

Eidgenössisches Verkehrs- und Energiedepartement

Bundesamt für Strassen

Das spezifische Verkehrspotential bei beschränktem Parkplatzangebot

Mitglieder der Begleitkommission:

Christoph Müller (Präsident)
Albert Gubler
Roland Koch
Gilles Morf
Günter Weber

SNZ Ingenieurbüro AG, Seiler Niederhauser Zuberbühler, 8050 Zürich

Dr. Walter Berg, dipl. Ing ETH/SVI
Rolf Zuberbühler, Bauing. HTL/SVI

Forschungsauftrag 41/95 auf Antrag der
Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)

Januar 1998

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	V
1. Auftrag	
1.1 Auftrag, Zielsetzung	1
1.2 Allgemeine Bemerkungen	1
2. Problembeschreibung	2
3. Vorgehen	4
4. Auswertungen der Erhebungen	
4.1 Definition der „Faktoren“	8
4.2 Datenübersicht der untersuchten Firmen	9
4.3 Beurteilung der Datenmenge	12
5. Analyse der Ergebnisse	
5.1 Grobe Beurteilung der Auswertung	13
5.2 Verkehrserzeugung pro Parkfeld (SVP_{Parkfeld})	16
5.2.1 SVP_{Parkfeld} mit dem Grenzbedarf als Massstab	16
5.2.2 SVP_{Parkfeld} mit dem minimal reduzierten Bedarf als Massstab	19
5.2.3 SVP_{Parkfeld} mit dem maximal reduzierten Bedarf als Massstab	21
5.3 Verkehrserzeugung pro Arbeitsplatz ($SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$)	22
5.3.1 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ mit dem Grenzbedarf als Massstab	22
5.3.2 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ mit dem minimal reduzierten Bedarf als Massstab	25
5.3.3 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ mit dem maximal reduzierten Bedarf als Massstab	26
5.4 Auswirkungen SVP für die Morgen- resp. Abendspitzenstunde	27
5.4.1 Anteilmässige Verteilung auf den Tagesverkehr	27
5.4.2 Gültigkeit der Faustformeln in Spitzenstunden	29
5.5 Maximale Auslastung der Parkieranlage	32
5.6 Literaturauswertung: Entwicklung und Vergleich	36
6. Folgerungen	37

Anhang

Grafische Auswertungen Morgen- resp. Abendspitzenstunde	Anhang A
Definition der Güteklassen	Anhang B
Statistische Kontrollen	Anhang C
Regressionsgleichung	Anhang D
Mathematischer Zusammenhang SVP_{Parkfeld} und $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$	Anhang E
Verzeichnis der Begriffe und Abkürzungen	Anhang F
Literaturnachweis	Anhang G

Tabellen

	Seite
Tab. 1 Einteilung der Datenmenge in Kategorien	9
Tab. 2 Objektübersicht (17 Firmen)	10
Tab. 3 SVP-Durchschnittswerte pro Tag der Objektkategorien (15 Objekte)	14
Tab. 4 Zusammengefasste Werte SVP pro Tag (15 Objekte)	15
Tab. 5 Abweichung vom SVP_{Parkfeld} bei veränderter Parkfelderzahl	17
Tab. 6 Abweichung vom $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ bei veränderter Parkfelderzahl	23
Tab. 7 Anteil am Tagesverkehr	27
Tab. 8 Durchschnittswerte SVP in zwei Kategorien (15 Objekte)	28
Tab. 9 Durchschnittswerte der ausgewerteten Datenmenge	29
Tab. 10 Durchschnittswerte der Regressionsgleichung für $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$	30
Tab. 11 Anwenden der Regressionsgleichung für $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$	34

Abbildungen	Seite
Abb. 1 Erste These	6
Abb. 2 Zweite These	6
Abb. 3 Mass für die Parkplatzknappheit („Faktoren“)	8
Abb. 4 SVP_{Parkfeld} pro Tag anhand des Grenzbedarfes	12
Abb. 5 Trend der zusammengefassten Kategorien	15
Abb. 6 $SVP_{\text{Parkplatz}}$ und Grenzbedarf	16
Abb. 7 Veränderung des $SVP_{\text{Parkplatz}}$ für den Grenzbedarf	18
Abb. 8 $SVP_{\text{Parkplatz}}$ und minimal reduzierter Bedarf	20
Abb. 9 Veränderung des $SVP_{\text{Parkplatz}}$ für den minimal red. Bedarf	20
Abb. 10 $SVP_{\text{Parkplatz}}$ und maximal reduzierter Bedarf	21
Abb. 11 Veränderung des $SVP_{\text{Parkplatz}}$ für den maximal red. Bedarf	21
Abb. 12 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ und Grenzbedarf	22
Abb. 13 Veränderung des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ für den Grenzbedarf	24
Abb. 14 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ und minimal reduzierter Bedarf	25
Abb. 15 Veränderung des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ für den minimal red. Bedarf	25
Abb. 16 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ und maximal reduzierter Bedarf	26
Abb. 17 Veränderung des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ für den maximal red. Bedarf	26
Abb. 18 Maximal tägliche Auslastung bezüglich Normbedarf	32
Abb. 19 Maximal tägliche Auslastung und Verkehrserzeugung	33

Zusammenfassung

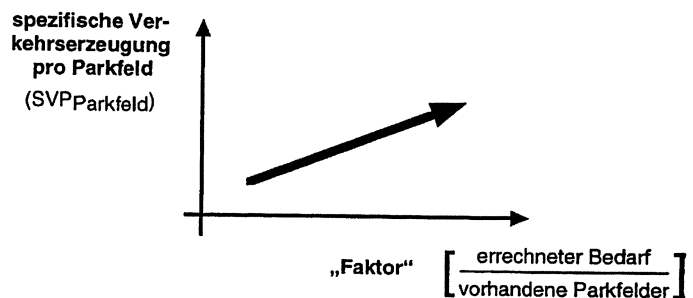
Ein Parkfeld erzeugt Verkehr. Das Verkehrsaufkommen wird üblicherweise über das spezifische Verkehrspotential berechnet als Funktion der Parkplatznutzung. Die Forschungsarbeit untersucht ausschliesslich das Verhalten von Mitarbeiter-Parkfeldern, welche regelmässig wiederkehrende Vorgänge beschreiben.

Die Auswahl von geeigneten Untersuchungsobjekten gestaltete sich hinsichtlich mehreren Randbedingungen schwieriger als erwartet. Gesucht waren Firmen mit Parkierungsproblemen, welche als ein abgeschlossenes System betrachtet und damit möglichst ohne Nebeneinwirkungen untersucht werden konnten. Viele externe Einflüsse waren aus dem Umfeld eines Objektstandortes nicht eruierbar und ergaben in der statistischen Auswertung tiefe Repräsentativität der untersuchten Datenmenge. Die Auswirkungen müssen fallweise abgeschätzt und beurteilt werden. Analogien für weitere Nutzungsbereiche sind mit hoher Eigenverantwortung möglich. Die Anwendung für abweichende Fälle ist weder gesichert, noch stehen weitere Unterlagen dafür zur Verfügung.

Aus dem Forschungsansatz werden folgende Thesen aufgestellt:

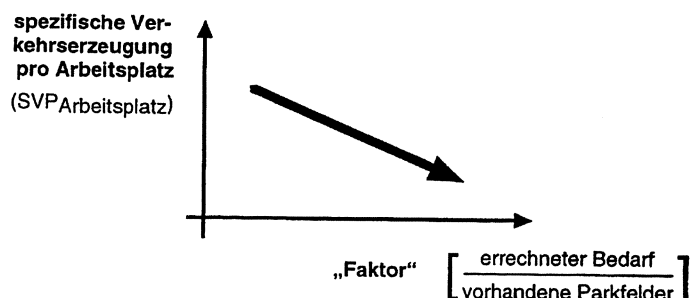
These 1:

Werden weniger Parkfelder erstellt als nach VSS-Norm erlaubt, wird die Verkehrserzeugung (MIV) pro Parkfeld einer Firma grösser.



These 2:

Werden weniger Parkfelder erstellt als nach Norm vorgesehen, wird die Verkehrserzeugung pro Arbeitsplatz einer Firma kleiner.



Als Mass der Parkplatzknappheit und in Anlehnung an die Norm SN 641 400 werden die errechneten Bedarfswerte (Grenz-, minimal und maximal reduzierter Bedarf) gewählt und mit der vorhandenen Anzahl Parkfeldern verglichen. Dabei werden die gemessenen Fahrten pro Tag der Parkierungsanlage anhand der Anzahl Parkfelder oder der Anzahl Arbeitsplätze betrachtet. Die Auswirkungen auf die Morgen- resp. Abendspitzenstunden werden speziell untersucht und es kann festgestellt werden, dass für diese beiden Stunden die

gleichen Gesetzmässigkeiten gelten. Für die begrenzte Betrachtung von Mitarbeiter-Parkierungsanlagen ergibt dies durchaus einen Sinn, doch ist dabei die höhere Belastung des Strassennetzes während der Abendspitzenstunde zu berücksichtigen.

Auch wenn andere Einflüsse zu einer geringen statistischen Sicherheit beim SVP_{Parkfeld}^1 führen, lässt sich ein eindeutiger Trend erkennen und in Form von Faustformeln (gültig für Angestellten-Parkfelder) zusammenfassen.

Die Analyse von SVP_{Parkfeld} ergibt für die Tagesauswertung leicht höhere Werte als für die Anwendung in den Spitzenstunden.

Faustformel SVP_{Parkfeld}

„Tagesauswertung“	„Morgen- und Abendspitzenstunde“
Eine Halbierung der Parkfelderzahl reduziert die Anzahl Fahrten um ca. einen Drittel.	Eine Halbierung der Parkfelderzahl reduziert die Anzahl Fahrten um ca. 40%.
oder	oder
Eine Halbierung der Parkfelderzahl erhöht die Fahrten pro Parkfeld (SVP) um einen Drittel.	Eine Halbierung der Parkfelderzahl erhöht die Fahrten pro Parkfeld (SVP) um 20%.

Sodann bestimmen die Organisation und Bewirtschaftung einer Parkierungsanlage deren Auslastungsgrad massgeblich. Aus der stündlichen Erfassung der Anzahl Ein- und Ausfahrten ergibt sich bezüglich der Auslastung einer Parkierungsanlage folgendes: Bei einer festen Zuteilung der Parkfelder kann bei 60% und beim Pool-System ab 80% von einer guten Auslastung gesprochen werden.

¹ SVP_{Parkfeld} : Spezifisches Verkehrspotential = Summe aller Zu- und Wegfahrten pro Parkfeld

Résumé

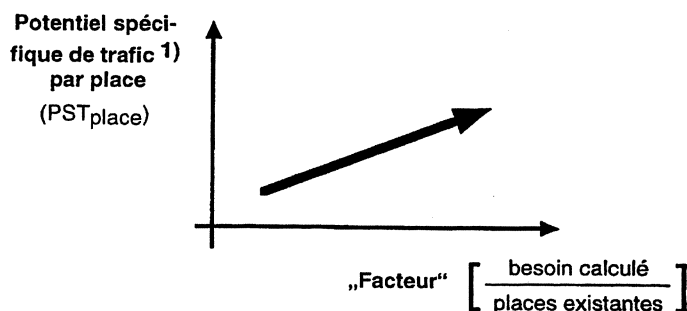
Une place de parc génère du trafic. Le volume de trafic généré est habituellement calculé à l'aide du potentiel spécifique de trafic correspondant à l'affectation des places. La présente recherche examine exclusivement les places destinées aux employés. Ces places permettent de décrire des phénomènes périodiques et réguliers.

Le choix d'ouvrages appropriés à un examen s'est révélé plus difficile que prévu en raison de plusieurs contraintes. Il fallait trouver des entreprises qui avaient des problèmes de parcage et qui pouvaient être considérées comme des systèmes fermés et être ainsi examinées avec le moins possible d'effets secondaires. Beaucoup d'influences externes ne sont pas détectables à partir du voisinage de l'emplacement de l'ouvrage et occasionnent une mauvaise représentativité des données analysées dans le dépouillement statistique. Les effets doivent être estimés et analysés cas par cas. Des analogies pour d'autres domaines d'affectation des places sont possibles avec une grande circonspection. L'application pour des cas différents n'est pas assurée et d'autres données ne sont pas disponibles.

Pour le trafic individuel motorisé (TIM), les thèses suivantes résultent de la formulation de la recherche :

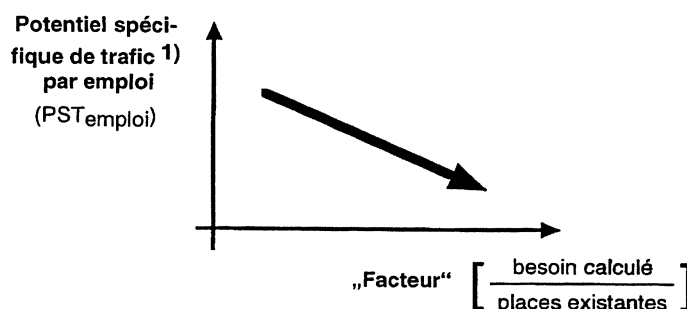
Thèse 1 :

Si le nombre de places existantes est inférieur à celui issu des normes VSS, la génération de trafic de l'entreprise sera supérieure par place de parc.



Thèse 2 :

Si le nombre de places existantes est inférieur à celui issu des normes VSS, la génération de trafic de l'entreprise sera inférieure par emploi.



- 1) PST
 = Potentiel spécifique de trafic
 = Somme de tous les mouvements (arrivées et départs),
 soit par place de parc (PST_{place}), soit par emploi (PST_{emploi})

La rareté des places est indiquée par le rapport entre les besoins (limite ou réduit) calculés à l'aide de la norme SN 641 400 et le nombre de places existantes. Les mouvements du parking mesurés par jour sont considérés selon le nombre de place de parc ou selon le nombre d'emplois. Les effets sur l'heure de pointe du matin et sur celle du soir sont examinés spécialement. Il en ressort que les mêmes relations sont valables pour ces deux heures. Pour les parkings destinés aux employés avec une offre réduite, cela va de soi, cependant il faut tenir compte que le réseau routier est plus chargé à l'heure de pointe du soir.

Bien que d'autres influences occasionnent une faible corrélation statistique pour le PST_{place} , une nette tendance est perceptible et elle peut être résumée dans une relation pragmatique valable pour les places destinées aux employés.

L'analyse du PST_{place} pour la journée donne des résultats moins sensibles à la réduction de l'offre qu'aux heures de pointe.

Relation pragmatique pour le PST_{place}

„Pour la journée“	„A l'heure de pointe du matin ou du soir“
La réduction de moitié du nombre de places de parc offertes diminue le total des mouvements d'environ un tiers	La réduction de moitié du nombre de places de parc offertes diminue le total des mouvements d'environ 40%
ou	ou
La réduction de moitié du nombre de places de parc offertes augmente les mouvements par place (PST) d'un tiers	La réduction de moitié du nombre de places de parc offertes augmente les mouvements par place (PST) de 20%

L'organisation et la gestion d'un parking déterminent ensuite de manière décisive son taux d'occupation. A partir du relevé par heure des entrées et des sorties, l'occupation d'un parking peut être considérée comme bonne, si les places sont fixement attribuées, avec un taux d'environ 60% ou, si les places sont mises en commun, avec un taux supérieur à 80%.

Summary

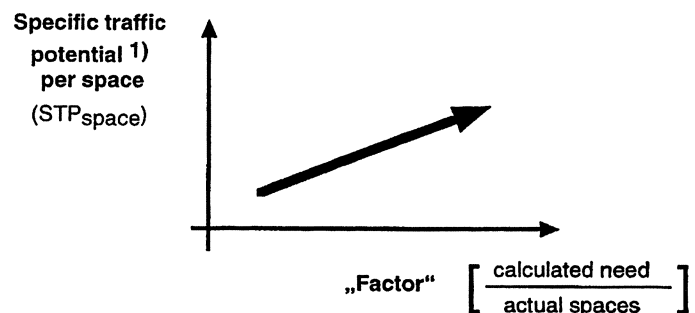
A parking space generates traffic. The volume of traffic generated is usually computed from the specific traffic potential according to the parking's use. This study exclusively examines parking spaces for employees. Their use can be described as periodical and regular phenomena.

The choice of appropriate sites for the study has been more difficult than expected because of several constraints. Firms with parking problems had to be found. In addition, the site had to be considered as a closed system in order to be examined with a minimum of secondary effects. Many external influences coming from the neighborhood of a parking cannot be detected. This generates representativity problems in the statistical analysis of the data. Secondary effects must be estimated and analysed for each case. Analogies with other types of parking's uses can only be made with great care. The extrapolation to other cases is not always reliable and other data are not available.

For individual motorised traffic (IMT), the two following theses result from the formulation of this study :

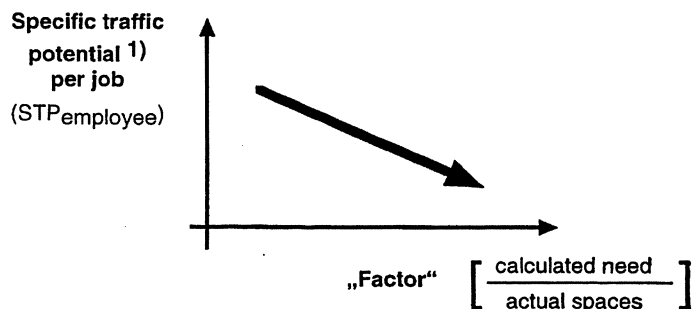
Thesis 1 :

If the actual number of spaces is under VSS standards, the traffic generation of the firm will be higher per parking space.



Thesis 2 :

If the actual number of spaces is under VSS standards, the traffic generation of the firm will be lower per employee.



- 1) STP
 = Specific traffic potential
 = Sum of all movements (in and out),
 either per parking space (STP_{space}), or per job (STP_{employee})

The relative lack of parking spaces depends on the relationship between needs (limit or reduced) computed from VSS standard SN 641 400 and the actual number of spaces. The movements generated by a parking during a day are measured and related either to the number of spaces or the number of employees. The influences on morning and evening peak hours are specifically examined. It appears that the same relationships can be used for both periods. This may be obvious for employees' parkings with a reduced supply of spaces, but higher volumes on the road network have to be taken into account during the evening peak hours.

Although other factors leads to a low statistical correlation for the STP_{space} , a clear trend can be recognised and summarized in a pragmatic relationship used for all parkings spaces assigned to employees.

The analysis of the STP_{space} for the whole day generates results less sensitive to the reduction of supply then during peak hours.

Pragmatic relationship for the STP_{space}

„During the whole day“

The reduction by half
in the supply of parking spaces
decreases the number of movements
by about one third

or

The reduction by half
in the supply of parking spaces
increases the movements per space
(STP) by one third

„During morning or evening peaks“

The reduction by half
in the supply of parking spaces
decreases the number of movements
by about 40%

or

The reduction by half
in the supply of parking spaces
increases the movements per space
(STP) by 20%

The organisation and management of a parking then determine conclusively its level of occupation. From the monitoring of hourly movements (in and out), a parking's occupation can be considered as good, when spaces are fixed assigned, with a level of about 60% or, when spaces are pooled, with a level superior to 80% .

1. Auftrag

1.1 Auftrag, Zielsetzung

Das durch Parkfelder induzierte Verkehrsaufkommen ist eine wichtige Grundlage zur Dimensionierung von Verkehrsanlagen und zur Erarbeitung von Umweltverträglichkeitsberichten. Das Verkehrsaufkommen wird üblicherweise über das spezifische Verkehrspotential (als Funktion der Parkplatznutzung) berechnet. Die entsprechenden Werte sind Erfahrungswerte und basieren auf der Annahme, dass der effektive Bedarf an Parkfeldern gemäss SN 641 400 (VSS-Norm) abgedeckt ist.

Wenn aus technischen, finanziellen oder politischen Gründen der effektive Parkfelderbedarf nicht abgedeckt ist, gelten diese Werte nicht mehr ohne weiteres. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass dadurch das spezifische Verkehrspotential pro Parkfeld zunehmen wird. Quantitative Angaben über diese Zusammenhänge fehlen weitgehend. Diese Untersuchung befasst sich ausschliesslich mit Angestellten-Parkfeldern.

Es ist die Veränderung des spezifischen Verkehrspotentials in Funktion des Parkfelderangebotes anhand geeigneter Beispiele detailliert zu untersuchen.

Das Ziel der Arbeit bestand einerseits in der Verbesserung der Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Nutzung, Parkfelderangebot, Parkfeldernachfrage und Verkehrsaufkommen. Andererseits gilt es zwischen spezifischem Verkehrspotential und Parkfelderangebot für verschiedene Nutzungsarten eine Elastizität herzuleiten. Dem praktischen Anwender sollen die Ergebnisse der Forschungsarbeit als benutzerfreundliches Hilfsmittel zur Verfügung stehen, um in einfacher Weise die zu beurteilenden Objekte in die vorgegebenen Strukturen des Forschungsberichtes einzugliedern.

Auf Grund der im Laufe der Arbeit gewonnenen Erkenntnisse mussten die Zielsetzungen angepasst werden. Die Untersuchung beschränkt sich auf grössere Parkieranlagen, welche eindeutig einer bestimmten Nutzung zugewiesen werden können (insbesondere Dienstleistungsbetrieben).

1.2 Allgemeine Bemerkungen

In Zeiten von Umstrukturierungen, Stellenabbau und länger andauernder Rezession wirken die wirtschaftlichen Randbedingungen einer auf Arbeitsplätze ausgerichteten Forschungsarbeit erschwerend. Vielfach stimmen die ursprünglichen Mitarbeiterbestände einer Firma zur Zeit der Erstellung der Parkieranlage mit den heutigen Verhältnissen nicht mehr überein.

Diese Entwicklung war zur Zeit der Ausschreibung durch die SVI nicht vorhersehbar. Die Anzahl der Firmen mit akuter Parkplatznot hat in den letzten Jahren stark abgenommen. In der Regel sind solche Firmen in der Nähe des Zentrums einer grösseren Stadt angesiedelt und teilen sich häufig die Parkieranlage mit weiteren Firmen. Diese Zusammensetzung macht eine Firmen-Erhebung für eine allgemeingültige Aussage für einen Arbeitsplatz fast unmöglich. Die Auswirkungen müssen fallweise abgeschätzt und beurteilt werden. Die Anwendung für abweichende Fälle ist weder gesichert, noch stehen weitere Unterlagen dafür zur Verfügung. Analogien für weitere Nutzungsbereiche sind mit hoher Eigenverantwortung möglich.

Für die Studie werden Objekte aus der ganzen Schweiz gesucht, mit der Absicht gesamtschweizerisch gültige Aussagen zu erhalten. Das Verhalten der Angestellten bezüglich Verkehrsmittelwahl ist weniger von den Sprachregionen abhängig, als vielmehr von der spezifischen Erschliessung durch den öffentlichen Verkehr.

Die Stichprobengrösse dieser Studie ist klein, doch zeigen sich auch schon bei dieser Grössenordnung eindeutige Abhängigkeiten der durchgeführten Erhebungen. Mit der Unterteilung des knappen Zahlenmaterials anhand der Norm in Kategorien nimmt die statistische Aussagekraft der einzelnen Datengruppen zusätzlich ab. Trotzdem ist der aufgezeigte Trend eindeutig erkennbar.

2. Problembeschreibung

Als Schwerpunkt der Arbeit wird das Parkierungsverhalten bei Arbeitsplätzen in Dienstleistungs- resp. Industrie- und Gewerbebetrieben untersucht. Für diesen Bereich können in der Norm die Bezugsgrössen Parkfelder und Arbeitsplätze gut überprüft werden. Die Beurteilung von Spezialfällen (wie Spitäler, Unterhaltungsstätten, Einkaufszentren, etc.) geht über den Rahmen der Arbeit hinaus. Für die weiteren Bereiche (Freizeit, Erholung, Veranstaltungen, etc.) sind in der Norm keine Vergleichsgrössen enthalten, es ist aber möglich dafür sinngemässe Rückschlüsse abzuleiten.

- Anwendungsbereich und Vorgaben der Norm SN 641 400

Die Norm 641 400 gilt für alle Parkieranlagen, unter Beachtung allfälliger kantonalen und kommunalen rechtlicher Bestimmungen. Sie enthält Richtwerte für die Bestimmung des Grenzbedarfs an Parkfeldern für Personewagen sowie Hinweise auf Zusammenhänge, die bei der Ermittlung des reduzierten Bedarfs bzw. des Angebotes berücksichtigt werden müssen.

Folgende Nutzungen werden behandelt:

- Wohnbauten
- Dienstleistungsbetriebe
- Einkaufszentren
- Industrie- und Gewerbebetriebe
- Verkaufsgeschäfte

Für nicht aufgeführte Nutzungen empfiehlt es sich, den Bedarf an Parkfeldern anhand von Erhebungen an vergleichbaren Standorten zu schätzen.

Der Grenzbedarf an Parkfeldern liegt dann vor, wenn ein Objekt oder ein Gebiet ausschliesslich mit dem Personenwagen erschlossen wird. Er berücksichtigt jedoch einen für den Fahrtzweck üblichen Anteil an Velo/Mofa- und Fussgängerverkehr. Da im Grenzbedarf die allfällige Erschliessung mit anderen Verkehrsmitteln sowie die örtlichen Gegebenheiten nicht berücksichtigt sind, ist er meist nur eine theoretische Grösse. Er widerspiegelt eine obere Grenze der Nachfrage nach Parkfeldern (daher Grenzbedarf).

Ausgehend vom Grenzbedarf wird mit den möglichen oder notwendigen Abminderungen der reduzierte Bedarf ermittelt bzw. das Angebot festgelegt. Das Angebot entspricht der Anzahl Parkfelder, wenn die spezifischen örtlichen Gegebenheiten eines Objektes oder eines Gebietes (unter Würdigung der Verhältnismässigkeit) berücksichtigt werden.

Der reduzierte Bedarf ergibt sich aufgrund:

- der Ersetzbarkeit des Personenwagenverkehrs durch öffentlichen Verkehr, Fussgänger- und Velo-/Mofaverkehr sowie
- der Mehrfachnutzungen der Parkfelder

Das zu realisierende Angebot soll insbesondere:

- die Belastbarkeit des Strassennetzes,
- die Belastbarkeit der Umwelt (Lärmschutz, Luftreinhaltung usw.),
- den Ortsbildschutz,
- die technische Realisierbarkeit, usw.

berücksichtigen. Die Punkte des Angebotes werden in besonderen Fällen angewendet und sind meistens politisch motiviert. Die Schwierigkeit besteht darin, dass dafür keine exakten Berechnungsgänge zur Verfügung stehen, sondern auf Anstoss verschiedener Interessenvertreter als Ausnahmeregelung in Kraft tritt.

Je nach Gewicht der aufgelisteten Punkte stellt die ermittelte Parkfelderzahl des reduzierten Bedarfs oder des Angebotes eine untere oder obere Grenze

dar. Diese wird festgelegt in einer minimalen Parkplatzerstellungspflicht oder einer höchstzulässigen Anzahl zu erstellender Parkfelder.

3. Vorgehen

Für die vorliegende Untersuchung werden Parkieranlagen von Firmen gesucht, die gemessen am Grenzbedarf unterschiedlich viele Parkfelder aufweisen. Solche Objekte müssen mehrere Anforderungen erfüllen:

- Eine Firma soll über mehr als 100 Angestellten-Parkfelder verfügen, welche möglichst ohne Fremdeinflüsse (Besucher, Untervermietung, etc.) ein abgeschlossenes System bilden.
- Bezüglich Belegung und Verkehrserzeugung sollen die ausgewählten Objekte ein breites Spektrum von problemlosen Parkierungsverhältnissen bis zur sehr starken Überbelegung beinhalten.
- Die Ein- und Ausfahrten von den Angestellten Parkfeldern sollen durch eine Erhebung erfasst werden können.
- Die Kapazität der mobilen Zählgeräte ist auf zwei Standorte pro Messung beschränkt.

In der Auswertung der Messung werden die erhobenen Fahrzeugbewegungen² von Mitarbeitern untersucht und auf die Anzahl vorhandener Parkfelder (SVP_{Parkfeld}) oder auf die Anzahl Arbeitsplätze ($SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$) verteilt. Bei der angewendeten Messmethode werden nur die Mitarbeiter erfasst, welche mit ihren Fahrzeugen auch die Parkfelder der Firma benutzen. Alle übrigen Mitarbeiter werden in der Statistik als Nicht-Automobilisten geführt. Das Umfeld eines Firmenstandortes bleibt weitgehend unbekannt und kann nicht in die Beurteilung der Auswertung einfließen, obwohl eine Vielzahl dieser Einflüsse die Verkehrserzeugung einer Firma mitbestimmen. Dadurch sind die Auswirkungen nur zum Teil direkt am Verkehrsaufkommen ablesbar, wenn die Anzahl der Parkfelder resp. der Arbeitsplätze verändert werden. Das Verhalten von Mitarbeitern, denen kein Parkfeld auf dem Firmenparkplatz zur Verfügung steht oder welchen die Parkierungsbewilligung durch eine geschäftsinterne Restriktion entzogen wird, kann nur abgeschätzt werden.

² SVP = Summe aller Zu- und Wegfahrten während einem betrachteten Zeitraum pro Parkfeld oder pro Arbeitsplatz.

Auflistung möglicher Einflüsse:

- Jahreszeit und Witterung
- Parkfelder auf benachbartem Grundstück, frei oder gemietet
- Organisation: Kaderbevorzugung,
Distanzeinschränkung,
Bewirtschaftung (System, Kostenverteilung etc.)
- Angebot des öffentlichen Verkehrs
- Topographie: Erreichbarkeit für Fussgänger und Velofahrer

Die Erhebungen mittels Zählgeräten wird durch Interviews mit firmenkundigen Kontaktpersonen ergänzt. Als Grundlage der Messung wird die Anzahl der Ein- und Ausfahrten während mehreren durchschnittlichen Arbeitstagen aufgezeichnet und zu einem Durchschnittsarbeitstag zusammengefasst. Die Zählgeräte können Fahrzeuge ab der Grösse eines Personewagen (Gewicht resp. Masse) erfassen. Die Durchfahrten von Velos, Mofas oder Motorräder werden nicht registriert, doch kann der Anteil von Zweirädern anhand der dafür reservierten Abstellplätze, nach Auskünften der Kontaktperson und anhand von eigenen Beobachtungen abgeschätzt werden.

Die vermuteten Abhängigkeiten in der Benutzung von Angestellten-Parkfeldern werden in Thesen formuliert. Diese werden anhand der erhobenen Daten geprüft und quantifiziert. Die spezifische Verkehrserzeugung wird in Abhängigkeit zu einem Mass für Parkplatzknappheit („Faktor“) dargestellt.

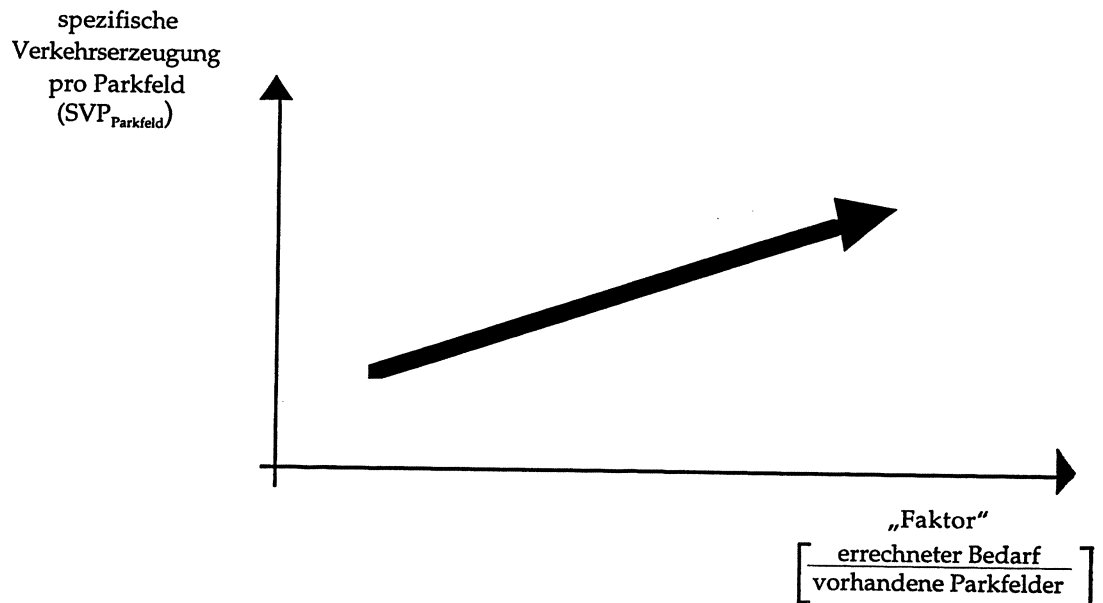
Mass für Parkplatzknappheit:

„Faktor“ =

$$\left[\frac{\text{errechneter Bedarf}}{\text{vorhandene Parkfelder}} \right]$$

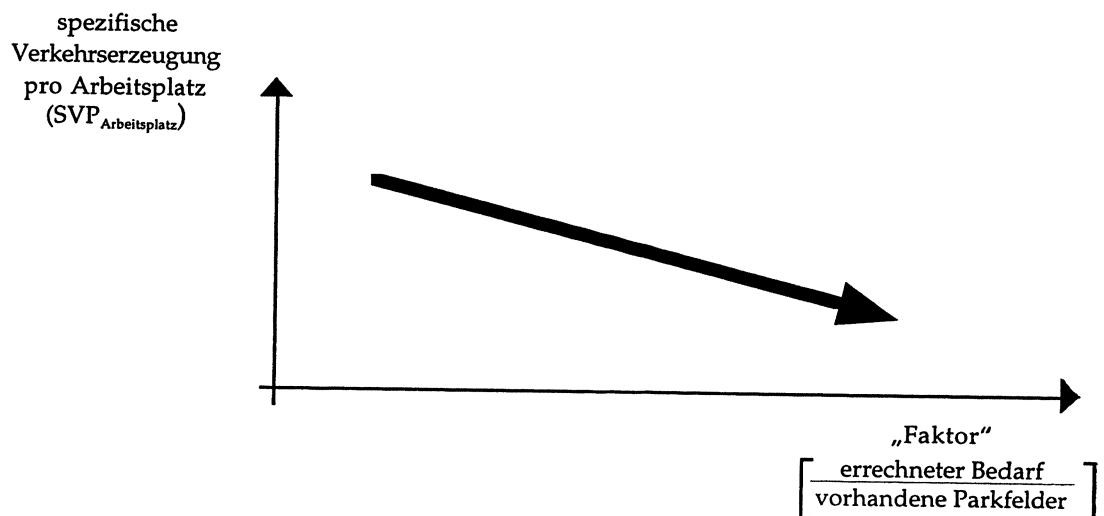
Erste These: Die Verkehrserzeugung pro Parkfeld einer Firma steigt an, wenn der „Faktor“ (errechneter Bedarf zu vorhandenen Parkfeldern) zunimmt. D.h. wenn weniger Parkfelder erstellt werden als nach VSS-Norm erlaubt, wird die Verkehrserzeugung (MIV) pro Parkfeld einer Firma grösser.

Abbildung 1 Erste These



Zweite These: Die Verkehrserzeugung pro Arbeitsplatz einer Firma wird kleiner, wenn der „Faktor“ (errechneter Bedarf zu vorhandenen Parkfeldern) zunimmt. D.h. wenn weniger Parkfelder erstellt werden als nach Norm vorgesehen, wird die Verkehrserzeugung pro Arbeitsplatz einer Firma kleiner.

Abbildung 2 Zweite These



- Für die Untersuchung ausgewählte Objekte

Alle in der Forschungsarbeit untersuchten Firmen sind schon längerer Zeit an ihren heutigen Standorten beheimatet. Die firmeneigenen Parkieranlagen sind in einer Zeit, lange vor der heute gültigen VSS-Norm (SN 641 400), erbaut worden. Während dieser Zeit hat sich die Anzahl der Mitarbeiter zum Teil mehrfach verändert.

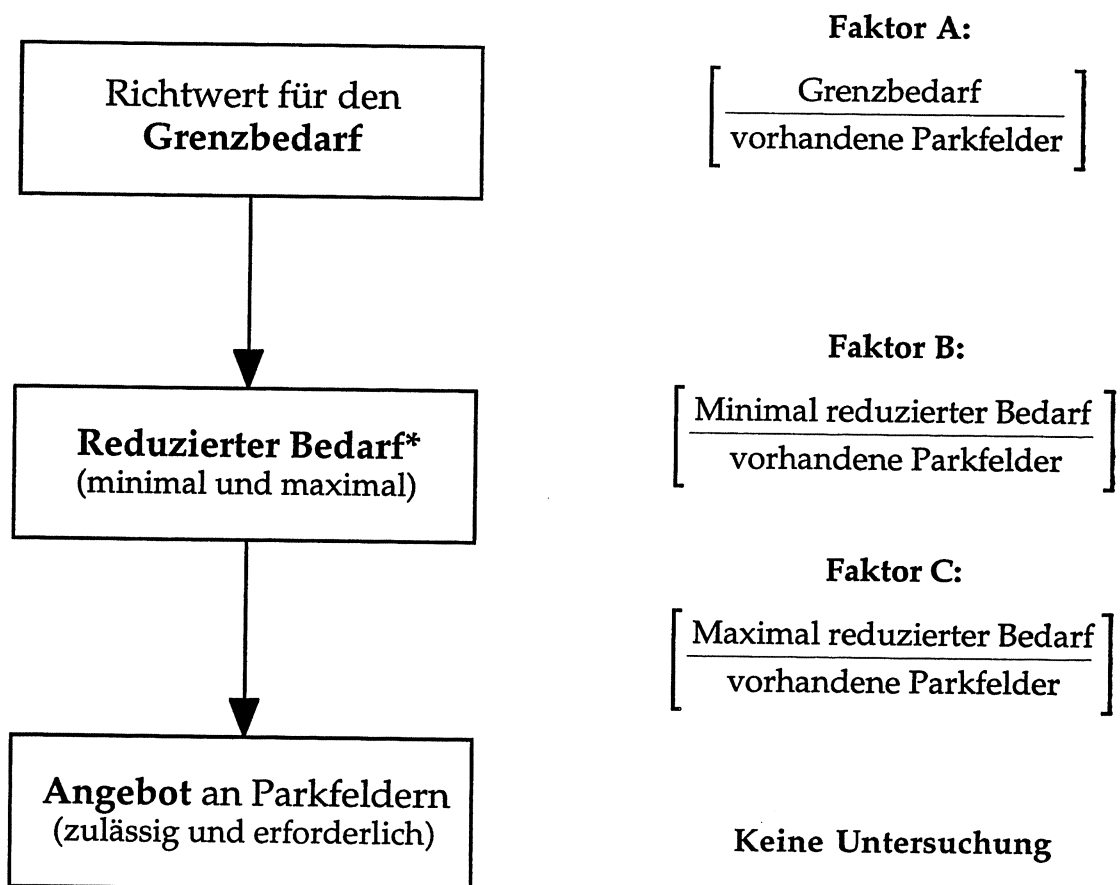
Für die Beschäftigten-Parkfelder kann auf der Grundlage der erhobenen Ein- und Ausfahrtsbewegungen einer Parkieranlage ein stündlicher Auslastungsgrad errechnet werden. In diesem Zusammenhang kann ein maximaler Auslastungsgrad definiert werden, wo eine Parkieranlage als voll bzw. besetzt einzustufen ist. Bei der individuellen Beurteilung einer Parkieranlage eines Objektes sind nicht nur die verkehrs- sondern auch umwelttechnische Gesichtspunkte von Bedeutung. Nach der Beschreibung der Parkierungsverhältnisse und anhand festgestellter Beobachtungen können generelle Aussagen zum verdrängten Verkehr gemacht werden. Teilweise sind ausgewertete Firmen-Befragungen neueren Datums zum Thema Verkehrsverhalten vorhanden, welche das Umfeld eines Objektes näher beschreiben.

4. Auswertungen der Erhebungen

4.1 Definition der „Faktoren“

In Anlehnung an das Verfahren der VSS-Norm (SN 641 400) wird das Verhältnis von Soll und Haben bedarfsweise im Mass für die Parkplatzknappheit („Faktoren“) festgelegt.

Abbildung 3 Mass für die Parkplatzknappheit („Faktoren“)



* 'Maximal reduzierter' Bedarf ist gleichbedeutend mit dem Minimalwert für die Anzahl zulässiger Parkfelder.

Als Vergleichswerte für die Untersuchung werden der Grenz-, der minimal und der maximal reduzierte Bedarf gewählt. Zur Bestimmung des Angebotes nehmen fallweise definierte Gegebenheiten, wie zum Beispiel die Belastbarkeit des Strassennetzes, Umweltfaktoren, Ortsbildschutz und die technische Realisierbarkeit Einfluss auf die Grösse einer Parkieranlage. Das Angebot wird individuell nach den in der Norm umschriebenen Möglichkeiten bestimmt. Als Vergleichswert ist das Angebot nicht geeignet, weil ein solcher Faktor immer '1' betragen würde.

4.2 Datenübersicht der untersuchten Firmen

Die Firmen werden ausgesucht anhand von Hinweisen aus der Verwaltung, den Verkehrsbetrieben oder nach eigenen Erfahrungen der Kommission resp. der Forschungsstelle. Die Auswahl von Firmen, bei denen ein knappes oder ungenügendes Parkfelderangebot vermutet wird, gestaltete sich schwieriger als erwartet. Dabei wird festgestellt, dass entgegen den Erwartungen viele dieser Objekte kein eigentliches Parkierungsproblem (mehr) haben und eher genügend Parkfelder zur Verfügung stehen. In der Regel sind die untersuchten Firmen im Dienstleistungssektor tätig.

Die angestrebte Datenmenge konnte nicht im erhofften Umfang zusammengetragen werden. Trotz erheblichem Aufwand und intensiven Kontakten in der ganzen Schweiz, haben viele der untersuchten Objekte ihren Standort in der Deutschschweiz. In von der Rezession besonders stark betroffenen Gebieten ist das Angebot von geeigneten Objekten gering und die Auswahl besonders schwierig. Die Verhaltensmuster bei ungenügendem Parkfelderangebot obliegen keinem regionalen Einfluss und können deshalb in den meisten Fällen von Parkplatzknappheit angewendet werden.

In Anlehnung an die VSS-Norm kann folgende Einteilung der Datenmenge in Kategorien vorgenommen werden:

Tabelle 1 Einteilung der Datenmenge in Kategorien

	Grenz- bedarf < -	minimal reduzierter Bedarf	maximal reduzierter Bedarf	- >	> >
Kategorie	1	2	3	4	5

- Legende:
- 1 Die Anzahl erstellter Parkfelder ist grösser als der Grenzbedarf.
 - 2 Die Anzahl erstellter Parkfelder liegt zwischen dem Grenzbedarf und dem minimal reduzierten Bedarf.
 - 3 Die Anzahl erstellter Parkfelder liegt zwischen dem minimal und dem maximal reduzierten Bedarf.
 - 4 Die Anzahl erstellter Parkfelder liegt knapp unter dem maximal reduzierten Bedarf.
 - 5 Die Anzahl erstellter Parkfelder liegt weit unter dem maximal reduzierten Bedarf (Ausreisser, mehr als 20%).

Durch die Unterteilung der Datenmenge in diese fünf Kategorien werden firmenspezifische Eigenheiten, wie überdurchschnittliches Besuchervolumen, Aussendienst oder Schichtbetrieb etc. hervorgehoben. Damit können Objekte mit aussergewöhnlichen Vorkommnissen schon im Vorfeld der Auswertungen ausgeschieden werden. In Kapitel 4.3 werden die Daten der untersuchten Objekte im Einzelnen beurteilt.

Tabelle 2 Objektübersicht (17 Firmen)

Beschreibung der Objekte				Daten der Erhebung						Werte nach VSS-Norm (SN 641 400)				Objektkategorie nach VSS-Norm-Einteilung
Nr.	Organisation: P= Pool, F= Fix, gem.= P+F	Arbeitsplätze	Vorh. Parkfelder (in Erhebung verwendet)	Maximaler Tageswert (Ein- und Ausfahrten)	Morgenspitzenstunde (Ein- und Ausfahrten)	Abendspitzenstunde (Ein- und Ausfahrten)	SVpp pro Tag **	SVPa pro Tag ***	Max. Auslastung der Parkierungsanlage	Grenzbedarf	öV-Güteklasse	Minimal red. Bedarf	Maximal red. Bedarf	
1	P	1025	315	1098	119	102	3.49	1.07	93%	718	C	543	360	4
2	P	569	326	432	76	51	1.33	0.76	43%	378	B	224	155	2
3 *	P	359	275	427	93	69	1.55	1.19	60%	247	D	247	173	1
4	P	600	341	1337	251	163	3.92	2.23	110%	420	C	360	240	3
5	gem.	465	402	948	125	106	2.03	2.04	44%	326	B	219	128	1
6 *	P	213	216	372	72	57	1.72	1.75	54%	149	D	149	105	1
7	P	380	433	1162	147	133	2.68	3.06	49%	304	B	160	110	1
8	gem.	974	291	616	100	84	3.52	0.63	75%	682	A	331	195	3
9	F	1300	960	1743	302	239	1.82	1.34	61%	846	D	846	573	1
10	F	145	33	162	23	15	4.91	1.12	85%	102	A	43	23	3
11	F	415	240	518	71	63	2.16	1.25	48%	270	A	100	42	2
12	gem.	776	311	487	88	61	1.57	0.63	57%	497	A	178	69	2
13	F	573	49	100	23	20	2.04	0.17	67%	391	A	147	66	5
14	P	495	128	334	48	37	2.61	0.67	75%	347	B	179	129	4
15	P	3420	850	1668	255	228	1.96	0.49	64%	2394	C	1231	855	4
16 *	F	356	51	215	40	19	4.22	- -	72%	235	C	235	165	5
17	P	214	177	519	77	43	2.93	2.43	- -	171	A	75	39	1

* Objekte aus Industrie und Gewerbe (Alle übrigen untersuchten Firmen sind aus dem Dienstleistungssektor).

** Anzahl Ein- und Ausfahrten pro Parkfeld (Bsp. Nr. 1: 1098/315=3.49)

*** Anzahl Ein- und Ausfahrten pro Arbeitsplatz (Bsp. Nr. 1: 1098/1025=1.07)

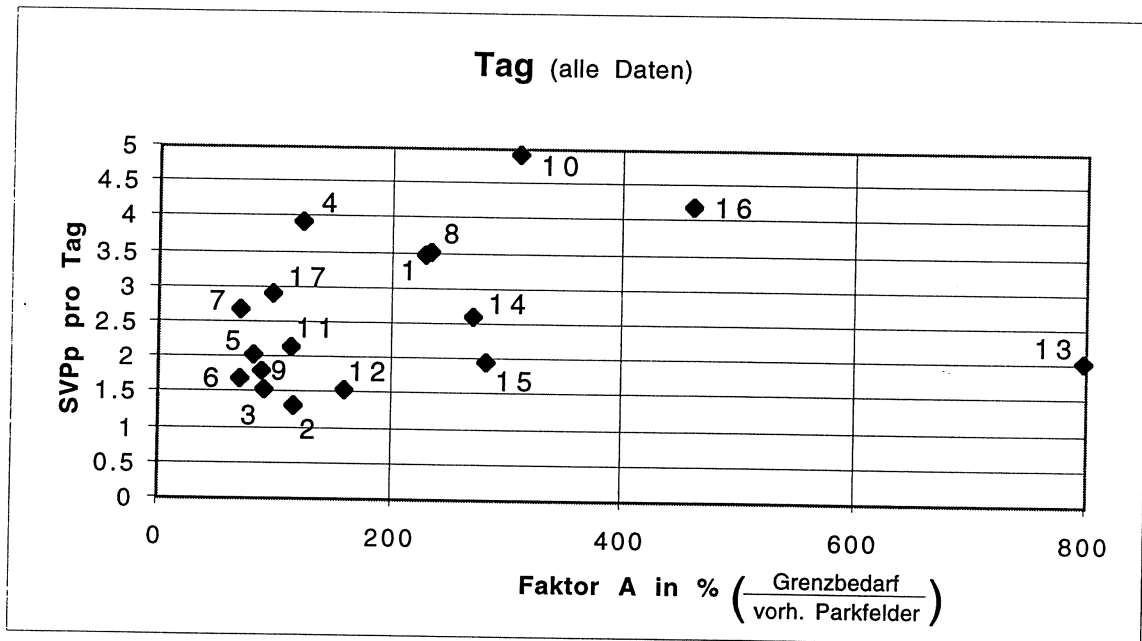
Allgemeine Bemerkungen zur Tabelle:

- Beschreibung der Objekte
 - Die Art der Parkfelderzuteilung einer Parkierungsanlage ist von entscheidender Bedeutung. Eine Anlage im Poolbetrieb wird besser ausgelastet und hat auch eine höhere spezifische Verkehrserzeugung zur Folge, als eine Anlage, wo jedem berechtigten Mitarbeiter ein Parkfeld fix zugeteilt wird. Teilweise werden diese beiden Betriebsformen gemischt, so dass z. B. für das Kader Parkfelder fix reserviert sind und daneben ein Pool betrieben wird.
 - Ein Arbeitsplatz entspricht einem Mitarbeiter. Teilzeitangestellte (weniger als 80% beschäftigt) werden zur Hälfte (Faktor 0,5) angerechnet.
 - In der Spalte vorhandene Parkfelder sind alle Parkfelder zusammengezählt, die in der Erhebung mitberücksichtigt wurden. Die Besucher-Parkfelder konnten meistens von denen der Angestellten nicht getrennt werden. In der VSS-Norm wird der Bedarf an Beschäftigten- und Besucher-Parkfelder getrennt ausgewiesen.
- Daten der Erhebung
 - SVP pro Tag: Anzahl Ein- und Ausfahrten der Parkierungsanlage pro Tag in Bezug auf vorhandene Parkfelder (p) resp. Arbeitsplätze (a).
 - Die max. Auslastung gibt den höchsten Belegungsgrad der Parkierungsanlage im Tagesablauf an.
- Werte nach VSS-Norm
 - Die Erschliessung durch den öV wird anhand der Distanz zur Haltestelle und der Attraktivität des öV-Angebotes in Güteklassen (Kursintervall und Art des Verkehrsmittels) angegeben. Diese Standortbewertung liefert die Grundlage zur Reduktion des Grenzbedarfes auf den reduzierten Bedarf. Vgl. Anhang B.
- Objektkategorie nach VSS-Norm-Einteilung
 - Weder die Art der Nutzung (Dienstleistung oder Industrie/Gewerbe) noch die Organisation der Bewirtschaftung (Pool, fix oder gemischt) sowie die Grösse der Firmen (in Arbeitsplätzen gemessen) haben einen ersichtlichen Einfluss auf die Einteilung in Kategorien.

4.3 Beurteilen der Datenmenge

Am Beispiel der Tagesauswertung des Grenzbedarfes (Faktor A = Grenzbedarf zu vorhandene Parkfelder) ist im folgenden gezeigt, wie die Datenmenge beurteilt und gegebenenfalls bereinigt wird.

Abbildung 4 $SVP_{Parkfeld}$ pro Tag anhand des Grenzbedarfes



Je genauer die Anzahl der vorhandenen Parkfelder dem errechneten Bedarf entspricht, desto näher liegt das Verhältnis (Faktor A = Grenzbedarf zu vorhandenen Parkfelder) bei 100%. Ist die Anzahl vorhandener Parkfelder kleiner als der errechnete Bedarf, so wird das Verhältnis (durch Faktor A dargestellt) grösser oder bei einer grösseren Anzahl vorhandener Parkfelder gegenüber dem errechneten Bedarf wird das Verhältnis (Faktor A) kleiner.

Beurteilung der Extremwerte (Korrektur der Datenmenge):

- Objekt 2: Es stehen genügend Parkfelder zur Verfügung, was sich auch in der maximalen Auslastung von nur 43% widerspiegelt. Das Objekt wird durch keine aussergewöhnlichen Gegebenheiten beeinflusst und muss in der Auswertung mitgeführt werden.
- Objekt 3: Für diesen Industriebetrieb stehen genügend Parkfelder zur Verfügung. Das tiefe spezifische Verkehrsaufkommen trotz maximaler Auslastung von 60% ist durch die dezentrale Lage und den firmeneigenen Kantinenbetrieb erklärbar. Zusätzlich sind die Parkfelder der Direktion und für Besucher räumlich

- abgetrennt und nicht in der Erhebung berücksichtigt. Das Objekt wird in der Auswertung mitgeführt.
- Objekt 4: Während Seminartagen kann der Besucherstrom die verfügbaren Parkfelder überbelegen. Das Objekt wird in der Auswertung mitgeführt.
- Objekt 10: Die Anzahl bestehender Parkfelder entspricht nach VSS-Norm dem Mittelwert des reduzierten Bedarfes für eine Firma mit optimaler öV-Erschliessung. Das Objekt liegt in einer städtischen Kernzone und muss in der Auswertung mitgeführt werden.
- Objekt 12: Es stehen genügend Parkfelder zur Verfügung. Die Besucher sind separat und nicht in der Erhebung berücksichtigt, daneben ist ein hohes Zweiradaufkommen zu verzeichnen. Das Objekt wird in der Auswertung mitgeführt.
- Objekt 13: Den Mitarbeitern dieser Firma im Zentrum einer Grossstadt stehen viel zuwenige Parkfelder zur Verfügung und nur eine ausgewählte Anzahl von Führungskräften erhält eine Bewilligung für ein fest zugeteiltes Parkfeld. Das Objekt ist für die Auswertung nicht geeignet.
- Objekt 16: Die Auswertung dieser Firma beschränkt sich auf die Garage. Der private Parkplatz sowie die öffentlichen Parkfelder konnten mit den vorhandenen technischen Hilfsmitteln nicht erfasst werden. Die Resultate repräsentieren lediglich einen kleinen Teil der Firma, womit sich das Objekt als Vergleichswert für die Auswertung nicht eignet.
- Objekt 17: Die Parkieranlage dieses Objektes ist zugleich auch öffentlich, wodurch sich der Einfluss der Besucher erhöht. Der Hauptanteil der Fahrzeugbewegungen liegt jedoch bei den Dauerparkkarten (Angestellten) und mit entsprechender Berücksichtigung des Besucheranteils kann das Objekt in der Auswertung verwendet werden.

5. Analyse der Ergebnisse

5.1 Grobe Beurteilung der Auswertung

Mit der verbleibenden Anzahl von 15 Objekten muss mit einer kleinen Datenmenge die Regressionsanalyse durchgeführt werden. Dementsprechend sind auch tiefe Korrelationswerte der Analysen und eine erhebliche Streuung zu erwarten.

Ungewiss bleibt das Verhalten jener Angestellten, die kein Parkfeld zugeteilt erhalten resp. infolge Überbelegung keinen Platz in der Parkierungsanlage finden und trotzdem mit einem Fahrzeug unterwegs sind. Während der Bearbeitung des Forschungsauftrages wurde diese Situation mehrfach angetroffen, dass ein Fahrzeug aus Kapazitätsgründen in die nähere Umgebung auswich. Dabei ist der Standort des Objektes und vor allem das Umfeld (Parkierungsmöglichkeiten auf öffentlichem Grund) von entscheidender Bedeutung. Die einzelnen Fälle sind aber zu verschieden, als dass auf Gesetzmässigkeiten geschlossen werden könnte. Mit den durchgeführten Erhebungen konnte der massgebliche Anteil bezüglich Benutzung von Angestellten-Parkfeldern der entsprechenden Firmen erfasst werden.

Zur ersten groben Überprüfung der aufgestellten Thesen wird die Datenmenge bestehend aus 15 Objekten in die fünf Kategorien (vgl. Tab. 1, S. 9) nach der VSS-Norm-Einteilung zusammengefasst:

- Kategorie 1:** Die beiden Objekte aus dem Industriesektor sind hier (6 Objekte) enthalten und haben die niedrigste Verkehrserzeugung dieser Kategorie. Alle Werte liegen in der Grössenordnung kompakt beieinander.
- Kategorie 2:** Bei allen drei erfassten Objekten werden die Besucher-Parkfelder nicht in die Erhebung miteinbezogen. (3 Objekte)
- Kategorie 3:** Alle drei erfassten Objekte werden durch jeweils eine spezielle Gegebenheit beeinflusst. (3 Objekte)
- Kategorie 4:** Bei einer Stichprobengrösse von drei Objekten sind grössere Unsicherheiten möglich. (3 Objekte)
- Kategorie 5:** Keine für die Auswertung verwendbaren Objekte vorhanden. (keine)

*Tabelle 3 SVP-Durchschnittswerte pro Tag der Objektkategorien
(15 Objekte)*

Kategorie	1	2	3	4
SVP _{Parkfeld}	2,1	1,7	4,1	2,7
SVP _{Arbeitsplatz}	2,0	0,9	1,3	0,7

Der Mittelwert des durchschnittlichen SVP pro Tag der einzelnen Kategorien schwankt sowohl für Parkfelder (SVP_{Parkfeld}) als auch für Arbeitsplätze (SVP_{Arbeitsplatz}) und zeigt keine kontinuierlich steigende resp. fallende Entwick-

lung wie in den Thesen vermutet wurde. Die Tendenz der Entwicklung der Mittelwerte von Kategorie 1 zu 4 weist allerdings thesengetreu in die vermutete Richtung.

Der Grund für die unterschiedliche Entwicklung der Kategorien dürfte in der geringen Datenmenge liegen, welche zusätzlich noch in vier Kategorien aufgesplittet wird. Die Zuverlässigkeit der Probe wird erhöht, indem die gesamte Datenmenge (15 Objekte) auf nur zwei Kategorien aufgeteilt wird. Als Schnittstelle wird der minimal reduzierte Bedarf gewählt.

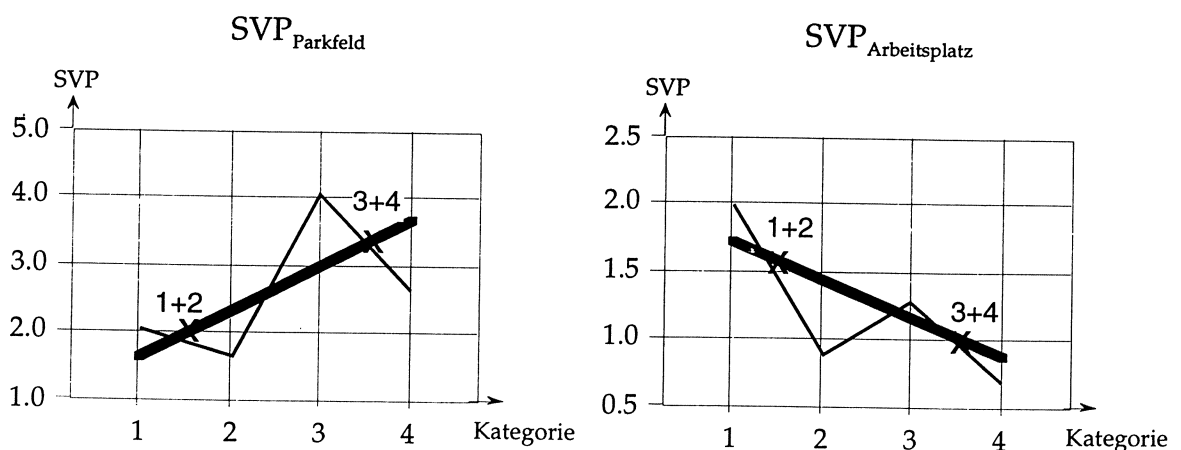
Tabelle 4 Zusammengefasste Werte SVP pro Tag (15 Objekte)

Kategorie	1 + 2	3 + 4
SVP _{Parkfeld}	2,0	3,4
SVP _{Arbeitsplatz}	1,6	1,0

Für die Objekte der Kategorie (1+2) stehen genügend Parkfelder zur Verfügung und in den Grafiken der Auswertung (Kap. 5.2 - 5.5) sind diese Objekte mit „normalgeschriebener“ Nummerierung versehen. Mit *kursiven* Zahlen sind die Objekte der Kategorien (3+4) in den Grafiken dargestellt, welche ein verknapptes Parkplatzangebot aufweisen.

Anhand der Abb. 5 ist die Abhängigkeit der Datenmenge im Sinne der aufgestellten Thesen deutlich ablesbar.

Abbildung 5 Trend der zusammengefassten Kategorien



Im folgenden wird das spezifische Verkehrspotential pro Parkfeld und Tag anhand linearer Regression näher betrachtet und analysiert. Die Basis dieser Auswertung bildet die verwendbare Datenmenge bestehend aus 15 Objekten.

Als Referenzgrößen werden dafür der Grenz-, der minimal und der maximal reduzierte Bedarf verwendet. Diese drei errechneten Bedarfswerte werden zu dem vorhandenen Parkfelderangebot in Beziehung gesetzt. Anhand dieser Relationen können die Auswirkungen bei einer Veränderung der vorhandenen Parkfelderzahl als Größenordnung aufgezeigt werden.

5.2 Verkehrserzeugung pro Parkfeld (SVP_{Parkfeld})

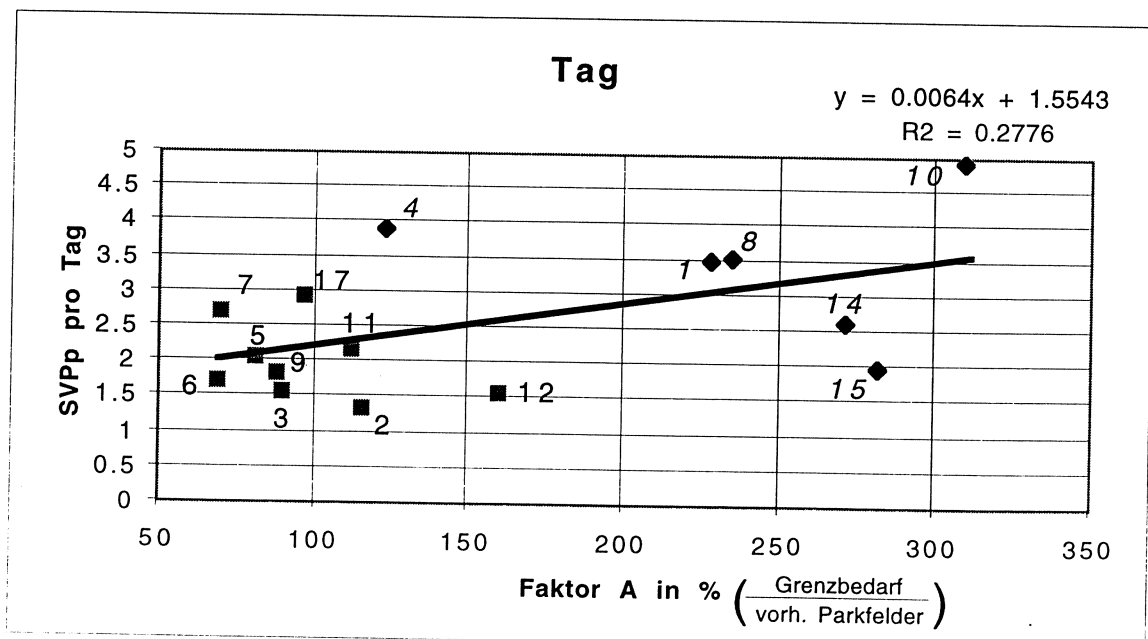
Die lineare Regression zwischen dem SVP_{Parkfeld} und dem Verhältnis von errechnetem Bedarf zu den vorhandenen Parkfeldern ergibt eine leicht steigende Gerade. Als Bezugspunkte werden der Grenzbedarf, der minimal und der maximal reduzierte Bedarf ausgewählt und anhand dieser bestimmten Beispiele die Veränderung der Verkehrserzeugung dargestellt.

Der Wert R^2 steht als Mass der Repräsentativität der Punktwolke durch lineare Gleichung. R^2 liegt zwischen Null und Eins; geht R^2 gegen Null (kleiner als 0.33) ist die Beschreibung der Punktwolke durch die berechnete Gerade mit vielen Unsicherheiten belastet [Lit. 17]. Der Vertrauensbereich der Gleichung ($y = a \cdot x + b$) selbst wird bezüglich der Steigung (a) untersucht. Die Daten der statistischen Kontrollen sind im Anhang C zusammengestellt.

5.2.1 SVP_{Parkfeld} mit dem Grenzbedarf als Massstab

Aus der untersuchten Datenmenge ergibt sich für den Grenzbedarf einen Anwendungsbereich für den Faktor A (Grenzbedarf zu vorhandenen Parkfeldern) von 50% bis 300%.

Abbildung 6 SVP_{Parkfeld} und Grenzbedarf



Die „normalgeschriebenen“ Zahlen stehen für die Objekte der Kategorie (1+2) und die *kursiven* Zahlen dementsprechend für die Kategorie (3+4).

Aus dieser ersten Darstellung der Datenmenge SVP_{Parkfeld} wird eine Faustformel (gültig für Angestellten-Parkfelder) für das Zusammenwirken von Anzahl Parkfeldern und daraus resultierender Verkehrserzeugung abgeleitet:

Faustformel:

**Eine Halbierung der Parkfelderzahl
reduziert die Anzahl Fahrten
um ca. einen Drittel.**

oder

**Eine Halbierung der Parkfelderzahl
erhöht die Fahrten (SVP) pro
Parkfeld um ein Drittel.**

Beispiel: $SVP_p=2.0$ bei 100 P
(vorher -> nachher)

100 Parkfelder -> 50 Parkfelder
200 Fahrten -> 134 Fahrten

Bestimmung des spezifischen
Verkehrspotentials

100 Parkfelder -> 2.00 Fahrten/P
50 Parkfelder -> 2.67 Fahrten/P

Die Faustformel hat Gültigkeit unter dem Vorbehalt einer ersten allgemeinen Tendenz (Abb. 6) mit dem klar definierten Bezug zu den untersuchten Parkierungsanlagen. Anderweitiges Parkieren ausserhalb der Firmenparkplätze wird nicht berücksichtigt.

Die Formeln sind für den Grenzbedarf und den Tagesverkehr hergeleitet. Eine Behandlung des minimal und des maximal reduzierten Bedarfes sowie der Morgen- resp. Abendspitzenstunden folgt in Kap. 5.4 (resp. Anhang D). Im folgenden Beispiel wird vom Bezugspunkt ausgegangen, bei der die Anzahl vorhandener Parkfelder genau dem Grenzbedarf entspricht. Dabei wird die Veränderung im SVP_{Parkfeld} gesucht, wenn die Anzahl der Parkfelder verändert ($\pm 50\%$) wird.

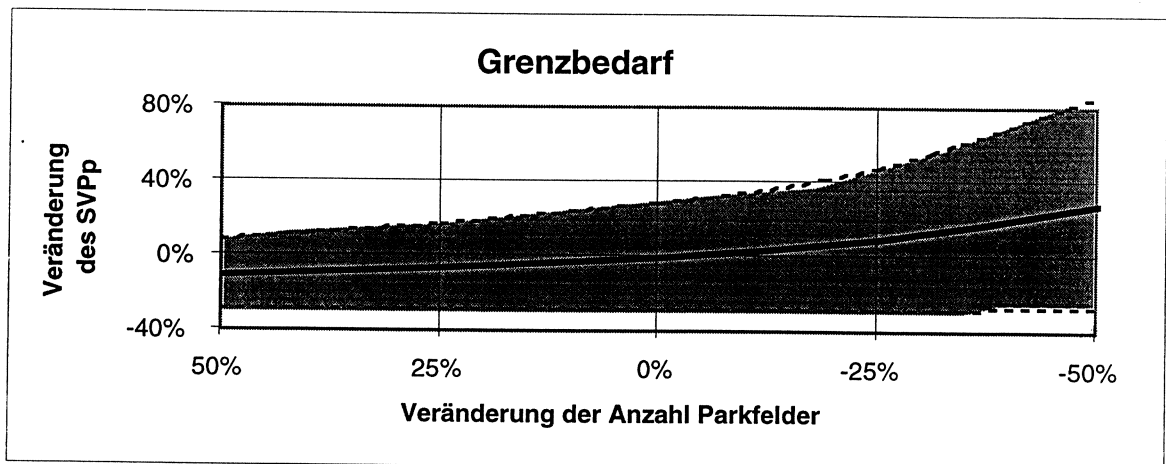
Tabelle 5 Abweichung vom SVP_{Parkfeld} bei veränderter Parkfelderzahl

Veränderung der Anzahl Parkfelder	Faktor A: Grenzbedarf zu vorh. P-felder	SVP_{Parkfeld} nach linearer Regression	Veränderung SVP_{Parkfeld} (2.19 = 100%)	Abweichung SVP_{Parkfeld} zu Grenzbedarf
+50%	66.67%	1.98	90.4%	-10%
+25%	80.00%	2.07	94.5%	-6%
keine ($\pm 0\%$)	100.00%	2.19	100.0%	$\pm 0\%$
-25%	133.33%	2.41	110.0%	+10%
-50%	200.00%	2.83	129.2%	+29%

Entspricht die Anzahl vorhandener Parkfelder dem Grenzbedarf, so ist das Verhältnis dieser beiden Werte gleich 100% (Faktor A). Dieses Verhältnis (Grenzbedarf zu vorhandenen Parkfeldern) wird kleiner, je mehr Parkfelder gegenüber dem Wert des Grenzbedarfes erstellt werden (oder wurden). D.h. eine Halbierung der Anzahl Parkfelder gegenüber dem Grenzbedarf entspricht dem Faktor A von 200% oder bei einem Drittel des Grenzbedarfes einem Faktor A von 300%.

Für die Veränderung der Anzahl Parkfelder und der daraus resultierenden Beeinflussung des SVP_{Parkfeld} ist einerseits das Verhältnis errechneter Bedarf zu vorhandene Parkfelder vor der Massnahme und andererseits das Ausmass der geplanten Veränderung massgebend. In beiden Fällen darf der Anwendungsbereich von 50% bis 300% für den Faktor A (Grenzbedarf zu vorhandenen Parkfeldern) nicht überschritten werden.

Abbildung 7 Veränderung des SVP_{Parkfeld} für den Grenzbedarf



Herleitung der Kurve von Abbildung 7:

1. Veränderung der Anzahl Parkfelder

Z.B. Halbierung der Anzahl Parkfelder gegenüber dem Grenzbedarf (1. Kol. in Tab. 5) ergibt ein Verhältnis (Faktor A =) Grenzbedarf zu vorhandene Parkfelder von 200% (2. Kol. in Tab. 5). Eine Zunahme um die Hälfte (+50% Parkfelder) würde einem Faktor A von 67% entsprechen.

2. Lineare Regression

Durch Einsetzen des Verhältnisses Grenzbedarf zu vorhandene Parkfelder (Faktor A) in die lineare Regressionsformel $[y = 0.0064 * x + 1.5543]$ wird das SVP_{Parkfeld} berechnet (3. Kol. in Tab. 5).

3. Der Grenzbedarf als Bezugsgrösse

Ohne Veränderung der Parkfelder entspricht die Anzahl vorhandener Parkfelder dem Grenzbedarf (Faktor $A = 100\%$), daraus ergibt die Regressionsformel ein SVP_{Parkfeld} von 2.19 Fahrten pro Tag und Parkfeld (4. und 5. Kol. in Tab. 5).

4. Abweichung vom SVP_{Parkfeld} Grenzbedarf

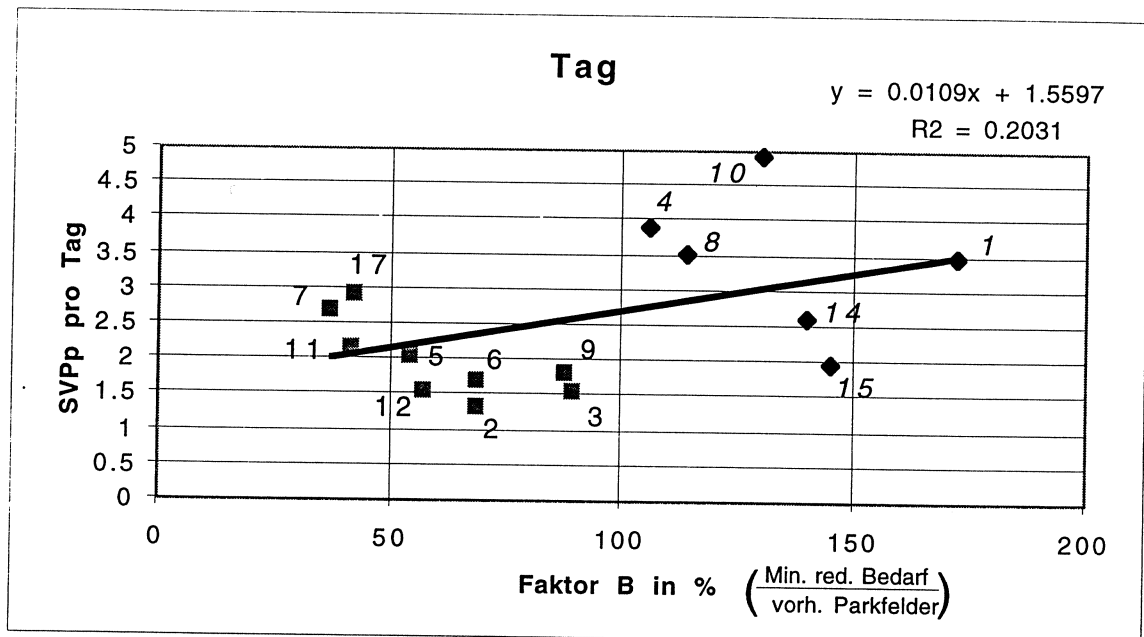
Die Veränderung der Anzahl Parkfelder wirkt sich auf das SVP_{Parkfeld} aus. Mit dem Grenzbedarf als Bezugsgrösse werden die prozentualen Abweichungen des SVP_{Parkfeld} als Folge der veränderten Parkfelderzahl dargestellt (Abb. 7).

Der Vertrauensbereich der Regressionsanalyse [$y = a * x + b$] ist für die Steigung (a) am ausgewählten Beispiel (vorhandene Parkfelder gleich Grenzbedarf) in Abb. 7 angegeben. Entspricht die Anzahl vorhandener Parkfelder nicht gleich dem Grenzbedarf, so wird der Bezugspunkt verschoben und der Streubereich wächst. Die Aussage von Abb. 7 ergibt eine grobe Grössenordnung der Auswirkungen auf das SVP_{Parkfeld} bei einer veränderten Anzahl Parkfelder.

Die Hypothese hat als Resultat eine Steigung gleich Null (horizontale Linie). Die Aussage, dass bei unterschiedlicher Veränderung der Anzahl Parkfelder keine Veränderung des SVP_{Parkfeld} entsteht, trifft nicht zu. (Vgl. Anhang C)

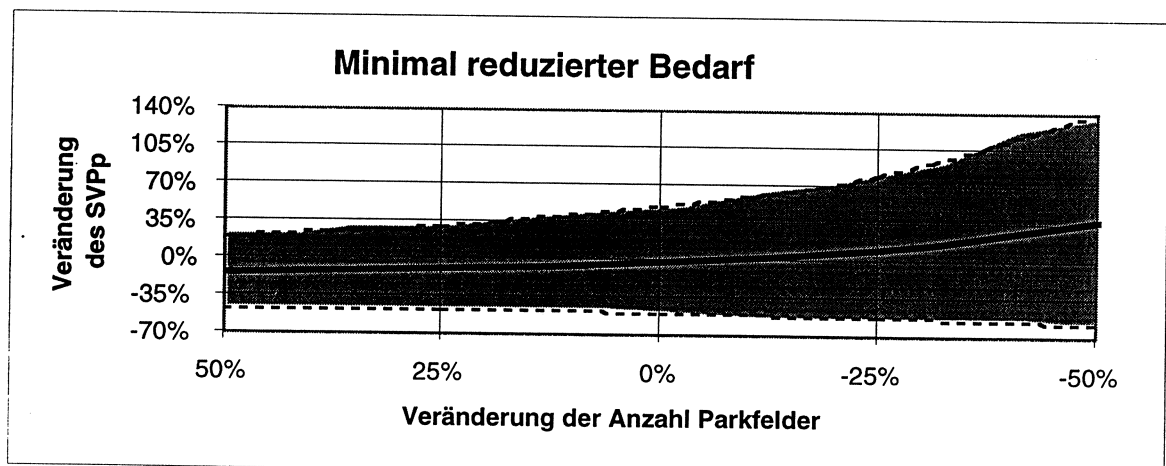
5.2.2 SVP_{Parkfeld} mit dem minimal reduzierten Bedarf als Massstab

Mit der Wahl von Faktor B (minimal reduzierter Bedarf zu vorhandenen Parkfeldern) als Bezugspunkt, ergibt sich aus der untersuchten Datenmenge einen Anwendungsbereich zwischen 40% und 150%.

Abbildung 8 SVP_{Parkfeld} und minimal reduzierter Bedarf

Die Veränderung am SVP_{Parkfeld} können am Bezugspunkt vorhandene Parkfelder gleich minimal reduzierter Bedarf abgeschätzt werden.

Abbildung 9 Verteilung der Datenmenge für den minimal reduzierten Bedarf



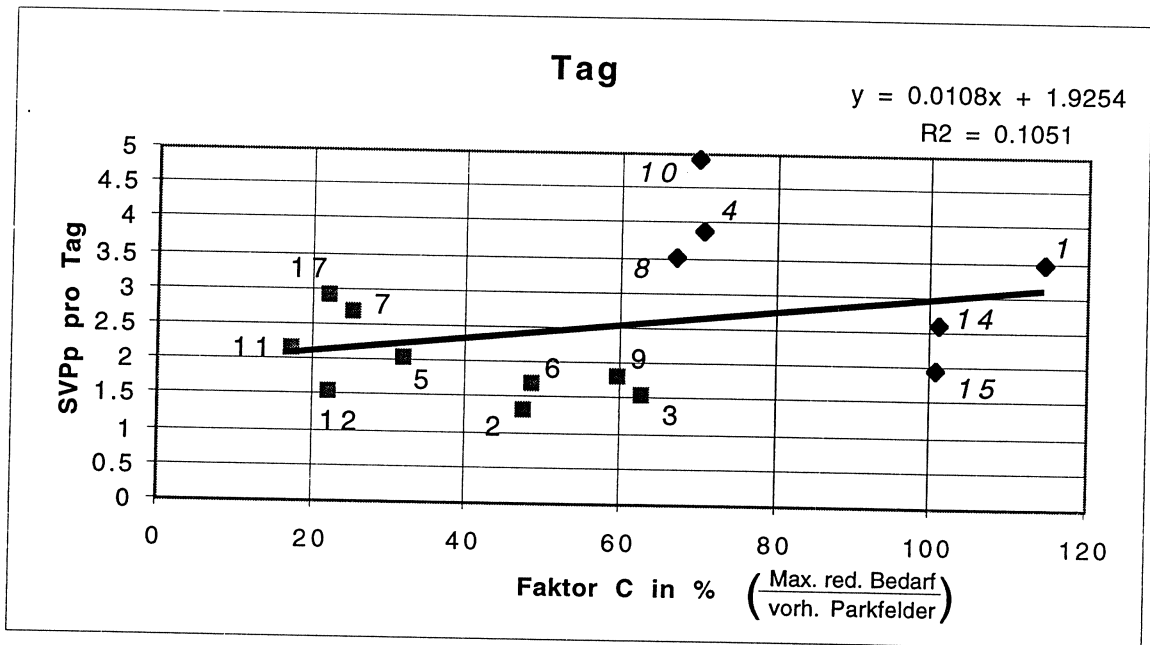
Entspricht die Anzahl vorhandener Parkfelder nicht gleich dem Bezugspunkt des minimal reduzierten Bedarfes, so sind Verschiebungen innerhalb des Streubereiches möglich.

Die Null-Hypothese der Steigung kann der theoretischen Berechnung zufolge zutreffen, ist aber nach weitergehender Untersuchung der in zwei Kategorien aufgeteilten Datenmenge eindeutig zu verwerfen. (Vgl. Anhang C)

5.2.3 SVP_{Parkfeld} mit dem maximal reduzierten Bedarf als Massstab

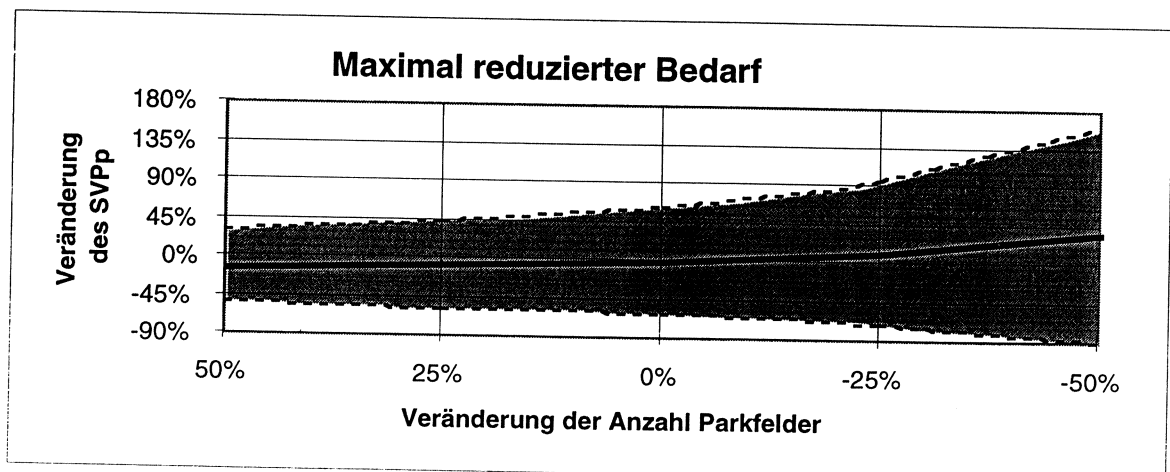
Wird als Bezugspunkt der Faktor C (maximal reduzierter Bedarf zu vorhandenen Parkfeldern) gewählt, gilt ein Anwendungsbereich von 20% bis 100%.

Abbildung 10 SVP_{Parkfeld} und maximal reduzierter Bedarf



Auch am Beispiel dieses Bezugspunktes (vorhandene Parkfelder gleich maximal reduzierter Bedarf) können die Veränderung am SVP_{Parkfeld} abgeschätzt werden.

Abbildung 11 Veränderung SVP_{Parkfeld} für den maximal reduzierten Bedarf



Bei der Verwendung des maximal reduzierten Bedarfes als Bezugspunkt sind grössere Streuungen möglich. Die Null-Hypothese der Steigung trifft in diesem Fall auch nicht zu. (Vgl. Anhang C)

5.3 Verkehrserzeugung pro Arbeitsplatz ($SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$)

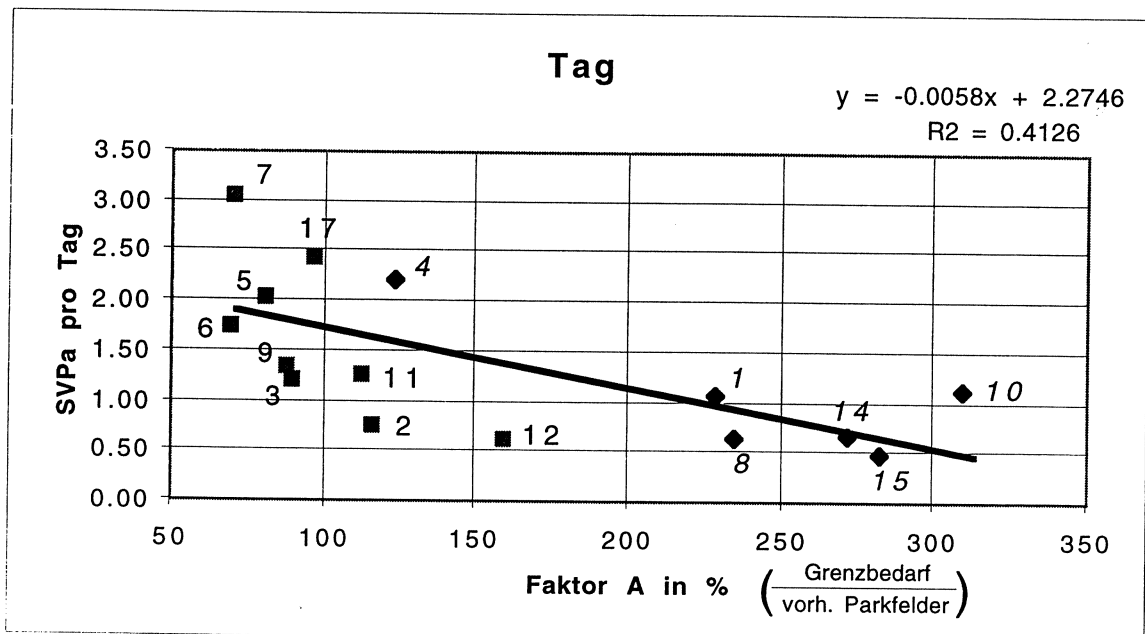
Die Punkteverteilung der betrachteten Datenmenge lässt eine Analyse mit nicht linearer Regression vermuten. Die Auswertung wurde sowohl mit linearem als auch mit logarithmischem Ansatz durchgeführt. Die Unterschiede bezüglich Repräsentativität der beiden Ansätze sind so gering, dass auch für die Untersuchung der Arbeitsplätze ein linearer Ansatz gewählt werden kann. Das Verhältnis von errechnetem Bedarf zu den vorhandenen Parkfeldern gebildet aus der verteilten Punktwolke und dem $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ ergibt eine leicht fallende Gerade.

Der Vertrauensbereich der Gleichung für das $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ wird nach der selben Methode wie bei den Auswertungen nach SVP_{Parkfeld} (Kap. 5.2, S. 15) überprüft. Die Daten der statistischen Kontrolle sind im Anhang C zusammengestellt.

5.3.1 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ mit dem Grenzbedarf als Massstab

Der Anwendungsbereich für den Faktor A (Grenzbedarf zu vorhandenen Parkfeldern) liegt bei 50% bis 300%. In diesem Fall kann trotz der kleinen Datenmenge ein hoher Korrelationskoeffizient (0.4126) ausgewiesen werden.

Abbildung 12 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ und Grenzbedarf



Die „normalgeschriebenen“ Zahlen stehen für die Objekte der Kategorie (1+2) und die *kursiven* Zahlen dementsprechend für die Kategorie (3+4).

Die Verwendung des maximal reduzierten Bedarfes ist wegen der kleinen Datenmenge auch für das $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ mit Vorsicht zu interpretieren. Bei der Berechnung des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ werden ebenfalls die Anzahl Parkfelder verändert und die Zahl der Arbeitsplätze bleibt konstant. Aus diesem Grund ent-

spricht die prozentuale Veränderung des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ auch der Reduktion der Anzahl Fahrten (in %).

Aus dieser ersten Darstellung der Datenmenge $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ kann auch eine Faustformel (gültig für Angestellten-Parkfelder) für das Zusammenwirken von Anzahl Arbeitsplätzen und daraus resultierender Verkehrserzeugung abgeleitet werden:

Eine Halbierung der Parkfelderzahl reduziert die Anzahl Fahrten und die Fahrten pro Arbeitsplatz um ca. 40%.

Gegenüber der Faustformel SVP_{Parkfeld} wird durch eine andere Bewertung der gleichen Datenmenge nach Arbeitsplätzen eine Differenz ausgewiesen (Veränderung von einem Drittel bei SVP_{Parkfeld} zu 40% bei $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$). Mit dem Vorbehalt einer ersten allgemeinen Tendenz (Abb. 12) hat die Faustformel Gültigkeit mit dem klar definierten Bezug zu den untersuchten Parkieranlagen.

Die Formel ist für den Grenzbedarf und den Tagesverkehr hergeleitet. Eine Behandlung des minimal und des maximal reduzierten Bedarfes sowie der Morgen- resp. Abendspitzenstunden folgt in Kap. 5.4 (resp. Anhang D).

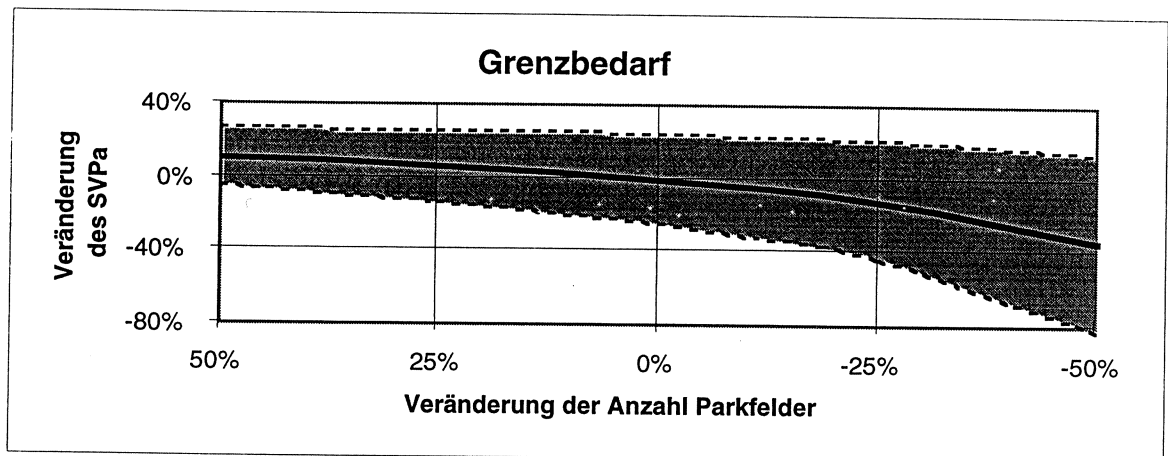
Im folgenden wird vom Bezugspunkt ausgegangen, bei dem die Anzahl vorhandener Parkfelder genau dem Grenzbedarf entspricht. Dabei wird die Veränderung im $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ gesucht, wenn die Anzahl Parkfelder verändert ($\pm 50\%$) werden.

Tabelle 6 *Abweichung vom $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ bei veränderter Parkfelderzahl*

Veränderung der Anzahl Parkfelder	Faktor A: Grenzbedarf zu vorh. P-felder	$SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ nach linearer Regression	Veränderung $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ (1.69 = 100%)	Abweichung $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ zu Grenzbedarf
+50%	66.67%	1.89	111.4%	+11%
+25%	80.00%	1.81	106.8%	+7%
keine ($\pm 0\%$)	100.00%	1.69	100.0%	$\pm 0\%$
-25%	133.33%	1.50	88.6%	-11%
-50%	200.00%	1.12	65.8%	-34%

Abschätzen der Auswirkungen auf das $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ bei Veränderung der Anzahl Parkfelder mit dem Grenzbedarf als Bezugsgrösse.

Abbildung 13 Veränderung des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ für den Grenzbedarf



Der Vorgang zur Herleitung der Kurve Abb. 13 für die Veränderung des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ bei Veränderung der Anzahl Parkfelder entspricht der Herleitung des SVP_{Parkfeld} (Kap. 5.2, S. 18).

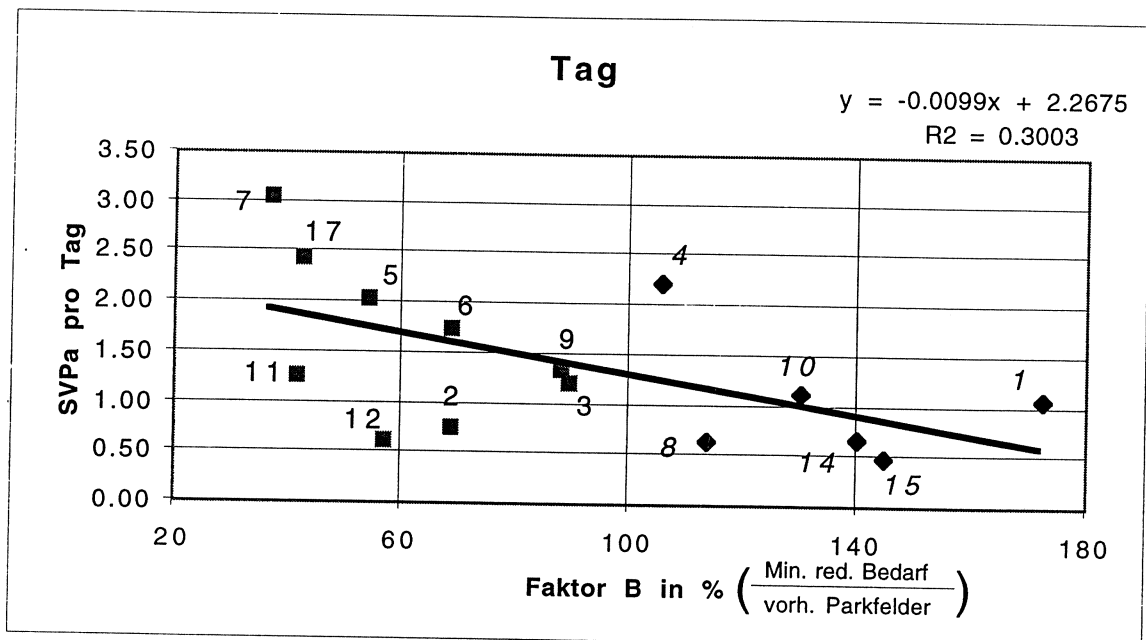
Der Vertrauensbereich der Regressionsanalyse [$y = a \cdot x + b$] für den gewählten Bezugspunkt (Grenzbedarf gleich Anzahl vorhandene Parkfelder) ist in Abb. 13 für die Steigung (a) angegeben.

Die Null-Hypothese (horizontale Linie) kann für diesen Fall verworfen werden. (Vgl. Anhang C)

5.3.2 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ mit dem minimal reduzierten Bedarf als Massstab

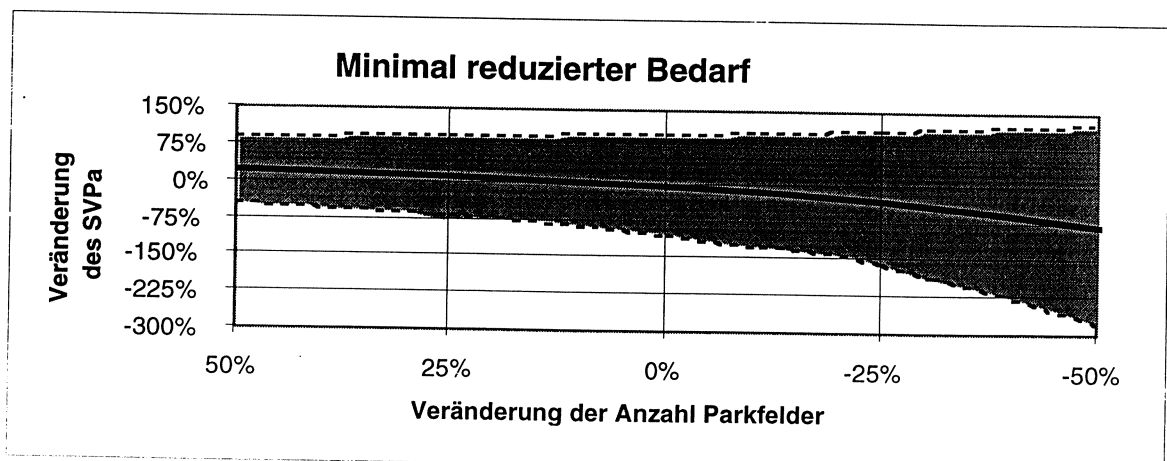
Der Anwendungsbereich für den Faktor B (minimal reduzierter Bedarf zu vorhandenen Parkfeldern) liegt zwischen 40% und 150%.

Abbildung 14 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ und minimal reduzierter Bedarf



Die Veränderung am $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ können am Bezugspunkt (vorhandene Parkfelder gleich minimal reduzierter Bedarf) abgeschätzt werden.

Abbildung 15 Veränderung $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ für den minimal reduzierten Bedarf

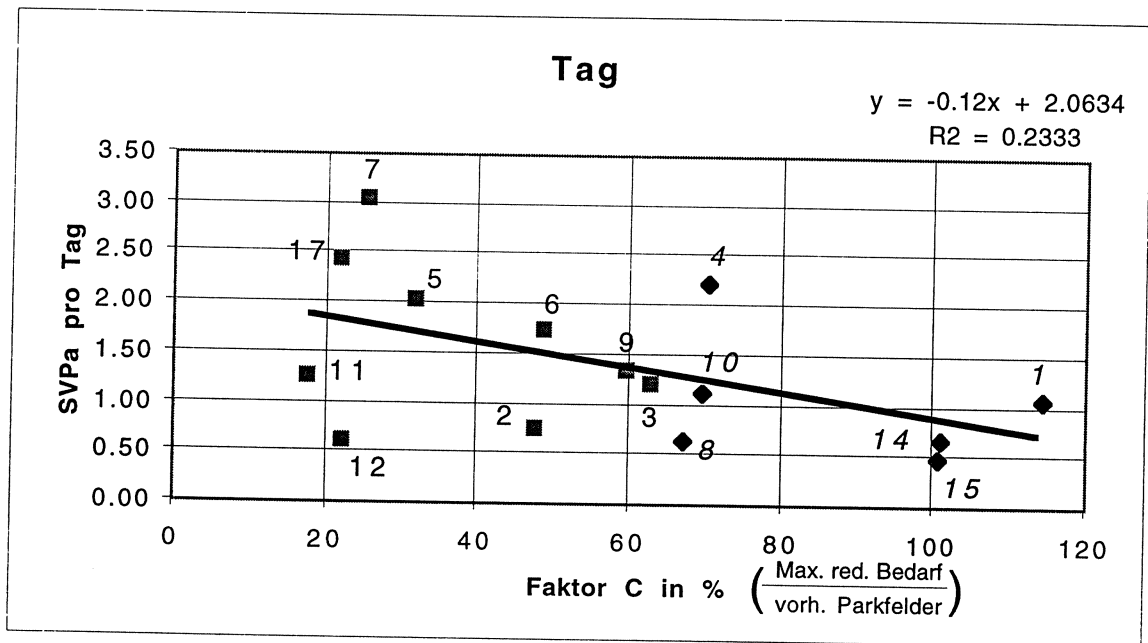


Die Null-Hypothese (horizontale Linie) kann für diesen Fall verworfen werden. (Vgl. Anhang C)

5.3.3 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ mit dem maximal reduzierten Bedarf als Massstab

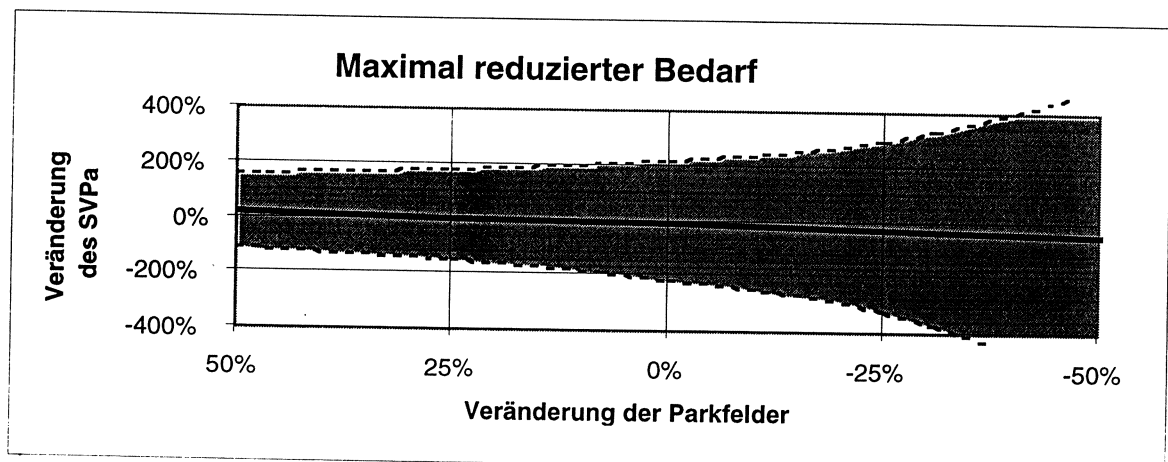
Der Anwendungsbereich des Faktors C (maximal reduzierter Bedarf zu vorhandenen Parkfeldern) liegt bei 20% bis 100%.

Abbildung 16 $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ und maximal reduzierter Bedarf



Die Veränderung am $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ können in der folgenden Darstellung (Abb. 17) für den Bezugspunkt (vorhandene Parkfelder gleich maximal reduzierter Bedarf) abgeschätzt werden.

Abbildung 17 Veränderung $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ für den maximal reduzierten Bedarf



Die Null-Hypothese (horizontale Linie) kann für diesen Fall verworfen werden. (Vgl. Anhang C)

5.4 Auswirkungen SVP für die Morgen- resp. Abendspitzenstunde

5.4.1 Anteilsmässige Verteilung auf den Tagesverkehr

Die Auswertungen für SVP_{Parkfeld} und $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ in der Morgen- resp. Abendspitzenstunde sind im Anhang A in einer Übersicht dargestellt. Die gewonnenen Erkenntnisse für die Tageswerte (Kap. 5.2 und 5.3) werden mit den Auswertungen der Morgen- resp. Abendspitzenstunden verglichen und bewertet. Für das Verhalten in den Spitzenstunden werden ähnliche Zusammenhänge vermutet, wie bei den Auswertungen der Tageswerte.

Tabelle 7 Anteil am Tagesverkehr

Kategorie (Tab. 1, S. 8)	Nr.	Arbeitsplätze	Vorhandene Parkfelder	Max. Auslastung	Max. Tageswert (Tag)	SVPP (Tag)	SVPa (Tag)	Morgenspitzenstunde	Anteil am Tagesverkehr (morgens)	SVPP (Morgenspitzenstunde)	SVPa (Morgenspitzenstunde)	Abendspitzenstunde	Anteil am Tagesverkehr (abends)	SVPP (Abendspitzenstunde)	SVPa (Abendspitzenstunde)
1	3	359	275	60%	427	1.55	1.19	93	22%	0.34	0.26	69	16%	0.25	0.19
	5	465	402	44%	948	2.03	2.04	125	13%	0.28	0.27	106	11%	0.23	0.23
	6	213	216	54%	372	1.72	1.75	72	19%	0.33	0.34	57	15%	0.26	0.27
	7	380	433	49%	1162	2.68	3.06	147	13%	0.34	0.39	133	11%	0.31	0.35
	9	1300	960	61%	1743	1.82	1.34	302	17%	0.31	0.23	239	14%	0.25	0.18
	17	214	177	--	519	2.93	2.43	77	15%	0.44	0.36	43	8%	0.24	0.20
2	2	569	326	43%	432	1.33	0.76	76	18%	0.23	0.13	51	12%	0.16	0.09
	11	415	240	48%	518	2.16	1.25	71	14%	0.30	0.17	63	12%	0.26	0.15
	12	776	311	57%	487	1.57	0.63	88	18%	0.28	0.11	61	13%	0.20	0.08
3	4	600	341	110%	1337	3.92	2.23	251	19%	0.74	0.32	163	12%	0.48	0.27
	8	974	291	75%	616	3.52	0.63	100	16%	0.58	0.10	84	14%	0.46	0.09
	10	145	33	85%	162	4.91	1.12	23	14%	0.70	0.16	15	9%	0.45	0.10
4	1	1025	315	93%	1098	3.49	1.07	119	11%	0.38	0.12	102	9%	0.32	0.10
	14	495	128	75%	334	2.61	0.67	48	14%	0.38	0.10	37	9%	0.29	0.07
	15	3420	850	64%	1668	1.96	0.49	255	15%	0.30	0.07	228	11%	0.27	0.07

In der morgentlichen Spitzenstunde wickelt sich ca. 16% des Tagesverkehrs ab. Im Gegensatz zur Abendspitze, welche sich über mehrere Stunden (ca. von 16.00 bis 18.30 Uhr) erstreckt, findet die Morgenspitze in einem kürzeren Zeitraum (ca. von 7.00 bis 8.15 Uhr) statt. Wegen der Verteilung des Abendverkehrs auf einen zeitlich längeren Abschnitt fallen in der maximalen Abendspitzenstunde noch etwa 12% der täglichen Verkehrserzeugung an.

In beiden Spitzenstunden wird tendenziell eine Abnahme des Anteils am Tagesverkehr bei steigender Parkplatzknappheit festgestellt.

Obwohl die Abendspitzenstunde am Tagesverkehr anteilmässig kleiner ist als die Morgenspitzenstunde, ergibt sich die Bedeutung abends aus der höheren Auslastung des Strassennetzes allgemein.

Tabelle 8 *Durchschnittswerte SVP in zwei Kategorien (15 Objekte³)*

Zeit / Kategorie	SVP _{Parkfeld}		Verhältnis von (3+4) zu (1+2)
	1 + 2 (Genügend Parkfelder)	3 + 4 (Parkfelderknappheit)	
Tag	1,98	3,40	1,72
Morgenspitzen- stunde	0,32	0,51	1,59
Abendspitzen- stunde	0,24	0,38	1,58
Zeit / Kategorie	SVP _{Arbeitsplatz}		Verhältnis von (3+4) zu (1+2)
	1 + 2 (Genügend Parkfelder)	3 + 4 (Parkfelderknappheit)	
Tag	1,60	1,03	0,64
Morgenspitzen- stunde	0,25	0,15	0,60
Abendspitzen- stunde	0,19	0,12	0,63

Das Verhältnis der beiden Kategorien (3+4) zu (1+2) ist für das SVP_{Arbeitsplatz} in allen drei betrachteten Zeitabschnitten ähnlich. D.h. für die Tagesauswertung als auch während den Spitzenstunden ist bezüglich Arbeitsplatz eine einheitliche Verteilung der Fahrten in den Kategorien festzustellen. Für das SVP_{Parkfeld} ist das Verhältnis beim Tageswert etwas höher, was bedeutet, dass ausserhalb beider Spitzenstunden (morgens und abends) in der Kategorie 1+2 (genügend Parkfelder) weniger Fahrten gemessen werden konnten, als vergleichsweise bei der Kategorie 3+4 (Parkplatzknappheit). D.h. in Kategorie 1+2 sind die Spitzenstunden gegenüber der durchschnittlichen Tagesfrequenz stärker belastet als in der Kategorie 3+4.

³ Vgl. Tab. 4, Seite 12

5.4.2 Gültigkeit der Faustformeln in Spitzenstunden

Die Faustformeln der Tagesauswertung SVP_{Parkfeld} (vgl. Seite 17) sollen überprüft werden und entsprechende Aussagen für die Morgen- resp. Abendspitzenstunden aufgestellt werden. Für das $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ werden analoge Untersuchungen durchgeführt.

Durch die Bildung von Durchschnittswerten in den einzelnen Kategorien werden extreme Ausreisser der Datenmenge für die Überprüfung der Faustformeln relativiert.

Tabelle 9 Durchschnittswerte der ausgewerteten Datenmenge

Objektkategorien (vgl. Tab. 1, Seite 8)	Faktor A $\left[\frac{\text{Grenzbedarf}}{\text{vorhandene Parkfelder}} \right]$	Faktor B $\left[\frac{\text{Minimal red. Bedarf}}{\text{vorhandene Parkfelder}} \right]$	Faktor C $\left[\frac{\text{Maximal red. Bedarf}}{\text{vorhandene Parkfelder}} \right]$
Werte - Anwendungsbereich	50% bis 300%	40% bis 150%	20% bis 120%
Kategorie 1 (Überangebot)	82%	63%	42%
Kategorie 2 (ausreichend Parkfelder)	129%	56%	29%
Kategorie 3 (knapp ausreichend Parkfelder)	222%	117%	69%
Kategorie 4 (Parkplatzknappheit)	260%	152%	105%

Anhand der Durchschnittswerte der Kategorien wird die Untersuchung für die drei Faktoren (errechneter Bedarf zu vorhandener Parkfelder) durchgeführt. Die Trennung der vier Kategorien in zwei Hauptkategorien (genügend Parkfelder resp. Parkfelderknappheit; vgl. Tab. 3 und 4, S. 14/15) kann mit den vorhergehenden Durchschnittswerten der drei errechneten Bedarfswerte bestätigt werden.

Die Auswertungen des SVP werden unter zwei Gesichtspunkten durchgeführt, entweder aus der Sicht eines Parkfeldes ($\text{Fahrten}_{\text{Parkfeld}}$) oder aus der Sicht eines Arbeitsplatzes ($\text{Fahrten}_{\text{Arbeitsplatz}}$). Dabei bewegen wir uns in einem dreidimensionalen System, denn neben dem Gesichtspunkt der Fahrtenzuordnung kann in der Zeit (Tag, Morgen- oder Abendspitzenstunde) und auch im errechneten Bedarf (Bezugspunkte; Grenz-, minimal oder maximal reduzierter Bedarf) variiert werden.

Am Beispiel der Halbierung der Anzahl Parkfelder kann unabhängig vom gewählten Bezugspunkt (errechneter Bedarf) und von den betrachteten Zeitabschnitten in Bezug auf das SVP_{Parkfeld} ähnliches Verhalten festgestellt werden (vgl. Anhang D). Dabei können drei Gruppen gebildet werden.

Tabelle 10 Durchschnittswerte der Regressionsgleichungen für SVP_{Parkfeld}

Bezug	Grenzbedarf und minimal reduzierter Bedarf		Maximal red. Bedarf
Zeitraum	Tagesauswertung	Morgen- und Abendspitzenstunde	Tag, Morgen- und Abendspitzenstunde
Reduktion Fahrten	-35%	-39%	-42%
Veränderung SVP	31%	22%	16%

Die Werte der Tagesauswertungen für den **Grenz- und minimal reduzierten Bedarf** decken sich gut mit der aufgestellten Faustformel (vgl. Seite 17).

In der Morgen- und der Abendspitzenstunde sind die gemessenen Auswirkungen ähnlich. Im Vergleich mit der Tagesauswertung ergibt sich eine geringere Veränderung des SVP_{Parkfeld} und dadurch auch einen kleineren Einfluss der Spitzenstunden in bezug auf die Reduktion der Anzahl Fahrten. Diese Aussage erscheint plausibel, weil auf einem Firmenparkplatz ein Parkfeld in der Regel am Morgen einmal belegt und dann am Abend wieder verlassen wird.

Für die Auswertungen mit dem **maximal reduzierten Bedarf** als Betrachtungsgrösse werden ähnliche Resultate vermutet. Die erhobene Datenmenge enthält nur drei Objekte, die in der Grössenordnung des maximal reduzierten Bedarfes liegen. Die niedrige Repräsentativität und die grosse Unsicherheit im Vertrauensbereich dieser kleinen Datenmenge sind eindeutige Anzeichen für eine vorsichtige Interpretation der Aussagen für Werte im Bereich des maximal reduzierten Bedarfes (vgl. Tab 10).

Die Auswertungen mit dem maximal reduzierten Bedarf als Betrachtungsgrösse werden nicht weiter behandelt.

Die überschlagsmässig gewonnene Faustformel SVP_{Parkfeld} (in Bezug auf Angestellten-Parkfelder) anhand der Tagesauswertung (vgl. S. 17) kann auf das Verhalten in den Spitzenstunden wie folgt angepasst werden:

Faustformel SVP_{Parkfeld} :

(Morgen- und Abendspitzenstunde)

**Eine Halbierung der Parkfelderzahl
reduziert die Anzahl Fahrten um ca. 40%.**

oder

**Eine Halbierung der Parkfelderzahl
erhöht die Fahrten pro Parkfeld um 20%.**

Beispiel: $SVP_p=2.0$ bei 100 P
(vorher -> nachher)

100 Parkfelder -> 50 Parkfelder
200 Fahrten -> 120 Fahrten

Bestimmung des spezifischen
Verkehrspotentials

100 Parkfelder -> 2.0 Fahrten/P
50 Parkfelder -> 2.4 Fahrten/P

$SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$:

Da bei der Berechnung des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ die Anzahl Parkfelder verändert werden und die Zahl der Arbeitsplätze konstant bleibt, entspricht die prozentuale Veränderung des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ auch der Reduktion der Anzahl Fahrten (in %). Die aus der Tagesauswertung $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ (vgl. S. 23) gewonnene Faustformel (gültig für Angestellten-Parkfelder) ist mit geringen Abweichungen auch auf die beiden Spitzenstunden übertragbar (vgl. Anhang D).

Zwischen der Anzahl Arbeitsplätze und der Anzahl Parkfelder einer Firma besteht eine enge Abhängigkeit, die sich auch in den Aussagen SVP_{Parkfeld} und $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ der beiden Faustformeln widerspiegelt. Das Verhalten bei Veränderung der Parkfelderzahl von SVP_{Parkfeld} resp. $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ kann mathematisch in Zusammenhang gebracht werden (vgl. Anhang E).

5.5 Maximale Auslastung der Parkieranlagen

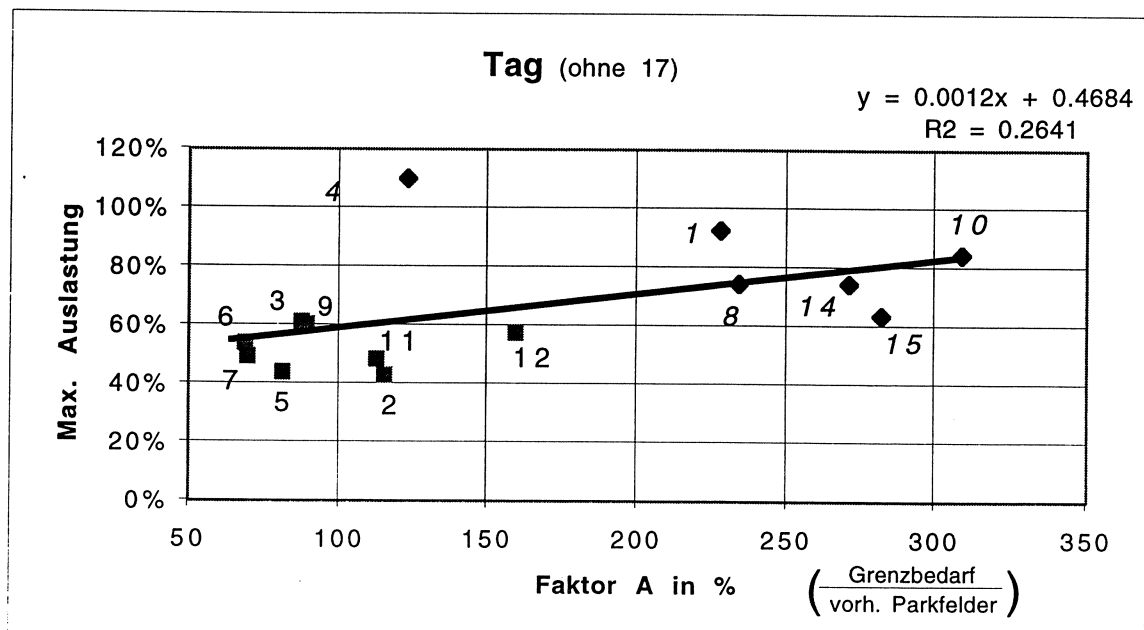
Die Kapazität einer Anlage soll nicht nur auf die maximalen Tagesspitzen im Verkehrsaufkommen einer Firma ausgerichtet, sondern auch während den restlichen Benutzungszeiten optimal ausgelastet sein. Die Grösse und Art des Betriebes sowie die Erschliessung des Standortes durch den öffentlichen Verkehr setzen die wesentlichen Randbedingungen fest, welche die Anzahl der benötigten Parkfelder bestimmt. Durch firmeninterne Massnahmen wie Art der Bewirtschaftung oder diverse Restriktionen in der Parkierungsbenützung kann die Anzahl benötigter Parkfelder und das daraus resultierende Verkehrsaufkommen massgeblich mitbestimmt werden.

Die zur Verfügung stehende Datenmenge wird auf mögliche Abhängigkeiten der maximalen Auslastung untersucht. Die durchgeführten Auswertungen sollen die Erkenntnisse der bearbeiteten Datenmenge zusammenfassen und grobe Richtwerte für überlastete Parkieranlagen angeben.

Das Objekt Nr. 17 ist mit einer öffentlichen Parkieranlage kombiniert und deshalb kann die maximale Auslastung nicht beurteilt werden, damit besteht die Datenmenge noch aus 14 bewertbaren Objekten.

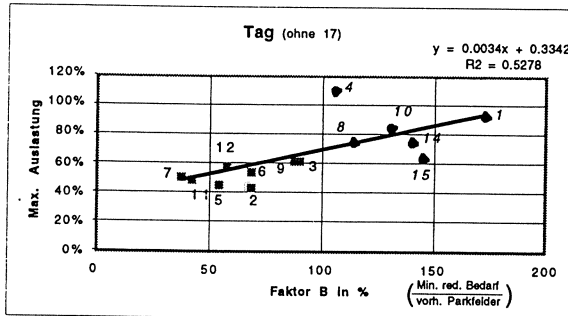
Abbildung 18 Maximal tägliche Auslastung bezüglich Normbedarf

Faktor A (Grenzbedarf/vorh. Parkfelder)

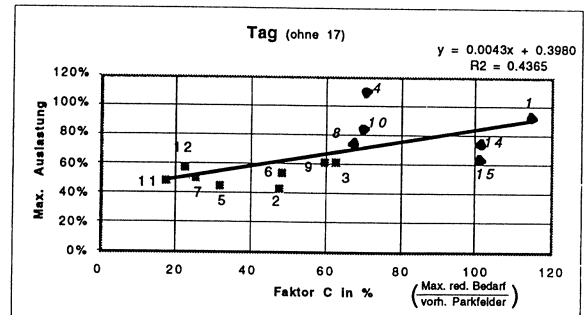


Die „normalgeschriebenen“ Zahlen stehen für die Objekte der Kategorie (1+2) und die *kursiven* Zahlen dementsprechend für die Kategorie (3+4).

Faktor B (Min. red. Bedarf/vorh. Parkfelder)



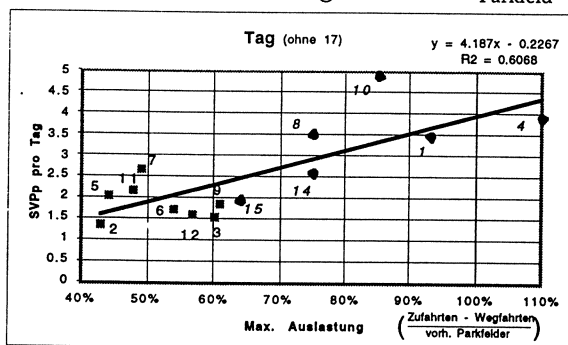
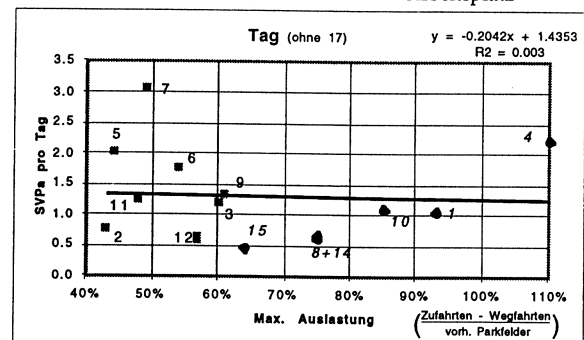
Faktor C (Max. red. Bedarf/vorh. Parkfelder)



Die lineare Regressionsanalyse der Auslastung (Abb. 18) erreicht in allen drei Gegenüberstellungen mit dem errechneten Bedarf zu den vorhandenen Parkfeldern einen hohen Wert an Repräsentativität. Trotz der bescheidenen Datenmenge von 14 Objekten liegt der Wert R^2 über 0.6 und die erhaltene Trendlinie zeigt damit eine gute Beschreibung der Punktwolke an.

Die Objekte mit mehr Parkfeldern (vgl. Tab. 1, Seite 9) als nach minimal reduziertem Bedarf vorgesehen (Kategorie 1+2) haben eine tiefere Auslastung als die Objekte mit Parkplatzknappheit (Kategorie 3+4).

Abbildung 19 Maximal tägliche Auslastung und Verkehrserzeugung

Maximale Auslastung und SVP_{Parkfeld} Max. Auslastung und $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ 

Für die Auswertung der maximalen Auslastung und dem $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ kann wegen der grossen Streuung keine (lineare) Abhängigkeit festgestellt werden.

Hingegen ergibt die Auswertung für die maximale Auslastung und das SVP_{Parkfeld} eine gute Beschreibung der Punktwolke und zeigt eine deutliche Abhängigkeit an, indem Objekte mit einem grösseren SVP_{Parkfeld} generell auch eine höhere maximale Auslastung ausweisen.

Die Auslastung der Parkfelder einer Firma wird stark beeinflusst durch die Anzahl von Besuchern oder auch durch Mitarbeiter des Aussendienstes. Bei Schichtbetrieben ergibt sich eine Mehrfachnutzung der Parkfelder von selbst, die entsprechend berücksichtigt werden muss. Eine Lenkungsmöglichkeit ist die interne Parkierungsberechtigung.

Die gesammelte Datenmenge enthält drei Firmen (Nr. 5, 8 und 12), die als Betriebsform der Parkieranlage sowohl im Poolsystem als auch zu einem Teil mit fest zugeteilten Parkfeldern organisiert sind.

Tabelle 11 Übersicht nach Betriebsform der Parkieranlagen

Nr.	Kat. (Tab. 1, S. 9)	Arbeits- plätze	Park- felder Total	Aus- lastung Total	Parkfelder Pool-System		Parkfelder fest zugeteilt	
					Auslastung		Auslastung	
3	1	359	275	60%	alle	60%	--	--
5	1	465	402	44%	210	40%	192	51%
6	1	213	216	54%	alle	54%	--	--
7	1	380	433	49%	alle	49%	--	--
9	1	1300	960	61%	--	--	alle	61%
2	2	569	326	43%	alle	43%	--	--
11	2	415	240	48%	--	--	alle	48%
12	2	776	311	57%	110	--	201	--
8	3	974	291	75%	126	92%	165	60%
10	3	145	33	85%	--	--	alle	85%
1	4	1025	315	93%	alle	93%	--	--
14	4	495	128	75%	alle	75%	--	--
15	4	3420	850	64%	alle	64% ⁴	--	--

Pool-System: Die maximale Auslastung beim Pool-System liegt nach den Erhebungen zu beurteilen zwischen 40-60% (Kat. 1+2) und 75-90% (Kat. 3+4). Eine maximale Auslastung von mehr als 80% kann als guter Benutzungsgrad mit kleiner Reserve bezeichnet werden. Bei sehr grossem Parkfelder-Überangebot (Bsp. Nr. 5) sinkt der Auslastungsgrad merklich.

Fest zugeteilt: Die maximale Auslastung bei fest zugeteilten Parkfeldern liegt nach den Erhebungen zwischen 50-60% (Kat. 1+2) und 60% resp. 85% (Kat. 3+4). Die Auslastung der Parkieranlage bei dieser Betriebsform ist starken täglichen Schwankungen unterworfen. Bei sehr kleiner Parkfelderanzahl (z.B. Nr. 10) nimmt die Anzahl von Fremdparkierungen bei Abwesenheit des Parkfeldebessizers zu. Eine maximale Auslastung von 60% kann als durchschnittlicher Auslastungsgrad bezeichnet werden.

⁴ Im Prinzip gilt das Pool-System: Die Zuteilung der Parkierungsberechtigung wird abteilungsintern geregelt und Restriktionen der Firma sowie eine Überbelegung von 175% bei einer maximalen Auslastung von 64% weisen auf eine gemischte (verbesserungsfähige) Betriebsform hin.

Gemischt: Mit einer gemischten Betriebsform kann je nach Bedarf eine Anzahl Parkfelder fix zugeteilt und für eine optimale Ausnutzung der Anlage die restlichen Parkfelder im Pool-System betrieben werden. Je nach Aufteilung in die beiden Betriebsformen und nach vorhandener Parkplatzknappheit kann eine maximale Auslastung von 60% bis über 80% erreicht werden.

Mit jeder Einschränkung in der Parkierungsfreiheit von Automobilisten werden Reaktionen hervorgerufen, welche nicht mehr am betrachteten Objekt gemessen werden können. Die Einführung firmeninterner Restriktionen ist meistens abhängig vom Angebot des öffentlichen Verkehrs. Die gezielte Zusammenarbeit zwischen Verkehrsbetrieben und Firmen führt zu attraktiven Angeboten, die vor allem wegen den niedrigen Abonnementskosten auf grosse Resonanz stossen. Viele Mitarbeiter beugen sich bei plötzlichem Entzug der Parkierungsbewilligung der höheren Gewalt und wechseln die Verkehrsart für den Arbeitsweg. Dabei ist die Anzahl und Bewirtschaftung der öffentlichen und privaten Parkfeldern am Standort von Bedeutung. Die Bereitschaft und die finanzielle Schmerzgrenze für den Verzicht auf den Personenwagen zugunsten eines anderen Verkehrsmittels ist sehr unterschiedlich. Die Höhe der Dunkelziffer von täglichen Ausweichmanövern (Parkplatzsuche) in der Umgebung einer Firma ist zudem nicht messbar.

Fazit

Bei den Mitarbeitern fest zugeteilten Parkfeldern ist durchschnittlich eine maximale Auslastung von ca. 60% zu erwarten. Der Auslastungsgrad einer Parkierungsanlage kann durch das Einführen des Pool-Systems gesteigert werden. Dieses kann gesamthaft oder auf eine Anzahl Parkfelder beschränkt eingeführt werden und ist damit in der Lage, die Auslastung der Parkierungsanlage zu optimieren und Parkfelder einzusparen. Ab einer maximalen Auslastung von 80% kann eine Anlage als gut ausgelastet bezeichnet werden. Das Ausmass der Parkplatzverknappung ist abhängig von der Nutzungsart eines Objektes, dem regionalen Standort und dem örtlichen Umfeld einer Firma, welche die Bewirtschaftung einer Parkierungsanlage wesentlich beeinflussen können.

5.6 Literaturoswertung: Entwicklung und Vergleich

In zwei Forschungsberichten älteren Datums werden Aussagen in Richtung der aufgestellten Thesen angetroffen und in den folgenden Abschnitten zusammengefasst:

- FA 16/78, Bedarf an Parkfeldern, Verkehrspotentiale und Ganglinien von Dienstleistungsbetrieben und Verkaufsgeschäften [Lit. 1], Nov. 1981

Gezielte Erhebungen an Dienstleistungsbetrieben und Verkaufsgeschäften lieferten für jeden Betrieb den Parkfelderbedarf, die Verkehrspotentiale für den Privatverkehr, den öffentlichen Verkehr und für Fahrräder+Fussgänger, sowie die entsprechenden Ganglinien.

Der Bericht umfasst dreizehn Objekte, welche einzeln ausgewertet und unter Berücksichtigung des verschiedenartigen Umfeldes untersucht wurden. Die Datenmenge wurde anhand der Nutzung (publikumsintensive und übrige Dienstleistungsbetriebe, sowie Verkaufsgeschäfte) in drei Gruppen eingeteilt. Daraus wurde eine Empfehlung zur Normänderung beim Grenzbedarf an Parkfeldern pro Arbeitsplatz abgegeben.

- FA 10/81, Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung [Lit. 2], Oktober 1983

Ausarbeiten einer praktischen Methode zur Ermittlung von Verkehrsaufkommen als Folge des Parkplatzangebotes, des Parkierungsverhaltens und der Parkplatzbewirtschaftung. Die Verkehrsnachfrage ist kurzfristig mit planerischen Massnahmen praktisch nicht beeinflussbar. Der bestehende Verkehrsraum kann nur beschränkt erweitert werden, so dass im Verkehrsablauf eine bessere Ausnutzung durch Beeinflussung oder geeigneten Lenkungsmassnahmen erreicht werden muss.

Ein wesentlicher Punkt ist das Aufzeigen von Gesetzmässigkeiten, unterteilt in interne (z. B. Art der Nutzung) und externe Einflüsse (umliegende Nutzung). Vor allem die externen Charakteristiken der Untersuchungsobjekte sind häufig nicht eruierbar und ergeben Mängel in der statistischen Auswertung. In der methodischen Vorgehensweise werden zwei Ansätze beschrieben. Einerseits ausgehend von der Netzbelastung wird die Anzahl zulässiger Parkfelder bestimmt und dadurch auch die Möglichkeiten der Nutzung aufgezeigt oder andererseits ausgehend von einer bestimmten Nutzung durch Änderung der Parkraumorganisation die nötigen Reserven im Verkehrsablauf geschaffen. Die zeitlichen Gesetzmässigkeiten sind nach Parkregimen in Parkierungszonen und -anlagen aufgeteilt.

Die beiden erwähnten Forschungsarbeiten gingen nach der selben Methode vor, wie sie im aktuellen Forschungsauftrag Anwendung findet. Die Schlussfolgerungen dieser beiden Berichte werden durch die vorliegende Forschungsarbeit in den Grundzügen bestätigt. Das Problem der Untersuchungen liegt darin, dass die Randbedingungen von Objekt zu Objekt verschieden sind

und vor allem die unterschiedlichen Standorte und die Vielfältigkeiten im Umfeld einer Firma die Bildung von Gruppen erschwert. Sind ausserhalb der Parkieranlage einer Firma bessere Abstelmöglichkeiten [Lit. 15] vorhanden, werden diese von den Mitarbeitern auch genutzt. In der statistischen Auswertung ist wegen solchen Unbekannten die Repräsentativität meistens klein und die Unsicherheiten bezüglich Streuung in der Regel gross. Diese versteckte Verkehrserzeugung einer Firma ist kaum eruierbar und noch weniger beeinflussbar [Lit. 4].

Die Schlussfolgerung früherer Forschungsberichte stehen im Konsens mit dem bearbeiteten Auftrag. Das Problem liegt in der kleinen verfügbaren Stichprobenmenge verstärkt durch eine starke Streuung der Stichprobe, was wiederum zu einer tiefen Signifikanz führt. Eine Erhöhung der Datenmenge unter grossem Aufwand führt lediglich zu einer Aufwertung des statistischen Vertrauensbereich.

Mit relativ kleinen Stichproben für einen bestimmten Nutzungsbereich mit ähnlichem Verhaltensmuster können grobe Richtwerte mit gutem Aussagegehalt erzielt werden. Die Vielfalt der untersuchten Objekte mit uneinheitlichen Randbedingungen und externen Einflüssen spiegelt sich im breiten Ausmass der Streuung wider.

Die Strukturmerkmale einer Firma und die wechselnden Schwankungen der Wirtschaftslage bestimmen die Verkehrsnachfrage. Die häufigsten Ansätze zur Beeinflussung der Verkehrsnachfrage befassen sich mit den Kosten [Lit. 6] oder dem Angebot im öffentlichen Verkehr [Lit. 9-11].

6. Folgerungen

Die statistischen Auswertung weist überraschend deutliche Tendenzen aus, obwohl die Datenmenge mit fünfzehn durchgeführten Erhebungen gering ist. Mit der Unterteilung der Datenmenge anhand des errechneten Bedarfes (Kategorien) wird versucht die Abhängigkeit zwischen der Anzahl vorhandener Parkfelder und der Verkehrserzeugung aufzuzeigen. Vor allem bei Parkieranlagen mit einer Parkfelderzahl im Bereich des maximal reduzierten Bedarfes fehlen die nötigen Objekte und die Forschungsarbeit stösst dort an ihre Grenzen. Um eine höhere Sicherheit der Aussagen zu erreichen, müsste dafür die Datenmenge speziell in diesem Bereich erhöht werden. In der gegenwärtigen Wirtschaftslage haben viele Betriebe ihre Mitarbeiterzahl reduziert, so dass sehr schwierig ist, Objekte mit maximal reduziertem Bedarf zu finden.

Die Beobachtungen geben grobe Richtwerte an, die sowohl für Dienstleistungsbetriebe als auch für Firmen aus Industrie und Gewerbe angewendet werden können. Für spezialisierte Nutzungsarten wie Spitäler, Restaurants oder Einkaufszentren wurden keine Untersuchungen durchgeführt, weil dort

der Anteil der Mitarbeiterparkierung gegenüber der Besucherfrequenz eine untergeordnete Rolle spielt. Die Verkehrserzeugung für Mitarbeiter in diesen Arbeitssektoren wird in der ähnlichen Grössenordnung erwartet.

Sollen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit auf andere Firmen angewendet werden, so müssen die besonderen Gegebenheiten (Besucher, Aussendienst oder Schichtarbeit etc.) abgeklärt und deren Auswirkungen grob abgeschätzt werden. Die Untersuchung gibt sodann keine Antwort auf die Frage, wie auf die Verknappung der Parkfelder im einzelnen reagiert wird (Alternativen wie Umsteigen auf öV, Parkfeld nicht auf Firmenareal oder Einfluss der Witterung auf die Fahrzeugwahl).

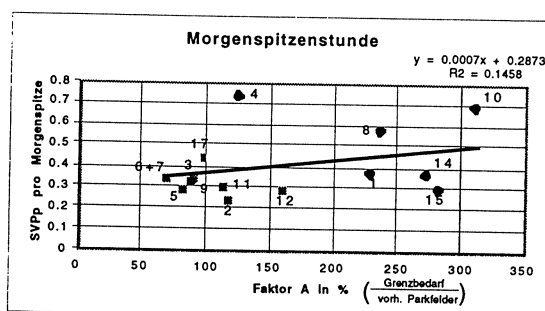
In der Forschungsarbeit werden die Möglichkeiten beschrieben, den hausgemachten Verkehr zu beeinflussen. Das Zusammenwirken von Restriktionen einer Firma zugunsten des öffentlichen Verkehrs zusammen mit der Bewirtschaftungsart der Parkfelder kann die Grösse resp. die Auslastung der Parkierungsanlage stark beeinflussen. Zudem ist mit der Faustformel ein einfaches Hilfsmittel entstanden, dass für die Praxis gute Resultate für die Abschätzung des spezifischen Verkehrspotentials liefert.

Die gewählte Methode durch Erheben der Fahrzeugbewegungen auf einem Firmenareal genauere Angaben über die Verkehrserzeugung zu erhalten, kann bei dieser Aufgabenstellung nicht mehr weiterverfolgt werden. Eine Möglichkeit der Verbesserung der Aussagegenauigkeit besteht in der gezielten Erweiterung von einzelnen Gruppen. Der Aufwand und die Kosten würden in keinem Verhältnis zu den gewonnenen neuen Erkenntnissen stehen, falls die gewünschte Datenmenge überhaupt zusammengetragen werden kann. Der Schwerpunkt einer weitergehenden Untersuchung muss in der Separierung unbekannter Einflüsse liegen (z.B. zeitliche Schmerzgrenze bei der Parkplatzsuche ausserhalb dem Firmenareal, Einfluss bei Tarifänderungen im öV, etc.). Weil jede Firma einer verschiedenartigen Geschäftstätigkeit betreibt, wird auch je nach Fall eine unterschiedliche Anzahl Parkfelder benötigt. In der Norm kann nicht allen firmenspezifischen Eigenheiten Rechnung getragen werden. Die Auswirkungen auf das spezifische Verkehrspotential (SVP) bei Veränderung der Parkfelderangebotes müssen fallweise in hoher Eigenverantwortung und gestützt auf die erarbeiteten Erfahrungswerte beurteilt werden.

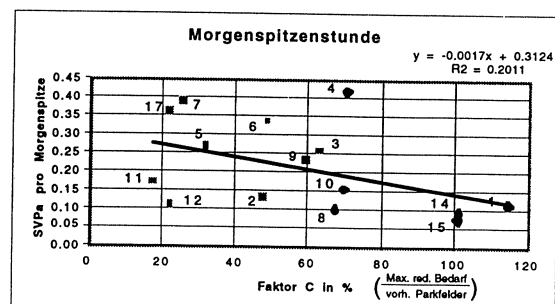
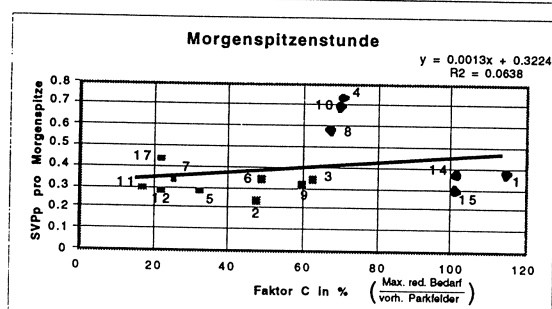
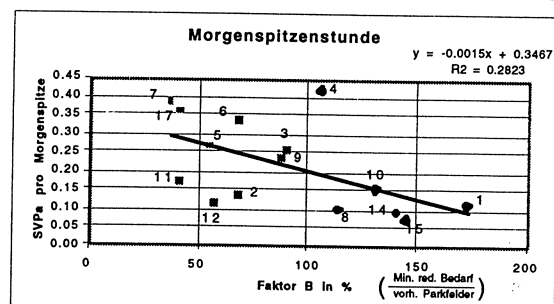
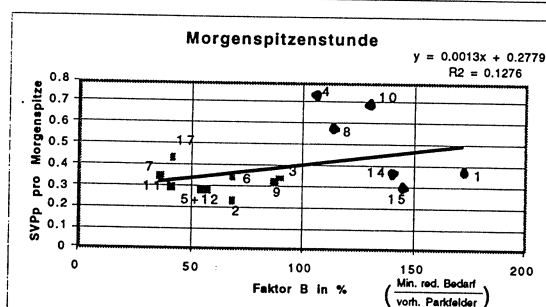
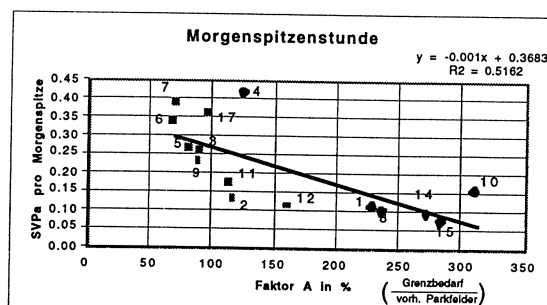
Grafische Auswertungen der Morgen- resp. Abendspitzenstunde

Morgenspitzenstunde

$SVP_{Parkfeld}$

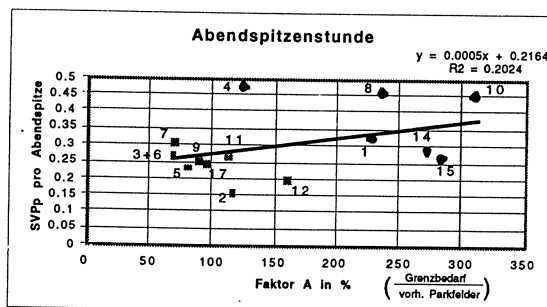


$SVP_{Arbeitsplatz}$

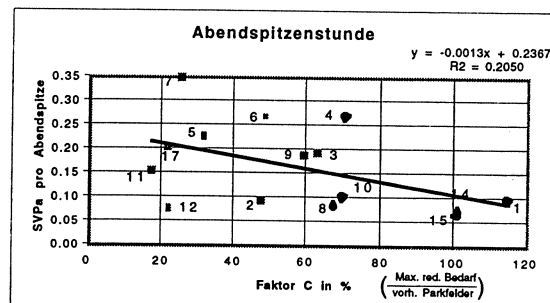
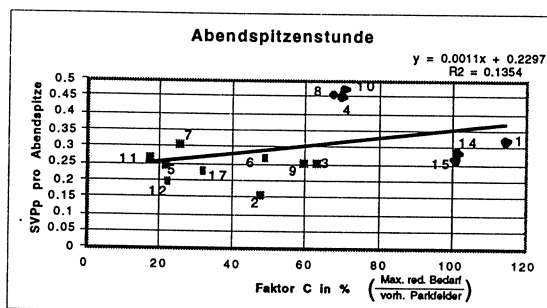
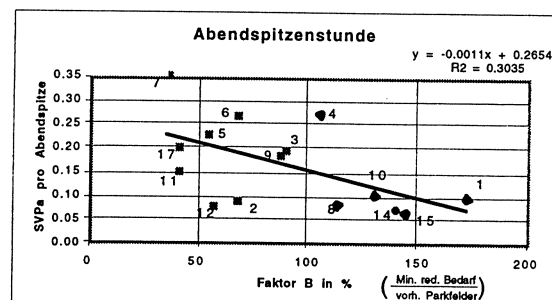
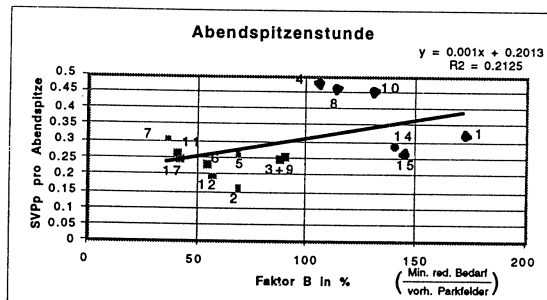
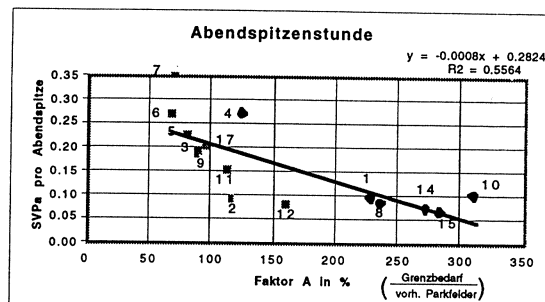


Abendspitzenstunde

SVP_{Parkfeld}



SVP_{Arbeitsplatz}



Definition der Güteklassen

nach SN 641 400, S. 11f

Die im Forschungsbericht gewählten Bezeichnungen können von der Norm verschieden sein: z.B. Faktor, Kategorie (vgl. Anhang F)

Abminderungen vom Grenzbedarf zum reduzierten Bedarf

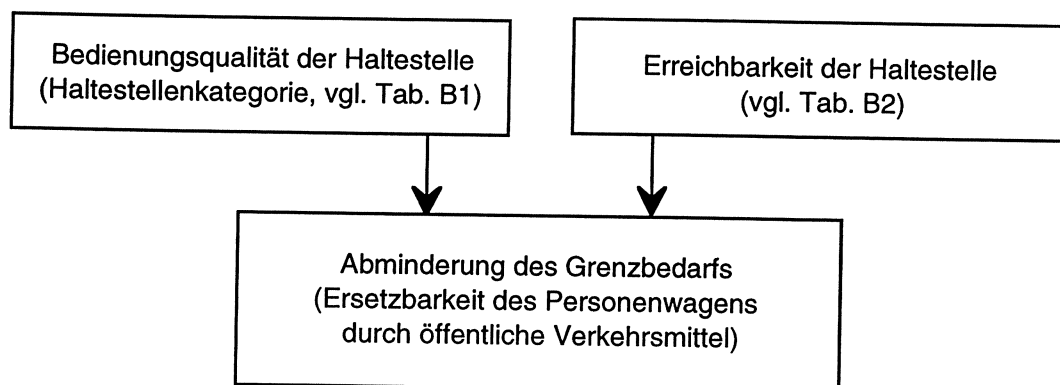
Ersetzbarkeit des Personenwagens durch öffentliche Verkehrsmittel

Die Ersetzbarkeit des Personenwagens durch andere Verkehrsmittel hängt vor allem vom Fahrtzweck und der Erschliessungsqualität durch den öffentlichen Verkehr ab.

Es lassen sich insbesondere Parkfelder für Beschäftigte (am Arbeitsplatz), Besucher und Kunden reduzieren.

Die Qualität der Erschliessung durch den öffentlichen Verkehr wird nebst anderen Kriterien durch die Bedienungsqualität der Haltestelle (Haltestellenkategorie) und die Erreichbarkeit der Haltestellen bestimmt.

Abbildung B1 Ersetzbarkeit des Personenwagens durch öffentliche Verkehrsmittel



Bei der Ermittlung der Haltestellenkategorien I bis V (Tab. C1) wird zwischen der Art der öffentlichen Verkehrsmittel unterschieden:

- Bahnknoten (mehrere Bahnlinien in verschiedene Richtungen)
- Bahnlinie, wobei eine Bahn mit „Tramcharakter“ als Tram aufgefasst werden kann.
- tramway, Trolley-/Autobus (städtische Hauptlinien) oder Regionalbus.
- Ortsbus oder lokaler Kleinbus, wobei ein Ortsbus mit gutem Anschluss an eine Bahnlinie als Regionalbus eingestuft werden kann.

Tabelle B1 Ermittlung der Haltestellenkategorie

	Art des Verkehrsmittels			
Kursintervall	Gruppe A ¹⁾		Gruppe B ¹⁾	
	Bahnknoten	Bahnlinie	Tram, Trolley- /Autobus (städtische Hauptlinien), Regionalbus	Ortsbus, lokaler Kleinbus
< 5 Min./min	I	I	II	III
5 ... 9 Min./min	I	II	III	IV
10 ... 19 Min./min	II	II	IV	V
20 ... 39 Min./min	III	IV	V	V
40 ... 60 Min./min	IV	V	V	--

- ¹⁾ Die Verkehrsmittelarten werden für die Ermittlung des durchschnittlichen Kursintervalles zu zwei Gruppen A und B zusammengefasst. Innerhalb der gleichen Gruppen müssen für die Intervallberechnung alle Verkehrsmittel zusammen berücksichtigt werden. Als Kursintervall gilt der durchschnittliche Abstand zwischen den Ankünften bzw. Abfahrten (pro Linie jeweils in der Hauptlastrichtung) aller Verkehrsmittel der gleichen Gruppe zwischen 6.00 und 20.00 Uhr (Montag bis Freitag).

Verdichtungen in den Hauptverkehrszeiten werden anteilmässig berücksichtigt, analog ist bei Linienüberlagerungen vorzugehen.

In reinen Arbeitsplatzgebieten mit stark verdichtetem Angebot während den „Pendlerzeiten“ ist das durchschnittliche Kursintervall von 6.00 bis 8.30 Uhr und 16.00 bis 18.30 Uhr anzuwenden (Mo - Fr).

Ausgehend von den Haltestellenkategorien I bis V kann das Baugebiet abhängig von der Erreichbarkeit der Haltestellen für Fussgänger in Erschliessungsgüteklassen eingeteilt werden. Die aufgeführten Distanzen (Luftlinie) berücksichtigen mittlere Umwegfaktoren von 20 bis 30%.

Tabelle B2 Güteklassen der Erschliessung durch den öffentlichen Verkehr

Haltestellen- kategorie	Erreichbarkeit der Haltestellen (Distanzen in m)			
	< 300 m	300 ... 500 m	501 ... 750 m	751 ... 1000 m
I	Klasse A	Klasse A	Klasse B	Klasse C
II	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
III	Klasse B	Klasse C	Klasse D	--
IV	Klasse C	Klasse D	--	--
V	Klasse D	--	--	--

Bei besonderen Umständen (z. B. schwierige Topographie, grössere Höhendifferenzen) wird die nächsttiefere Klasse gewählt oder die Fusswegdistanz entsprechend vergrössert.

Die Einteilung des Gemeindegebietes in Güteklassen der öffentlichen Verkehrserschliessung kann vorzugsweise in einem Übersichtsplan festgehalten werden.

Die Gebietsabgrenzung der einzelnen Klassen nach obigen Grundregeln soll nach plausiblen Gesichtspunkten vereinfacht werden. Dabei sind sowohl natürliche Grenzen (Topographie, Flüsse) als auch künstliche Grenzen (Zonenabgrenzungen, Strassennetz, usw.) zu berücksichtigen. Der Übersichtsplan mit den Gebietsabgrenzungen (Klassen A-D) bildet eine wichtige Grundlage für die kommunalen Parkplatzerlasse.

Reduzierter Bedarf an Parkfeldern

Der reduzierte Bedarf an Parkfeldern wird entsprechend der Güteklasse des betroffenen Baugebietes in % des Grenzbedarfes festgelegt. Der Mindestwert legt die Zahl der minimal erforderlichen Parkfelder fest (Pflichtplätze); der Höchstwert die Zahl der maximal zulässigen Parkfelder. Im Rahmen dieser Minimal- und Maximalangabe kann die zu erstellende Anzahl Parkfelder bestimmt werden.

Zweiräder und Fussgänger

Bei überdurchschnittlicher Attraktivität des Fussweg- und Radroutennetzes ist eine Abminderung des Grenzbedarfes möglich.

Mehrfachnutzung der Parkfelder

Als Mehrfachnutzung wird die zeitlich gestaffelte Benutzung derselben Parkfelder für verschiedene Tätigkeiten bezeichnet, z. B. Arbeiten/Einkaufen (Montag-Freitag für Beschäftigte, Samstag für Kunden), Einkaufen/Freizeit (während Ladenöffnungszeiten für Kunden, abends für Theaterbesucher) usw.

Statistische Kontrollen

Die Interpretation der Datenmenge erfolgt in je drei Regressionsanalysen (Tag, Morgen- und Abendspitzenstunde) für das SVP_{Parkfeld} und dem $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$. Das Vertrauensintervall ist auf fünfzehn Beobachtungen und ein Signifikanzniveau von 95% ausgelegt. Bei der Durchführung der statistische Kontrollen wird in allen Fällen von der Annahme einer Normalverteilung der Datenmenge ausgegangen.

Tabelle C1 Vertrauensintervalle für Regressionsgeraden

	Faktor A [$\frac{\text{Grenzbedarf}}{\text{vorhandene Parkfelder}}$]		Faktor B [$\frac{\text{Minimal red. Bedarf}}{\text{vorhandene Parkfelder}}$]		Faktor C [$\frac{\text{Maximal red. Bedarf}}{\text{vorhandene Parkfelder}}$]	
	SVPp	SVPa	SVPp	SVPa	SVPp	SVPa
Mittelwert Faktor	155.3597	155.3597	90.3339	90.3339	57.3642	57.3642
Achsabschnitt (a)	1.5549	2.2746	1.5597	2.2675	1.9254	2.0634
Steigung (b)	0.0064	-0.0058	0.0109	-0.0099	0.0108	-0.0120
Korrelation R	0.5269	-0.6423	0.4507	-0.5480	0.3242	-0.4830
R ²	0.2776	0.4126	0.2031	0.3003	0.1051	0.2333
Achsabschnitt ± Quotient	±1.0842	±0.7275	±1.2862	±0.8948	±1.2231	±0.8415
Steigung ± Quotient	±0.0062	±0.0041	±0.0130	±0.0090	±0.0189	±0.0130
Hypothesentest H_0 (Steigung b = Null, horizontal)						
obere Grenze	0.0051	0.0034	0.0106	0.0074	0.0155	0.0107
Steigung (b) [absolut]	0.0064	0.0058	0.0109	0.0099	0.0108	0.0120
	H_0 ver- werfen	H_0 ver- werfen	H_0 ver- werfen	H_0 ver- werfen	H_0 gilt	H_0 ver- werfen

Hypothesentest H_0 gilt, wenn die Steigung (b) kleiner als die obere Grenze der Testauswertung H_0 ist. Da die Interpretation der Punktwolke bei allen Auswertungen keine horizontale Gerade ist, wird mit einem zweiten Test (Varianztest) untersucht. Die Datenmenge ist in zwei Kategorien (vgl. Tab. 4 resp. Abb. 5, Seite 15) unterteilt und diese werden miteinander verglichen, damit eine horizontale Gerade als Resultat weitestgehend ausgeschlossen werden kann.

Tabelle C2

Varianztest, Gegenüberstellung von zwei Kategorien

Kategorie	Nr.	SVpp (Tag)	SVpa (Tag)	SVpp (Morgenspitze)	SVpa (Morgenspitze)	SVpp (Abendspitze)	SVpa (Abendspitze)
1	3	1.55	1.19	0.34	0.26	0.25	0.19
1	5	2.03	2.04	0.28	0.27	0.23	0.23
1	6	1.72	1.75	0.33	0.34	0.26	0.27
1	7	2.68	3.06	0.34	0.39	0.31	0.35
1	9	1.82	1.34	0.31	0.23	0.25	0.18
1	17	2.93	2.43	0.44	0.36	0.24	0.20
2	2	1.33	0.76	0.23	0.13	0.16	0.09
2	11	2.16	1.25	0.30	0.17	0.26	0.15
2	12	1.57	0.63	0.28	0.11	0.20	0.08
n		9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Summe:		17.78	14.44	2.86	2.26	2.16	1.74
Mittelwert:		1.98	1.60	0.32	0.25	0.24	0.19
Standardabweichung s		0.54	0.79	0.06	0.10	0.04	0.08
Standardabweichung s2		0.29	0.63	0.00	0.01	0.00	0.01
(n-1) s2		2.31	5.04	0.03	0.08	0.01	0.06

3	4	3.92	2.23	0.74	0.32	0.48	0.27
3	8	3.52	0.63	0.58	0.10	0.46	0.09
3	10	4.91	1.12	0.70	0.16	0.45	0.10
4	1	3.49	1.07	0.38	0.12	0.32	0.10
4	14	2.61	0.67	0.38	0.10	0.29	0.07
4	15	1.96	0.49	0.30	0.07	0.27	0.07
n		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Summe:		20.41	6.21	3.07	0.87	2.28	0.70
Mittelwert:		3.40	1.04	0.51	0.14	0.38	0.12
Standardabweichung s		1.03	0.64	0.19	0.09	0.10	0.08
Standardabweichung s2		1.05	0.41	0.03	0.01	0.01	0.01
(n-1) s2		5.26	2.03	0.17	0.041	0.046	0.029

[1/9 + 1/6]		0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
[n - 2]		13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
n-Term [0.28/13]		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Signifikanzniveau 95%

Annahmebereich für Ho (gleiche Erwartungswerte)					
22010	22010	22010	22010	22010	22010
0.3560	0.3325	0.0094	0.0056	0.0029	0.0040
-1.4251	0.5691	-0.1941	0.1071	-0.1397	0.0761
Ho verwerfen	Ho verwerfen	Ho verwerfen	Ho verwerfen	Ho verwerfen	Ho verwerfen

Für eine Bestätigung der Null-Hypothese sollte die Differenz der Mittelwerte innerhalb der Grenzen ($\pm$) liegen. In allen Betrachtungsfällen kann die Annahme einer horizontalen Geraden als Resultat der Regressionsgleichung verworfen werden.

Lineare oder logarithmische Regression

Aufgrund der tiefen Werte R^2 und der Form der Punktwolke wurde die Auswertung des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ in einem ersten Durchgang mit logarithmischem Ansatz durchgeführt. Die Beschreibung der Datenmenge anhand einer Kurve ergibt gegenüber einer Geraden nur geringfügige Verbesserungen der Repräsentativität. Die Erklärung liegt in der flachen Steigung der Kurve, die wie in unserer Fall auf einen kleinen Abschnitt angewendet durch eine Gerade ersetzt werden kann.

Einfachheitshalber und wegen der besseren Vergleichbarkeit der beiden Betrachtungspunkte (SVP_{Parkfeld} und $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$) werden die Auswertungen einheitlich mit einer linearen Regression durchgeführt.

Regressionsgleichungen

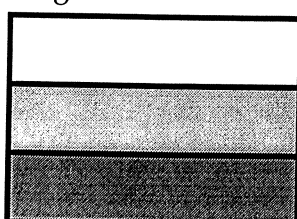
SVP_{Parkfeld}

Betrachtungs- grösse	Ø (Tab.9)	Gleichung der Regressionsgeraden SVP_{Parkfeld} 1. Reduktion Anzahl Fahrten _{Parkfeld} bei -50% Parkfelder 2. Veränderung SVP_{Parkfeld} bei -50% Parkfelder		
		Tag	Morgen	Abend
$\left[\frac{\text{Grenzbedarf}}{\text{vorh. Parkfelder}} \right]$ (Faktor A)	82- 260%	$0.0064 \cdot x + 1.5543$ -32% bis -37% 25% bis 35%	$0.0007 \cdot x + 0.2873$ -38% bis -42% 17% bis 24%	$0.0005 \cdot x + 0.2164$ -38% bis -42% 16% bis 23%
$\left[\frac{\text{Min. red. Bedarf}}{\text{vorh. Parkfelder}} \right]$ (Faktor B)	56- 152%	$0.0109 \cdot x + 1.5597$ -33% bis -36% 28% bis 35%	$0.0013 \cdot x + 0.2779$ -37% bis -40% 21% bis 26%	$0.0010 \cdot x + 0.2013$ -36% bis -39% 22% bis 27%
$\left[\frac{\text{Max. red. Bedarf}}{\text{vorh. Parkfelder}} \right]$ (Faktor C)	29- 105%	$0.0108 \cdot x + 1.9254$ -39% bis -43% 14% bis 23%	$0.0013 \cdot x + 0.3224$ -41% bis -45% 10% bis 17%	$0.0011 \cdot x + 0.2297$ -40% bis -44% 12% bis 20%

$SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$

Betrachtungs- grösse	Ø (Tab.9)	Gleichung der Regressionsgeraden $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ Reduktion Anzahl Fahrten _{Arbeitsplatz} bei -50% weniger Parkfelder		
		Tag	Morgen	Abend
$\left[\frac{\text{Grenzbedarf}}{\text{vorh. Parkfelder}} \right]$ (Faktor A)	82- 260%	$-0.0058 \cdot x + 2.275$ -26% bis -50%	$-0.0010 \cdot x + 0.368$ -29% bis -55%	$-0.0008 \cdot x + 0.282$ -30% bis -58%
$\left[\frac{\text{Min. red. Bedarf}}{\text{vorh. Parkfelder}} \right]$ (Faktor B)	56- 152%	$-0.0099 \cdot x + 2.268$ -32% bis -50%	$-0.0015 \cdot x + 0.347$ -32% bis -49%	$-0.0011 \cdot x + 0.265$ -30% bis -46%
$\left[\frac{\text{Max. red. Bedarf}}{\text{vorh. Parkfelder}} \right]$ (Faktor C)	29- 105%	$-0.0120 \cdot x + 2.063$ -20% bis -44%	$-0.0017 \cdot x + 0.312$ -19% bis -40%	$-0.0013 \cdot x + 0.237$ -19% bis -41%

Legende:



SVP_{Parkfeld}
Auswertung Tag

Auswertung
Spitzenstunde

Nur zwei Objekte im Bereich des maximal
reduzierten Bedarfes; geringe Repräsentativität

$SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$
Auswertung Tag und
Spitzenstunde

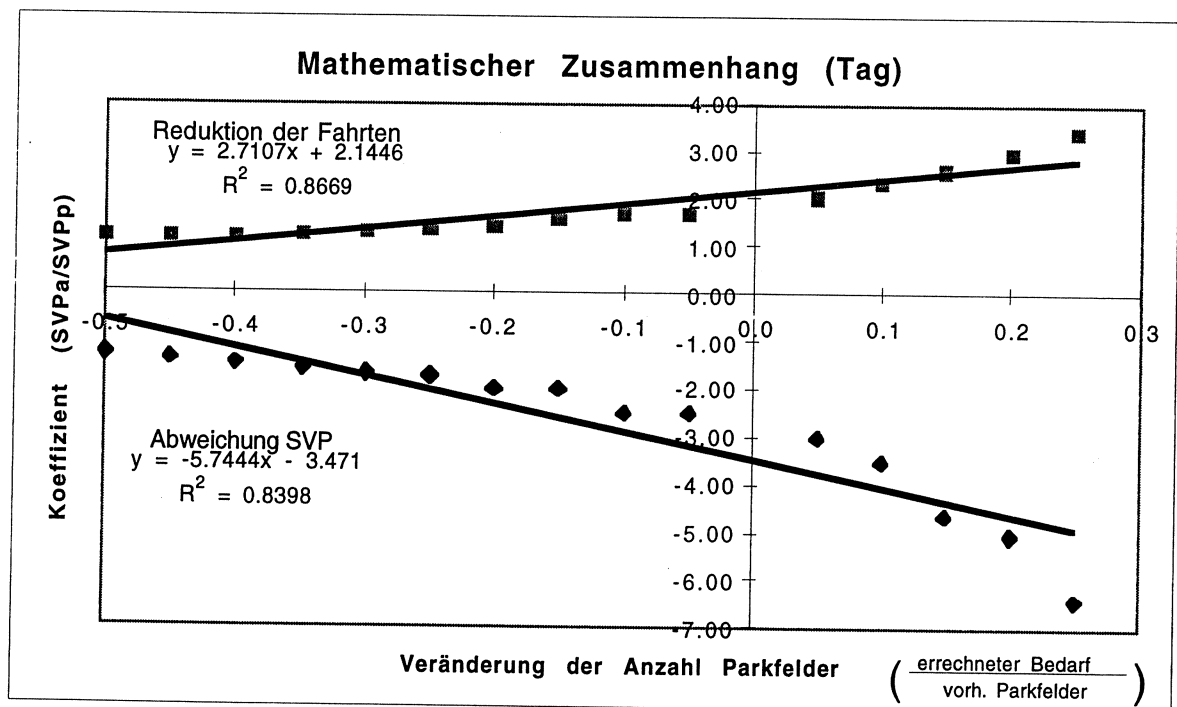
--

Mathematischer Zusammenhang SVP_{Parkfeld} und $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$

Im Bericht werden zu jedem Objekt nach Parkfelder und Arbeitsplätzen zwei Grössen untersucht; das spezifische Verkehrspotential und die Anzahl Fahrten. Bei einer Veränderung der Anzahl Parkfelder besteht zwischen dem $\Delta SVP_{\text{Parkfeld}}$ und dem $\Delta SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ ein mathematischer Zusammenhang.

Als Bezugsgrösse wird das Verhältnis ($\Delta SVP_{\text{Arbeitsplatz}} / \Delta SVP_{\text{Parkfeld}}$) gewählt.

Abbildung E1 Mathematischer Zusammenhang (Tag)



Die Anwendung dieser beiden Gleichungen ermöglicht entweder über die Veränderung der Anzahl Fahrten oder des ΔSVP die fehlende Bezugsgrösse abzuschätzen. D.h. sind die Resultate $\Delta SVP_{\text{Parkfeld}}$ oder Fahrten für Parkfelder vorhanden, können durch einsetzen in den oben abgebildeten Gleichungen (Abb. E1) die entsprechenden Werte für Arbeitsplätze abgeschätzt werden.

Das Resultat gibt einen groben Richtwert im Vertrauensbereich an:

Abweichung vom SVP (Tag):

Beispiele:

- Ausgangslage:
- Reduktion der Anzahl Parkfelder um 25% ($\rightarrow x = -0.25$)
 - $\Delta SVP_{\text{Parkfeld}} = +12\%$ (Berechnung siehe Kapitel 5.2)

Gesucht: $\Delta SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ (Abschätzung)

$$\left[\frac{\Delta SVP_{\text{Arbeitsplatz}}}{\Delta SVP_{\text{Parkfeld}}} \right] = -5.744 * x - 3.471 \quad \begin{aligned} \Delta SVP_{\text{Arbeitsplatz}} &= [-5.744 * (-0.25) - 3.471] * 12\% \\ \Delta SVP_{\text{Arbeitsplatz}} &= -24\% \end{aligned}$$

x = Veränderung der Anzahl Parkfelder

In der Gleichung von Abweichung SVP eingesetzt ergibt sich bei einem $\Delta SVP_{\text{Parkfeld}}$ von +12% eine Abnahme des $SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ um -24% am Beispiel einer Reduktion der Anzahl Parkfelder um ein Viertel.

Wird mit der Bezugsgrösse der Anzahl Fahrten gerechnet, kann das gesuchte ΔSVP durch Einsetzen (x = Veränderung der Anzahl Parkfelder) anhand folgender Gleichung ermittelt werden:

$$\text{Reduktion der Anzahl Fahrten (Tag):} \quad \left[\frac{\Delta SVP_{\text{Arbeitsplatz}}}{\Delta SVP_{\text{Parkfeld}}} \right] = 2.711 * x + 2.145$$

x = Veränderung der Anzahl Parkfelder

Die Gleichungen können nach selber Vorgehensweise verwendet werden, wenn das $\Delta SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$ bekannt und das $\Delta SVP_{\text{Parkfeld}}$ gesucht wird.

Verzeichnis der Begriffe und Abkürzungen

Verzeichnis (Alphabetisch geordnet)

Angebot	Der Begriff „Angebot“ wird in diesem Bericht im Sinne eines realisierten Angebots bei neuen Anlagen verwendet und nicht wie in der Norm (SN 641'400) als Zielgrösse. Das realisierte Angebot ist meist grösser als der Bedarf.
Arbeitsplatz	Zur einheitlichen Berechnung der Anzahl Mitarbeiter unter Berücksichtigung von Teilzeitarbeit wurde folgende Vereinfachung gewählt: Vollzeitangestellt 80-100% = 100% Teilzeitangestellt 10-79% = 50%
Auslastungsgrad	Belegung der Parkieranlage, gemessen an besetzten Parkfeldern in Bezug auf die Gesamtzahl der Parkfelder
Bedarf	Die verschiedenen Abminderungsstufen (gemäss SN 641'400) ergeben den Bedarf. Es wird unterschieden zwischen Grenzbedarf*, minimal und maximal reduziertem Bedarf*.
Betriebsform	Bei den Parkieranlagen wird in diesem Bericht unterschieden zwischen Pool* und fester Zuteilung von Parkfeldern an Mitarbeiter. Ferner kommt eine Vermischung beider erwähneter Systemarten vor.
Faktor	Das Verhältnis errechneter Bedarf zu vorhandenen Parkfeldern wird im Berechnungsgang als Faktor verwendet.
Grenzbedarf	Ein Objekt wird ausschliesslich durch Personenwagenverkehr erschlossen. Ein für den Fahrtzweck üblicher Anteil an Velo-/Mofa- und Fussgängerverkehr ist berücksichtigt. Diese meist theoretische Grösse widerspiegelt eine obere Grenze der Parkfeldernachfrage (SN 641'400).
Gütekategorie	Eine Parzelle wird anhand der Erschliessung durch den öffentlichen Verkehr beurteilt aufgrund der Entfernung zur Haltestelle und dem öV-Angebot (Haltestellenkategorien*).

* vgl. separate Beschreibung des Begriffes.

Haltestellenkategorie	Beurteilung der Bedienungsqualität einer Haltestelle nach Kursintervall und anhand der Art des Verkehrsmittels.
Kategorien (auch Objektkategorie)	Im Bericht werden die Bedarfswerte (Grenz-, minimal und maximal reduzierter Bedarf) der untersuchten Parkieranlagen in Kategorien unterteilt (vgl. Tab. 1, S. 9).
Maximale Auslastung	Belegung am Ende der Vorstunde plus Anzahl Einfahrten abzüglich Anzahl Ausfahrten in der betrachteten Spitzenstunde an der Gesamtzahl der vorhandenen Parkfelder gemessen.
Mehrfachnutzung	Die gestaffelte Nutzung von Parkfeldern durch verschiedene Aktivitäten wird bei der Berechnung des Bedarfes entsprechend berücksichtigt.
Normbedarf	Als Normbedarf wird der Bezugspunkt der Auswertung bezeichnet, welcher den jeweiligen Bedarf für den gewählten Abminderungsstand darstellt.
Poolbetrieb	Betriebsform einer Parkieranlage bei der keine feste Zuteilung der Parkfelder erfolgt. Die Zahl der Berechtigten ist grösser als die Zahl der Parkfelder. Mit der Annahme, dass sich mit den durchschnittlichen Abwesenheiten (Ferien, Militär, Krankheit, berufliche Kommissionen etc.) ausreichende Parkierungsmöglichkeiten ergeben.
Reduzierter Bedarf	Ergibt sich aufgrund der Ersetzbarkeit des Personenwagenverkehrs durch öffentlichen Verkehr, Fussgänger- und Velo-/Mofaverkehr sowie der Mehrfachnutzung* der Parkfelder. Es wird in minimal und maximal reduzierten Bedarf unterschieden, wobei der maximal reduzierte Bedarf dem Minimalwert des berechneten Bedarfes und somit der grössten zulässigen Abminderung nach Norm (SN 641'400) entspricht.
Restriktionen	Einschränkung der Parkierungsberechtigung durch firmeninterne Beschlüsse für Kosteneinsparungen im Anlagenbereich; mit dem Ziel der Verhinderung von Fahrten oder der Förderung des öffentlichen Verkehrs.
SVP	Spezifisches Verkehrspotential: Summe aller Zu- und Wegfahrten während einem betrachteten Zeitraum pro Parkfeld (SVP_{Parkfeld}) oder pro Arbeitsplatz ($SVP_{\text{Arbeitsplatz}}$).

* vgl. separate Beschreibung des Begriffes.

Literaturnachweis

- Lit. 1 Bedarf an Parkfeldern, Verkehrspotentiale und Ganglinien von Dienstleistungsbetrieben und Verkaufsgeschäften; FA 16/78, Ingenieurbüro Jud, Nov. 1981
- Lit. 2 Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung; FA 10/81, Glaser+Saxer, Planer+Ingenieure, Okt. 1983
- Lit. 3 Wie belastet ein Dienstleistungsunternehmen die Umwelt?; Schweizer Ingenieur+Architekt (SIA) Nr. 14, März 1996
- Lit. 4 Mobilitätsbeeinflussung in öffentlichen und privaten Betrieben; Planungs- und Ingenieurbüro Jud AG/Umweltschutzfachstelle Zürich, Dez. 1991
- Lit. 5 Privatparkplätze im Kreis 1; Städtisches Planungsamt Zürich, Dez 1992
- Lit. 6 Sparen ja - aber nicht bei Parkplätzen; Tagesanzeiger/Swissair, 29. Dez. 1993
- Lit. 7 Saubere Luft, gesundes Leben; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal), Juni 1991
- Lit. 8 Handbuch: Parkraumoptimierung; Kantonales Amt für Industrie, Gewerbe und Arbeit (KIGA), Bern 1995
- Lit. 9 Der öffentliche Verkehr im Kanton Zug - Synthese Bericht; IPSO, Juli 1992
- Lit. 10 Der öffentliche Verkehr im Kanton Zug - Teilbericht Conjoint-Analyse; IPSO, Juli 1992
- Lit. 11 Der öffentliche Verkehr im Kanton Zug - Teilbericht Repräsentative Bevölkerungsbefragung; IPSO, Dez 1991
- Lit. 12 Bericht zu einer Fallstudie bei Mitarbeitern der IBM Schweiz; Verkehrsbetriebe Zürich, Marketingcontrolling, November 1996
- Lit. 13 SVP an Werktagen in der Zürcher-Innenstadt; Stadtpolizei Zürich/SNZ-Notiz Nr. 210, Juli 1980

- Lit. 14 Parkplatzangebot und Verkehrsaufkommen bei schweizerischen Einkaufszentren; SNZ-Notiz Nr. 135, April 1976
- Lit. 15 Aufheben von Dauerparkplätzen; SNZ-Notiz Nr. 276, Mai 1984
- Lit. 16 Verhaltensänderungen im Verkehr; Nationales Forschungs-
 Programm 'Stadt und Verkehr', Zürich 1993
- Lit. 17 Statistik; Bohley 2. Auflage, Oldenburg 1987

Forschungsberichte auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)
Rapports de recherche sur proposition de l'Association suisse des ingénieurs en transports
 (erschienen im Rahmen der Forschungsreihe des EVED/parus dans le cadre des recherches du DFTCE)

- 1980 **Velo- und Mofaverkehr in den Städten**
(R. Müller)
- 1980 **Anleitung zur Projektierung einer Lichtsignalanlage**
(Seiler Niederhauser Zuberbühler)
- 1981 **Güternahverkehr, Gesetzmässigkeiten**
(E. Stadtmann)
- 1981 **Optimale Haltestellenabstände beim öffentlichen Verkehr**
(Prof. H. Brändli)
- 1982 **Entwicklung des schweizerischen Strassenverkehrs ***
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1983 **Lichtsignalanlagen mit oder ohne Uebergangssignal Rot-Gelb**
(Weber Angehrn Meyer)
- 1983 **Güternahverkehr, Verteilungsmodelle**
(Emch + Berger AG)
- 1983 **Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung ***
(Glaser + Saxer)
- 1984 **Le rôle des taxis dans les transports urbains (franz. Ausgabe)**
(Transitec)
- 1984 **Park and Ride in Schweizer Städten ***
(Balzari & Schudel AG)
- 1986 **Verträglichkeit von Fahrrad, Mofa und Fussgänger auf gemeinsamen Verkehrsflächen ***
(Weber Angehrn Meyer)
- 1987 **Verminderung der Umweltbelastungen durch verkehrsorganisatorische und -technische Massnahmen ***
(Metron AG)
- 1987 **Provisorischer Behelf für die Umweltverträglichkeits-Prüfung von Verkehrsanlagen ***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
- 1988 **Bestimmungsgrössen der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr ***
(Rapp AG)
- 1988 **EDV-Anwendungen im Verkehrswesen**
(IVT, ETH Zürich)
- 1988 **Forschungsvorschläge Umweltverträglichkeitsprüfung von Verkehrsanlagen**
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
- 1989 **Vereinfachte Methode zur raschen Schätzung von Verkehrsbeziehungen ***
(P. Widmer)
- 1990 **Planungsverfahren bei Ortsumfahrungen**
(Toscano-Bernardi-Frey AG)
- 1990 **Anteil der Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit vom Strassentyp**
(Abay & Meyer)
- 1991 **Busbuchten, ja oder nein?***
(Zwicker und Schmid)
- 1991 **EDV-Anwendung im Verkehrswesen, Katalog 1990**
(IVT, ETH Zürich)
- 1991 **Mofa zwischen Velo und Auto**
(Weber Angehrn Meyer)
- 1991 **Erhebung zum Güterverkehr**
(Abay & Meier, Albrecht & Partner AG, Holinger AG, RAPP AG, Sigmaplan AG)
- 1991 **Mögliche Methoden zur Erstellung einer Gesamtbewertung bei Prüfverfahren**
(Basler & Partner AG)
- 1992 **Einsatzkonzepte und Integrationsprobleme der Elektromobile***
(U. Schwegler)
- 1992 **UVP bei Strassenverkehrsanlagen, Anleitung zur Erstellung von UVP-Berichten***
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
erschieden auch als Mitteilungen zur UVP Nr. 7/Mai 1992 des BUWAL
- 1992 **Von Experten zu Beteiligten - Partizipation von Interessierten und Betroffenen beim Entscheiden über Verkehrsvorhaben**
(J. Dietiker)

- 1992 **Fehlerrechnung und Sensitivitätsanalyse für Fragen der Luftreinhalte: Verkehr - Emissionen - Immissionen ***
(INFRAS)
- 1993 **Indikatoren im Fussgängerverkehr ***
(RAPP AG)
- 1993 **Velofahren in Fussgängerzonen**
(P. Ott)
- 1993 **Vernetztes bzw. ganzheitliches Denken bei Verkehrsvorhaben**
(Jauslin + Stebler, Rudolf Keller AG)
- 1993 **Untersuchung des Zusammenhanges von Verkehrs- und Wandermobilität**
(synergo, Jenni + Gottardi AG)
- 1993 **Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von flexiblen Nutzungen im Strassenraum**
(Sigmaplan AG)
- 1993 **EIE et infrastructures routières, Guide pour l'établissement de rapports d'impact**
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
erschieden als Mitteilungen zur UVP Nr. 7(93) / Juli 1993 des BUWAL/parus comme informations concernant l'étude de l'impact sur l'environnement EIE No. 7(93) / juillet 1993 de l'OFEFP
- 1993 **Handlungsanleitung für die Zweckmässigkeitsprüfung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Vorstudie**
(Jenni + Gottardi AG)
- 1994 **Leistungsfähigkeit beim Fahrstreifenabbau auf Hochleistungsstrassen**
(Rutishauser, Mögerle, Keller)
- 1994 **Perspektiven des Freizeitverkehrs, Teil 1: Determinanten und Entwicklungen***
(R + R Burger AG, Büro Z)
- 1995 **Verkehrsentwicklungen in Europa, Vergleich mit den schweizerischen Verkehrsperspektiven**
(Prognos AG / Rudolf Keller AG)
erschieden als GVF-Auftrag Nr. 267 des GS EVED Dienst für Gesamtverkehrsfragen / paru au SG DFTCE Service d'étude des transports No. 267
- 1996 **Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen**
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1997 **Zweckmässigkeitsbeurteilung von Strassenverkehrsanlagen**
(Jenni + Gottardi AG)
- 1997 **Verkehrsgrundlagen für Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen**
(Ernst Basler + Partner AG)
- 1998 **Entwicklungsindices des Schweizerischen Strassenverkehrs**
(Abay + Meier)
- 1998 **Kennzahlen des Strassengüterverkehrs in Anlehnung an die Gütertransportstatistik 1993**
(Albrecht & Partner AG / Symplan Map AG)
- 1998 **Was Menschen bewegt. Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme**
(J. Dietiker)
- 1998 **Das spezifische Verkehrspotential bei beschränktem Parkplatzangebot**
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1998 **La banque de données routières STRADA-DB somme base de modèles de trafic**
(Robert-Grandpierre et Rapp SA / INSER SA / Rosenthaler & Partner AG)
- 1998 **Perspektiven des Freizeitverkehrs. Teil 2: Strategien zur Problemlösung**
(R + R Burger und Partner, Büro Z)

Die Berichte können bezogen werden bei / Les rapports peuvent être commandés au:

SVI Sekretariat, Postfach 421, 8034 Zürich
Telefon: 01 984 18 84, Telefax 01 984 25 65
E-Mail: ganz2@swissonline.ch

* vergriffen: Diese Exemplare können auf Wunsch nachkopiert werden /
épuisé: Selon désir, ces rapports peuvent être copiés.