

Interreg



EUROPÄISCHE
UNION

Österreich-Tschechische Republik

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



LOGISTIK UND TRANSPORT

Technologien der Stadtlogistik



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA



EUROPÄISCHE UNION

INHALT

1. Einführung in die Stadtlogistik und ihre Probleme.....	3
1.1. Stadtlogistik – Was ist das?	3
1.2. Systemverbindung	4
1.3. Stadtlogistik und ihr Umfeld.....	5
1.4. Grundkonzepte der Stadtlogistik	5
2. Straßentransport in Weltstädten.....	7
2.1. Hauptprobleme in großen Städten	7
2.2. Spezielle Objekte (Städtisches Verteilzentrum)	8
2.3. Einfahrtseinschränkung oder -genehmigung für Fahrzeuge ins Stadtzentrum	9
2.4. Ökologische (Niedrigemissions-) Zonen (Einschränkungen nach ökologischen Standards)	9
2.5. Karten für LKW-FahrerInnen	10
2.6. Gebührenerhebung für Transportinfrastruktur	10
3. Transport als ein System.....	11
3.1. Das Transportsystem einer Stadt	11
3.2. Städtische Transportverbindungen und ihre Beziehung zur Stadtlogistik.....	12
3.3. Der Aufbau eines städtischen Transportsystems	12
4. Systemauszug zum Städtischen Transport	14
4.1. Parkplätze.....	14
4.2. Kreuzung.....	15
4.3. Straße.....	15
4.4. Verkehrsmanagement.....	15
5. Definition von Transportfähigkeit.....	17
5.1. Der Einfluss von Transport auf Ansiedlungen und die Stadtentwicklung	17
5.2. Transportfähigkeit.....	17
6. Modellierungsabläufe im Transportsektor	19
6.1. Die Modellierung des individuellen Personentransports kann in drei Phasen unterteilt werden	19
6.2. Modellierungsmöglichkeiten (Funktionen).....	19
6.3. Grundbegriffe:	20
7. Prognose und Modellierung von Transportanforderungen	21
7.1. Transporttechnische Instrumente zur Transportmodellierung.....	21

7.2.	Modellierung und Simulation des Verkehrsflusses	22
8.	Entwicklung des Transportablaufs mithilfe spezifischer Software.....	23
8.1.	PTV Vision	23
8.2.	Möglichkeiten (des Einsatzes) von PTV Vision:.....	24
8.3.	Ablauf einer Simulationsstudie	24
9.	Logistik zur Versorgung von Städten mittels Frachttransport	25
9.1.	Stadtlogistische Arbeitsabläufe.....	25
9.2.	Diese Technologie arbeitet mit zwei Transportkreisläufen:	26
10.	Technologie von Stadoperationen mittels Frachttransport.....	28
10.1.	Herangehensweise an bestimmte stadtlogistische Angelegenheiten und den Frachttransport in Städten.....	28
10.2.	Beispiele für stadtlogistische Lösungen betreffend den Frachttransport im Ausland	31
11.	Datensammlung und Durchlässigkeitsanalyse	33
11.1.	Einschätzung der Kapazität von Ortsfahrbahnen	33
11.2.	Grundsätze der Kapazitätseinschätzung	33
11.3.	Verkehrsumfragen	34
12.	Analyse und Modelle der Bevölkerungswanderung und Analyse der Verbundenheit und Angemessenheit kartographischer Methoden	36
12.1.	Methoden zur Ermittlung der Verkehrsintensität	36
12.2.	Geografische Informationssysteme	37
12.3.	Die Erstellung digitaler Karten.....	38
12.4.	Räumliche Planung.....	38
	Literatur.....	40

I. EINFÜHRUNG IN DIE STADTLOGISTIK UND IHRE PROBLEME

I.1. Stadtlogistik – Was ist das?

Die Definition Stadtlogistik leitet sich vom Begriff Logistik ab. Logistik ist ein interdisziplinäres wissenschaftliches Feld. Es beschäftigt sich mit der Koordinierung, Harmonisierung, Verbindung und Optimierung des Flusses von Rohmaterial, Halberzeugnissen, Produkten und anderen Arten von Materialien und Dienstleistungen sowie dem Fluss von Informationen und Geld im Sinne von Kundenzufriedenheit mit optimalem Ressourceneinsatz.

Stadtlogistik bezieht sich auf alle Liefer- und Transportabläufe, die es in einer Stadt gibt, alle Dienstleistungen, die erbracht werden müssen und alle Personen, die befördert werden möchten. Stadtlogistik ist ein Prozess, der das Ziel verfolgt, die gesamten Liefer- und Transporttätigkeiten privater Unternehmen in einer Stadt oder einem bestimmten Teil davon zu optimieren. Hierbei gilt es, der Umwelt besondere Beachtung zu schenken, mitunter durch die Reduktion von Verkehrsüberlastungen und Treibstoffverbrauch. Die Stadtlogistik vergleicht die Vorteile und Nachteile verschiedener Lösungen sowohl für den öffentlichen als auch den privaten Sektor. Private Anbieterinnen versuchten ihre Kosten für den Gütertransport zu reduzieren. Der öffentliche Sektor ist darauf bedacht, Staus und negative Auswirkungen des Transports auf die Umwelt und auf die städtischen Straßen zu vermeiden, während er zugleich versucht, die ursprünglichen Merkmale der Städte als Zentrum für Handel, Kultur, Unterhaltung und Sport zu erhalten.

Das Prinzip flächendeckender Transportfähigkeit

Unter der flächendeckenden Transportfähigkeit eines Bereichs versteht man die Erfüllung der Transportanforderungen von Einwohnerinnen und wirtschaftlichen Einrichtungen in einem bestimmten Gebiet, sprich den Transport von Personen und Gütern. Eine nicht systematisch organisierte Transportkette in einem Gebiet (einer Stadt) führt zu Problemen wie Verkehrsüberlastung, Umweltverschmutzung und dem Ausfall anderer Dienstleistungen. All diese Aspekte führen zu einer geringeren Qualität, zu weniger Möglichkeiten, ein bestimmtes Gebiet zu nutzen sowie zu diversen sozialen Problemen.

1.2. Systemverbindung

Vier Akteure sind hauptsächlich mit der Lösung von Transportproblemen beschäftigt:

- **Endverwender** (privater Sektor, Unternehmen und andere natürliche oder juristische Personen, Absender) des Systems, welche entweder Güter oder andere Dinge versenden oder erhalten.
- **Anbieterinnen** (Logistikanbieterinnen, Transportdienste) versuchen ihre Kosten für das Be-, Um- und Entladen, Transportieren, Lagern, Verpacken und Abfertigen von Gütern zu minimieren, um ihren Profit zu maximieren und in der Lage zu sein, den Ansprüchen der Endkunden gerecht zu werden.
- **Ortsansässige**, welche in der Stadt leben, arbeiten oder einkaufen.
- **Die Bundesregierung und Stadtverwaltung** (öffentlicher Sektor) versucht eine bessere wirtschaftliche Entwicklung in der Stadt oder einem Teil davon, Arbeitsplätze für die Einwohnerinnen und einen gewissen Lebensstandard sicherzustellen. Zu diesem Zweck wollen sie Verkehrsüberlastungen verhindern, die Umwelt schützen und die Sicherheit auf den Straßen verbessern.

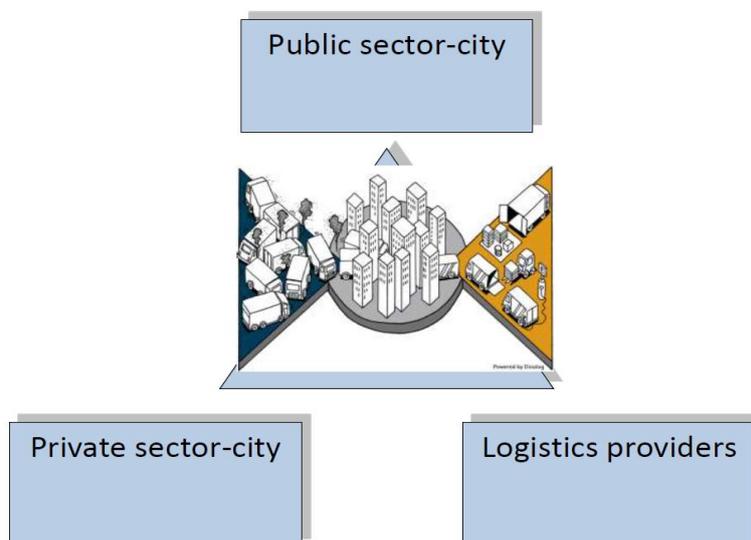


Abbildung 1: Systemverbindung innerhalb der Stadtlogistik

1.3. Stadtlogistik und ihr Umfeld

Wenn ein Stadtlogistiksystem umgesetzt wird, sollte das Augenmerk auf die jüngsten Entwicklungen im Bereich der Transport- und Verkehrstelematik gerichtet werden, welche das technische Potential für effektive Messungen, Fahrzeugetfassungen, Fahrzeugkategorisierungen, mitlaufende Kommunikation, Informationsbereitstellung, Verkehrsmanagement und Navigation bieten. So wird es Fahrzeugbetreiberinnen zB durch ein Globales Navigationssatellitensystem (**GNSS**) und ein Globales System für Mobile Kommunikation (**GSM**) ermöglicht, ihre Routen dynamisch zu ändern und die Zustellung der Güter abhängig von der Fahrzeug-Position oder der aktuellen Verkehrssituation zu ändern. Die Verwirklichung eines solchen Telematiksystems kann dabei helfen, Kosten einzusparen, die mit dem Fahrzeug zurückgelegte Strecke zu verkürzen und Umwelteinflüsse zu reduzieren.

Der Internethandel bietet Möglichkeiten für eine schnelle und direkte Lieferung sowohl im **B2B**- (Business to Business) als auch im **B2C**- (Business to Customer) Bereich.

1.4. Grundkonzepte der Stadtlogistik

Das Konzept der Stadtlogistik hat das Potential, komplexe logistische Probleme zu lösen. Stadtlogistik beschreibt den Prozess der allumfassenden Optimierung von Liefer- und Transportabläufen aller privaten Unternehmen in einer Stadt oder in einem bestimmten Gebiet. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei der Umwelt sowie der Reduktion von Verkehrsüberlastungen und des Treibstoffverbrauchs gewidmet. Maßnahmen in diesem Kontext sind die Entwicklung ökonomischer Fahrzeuge sowie die Verkürzung der Fahrtstrecken.

Stadtlogistikkonzepte

Das Konzept der Stadtlogistik besteht in der Regel aus einer oder mehreren Kombination(en) der folgenden Beispiele.

- Fortschrittliches Informationssystem
- Zusammenarbeit von Anbieterinnen, um logistische Abläufe zu optimieren
- Öffentliches Logistikterminal – städtisches Verteilzentrum
- Kontrolle der Kapazitätsnutzung von LKWs
- Untergrundtransportsysteme
- Optimierung von Lieferfahrzeugen sowie Einsatz von umweltfreundlichen Fahrzeugen, zB CNG, LPG, Elektroautos, Biodiesel, Wasserstoff- und Hybrid-PKWs
- Distribution mit anderen Fahrzeugtypen (zB Schienenfahrzeugen, unkonventionellen Transportsystemen usw.)
- Einfahrtsbeschränkungen für ausgewählten Fahrzeugtypen

- Gebührenerhebung für die Transportinfrastruktur
- Nachtzustellungen
- Kontrolle der Städte und ihrer Raumnutzung (Mobilitätsmanagement, Unternehmenslogistik usw.)
- Karten für LKW-FahrerInnenInnen
- Alternative Distribution von Lieferungen – automatische Abholstationen
- Informationstechnologien und Telematik

Die oben genannten Beispiele dienen hauptsächlich zur Steigerung der Effizienz und werden kombiniert, um der Planung des lokalen Transports und der Raumnutzung gerecht zu werden.

2. STRAßENTRANSPORT IN WELTSTÄDTEN

Der städtische Frachttransport ist zu einer wichtigen Angelegenheit im Bereich der Stadtplanung geworden. Aufgrund des erhöhten Aufkommens von Staus, Umwelteinflüssen und eines beträchtlichen Energieverbrauchs gewinnt dieses Problem zunehmend an Bedeutung.

Die Stadtlogistik umfasst bestimmte Lösungen für den Transport von Materialien und Gütern, Lagerabläufen, Geschäftsnetzwerke, Prozesse im internationalen Transportsystem, Transport-Dienstleistungen für kleine und mittelständische Unternehmen sowie den Personentransport.

2.1. Hauptprobleme in großen Städten

- Das Fehlen einer Trennung zwischen Personen- und Frachttransport
- Fahrzeuge teilen sich dasselbe Transportnetzwerk
- Beziehung zur Transportplanung – Strategie!
- Staus wirken sich auf Transportabläufe aus
- Probleme, die sich auf die Transportrichtlinien beziehen
- Probleme beim Parken, Be- und Entladen
- Probleme mit Kundinnen und Güterzustellungen – Entladen und Abholen, Lieferzeit und Abholung etc.

Diese Probleme können mithilfe verschiedener **regulatorischer Maßnahmen** gelöst werden, welche versuchen, die einzelnen Bereiche von gegensätzlichen Komponenten zu trennen:

- **Räumlich:** indem man ausgewählten Straßen oder zumindest ein Fahrstreifen nur für den Personentransport reserviert, den Bau von ober- und unterirdischen Parkgaragen, Einfahrtsbeschränkungen für schwere LKWs, Park- und Halteverbote, reservierte Parkplätze usw.
- **Zeitlich:** einige Stadtgebiete versuchen entweder den Frachttransport von Schwertransportern in die Nacht oder in die frühen Morgen zu verlegen, ihn einzuschränken oder ganz zu verbieten, oder führen Kurzparkzonen ein.

Eine intensivere Raumnutzung und eine höhere wirtschaftliche Aktivität steigt jedoch auch der Bedarf daran, individuelle logistische Grundsätze anzuwenden. Damit einher geht ein höherer Bedarf an Koordinierung und Synchronisierung unter Beteiligung der Stadtbehörden.

Beispiele von Stadtlogistiklösungen im Bereich des Straßentransports in EU-Städten

2.2. Spezielle Objekte (Städtisches Verteilzentrum)

Wie eine Analyse großer Städte wie zB **Berlin, Bremen, München** etc. ergeben hat, ist die häufigste Lösung die Schaffung eines speziellen Logistikzentrums (Parks), intermodaler Terminals und Verteilzentren.

Eine effizientere Nutzung von Frachtfahrzeugen erfolgt durch eine Sammlung der Fracht in „städtischen Verteilzentren“ oder „städtischen Konsolidierungszentren“ (sprich UCC).

Ein **UCC** ist eine logistische Einrichtung, welche sich relative nahe zu jenem Gebiet befindet, welches es abdeckt, zB ein Stadtzentrum, eine gesamte Kleinstadt, oder einen bestimmten Stadtteil. Es holt Lieferungen von verschiedenen Unternehmen im Sinne eines integrierten logistischen Systems ab. UCCs bieten Lagerungs-, Sortierungs-, Zusammenlegungs- und Aufteilungseinrichtungen sowie eine Anzahl verwandter Services an, wie zB Buchhaltung, Rechtsberatung und Maklerdienste. Die Sammlung von Lieferungen kann zu einer Verkürzung der Fahrtstrecken führen.

Das UCC-Prinzip: Die Fracht kommt in einer „externen Zone“ an, wo sie in städtischen LKWs zusammengeführt wird. Jeder städtische LKW liefert diese Fracht an eine oder mehrere Satellitenplattformen (Ziele). Dort wird die Fracht in umweltfreundliche Fahrzeuge umgelagert, welche für die Abholung und Zustellung in überfüllten Innenstädten prädestiniert sind. Satellitenplattformen bieten keine Lagereinrichtungen an, erfordern eine komplexe Echtzeit-Koordination, Kontrolle und Planung städtischer LKWs und Stadtfrachter.

Alles in allem sind dies die wichtigsten Funktionen besagter Objekte:

- Umlagerung von Gütern industrieller Einrichtungen
- Verpacken, Wiegen, Anbringen von Strichcodes usw.
- Ver- und Entladen von Gütern
- Lagern von Gütern
- Bereitstellung notwendiger Beratungsleistungen im Bereich Logistik, Recht, Marketing, Finanzen etc.
- korrekter Umgang mit der Lagerausrüstung
- Beförderungsübergabe zwischen Transporteinheiten auf Schienen, städtischen Wasserwegen, sowie im Hochsee- und Straßentransport

2.3. Einfahrtseinschränkung oder -genehmigung für Fahrzeuge ins Stadtzentrum

Die Einfahrt von Fahrzeugen in einzelne Stadtteile kann nur für **bestimmte Fahrzeugtypen, nur für ein bestimmtes Zeitintervall oder auf Grundlage einer amtlich ausgestellten Lizenz** verboten werden. Die Fahrzeugtypen und ihre **Größe**, ihr **Gewicht** sowie die **Menge der von ihnen ausgestoßenen Schadstoffemissionen** sind ebenfalls von Relevanz. In den meisten Fällen hängt die Lastenbeschränkung mit dem Gesamtgewicht des Fahrzeugs zusammen. Allerdings ist es zB in Stadtzentrum oft notwendig, darüber hinaus noch Einschränkungen der Fahrzeugbreite vorzunehmen, da die Gassen zu eng für die Durchfahrt ausladender Fahrzeuge sind. Einschränkungen können auch für Fahrzeuge gelten, welche an bestimmte **Emissionsgrenzen** stoßen.

2.4. Ökologische (Niedrigemissions-) Zonen (Einschränkungen nach ökologischen Standards)

Ökologische Zonen oder Zonen mit geringer Schadstoffbelastung: ein Gebiet, in welchem nur Fahrzeuge verkehren dürfen, welche sich an bestimmte Emissionsrichtlinien halten. Diese Zonen können wie folgt spezifiziert werden:

- Geografische Abgrenzung,
- Zeitliche Sequenzen,
- Fahrzeugemissionsstandards,
- Fahrzeugtypen

Aktuell existente Umweltzonen: **Italien – Rom, Mailand, Schweden - Stockholm, Göteborg, Malmö, Lund, Großbritannien – London, Spanien – Madrid, Frankreich – Paris, Dänemark - Kopenhagen**

2.5. Karten für LKW-FahrerInnen

Die Erstellung solcher Karten hilft LKW-FahrerInnen dabei, sich in einer Stadt zu orientieren. Sie enthalten beispielsweise Informationen über:

- Lastenbezogene Einschränkungen betreffend die Steuerung von Fahrzeugen
- Standorte von Lieferstationen und Laderampen
- LKW-Einfahrtsverbote
- bevorzugte Routen usw.

Eine detaillierte Lieferkarte erlaubt die **Optimierung individueller Lieferrouten zu einer bestimmten Kundschaft**. Die Karte kann in gedruckter Form oder als Teil des Satellitennavigationssystems (im elektronischen Format) verteilt werden, welche es schaffen, die Fahrer auf die richtige Route zu lotsen.

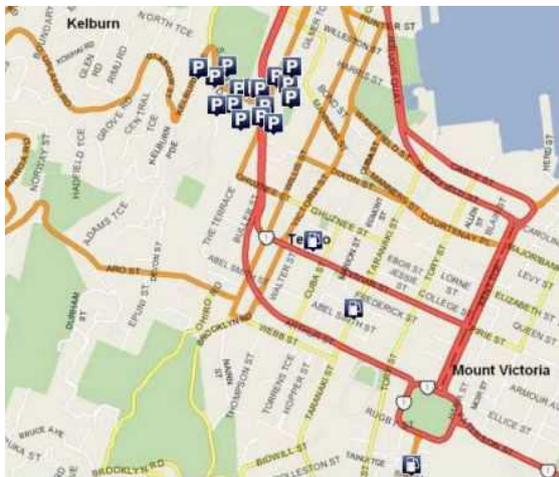


Abbildung 2: Beispiel einer Karte für LKW-FahrerInnen

2.6. Gebührenerhebung für Transportinfrastruktur

In einem bestimmten Gebiet oder für einzelne Straßenabschnitte Gebühren zu erheben ermöglicht es, die externen Kosten, welche durch den Aufbau der Infrastruktur und den Betrieb von Fahrzeugen (Kosten für Umweltverschmutzung, Staus und Unfälle) verursacht werden, direkt an die BetreiberInnen oder BesitzerInnen der Fahrzeuge weiterzugeben. Es gibt mehrere Arten der Vergebührung, ebenso einige Technologien und Methoden für deren Einhebung. Es können auch manuelle und automatisierte Systeme sowie moderne Technologien zur Überwachung und Erzwingung (mittels Funk- und Satellitenverbindung) verwendet werden.

3. TRANSPORT ALS EIN SYSTEM

3.1. Das Transportsystem einer Stadt

Abhängig von der **Position** (dem **Standort**) eines Ausgangspunkts, das heißt einer Aktivität, welche zu einem Transportbedarf führt und dem **Standort** eines Ziels, sprich einer Aktivität, welche diesen Transportbedarf akzeptiert, kann Transport in folgende drei Arten unterteilt werden:

- **Durchfahrtstransport** (oder Umfahrungstransport): Sowohl der Ausgangspunkt als auch das Ziel der Transportroute befinden sich außerhalb eines bestimmten Gebiets;
- **Außentransport** (Ziel und Ausgangspunkt): Der Ausgangspunkt befindet sich innerhalb eines bestimmten Gebiets und das Ziel außerhalb, oder umgekehrt;
- **Innentransport**: Sowohl der Ausgangspunkt als auch das Ziel befinden sich innerhalb eines bestimmten Gebiets.

Die Verfügbarkeit und Aufnahmekapazität städtischer Straßen decken sich nicht mit dem aktuellen Bedarf. Aufgrund der Überlastung städtischer Straßen gibt es Unfälle, an welchen einzelne Verkehrsteilnehmer aus dem oberirdischen Personen- und Frachttransport (sowohl dynamisch als auch statisch) sowie Fußgängerinnen beteiligt sind. Es gibt eine Reihe organisatorischer und regulatorischer Maßnahmen, welche eingesetzt werden können, um dieses Problems Herr zu werden:

Langfristige Regelungsmaßnahmen für die Transportorganisation in Städten umfassen:

- **Die Transportorganisation auf dem Straßennetzwerk** (Maßnahmen, um die größtmögliche Transporttrennung zu erreichen, Festlegen von Haupt- und Nebenstraßen, Bau von Einbahnstraßen usw.),
- Park-/Halteverbote und Einschränkungen betreffend Bewegungen und Manöver auf der Straße usw.),
- **Organisieren der Transportbewegungen an Knotenpunkten** (Kennzeichnung von Spurverschiebungen, Rechtsabbiegeverbot, vorgeschriebene Fahrtrichtung),
- **Maßnahmen zur Erhöhung der Gleichmäßigkeit des Verkehrsflusses** (dauerhaftes oder zeitlich befristetes Verbot von langsamen Fahrzeugen, anlassbezogene Anpassung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, Aufstellen von Verkehrsschildern usw.)
- **Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrshomogenität** (Reduktion von Störungen mittels Benachrichtigungen usw.),

- Vorrang gewährende Werkzeuge und Maßnahmen für **Transportmittel im öffentlichen Personentransport oder für Rettungsfahrzeuge** (Vorrang auf eigenen Fahrstreifen bei Verkehrsknotenpunkten).

Kurzfristige Regelungsmaßnahmen für das Straßennetzwerk umfassen:

- Maßnahmen betreffend die Verteilung und Gestaltung des Verkehrs unter Berücksichtigung von Stoßzeiten (zeitlich und räumlich),
- Einführung temporärer Umfahrungen
- Maßnahmen zur Handhabung notfallbedingter kurzfristiger Verkehrskonzentrationen
- Optimierung der Leistungsfähigkeit aller beteiligten Akteure: Stadt-Lieferantinnen-Kundinnen usw.

3.2. Städtische Transportverbindungen und ihre Beziehung zur Stadtlogistik

Bei der Beförderung von Personen, Fracht und Informationen werden bestimmte Verknüpfungen geschaffen. Sie verbinden Arten des städtischen, vorstädtischen, städteübergreifenden und internationalen Transports miteinander. Es gibt grundlegende Stadttransportanbindungen wie zB:

- Transportverknüpfung mit **dem ArbeitgeberInnensektor**,
- Transportverknüpfung mit **bürgerlichen Annehmlichkeiten**
- Transportverknüpfungen mit **Freizeitaktivitäten**

3.3. Der Aufbau eines städtischen Transportsystems

Das städtische Transportsystem umfasst:

- **Transportnetzwerke**,
- **Verkehrsorganisation** (Verkehrsmanagement und -regulierungen unter Berücksichtigung zeitlicher und räumlicher Aspekte),
- **Transportmittel.**

Der Prozess zur Bewältigung des städtischen Transportsystems kann mit den folgenden vier Schritten zusammengefasst werden:

- **Optimierung der funktionalen Regelung** der Stadt, was zu einer Beseitigung des Restverkehrs auf allen Ebenen führt;
- **Reorganisation** bestehender Elemente des derzeitigen Transportsystems, Gestaltung und Aufbau neuer Elemente des Transportsystems
- **Organisatorische Maßnahmen und Verkehrsmanagement** zur Optimierung einer speziellen Nutzbarmachung von Beförderungswegen
- **Regulierung und Beschränkung** bestimmter Transportarten

4. SYSTEMAUSZUG ZUM STÄDTISCHEN TRANSPORT

Im städtischen Transportsystem werden vor allem die folgenden Parameter beachtet:

- Kapazität (betreffend die Anzahl der Autos) der Transportinfrastruktur
- Fahrzeugdichte zwischen zwei Verkehrsknotenpunkten
- Fahrzeugbewegung und -geschwindigkeit zwischen Kreuzungen
- Straßenparameter
- Kapazität der Parkplätze

Das Transportnetzwerk innerhalb des städtischen Transportsystems besteht aus 3 Elementen:

- **Parkplätzen**
- **Kreuzungen**
- **Straßen**

4.1. Parkplätze

Aus Sicht der Systemtheorie handelt es sich bei diesen um ein Integrationselement. Ankommende und abfahrende Fahrzeuge repräsentieren einen Ausgabewert. Der Bestand an Autos auf Parkplätzen repräsentiert einen Eingabewert. Entsprechend ihres Zwecks werden sie unterteilt in:

- Parkplätze in Wohngebieten
- Unternehmensparkplätze für Angestellte und Kundinnen
- Parkplätze vor öffentlichen Gebäuden
- Park & Ride-Parkanlagen

Grundbegriffe (Schlüsselwörter betreffend das Parken):

Parken: Autos werden außerhalb von Fahrstreifen des Fließverkehrs in den Ruhezustand (Leerlauf) versetzt

- Kurzparken: $t \leq 2 \text{ h}$
- Langzeitparken: $t > 2$

Außerbetriebnahme (Abstellen am Straßenrand): Autos werden außerhalb von Fahrstreifen des Fließverkehrs am Wohnort/Standort eines Fahrzeugbetreibers/einer Fahrzeugbetreiberin in den Ruhezustand versetzt

Autostand: eine Fläche, die zum Abstellen oder Parken eines Fahrzeugs notwendig ist (der Länge nach, schräg oder im rechten Winkel).

4.2. Kreuzung

Kreuzungen sind ein wichtiges Element des städtischen Transportsystems. Aus der Sicht der Graphentheorie sind Kreuzungen Verkehrsknoten (Verzweigungsstellen) innerhalb des städtischen Transportsystems, an dem einzelne Straßen aufeinander treffen. Sie verfügen über Kapazitäten, Eingabe- und Ausgabekanten sowie spezifische Eigenschaften. Die häufigsten sind: Knotenpunkte mit verzweigten Straßen, Kreisverkehre und ampelgeregelt Kreuzungen.

4.3. Straße

Eine Straße besteht aus einer oder mehreren **Fahrstreifen** und einer bestimmten Anzahl an **Parkplätzen** (diese kann 0 sein). Im Transportsystem übernimmt sie eine Funktion eines Puffers, durch welchen eine bestimmte Anzahl an Fahrzeugen fließt und ein bestimmter Bestand an Fahrzeugen (Autos im Ruhezustand) aufrechterhalten wird. Ihr Betrieb wird durch die Fahrstreifenbreite beeinflusst, besonders in Situationen, in welchen an beiden Seiten Fahrzeuge geparkt sind. Sie besitzen sowohl eine Durchlässigkeit (Durchfahrtsfähigkeit) als auch eine Aufnahmekapazität.

4.4. Verkehrsmanagement

Verkehrsmanagement mithilfe von Straßenschildern ist Teil der systematischen Lösung von Transportabläufen in einer Stadt. Hinsichtlich des zeitlichen Aspekts kann es unterteilt werden in:

Echtzeit-Management: unmittelbares Verkehrsmanagement, zB durch Ampeln an Kreuzungen, Ampeln, welche die freien Plätze in Parkhäusern anzeigen oder ein manueller einseitiger Umleitungsvorgang,

Operatives Management: im Vorfeld geplante Transportordnung, zB tägliche Veränderung der Fahrstreifenrichtung, Veränderung der Rot-Grün-Intervalle bei Ampeln zu den Stoßzeiten am Nachmittag, Straßensperren usw.

Taktisches Management: Reorganisation des Transportsystems in einem durchschnittlichen Intervall (saisonale Straßensperren aufgrund von Instandhaltungsarbeiten),

Strategisches Management: Größere Reorganisation des Verkehrsmanagements auf Grundlage systematischen Managements unter Einbezug von Informationssystemen, Modellierungs- und Simulationssoftware.

5. DEFINITION VON TRANSPORTFÄHIGKEIT

5.1. Der Einfluss von Transport auf Ansiedlungen und die Stadtentwicklung

Bezugnehmend auf das neue Phänomen der 1960er-Jahre, als das Wachstum der Städte eingedämmt und gestoppt wurde, was die Gebietserweiterung anbelangt, und die damit einhergehende Tendenz der Entflechtung, führten einige Geografen (zB Berg, Drewett, Klaassen, Rosi, Vijveberg 1982, Cheshire and Hay 1989, M. Tosics 1989) die „Allgemeine Theorie der modernen städtischen Entwicklung“ ein.

Diese Theorie basiert auf der Annahme, dass die Stadtentwicklung in einigen aufeinander folgenden Schritten erfolgt: **Urbanisierung, Suburbanisierung, Deurbanisierung und Reurbanisierung**. Diese Phasen wiederholen sich in Zyklen, welche alle Angelegenheiten der Stadtentwicklung berücksichtigen. Diese starten zunächst einmal in innovativen Zentren und weiten sich in der Folge auf den Rest der Welt aus. Der Urbanisierungsprozess wird vor allem von der wirtschaftlichen Reife und dem Industrialisierungsgrad beeinflusst, welcher zu einer optimalen Unterbringung der Bevölkerung führt.

5.2. Transportfähigkeit

Gemäß des Gesetzes für öffentliche Dienste in der Personenbeförderung (Tschechische Republik) bedeutet Transportzugänglichkeit, dass an allen Werktagen der Transport zu **Schulen, Behörden, Arbeitsstellen, Gesundheitseinrichtungen** und an Orte zur **kulturellen, freizeitbezogenen** und **sozialen** Bedürfnisbefriedigung sichergestellt werden muss. Dies gilt auch für den Rücktransport.

In Bezug auf Ortsansässige kann Transportfähigkeit wie folgt charakterisiert werden:

- was die **räumliche** Perspektive anbelangt: Die Fähigkeit, eine Person innerhalb eines gewünschten Gebiets zu befördern (Haltestellenverfügbarkeit, Zielzugänglichkeit, Dichte des Verkehrsnetzwerks usw.)
- was die **zeitliche** Perspektive anbelangt: Die Fähigkeit, eine Person innerhalb einer gewünschten Zeit zu befördern (Zeit des Verkehrsbetriebs auf der Transportroute während des Tages, regelmäßige Transportintervalle usw.)

- was das **Kapazität** von Transportlinien anbelangt: Die Verfügbarkeit von ausreichend freien Plätzen eines bestimmten Transportfahrzeugs zur gewünschten Zeit in die gewünschte Richtung (effektive Nutzung der Fahrzeugkapazität usw.)
- aus **finanzieller** Sicht: Die Relation der Fahrkartenpreise (Gebühr) zum Verdienst (Einkommen) individueller Bevölkerungsgruppen.

In den meisten Städten wird die Transportfähigkeit durch **vier Hauptarten der Personenbeförderung sichergestellt**:

- städtischer Personentransport
- fahrplanmäßiger Bustransport,
- individuelle Beförderung per Auto,
- Personenbeförderung mittels Schienenverkehr.

Zumeist werden sie parallel ohne detaillierte Abstimmung betrieben. Es gibt allerdings Ausnahmen: In einigen Gebieten existieren bereits sogenannte „**integrierte Transportsysteme**“, wo die räumliche und zeitliche Abstimmung der verschiedenen Transportarten in einer Stadt sichergestellt ist.

Bei einem **integrierten Transportsystem (ITS)** handelt es sich um ein System der Transportfähigkeit eines speziellen ganzheitlichen Bereichs des öffentlichen Personentransports. Darunter fallen mehrere Transportarten oder Transportlinien verschiedener Anbieterinnen (Betreiberinnen). Das ITS stellt sicher, dass Personen nach einheitlichen Transportstandards und auf Grundlage eines einheitlichen Tarifsystems befördert werden.

Personen können mit **verschiedenen Transportmitteln** (Fahrzeugen) befördert werden. Darin integriert werden kann auch den **Fortbestand von Fahrrad- oder individueller Beförderung** mittels Autos in Form von **Park-and-Ride** oder **Bike-and-Ride**-Anlagen. Verschiedene Anbieterinnen können an einem ITS teilnehmen und Fahrpläne **einzelner Transportlinien** sollten daher unabhängig davon, welche Anbieterinnen welche Linien betreiben, **optimiert** werden. Passagierinnen innerhalb des ITS können Gebrauch von **integrierten Fahrkarten** machen, welche innerhalb des gesamten Systems gültig sind – ganz egal, welche Transportmittel verwendet werden bzw. wer diese betreibt.

6. MODELLIERUNGSABLÄUFE IM TRANSPORTSEKTOR

6.1. Die Modellierung des individuellen Personentransports kann in drei Phasen unterteilt werden

Erste Phase

Im Rahmen der ersten Phase wird ein simuliertes Verkehrsnetzwerk erstellt. Das Netzwerk besteht aus Knoten und Abschnitten. Die Knoten repräsentieren Kreuzungen, Ausgangspunkte und Ziele des Transports sowie Orte, an welchen sich die Eigenschaften des Verkehrs ändern. Die Abschnitte repräsentieren Verkehrswege, welche die Knoten des Straßennetzwerks miteinander verbinden.

Zweite Phase

In der zweiten Phase wird ein bestimmtes Gebiet in Flächen (Regionen) aufgeteilt, in welchen der Transport beginnt und endet. Für jede dieser Regionen werden spezifische, transportbezogene Matrizen definiert. Diese basieren auf Transportumfragen, mit deren Hilfe ermittelt wird, wie viel Verkehr es zwischen den Transportregionen und Gebietseingängen gibt.

Dritte Phase

In der dritten Phase werden Reisen entsprechend der transportbezogenen Matrizen dem aktuellen Verkehrsnetzwerk zugeordnet. Für jede Beziehung werden eine oder mehrere Routen gemäß der definierten Parameter gesucht.

6.2. Modellierungsmöglichkeiten (Funktionen)

- Ermitteln der Verkehrsintensität auf neu gebauten Straßen und Spezifizieren der Verringerung bzw. Erhöhung des Verkehrs auf bestehenden Straßennetzwerk;
- Entwicklung einer Gleichschaltungsbewertung;
- Straßenabschnitte und die Simulation ihrer Schließung;
- Einfluss auf die Einschätzung der Verkehrsorganisation – Bau von Einbahnstraßen und Straßenabschnittssperren, Abbiegeverbote in einige Richtungen bei Kreuzungen, „Grüne Welle“;
- Ermitteln des Durchgangs-, Ziel- und Ausgangstransports in einem bestimmten Gebiet;
- Ermitteln der gesamten Verkehrs- und Transportcharakteristika: Gesamte Transport-Leistung, durchschnittliche Fahrdauer, gesamter Zeitaufwand usw.

6.3. Grundbegriffe:

Fahrbahn: Der Hauptteil eines Straßenabschnitts, dessen Zweck die Gewährleistung des Verkehrsflusses von Straßenfahrzeugen ist oder der Hauptfahrstreifen einer Einbahnstraße.

Fahrstreifen: Ein verstärkter Teil eines Straßenabschnitts, dessen Zweck die Gewährleistung des Verkehrsflusses von Straßenfahrzeugen oder Fußgängerinnen ist.

Verkehrsfluss: Eine Reihenfolge aller Autos (oder Fußgängerinnen), welche sich entweder hintereinander oder nebeneinander auf einer Spur bewegen. Dieser kann aus mehreren Straßen oder Strömen von Fußgängerinnen bestehen.

Verkehrsflussintensität: Die Anzahl an Straßenfahrzeugen oder Fußgängerinnen, welche ein bestimmtes Straßenprofil oder einen Teil davon innerhalb eines ausgewählten Zeitraums in eine Verkehrsrichtung durchquert.

Stoßzeitenintensität: Die maximale Stärke von Fahrzeugen, Fußgängerinnen oder Fahrradfahrerinnen, welche ein beobachtetes Straßenprofil pro Stunde durchqueren.

Verkehrsflussstruktur: ist Ausdruck eines bestimmten Anteils einzelner Fahrzeugtypen an der Gesamtmenge von Fahrzeugen, welche sich innerhalb eines bestimmten Zeitraums auf einem beobachteten Straßenabschnitt befinden.

Verkehrsflussdichte: Die Anzahl der Fahrzeuge (Fußgängerinnen) auf einem bestimmten Straßenabschnitt innerhalb eines bestimmten Zeitraums.

Verkehrsflussgeschwindigkeit: Ein Durchschnittswert der Fahrzeug- (Fußgängerinnen) -Geschwindigkeiten auf einem ausgewählten Straßenprofil (momentane Geschwindigkeit).

Fahrzeugeinheit: Ein theoretisches Fahrzeug, welches der Überführung aller Fahrzeuge in deren Ausprägung entspricht. Sie wird durch die charakteristischen Merkmale (hauptsächlich Bedienung) eines PKWs ausgedrückt.

7. PROGNOSE UND MODELLIERUNG VON TRANSPORTANFORDERUNGEN

7.1. Transporttechnische Instrumente zur Transportmodellierung

Transportmodellierung umfasst nicht nur die Verkehrsmodellierung und -simulation, sondern auch eine Anzahl an transporttechnischen Instrumenten (Werkzeugen), welche für eine Reihe von Aktivitäten verwendet werden können.

Allerdings lassen sich diese Werkzeuge in verschiedene Gruppen zusammenfassen:

- **Werkzeuge für die Planung und Entscheidungsfindung** (diese umfassen unterstützende Werkzeuge, welche das Verfolgen des Verkehrs, die Gestaltung von Transportregionen, die Einschätzung der Wirtschaftlichkeit von Neubauten, die Einschätzung von Umwelteinflüssen und andere Vorgänge erleichtern. Beispiele hierfür sind verschiedene Softwareprogramme wie AutoTURN, AeroTurn usw.);
- **Werkzeuge zur Analyse der Anforderungen an den Transport** (ihr Hauptzweck besteht darin, einem Verkehrsnetzwerk basierend auf einer bestehenden und vorgeschlagenen Transportinfrastruktur und einem relevanten städtischen Konzept eine bestimmte Verkehrsintensität zuzuweisen);
- **Analytische Berechnungswerkzeuge** (diese enthalten vor allem unterstützende Software-Pakete, welche komplizierte Berechnungen erleichtern. Ihre Leistung besteht zB in der Gestaltung von Ampeln an Kreuzungen, wo einige der höher entwickelten Produkte die optimale Anpassung der Ampelschaltpläne finden können. Hierzu zählen das Highway Capacity Manual, Edip-Ka usw.);
- Werkzeuge zur Optimierung von Verkehrsgeräten (die meisten dieser Werkzeuge werden entwickelt, um die Schaltpläne von Ampeln an Kreuzungen zu optimieren oder um Spurwechsel und Breitenverhältnisse an unregelmäßigen Kreuzungen zu gestalten),
- Verkehrssimulationswerkzeuge (die umfangreichsten Lösungen konzentrieren sich nicht nur auf die Analyse und Optimierung von Transportsystemen, sondern auch auf die Erbringung von visuellen Ergebnispräsentationen. Zu den verschiedenen Softwareangeboten zählen VISSIM, Paramics, Aimsun NG usw.)

7.2. Modellierung und Simulation des Verkehrsflusses

Transport- (Verkehrs-) Modellierung und Simulation werden hauptsächlich im Kontext von Transporttechnik und Transportplanung eingesetzt. Das Ziel ist, in einem vorgegebenen Gebiet ein Transportmodell zu entwickeln, welches beim Einsatz eines Transportinfrastruktur-Designs (geometrische und umfassende Anordnung des Verkehrsnetzwerks), eines öffentlichen Personenbeförderungsdesigns (Schaffung neuer Buslinien, Haltestellen usw.) oder einer Einschätzung des Umwelteinflusses hilft.

Der grundlegende Aspekt des Transportmodells ist es, ein (Annäherungs-)Modell zu schaffen, welches die Bewegungen von Fahrzeugen und deren wechselseitige Interaktionen berücksichtigt. Die Hauptkriterien sind: eine Erweiterung des Netzwerkmodells, ein **Annäherungsgrad an den echten Zustand und spezifische Illustrationsdetails**.

Gemäß dieser Kriterien lassen sich die Modelle wie folgt einteilen:

- Makrosimulationsmodelle,
- Mesosimulationsmodelle,
- Mikrosimulationsmodelle,
- Nanosimulationsmodelle.

Mikroskopische Simulationsmodelle

Das Prinzip mikroskopischer Simulation (Mikrosimulationen) ist es, die Fahrten individueller Fahrzeuge in einem vorgegebenen Verkehrsnetzwerk zu modellieren – und zwar unter Berücksichtigung aller Infrastruktur- und Transportmittelparameter sowie des Fahrverhaltens. Die Grundlage mikroskopischer Modelle bildet vor allem die Modellierung einzelner sich im Verkehrsfluss bewegender Fahrzeuge.

Das “Autoverfolgungsmodell”

Das Autoverfolgungsmodell, welches die Längsbewegung und das Verhalten eines Fahrzeugs im Verkehrsfluss in Abhängigkeit vom davor fahrenden Fahrzeug beschreibt, entspricht der am weitesten verbreiteten Art mikroskopischer Simulationsmodelle.

Das Grundprinzip des Autoverfolgungsmodells ist es, die Abhängigkeit der Fahrzeugbeschleunigung von den das Fahrzeug umgebenden Bedingungen zu ermitteln. In einem einfachen Fall bezieht sich das nur auf die Bedingung, dass ein Fahrzeug einem Fahrzeug folgt, welches seinerseits ein Fahrzeug direkt vor sich hat.

8. ENTWICKLUNG DES TRANSPORTABLAUFS MIT HILFE SPEZIFISCHER SOFTWARE

Heutzutage ist der Bereich der Transportplanung, -verwaltung und Optimierung ohne den Einsatz geeigneter Computerunterstützung grundsätzlich irrelevant.

8.1. PTV Vision

Bei der Modellierungssoftware PTV Vision, genauer gesagt einigen ihrer Funktionsmodule (VISEM, VISUM und VISSIM), handelt es sich um ein umfassendes Software-Paket, welches zur Unterstützung von Planungs-, Verwaltungs- und Verkehrsprozessen entwickelt wurde.

VISUM: Software zur Planung und Analyse von Transportnetzwerken. Sie modelliert parallel Netzwerke für den öffentlichen Personentransport sowie für den individuellen Autotransport, welche in der Folge als ein gemeinsames Netzwerk oder separat betrieben werden können. Die Software hilft bei der Auswertung bestehender Ebenen und bei der Generierung von Vorschlägen für neue Ebenen öffentlichen Personentransports – sowohl aus der Sicht der Anbieterinnen als auch aus der Sicht der Passagierinnen.

Die Grundfunktionalität des VISUM-Moduls ist die Zuteilung von Transportbeziehungsmatrizen zum Modell des Transportnetzwerks (sprich das Befüllen des Transportnetzwerks mit Transportbeziehungen). Das gewonnene Ergebnis bietet ein umfassendes Bild über Verfügbarkeit, Zeitverlust, Belegung usw.

VISEM: Hierbei handelt es sich um ein Modell zur Erstellung von Transportbeziehungsmatrizen und zur Berechnung von Transportanforderungen. Teile der Eingabedaten, welche sich nicht durch die Software VISEM zu Transportbeziehungsmatrizen verarbeiten lassen, werden durch eine Entfernungsmatrix, die verfügbare Zeit, eine Transfermatrix, eine klassifizierte Matrix usw. in einem geeigneten, für VISEM akzeptablen Format dargestellt.

VISSIM: Hierbei handelt es sich um ein Softwaremodul für die multimodale Modellierung, welche die Durchführung einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation durch das Benutzer-Innen ermöglicht. Es erstellt ein realistisches Modell des Fußgängerinnen- und FahrradfahrerInnen-Verhaltens und kann deren Bewegung entlang städtischer Straßen adäquat und synchron zur Bewegung von motorbetriebenen Fahrzeugen simulieren.

Andere Komponenten (Module) von PTV Vision:

- VISEVA: Transportanforderung mit simultaner Zielauswahl.
- INTERPLAN: Grafische Planung und Optimierung von Fahrplänen und theoretischen Transportgraphen.

- INTERPLAN/select: Anwendung für die individuelle und Sendeplanung zur Optimierung von Routen
- VISUM-online: Software zur Echtzeit-Verkehrsregelung auf Autobahnen und Straßen.
- SITRAFFIC P2 (Verkehrstechnische Arbeitsstätte): Eine Anwendung zur Erstellung von Ampelschaltplänen sowohl für isolierte als auch geregelte Kreuzungen.

8.2. Möglichkeiten (des Einsatzes) von PTV Vision:

- Forschungsprojekte mit Fokus auf die Straßenkapazität (Autobahnen, Straßen, Kreuzungen);
- Optimierung von auf Verkehrsvorhersagen basierenden Kreuzungsgestaltungen;
- Mikroskopische Simulationen in Autobahnnetzwerken (Durchsatz, Transportqualität);
- Simulation von Telematik-Vorteilen;
- Mikroskopische Simulation des öffentlichen Personentransports und Fahrverhaltens.

8.3. Ablauf einer Simulationsstudie

Der Simulationsprozess besteht aus **zwei Hauptphasen**. In der ersten Phase muss ein Simulationsmodell gestaltet und erstellt werden. Dieser Prozess umfasst die Entwicklung eines bestimmten Modells (Transportnetzwerk) und die notwendige Datensammlung und -evaluation. Während der zweiten Phase werden Simulationsexperimente auf Grundlage des geschaffenen und verifizierten Modells durchgeführt. Der letzte Schritt ist, die Schlüsse und Ergebnisse aus der Simulation ins echte Leben zu überführen.

Der gesamte Prozess gliedert sich in elf Schritte:

- Formulierung des Transportproblems
- Festlegung der Ziele und des allumfassenden Plans des Simulationsablaufs
- Erstellung eines Modellkonzepts
- Datensammlung und Analyse
- Erstellung des Simulationsmodells
- Verifizieren des Modells
- Validieren des Modells
- Projektierung des Simulationsprozesses
- Durchführung und Analyse der Simulation
- Bedarf an weiteren Simulationen
- Verfassen des Endberichts

9. LOGISTIK ZUR VERSORGUNG VON STÄDTEN MITTELS FRACHTTRANSPORT

9.1. Stadtlogistische Arbeitsabläufe

Das Grundkonzept logistischer Arbeitsabläufe in Städten und Gebieten im Bereich des Frachttransports beruht im Wesentlichen auf zwei Logistiktechnologien:

- **Speichenarchitektur**
- **Torweg**

Speichenarchitektur: basiert auf der Existenz eines einzelnen Logistikzentrums, von dem aus ein Gebiet über Versorgungsstraßen (Speichen) beliefert wird. TransportanbieterInnen holen die Ladungen direkt bei den Niederlassungen der Speditionen ab und bringen sie zurück in ihr Lager, wo sie zusammengefasst werden. Im Lager des Beförderungsunternehmens werden Ladungen nach ihrem Zustellort (typischerweise nach Zielort oder Lager) sortiert, auf Straßenfrachtfahrzeuge (für gewöhnlich Sattelaufleger) verladen und anschließend zur Zielangabe transportiert.

Die Sortierung bei der Herkunftsnahe kann manuell durchgeführt werden, entweder basierend auf der optischen Identifikation der Lieferadresse auf einem Paket oder es durch ein automatisiertes Verfahren, in dessen Zuge ein Paket auf einem Fließband entlangfährt und von einer Maschine identifiziert wird, welche den auf dem Paket aufgedruckten Strichcode liest. An der Zielangabe werden die Ladungen wieder aufgeteilt, entweder manuell oder mithilfe des automatisierten Fließbandverfahrens. Bei der Zielangabe werden die Ladungen jedoch in „Fahrten“ oder „Routen“ sortiert. Eine „Fahrt oder Route“ ist in der Regel ein Cluster aus Vorstädten in demselben geografischen Gebiet oder ein einzelner Standort, welcher täglich eine große Menge an Lieferungen bekommt. Sobald die Ladungen nach „Fahrt oder Route“ in der Zielangabe sortiert sind, werden sie in kleinere Lieferfahrzeuge umgeladen und den Empfängerinnen in ebendieser Region zugestellt.

9.2. Diese Technologie arbeitet mit zwei Transportkreisläufen:

- **Kreislauf des externen Transports:** Zusammengefasste Ladungen für eine/n oder mehrere Empfängerinnen,
- **Kreislauf des internen Transports:** Zustellung der auseinandersortierten Ladungen ausgehend von der Nabe (dem Logistikzentrum) in einem Gebiet.

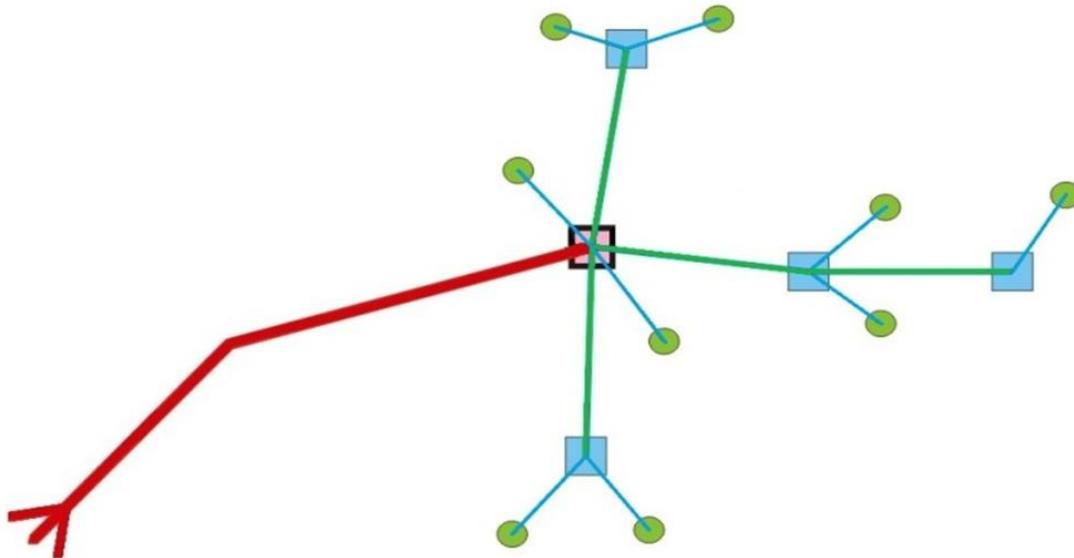


Abbildung 3: Speicherarchitekturtechnologie

Der externe Transport wird durch Transportsysteme mit großer Frachtkapazität oder deren Kombination (in multimodalen Transportsystemen) sichergestellt.

Der interne Transport wird durch die Gegebenheit der Transportinfrastruktur eingeschränkt. Zumeist wird er durch Straßentransport sichergestellt, welcher von LKWs mit einem Höchstgewicht von 3,5 bis 6 Tonnen durchgeführt wird.

Diese Technologie ist für den Gebietseinsatz in kleinen bis mittelgroßen Agglomerationen mit bis zu einer Million Einwohnerinnen geeignet.

Logistiktechnologie Durchlass: Sie eignet sich für Logistikoperationen in Großstädten (mit mehr als eine Million Einwohnerinnen).

Am Eingang zu einem großen Stadtkern werden die "Torwege" gebaut: Es handelt sich hierbei um Logistikobjekte, welche den Logistikzentren der Speichenarchitektur-Technologie ähneln. In „Torwegen“ werden für gewöhnlich die folgenden Tätigkeiten durchgeführt:

- Ladungsumschlag
- Zusammenlegen, Auseinandersortieren und Verpacken
- Abholen und Zustellen der Ladungen.

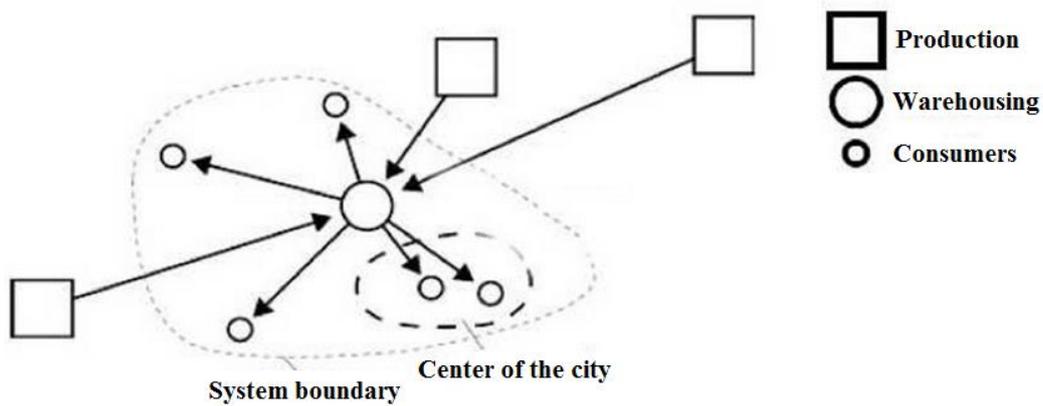


Abbildung 4: Logistiktechnologie "Torweg"

10. TECHNOLOGIE VON STADOPERATIONEN MITTELS FRACHTTRANSPORT

10.1. Herangehensweise an bestimmte stadtlogistische Angelegenheiten und den Frachttransport in Städten

Der Begriff „Stadtlogistik“ repräsentiert die anwendungslogistischen Zugänge zur Beförderung von Gütern (Ladungen) und Personen unter den in der Stadt gegebenen Bedingungen. Er charakterisiert den Prozess der Optimierung logistischer und Transportprozesse in einer städtischen Agglomeration und umfasst sowohl den privaten als auch den öffentlichen Sektor.

Wie bereits in Kapitel 1 erwähnt, bestehen bestimmte stadtlogistische Systeme (Technologien) des Frachttransports oft aus einer Kombination der folgenden stadtlogischen Ansätze:

- Städtische(s) Verteilzentrum(en),
- Kooperation von TransportanbieterInnen zur Optimierung logistischer Abläufe,
- Kontrolle der Kapazitätsausnutzung von LKWs,
- Undergroundtransportsysteme,
- Optimierung von Lieferfahrzeugen und des Einsatzes umweltfreundlicher Fahrzeuge,
- Zustellung mit anderen Fahrzeugtypen
- Gebühreneinhebung für die Nutzung der Transportinfrastruktur
- Nachtzustellungen
- Regelung der Raumnutzung in Städten
- Karten für LKW-Fahrerinnen
- Alternative Zustellung von Lieferungen
- Informationstechnologien und Telematik (fortschrittliches Informationssystem).

Die zuvor genannten stadtlogistischen Ansätze werden kombiniert, um eine höhere Effizienz bei der Lösung definierter Probleme in der Stadt zu erreichen. Eine passende Kombination der Maßnahmen **kann die negativen Einflüsse des Frachttransports auf die Umwelt reduzieren**, durch den Frachttransport verursachte Verkehrsüberlastungen sowie die **Zahl der Frachtfahrzeuge** (LKWs) in einer bestimmten Region verringern, ohne deren **wirtschaftliches** Wachstum zu beeinträchtigen.

Städtisches Verteilzentrum (UDC) – siehe Kapitel 2

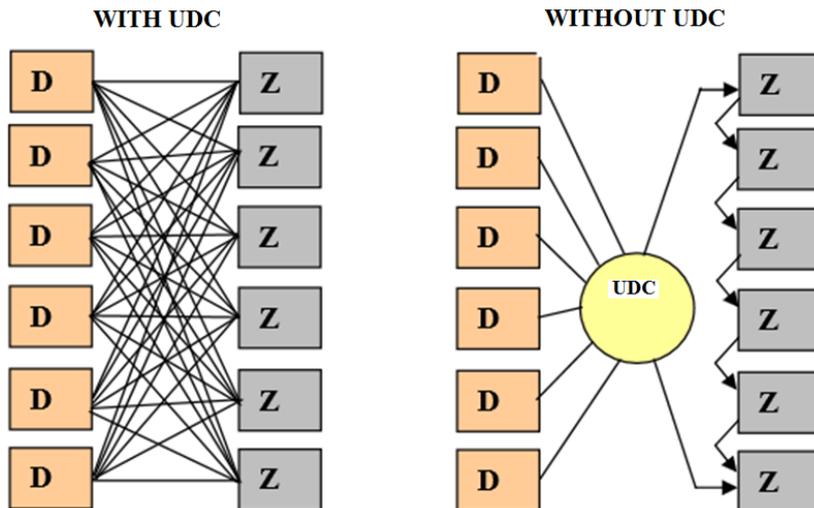


Abbildung 5: Bewegung von Lieferfahrzeugen mit und ohne städtisches Verteilzentrum (UDC)

Diese spezifischen Ziele können durch die Einführung eines UDC erreicht werden:

- Verringerung der Anzahl an LKWs in einem bestimmten Gebiet,
- Verringerung der Gesamtzahl an LKW-Fahrten
- Verringerung von Staus, Emissionen und Lärm
- Steigerung der Attraktivität einer Region
- höhere Lieferzuverlässigkeit
- Verbesserung der bereitgestellten Service-Ebenen,
- Optimierung der gesamten Logistikkette

Einsatz alternativer Treibstoffe

Eine weitere Möglichkeit zur Verringerung der transportbedingten Umwelteinflüsse ist der Einsatz von alternativen Treibstoffen, welche im Vergleich zu herkömmlichen fossilen Brennstoffen deutlich umweltfreundlicher sind. Diese alternativen Treibstoffe umfassen **LPG (Propan, Butan), CNG (komprimiertes natürliches Gas), Biokraftstoffe (Bioethanol, pflanzliche Öle, Biodiesel), Wasserstoff, Strom und hybride Versionen.**

Ladungszustellung mittels unkonventioneller Transportsysteme

Cargo tram: In ein paar Städten gibt es ein dichtes Netzwerk aus Straßenbahnlinien, welche in den Nachtstunden nicht voll ausgelastet sind. Es bietet sich daher an, diese für Liefer-, Abholungs- und Entsorgungsfahrten zu nutzen. In Zürich zB werden Straßenbahnen für die Abholung gesammelten Mülls ausgerüstet. In Dresden wird eine eigene Cargo Tram betrieben, welche ein Verteilzentrum eine Fabrik im Stadtzentrum verbindet.



Abbildung 6: Betrieb von Cargo Trams in Dresden

Fahrräder – Die Zustellung von Paketen und leichten Frachten durch FahrradkurierInnen ist in vielen europäischen Städten gang und gäbe. Die Kommissionierungen werden den EmpfängerInnen direct zugestellt.

Beschränkung (Regulierung) der Zufahrt für ausgewählte Fahrzeugtypen– siehe Kapitel 2



Abbildung 7: Florenz – Lizenzbasierte Zufahrt

Gebühreneinhebung für die Nutzung der Transportinfrastruktur – siehe Kapitel 2

Nachtzustellungen

Das Ziel von Nachtzustellungen in Stadtzentren und anderen Gebieten ist es, die bei Tag auftretende Verkehrsüberlastungen zu meiden und gleichzeitig nicht zu ebensolchen beizutragen. Nachtzustellungen verringern die Fahrtzeit, Emissionen, den Treibstoffverbrauch und tragen damit zu einer besseren Nutzbarmachung von Lieferfahrzeugen bei.

Informations- und Telematik Technologien

- Webseiten,
- dynamische Routenplaner,
- Verkehr zwischen FahrerIn und Lager sowie FahrerIn und Verteilzentrum,
- Lagerinformationssysteme,
- Fuhrparkmanagement,
- Bereitstellung von Informationen über die Verkehrsbedingungen und -infrastruktur in Echtzeit,
- Fahrtenoptimierung usw.

Karten für LKW-FahrerInnen – siehe Kapitel 2

10.2. Beispiele für stadtlogistische Lösungen betreffend den Frachttransport im Ausland

- Brüssel – Caddy-Home
- Aarhus – Einfahrtsbeschränkung für Fußgängerzonen
- Kopenhagen – Zertifikatsystem, FahrradkurierInnen
- Bordeaux – UCC
- Lyon – Zufahrtsgebühr
- Paris – elektronische Dreiräder, Nachtzustellungen usw.
- Dublin - Nachtzustellungen
- Genf – UCC
- Mailand – Cityplus – Ladungszusammenlegung
- Savona – Metro Cargo
- Trento – Elektroautos
- Verona – multimodale Logistikterminals (Quadrante Europa), Grüne Fahrzeuge (umweltfreundlich)
- Fukuoka – UCC
- Ungarn – Fuhrparkmanagementsystem
- Monte Carlo – UCC
- Amsterdam – Flößereiverteilzentrum, Cargo Tram
- Leiden – UCC
- Tilburg, Groningen – effektive Lieferung
- Berlin – Strategie für den integrierten Gütertransport, Bau eines Verteilzentrums am Potsdamer Platz in Berlin

- Bremen – Handbuch über das Transportnetzwerk für den Frachttransport, Stadtlogistik
- Freiburg – System eines zentralisierten Liefermanagements in der Stadt
- München – UCC
- Oslo (auch in Bergen und Trondheim) – Zufahrtsgebühr
- Evora – Ecologus
- Graz – Stadtlogistik
- Salzburg – Stadtlogistik
- Vienna – TIP
- Wien – Nachtzustellungen, Webseiten
- Malmö – Nahrungsmittelindustrielogistik, Verkehrsmanagement mittels Satellitennavigation
- Basel – Stadtlogistik (BCL)
- Zürich – Mülltransport per Straßenbahn
- London – Bau eines Materialverteilzentrums, Überlastungsgebühr
- Heathrow – Verteilzentrum
- Norwich – städtisches Verteilzentrum (CIVITAS SMILE), Shop-and-Go-Projekt,
- York – FahrradkurierInnen

II. DATENSAMMLUNG UND DURCHLÄSSIGKEITSANALYSE

II.1. Einschätzung der Kapazität von Ortsfahrbahnen

Ortsstraßen (Ortsfahrbahnen) sind für eine **Stoßzeitenintensität konzipiert**, welche auf Grundlage der täglichen Intensitätsverteilungen ermittelt wird. Ganztagesintensitäten für den entworfenen Zeitraum ermittelt man auf Basis eines Transportmodells, einer bestehenden Datenvorhersage (durch Fortschreiben der linearen oder nichtlinearen Funktion, mittels eines einzelnen oder durchschnittlichen Wachstumskoeffizienten), durch den Einsatz bundesweit erhobener Wachstumskoeffizienten oder Transportentwicklung.

Hinsichtlich der Kapazitätseinschätzung können Ortsstraßen für den motorisierten Transport in vier funktionale Gruppen (Klassen) unterteilt werden:

- Straßen in Durchfahrtsregionen, Abschnitte zwischen dem äußeren Straßennetzwerk und Querstraßen durch bebaute Stadtgebiete (Funktionale Gruppen A und B)
- Straßen der funktionalen Gruppen A,
- Straßen der funktionalen Gruppen B,
- Straßen der funktionalen Gruppen C.

II.2. Grundsätze der Kapazitätseinschätzung

Im Sinne der Konzipierungsintensität: die Kapazität, sprich die Festlegung des Fassungsvermögens von Ortsstraßen betreffend standardisierte Fahrzeuge, erfolgt nach auf Grundlage bewährter Prinzipien erstellten Berechnungen und findet in Form von Aufstellungen Eingang in Berichtstabellen über die funktionalen Gruppen A, B und C.

Das Berechnungsprinzip besteht darin, die standardmäßige Intensität (Kapazität) pro Stunde oder pro Tag mittels Korrekturkoeffizienten anzupassen, welche die Kapazität eines Ortsstraßenabschnitts beeinflussen.

Zulässige Intensitäten von Ortsstraßen der funktionalen Gruppen C

Funktionale Gruppe	Zulässige Intensität in beiden Fahrtrichtungen (Fahrzeuge/h)		Guter Betrieb und vollständige Ausrüstung nach Motorisierungsgrad		Schlechter Betrieb und geringe Ausrüstung nach Motorisierungsgrad	
	Pro h	Pro Tag	1:3.5	1:2.5	1:3.5	1:2.5
C	300	3000	1600	1400	1200	900
C nutzbar	200	2000	1200	1000	800	600
C (D)	100	1000	600	400	400	300

Tabelle 1: Zulässige Intensitäten von Ortsstraßen der funktionalen Gruppe C

II.3. Verkehrsumfragen

Erkenntnisse über aktuelle Verkehrsaufkommen, Verkehrsintensitäten und Transportflüsse, Verkehrsbedingungen für Transporteinrichtungen sowie all deren Beziehungen und Zusammenhänge (welche zu Verkehr und dessen Anstieg beitragen) werden durch Verkehrsumfragen und -analysen entdeckt und erworben. Deren genaue Kenntnis bildet die Ausgangsbasis für die **Transportplanung**.

Verkehrsumfragenverwertung:

- **Sicherstellen der Daten für Konzeption und Planung**
 - Modernisierung der Straßen und städtischen Netzwerke
 - Verbessern des Transports auf bestehenden Straßen
 - Entwurf von Parkzonen
 - Transportdienstleistungen in einem Gebiet
- **Beurteilen der bestehenden Verkehrsbeziehungen**

Unterscheidung von Umfragen

- **nach der Gebietsgröße und der Anzahl an Standorten**
 - allgemeine Umfrage
 - bundesweite Verkehrszählung (gewinnt Daten über die Verkehrsintensität und Verkehrsflussstruktur)
- **Ermitteln der Verkehrseigenschaften**
 - Richtungsumfrage,
 - Intensitätsumfrage,
 - Geschwindigkeitsumfrage
- **Nach der beobachteten Transportart**
 - Straßentransportumfrage
 - Fußgängerverkehrumfrage
 - Fahrradverkehrumfrage
 - Umfrage betreffend den öffentlichen Personentransport in der Stadt
 - Umfragen betreffend Kreuzungen und Autobahnen
 - Verifikationsumfragen
 - Zweckgebundene Umfragen
 - Besondere Umfragen (Schnitt)

Formen der Umfragedurchführung

- Beobachtung
- mündliche Befragung
- schriftliche Befragung
- verkehrssoziologische Umfragen

I2. ANALYSE UND MODELLE DER BEVÖLKERUNGSWANDERUNG UND ANALYSE DER VERBUNDENHEIT UND ANGEMESSENHEIT KARTOGRAPHISCHER METHODEN

12.1. Methoden zur Ermittlung der Verkehrsintensität

Die Verkehrsintensität auf einer Straße wird auf die folgenden zwei Arten ermittelt:

- Verwenden der Ergebnisse vorangegangener Umfragen.
- Durchführen und Auswerten einer Verkehrsumfrage.

In der Tschechischen Republik sind vor allem die folgenden Informationsquellen über die Verkehrsintensität verfügbar:

- Langzeitverkehrszählung (Zensus);
- Bundesverkehrszählung (Zensus): Sie liefert die Hauptinformation über die Intensitäten des Straßentransportverkehrs. Sie findet über einen Zyklus von fünf Jahren anhand eines ausgewählten Streckennetzwerks statt und umfasst alle Autobahnen, Straßen erster und zweiter Klasse sowie ausgewählte Straßen dritter Klasse und ausgewählte Ortsstraßen. Der nationale Zensus wird von der Straßen- und Autobahndirektion der Tschechischen Republik in Auftrag gegeben.
- Verwenden von Ergebnissen anderer Verkehrsumfragen: Umfragen über den Straßen-, Fahrrad- und Fußgängerverkehr werden in der Regel in einigen Stadtbezirken durchgeführt.

Methoden zur Durchführung von Verkehrsintensitätsumfragen

- **manuell**
- Umfragen mit Unterstützung durch technische Ausrüstung – **Detektoren** in Straßen eingebaut oder daran befestigt: Schläuche, Induktionsschleifen; Radargeräte und **Infrarotdetektoren** – befinden sich in Streckennähe (einige Arten ermöglichen die sogar die Aufzeichnung der Intensität des Fahrrad- oder Fußgängerverkehrs; Videoerkennung – Aufzeichnung von Videoergebnissen und Analyse des Systems zur automatischen Videoergebnisauswertung; **Kombiniert** (zB Videoaufzeichnung mit anschließender manueller Auswertung).

Die Verkehrsintensität wird in der Regel separat in Form von individuellen Ausrichtungen und Zeit – zumindest im Stundentakt - beobachtet und gemessen.

Fahrzeugtypen

Beim Beobachten der Verkehrsintensität ist es ratsam, diese Fahrzeugarten zu unterscheiden:

- **O – PKWs:** mit und ohne Anhänger, Vans
- **M – Motorräder:** Motorisierte Zweiradfahrzeuge mit und ohne Anhänger
- **N – LKWs:** leichte, mittlere und schwere LKWs, Traktoren, Sondertransporter
- **A – Busse:** Fahrzeuge zum Transport von Personen und ihres Gepäcks mit mehr als 9 Sitzplätzen (inklusive Gelenksbusse und Busse mit Anhängern),
- **K – Wohnwägen und Gelenksfahrzeuge** (LKW und Sattelaufhänger).

AUSWERTUNG EINER VERKEHRSINTENSITÄTSUMFRAGE

Die Methodik zur Ermittlung einer Schätzung des jährlichen Durchschnittswerts der täglichen Verkehrsintensität auf Grundlage einer Kurzzeit-Umfrage basiert auf der Umwandlung der bei einer Kurzzeit-Verkehrsumfrage gemessenen Verkehrsintensität. In diesem Zuge werden Koeffizienten verwendet, welche die täglichen, wöchentlichen und jährlichen Variationen der Verkehrsintensitäten charakterisieren.

12.2. Geografische Informationssysteme

Ein geografisches Informationssystem (GIS) ist ein System, welches für die Erfassung, Speicherung, Manipulation, Analyse, Verwaltung und Präsentation aller Arten räumlicher oder geografischer Daten konzipiert ist. Die Abkürzung GIS wird manchmal auch für geografische Informationswissenschaft verwendet, um auf die akademische Disziplin hinzuweisen, welche sich dem Studium geografischer Informationssysteme widmet und ein großer Bereich innerhalb der übergeordneten akademischen Disziplin der Geoinformatik ist. Die räumliche Dateninfrastruktur geht über die GIS hinaus. Es handelt sich um ein Konzept, welches keine derart restriktiven Grenzen hat. Im allgemeinen Sinn beschreibt der Begriff jedes Informationssystem, das geografische Informationen integriert, speichert, bearbeitet, analysiert, teilt und anzeigt. GIS-Anwendungen sind Werkzeuge, die es ihren Benutzerinnen erlauben, interaktive Abfragen (benutzergenerierte Suchen) zu erstellen, räumliche Informationen zu analysieren, Daten in Karten zu bearbeiten und die Ergebnisse all dieser Operationen zu präsentieren. Die Geografische Informationswissenschaft ist die geografischen Konzepten, Anwendungen und Systemen zugrunde liegende Wissenschaft. Es ist auch ein Überbegriff, der sich auf eine Anzahl verschiedener Technologien, Prozesse und Methoden beziehen kann. Sie ist an viele Operationen angeschlossen und verfügt über eine Reihe von Anwendungen, welche einen Bezug zu Technik, Pla-

nung, Management, Transport/Logistik, Versicherungen, Telekommunikation und Wirtschaft haben. Aus diesem können GIS und Standortintelligenzanwendungen die Grundlage für viele standortaktivierter Dienste sein, die auf Analyse und Visualisierung beruhen. Ein GIS kann Informationen ohne Bezug durch die Verwendung des Standorts als Schlüsselindexvariable zuordnen. Standorte oder Umfänge der irdischen Raumzeit können als Datum/Zeitpunkt des Auftretens bzw. als X-, Y-, und Z-Koordinaten (Längen- und Breitengrad, Elevation) aufgezeichnet werden. Alle erdbasierten räumlich-zeitlichen Standort- und Umfangsreferenzen sollten idealerweise miteinander sein und letztlich auch mit einem „realen“ physischen Standort oder Ausmaß verbunden sein. Diese Schlüsseleigenschaft eines GIS hat damit begonnen, neue Möglichkeiten wissenschaftlicher Erhebungen zu eröffnen.

12.3. Die Erstellung digitaler Karten

Die Erstellung digitaler Karten ist ein organisatorisch anspruchsvoller und zeitaufwendiger Prozess. Zunächst einmal müssen Luftaufnahmen einer bestimmten Region gemacht werden, welche nur bei klarem Himmel mithilfe von Spezialkameras aufgenommen werden können, welche die Bilder entweder digital oder auf großformatigem Film einfangen. Diese Bilder müssen immer Informationen über ihren Standort behalten, sprich die exakten Koordinaten, Höhe und Rotation. In der Folge werden die Bilder von einem Computer verarbeitet, zB farblich abgestimmt. In diesem Kontext ist es notwendig, ein digitales Terrainmodell zu haben. Alternativ sind auch adäquate Höheninformationen über alle Punkte der gesamten Region mit einem bestimmten Abstand entsprechend des Terrains ausreichend, welche einen Maßstab und die benötigte Genauigkeit liefern. Anschließend ist es notwendig, die Grenzen der einzelnen Bilder zu markieren. Damit wird die Grundlage für die Zusammensetzung der fertigen Bilder geschaffen. Die zusammenpassenden Nachbarbilder werden darüber hinaus zu einem einzelnen großen Mosaik verknüpft, welches dann in individuelle Kartenblättern „versetzt angeordnet“ wird.

12.4. Räumliche Planung

Die räumliche Planung ist eine bestimmte Art der Planung, die manchmal auch als Umweltveränderungsmanagement bezeichnet wird. Sie konzentriert sich im Wesentlichen auf die Veränderungen von Materialkomponenten eines Gebiets. Sie nutzt ihre funktionelle Kapazität systematisch und umfassend, etabliert Grundsätze für ihre Organisation und koordiniert in erheblichem Maße (sowie zeitlich) den Aufbau und andere Aktivitäten, welche ihre Entwicklung beeinflussen.

Es können drei Kategorien räumlicher Planungswerkzeuge definiert werden:

- **Hintergrundmaterialien der räumlichen Planung:** Es handelt sich hierbei vor allem um räumliche und technische Daten, sprich Datensätze welche die Bedingungen eines Gebiets charakterisieren, die für gewöhnlich in digitaler Form für einzelne Städte aufbereitet werden.
- **Dokumentation der räumlichen Planung:** Diese führt zu verschiedenen Regularien und Einschränkungen (zB des Zwecks eines Gebiets). Dies umfasst in der Regel den Gebietsplan einer großen territorialen Einheit oder eines Stadtbezirks sowie den Regulierungsplan.
- **Räumliche Entscheidungen:** Auf deren Grundlage ist es möglich, ein Gebäude auf einem bestimmten Gebiet zu lokalisieren, dessen Verwendung zu ändern und wichtige, damit verbundene Interessen zu schützen.

LITERATUR

CEMPÍREK, V, KAMPF, R. *Logistika*. Vyd. 1. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2005. 108 s. ISBN 80-86530-23-X.

CityPlan s.r.o. TP 131. *Zásady pro úpravy silnic včetně průtahů obcemi*. Praha: CityPlan s.r.o., 2000, 104 s. Technické podmínky.

COLE, S. *Applied Transport Economics*, Kogan Page Limited, London N1 9JN, 1991.

DRDLA, P. *Technologie a řízení dopravy: městská hromadná doprava*. Pardubice. Tiskařské středisko Univerzity Pardubice, 2005.

Elektronické studijní opory FAST VSB pro předmět Modelování dopravy na pozemních komunikacích, dostupné z (online): <http://projekt150.ha-vel.cz/node/95>

JIRAVA, P., SLABÝ, P. *Dopravní inženýrství*. Praha: Ediční středisko ČVUT, 1990, 165 s., ISBN 80-01-00213-6.

LAMBERT, D. M., J. R. STOCK a L.M. ELLRAM. *Fundamentals of Logistics*. International edition editio. : McGraw-Hill Publishing Co., 1998. 626 s. ISBN 978-0-07-115752-0.

LEDVINOVÁ, M.: *City logistika a navrhování dopravních systémů měst*, dostupné na: http://pernerscontacts.upce.cz/12_2008/ledvinova.pdf

Logistika udržitelné městské přepravy zboží prostřednictvím regionální a místní politiky [online]. 2008. Dostupné z <<http://www.ustinl.cz/cz/podnikatelum/projekty-podporene-eu/sugar.html>>

SOUTHERN, R. N., *Transportation and Logistics Basics*. ilustrované vydání. Northwestern University: Continental Traffic Publishing Company, 1997. 375 s. A Handbook for Transportation and Logistics Professionals and Students. ISBN 978-0-9655014-0-8.

SUZUKI, H., CERVERO, R., AND IUCHI, K., *Transforming Cities with Transit: Transit and Land-Use Integration for Sustainable Urban Development*. Herndon, VA, USA: World Bank Publications, 2013. ProQuest ebrary. Web. 13 May 2015.

ŠIROKÝ, J., SLIVONĚ, M., CEMPÍREK, V., *Centra nákladní dopravy a jejich optimalizace na vybrané dopravní síti, Elektronický odborný časopis o technologii, technice a logistice v dopravě "Perner's Contacts"*, Univerzita Pardubice, DFJP, Katedra technologie a řízení dopravy, Pardubice, č. II, ročník třetí, duben 2008, str. 81-94, ISSN 1801-674X, dostupné z: <<http://pernerscontacts.upce.cz/>>.

TANIGUCHI, E. a R.G. THOMPSON. *City Logistics: Mapping The Future.* : CRC Press, 2014. 231 s. ISBN 978-1-4822-0889-4.

TANIGUCHI, E. et al. *Urban Transportation and Logistics: Health, Safety, and Security Concerns.* 1st. : CRC Press, 2013. 280 s. ISBN 978-1-4822-0909-9.

TANIGUCHI, E. et al. *Urban Transportation and Logistics: Health, Safety, and Security Concerns.* 1st. : CRC Press, 2013. 280 s. ISBN 978-1-4822-0909-9.

TUZAR, A., MAXA, P., SVOBODA V. – *Teorie dopravy*, Vydavatelství ČVUT Praha 1997, ISBN 80-01-01637-4.

VOŽENÍLEK, V. a V. STRAKOŠ, *City Logistics: Dopravní problémy města a logistika.* Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 2009, ISBN 978-80-244-2317-3.