

UNIGIS-Professional Kurs

## **Analyse eines Einsatzbereichs im Rettungsdienst mit Hilfe eines GIS**

Jan-Peter Großnick  
Darmstädter Landstraße 105  
65462 Gustavsburg

Projektarbeit / Uprof 01 T10128

Gustavsburg, 06.08.00

---

## KURZFASSUNG

Die vorliegende Arbeit untersucht mit Hilfe eines GIS verschiedene Aspekte der rettungsdienstlichen Versorgungssituation eines Einsatzbereichs. Es wird eine Methodik entwickelt, die es ermöglicht, den Raumbezug von Einsatzdaten im Hinblick auf planungsbezogene Fragestellungen darzustellen und auszuwerten.

Der untersuchte Rettungsdienstbereich AKK umfasst die zur Stadt Wiesbaden gehörenden Vororte Mainz-Amöneburg, Mainz-Kastel und Mainz-Kostheim. In diesem Einsatzgebiet wurden 1999 insgesamt 2243 Einsätze von dem in AKK stationierten Rettungswagen gefahren. Die Daten zu diesen Einsätzen bilden die zu analysierende Sachdatenbasis.

Unter Verwendung von Arc View wird eine Geo- und Sachdatenbasis aufgebaut, die verschiedene einsatzrelevante Parameter des Einsatzgebiets erfasst. In diese Datengrundlage werden Einsatzdaten der gefahrenen Einsätze integriert. Die Datenbasis umfasst das Straßennetz mit Hausnummern, Planungsbereiche mit Einwohnerzahlen, Bebauungs- und Flächennutzungsbereiche sowie einsatztaktisch bedeutende Lokalitäten.

Nach der Aufbereitung der Einsatzdaten werden diese über ODBC mit der Geodatenbasis verknüpft und in geocodierter Form in die Datenbasis eingebunden. Auf der Grundlage der in die Datenbasis integrierten Einsatzdaten erfolgt die Analyse.

In der Darstellung der Einsatzorte lässt sich eine ungleichmäßige Verteilung erkennen. Verteilungsmuster werden für verschiedene Einsatztypen analysiert. Bei Krankentransporten zeigt sich eine stärkere Polarisierung als bei Notfällen. Letztere zeigen eine positive Korrelation zur Einwohnerzahl. Etwa 90% der Einsätze konzentrieren sich auf Wohngebiete.

Basierend auf der Annahme von Durchschnittsgeschwindigkeiten werden Fahrzeiten kalkuliert. Das gesamte zum Einsatzgebiet gehörende Straßennetz wird in 8 Minuten abgedeckt. Ein Großteil der Bevölkerung wird jedoch in deutlich kürzerer Zeit erreicht.

Abschließend wird eine Vorgehensweise zur Kontrolle der Geschwindigkeitsabschätzung aufgezeigt. Diese kann allerdings aufgrund fehlender Daten nicht vollständig umgesetzt werden.

Die aufgebaute Geodatenbasis hat in Bezug auf die räumliche Lage wie auch in Bezug auf die Topologie eine gute Qualität. Die Attributdaten sind aufgrund der notwendigen Improvisation bei der Datenerhebung teilweise nur eingeschränkt verlässlich.

Insgesamt kann die Datenqualität als für dieses Projekt ausreichend gewertet werden

---

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstellung und Zielsetzung des Projekts	1
1.2	Grundlagen	2
1.2.1	Die Organisation des Rettungsdienstes in Wiesbaden / AKK	2
1.2.2	Analysegrundlagen	4
1.3	Methodik	5
1.3.1	Verwendete Software	5
1.3.2	Vorgehensweise	5
<b>2</b>	<b>Datenquellen</b>	<b>6</b>
2.1	Der Aufbau der Datenbasis	6
2.2	Aufbau der Geodatenbasis	7
2.2.1	Sekundärdatenerfassung	7
2.2.1.1	Straßennetz	8
2.2.1.2	Flächennutzung	8
2.2.1.3	Politische Grenzen	9
2.2.1.4	Grenzen der Planungsräume	9
2.2.1.5	Topographische Elemente	9
2.2.2	Integration von Primärdaten	9
2.3	Sachdaten	10
2.3.1	Erfassung und Integration der Attributdaten	10
2.3.1.1	Attributierung des Straßennetzes	10
2.3.1.1.1	Straßenname	10
2.3.1.1.2	Hausnummern	11
2.3.1.1.3	Das Feld „V_mean“: Mittlere Geschwindigkeit beim Durchfahren eines Straßenabschnitts	12
2.3.1.1.4	Die Felder „Länge“ und „Cost“ : Länge eines Straßenabschnitts und Durchfahrtszeit durch diesen Abschnitt	12
2.3.1.2	Attributierung der Flächennutzung	13
2.3.1.2.1	„Typ“	14
2.3.1.2.2	„Art“	14
2.3.1.3	Attributierung der Planungsräume	15

---

2.3.2	Wichtige Lokalitäten	16
2.3.3	Einsatzdaten	18
2.3.3.1	Herkunft der Daten und Datenschutz	18
2.3.3.2	Datenbankanbindung	18
2.3.3.3	Struktur der Einsatzdaten	18
2.3.3.3.1	Einsatzort	19
2.3.3.3.2	Das Feld „Einsatzgrund“	19
2.3.3.3.3	Die Felder „Datum“ und „Einsatzzeit“	19
2.3.3.3.4	Die Felder „dringend_an“, „dringend_ab“	20
<b>3</b>	<b>Geocodierung - Verknüpfung von Sach- und Raumdaten</b>	<b>20</b>
3.1	Aufbereitung der Raumdaten	20
3.2	Aufbereitung der Einsatzdaten	21
3.3	Geocodierung der Einsatzdaten	21
<b>4</b>	<b>Analyse</b>	<b>22</b>
4.1.1	Lage der Einsatzorte – Einsatzschwerpunkte	22
4.1.2	Die Lage der Einsatzorte in Bezug auf die Struktur des Einsatzgebiets	24
4.1.3	Untersuchung der Lage der Einsatzorte in Bezug auf Bebauungs- und Nutzungstypus	25
4.2	Untersuchung der Fahrzeiten	26
4.2.1	Berechnung des Versorgungsbereichs	26
4.2.2	Ansatz zur Kontrolle der kalkulierten Fahrzeiten	28
4.2.3	Untersuchung der Fahrzeiten in Bezug auf die Verteilung der Bevölkerung	29
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>31</b>
5.1	Qualität der Daten	31
5.2	Fazit	32
<b>6</b>	<b>Literatur</b>	<b>33</b>

---

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übersicht über den Rettungsdienstbereich Wiesbaden und Lage des Teilbereichs AKK	4
Abbildung 2: Schematische Gliederung des Projekts	6
Abbildung 3: Erreichbare Durchschnittsgeschwindigkeiten auf den Straßenabschnitten.	13
Abbildung 4: Lage und Bezeichnung der Planungsräume	16
Abbildung 5: Einwohnerverteilung in den Planungsräumen	16
Abbildung 6: Überblick über Einrichtungen, Bebauung und Flächenbedeckung im Einsatzgebiet	17
Abbildung 7: Räumliche Verteilung der 1999 in AKK gefahrenen Einsätze	22
Abbildung 8: Räumliche Darstellung von Einsatzschwerpunkten bei Krankentransporten und Notfällen	23
Abbildung 9: Prozentuale Verteilung der Einwohner und der Notfalleinsätze	24
Abbildung 10: Auf die Fläche normierte Verteilung der Einsätze nach Bebauung und Nutzungstyp.	26
Abbildung 11: Fahrzeiten innerhalb des Einsatzgebiets ab der Rettungswache AKK	27
Abbildung 12: Abdeckung des Straßennetzes in Abhängigkeit von der Fahrzeit	28
Abbildung 13: Einsatzorte nach zeitlicher Erreichbarkeit ab der Rettungswache AKK	29
Abbildung 14: Minimaler und maximaler Prozentsatz der Bevölkerung der innerhalb einer vorgegebenen Fahrzeit erreicht wird.	30

# 1 EINFÜHRUNG

## 1.1 Problemstellung und Zielsetzung des Projekts

Aufgrund des zunehmenden Kostendrucks im Gesundheitswesen sind Fragestellungen zur Optimierung der Ressourcen des Rettungsdienstes immer wieder Gegenstand von Planungsgutachten. Für die Planung stehen zwei Überlegungen im Vordergrund: zum einen ist von Interesse, wieviele Fahrzeuge des Rettungsdienstes zur Bewältigung des Einsatzaufkommens erforderlich sind und zum anderen, wie diese über das zu versorgende Gebiet verteilt sein müssen, um alle Einsatzorte zeitnah erreichen zu können.

Zur Planung bedarf es zum einen statistisch-empirischer und zum anderen räumlicher Analysen.

Die Ermittlung der Anzahl der erforderlichen Einsatzfahrzeuge in Abhängigkeit von der Tageszeit basiert auf statistischen Auswertungen. Die Planung erfolgt anhand von Bevölkerungszahlen und Einsatzdaten eines festgelegten Erhebungszeitraums.

Überlegungen zur optimalen räumlichen Verteilung der Rettungswachenstandorte sind dagegen vielschichtiger. Neben der Suche nach Kriterien für einen idealen Standort ist die Schließung, Schaffung oder Verlegung von Standorten aus verschiedenen Gründen problematisch. Zum einen natürlich wegen des finanziellen Aufwands, der mit Standortveränderungen verbunden ist. Aber auch, weil es um die Wahrung von Interessen des Betreibers der jeweiligen Wache geht (siehe Kapitel 1.2.1 „Die Organisation des Rettungsdienstes in Wiesbaden / AKK“).

Die räumliche Verteilung der Standorte ist sicherlich ein Schlüssel zur Optimierung der verfügbaren Ressourcen. Aber gerade weil Veränderungen in diesem Bereich politisch sensibel sind, ist es erforderlich, eine räumliche Analyse der Einsatzgebiete durchzuführen und nach Kriterien zu suchen, die Sachargumente für die Standortfindung liefern.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Ansatz entwickelt, verschiedene planungsrelevante Fragestellungen mit Hilfe eines GI-Systems beantworten zu können.

Am Beispiel eines Teilausschnitts des Rettungsdienstbereichs Wiesbaden wird die rettungsdienstliche Versorgung dargestellt. Auf der Basis von Einsatzdaten aus diesem Gebiet erfolgt die Analyse verschiedener raumbezogener Parameter. Im Kapitel 4 „Analyse“ werden exemplarisch einige mögliche Auswertungen dargestellt, die aus einer derartigen Datenbasis zu ermitteln sind.

---

Im Vordergrund dieser Arbeit steht die Dokumentation und Diskussion der Datenerfassung und Aufbereitung, um die Anwendungsmöglichkeiten eines GI-Systems in diesem Bereich zu zeigen.

## 1.2 Grundlagen

### 1.2.1 Die Organisation des Rettungsdienstes in Wiesbaden / AKK

Die Analyse wird am Beispiel des Versorgungsbereichs der Wache des Arbeiter-Samariter-Bund OV Amöneburg, Kastel und Kostheim durchgeführt (ASB AKK). Diese Rettungswache gehört zum Rettungsdienstbereich Wiesbaden. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Struktur des Rettungsdienstes im Bereich Wiesbaden und über das Einsatzgebiet des ASB AKK gegeben.

Die Landeshauptstadt Wiesbaden hat 267 000 Einwohner (LANDESHAUPTSTADT WIESBADEN (1999)). Die rettungsdienstliche Versorgung der Bevölkerung wird durch vier Hilfsorganisationen und ein privates Unternehmen gewährleistet. Hierbei handelt es sich um das Deutsche Rote Kreuz (DRK), den Arbeiter-Samariter-Bund (ASB), die Johanniter Unfall-Hilfe (JUH), den Malteser Hilfsdienst (MHD) und die Firma Traudes.

Über das Stadtgebiet sind sieben Rettungswagen- und zwei Notarztstandorte verteilt (Abbildung 1) Auf einigen Wachen sind mehrere Rettungswagen stationiert. In Abhängigkeit von der Uhrzeit sind zwischen 7 und 12 Rettungswagen im Einsatz. Alle Einsätze werden von der Rettungsleitstelle koordiniert, die jeweils das nächststehende Fahrzeug zum Notfallort entsendet. Bei Bedarf wird eines der beiden Notarzteinsatzfahrzeuge mitalarmiert. Im Jahr werden rund 50.000 Einsätze gefahren, davon sind etwa ein Drittel dringende Notfälle, also Einsätze, die mit Sondersignal gefahren werden.

Die Rettungsleitstelle zeichnet alle einsatzrelevanten Daten wie Einsatzort, Patientennamen, Nummer des Rettungswagens etc. auf. Über ein funkgesteuertes Statussignal werden Einsatzzeiten erfasst. Dokumentiert werden hier:

- Alarmierungszeit
- Abfahrt zum Einsatzort
- Ankunft am Einsatzort
- Abfahrt von der Einsatzstelle
- Ankunft am Krankenhaus
- Zeit der erneuten Einsatzbereitschaft

---

Nicht registriert wird, wo sich die Fahrzeuge, wenn sie nicht auf ihrer Wache stehen, befinden. GPS-Geräte zur Lokalisation sind nicht im Einsatz, so dass die Entsendung der Rettungswagen nach Gefühl oder Rückfrage des Disponenten geschieht. Für Planungsüberlegungen muss daher davon ausgegangen werden, dass sich die Fahrzeuge an ihrer Wache befinden.

Aus den Rettungswachenstandorten ergeben sich mehr oder minder definierte Einsatzbereiche, wobei es gerade im Innenstadtbereich aufgrund der geringen Entfernung der Wachen zueinander Überschneidungen gibt. Definierter ist die Zuweisung der Zuständigkeit in den Vororten: das Kriterium ist hier die direkte Distanz (Luftlinie) zu den Wachen.

Für die Notfallversorgung legt das hessische Rettungsdienstgesetz (HRDG 1998) fest, dass zur Notfallversorgung ein geeignetes Rettungsmittel (also Rettungswagen oder Notarzt) innerhalb von 10 Minuten beim Patienten eintreffen muss, wobei dieses Zeitintervall auch die Zeit für den Notruf und die Alarmierung des Fahrzeuges durch die Leitstelle einschließt, so dass für die reine Fahrzeit 8 Minuten kalkuliert werden.

Der Bereich, der im Rahmen dieser Arbeit analysiert wird, umfasst die Vororte Mainz-Kostheim, Mainz-Kastel und Mainz-Amöneburg. In diesen drei ehemaligen Mainzer Vororten leben 26162 Menschen (LANDESHAUPTSTADT WIESBADEN (1999)). Die rettungsdienstliche Versorgung wird von dem in Mz-Kostheim stationierten Rettungswagen des ASB AKK gewährleistet. Im Gegensatz zu anderen Rettungswagen im Stadtkreis Wiesbaden hat dieser Rettungswagen einen vergleichsweise klar abgegrenzten Einsatzbereich. Bedingt durch die Anzahl der Einsätze ergibt sich weiterhin, dass der Rettungswagen in den meisten Fällen von der Rettungswache aus zu den Einsatzorten ausrückt. Die oben genannte Planungsannahme, dass sich das Fahrzeug auf der Wache befindet, trifft hier also in der Regel zu.

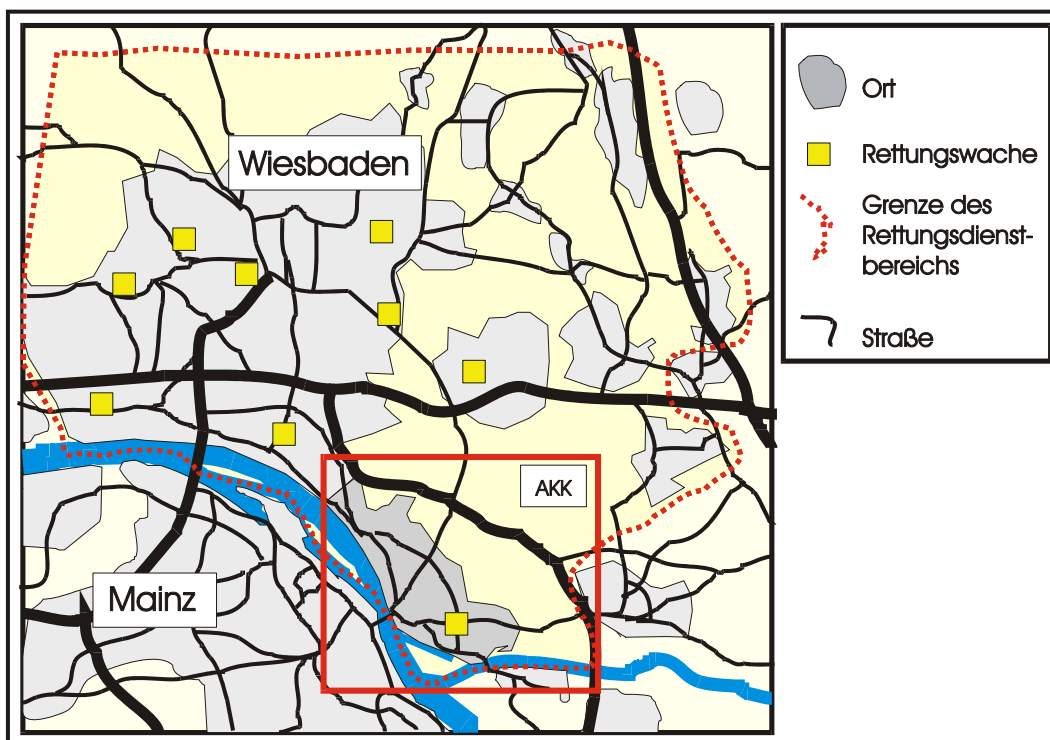


Abbildung 1:  
Übersicht über den Rettungsdienstbereich Wiesbaden und Lage des Teilbereichs AKK

## 1.2.2 Analysegrundlagen

Als wichtigste Planungsparameter für den bodengebundenen Rettungsdienst können die Bevölkerungsverteilung im Einsatzgebiet und das Straßennetz angesehen werden. Eine höhere Anzahl von Einwohnern in einem Bereich führt statistisch gesehen auch zu einem Ansteigen der Zahl der Einsätze. In der Regel dient daher der Faktor „Einwohnerzahl“ als Planungsgrundlage.

Die Struktur des Straßennetzes determiniert die Zeit, die zum Erreichen eines Einsatzortes benötigt wird, und ist somit limitierender Faktor für die Größe eines Einsatzgebietes.

Ebenfalls von Bedeutung ist die Raumnutzung in einem Einsatzbereich. So sind Industrie- und Freizeitanlagen trotz geringer Einwohnerzahl häufig Einsatzziele des Rettungsdienstes.

---

## 1.3 Methodik

### 1.3.1 Verwendete Software

Die Georeferenzierung der als Digitalisierungsgrundlage dienenden gescannten Karte erfolgt mit dem Geographic Transformer 3.10 der Firma Blue Marble. Die weitere Erfassung und Analyse der Daten wird in Arc View 3.1 durchgeführt. Als Ergänzung dazu wurden die Extensionen Network Analyst 1.0 b und Spatial Analyst 1.1 eingesetzt. Für die Geocodierung wird das Script amerikanischer Adressformate durch ein von ESRI bereitgestelltes, für deutsche Adressformate geeignetes Script ausgetauscht.

Bei der Einsatzdatenbasis handelt es sich um eine Microsoft Access 97 Datenbank. Die projektrelevanten Daten werden in eine neue Access Datenbank ausgegliedert, entsprechend aufbereitet und über ODBC mit Arc View verknüpft.

### 1.3.2 Vorgehensweise

Erstes Ziel ist es, die planungsrelevanten Parameter aus analogen Quellen als Datenbasis zu kompilieren. Am Beispiel des Teilbereichs AKK werden anhand der oben genannten Planungsparameter folgende Ansätze bearbeitet:

- Visualisierung der räumlichen Verteilung von Einsatzzielen als Basis für eine Untersuchung auf Einsatzschwerpunkte hin
- Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Einsatzorten und Bevölkerungszahl und des Zusammenhangs zwischen Einsatzorten und Flächennutzung
- Kalkulation von Fahrzeiten als Grundlage für eine Analyse der Erreichbarkeit von Einsatzzielen innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls

Abb. 2 zeigt schematisch die verschiedenen Ebenen des Projekts von der Erfassung der Daten über deren Analysen bis hin zu den Ergebnissen.

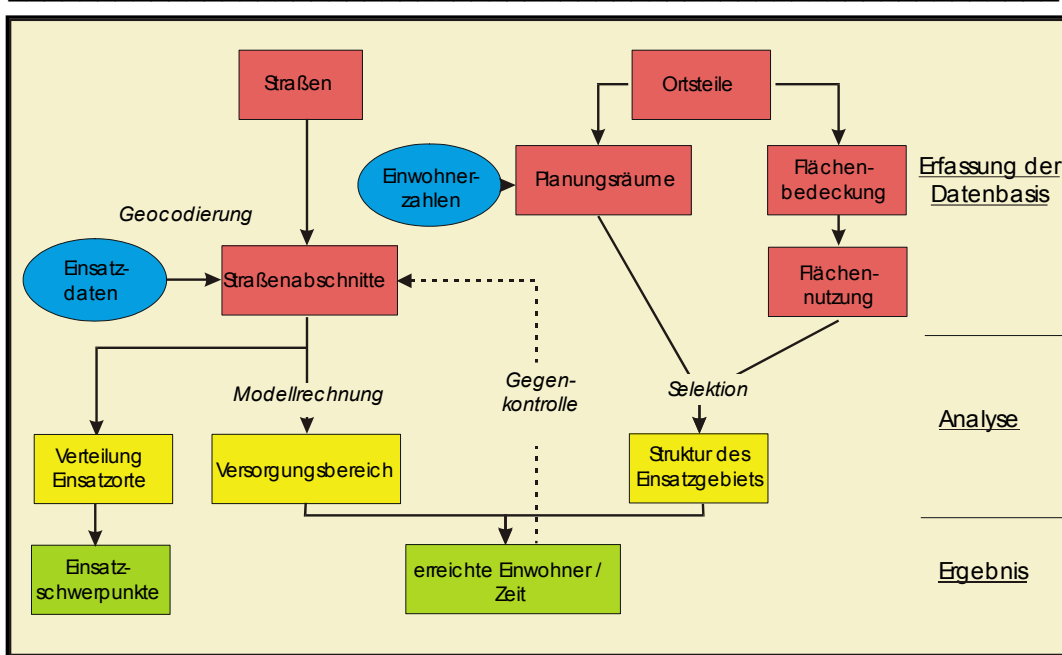


Abbildung 2:  
Schematische Gliederung des Projekts: A-räumliche Daten sind als Ellipsen dargestellt. Rechtecke zeigen räumliche Daten. Operationen sind kursiv gedruckt. Durch die Farbwahl werden die verschiedenen Arbeitsschritte dargestellt.

## 2 DATENQUELLEN

### 2.1 Der Aufbau der Datenbasis

Der grundlegende erste Schritt bei der Abwicklung des Projekts besteht im Aufbau der Datenbasis. Die Anforderung an diese Datenbasis ist zunächst, Strukturen so zu gestalten, dass die Einbindung der in Form einer externen Datenbank vorliegenden Einsatzdaten möglich ist. Darüber hinaus soll es möglich sein, problemspezifische Fragestellungen anhand der eingebundenen Daten zu bearbeiten.

Bei der Abwicklung des Projektes werden eine Reihe der Geodaten sekundär erfasst, die ebenfalls in digitaler Form erhältlich gewesen wären. Die digitale Übertragung z.B. von ATKIS Daten hätte sicherlich eine Arbeitserleichterung dargestellt. Der finanzielle Rahmen dieses Projektes, nicht zuletzt aber auch die Idee, Erfahrungen bei dem grundlegenden Aufbau einer Datenbasis „von Hand“ zu sammeln, haben die Vorgehensweise bei der Datenerfassung bestimmt.

Die Informationstiefe der raumbezogenen Sekundärdaten ist jedoch für einige Fragestellungen nicht ausreichend, so dass die vorhandenen

---

Quellen durch Kartierung partiell erweitert werden. Die Vorgehensweise für diese Primärdatenerfassung auf der Basis von Sekundärdaten ist im Kapitel 2.2.2 „Integration von Primärdaten“ beschrieben.

Parallel zur Erfassung der Geodaten erfolgt auch die Übernahme der zugehörigen Attributdaten aus sekundären Datenquellen. Ähnlich wie bei den Geodaten ergibt sich auch hier das Problem, dass die verfügbaren Attributdaten für die Lösung der Problemstellung nicht ausreichend sind.

In der Regel bedarf es daher der Datenaufbereitung. Diese ist in den jeweiligen Kapiteln detailliert besprochen.

Ein besonderes Problem stellt die Attributierung des Straßennetzes (Kapitel 2.3.1.1) dar. Aufgrund der schlechten Datensituation wird hier eine Datenquelle genutzt, deren Information nicht exakt der benötigten Information entspricht. Hier ist es notwendig, die Richtigkeit der Information zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren (siehe hierzu auch das Kapitel 5.1 „Qualität der Daten“).

Nach umfassender Aufbereitung der Ausgangsdaten lassen sich alle 2243 Datensätze geocodieren. In der Darstellung werden die Einsatzorte 15m von der Straße abgerückt, so dass erkennbar ist, auf welcher Straßenseite der Einsatzort liegt. Diese Vorgehensweise ist bei der späteren Analyse der Verteilung der Einsatzorte in Bezug auf die Flächennutzung von Bedeutung, da auf diese Weise Einsatzorte in der Regel nicht exakt auf der Grenze zweier Nutzungsbereiche liegen.

## **2.2 Aufbau der Geodatenbasis**

### **2.2.1 Sekundärdatenerfassung**

Folgende Karten bilden die Grundlage für die Sekundärdatenerfassung:

- Amtlicher Stadtplan der Stadt Wiesbaden 1:20 000 (Stand 1998)
- Karte der Planungsräume 1:65 000 (Stand 12/97)

Grundlage für die digitale Erfassung bildet der Amtliche Stadtplan der Stadt Wiesbaden 1:20 000. In einem ersten Arbeitsschritt wird der benötigte Abschnitt gescannt und georeferenziert. Auf der Basis dieser Kartengrundlage erfolgt in Arc View die Digitalisierung.

Direkt von der Kartengrundlage werden erfasst:

- Straßennetz
- Flächennutzung
- weitere topographische Elemente zur Orientierung

Die zweite Sekundärdatenquelle bildet die Karte der Planungsräume. Aus dieser Karte wird folgendes in die Kartenbasis übertragen:

- 
- politische Grenzen
  - Grenzen der Planungsräume

### **2.2.1.1 Straßennetz**

Erfasst werden sämtliche öffentliche Straßen und Wege im Einsatzbereich, auf denen Fahrzeugverkehr stattfindet. Weiterhin werden alle nichtöffentlichen Wege aufgenommen, die als Zubringer zu Wohnhäusern oder Einrichtungen genutzt werden. Nicht verzeichnet werden Feldwege, Fußwege und die Wege zur Deichbefestigung, da diese Wege nicht oder nur eingeschränkt mit den Fahrzeugen des Rettungsdienstes befahrbar sind.

Die bei der Digitalisierung erreichte Genauigkeit für den Straßenverlauf ist für die Anforderungen dieses Projekts von hinreichender Genauigkeit. Erfasst wird in der Regel die Mittellinie des Verlaufs. Bei Straßen mit zwei baulich getrennten Richtungsfahrbahnen werden beide Fahrbahnen erfasst.

Wichtiger als der exakte Verlauf ist die genaue Abbildung der Netzwerkstruktur des Straßensystems. So wird bei Kreuzungen, Über- und Unterführungen auf eine topologisch richtige Darstellung geachtet. Die Richtung der Digitalisierung folgt der Richtung aufsteigender Hausnummern.

Die Erfassung des Straßenverlaufs endet oder beginnt an der Grenze des Einsatzgebietes, so dass bei der Routenberechnung einige Straßenabschnitte nicht erreicht werden (Autobahn, Schnellstraße). Diese Straßenabschnitte werden in der Realität allerdings auch von einer anderen Wache aus versorgt, gehören also genau genommen nicht zum Einsatzgebiet AKK.

### **2.2.1.2 Flächennutzung**

In den Grenzen des Einsatzgebiets werden zunächst in Form von Polygonen bebaute und unbebaute Flächen voneinander abgegrenzt. Als bebaute Flächen sollen in der Datenbasis Siedlungen mit mehreren Häusern aufgenommen werden. Solitär stehende Gebäude werden, um die Bildung zu kleiner Polygone zu vermeiden, nicht als bebaute Flächen registriert.

Polygone werden durch einen Nutzungstyp, die Grenzen eines Ortsteils oder die Grenze des Einsatzgebiets begrenzt.

In der als Grundlage dienenden Karte werden verschiedene Formen der Bebauung differenziert dargestellt. Die Grenzziehung zwischen einer Siedlung mit lockerer Bebauung (bebautes Gebiet) und einzeln stehenden Häusern (unbebautes Gebiet) war nicht immer eindeutig zu lösen. (siehe auch Kapitel 2.3.1.2 „Attributierung der Flächennutzung“).

Eine weitere Differenzierung nach Typ der Bebauung bzw. nach Art der Nutzung der Fläche erfolgte auf der Basis primär erhobener Daten.

---

### **2.2.1.3 Politische Grenzen**

Die Informationen zu den Grenzen der Ortsteile wie auch zu den Planungsräumen stammt aus einer zweiten Karte. Der Grenzverlauf wird daher nicht digitalisiert, sondern anhand markanter Objekte - in der Regel Straßen oder Wege - übertragen. Daraus ergibt sich eine gewisse Ungenauigkeit, da die Frage, ob die Straßenmitte oder eine der beiden Straßenseiten den Grenzverlauf bezeichnet, anhand der Kartendarstellung nicht zweifelsfrei zu klären ist. Diese Ungenauigkeit kann sich bei bestimmten Abfragen nach der Einsatzortverteilung auswirken.

Als politische Grenzen werden die Grenzen zwischen den Ortsteilen Amöneburg, Kastel und Kostheim erfasst. Die Grenze zwischen Kostheim (Stadtkreis Wiesbaden) und Hochheim (Main-Taunus-Kreis) wird ebenfalls als Ortsgrenze dargestellt. Ein Teil der Hochheimer Gemarkung wird in die Darstellung mit aufgenommen, da der Verlauf der politischen Grenzen hier nicht mit der Grenze des Einsatzgebiets übereinstimmt.

### **2.2.1.4 Grenzen der Planungsräume**

Das Wiesbadener Stadtgebiet mit den Vororten ist nochmals unterteilt in Planungsbezirke. Das untersuchte Gebiet der drei AKK-Vororte wird nochmals in 18 Planungsbezirke aufgeteilt. Die Planungsräume stellen damit eine Differenzierung der einzelnen Ortsteile als Grundlage für Planungsvorhaben dar.

Wie bei den politischen Grenzen wird der Verlauf der Grenzlinie anhand des Straßenverlaufs übertragen, wobei für die Genauigkeit des Verlaufs die gleiche Einschränkung wie bei den politischen Grenzen gilt.

### **2.2.1.5 Topographische Elemente**

Neben der Erfassung von analyserelevanten Daten werden verschiedene topographische Elemente eingetragen, die die Orientierung in der erstellten Karte erleichtern.

Zum einen wird der Verlauf von Eisenbahnstrecken verzeichnet. Hierbei wird auf eine exakte Darstellung des Gleisverlaufs keinen Wert gelegt. Insbesondere im Bereich der Bahnhöfe wird der Schienenverlauf stark stilisiert.

Zum anderen werden die Flüsse Main und Rhein dargestellt. Auch ihnen kommt lediglich eine orientierende Bedeutung zu. Daher ist die nicht zum Einsatzgebiet gehörende Seite der Flüsse nicht exakt erfasst.

## **2.2.2 Integration von Primärdaten**

Im Kapitel 2.2.1.2 „Flächennutzung“ wird beschrieben, dass die Information über bebaute und unbebaute Flächen im Einsatzgebiet aus der zugrundeliegenden Karte erfasst wird. Für die geplante Auswertung war es jedoch erforderlich, die Information über die Flächennutzung zu vertiefen. Neben der Verwertung der in der Karte enthaltenen Information,

---

werden hier zusätzlich durch Kartierung erhaltene Information in die Datenbasis integriert.

Die Freiflächen werden in zwei Nutzungstypen differenziert. Bei den bebauten Flächen werden vier Formen unterschieden. Die abgegrenzten Polygone bezeichnen den vorherrschenden Bebauungs- bzw. Nutzungstyp. Die Grenzziehung folgt in der Regel dem Straßenverlauf. Es wird versucht, den baulichen Charakter eines Bereichs als Entität zu beschreiben. Die entstandenen Polygone repräsentieren eine eher generalisierte Sicht. Auf eine kleinräumige Differenzierung des Nutzungstyps wird verzichtet.

## 2.3 Sachdaten

### 2.3.1 Erfassung und Integration der Attributdaten

#### 2.3.1.1 Attributierung des Straßennetzes

Die Erfassung der Attributdaten zu den einzelnen Straßenabschnitten erfolgt teilweise parallel zur Erfassung der Raumdaten. Ein anderer Teil wird nachträglich durch Berechnungen hinzugefügt.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die aufgenommenen Attributdaten.

Tabelle 1: Attributdaten des Straßennetzes

<b>Feld</b>	<b>Beschreibung</b>
Name	Straßenname
Oneway	Fahrtrichtung bei Einbahnstraßen FT oder TF (From / To)
Li_von	Erste Hausnummer der linken Seite
Li_bis	Letzte Hausnummer der linken Seite
re_von	Erste Hausnummer der rechten Seite
re_bis	Letzte Hausnummer der rechten Seite
Länge	Länge des Straßenabschnitts
V_mean	Mittlere Geschwindigkeit beim Durchfahren des Abschnitts
Cost	Benötigte Fahrzeit zum Durchfahren des Abschnitts

##### 2.3.1.1.1 Straßenname

Die Zuweisung von Straßennamen und Richtungen der Einbahnstraßen erfolgt analog zu vorliegenden Daten.

---

Abweichend von diesem Schema wird bei den Schnellstraßen, Autobahnstücken und Autobahnauffahrten und -abfahrten verfahren. Hier wird zusätzlich zu dem Namen noch die Fahrtrichtung in den Namen integriert. Auf diese Weise können Duplizitäten vermieden werden, die zu Konflikten bei der Geocodierung führen würden.

Ein Autobahnstück mit Fahrtrichtung Wiesbaden zum Beispiel erhält daher die Bezeichnung:

A671\_WI

#### 2.3.1.1.2 Hausnummern

Ein wesentliches Problem der Attributierung der Straßenabschnitte besteht in der Zuordnung von Hausnummern. In bestehenden ATKIS Datensätzen sind nach Auskunft des zuständigen Vermessungsamtes keine Hausnummern zugeordnet. Im ALK hingegen ist eine Zuordnung der Hausnummern zu den Parzellen vorgenommen.

Als Informationsbasis wird hier das Adressbuch der Stadt Wiesbaden (AB 1997) genutzt. Sortiert nach Straßen sind hier alle Bewohner über 18 Jahre sowie die ansässigen Firmen und Betriebe verzeichnet. Aus den enthaltenen Informationen kann Anfang und Ende der Nummerierung der Straßen gewonnen werden. Die Nummerierungsrichtung muss allerdings durch Kontrolle vor Ort verifiziert werden.

Auf der Basis der Information über die Hausnummern für die gesamten Straßenabschnitte, erfolgt die Nummerierung der einzelnen Straßenabschnitte, also von Kreuzungsbereich zu Kreuzungsbereich. In der Regel wird hier von einer symmetrischen Nummerierung ausgegangen. Die vorhandenen Hausnummern werden daher im Verhältnis zur Länge des Abschnitts den jeweiligen Straßenabschnitten zugeordnet. Die Zuordnung wird durch Gegenkontrolle vor Ort überprüft und gegebenenfalls richtiggestellt, da diese Methode trotz Gegenkontrolle fehlerbehaftet ist (siehe auch Kapitel 5.1 „Qualität der Daten“).

Bei Straßen ohne Hausnummern wird je nach Art der Straße unterschiedlich verfahren. Bei Schnellstraßen und Autobahnen wird die Kilometrierung als Hausnummer eingesetzt. Um dies kenntlich zu machen, werden Meterangaben verwendet. Der Vorteil dieser Methode liegt auch darin, dass gerade und ungerade Kilometerangaben auf einer Seite dargestellt werden können (siehe hierzu auch Kapitel 3.1 „Aufbereitung der Raumdaten“).

Die zweite Möglichkeit, die bei unbebauten kurzen Straßen verwandt wird ist, Hausnummern zuzuweisen, die nicht existieren. Diese Zuweisung hat den Sinn, Einsatzorte die z.B. auf einer Brücke liegen lokalisierbar zu machen.

---

### 2.3.1.1.3 Das Feld „V\_mean“: Mittlere Geschwindigkeit beim Durchfahren eines Straßenabschnitts

Mit der Vergabe eines Attributs, das die Durchschnittsgeschwindigkeit in einem Straßenabschnitt beschreibt, wird der Versuch unternommen, neben der Abschnittslänge einen weiteren Parameter zur Festlegung einer idealen Fahrstrecke zu schaffen.

Die Geschwindigkeitswerte werden aufgrund hypothetischer Überlegungen vergeben und können daher nicht als exakte Beschreibung eines Straßenabschnitts gewertet werden. Im Kapitel 4.2.2 „Ansatz zur Kontrolle der kalkulierten Fahrzeiten“ wird näher darauf eingegangen, wie die Anpassung der Werte optimiert werden kann.

Je nach Art und Verlauf der Straße, aber auch in Abhängigkeit von der Länge des Abschnitts zwischen zwei Kreuzungen, werden Geschwindigkeiten von 10 bis 100 km/h zugeordnet.

Generell werden für Straßen in Wohnbereichen Geschwindigkeiten zwischen 10-30 km/h angenommen. Längeren kreuzungsfrei verlaufenden Verbindungs- oder Durchgangsstraßen werden zwischen 40 - 60 km/h zugeordnet. Durchschnittsgeschwindigkeiten ab 60 km/h werden Straßen außerorts zugeordnet.

### 2.3.1.1.4 Die Felder „Länge“ und „Cost“ : Länge eines Straßenabschnitts und Durchfahrtszeit durch diesen Abschnitt

Aus der Länge eines Abschnitts und der gefahrenen Durchschnittsgeschwindigkeit lässt sich unter Anwendung des Weg-Zeit-Gesetzes die zum Durchfahren des Abschnitts benötigte Zeit ermitteln.

Das Feld „Länge“ bezeichnet die Länge eines Straßenabschnitts in Metern. Dieser Wert lässt sich durch den Befehl

`[Shape].ReturnLength`

aus den Raumdaten berechnen. Mit folgender Formel lässt sich der Wert für die Durchfahrtszeit, angegeben in Sekunden, ermitteln:

$$t = \frac{3,6s}{v}$$

Durch die Abhängigkeit der Werte von der angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit muss dieses Attribut bei Veränderung der Werte für die Durchschnittsgeschwindigkeit nachgeführt werden.

Abbildung 3 zeigt in einer Kartendarstellung die Durchschnittsgeschwindigkeiten, die in den jeweiligen Straßenabschnitten erreicht werden können.

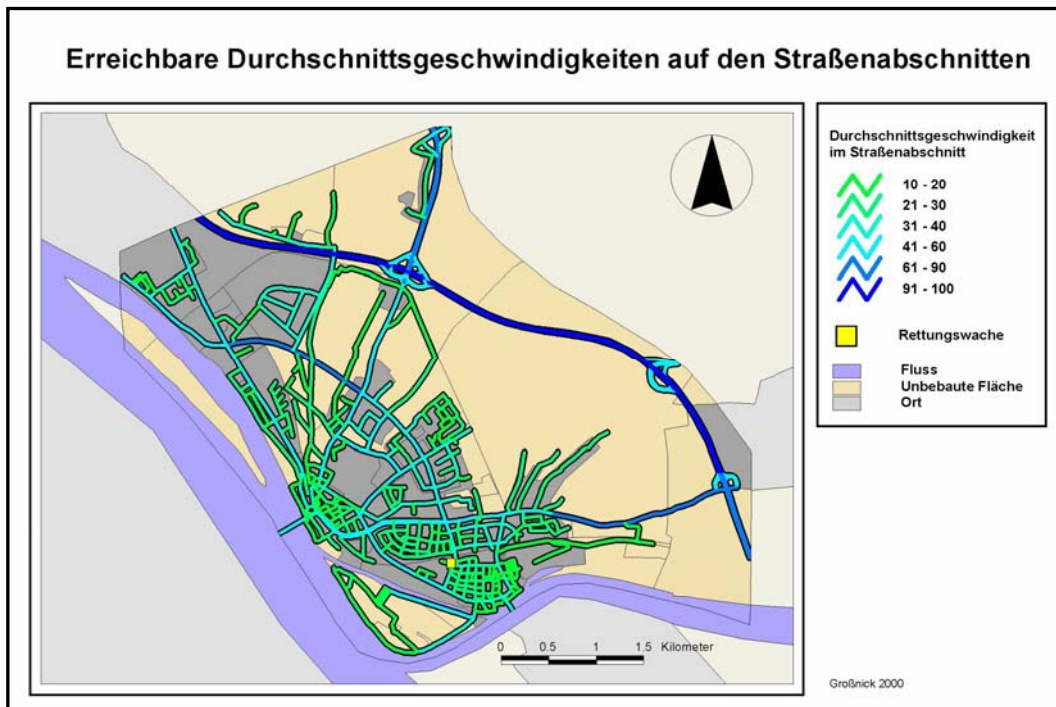


Abbildung 3:  
Erreichbare Durchschnittsgeschwindigkeiten auf den Straßenabschnitten.

### 2.3.1.2 Attributierung der Flächennutzung

In der Thematik „Flächennutzung“ sind verschiedene Informationen über die Nutzung verschiedener Bereiche des Einsatzgebiets zusammengefasst.

Die enthaltenen Informationen haben verschiedene Informationsniveaus. Wie im Kapitel 2.1.2.2 „Flächennutzung“ beschrieben, werden zunächst bebaute und unbebaute Flächen unterschieden. Eine tiefere Informationsebene unterscheidet Bebauungstyp oder Nutzungsart. Ferner wird die Zugehörigkeit zu einem der Ortsteile als Attribut geführt. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die unterschiedenen Attribute:

Tabelle 2: Attributfelder Flächennutzung

<b>Feld</b>	<b>Beschreibung</b>
Bed_ID / Typ	Bebaute und unbebaute Fläche Id-Nr, Bezeichnung
Nutz_ID / Art	Bebauungstyp oder Flächennutzungstyp der Fläche Id-Nr, Bezeichnung
Ort /ID Ortsteil	Ortsteil zu dem die Fläche gehört Id-Nr, Bezeichnung

#### 2.3.1.2.1 „Typ“

Mit dem Attribut „Typ“ mit den Werten „Ort“ und „Freifläche“ werden bebaute und unbebaute Flächen unterschieden. Als „Ort“ werden Siedlungsbereiche, Gewerbegebiete und Industrieflächen zusammengefasst. Kriterium für das Attribut „Ort“ ist, dass die zusammenhängende Bebauung mehrerer Gebäude einen Siedlungscharakter erkennen lässt. Gartenanlagen, auch mit einzelnen dauerhaft als Wohnhaus genutzten Gebäuden, werden ebenso wie einzeln stehende Höfe der Freifläche zugerechnet.

#### 2.3.1.2.2 „Art“

Das Attribut „Art“ beschreibt das Hauptattribut „Typ“, also die Bebauung und Nutzung der Flächen, differenzierter. Hintergrund der weiteren Aufgliederung der Thematik ist es, einen Anhaltspunkt für die räumliche Verteilung der Wohnbevölkerung zu erhalten.

Bei der Zuweisung des Attributwertes wird jeweils der vorherrschende Typus beschrieben. Untergeordnet können auch Elemente eines anderen Attributs vertreten sein.

Folgende Attributwerte werden unterschieden:

Mit dem Hauptattribut „Ort“:

- Einfamilienhäuser: Gebäude mit 1-3 Wohneinheiten
- Wohnblöcke: Gebäude mit 6-20 Wohneinheiten
- Hochhäuser und große Blöcke: Gebäude mit mehr als 20 Wohneinheiten
- Industrie- und Gewerbegebiete

Mit dem Hauptattribut „Freifläche“:

- Grün- und Sportanlage
- Feld, Wiese, Brachland

---

Einen Überblick über die Bebauung und Flächennutzung im Einsatzgebiet gibt Abbildung 6 in Kapitel 2.3.2 „Wichtige Lokalitäten“).

### 2.3.1.3 Attributierung der Planungsräume

Die Zuordnung erfolgt analog zu den in der Planungskarte vergebenen Attributen. In Tabelle 3 sind die verwendeten Attribute und ihre Beschreibung aufgeführt.

Tabelle 3: Attributfelder der Planungsräume

Feld	Beschreibung
Ort_ID / Ort	Ortsteil zu dem der Planungsraum gehört (Id-Nr, und Name)
Plan_ID / Planraum	Planungsraum (ID-Nr der Stadt Wiesbaden, Bezeichnung des Planungsraums)
Fläche	Größe des Planungsraums in km <sup>2</sup>

Die Fläche des Planungsraumes errechnet sich aus der Geometrie mit Hilfe des Befehls:

`[Shape].ReturnArea`

Inhaltlich gehören auch die in einer gesonderten Tabelle vorliegenden demoskopischen Daten zu den Planungsräumen. Die Daten werden in analoger Form von der Stadt Wiesbaden zur Verfügung gestellt und für die Verwendung im Projekt in eine digitale Form gebracht. Über das Feld Plan\_ID sind Sach- und Raumdaten verbunden.

Der Datensatz umfasst die Bevölkerungsverteilung in den Planungsräumen nach Altersstruktur. Für dieses Projekt von Interesse ist nur die Summe der Bewohner der einzelnen Planungsräume (Plan\_ges). Weiterhin wird der prozentuale Anteil der Bewohner eines Planungsraums am gesamten Einsatzgebiet bestimmt (Plan\_ges\_%).

In Abbildung 4 wird die Lage der Planungsräume dargestellt. Abbildung 5 zeigt die Anzahl der Bewohner im jeweiligen Planungsraum.

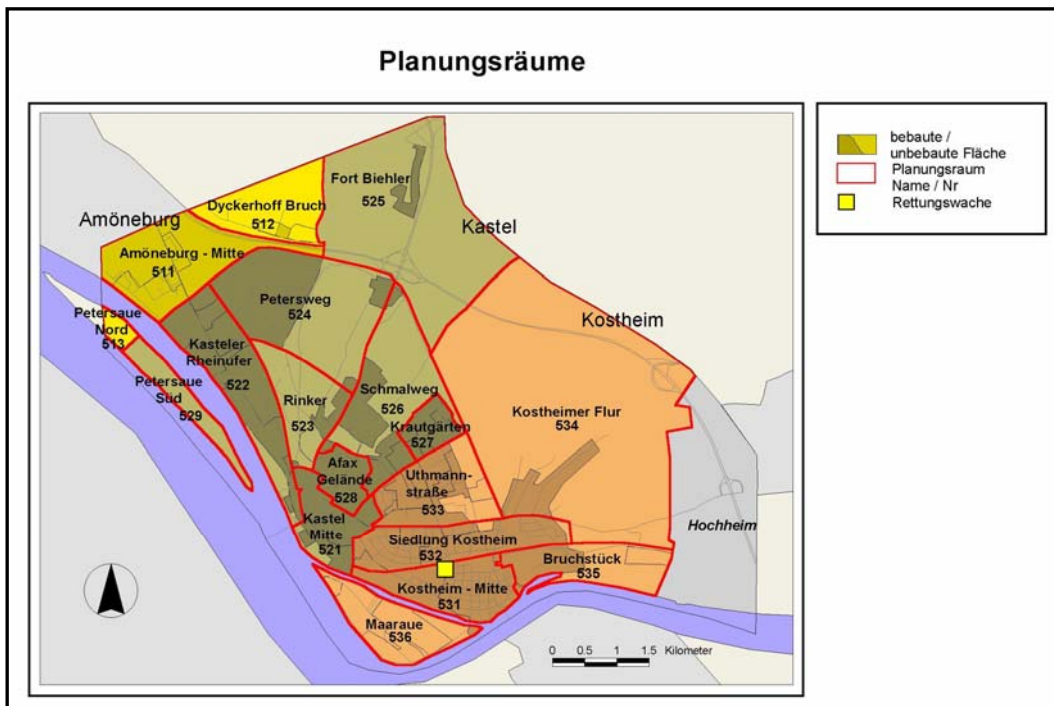


Abbildung 4: Lage und Bezeichnung der Planungsräume

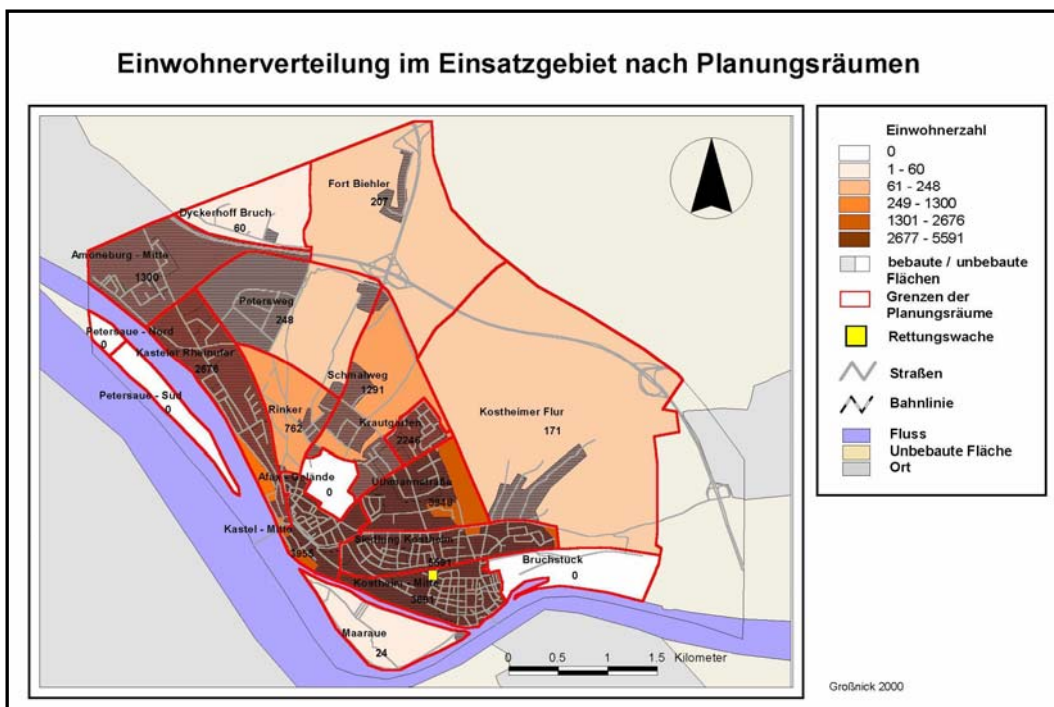


Abbildung 5: Einwohnerverteilung in den Planungsräumen

### 2.3.2 Wichtige Lokalitäten

Eine großräumige Gliederung des Einsatzgebietes erfolgt durch die Flächennutzung. Weiterhin sind punktuell einige Lokalitäten von

besonderem Interesse. Diese Lokalitäten stellen potentiell Einsatzschwerpunkte dar und sind daher für die Struktur des Einsatzgebiets von Bedeutung. Sie sind daher als eigene Thematik erfasst. Folgende Klassen von Lokalitäten werden unterschieden:

- Öffentliche Gebäude oder Einrichtungen (Schulen, Ämter, Feuerwehr- und Polizeiwachen, Altenheime)
- Freizeit- und Sporteinrichtungen (Sportplätze, Schwimmbäder, Gaststätten, Grillplätze)
- Verkehrseinrichtungen (Bahnhöfe, große Bushaltestellen)
- größere Firmen oder Gewerbebetriebe
- Einrichtungen der medizinischen Versorgung (Arztpraxen, Rettungswache)

Die Lageinformation für diese Lokalitäten ergibt sich aus ihrer Adresse. Die Verortung erfolgte analog zur Vorgehensweise bei den Einsatzdaten, die im Kapitel 3 „Geocodierung – Verknüpfung von Raum- und Sachdaten“ näher beschrieben ist.

Gleichzeitig dient dieser Datensatz als Bezugstabelle (Alias Table) bei der Geocodierung.

In Abbildung 6 sind diese Lokalitäten zusammengefasst nach Kategorien dargestellt.

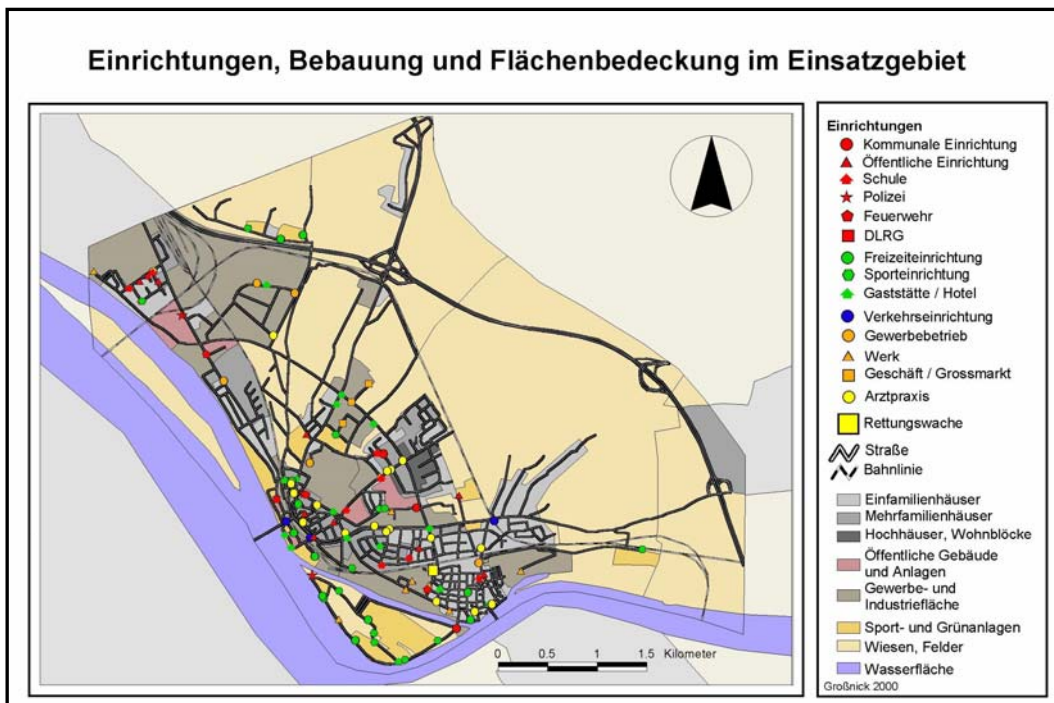


Abbildung 6:  
Überblick über Einrichtungen, Bebauung und Flächenbedeckung im Einsatzgebiet

---

## **2.3.3 Einsatzdaten**

### **2.3.3.1 Herkunft der Daten und Datenschutz**

In der Einsatzdatenbank des ASB AKK werden alle vom Rettungswagen des Ortsverbandes gefahrenen Einsätze erfasst. Die Access-Datenbank dient zur Unterstützung der Abrechnung der Transportleistungen. Ähnlich wie bei der Rettungsleitstelle werden auch hier die verschiedenen einsatzrelevanten Daten, darüber hinaus aber auch eine Reihe patientenbezogener Daten erfasst.

Bei den Daten zu Einsätzen handelt es sich um geschützte persönliche Daten. Um die hier dargestellten Einsätze nicht bestimmten Ereignissen zuordnen zu können oder gar in Verbindung mit bestimmten Personen zu bringen, werden die Datensätze insoweit verändert, dass sie nach wie vor plausibel sind, allerdings keine Rückschlüsse zulassen. Im einzelnen werden zunächst sämtliche persönlichen Daten entfernt. Weiterhin werden teilweise Veränderungen in den Adressfeldern der Einsatzorte (Hausnummer und/ oder Straße) durchgeführt, um den tatsächlichen Einsatzort zu verschleiern.

### **2.3.3.2 Datenbankbindung**

Die Einsatzdatenbank des ASB kann aus genannten Gründen des Datenschutzes nicht direkt für dieses Projekt übernommen werden. Für die Verarbeitung in diesem Projekt werden daher Daten aus der Einsatzdatenbank in eine neue Datenbank ausgegliedert. Diese neue Datenbank wurde mit Hilfe einer ODB-Verbindung für dieses Projekt verfügbar gemacht.

Während die Verknüpfung der Textfelder problemlos funktioniert, tritt bei den Datum/Zeit - Feldern ein Datenfehler auf, der bislang noch nicht behoben werden konnte, der aber für die Auswertung ohne Konsequenzen ist.

In der Access-Datenbank sind Einsatzdatum und Einsatzzeitpunkt in zwei verschiedenen Feldern abgelegt. In der im Zuge der Verknüpfung erstellten Tabelle in Arc View wird aus beiden Feldern jeweils ein kombiniertes Datum/Zeit - Feld erstellt, so dass dem Einsatzdatum jeweils der Zeitpunkt „00:00:00“ und dem Einsatzzeitpunkt das Datum „01.01.1899“ hinzugefügt wird.

### **2.3.3.3 Struktur der Einsatzdaten**

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Daten, die aus der Einsatzdatenbank für diese Auswertung übernommen werden.

Tabelle 4: Felder der Einsatzdatenbank

Feld	Beispiel
Einsatzort	Ka., Rochusplatz 4
Einsatzgrund	internistischer Notfall
Datum	12.07.99
Einsatzzeit	14:15
dringend_an	ja
dringend_ab	nein

#### 2.3.3.3.1 Einsatzort

Das Feld „Einsatzort“ enthält die räumliche Information und wurde daher für die Geocodierung verwandt. Da es sich bei diesem Feld in der Einsatzdatenbank um ein Textfeld handelt, ist es notwendig, den Datensatz aufzubereiten (siehe Kapitel 3 „Geocodierung“). In der Datenbank haben die Einträge normalerweise die Form:

[Abkürzung Ortsteil]., [Einsatzort] (Beispiel siehe Tabelle 4)

Hier werden nur Einsätze berücksichtigt, die in den Ortsteilen Kastel (Ka), Kostheim (Ko) oder Amöneburg (Amö) liegen.

Für den Eintrag des Einsatzziels existieren mehrere Möglichkeiten:

- Straßename mit Hausnummer
- Signifikante Lokalität (Schule, Arztpraxis, Altersheim)
- Straßenkreuzung

#### 2.3.3.3.2 Das Feld „Einsatzgrund“

Durch dieses Feld wird die Einsatzursache oder das Einsatzgeschehen klassifiziert. In der Einsatzdatenbank sind verschiedene Auswahlmöglichkeiten für dieses Feld festgelegt.

#### 2.3.3.3.3 Die Felder „Datum“ und „Einsatzzeit“

Notiert sind hier Datum und Zeitpunkt der Einsatzübernahme.

Im Gegensatz zur Datenverwaltung der Rettungsleitstelle (siehe Kapitel 1.2.1 „Die Organisation des Rettungsdienstes in Wiesbaden / AKK“) werden hier nicht alle einsatzrelevanten Zeiten, also auch nicht die für eine Auswertung interessante Zeit des Eintreffens am Einsatzort, erfasst.

---

#### 2.3.3.3.4 Die Felder „dringend\_an“, „dringend\_ab“

Diese zwei Felder geben Auskunft über den Modus der Fahrt. Es handelt sich um Boole'sche Felder.

Eine dringende Fahrt bezeichnet eine Fahrt mit Sonderrechten, also eine Fahrt zu einem Notfall. Für Fahrten zur Einsatzstelle mit Sondersignal („dringend\_an“) gilt die gesetzliche Hilfsfrist von 10 Minuten. Dieses Feld ist von daher für die Auswertung von Bedeutung.

Das Feld „dringend\_ab“ hält fest, ob der Transport ins Krankenhaus mit Sonderrechten stattgefunden hat.

### **3 GEOCODIERUNG - VERKNÜPFUNG VON SACH- UND RAUMDATEN**

Zunächst wird das in Arc View vorhandene Skript zur Verarbeitung amerikanischer Adressformate durch ein von ESRI zur Verfügung gestelltes Skript zur Verarbeitung deutscher Formate ersetzt. Durch diese Modifikation ist es möglich, Adressen mit folgenden Formaten zu geocodieren:

- Straßen mit Hausnummern [Hochheimer Straße. 28]
- Straßenkreuzungen [Alsenstraße / Ogelweg]

Durch Angabe einer Bezugstabelle (Alias Table) ist es außerdem möglich, ausgewählte Lokalitäten ihrem Namen nach zu geocodieren (siehe auch Kapitel 2.3.2 „Wichtige Lokalitäten“).

Eine Grundvoraussetzung zur Durchführung der Geocodierung ist, dass die benötigten Informationen vollständig sind. Es müssen daher immer Straßename und Hausnummer oder eine weitere Straße angegeben sein.

Die Geocodierungsoperation reagiert sehr sensibel auf Abweichungen bei der Schreibweise. Hier zeigt sich ein großer Nachteil der Geocodierung eines Freitextfeldes.

#### **3.1 Aufbereitung der Raumdaten**

Der Index für die Geocodierung wird auf der Basis von Hausnummern der linken und rechten Seite eines Straßenabschnitts erstellt. Diese Indizierung weist gerade Hausnummern der einen, ungerade Hausnummern der anderen Seite zu.

Die oben genannte Voraussetzung für die Geocodierung stellt insofern ein Problem dar, als einige Straßenabschnitte nicht über eine Nummerierung verfügen. Die Verfahrensweise, mit der eine vollständige Geocodierung

dennoch möglich gemacht wird ist im Kapitel 2.3.1.1.2 „Hausnummern“ beschrieben.

### 3.2 Aufbereitung der Einsatzdaten

Nach der Ausgliederung der relevanten Daten aus der Einsatzdatenbank ist es notwendig, die Einträge für die Geocodierung vorzubereiten.

Folgende Punkte sind hierbei zu beachten:

- Überführung der Abkürzung des Einsatzortes in ein eigenes Feld
- Vereinheitlichung der Namensschreibweisen und Korrektur der Position der Leerstellen
- Ersetzen des x, das Straßenkreuzungen in der Einsatzdatenbank kennzeichnet, durch einen Querstrich
- Zuordnung von Hausnummern zu verschiedenen Einsatzorten, deren Adressen keine Hausnummer enthalten, um diese ebenfalls erfassbar zu machen

Tabelle 5: Überblick über die zur Geocodierung vorgenommenen Datenmodifikationen

Ausgangsdaten	Modifizierte Daten								
<table border="1"><thead><tr><th>Einsatzort</th></tr></thead><tbody><tr><td>Ka., Marie-Juchartzstr.2</td></tr><tr><td>Ko., Kilianstr. x Hauptstr.</td></tr><tr><td>Ka., Theodor-Heuss-Brücke</td></tr></tbody></table>	Einsatzort	Ka., Marie-Juchartzstr.2	Ko., Kilianstr. x Hauptstr.	Ka., Theodor-Heuss-Brücke	<table border="1"><thead><tr><th>Einsatzort</th></tr></thead><tbody><tr><td>Marie-Juchacz-Str. 2</td></tr><tr><td>Kilianstr. / Hauptstr.</td></tr><tr><td>Theodor-Heuss-Brücke 2</td></tr></tbody></table>	Einsatzort	Marie-Juchacz-Str. 2	Kilianstr. / Hauptstr.	Theodor-Heuss-Brücke 2
Einsatzort									
Ka., Marie-Juchartzstr.2									
Ko., Kilianstr. x Hauptstr.									
Ka., Theodor-Heuss-Brücke									
Einsatzort									
Marie-Juchacz-Str. 2									
Kilianstr. / Hauptstr.									
Theodor-Heuss-Brücke 2									

### 3.3 Geocodierung der Einsatzdaten

Nach umfassender Aufbereitung der Ausgangsdaten lassen sich alle 2243 Datensätze geocodieren. In der Darstellung werden die Einsatzorte 15m von der Straße abgerückt, so dass erkennbar ist, auf welcher Straßenseite der Einsatzort liegt. Diese Vorgehensweise ist bei der späteren Analyse der Verteilung der Einsatzorte in Bezug auf die Flächennutzung von Bedeutung, da auf diese Weise Einsatzorte in der Regel nicht exakt auf der Grenze zweier Nutzungsbereiche liegen.

Abbildung 7 zeigt die räumliche Verteilung der Einsatzorte der 1999 in AKK gefahrenen Einsätze.

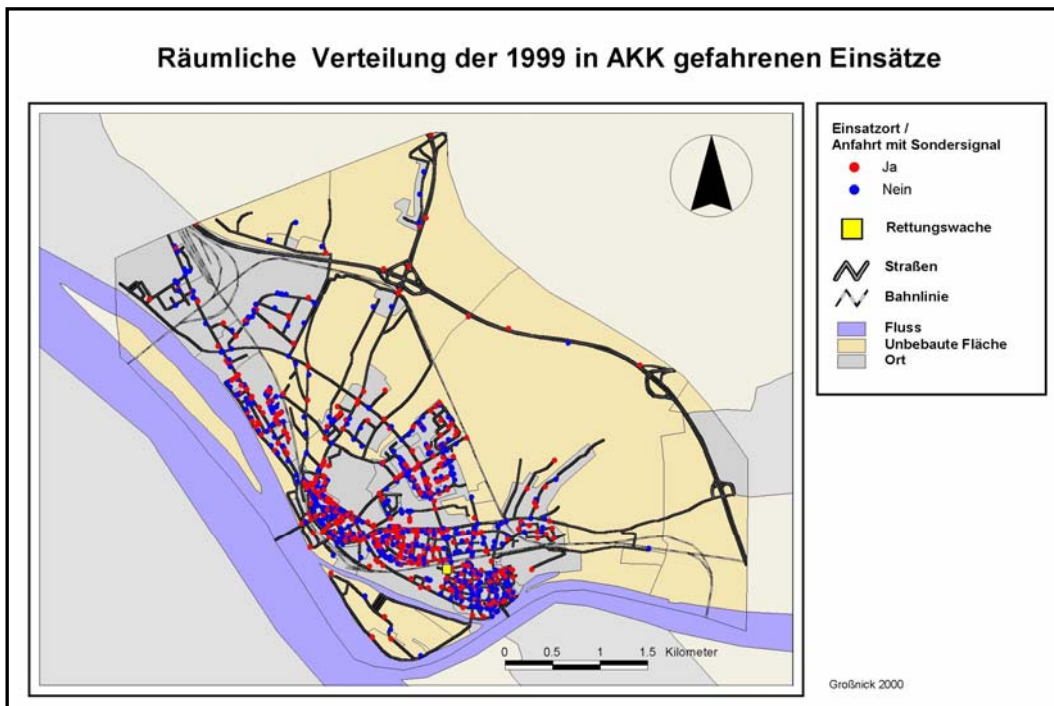


Abbildung 7:  
Räumliche Verteilung der 1999 in AKK gefahrenen Einsätze

## 4 ANALYSE

Die erstellte Datenbasis bildet die Grundlage für eine Reihe möglicher Analysen. Sämtliche Analysen durchzuführen würde jedoch den Rahmen dieses Projekts sprengen. Im Folgenden werden daher exemplarisch einige Analysen vorgenommen.

### 4.1.1 Lage der Einsatzorte – Einsatzschwerpunkte

Einer der Kernaspekte bei der Analyse eines Rettungsdienstbereichs ist sicherlich die Frage nach Einsatzschwerpunkten.

In der Gesamtdarstellung der Lage der Einsatzorte (Abbildung 7) ist erkennbar, dass sich die Einsatzorte ungleichmäßig über das Einsatzgebiet verteilen. Für differenziertere Aussagen ist es allerdings erforderlich, den visuellen Eindruck analytisch zu fassen. Je nach Fragestellung macht es dabei Sinn, verschiedene Selektionskriterien anzuwenden und die sich ergebenden Bilder zu vergleichen.

Im vorliegenden Ansatz werden selektiv Einsatzschwerpunkte von Krankentransporten, also Einsätzen ohne Hilfsfrist, und Notfällen für die eine zeitliche Vorgabe besteht, gegenübergestellt (Abbildung 8).

Die Analyse wird als Dichteberechnung von Punkten unter Verwendung des Spatial Analyst durchgeführt.

Bei den Krankentransporten ist eine deutliche Polarisierung der Einsatzorte sichtbar. Für die Notfälle ist festzustellen, dass sie tendenziell räumlich über weite Teile des Einsatzgebiets verteilt sind. Bereiche mit höherem Einsatzaufkommen sind dennoch erkennbar.

Die Einsatzschwerpunkte der Krankentransporte liegen im Bereich einer Reihe von Arztpraxen und im Bereich des Altenheims. Die Sektoren mit der Häufung von Notfällen hingegen decken sich mit Bereichen dichter Bebauung.

Diese Ergebnisse zeigen, dass sich vor allem bei der Untersuchung nach bestimmten Kriterien eine Reihe von Informationen gewinnen lassen. Neben der Betrachtung verschiedener Einsatztypen (Notfälle, Krankentransporte) erscheinen vor allem zeitliche Untersuchungen sehr aufschlussreich. So ist beispielsweise vorstellbar, dass in Wohngebieten ohne Infrastruktur trotz hoher Einwohnerzahl tagsüber ein vergleichsweise geringes Einsatzaufkommen herrscht, weil eine große Zahl der Bewohner außerhalb des Wohngebiets arbeiten.

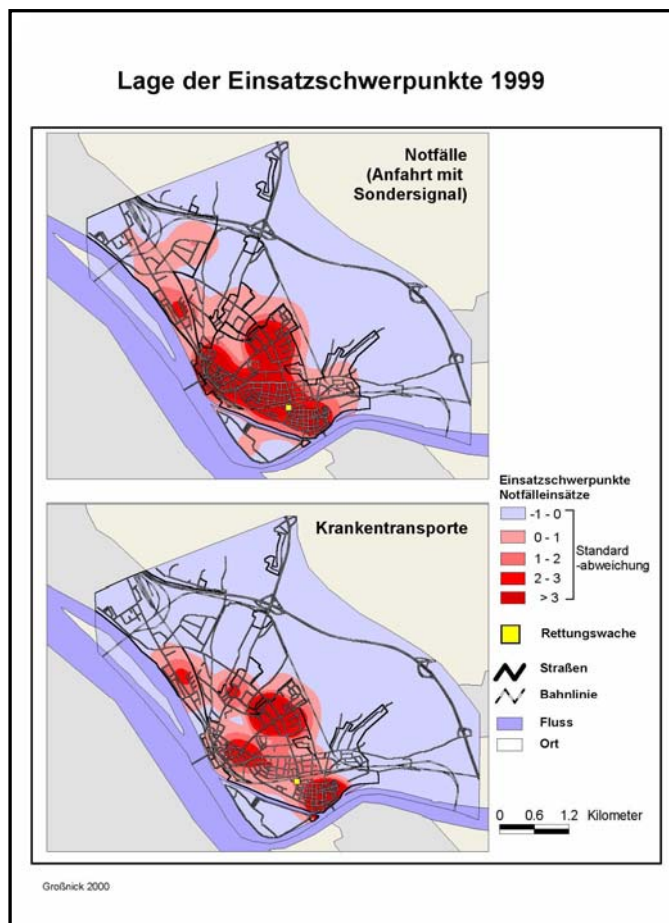


Abbildung 8  
Räumliche Darstellung von Einsatzschwerpunkten bei Krankentransporten und Notfällen

## 4.1.2 Die Lage der Einsatzorte in Bezug auf die Struktur des Einsatzgebiets

Im vorangegangenen Abschnitt wird gezeigt, dass die Einsatzorte ungleich über das Einsatzgebiet verteilt sind.

Gerade bei Notfällen scheint es eine deutliche Korrelation zwischen Einsatzorten und Einwohnerzahl zu geben. Im folgenden wird deshalb der Zusammenhang zwischen Einwohnerzahl und Einsatzorten näher untersucht.

Durch eine Überschneidungsabfrage (*Select by Theme*) werden die in den einzelnen Planungsräumen liegenden Einsatzorten der Notfälle selektiert und ihr prozentualer Anteil an der Gesamtzahl bestimmt. Dieser prozentuale Anteil wird dem Prozentsatz an der Gesamtbevölkerung im jeweiligen Planungsraum gegenübergestellt.

In Abbildung 9 sind die Prozentwerte der Einsätze und der Einwohner in einem Balkendiagramm für die einzelnen Planungsräume dargestellt. Ähnlich hohe Balken zeigen eine positive Korrelation zwischen der Einsatzzahl und der Einwohnerzahl.

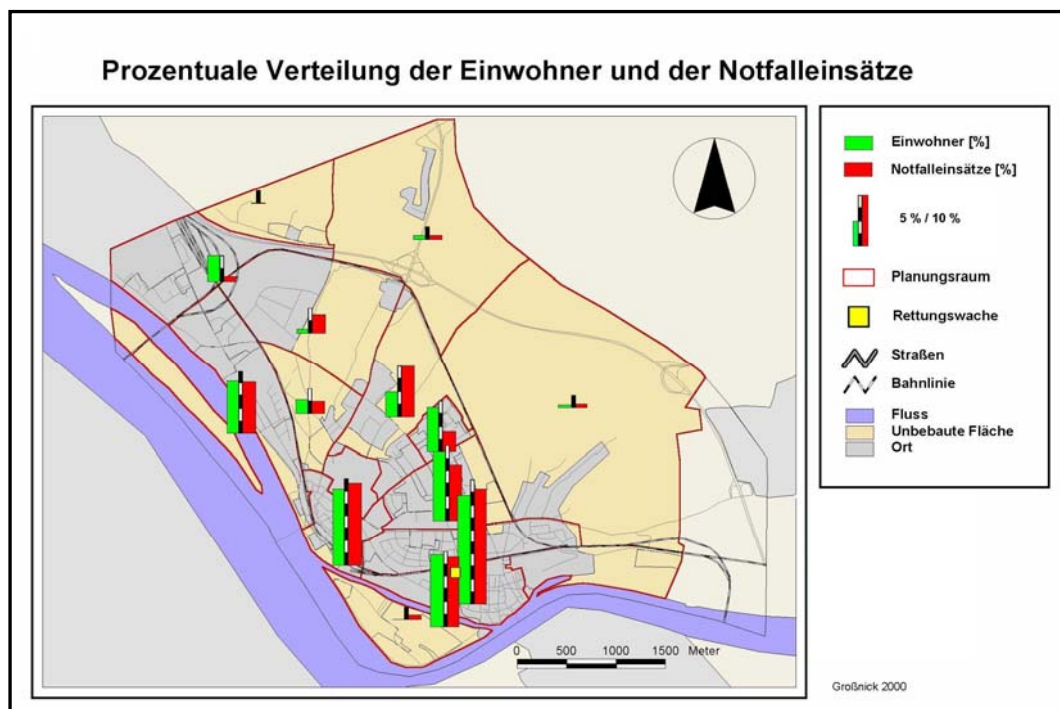


Abbildung 9:  
Prozentuale Verteilung der Einwohner und der Notfalleinsätze

---

In Abbildung 9 ist eine Häufung von Einsätzen in Wohnbereichen zu erkennen. Die Darstellung lässt zumindest in erster Näherung auf eine Korrelation zwischen Einwohnerzahl und Anzahl der Einsätze schließen. Im Vergleich zeigen sich höhere Übereinstimmungen in Planungsräumen, die überwiegend Wohngebiete umfassen. Relativ geringe Übereinstimmungen weisen Planungsräume mit wenigen Einwohnern auf. Im Verhältnis treten die Zahl der Einsätze hier höher.

Die Grundannahme, dass die Einwohnerzahl mit dem Einsatzaufkommen korreliert, ist daher zumindest für Siedlungsbereiche bestätigt.

#### **4.1.3 Untersuchung der Lage der Einsatzorte in Bezug auf Bebauungs- und Nutzungstypus**

Im vorangegangenen Abschnitt wurden Planungsbereiche untersucht, die in der Regel verschiedene Nutzungsbereiche umfassen. Das Ergebnis der obigen Analyse stützt sich vor allem auf Beobachtungen, die in relativ einheitlich genutzten Planungsräumen gemacht wurden, also den Planungsbereichen, die die Siedlungskerne der Ortschaften umfassen.

Nachfolgend wird daher untersucht, wie sich die Einsätze auf die verschiedenen Nutzungsräume verteilen, um einen Erklärungsansatz für die oben beschriebene schlechte Korrelation in einigen Bereichen zu finden.

Die Analyse erfolgt wieder mittels einer Überschneidungsabfrage, wobei die Selektion der Einsatzorte diesmal nach Nutzungsbereichen erfolgt. Als Ergebnis werden die prozentuale Anzahl der Einsätze und der prozentuale Fläche der Nutzungstypen ins Verhältnis gesetzt. Abbildung 10 zeigt als Ergebnis eine auf die Fläche normierte Verteilungsdarstellung.

Die Darstellung zeigt, dass 7/8 der Einsatzorte in Siedlungsbereichen liegen. 1/8 der Einsätze liegen nicht in Wohngebieten.

Die Planungsräume Schmalweg (526) und Petersweg (524) lassen dieses Missverhältnis am deutlichsten erkennen. Diese Räume umfassen vor allem größere Gewerbegebiete. Abbildung 10 macht deutlich, dass ein nicht unerheblicher Anteil an Einsätzen auf Gewerbegebiete entfällt.

In Planungsräumen mit geringer Einwohnerzahl könnte dieser Faktor eine Rolle spielen.

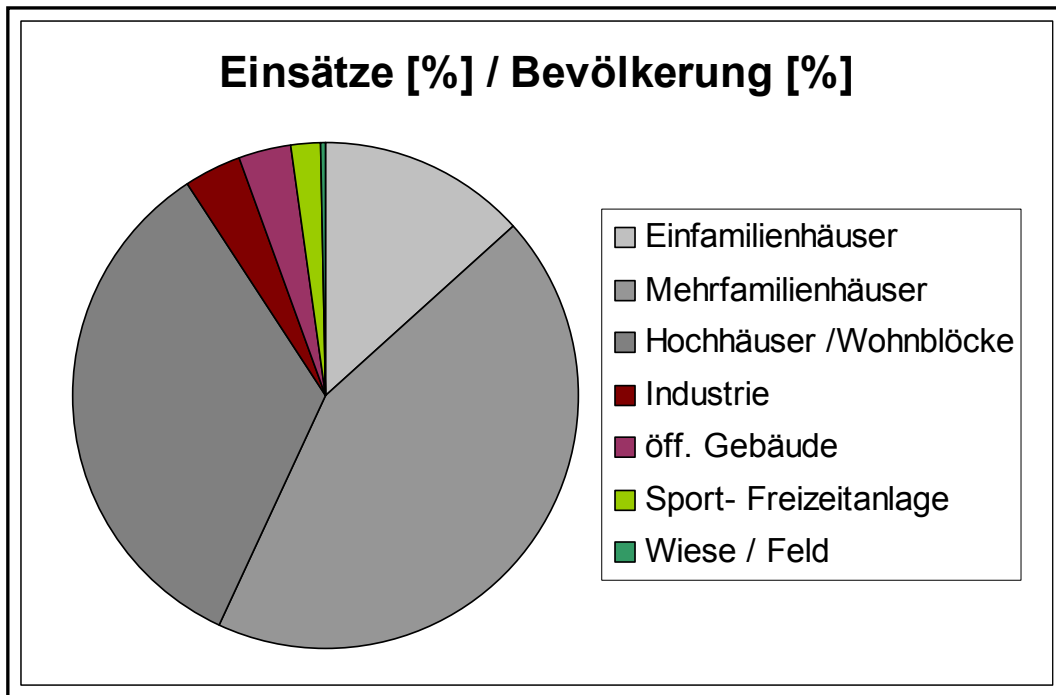


Abbildung 10  
Auf die Fläche normierte Verteilung der Einsätze nach Bebauung und Nutzungstyp.

## 4.2 Untersuchung der Fahrzeiten

Neben der Frage: „Wo wird der Rettungsdienst benötigt?“ ist natürlich die Frage „Wie schnell kommt er dorthin?“ von besonderer Wichtigkeit.

In Kapitel 2.3.1.1.3 „Das Feld „v<sub>mean</sub>“ - Mittlere Geschwindigkeit beim Durchfahren eines Straßenabschnitts“ wird beschrieben, dass Basisannahmen für die Benutzung des Straßennetzes gemacht werden. Im Folgenden werden auf der Basis dieser Prämissen Untersuchungen zu den Versorgungszeiten durchgeführt. Weiterhin wird eine Möglichkeit zur Verifizierung der Annahmen aufgezeigt.

### 4.2.1 Berechnung des Versorgungsbereichs

Abbildung 3 zeigt, die erreichbaren Durchschnittsgeschwindigkeiten in den jeweiligen Straßenabschnitten. Auf der Basis dieser Geschwindigkeiten werden Fahrzeiten für die jeweiligen Straßenabschnitte berechnet. Mit Hilfe des Network Analyst wird auf der Grundlage dieser Daten ein Versorgungsnetz berechnet.

Ausgangspunkt für die Berechnung ist jeweils die Rettungswache AKK. Als Vorgaben werden Zeiten zwischen 1 und 9 Minuten eingesetzt. In Abbildung 11 ist das Versorgungsnetz in Abhängigkeit von der Fahrzeit gezeigt.

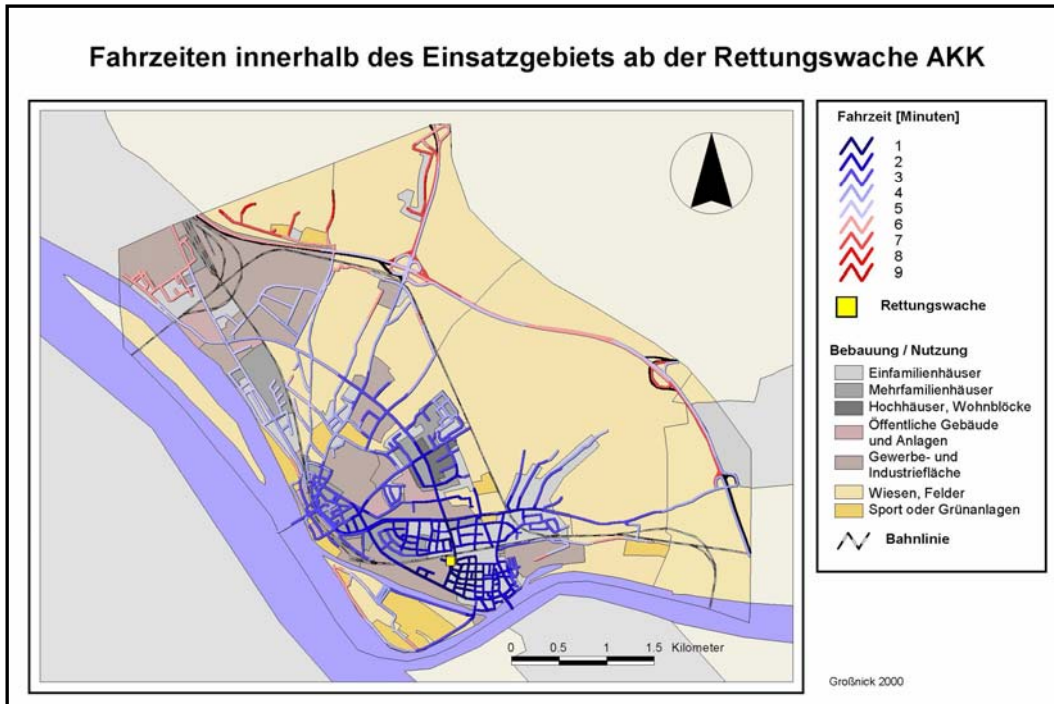


Abbildung 11  
Fahrzeiten innerhalb des Einsatzgebiets ab der Rettungswache AKK

Die im Network Analyst vorgesehene Berechnung eines flächenhaft dargestellten Versorgungsbereichs wurde nicht eingesetzt, da diese in Bezug auf die Fragestellung unsinnige Ergebnisse liefert. In der Kalkulation werden die zum Erreichen eines Einsatzortes benötigten Fahrzeiten berechnet. Mit dem Rettungswagen ist es allerdings nur möglich, sich auf den erfassten Straßen zu bewegen, andere Teile des Einsatzgebiets sind mit dem Rettungswagen nicht zu erreichen. Für die Berechnung bedeutet das: Die Flächen zwischen den Straßen liegen außerhalb des Definitionsbereichs.

Das Straßennetz im Versorgungsbereich umfasst insgesamt etwas über 114 km, davon liegen 95 % in dem von der Wache AKK aus versorgten Bereich. Bei den verbleibenden 5 % handelt es sich um Streckenabschnitte von Autobahnen und Schnellstraßen, die zwar im Einsatzgebiet liegen, bei denen eine der beiden Richtungspuren aber von einer anderen Wache aus versorgt wird.

In Abbildung 12 wird gezeigt, welcher Anteil des Straßennetzes in Abhängigkeit von einer bestimmten Fahrzeit zu erreichen ist.

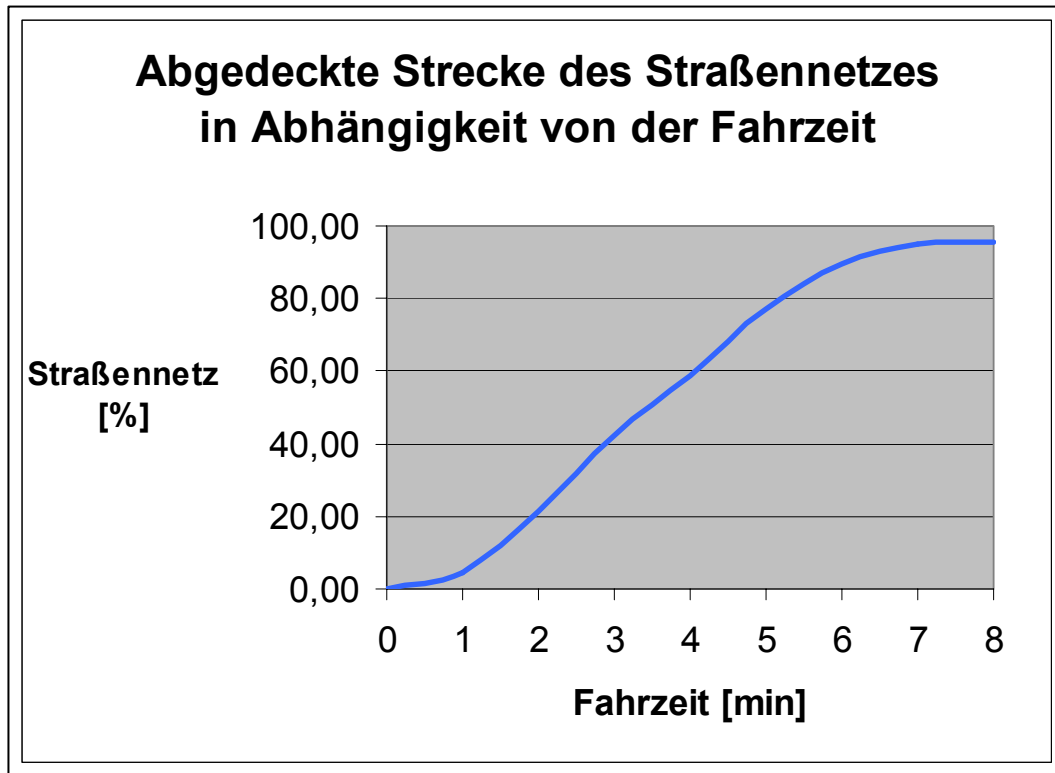


Abbildung 12  
Abdeckung des Straßennetzes in Abhängigkeit von der Fahrzeit

#### 4.2.2 Ansatz zur Kontrolle der kalkulierten Fahrzeiten

Im Folgenden wird eine Möglichkeit dargestellt, eine Überprüfung der Kalkulation der Fahrzeit durchzuführen. Der vorgestellte Überprüfungsweg kann allerdings aufgrund fehlender Daten nur ansatzweise durchgeführt werden.

In Kapitel 1.2.1 „Die Organisation des Rettungsdienstes in Wiesbaden / AKK“ ist beschrieben, dass die Rettungsleitstelle verschiedene einsatzrelevante Daten erfasst. Von Interesse wäre hier die exakte Abfahrtszeit von der Rettungswache und die Ankunftszeit an der Einsatzstelle auszuwerten. Aus diesen zwei Zeiten kann nämlich die tatsächliche Fahrzeit ermittelt werden, um diese dann der theoretischen Fahrzeit gegenüberzustellen. Durch iterative Anpassung der Werte für die Durchschnittsgeschwindigkeiten in den Straßenabschnitten lassen sich die theoretischen Werte verbessern.

Leider stehen in der für dieses Projekt eingesetzten Datenbasis diese Informationen nicht zur Verfügung. Im Folgenden werden daher lediglich die Schritte zur Darstellung der theoretischen Einsatzzeiten durchgeführt.

Aus dem berechneten Versorgungsnetz wird der Bereich, der in einer bestimmten Zeit zu erreichen ist, selektiert. Mit einer Überschneidungsabfrage (*Select by Theme*) werden sämtliche Einsatzorte gefiltert, die sich

in einem festgelegten Abstand (hier 50m) zu dem zuvor selektierten Netz befinden.

Abbildung 13 zeigt die theoretischen Fahrzeiten zu den Einsatzorten ab der Rettungswache AKK. Der nächste Schritt wäre jetzt, die tatsächlichen Fahrzeiten ebenfalls zu visualisieren und die Verteilungsmuster zu vergleichen.

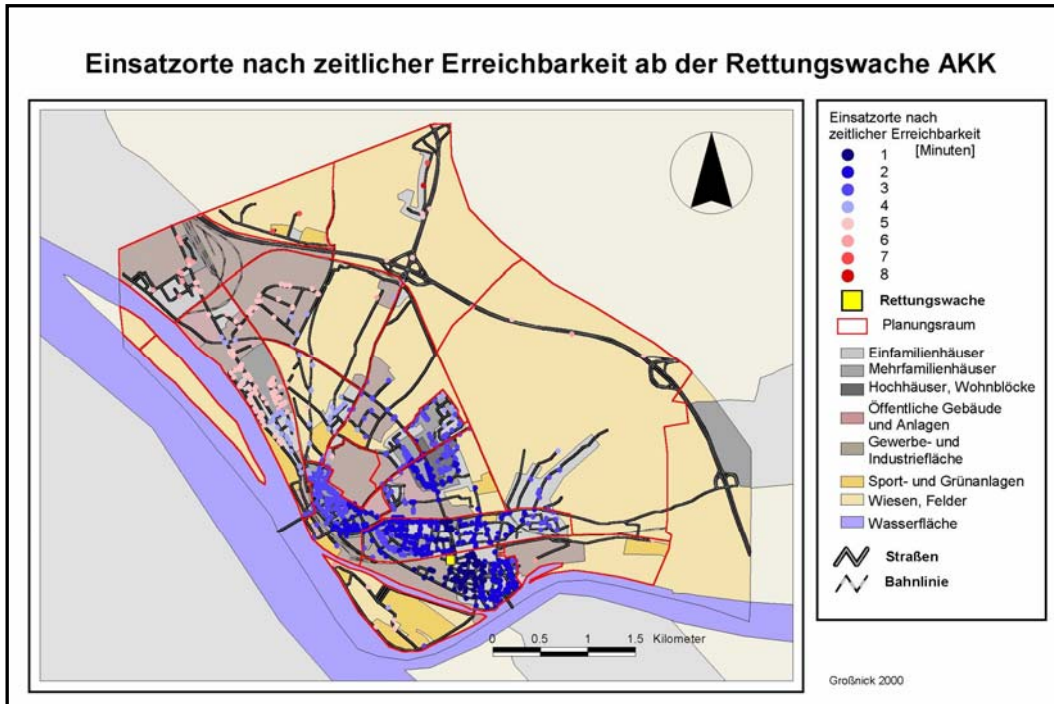


Abbildung 13  
Einsatzorte nach zeitlicher Erreichbarkeit ab der Rettungswache AKK

### 4.2.3 Untersuchung der Fahrzeiten in Bezug auf die Verteilung der Bevölkerung

Eine zur Beurteilung der Versorgungssituation wichtige Fragestellung ist, welcher Anteil der Bevölkerung in einem bestimmtem Zeitraum erreicht wird. Die Analyse, die diesen Zusammenhang untersucht, stützt sich auf die Kalkulation der Fahrzeiten und die demoskopischen Daten, die für die einzelnen Planungsräume vorliegen.

Für verschiedene Fahrzeitintervalle wird zum einen ermittelt, welche Planungsräume in einer vorgegebenen Zeit erreicht werden. Zum anderen wird ermittelt, welche Planungsräume vollständig abgedeckt werden. Da die Anzahl der Bewohner der Planungsräume bekannt ist, kann auf die versorgte Bevölkerung geschlossen werden.

Methodisch lassen sich die Planungsräume, die erreicht werden, durch eine einfache Überschneidungsabfrage (*Select by theme*) zwischen dem Versorgungsnetz des vorgegebenen Fahrzeitintervalls und den Planungsräumen selektieren.

Etwas komplizierter ist die Vorgehensweise zur Selektion der in einem Zeitintervall vollständig abgedeckten Planungsräume.

Hierzu muss der Datensatz zu den Versorgungsnetzen modifiziert werden. Das Problem besteht darin, dass die größeren Versorgungsnetze alle Straßenabschnitte der kleineren Versorgungsnetze umfassen. Es ist daher nicht möglich, nur den Teil eines Netzes zu selektieren, der zu einem bestimmten Fahrzeitintervall gehört, nicht aber auch zu allen größeren. Diese Überschneidungen müssen daher zunächst entfernt werden. Aus den Netzen werden die Abschnitte, die ebenfalls zum nächstkleineren Versorgungsbereich gehören ausgestanzt.

Danach wird für die einzelnen Planungsräume die Überschneidung mit dem Versorgungsnetz des längsten Fahrzeitintervalls selektiert.

Das Ergebnis dieser Abfrage ist ein Zeitfenster, das Minimal- und Maximalzeiten bis zum Erreichen eines beliebigen Ziels innerhalb der Planungsräume angibt.

Dieses Ergebnis wird auf die Anzahl der Bewohner der Planungsbereiche bezogen. In Abbildung 14 wird der minimale und der maximale Anteil der Bevölkerung dargestellt, der innerhalb eines Zeitintervalls erreicht wird.

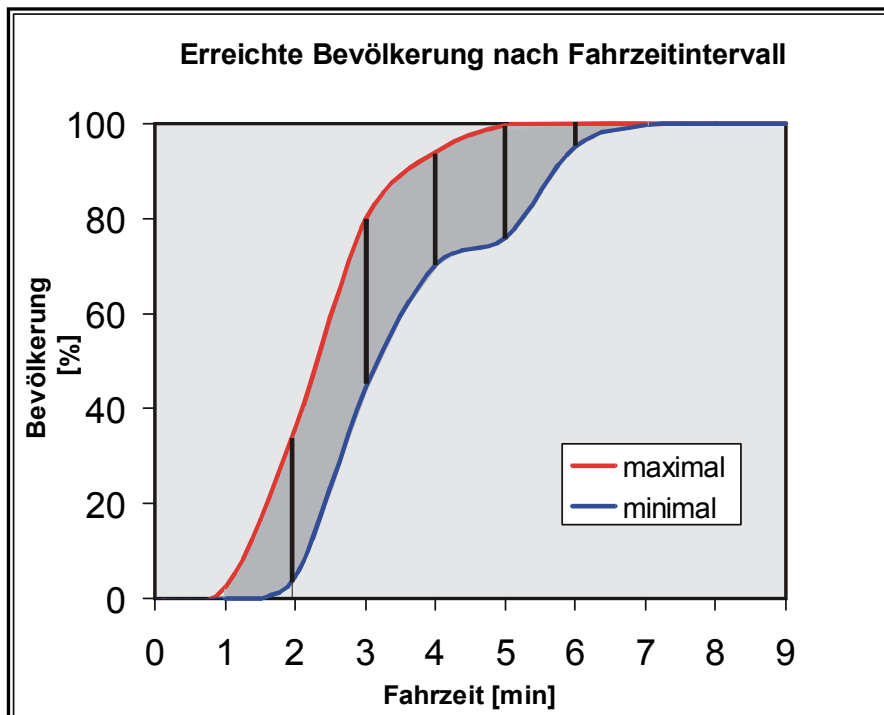


Abbildung 14  
Minimaler und maximaler Prozentsatz der Bevölkerung der innerhalb einer vorgegebenen Fahrzeit erreicht wird.

## 5 DISKUSSION

### 5.1 Qualität der Daten

Ein wichtiger Aspekt bei der Durchführung dieses Projekts ist die Datenerhebung und -zusammenführung. Neben dem inhaltlichen Ziel, das Einsatzgebiet zu analysieren, wird daher großer Wert auf die Dokumentation der Vorgehensweise bei der Datenerhebung gelegt. In den jeweiligen Kapiteln wird auf Schwierigkeiten bei der Datenerhebung hingewiesen. Im Folgenden wird auf die Qualität der erhobenen Daten nochmals zusammenfassend eingegangen.

In Kapitel 2.2 „Aufbau der Geodatenbasis“ wird beschrieben, dass Straßenverläufe von einer zuvor gescannten, georeferenzierten, Karte digitalisiert wurden.

Diese Methode beinhaltet eine Reihe von Fehlerquellen, die die Datenqualität in Bezug auf die absolute räumliche Lage beeinflussen.

Die Qualität der Georeferenzierung der Karte wurde anhand der Lage der Gauß-Krüger-Koordinaten überprüft. Die Abweichungen zwischen Ist- und Sollwert bei den Koordinaten liegen im Bereich von +/- 10m. Dies kann als vergleichsweise geringer Fehler angesehen werden.

Im Rahmen der digitalen Erfassung der verschiedenen Elemente stand die Topologie der Objekte im Vordergrund. So wurde beispielsweise bei der Digitalisierung der Straßen vor allem auf korrekte Verbindungen geachtet. Der exakte Straßenverlauf ist erst in zweiter Linie wichtig.

Bei der Erfassung der Polygone der Planungsbereiche liegt die Ungenauigkeit in der Datenbasis. Der Verlauf der Grenzen erreicht die Größenordnung einer Straßenbreite, weil nicht klar war, ob die Grenze in der Mitte der Straße oder auf einer Seite der Straße verläuft. Bei der Untersuchung von Überschneidungen führen diese Ungenauigkeiten möglicherweise zu kleinen Fehlern. So hat die Frage, zu welchem Planungsbereich ein Straßenabschnitt gehört, beispielsweise in der Untersuchung der Erreichbarkeit der Planungsbereiche in Abhängigkeit von der Fahrzeit Einfluß auf das Ergebnis.

Insgesamt kann die Genauigkeit der räumlichen Daten für die Abwicklung des Projekts auf jeden Fall als ausreichend gewertet werden.

Auf die verschiedenen Schwierigkeiten bei der Erfassung der Attributdaten ist in den jeweiligen Kapiteln hingewiesen worden. Vor allem bei der Vergabe der Hausnummern musste zum Teil improvisiert werden. Diese Daten sind dementsprechend nur als sehr eingeschränkt verlässlich anzusehen. Bei einer weitergehenden Nutzung der Daten dieses Projekts bedürfte es daher der Überprüfung dieser Daten.

---

In diesem Projekt stand allerdings im Vordergrund, möglichst alle Einsatzorte zu verarbeiten. Die exakte Position innerhalb eines Straßenabschnitts ist dabei zunächst von untergeordneter Bedeutung. Die Qualität ist daher im Rahmen dieser Anwendung als hinreichend zu betrachten.

## 5.2 Fazit

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Versorgungssituation im Einsatzgebiet durch die Rettungswache sehr gut ist. Der Wachenstandort liegt verkehrstechnisch günstig zu den Einsatzschwerpunkten. Das gesamte Einsatzgebiet lässt sich innerhalb der gesetzlichen Hilfsfrist versorgen.

Eigentliches Ziel war es jedoch, am Beispiel des Rettungsdienstbereichs AKK eine Methodik zu entwickeln, die es ermöglicht, im räumlichen Kontext Einsatzdaten zu visualisieren, zu analysieren und zu quantifizieren.

Die Verwendung eines GI-Systems hat den Vorteil, dass Informationen über die Struktur eines Einsatzbereichs gewonnen werden können, die aus rein statistischen Analysen nicht hervorgehen, die aber für die Bedarfs- und Versorgungsplanung eine große Bedeutung haben.

Daher wird sich der Einsatz von GI-Systemen zur Lösung rettungsdienstbezogener Fragestellungen weiter durchsetzen, zumal die in diesem Projekt relativ aufwendige Geodatenerfassung ausbleiben kann, da kommerzielle Daten zum Straßennetz vorhanden sind.

Auf der Basis der bei den Rettungsleitstellen in digitaler Form aufgezeichneten Einsatzdaten lassen sich anhand der exakt registrierten Zeiten Modellrechnungen durchführen, die in diesem Projekt nicht umgesetzt werden konnten. Um eine Einbindung der Einsatzdaten zu ermöglichen, gilt allerdings, diese in einer geocodierbaren Form zu erfassen.

Das durchgeführte Projekt kann als Baustein einer Analyse eines gesamten Rettungsdienstbereichs gesehen werden, weil es sich um eine isolierte Betrachtung des Ausschnitts eines Rettungsdienstbereichs handelt.

Vor allem von Interesse wären aber auch Analysen zur Abgrenzung der Versorgungsbereiche verschiedener Rettungswagen. Diese könnten bei der Betrachtung eines gesamten Rettungsdienstbereichs das Bild vervollständigen.

## 6 LITERATUR

- ADRESSBUCH (1997) (ohne Herausgeber) „Adressbuch für die Landeshauptstadt Wiesbaden - in Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung, Essen und andere : Beleke, 1997
- LANDESHAUPTSTADT WIESBADEN (1999): Landeshauptstadt Wiesbaden, Amt für Wahlen, Statistik und Stadtforschung: „Bevölkerung nach Nationalität Altersgruppen Geschlecht und Planungsräumen am 31.12.1999“, (unveröffentlicht)
- HRDG (1998) Hessische Staatskanzlei Wiesbaden (Hrsg.): Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen Teil 1, Nr. 24 - Gesetz zur Neuordnung des Rettungsdienstes in Hessen (Hessisches Rettungsdienstgesetz 1998 – HRDG) §22, Abs. 2 (1998).  
Melsungen : Bernecker, 1998,