen

Gepflogenheiten

- 6. **Dienstplanung**
 - 6.1. **Einführung**
 - 6.2. Dienstbildung**
 - 6.2.1. Gesetzliche und tarifvertragliche Randbedingungen
 - 6.2.2. Abschätzen der Dienstanzahl
 - 6.2.3. Ziele und Verfahren
 - 6.2.4. Pausengewährung beim starren Fahrplan
 - 6.3. **Dienststreichung**
 - 6.4. **Dienstbesetzung**
 - 6.5. **Ermitteln des Arbeitnehmerbedarfs**
 - 6.6. **Wirkungsgrad des Personaleinsatzes**

maximal zulässige werktägliche Arbeitszeit, Ruhepausen ausgenommen:

8 h

10 h

wenn innerhalb von 6 Kalendermonaten oder 24 Wochen im Mittel ≤ 8 h;
bei Nachtarbeitnehmern, die also an ≥ 48 Tagen im Kalenderjahr oder
normalerweise in Wechselschicht zwischen 23 und 6 Uhr > 2 h arbeiten,
innerhalb von 1 Kalendermonat oder 4 Wochen

maximal zulässige Arbeitszeit an Sonn- und Feiertagen in vollkontinuierlichen Schichtbetrieben, Ruhepausen ausgenommen:

12 h

wenn in einem Tarifvertrag oder aufgrund eines Tarifvertrages in einer Betriebsvereinbarung zugelassen, um zusätzliche Ruhetage an diesen Tagen zu schaffen

maximal zulässige Arbeitszeit ohne Ruhepause:

6,0 h

gemäß ArbZG für alle abhängig Beschäftigten

maximal zulässige Lenkzeit ohne Unterbrechung:

4,5 h

gemäß FPersV oder Verordnung EG 561/2006 für Kraftfahrer, enthält alle Zeiten, in denen sich das Fahrzeug bewegt oder der Motor läuft

vorgeschriebene Lenkzeitunterbrechungen¹⁾ im Buslinien- und Gelegenheitsverkehr:**45 min oder
3 x 15 min**bei Linienlänge ≥ 50 km und
im Gelegenheitsverkehr**30 min oder
2 x 20 min oder
3 x 15 min**bei Linienlänge < 50 km**Wendezeiten ≥ 10 min**wenn sie $\geq 1/6$ der Lenkzeit bei Linienlänge < 50 km und mittlerem
Haltestellenabstand ≤ 3 km; im Tarifvertrag auch 8 min zulässig

- 1) Lenkzeitunterbrechungen zählen selbst nicht zur Lenkzeit;
nach Erreichen von insgesamt 45 min Lenkzeitunterbrechung beginnt ein neuer Lenkzeitabschnitt

minimal mögliche Ruhepausen aller abhängig Beschäftigten:**30 min**bei Arbeitszeit 6.01 h ... 9.00 h; zulässig auch 2 x 15 min ²⁾**45 min**bei Arbeitszeit 9.01 h ... 12.00 h; zulässig auch 3 x 15 min ²⁾**Wendezeiten ≥ 10 min**wenn sie $\geq 1/6$ der Lenkzeit und \geq obige Länge;
im Tarifvertrag auch 8 min zulässig**Wendezeiten ≥ 8 min**wenn sie $\geq 1/5$ der Lenkzeit und \geq obige Länge

- 2) bei Nichtfahrbediensteten auch Kurzpausen ab 3 ... 5 min zulässig, bei verbeamteten Nichtfahrbediensteten ab 5 min

gemäß TV-N Sachsen; TV-N LSA

dienstplanmäßige tägliche Arbeitszeit:

8,5 h grundsätzlich,
abweichende Regelungen sind betrieblich zu vereinbaren

9,5 h in Ausnahmefällen

Dienstschrift: (reine Arbeitszeit + Pausen + Wendezeiten)

12 h

14 h in betriebsnotwendigen Fällen

18 h bei Fernfahrten im Gelegenheitsverkehr, bei Sonderfahrten mit Straßenbahn oder Bus;
wenn ≥ 8 h Ruhezeit enthalten und ≥ 11 h Ruhezeit vorangehen und folgen,
maximal einmal pro Woche,
maximal zweimal pro Woche

minimal mögliche Ruhepausen:

Wendezeiten ≥ 8 min wenn sie \geq der gesetzlich vorgeschriebenen Länge
Gestaltungsspielraum, wie $> 1/6$ der Lenk-/Kurbelzeit laut
Fahr- oder Dienstplan, ist betrieblich zu regeln

gemäß BzTV-N BW

dienstplanmäßige tägliche Arbeitszeit:

8,5 h

9,5 h in Ausnahmefällen

10 h an höchstens 30 Werktagen im Jahr

Dienstschicht: (reine Arbeitszeit + Pausen + Wendezeiten)

12 h

14 h in betriebsnotwendigen Fällen

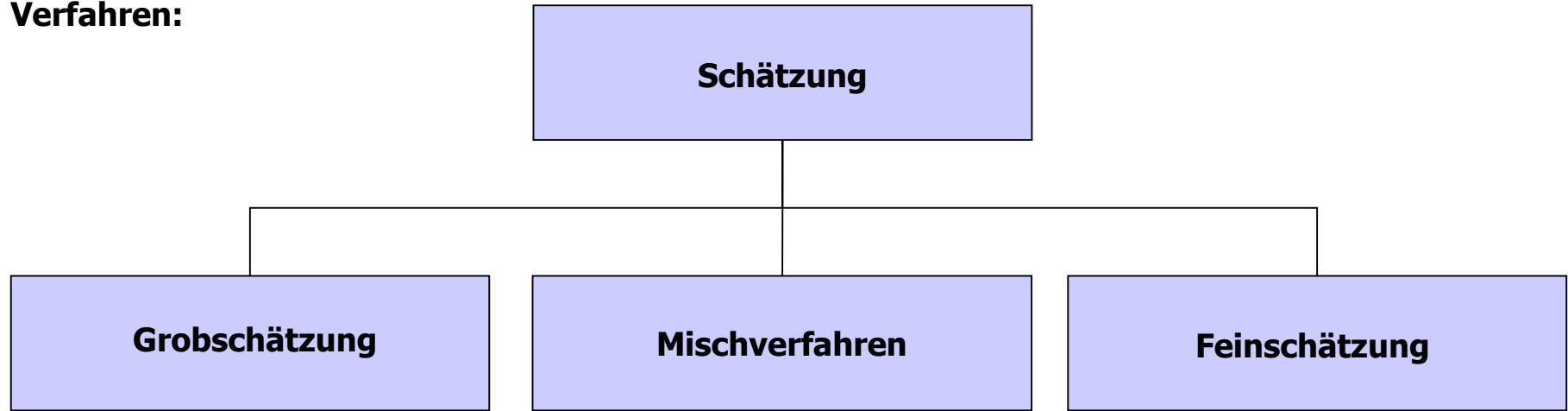
18 h bei Fernfahrten im Gelegenheitsverkehr, bei Sonderfahrten mit Straßenbahn oder Bus;
wenn ≥ 8 h Ruhezeit enthalten und ≥ 11 h Ruhezeit vorangehen und folgen,
maximal zweimal pro Woche

minimal mögliche Ruhepausen:

Wendezeiten ≥ 8 min

wenn sie \geq der gesetzlich vorgeschriebenen Länge und
 $\geq 1/6$ der Lenkungs-/Kurbelzeit laut Fahr- oder Dienstplan

Verfahren:



Ziele:

- Ermitteln der Dienstanzahl über die einzelnen Wagenlauf-Einsatzzeiten

Eigenschaften:

- bei vielen kurzen Einsatzzeiten genauer
- auf 0,5 Dienste genau

Beispiele:

- Ermitteln der Dienstanzahl über die Summe der Wagenlauf-Einsatzzeiten

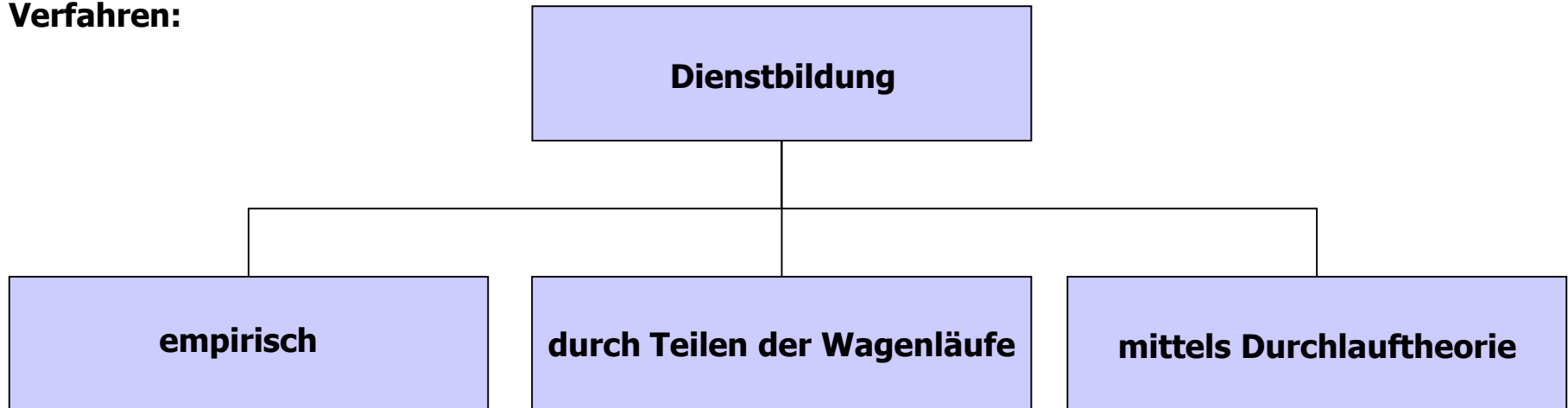
- bei vielen langen Einsatzzeiten genauer
- beliebig genau
- entspricht Minimum

Ziele:

Besetzen aller Wagenläufe einschließlich Vorbereitungs-, Abschluss- und Bereitschaftszeiten zu jeder Minute mit genau einem Personal

- wirtschaftlich
 - minimaler Arbeitnehmerbedarf
 - minimale Arbeitszeitsumme
 - minimale Arbeitskosten
- sozial
- gesetzeskonform
- kundenorientiert

Verfahren:



Ziele:

Ermitteln der Wagenläufe, zwischen denen das Personal tatsächlich oder scheinbar übergehen muss

Dienstdurchlauf:

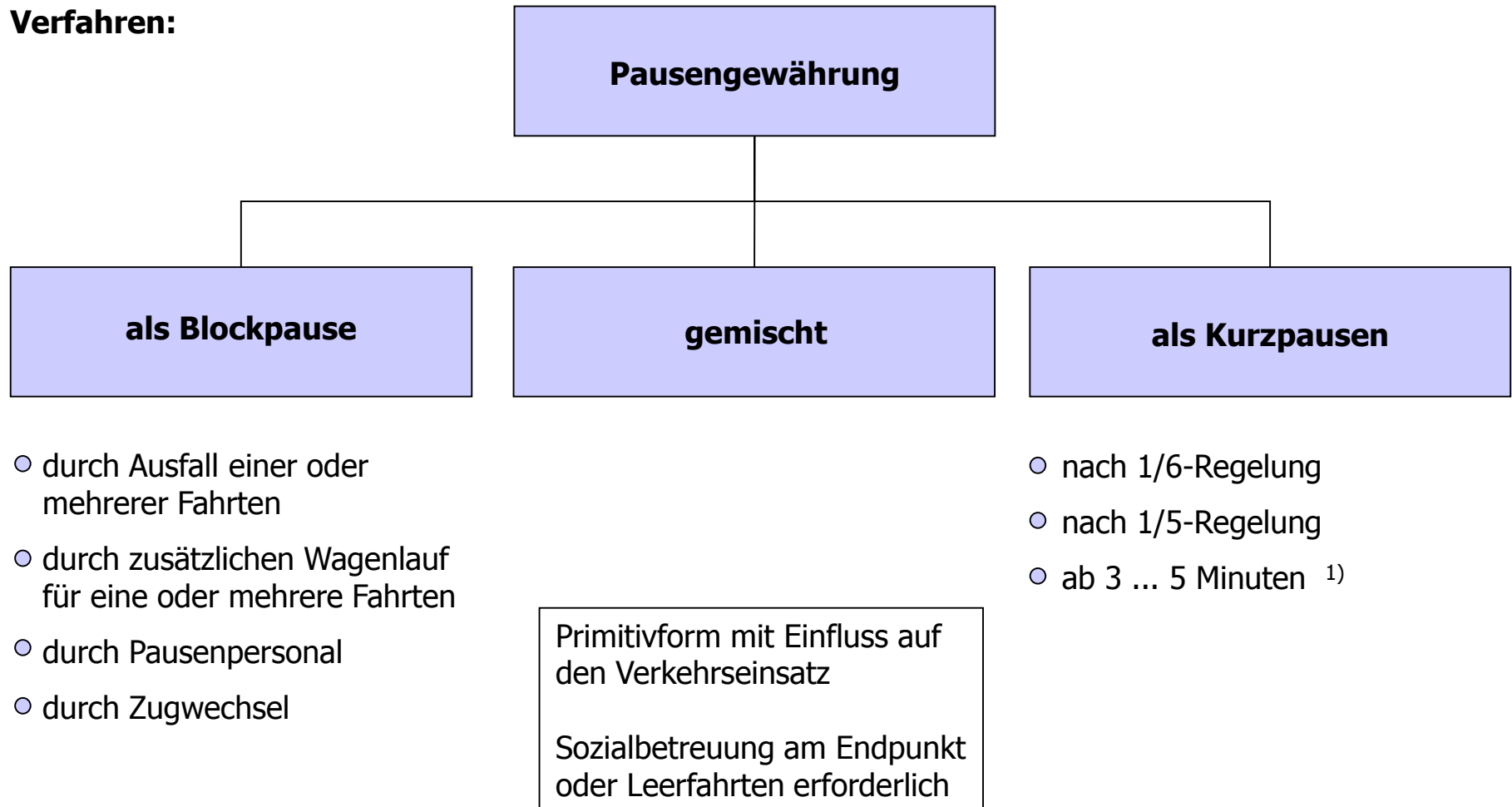
Ist ein mathematisches Modell, von dem

- jeder Wagenlauf
- über die gesamte Einsatzzeit
- gleichzeitig einmal und nur einmal

erfasst wird.

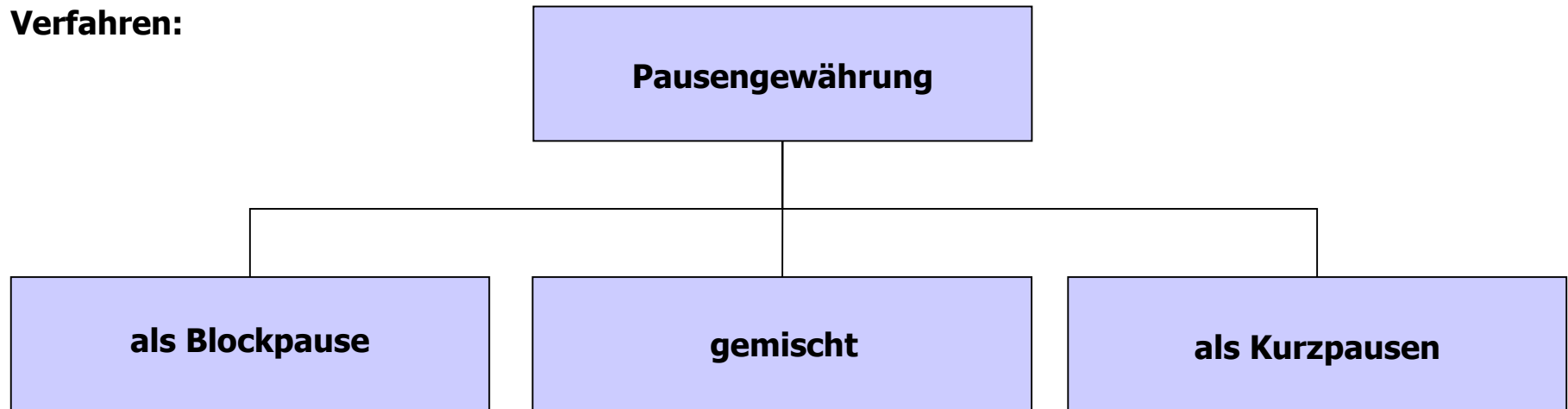
Beispiele:

Verfahren:



¹⁾ nur bei Nichtfahrbediensteten

Verfahren:



- durch Ausfall einer oder mehrerer Fahrten
- durch zusätzlichen Wagenlauf für eine oder mehrere Fahrten
- durch Pausenpersonal
- durch Zugwechsel

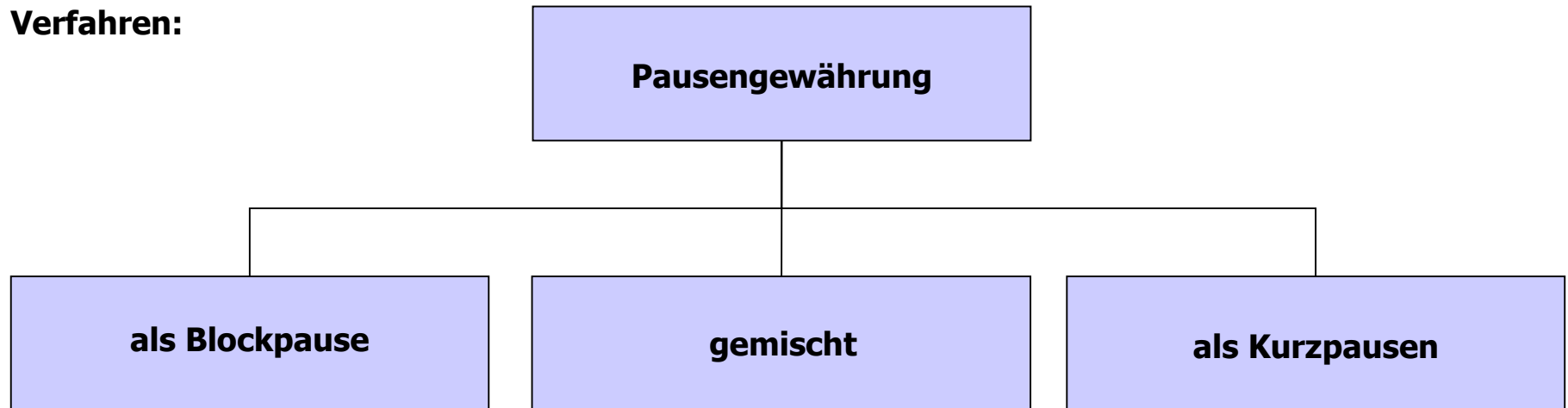
elegantere Form mit Einfluss auf den Wagenlaufplan

Sozialbetreuung am Endpunkt, Abstell- und Fahrzeugkapazität sowie gegebenenfalls Taktzeitwechsel oder Leerfahrten erforderlich

- nach 1/6-Regelung
- nach 1/5-Regelung
- ab 3 ... 5 Minuten ¹⁾

¹⁾ nur bei Nichtfahrbediensteten

Verfahren:



- durch Ausfall einer oder mehrerer Fahrten
- durch zusätzlichen Wagenlauf für eine oder mehrere Fahrten
- durch Pausenpersonal
- durch Zugwechsel

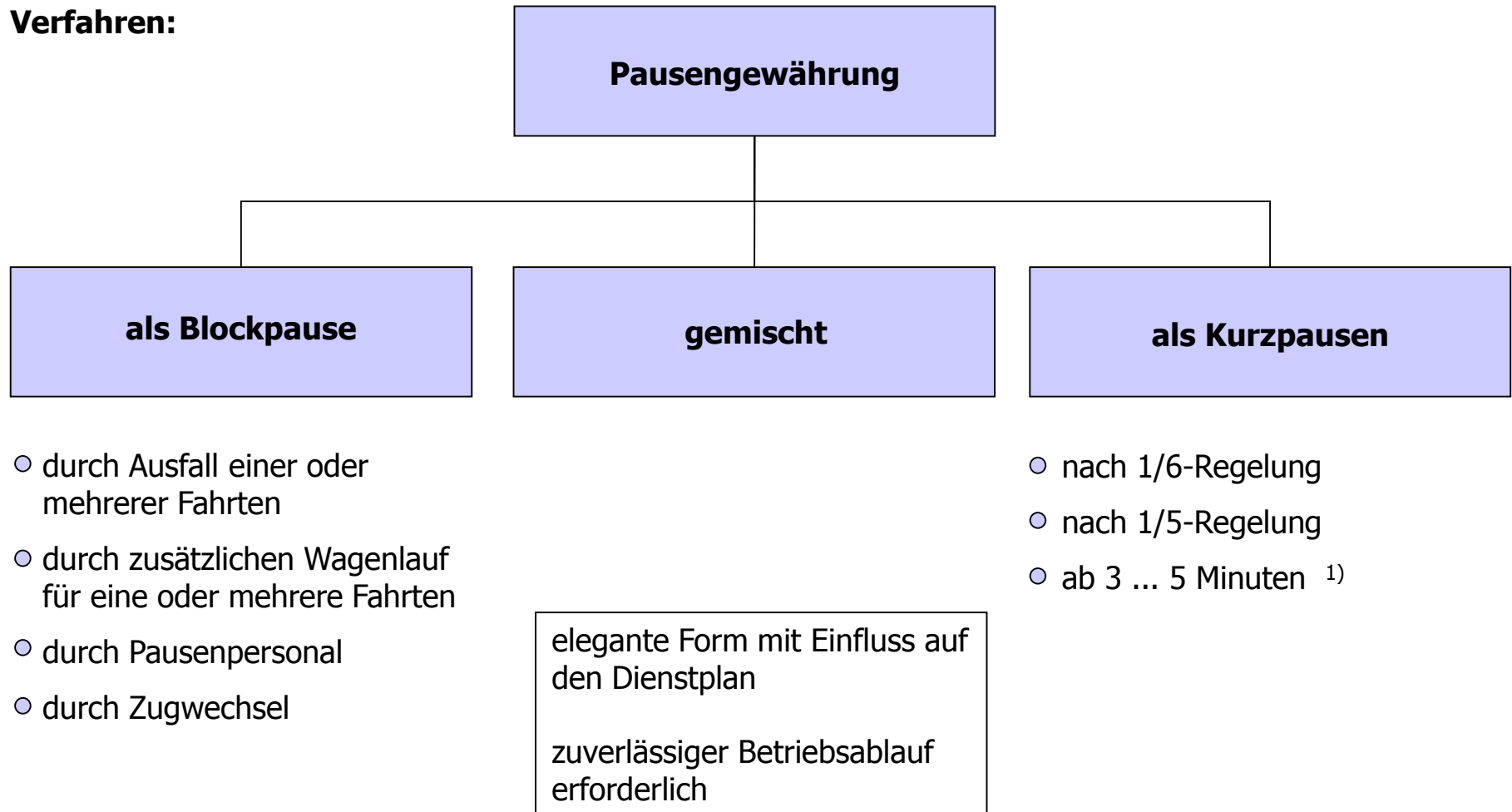
primitive Form mit Einfluss auf den Dienstplan

definierte Summe aus zweifacher Beförderungszeit zum Endpunkt und Wendezeit erforderlich, ansonsten unwirtschaftlich

- nach 1/6-Regelung
- nach 1/5-Regelung
- ab 3 ... 5 Minuten ¹⁾

¹⁾ nur bei Nichtfahrbediensteten

Verfahren:



¹⁾ nur bei Nichtfahrbediensteten

- 6. Dienstplanung
 - 6.1. Einführung
 - 6.2. Dienstbildung
 - 6.3. Dienstreihung**
 - 6.3.1. Gesetzliche und tarifvertragliche Randbedingungen
 - 6.3.2. Dienstserie
 - 6.3.3. Basisgruppe
 - 6.3.4. Dienstplanturnus
 - 6.4. Dienstbesetzung
 - 6.5. Ermitteln des Arbeitnehmerbedarfs
 - 6.6. Wirkungsgrad des Personaleinsatzes

Abweichungen in Tarifverträgen weitgehend zulässig

maximal zulässige wöchentliche Arbeitszeit

- 48 h**
- 60 h** wenn innerhalb von 4 Kalendermonaten oder 16 Wochen im Mittel ≤ 48 h

minimale Ruhezeit zwischen zwei Diensten ohne Ruhetage

- 11 h**
- 10 h** in Verkehrsbetrieben bei Ausgleich auf $12 \text{ h} \leq 4$ Wochen
- 9 h** ≤ 3 x je Woche
Ruhezeit kann in 2...3 Zeitabschnitten gewährt werden, wenn 1 Abschnitt ≥ 8 h
und deren Summe ≥ 12 h

minimale Ruhezeit zwischen zwei Diensten mit Ruhetagen

- 60 h** bei 5-Tage-Woche
- 36 h** bei 6-Tage-Woche mit täglicher Ruhezeit
- 35 h** bei 6-Tage-Woche mit täglicher Ruhezeit und Ersatzruhetag

minimale Anzahl freier Sonntage im Jahr

- 15**
- 10** wenn in einem Tarifvertrag oder aufgrund eines Tarifvertrages in einer Betriebsvereinbarung zugelassen

innerhalb von 2 Wochen, bei Wochenfeiertagen von 8, ist Ersatzruhetag zu gewähren;
dieser kann bei Wochenfeiertagen nach Tarifvertrag entfallen

minimale Ruhezeit zwischen zwei Diensten ohne Ruhetage:

- 10 h** mindestens
11 h ≤ 2 x je Woche bei Dienstschichten bis zu 18 h

minimale Ruhezeit zwischen zwei Diensten mit Ruhetagen:

- 60 h** bei 5-Tage-Woche
56 h in Ausnahmefällen¹⁾, wenn es die Betriebsverhältnisse erfordern
36 h bei 6-Tage-Woche mit täglicher Ruhezeit
32 h in Ausnahmefällen¹⁾, wenn es die Betriebsverhältnisse erfordern

¹⁾ darf nicht vorab geplant werden

minimale Anzahl freier Sonntage im Jahr:

- 10** im Jahresdurchschnitt

Dienstserie:

Dienste zwischen zwei Ruhetagen + darauf folgende Ruhetage

- Länge: 4 ... 8 d; 7 d nur ausnahmsweise
- Zahl der Dienste: 3 ... 6

Basisgruppe:

Eine oder mehrere Dienstserien mit definierten Schnittstellen für Beginn und Ende

- Länge: 1 ... 6 Wochen; längere möglich
- Zahl der Dienste: 5 je Woche; Abweichungen möglich

Wochen-Nr.	so	mo	di	mi	do	fr	sa
------------	----	----	----	----	----	----	----

B 1 (einwöchig aus 1 Dienstserie mit 2 Ruhetagen)

1.	Ruhe						Ruhe
----	------	--	--	--	--	--	------

B 3 (dreiwöchig aus 4 Dienstserien mit letztlich 6 Ruhetagen)

1.	(Ruhe)				Ruhe	Ruhe	
2.				Ruhe	↓		
3.		Ruhe	Ruhe				(Ruhe)

(Ruhe)

Zusatz-Ruhetag, wird nur an einem Teil der so gekennzeichneten Tage gewährt

Ruhe

Ruhetag, der in bestimmten Fällen in die nachfolgende Woche verschoben wird

B 4 (vierwöchig aus 5 Dienstserien mit letztlich 8 Ruhetagen)

1.	Ruhe					Ruhe	(Ruhe)
2.				Ruhe	Ruhe		
3.			Ruhe	↓			
4.	(Ruhe)	Ruhe					Ruhe

B 6 (5) (sechswöchig aus 5 Dienstserien mit letztlich 12 Ruhetagen)

1.	Ruhe	Ruhe					
2.		Ruhe	Ruhe				
3.			Ruhe	Ruhe			
4.				Ruhe	Ruhe		
5.					Ruhe	Ruhe	
6.						Ruhe	Ruhe

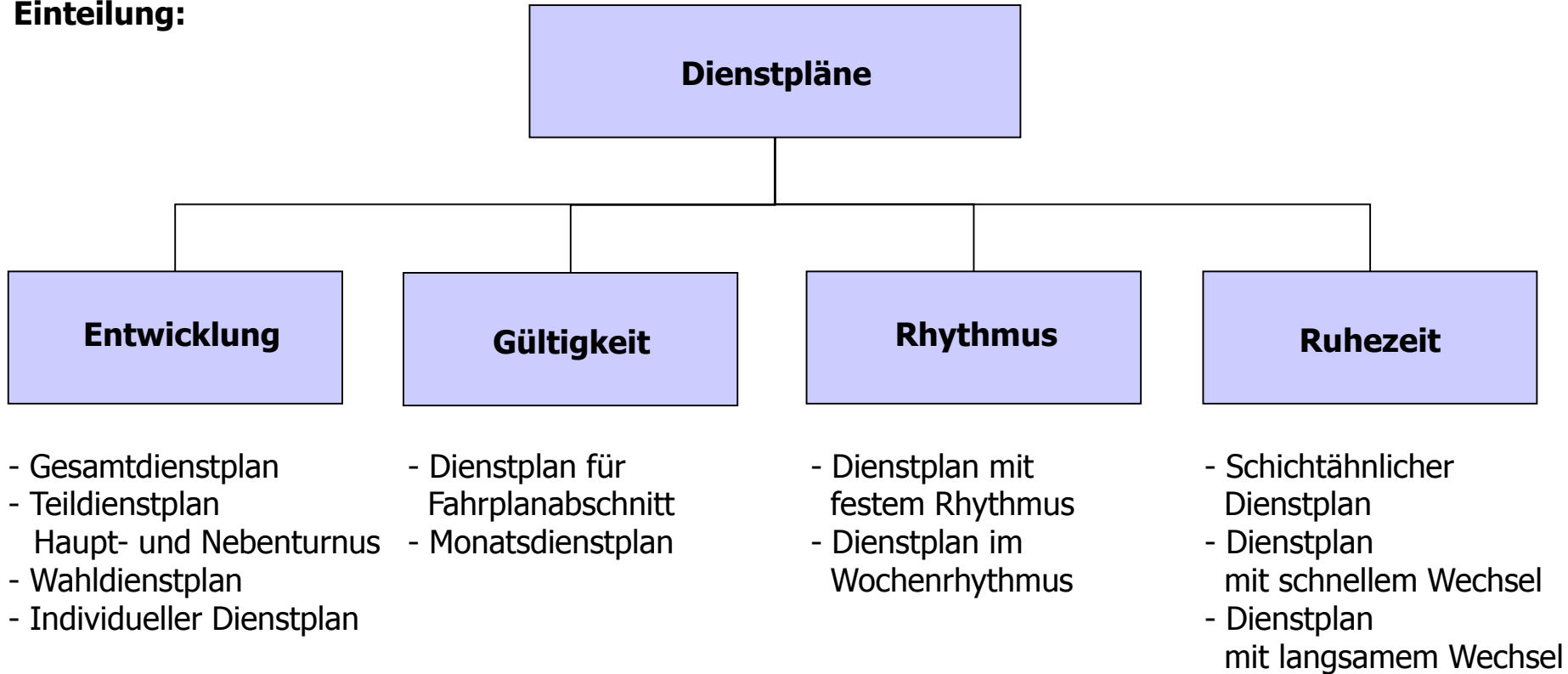
B 6 (7) (sechswöchig aus 7 Dienstserien mit letztlich 12 Ruhetagen)

1.	<Ruhe>				<Ruhe>	Ruhe	<Ruhe>
2.				<Ruhe>	Ruhe	<Ruhe>	
3.			<Ruhe>	Ruhe	<Ruhe>		
4.		<Ruhe>	Ruhe	<Ruhe>			
5.	<Ruhe>	Ruhe	<Ruhe>				<Ruhe>
6.	Ruhe	<Ruhe>				<Ruhe>	Ruhe

<Ruhe>

Zusatz-Ruhetag, wird nur an einem Teil der so gekennzeichneten Tage insgesamt 5x in der Basisgruppe gewährt

Einteilung:



4 Arbeitstage + 1 Ruhetag

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So

		100			100	100

Z_{sa}	Z_{so}	t_x
0	0	7,09

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So

		100			100	
						75

Z_{sa}	Z_{so}	t_x
0	1	7,24

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So

		100			100	
						50

Z_{sa}	Z_{so}	t_x
0	2	7,42

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So

		100			100	
						25

Z_{sa}	Z_{so}	t_x
0	3	8,00

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So

		100			100	
						0

Z_{sa}	Z_{so}	t_x
0	4	8,20

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So

		100				
					75	75

Z_{sa}	Z_{so}	t_x
1	1	7,42

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So

		100				
					75	50

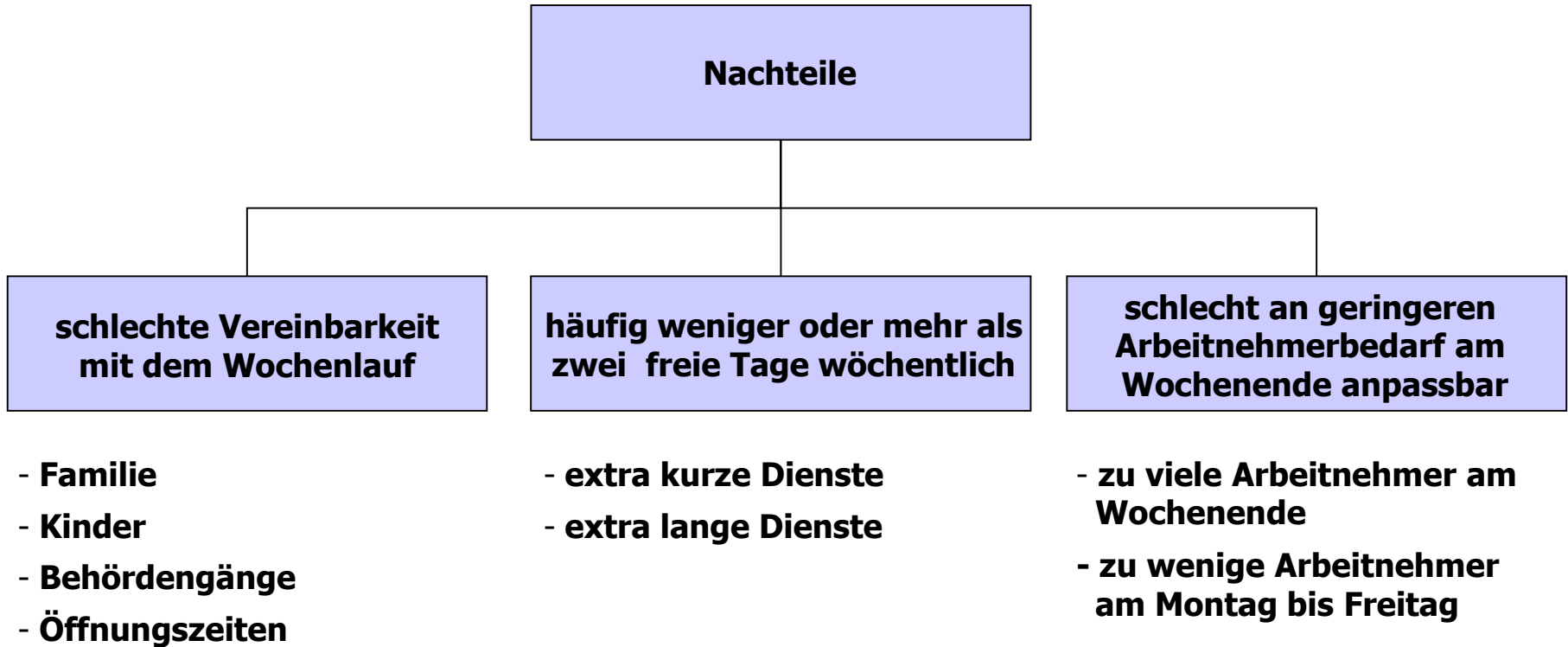
Z_{sa}	Z_{so}	t_x
1	2	8,00

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So

		100				
					75	25

Z_{sa}	Z_{so}	t_x
1	3	8,20

Quelle:
Verkehrsrhythmus und Turnus im
Fahrdienst.-
Ausschuss für Personalwirtschaft des
Verbandes Öffentlicher Verkehrsbetriebe
(VÖV), 1986



Dienstplan im Wochenrhythmus



Bestehend aus Rahmenbasisgruppen mit zwei freien Tagen je Woche

Wochen Nr.	Schichtlage	so	mo	di	mi	do	fr	sa
B_f								
1.	f	Ruhe	f	f	f	f	f	Ruhe
B_s								
1.	s	Ruhe	s	s	s	s	s	Ruhe
$B_{fs/fs}$								
1.	f	Ruhe	f	f	f	f	Ruhe	s
2.	s/f	s	s	s	Ruhe	Ruhe	f	f
3.	s	f	/Ruhe/	Ruhe	s	s	s	s
$B_{sf/sf}$								
1.	s	s	s	s	s	Ruhe	Ruhe	f
2.	s/f	f	f	f	Ruhe	s	s	s
3.	f	s	Ruhe	Ruhe	f	f	f	Ruhe

/ / im Austausch gegen einen
 ↓ Frühschicht-Dienst in eine
 · Frühschicht-Woche nach
 · Sonntags-Ruhe zu verschieben
 f Frühschicht
 s Spätschicht

dabei gilt:

$$\begin{aligned}
 n_{B_f} &= n_{f_{mf}} - k \\
 n_{B_s} &= n_{s_{mf}} - k \\
 n_{B_{fs/fs}} &= n_{s_{sa}} - k \\
 n_{B_{sf/sf}} &= n_{s_{so}} - k \\
 k &= 1/5(n_{f_{sa}} + n_{s_{sa}} + n_{f_{so}} + n_{s_{so}})
 \end{aligned}$$

Randbedingungen:

$$\begin{aligned}
 n_{f_{mf}} ; n_{s_{mf}} ; n_{f_{sa}} ; n_{s_{sa}} ; n_{f_{so}} ; n_{s_{so}} &\geq 0 \text{ (ganzzahlig)} \\
 n_{f_{mf}} ; n_{s_{mf}} &\geq k \\
 n_{f_{sa}} ; n_{f_{so}} &= k \\
 k &\leq n_{s_{sa}} ; n_{s_{so}} \leq 2k \\
 n_{f_{sa}} + n_{s_{sa}} + n_{f_{so}} + n_{s_{so}} &\equiv 0 \pmod{5}
 \end{aligned}$$

- k [-] ganzzahlige Konstante
- n_B [-] Anzahl der jeweiligen Basisgruppen
- n_{mf} [-] Anzahl der Dienste an jedem Montag bis Freitag
- n_{sa} [-] Anzahl der Dienste am Sonnabend
- n_{so} [-] Anzahl der Dienste am Sonn- und Feiertag

Wochen Nr.	so	mo	di	mi	do	fr	sa
B 1							
1.	Ruhe						Ruhe
B 6 (5)							
1.	Ruhe	Ruhe					
2.		Ruhe	Ruhe				
3.			Ruhe	Ruhe			
4.				Ruhe	Ruhe		
5.					Ruhe	Ruhe	
6.						Ruhe	Ruhe

dabei gilt:

$$n_{B1} = n_{mf} - 4 n_{B6(5)}$$

$$n_{B6(5)} = 1/5 n_{sa} = 1/5 n_{so}$$

Randbedingungen:

$$n_{mf} ; n_{sa} ; n_{so} \geq 0 \text{ (ganzzahlig)}$$

$$n_{mf} \geq 4/5 n_{sa}$$

$$n_{mf} \geq 4/5 n_{so}$$

$$n_{sa} ; n_{so} \equiv 0 \pmod{5}$$

- n_B [-] Anzahl der jeweiligen Basisgruppen
 n_{mf} [-] Anzahl der Dienste an jedem Montag bis Freitag
 n_{sa} [-] Anzahl der Dienste am Sonnabend
 n_{so} [-] Anzahl der Dienste am Sonn- und Feiertag

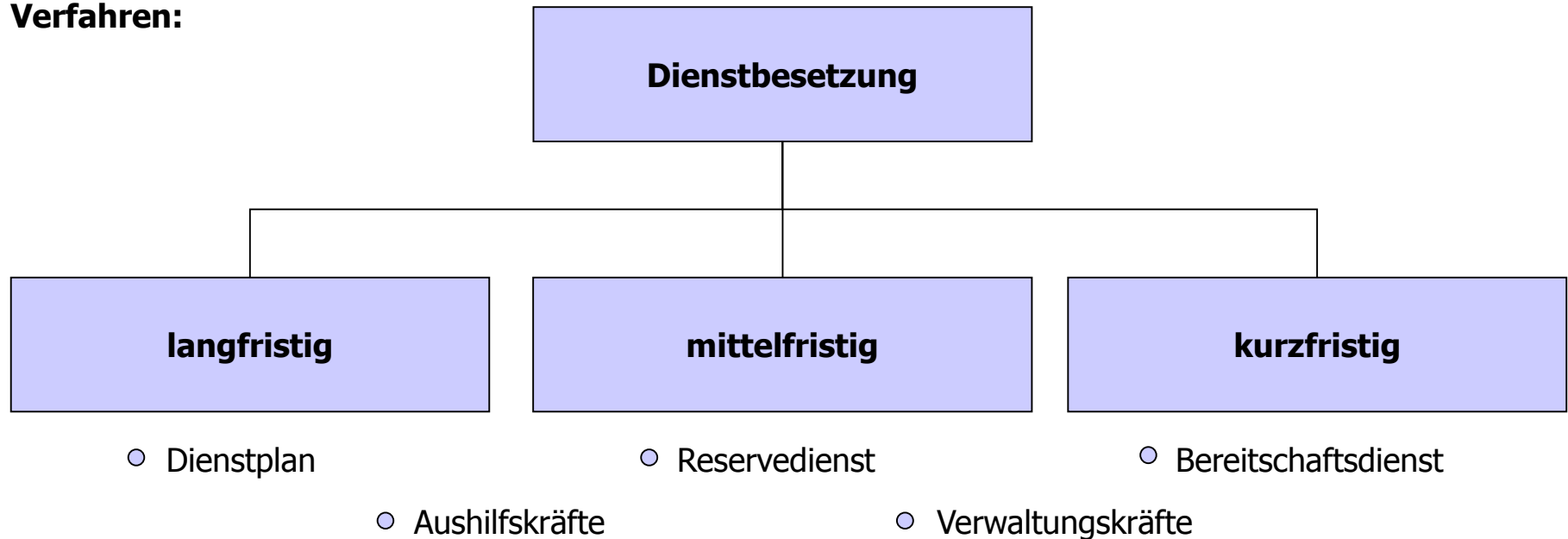
- 6. Dienstplanung
 - 6.1. Einführung
 - 6.2. Dienstbildung
 - 6.3. Dienststreichung
 - 6.4. Dienstbesetzung**
 - 6.4.1. Gesetzliche und tarifvertragliche Randbedingungen
 - 6.4.2. Ziele und Verfahren
 - 6.5. Ermitteln des Arbeitnehmerbedarfs
 - 6.6. Wirkungsgrad des Personaleinsatzes

Ziele:

Absichern des Betriebs trotz Änderungen bei Betriebsmitteln oder Personal

- gesetzestkonform (Avispflicht)
- kundenorientiert
- wirtschaftlich
- sozial

Verfahren:



- 6. Dienstplanung
 - 6.1. Einführung
 - 6.2. Dienstbildung
 - 6.3. Dienststreuung
 - 6.4. Dienstbesetzung
 - 6.5. Ermitteln des Arbeitnehmerbedarfs**
 - 6.5.1. Ausgangsgröße Verkehrsleistung
 - 6.5.2. Ausgangsgröße Dienstanzahl
 - 6.6. Wirkungsgrad des Personaleinsatzes

$$n_{Ak} = \frac{5 \sum \bar{t}_{Emf} + 1 \sum \bar{t}_{Esa} + 1 \sum \bar{t}_{Eso}}{[\zeta \cdot \bar{\eta}_d + (1 - \zeta) \cdot \bar{\eta}_o] \cdot \bar{\eta}_s \cdot \eta_a \cdot W}$$

n_{Ak}	[-]	Zahl der Arbeitnehmer
$\sum t_{Emf}$	[h]	Einsatzzeitsumme montags bis freitags
$\sum t_{Esa}$	[h]	Einsatzzeitsumme samstags
$\sum t_{Eso}$	[h]	Einsatzzeitsumme sonntags
W	[h]	Wochenarbeitszeit
η_a	[-]	Wirkungsgrad zur Anrechnung gezahlten Arbeitszeitausgleichs
η_d	[-]	Dienstplanwirkungsgrad
η_o	[-]	Wirkungsgrad der operativen Dienstbesetzung
η_s	[-]	Wirkungsgrad zum Berücksichtigen von Arbeitszeitverlusten durch Urlaub, Krankheit bezahlte Freistellungen, Zu spät kommen...
ζ	[-]	Anteil der laut Dienstplan zu leistenden Dienste an der Summe der Dienstlängen

$$n_{Ak} \approx \frac{1}{4,62} \cdot \sum t_{Emf}$$

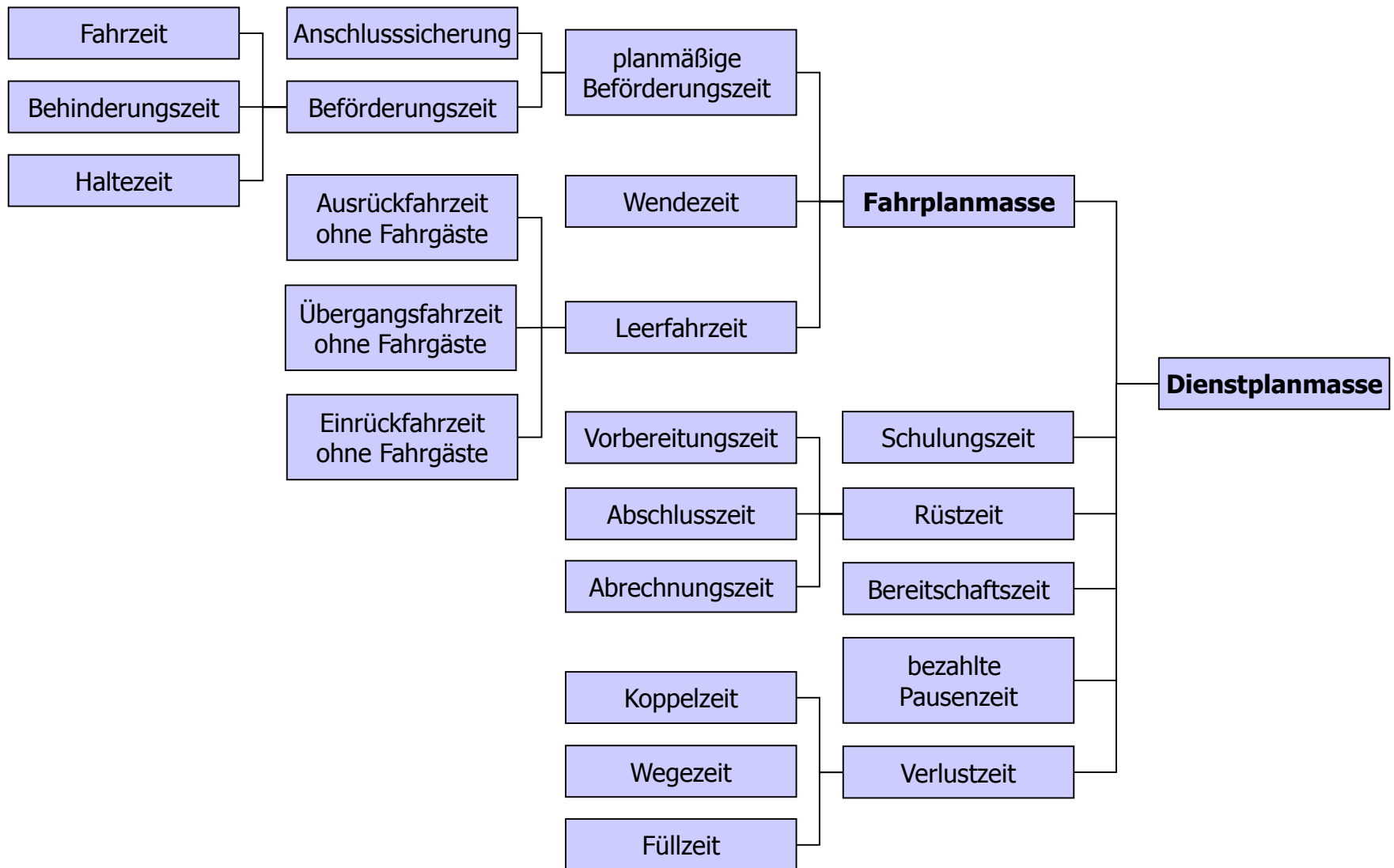
$$\text{mit } \sum t_{Esa} = 0,8 \cdot \sum t_{Emf} ; \sum t_{Eso} = 0,7 \cdot \sum t_{Emf} ; W = 40h ;$$

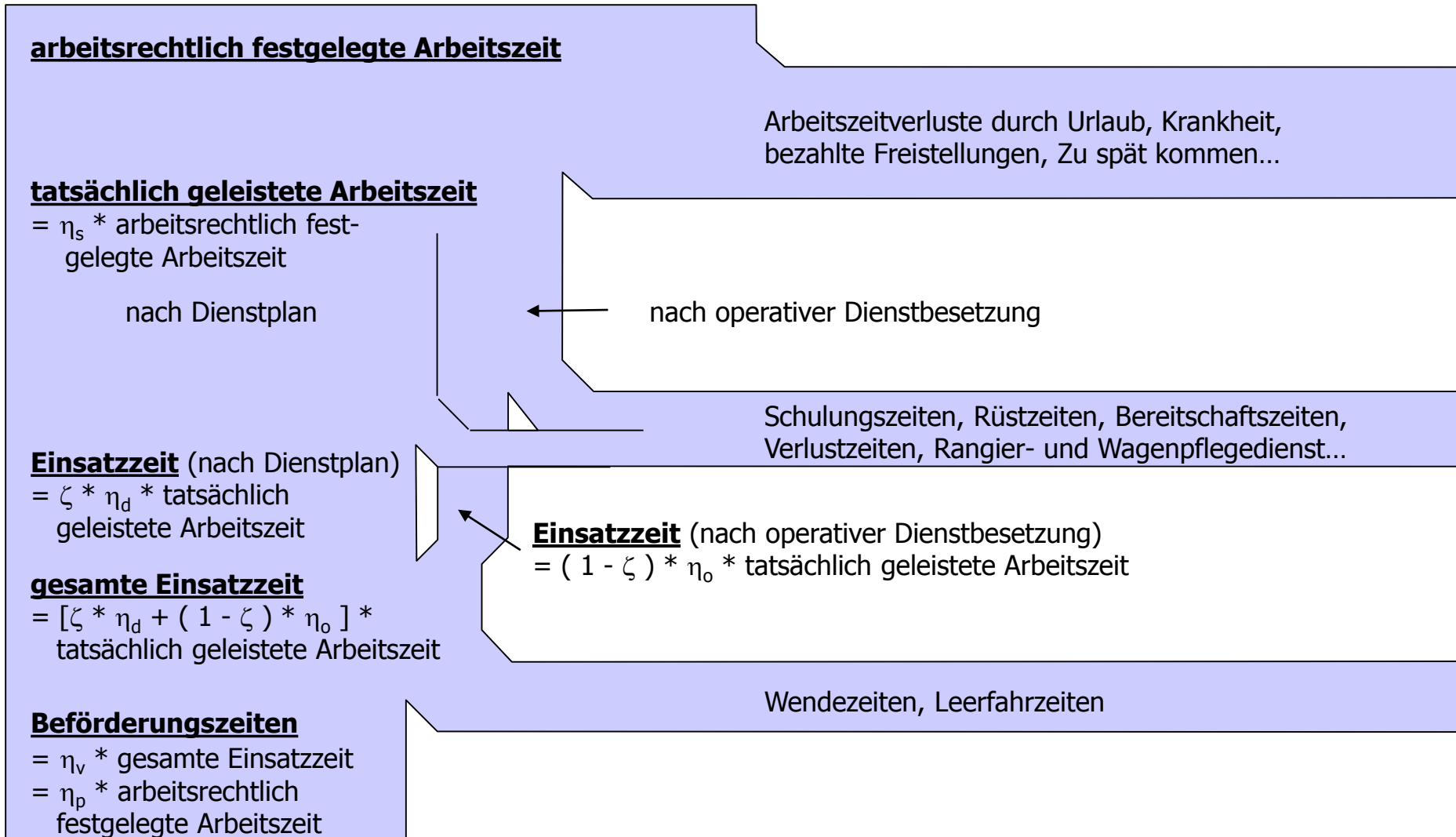
$$\zeta = 0,75 ; \bar{\eta}_d = 0,95 ; \bar{\eta}_o = 0,90 ; \bar{\eta}_s = 0,80 ; \eta_a = 1,00$$

$$n_{Ak} = \frac{(5n_{\text{Dienstmf}} + n_{\text{DiensteSa}} + n_{\text{DiensteSo}}) \cdot G_T \cdot (1 - \zeta + \zeta \cdot \frac{\eta_o}{\eta_d})}{\eta_o \cdot \eta_s \cdot (7G_T - 7F_T - F_{\text{TSa}} - F_{\text{TSo}})}$$

G_T	[-]	Länge des Dienstplanturnus
F_T	[-]	Anzahl der an allen Wochentagen gewährten Ruhetage im Turnus
F_{TSa}	[-]	Anzahl der Zusatz-Ruhetage an Samstagen im Turnus
F_{TSo}	[-]	Anzahl der Zusatz-Ruhetage an Sonntagen im Turnus
n_{Ak}	[-]	Zahl der Arbeitnehmer
n_{Dienstmf}	[h]	Zahl der Dienste montags bis freitags
$n_{\text{DiensteSa}}$	[h]	Zahl der Dienste samstags
$n_{\text{DiensteSo}}$	[h]	Zahl der Dienste sonntags
η_a	[-]	Wirkungsgrad zur Anrechnung gezahlten Arbeitszeitausgleichs
η_d	[-]	Dienstplanwirkungsgrad
η_o	[-]	Wirkungsgrad der operativen Dienstbesetzung
η_s	[-]	Wirkungsgrad zum Berücksichtigen von Arbeitszeitverlusten durch Urlaub, Krankheit bezahlte Freistellungen, Zu spät kommen...
ζ	[-]	Anteil der laut Dienstplan zu leistenden Dienste an der Summe der Dienstlängen

- 6. Dienstplanung
 - 6.1. Einführung
 - 6.2. Dienstbildung
 - 6.3. Dienststreuung
 - 6.4. Dienstbesetzung
 - 6.5. Ermitteln des Arbeitnehmerbedarfs
 - 6.6. Wirkungsgrad des Personaleinsatzes**
 - 6.6.1. Definition und Darstellung
 - 6.6.2. Fahrplanwirkungsgrad
 - 6.6.3. Dienstplanwirkungsgrad
 - 6.6.4. Wirkungsgrad der operativen Dienstbesetzung
 - 6.6.5. Wirkungsgrad zum Berücksichtigen sozialpolitischer Einflüsse





Fahrplanwirkungsgrad

$$\eta_v = \frac{\sum t_{\text{bef}}}{\sum t_E}$$

$\sum t_{\text{bef}}$	[min]	Beförderungszeitsumme	
$\sum t_E$	[min]	Fahrplanmasse (Gesamteinsatzzeit)	
η_v	[-]	Fahrplanwirkungsgrad	0,70 ... 0,80 ... 0,90

Dienstplanwirkungsgrad

$$\eta_d = \frac{\sum t_E}{\sum t_z}$$

$\sum t_z$	[min]	Dienstplanmasse (Gesamtdienstzeit)	
$\sum t_E$	[min]	Fahrplanmasse (Gesamteinsatzzeit)	
η_d	[-]	Dienstplanwirkungsgrad	0,85 ... 0,95 ... 1,05

Anforderungen an Personal und Personaleinsatz

- höherer Anteil von Teilbeschäftigten (mit für den Dienstplan geeigneter Arbeitszeitlage)
- flexibler Personaleinsatz (Fahrzeugunabhängigkeit, Mehrfachqualifikation, Mischarbeitsplätze)
- höherer Anteil geteilter Dienste
- größere Zeitspanne zwischen mittlerer täglicher Arbeitszeit und deren Höchstwert
- kleinere Rüst-, Bereitschafts- und Verlustzeiten
- unbezahlte Pausen

$$\eta_o = \frac{\sum t_E}{\sum t_Z}$$

$\sum t_Z$	[min]	Dienstplanmasse (Gesamtdienstzeit)
$\sum t_E$	[min]	Fahrplanmasse (Gesamteinsatzzeit)
η_o	[-]	Wirkungsgrad der operativen Dienstbesetzung
Bereich:		0,80 ... 0,90 ... 1,00

$$\eta_s = \frac{\text{tatsächlich geleistete Arbeitszeit}}{\text{arbeitsrechtlich festgelegte Arbeitszeit}}$$

$$\text{arbeitsrechtlich festgelegte Arbeitszeit} = n_j \cdot \frac{5}{7} - n_{\text{bew}} - n_{\text{fest}} \cdot \frac{5}{7}$$

$$\text{tatsächlich geleistete Arbeitszeit} = \text{arbeitsrechtlich festgelegte Arbeitszeit} - n_U - n_{\text{sond}} - n_{\text{krank}}$$

- $n_{\text{bew}}=5$ [-] Anzahl der beweglichen Feiertage (Karfreitag, Ostermontag, Himmelfahrt, Pfingstmontag, Buß- und Betttag)
- $n_{\text{fest}}=6$ [-] Anzahl der festen Feiertage (Neujahrstag, Tag der Arbeit, Tag der Einheit, Reformationstag, 1. und 2. Weihnachtstag)
- $n_j = 365,25$ [-] Anzahl der Tage im Jahr
- $n_U=27$ [-] mittlere Anzahl der Urlaubstage eines Arbeitnehmers
- n_{sond} [-] Arbeitnehmer ohne Fahrdienste
(0,2% der arbeitsrechtlich festgelegten Arbeitszeit)
- n_{krank} [-] mittlere Anzahl der Krankheitstage eines Arbeitnehmers
(10% der arbeitsrechtlich festgelegten Arbeitszeit)

$$\eta_p = \eta_v * [\zeta * \eta_d + (1 - \zeta) * \eta_o] * \eta_s$$

- ζ [-] Anteil der laut Dienstplan zu leistenden Dienste an der Summe der Dienstlängen
- η_d [-] Dienstplanwirkungsgrad
- η_o [-] Wirkungsgrad der operativen Dienstbesetzung
- η_p [-] Wirkungsgrad des Personaleinsatzes
- η_s [-] Wirkungsgrad zum Berücksichtigen von Arbeitszeitverlusten durch Urlaub, Krankheit, bezahlte Freistellungen, Zu spät kommen...
- η_v [-] Fahrplanwirkungsgrad

7. Integrierte Planung

7.1. Zielstellung

- 7.1.1. Gesamtprozess der Planung
- 7.1.2. Bewertung der Fahr- und Wagenlaufplanung
- 7.1.3. Bewertung der Dienstplanung
- 7.1.4. Bewertung von Fahr-, Wagenlauf- und Dienstplanung gemeinsam

7.2. Methodischer Ansatz

- 7.2.1. Fahrplanauszug (Betriebszeit 18h)
- 7.2.2. Bemessung der Wendezeit

7.3. Beispiele

- 7.3.1. Stadtverkehr
- 7.3.2. Regionalverkehr

7. Integrierte Planung

7.1. Zielstellung

7.1.1. Gesamtprozess der Planung

7.1.2. Bewertung der Fahr- und Wagenlaufplanung

7.1.3. Bewertung der Dienstplanung

7.1.4. Bewertung von Fahr-, Wagenlauf- und Dienstplanung gemeinsam

7.2. Methodischer Ansatz

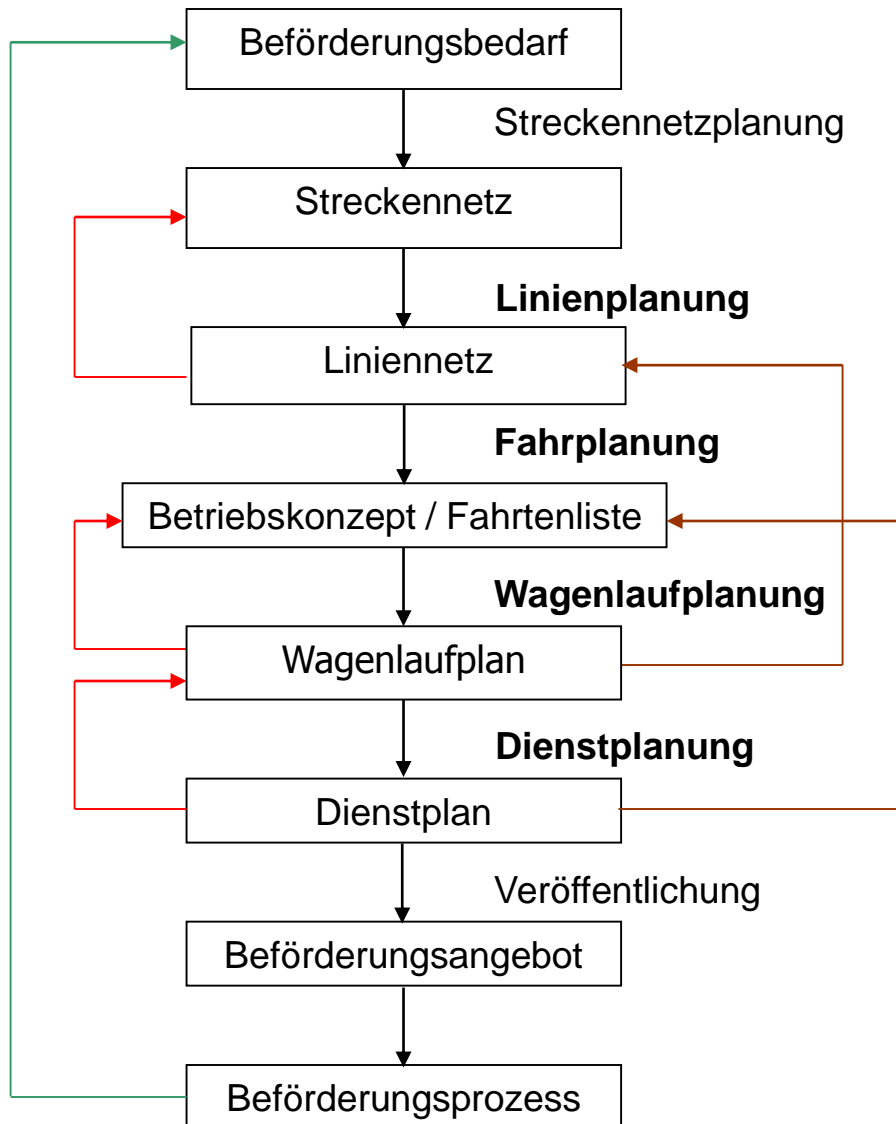
7.2.1. Fahrplanauszug (Betriebszeit 8h)

7.2.2. Bemessung der Wendezeit

7.3. Beispiele

7.3.1. Stadtverkehr

7.3.2. Regionalverkehr



kundenorientiert, wirtschaftlich

- minimale Zahl Umsteiger
- minimale Einsatzzeitsumme

umsetzbar, kundenorientiert, wirtschaftlich

- minimale Einschränkungen durch Abhängigkeiten
- minimale Ein- und Umsteigerwartezeitsumme

wirtschaftlich, kundenorientiert

- minimaler Fahrzeugbedarf
- minimale Einsatzzeitsumme (Fahrplanmasse)

gesetzeskonform, sozialverträglich, **wirtschaftlich**

- minimaler Arbeitnehmerbedarf
- minimale Arbeitszeitsumme (Dienstplanmasse)

Fahrplanwirkungsgrad

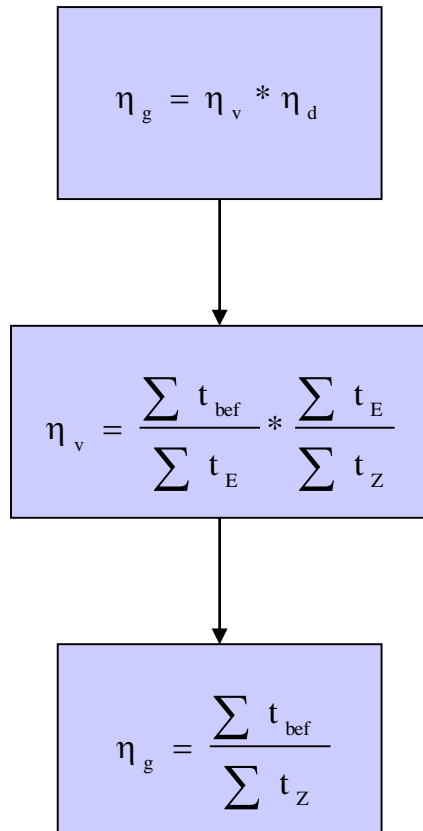
$$\eta_v = \frac{\sum t_{\text{bef}}}{\sum t_E}$$

$\sum t_{\text{bef}}$	[min]	Beförderungszeitsumme
$\sum t_E$	[min]	Fahrplanmasse (Einsatzzeitsumme, Gesamteinsatzzeit)
η_v	[-]	Fahrplanwirkungsgrad
Bereich:		0,70 ... 0,80 ... 0,90

Dienstplanwirkungsgrad

$$\eta_d = \frac{\sum t_E}{\sum t_Z}$$

$\sum t_Z$	[min]	Dienstplanmasse (Arbeitszeitsumme, Gesamtdienstzeit)
$\sum t_E$	[min]	Fahrplanmasse (Einsatzzeitsumme, Gesamteinsatzzeit)
η_d	[-]	Dienstplanwirkungsgrad
Bereich:		0,85 ... 0,95 ... 1,05



$\sum t_{\text{bef}}$	[min]	Beförderungszeitsumme
$\sum t_Z$	[min]	Dienstplanmasse (Gesamtdienstzeit)
$\sum t_E$	[min]	Fahrplanmasse (Gesamteinsatzzeit)
η_v	[-]	Fahrplanwirkungsgrad
η_d	[-]	Dienstplanwirkungsgrad
η_g	[-]	Gesamt(plan)wirkungsgrad
Bereich:		0,65 ... 0,80 ... 0,95

7. Integrierte Planung

7.1. Zielstellung

7.1.1. Gesamtprozess der Planung

7.1.2. Bewertung der Fahr- und Wagenlaufplanung

7.1.3. Bewertung der Dienstplanung

7.1.4. Bewertung von Fahr-, Wagenlauf- und Dienstplanung gemeinsam

7.2. Methodischer Ansatz

7.2.1. Fahrplanauszug (Betriebszeit 18h)

7.2.2. Bemessung der Wendezeit

7.3. Beispiele

7.3.1. Stadtverkehr

7.3.2. Regionalverkehr

Fahrplan 1	Bus 1	Bus 2	Bus 3	Bus 1
A-Hausen	08:00	08:20	08:40	09:00
B-Stadt	08:14	08:34	08:54	09:14
B-Stadt	08:28	08:48	09:08	09:28
A-Hausen	08:42	09:02	09:22	09:42

Züge: 3
 Dienste: 6 zu je 8 (9) h
 bezahlte Zeit: 48 h

Fahrplan 2	Bus 1	Bus 2	Bus 1	Bus 2
A-Hausen	08:00	08:20	08:40	09:00
B-Stadt	08:14	08:34	08:54	09:14
B-Stadt	08:21	08:41	09:01	09:21
A-Hausen	08:35	08:55	09:15	09:35

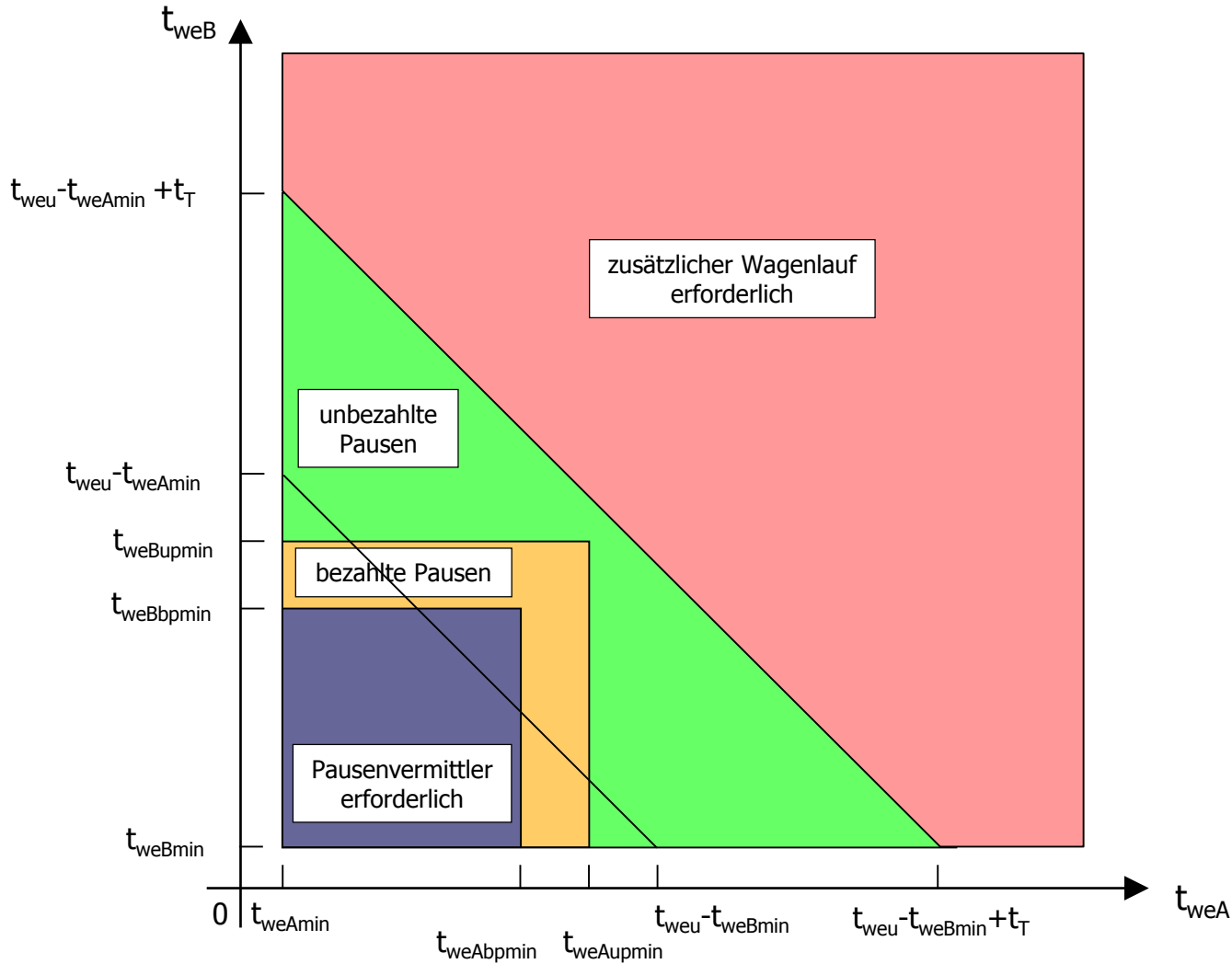
Züge: 2
 Dienste: 4 zu je 8,5 (9) h und
 2 Pv zu je 2 (2) h
 bezahlte Zeit: 38 h

Fahrplan 3	Bus 1	Bus 2	Bus 1	Bus 2
A-Hausen	08:00	08:20	08:40	09:00
B-Stadt	08:14	08:34	08:54	09:14
B-Stadt	08:24	08:44	09:04	09:24
A-Hausen	08:38	08:58	09:18	09:38

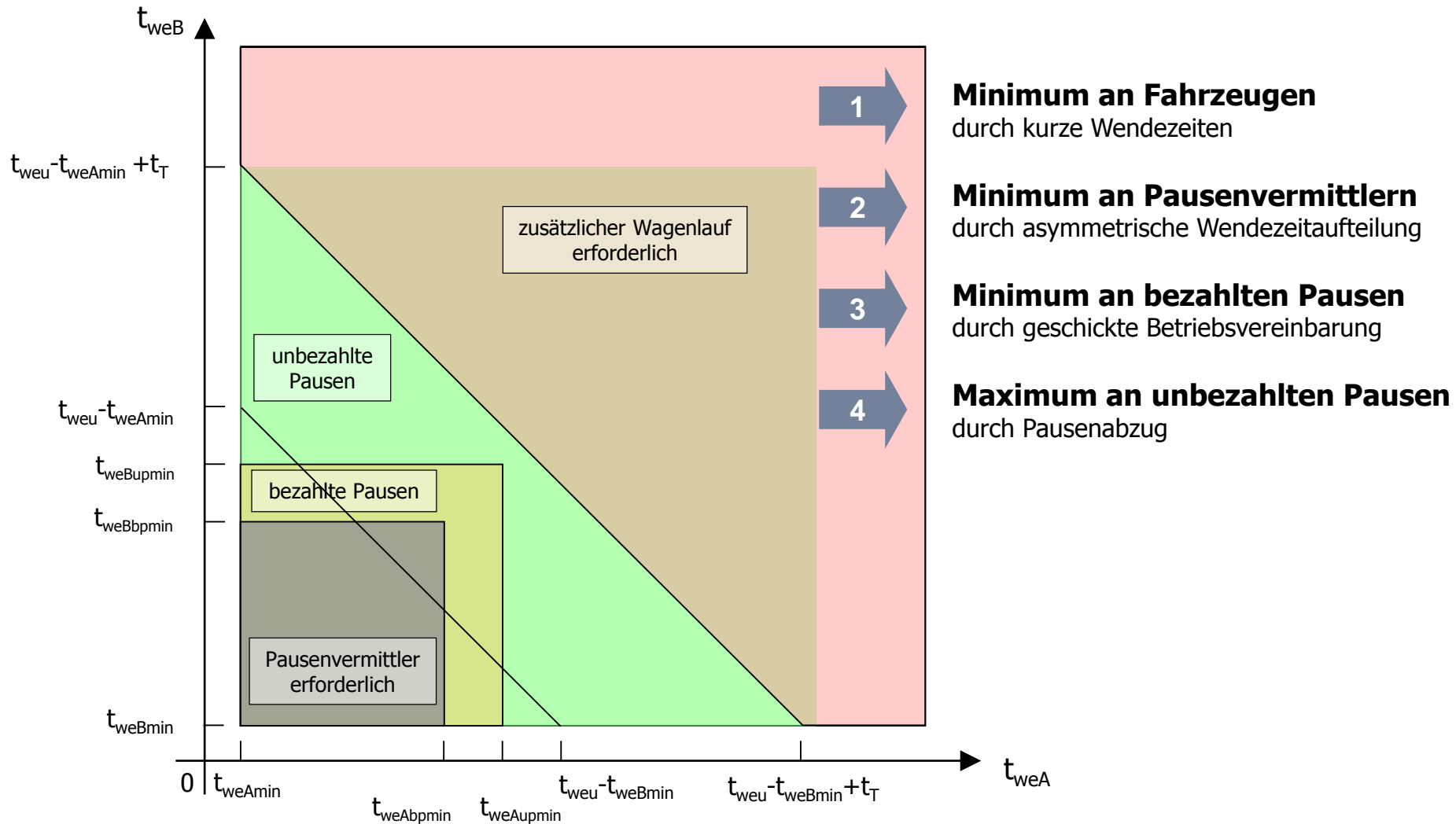
Züge: 2
 Dienste: 4 zu je 8,5 (9) h
 bezahlte Zeit: 34 h



gleiche Leistung – sinkender Aufwand



In Anlehnung an: Linien-, Fahrplan-, Umlauf- und Dienstplanoptimierung: Wie weit können diese bereits integriert werden?
 Liebchen, C.; Technische Universität Berlin, Institut für Mathematik



7. Integrierte Planung

7.1. Zielstellung

7.1.1. Gesamtprozess der Planung

7.1.2. Bewertung der Fahr- und Wagenlaufplanung

7.1.3. Bewertung der Dienstplanung

7.1.4. Bewertung von Fahr-, Wagenlauf- und Dienstplanung gemeinsam

7.2. Methodischer Ansatz

7.2.1. Fahrplanauszug (Betriebszeit 18h)

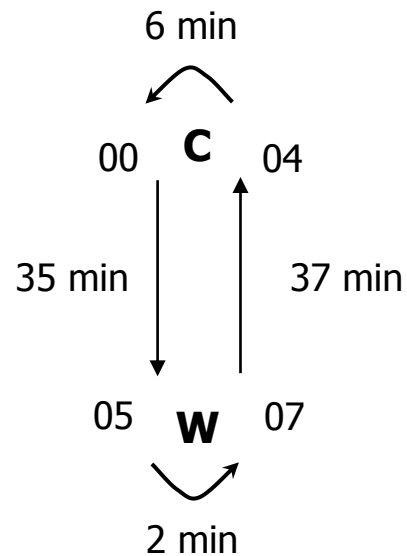
7.2.2. Bemessung der Wendezeit

7.3. Beispiele

7.3.1. Stadtverkehr

7.3.2. Regionalverkehr

Straßenbahnlinie 3 in Dresden



$t_u = 72 \text{ min} + 8 \text{ min} = 80 \text{ min}$	1/7	11,1%
$t_u = 72 \text{ min} + 18 \text{ min} = 90 \text{ min}$	1/4	25,0 %
$t_u = 72 \text{ min} + 28 \text{ min} = 100 \text{ min}$	4/10	38,9 %

Cottbusverkehr Freitag Schulzeit

n_D	72	67
$n_{D\ get}$	24	25
$\sum t_z$	498.5	462.3
$\sum t_d$	577.1	512.5

Müglitztal Linie 372**Straßenbahn Liberec – Jablonec nad Nisou**

8. Streckennetzplanung

8.1. Einführung

- 8.1.1. Einordnung
- 8.1.2. Aufgabe
- 8.1.3. Grundsätze und Ziele

8.2. Strecken

- 8.2.1. Betriebsform
- 8.2.2. Streckenführung im Linienbetrieb
- 8.2.3. Abstand parallel verlaufender Strecken

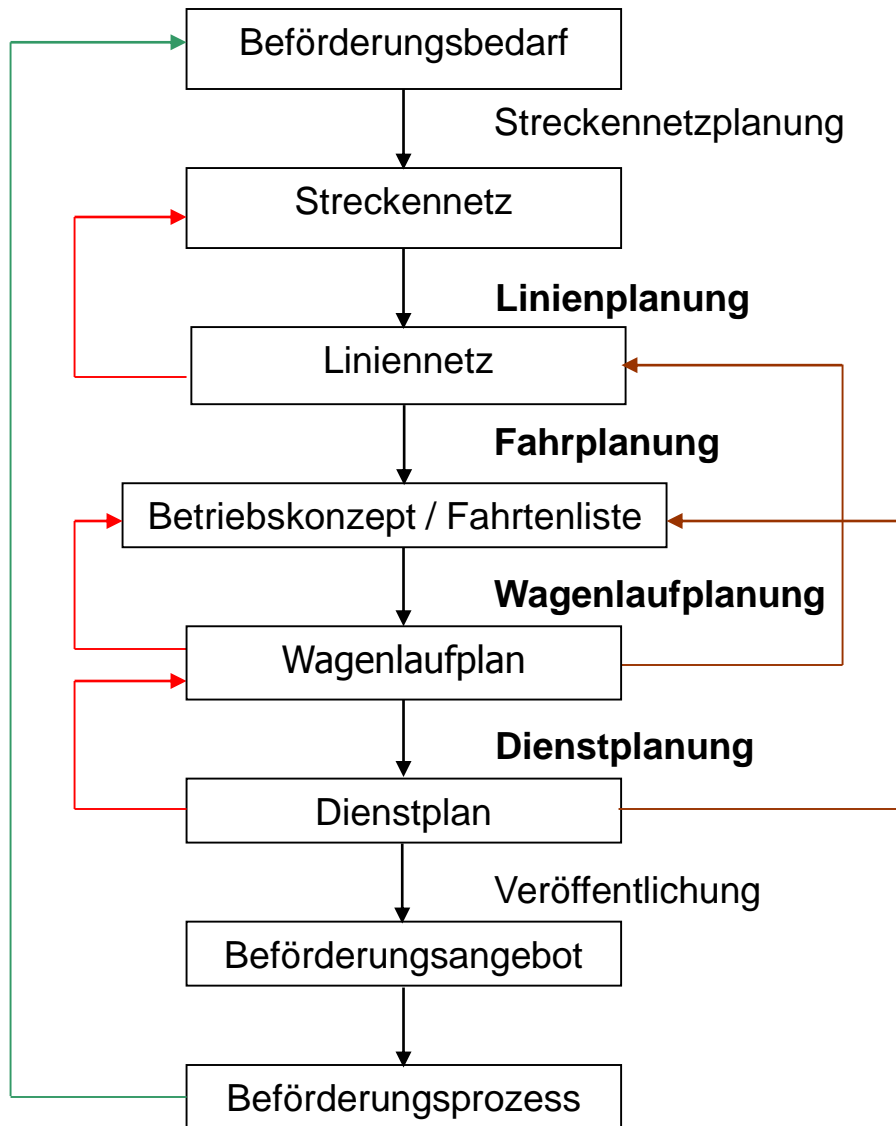
8.3. Zugangsstellen

- 8.3.1. Lage der Zugangsstellen
- 8.3.2. Abstand der Zugangsstellen

8.4. Verknüpfungspunkte

- 8.4.1. Grundsätze
- 8.4.2. Lage von Busbahnhöfen

- 8. Streckennetzplanung**
 - 8.1. Einführung**
 - 8.1.1. Einordnung
 - 8.1.2. Aufgabe
 - 8.1.3. Grundsätze und Ziele
 - 8.2. Strecken**
 - 8.2.1. Betriebsform
 - 8.2.2. Streckenführung
 - 8.2.3. Abstand parallel verlaufender Strecken
 - 8.3. Zugangsstellen**
 - 8.3.1. Lage der Zugangsstellen
 - 8.3.2. Abstand der Zugangsstellen
 - 8.4. Verknüpfungspunkte**
 - 8.4.1. Grundsätze
 - 8.4.2. Lage von Busbahnhöfen



kundenorientiert, wirtschaftlich

- minimale Zahl Umsteiger
- minimale Einsatzzeitsumme

umsetzbar, kundenorientiert, wirtschaftlich

- minimale Einschränkungen durch Abhängigkeiten
- minimale Ein- und Umsteigerwartezeitsumme

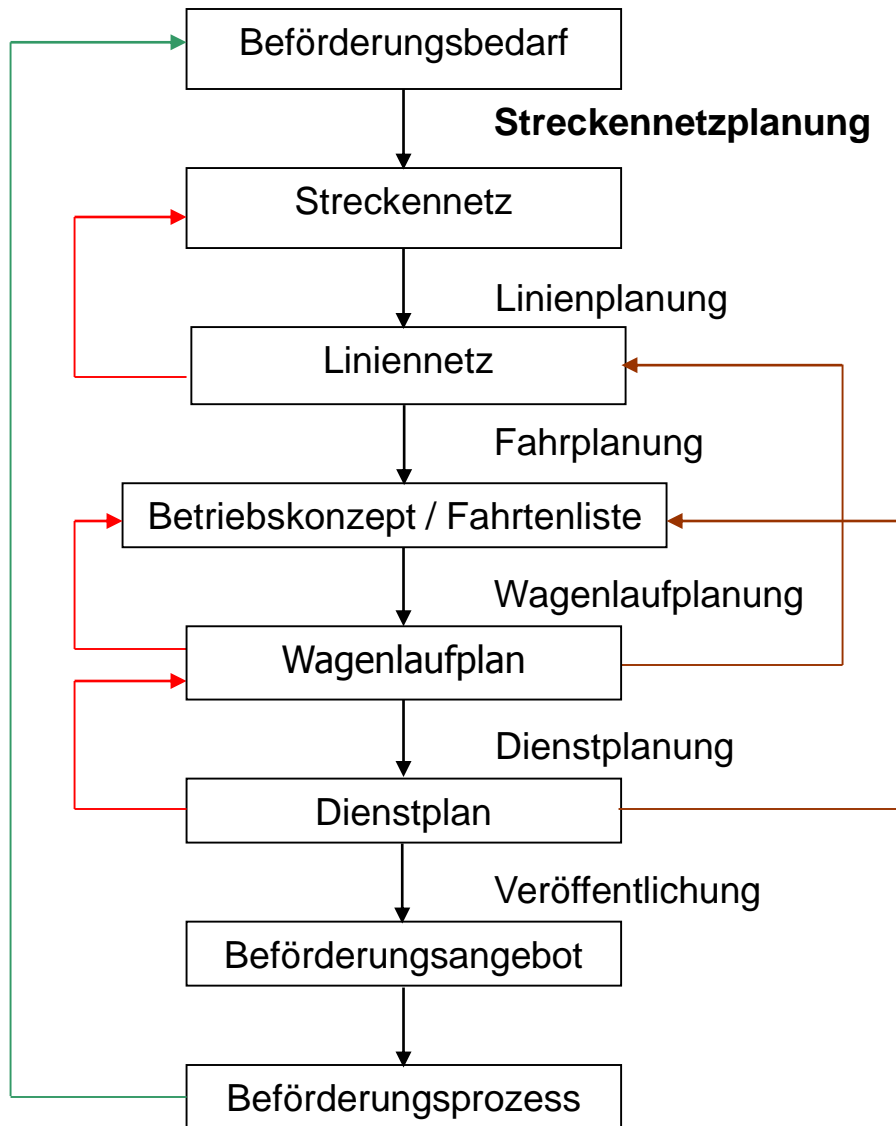
wirtschaftlich, kundenorientiert

- minimaler Fahrzeugbedarf
- minimale Einsatzzeitsumme (Fahrplanmasse)

gesetzeskonform, sozialverträglich, **wirtschaftlich**

- minimaler Arbeitnehmerbedarf
- minimale Arbeitszeitsumme (Dienstplanmasse)

➔ Beginn mit Linienplanung nahe liegend, da in der Regel Streckennetz gegeben



kundenorientiert, wirtschaftlich, politisch konsensfähig, gesetzeskonform, betrieblich und technisch umsetzbar

kundenorientiert, wirtschaftlich

- minimale Zahl Umsteiger
- minimale Einsatzzeitsumme

umsetzbar, kundenorientiert, wirtschaftlich

- minimale Einschränkungen durch Abhängigkeiten
- minimale Ein- und Umsteigerwartezeitsumme

wirtschaftlich, kundenorientiert

- minimaler Fahrzeugbedarf
- minimale Einsatzzeitsumme (Fahrplanmasse)

gesetzeskonform, sozialverträglich, **wirtschaftlich**

- minimaler Arbeitnehmerbedarf
- minimale Arbeitszeitsumme (Dienstplanmasse)



äußerst anspruchsvoll,
da Verkehrsanlagen in der Regel sehr langlebig



Festlegen des

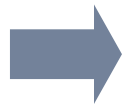
- Verlaufs der Strecken,
- der Lage der Zugangsstellen und
- der Lage der Verknüpfungspunkte

aller öffentlichen Verkehrsmittel mit dem Ziel,

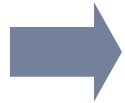
- den Kundennutzen und
- den Nutzen für Allgemeinheit

bei minimalem wirtschaftlichen Aufwand zu maximieren.

Grundsätze

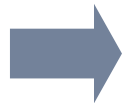


richtiges Verhältnis **alt - neu**



richtiges Verhältnis **bündeln – individualisieren** nach

- ➔ Geschwindigkeit
- ➔ Ort
- ➔ Fahrtzweck



öffentlicher Verkehr in der **Schwerelinie der Bebauung**

- ➔ Zugangsbedingungen
- ➔ hoher Verkehrsanteil
- Σ gestaltende Wirkung



kurze, attraktive und sichere **Zugangswege**

Ziele



Kunde: minimale komplexe Reisezeit

$$t_k = \sum t_{bef} + \sum t_{\ddot{u}} + \sum t_w + \sum t_g + t_s$$



Allgemeinheit: politische, soziale, wirtschaftliche Aspekte

t_{bef} [s] Beförderungszeit

t_g [s] Gehzeit

t_k [s] komplexe Reisezeit

t_s [s] Zuverlässigkeitszuschlag

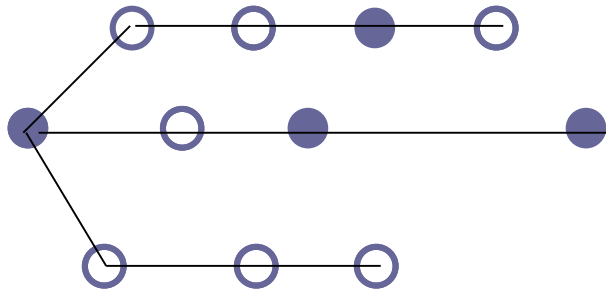


Betreiber: minimale Kosten für Betrieb und Investition,
maximale Erlöse

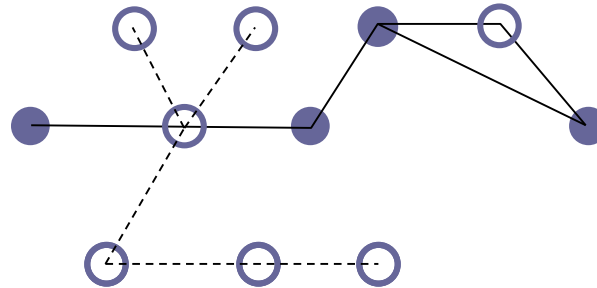
$t_{\ddot{u}}$ [s] Übergangszeit

t_w [s] Wartezeit

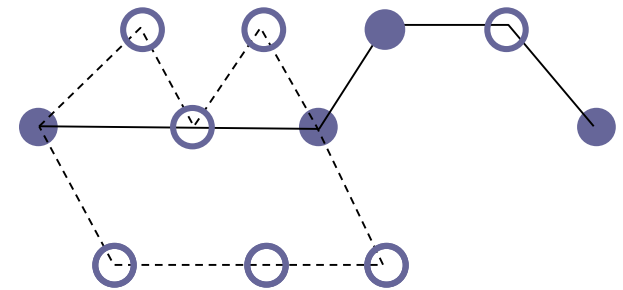
- 8. Streckennetzplanung**
 - 8.1. Einführung**
 - 8.1.1. Einordnung
 - 8.1.2. Aufgabe
 - 8.1.3. Grundsätze und Ziele
 - 8.2. Strecken**
 - 8.2.1. Betriebsform
 - 8.2.2. Streckenführung
 - 8.2.3. Abstand parallel verlaufender Strecken
 - 8.3. Zugangsstellen**
 - 8.3.1. Lage der Zugangsstellen
 - 8.3.2. Abstand der Zugangsstellen
 - 8.4. Verknüpfungspunkte**
 - 8.4.1. Grundsätze
 - 8.4.2. Lage von Busbahnhöfen



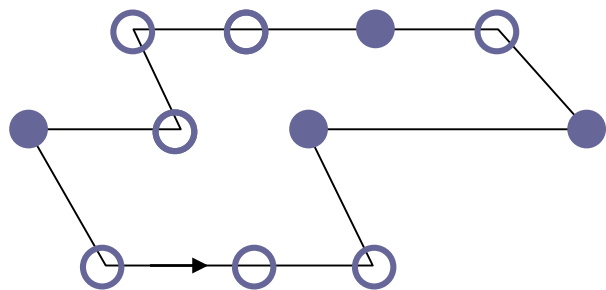
Linienbetrieb



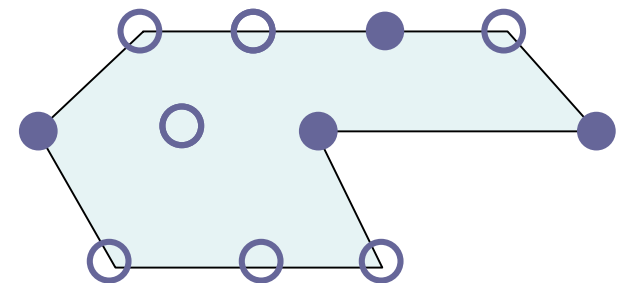
Richtungsband- Expressbusbetrieb



Richtungsbandbetrieb



Tourenbetrieb



Flächenbetrieb

1

Aufgabe des öffentlichen Verkehrsmittels

System	Streckenführung	Ausbaustandard
Vorrangsystem	direkt	hoch
Konkurrenzsystm	direkt	mittel
System der Daseinsvorsorge	wirtschaftlich	niedrig

2

Infrastruktur (Ausbauzustand, Winterdienst)

3

betriebliche Parameter (Umlaufzeit: 0,5 h; 1 h; 2h)

Maßnahmen	Beispiele
bauliche	zweigleisiger Ausbau, Beschleunigung
fahrzeugseitige	Motorisierung, Türzahl und –breite, Fahrzeuggröße
betrieblich-organisatorische	Abfertigung, Pausengewährung, Haltestellen

Haltestellenbedienung

Hinzufügen und Weglassen von Haltestellen

Haltestellen, die ständig bedient werden

Haltestellen, die durch jede zweite Fahrt bedient werden
(Umweg nur in einer Richtung)

Haltestellenanordnung

Haltestellen in beiden Richtungen

Haltestellen, die durch eine Schleifenfahrt bedient werden
(Achtung: strenger Zusammenhang zwischen Schleifenlänge und Taktzeit)

mittlerer Zeitbedarf für Haltestellenzu- und Abgang

$$\bar{t} = 1,5 \cdot \bar{t}_g + \frac{60 \cdot t_{zf}}{2}$$

\bar{t}	[s]	mittlerer Zeitbedarf in Abhängigkeit vom Abstand parallel verlaufender Strecken
\bar{t}_g	[s]	mittlere Gehzeit zwischen Ausgangs- und Endpunkt der Fahrt und der Haltestelle
t_{zf}	[min]	Zugfolgezeit

mittlere Gehzeit zwischen Ausgangs- oder Endpunkt der Fahrt und Haltestelle

$$\bar{t}_g = \frac{l_p}{4 v_g} + \frac{s_H}{4 v_g} * \left(1 + \frac{v_g}{v_f} \right)$$

l_p	[m]	Abstand parallel verlaufender Strecken
v_f	[m/s]	Beförderungsgeschwindigkeit
v_g	[m/s]	Gehgeschwindigkeit
s_H	[m]	Haltestellenabstand

Zugfolgezeit

$$t_{zf} = \frac{60}{f_m \cdot l_P}$$

$$f_m \quad [-]$$

auf den Meter Gebietsbreite bezogene
Bedienungshäufigkeit

optimaler Abstand parallel verlaufender Strecken

$$l_{P, \text{opt}} = \frac{4}{3} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \cdot v_g \cdot t_{zf}$$

Beispiele

T_{zf} [min]	$L_{p\ opt}$ [m]
5	560
10	1120
15	1680
20	2240

1

Tendenz – Praxis nicht exakt

2

abhängig von Tageszeit

3

Kompromiss über die gesamte Einsatzzeit

8. Streckennetzplanung

8.1. Einführung

8.1.1. Einordnung

8.1.2. Aufgabe

8.1.3. Grundsätze und Ziele

8.2. Strecken

8.2.1. Betriebsform

8.2.2. Streckenführung

8.2.3. Abstand parallel verlaufender Strecken

8.3. Zugangsstellen

8.3.1. Lage der Zugangsstellen

8.3.2. Abstand der Zugangsstellen

8.4. Verknüpfungspunkte

8.3.1. Grundsätze

8.3.2. Lage von Busbahnhöfen

Interessenlage wesentlicher Beteiligter

1

Kunde: minimale komplexe Reisezeit

- minimale Entfernung zu Quelle und Ziel
- hohe Aufenthaltsqualität
- sicherer, kurzer behindertengerechter Weg zum Fahrzeug

Einfluss der Siedlungsstruktur im Regionalverkehr:

- Waldhufendörfer: lang gestreckt, einreihig bebaut ➔ leicht erschließbar wie im Stadtverkehr
- Einzelgehöfte, Streusiedlungen, Rundweiler: ➔ schwer erschließbar
im Mittelpunkt, oft Stichfahrt notwendig
- Haufendörfer: sehr eng, Einwohner konzentriert ➔ schwer erschließbar
parallel, durch Schneiden oder Stichfahrt

Interessenlage wesentlicher Beteiligter

2

Allgemeinheit: politische, soziale, wirtschaftliche Aspekte

- Flächenkonkurrenz
- Umweltschutz
- gestalterische Anforderungen

andere Verkehrsteilnehmer

- Sicherheit (Übersichtlichkeit, Querverkehr, Fußgängerverkehr)
- Schnelligkeit (Belegung, Durchlassfähigkeit)

Interessenlage wesentlicher Beteiligter

3

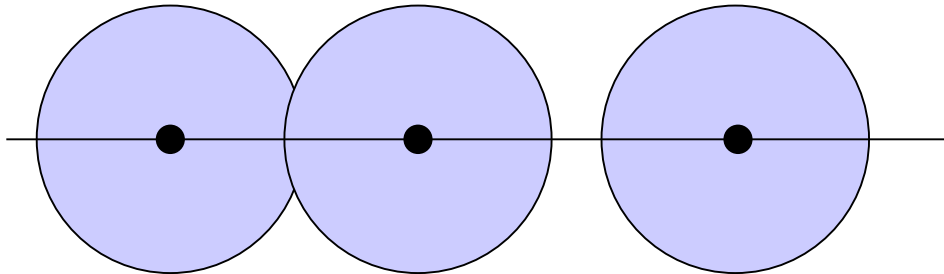
Betreiber: minimale Kosten für Betrieb und Investition, maximale Erlöse

- Sicherheit gestreckte Lage, Übersichtlichkeit
- Schnelligkeit schnelle Einfahrt und Ausfahrt,
schneller Fahrgastwechsel,
Überlagerung der Haltezeit mit anderen Verlustzeiten
 - ➔ Lichtsignalanlagen, Haltestellenlagegesetz
 - ➔ Integrieren ohnehin erforderlicher Langsamfahrstrecken
- Wirtschaftlichkeit Erschließungsqualität

Zielstellung

minimale komplexe Reisezeit **aller** Kunden
 ➔ ein- oder aussteigende Kunden
 ➔ durchfahrende Kunden

Gehzeit ein- oder aussteigender Kunden



Radius der Isochoren

Ober- und Mittelzentren:

Bus/Straßenbahn: 300 ... 400 ... 600 m

U-/S-/Regionalbahn: 400 ... 600 ... 1000 m

Unterkentren und Gemeinden:

Bus/Straßenbahn: 400 ... 600 ... 1000 m

U-/S-/Regionalbahn: 600 ... 1000 ... 1800 m

$$t_{g \max} = \frac{U \cdot l_H}{v_g}$$

l_H	[m]	Radius einer Isochore	
U		Umfangfaktor	1,3 ... 1,5
$t_{g \max}$	[s]	maximale Gehzeit zur Haltestelle	
v_g	[m/s]	Gehgeschwindigkeit	

Optimaler Abstand der Zugangsstellen

$$s_{s, \text{opt}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (t_{\text{az}} + t_{\text{bz}} + t_{\text{Ab}})}{\frac{1}{v_g} + \frac{1}{v_{\text{ö}}} + t_{\text{Bm}} + \psi \cdot \frac{Q_m}{f \cdot S} \cdot t_F} \cdot \frac{Q_d}{Q_m}}$$

$s_{H, \text{opt}}$	[m]	optimaler Haltestellenabstand
f	[1/h]	Bedienungshäufigkeit
Q_d	[1/Pers]	Verkehrsstromstärke des Durchgangsverkehrs
Q_m	[Pers/h/m]	auf den m Streckenlänge bezogene Verkehrsquellstärke
S	[-]	Anzahl der Türspuren
t_{Ab}	[s]	Abfertigungszeit
t_{az}	[s]	Anfahrtzeitzuschlag
t_{Bm}	[s/m]	auf den m Streckenlänge bezogene mittlere Behinderungszeit
t_{bz}	[s]	Bremszeitzuschlag
t_F	[s/Pers]	mittlerer zeitlicher Abstand zwischen aufeinander folgenden ein- und aussteigenden Fahrgästen
$v_{\text{ö}}$	[m/s]	Fahrbeschwindigkeit des öffentlichen Verkehrsmittels
Ψ	[s]	Korrekturfaktor für unterschiedliche Fahrgastverteilung am Zug

8. Streckennetzplanung

8.1. Einführung

8.4.1. Einordnung

8.4.2. Aufgabe

8.4.3. Grundsätze und Ziele

8.2. Strecken

8.2.1. Betriebsform

8.2.2. Streckenführung

8.2.3. Abstand parallel verlaufender Strecken

8.3. Zugangsstellen

8.3.1. Lage der Zugangsstellen

8.3.2. Abstand der Zugangsstellen

8.4. Verknüpfungspunkte

8.4.1. Grundsätze

8.4.2. Lage von Busbahnhöfen

Klein- und Mittelstädte

optimal: ein zentraler Verknüpfungspunkt

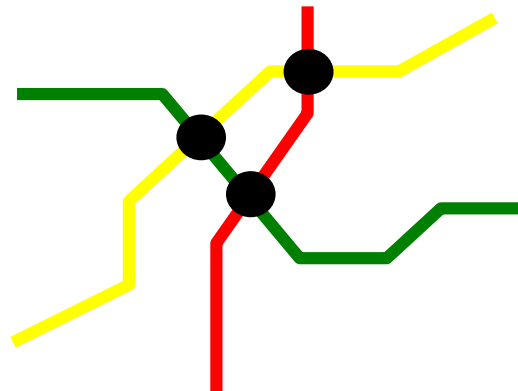
suboptimal: je ein Verknüpfungspunkt für Stadt- und Regionalverkehr

Großstädte

optimal: ein zentraler und mehrere periphere Verknüpfungspunkte

Millionenstädte

optimal: mehrere zentrale und eine Vielzahl peripherer Verknüpfungspunkte



Beispiel: Busbahnhof Oschatz

➔ Kunde:
kurze Wege zu wichtigen Zielen

➔ Allgemeinheit:
Umweltschutz,
Lage im Straßennetz

➔ Betreiber:
Lage im Linienweg,
im Straßennetz und
zum Betriebshof



Dipl.-Ing. Steffen Dutsch
Technische Universität Dresden
Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“
Institut für Bahnsysteme und Öffentlichen Verkehr
Professur für Bahnverkehr, öffentlicher Stadt- und Regionalverkehr

Telefon: (0351) 463 36528
Telefax: (0351) 463 36529
E-Mail : Steffen.Dutsch@tu-dresden.de
Internet: www.tu-dresden.de/vkivb/p-srv/p_srv.htm