

Intelligente Systeme

Aufgabe 1 - Parkstreifen-Simulator

Nutzbarkeit eines Parkstreifens

Ausgangssituation	2
Motivation zu Wahl der verbesserten Strategie	2
Ablauf der Simulation	3
Beobachtung	4
Biggest Middle	4
First Fit	8
Best Fit	11
Einfluss der Streuungsgröße der Fahrzeugbreite auf I und H	14
Interpretation der Beobachtung	17

Ausgangssituation

Anhand eines Parkstreifens ohne Parkstreifenmarkierungen - die Autos parken senkrecht nebeneinander zur Straße - wird das Parkverhalten der Autofahrer beobachtet und bewertet. Laut StVO §12(6) heißt es: "Es ist platzsparend zu parken". In der Realität sieht dies allerdings vollkommen anders aus. Die Autos werden öfters so geparkt, dass zwischen zwei Autos noch so viel Platz ist, dass beinahe ein weiteres Auto parken könnte.

In einer Computersimulation, die das Parkverhalten unter den oben beschriebenen Gegebenheiten und unter den untenstehenden Annahmen simuliert, sollen zwei Dinge ermittelt werden, wenn ein eintreffendes Auto keinen Parkplatz mehr findet:

1. Ein Index I , der folgende Größe quantifiziert: Mittlere Anzahl der nicht nutzbaren Lücken, die breiter als zwei Meter sind.
2. Die Häufigkeitsverteilung H der Anzahl parkender Autos.

Für die Simulation sind folgende Annahmen für die Vereinfachung der Simulation gegeben:

1. In jeder Sekunde trifft mit einer Wahrscheinlichkeit von 3% ein parkplatzsuchendes Auto ein. Ist ein Parkplatz verfügbar, parkt es ein, sonst fährt es weiter.
2. Die Autos treffen rund um die Uhr ein.
3. Die Autos haben unterschiedliche Aufenthaltsdauern (Angabe in Sekunde), die normalverteilt $\mu = 900$ und $\sigma = 200$.
4. Die Autos besitzen unterschiedliche Breiten (Angabe in mm), die normalverteilt sind mit $\mu = 2050$ und $\sigma = 90$.
5. Die Autos werden so eingeparkt, dass zu jedem Nachbarauto bzw. dem Rand des Parkbereichs mindestens 40 cm Platz bleiben.
6. Die Länge des Parkbereichs beträgt 98,4 m.

Da die Aufenthaltsdauer und die Fahrzeugbreite normalverteilt sind, wurde zur Vermeidung nicht sinnvoller Werte (negative, übermäßig große oder kleine Werte) eine Prüfung und gegebenenfalls Neuziehung dieser Variablen implementiert, bis die Werte in einem akzeptablen Bereich liegen. Die Mindestfahrzeugbreite beträgt 1,5 m und die Maximale 2,7m. Die kleinste Parkdauer beträgt 1 Sekunde und der längste Aufenthalt beträgt 2000 Sekunden.

Motivation zu Wahl der verbesserten Strategie

Die Wahl neuer Parkstrategien wurde dadurch motiviert, dass eine Analogie zur Hauptspeicherverwaltung durch Betriebssysteme besteht. Die angewandten neuen Strategien entsprechen im Namen und der Funktionsweise den aus diesem Bereich entnommenen Algorithmen. Die Strategie First Fit war zunächst als Debugstrategie verwendet worden, da hier gewährleistet ist, dass die Liste bei Füllung mit Fahrzeugen der exakten Standardgröße ohne Streuung 40 Fahrzeuge erreicht. Im Späteren wurde diese Strategie beibehalten, um eine weitere zum Vergleich angemessene Strategie zu bewahren.

Die Strategie Best Fit wurde gewählt, da hier beim Einparken möglichst wenig "Verschnitt" des freien Raumes entsteht und somit der Platz besser genutzt wird. Außerdem wurde hier die Strategie so gewählt, dass zum linken Nachbarn - besetzt oder nicht besetzt - ein Abstand von 40 cm eingehalten wird, um den immer noch vorhandenen "Verschnitt" rechtsseitig zu halten.

Ablauf der Simulation

Bevor unsere Simulation startet, muss der Benutzer ein paar Eingaben tätigen, um die Simulation zu konfigurieren. So kann er selbst auswählen, wie lange die Simulation in Sekunden dauern soll und wie oft er sie wiederholen möchte, um nach allen Durchläufen einen Durchschnitt erstellen zu können. Außerdem hat der User die Möglichkeit zwischen drei Strategien zur Parkplatzsuche auszuwählen. Eine kurze Erklärung der Strategien erfolgt weiter unten im Text.

Für die Simulation wird eine Parkfläche erstellt, die in Form einer Liste, in der Parkflächenfragmente enthalten sind, den Parkplatz repräsentiert. Die Parkflächenfragmente repräsentieren die Flächen innerhalb des Parkplatzes, die entweder von einem Auto besetzt oder frei sind.

Für jeden Durchlauf in der Simulation wird eine Statistik erstellt. In der Statistik wird der Index I und die Häufigkeitsverteilung H sofort aktualisiert, sobald es nötig ist, also immer dann, wenn ein parkplatzsuchendes Auto eintrifft und nicht parken kann. Am Ende eines Durchlaufes werden I und H entsprechend den Anforderungen auf der Konsole ausgegeben.

Mit jeder Sekunde wird überprüft, ob die Parkdauer eines Autos beendet ist. Das Parkflächenfragment wird dementsprechend wieder freigegeben und eventuell mit den benachbarten Fragmenten zusammengefügt, falls diese ebenfalls frei sind.

Mit einer Wahrscheinlichkeit von 3% wird ein Auto - Breite und Aufenthaltsdauern werden zufällig gesetzt - simulativ ein Parkplatz suchen und, sofern eine passende Lücke gefunden wird, nach einer der nachfolgenden Strategien einparken:

- 1. Parkplatzwahl durch "Biggest Middle"**

Das Auto parkt in der Mitte der größten Lücke ein.

- 2. Parkplatzwahl durch "First Fit"**

Das Auto parkt in der ersten Lücke ein, die groß genug ist und hält zum linken Rand/Auto 40cm Abstand. Die Suche nach der ersten Lücke beginnt immer von derselben Seite.

- 3. Parkplatzwahl durch "Best Fit"**

Das Auto parkt in der Lücke ein, in der es am wenigsten Platz zu den Seiten verschwendet. Also die Lücke, die inklusive 40 cm Abstand links und rechts am

ehesten der Größe des Autos entspricht. Diese Strategie lässt ebenfalls zum linken Nachbarn immer 40cm Platz.

Am Ende der Simulation wird von allen Statistiken für den Index I und für die Häufigkeitsanalyse H ein Durchschnitt gebildet, sodass man ein klares Fazit erhält.

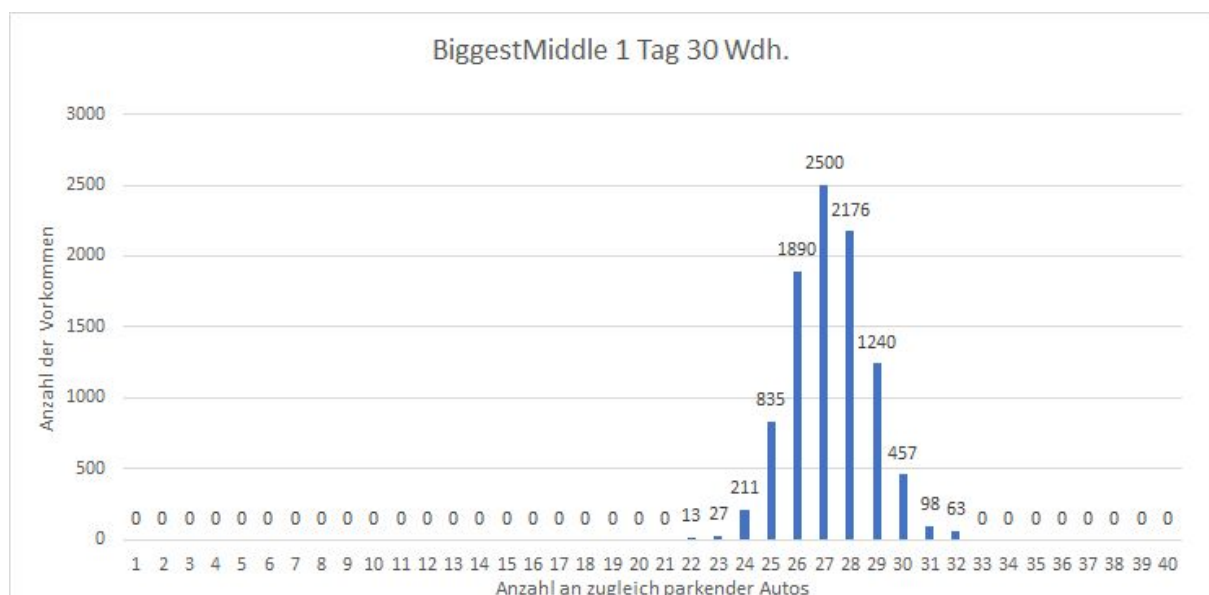
Beobachtung

Im Folgenden werden die verschiedenen Strategien miteinander verglichen. Es wurden verschiedene Werte zum Start der Simulation verwendet, zum einen ist die Dauer der einzelnen Simulationen und zum anderen die Aufrechterhaltung des Gesamtparkplatzes unterschiedlich. Hier entschieden wir uns folgende Zeitintervalle zu betrachten, 1 Tag, 3 Tage, 10 Tage, 30 Tage, 10 Jahre. Die Simulationen wurden für jeden Zeitraum 30 Mal wiederholt (ausgenommen 10 Jahre, diese wurde 2 Mal ausgeführt) um einen Durchschnittswert für I zu berechnen und mehr Daten in die Verteilung H aufzunehmen.

Biggest Middle

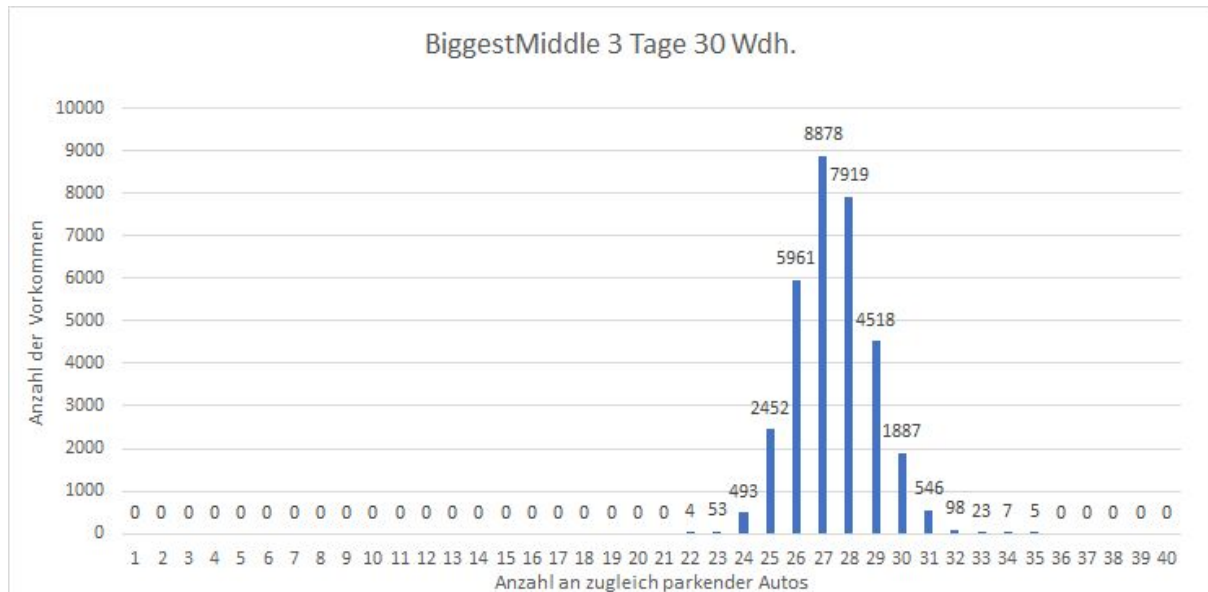
Zur Erzeugung der folgendenden Abbildungen (Abb. 1 - Abb.6) wurde die Strategie Biggest Middle genutzt. Hierbei beobachten wir ein erhöhtes Vorkommen parkender Fahrzeuge im Bereich um 27-28.

Es gelingt hier sehr selten mehr als 30 parkende Fahrzeuge gleichzeitig zu beobachten. Umso länger der Betrachtungszeitraum wird, umso klarer ist ersichtlich, dass die Parkfläche von 28 oder 29 Fahrzeugen benutzt wird, wenn ein Fahrzeug nicht parken kann. Ebenso ist unter den Abbildungen der Index I angegeben, um die durchschnittliche Anzahl an gerade so nicht nutzbaren Lücken aufzuzeigen. Dieser erreicht bei kurzer Betrachtung einen Wert von 6,3 gerade so nicht nutzbarer Lücken. Auf längere Sicht erreicht er einen Wert von durchschnittlich 4 über alle Betrachtungen hinweg.



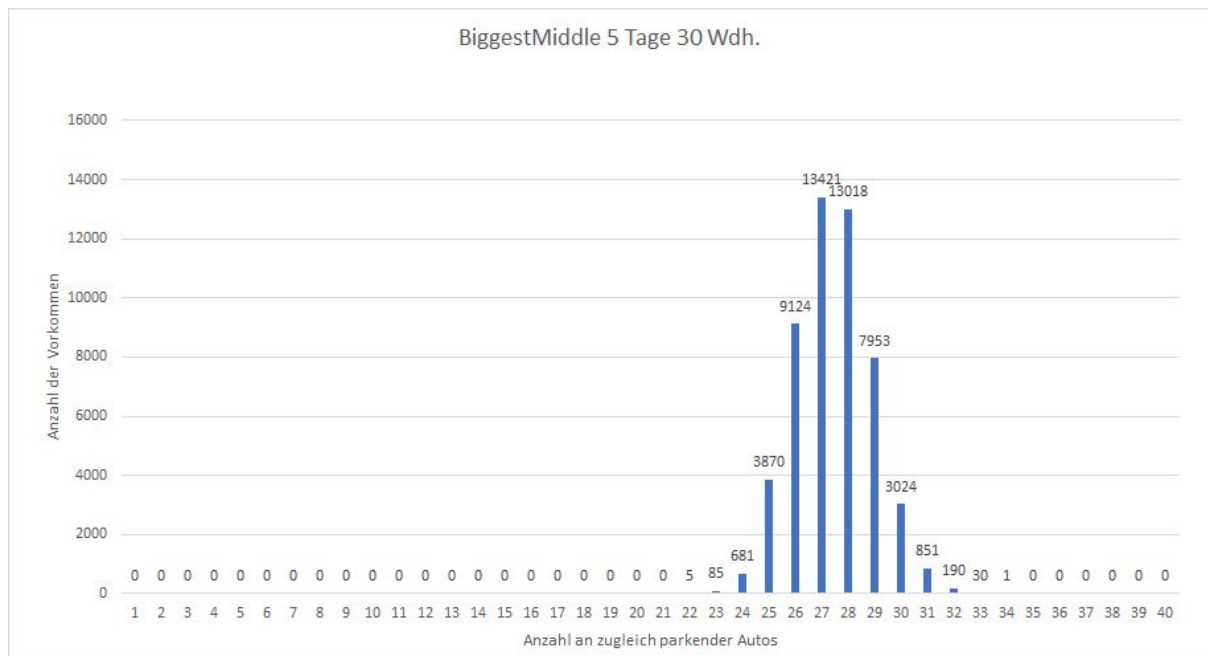
(Abb. 1)

Index I (Abb. 1): 6,



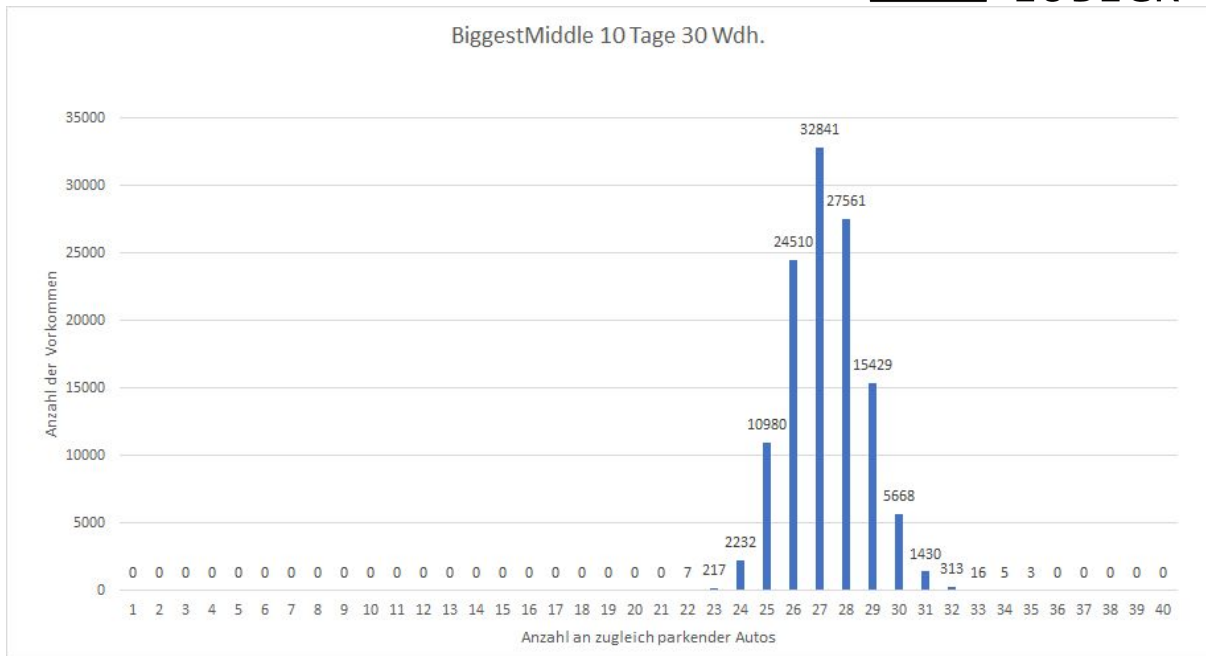
(Abb. 2)

Index I (Abb. 2): 6,3



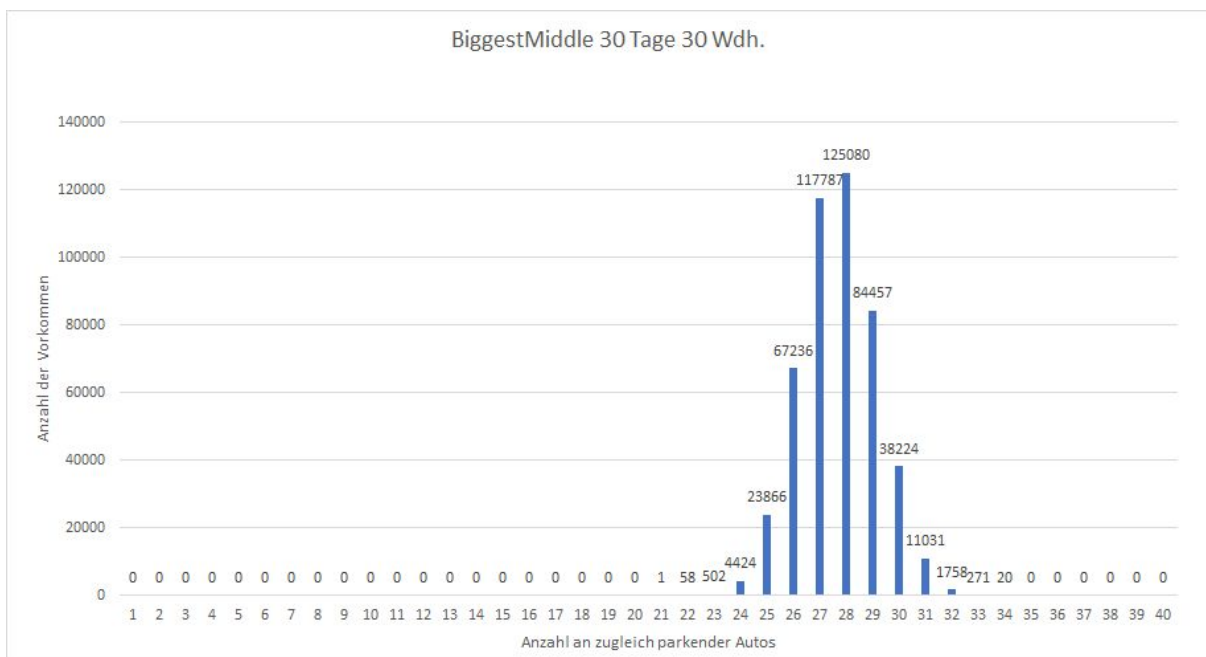
(Abb. 3)

Index I (Abb. 3): 6,0



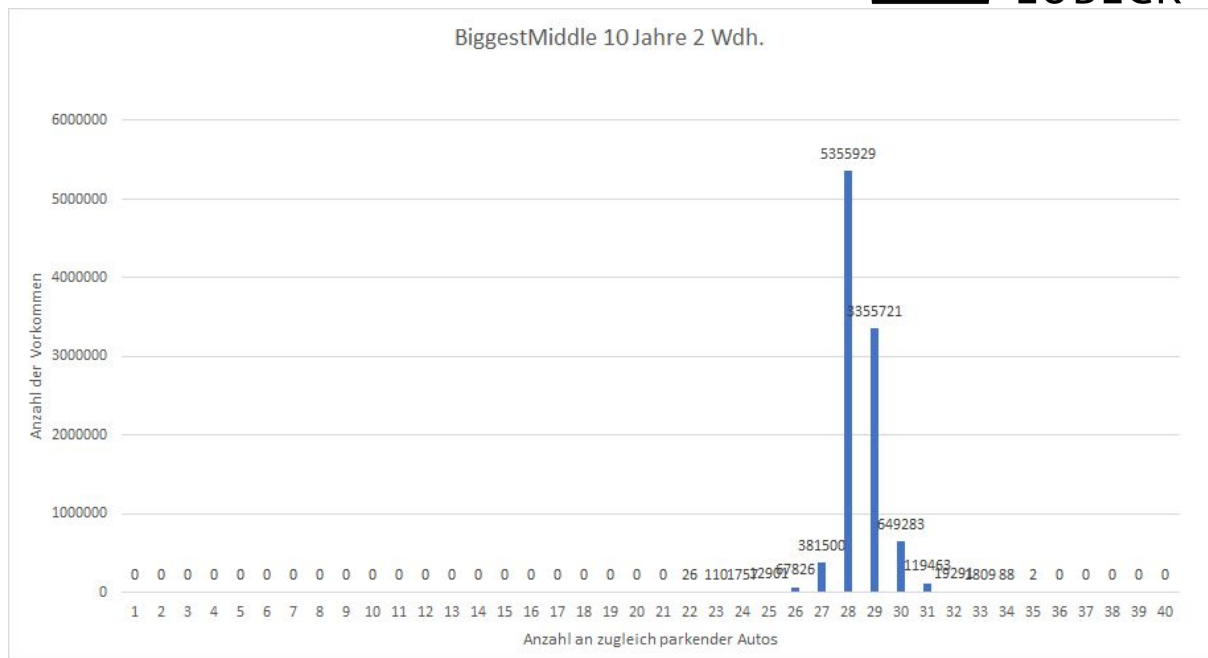
(Abb. 4)

Index I (Abb. 4): 7,1



(Abb. 5)

Index I (Abb. 5): 5,3

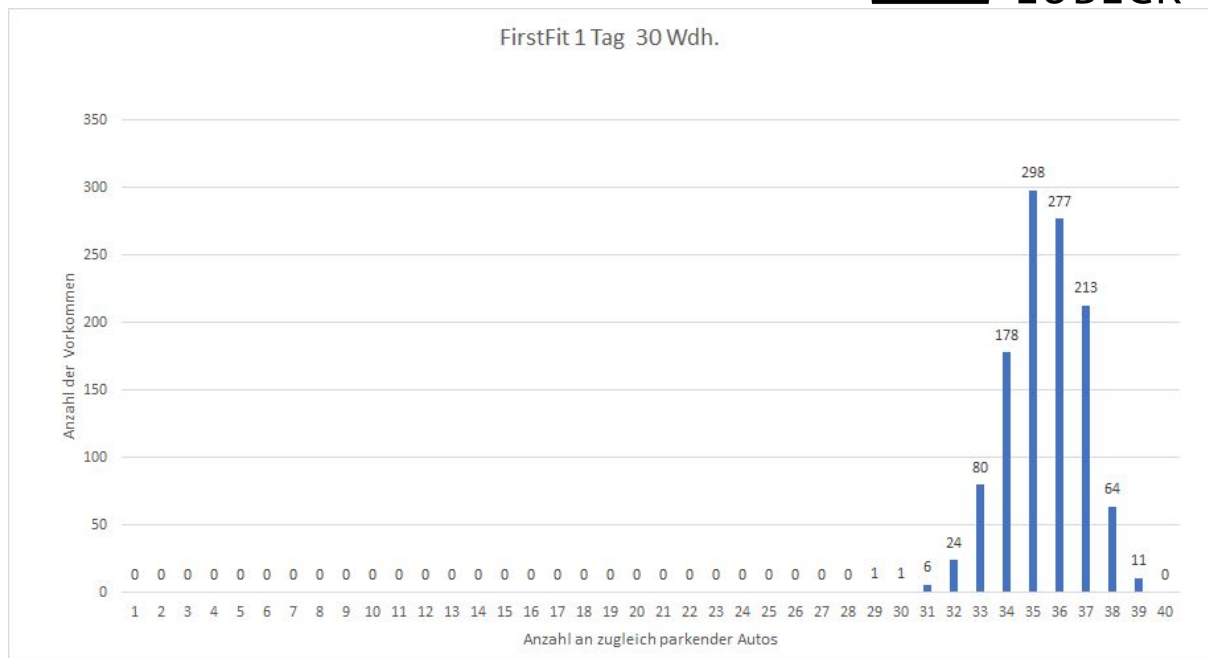


(Abb. 6)

Index I (Abb. 6): 4

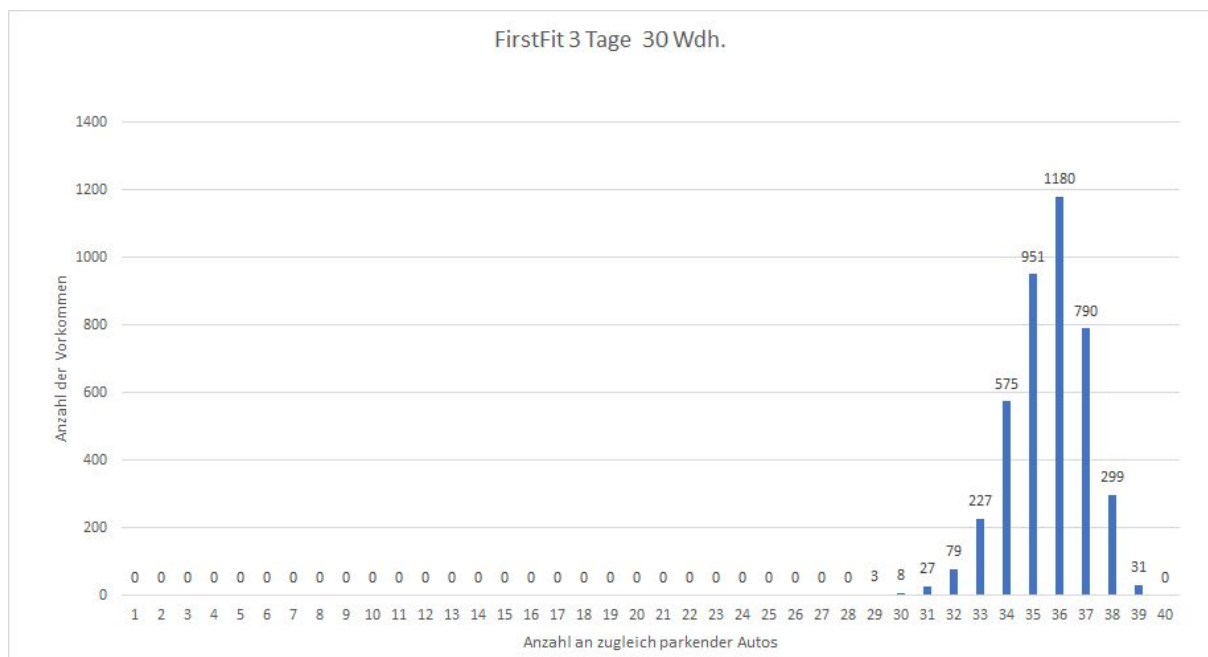
First Fit

In den folgenden Abbildungen (Abb. 7 - Abb. 12) wurde zur Erzeugung der Daten die Strategie First Fit, wie oben beschrieben, verwendet. Die Darstellung findet analog zu Biggest Middle statt. Hier ist zu beobachten, dass im Vergleich zu Biggest Middle deutlich häufiger größere Anzahlen von gleichzeitig parkenden Autos zu sehen sind, sobald ein Fahrzeug nicht einparken kann. Hier sind sehr häufig Anzahlen im Bereich von 34-37 zu erkennen. Der Index I beträgt bei kurzer Betrachtungsdauer 4,1 und auf längere Dauer 5,3. Hier wird im Gegensatz zu Biggest Middle zum ersten Mal eine volle Auslastung des Fahrzeuges beobachtet, allerdings erst bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Tagen.



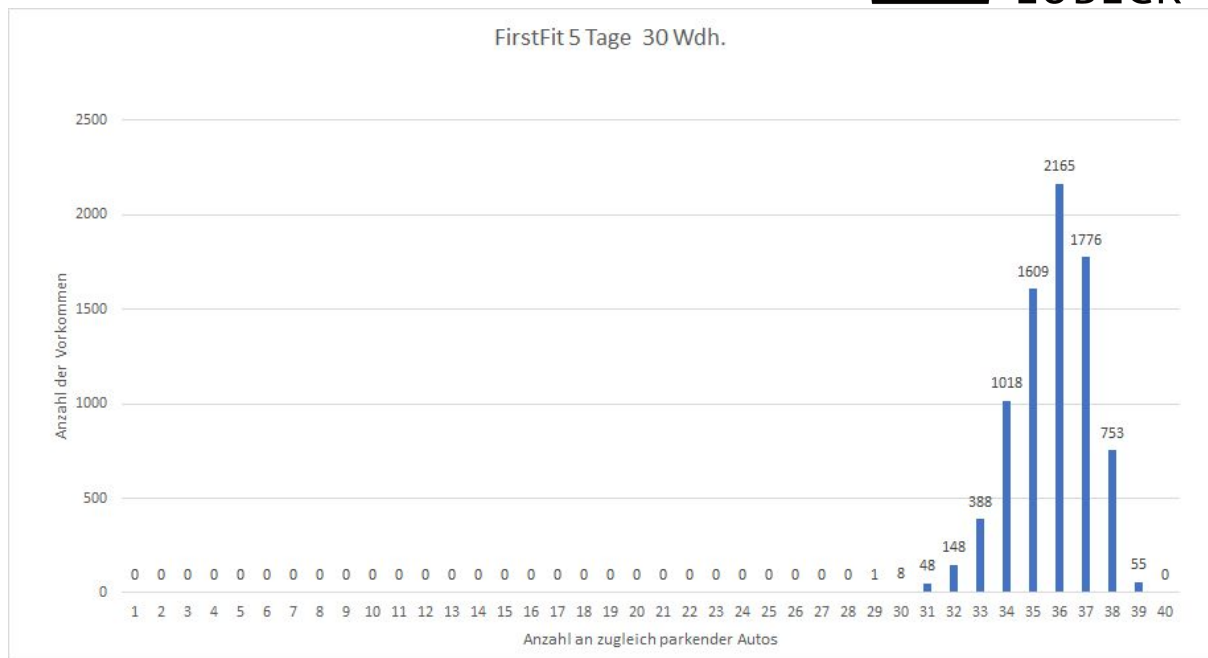
(Abb. 7)

Index I (Abb.7): 4,1



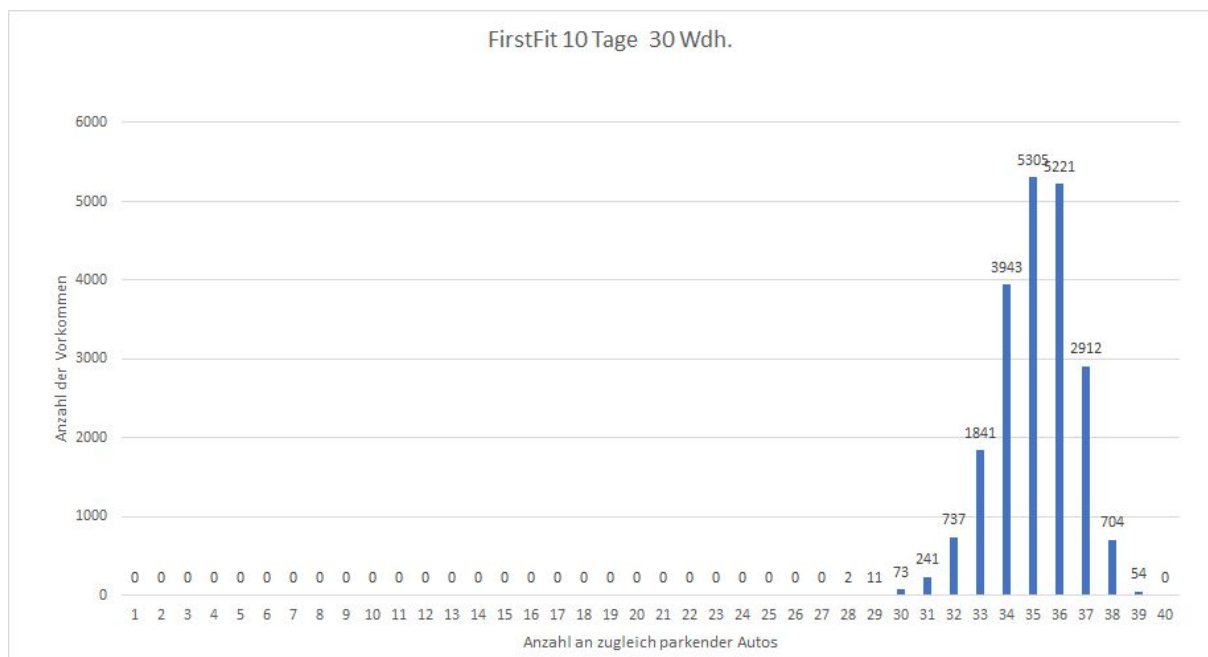
(Abb. 8)

Index I (Abb. 8): 4,0



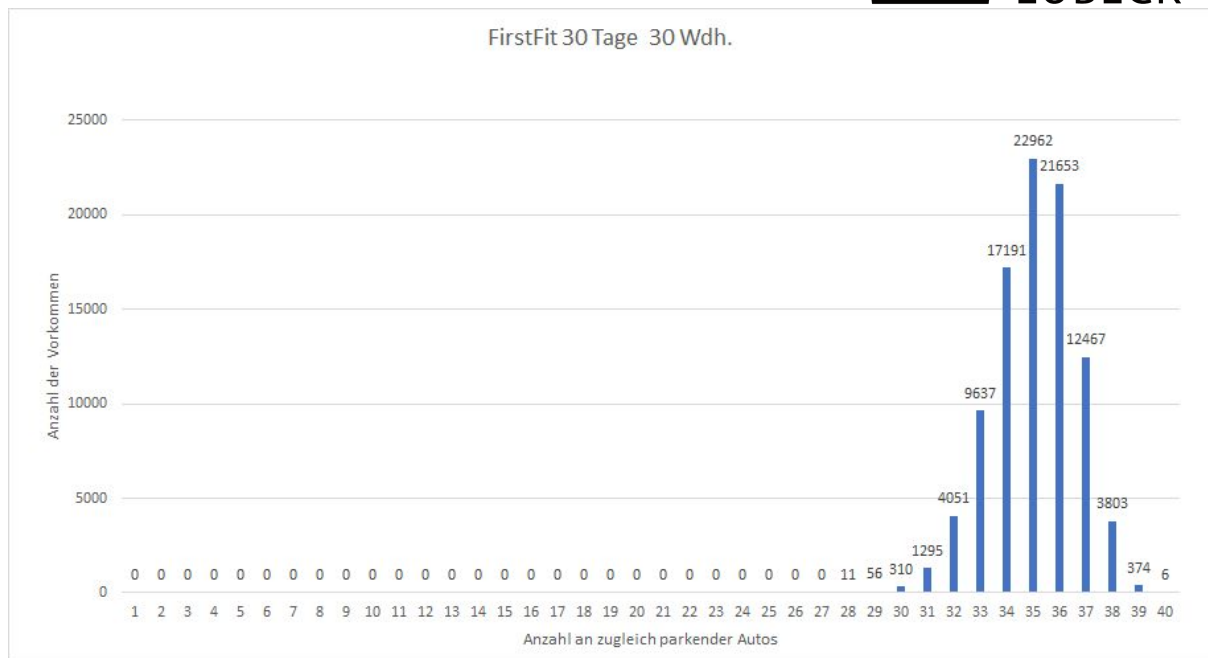
(Abb. 9)

Index I (Abb. 9): 3,8



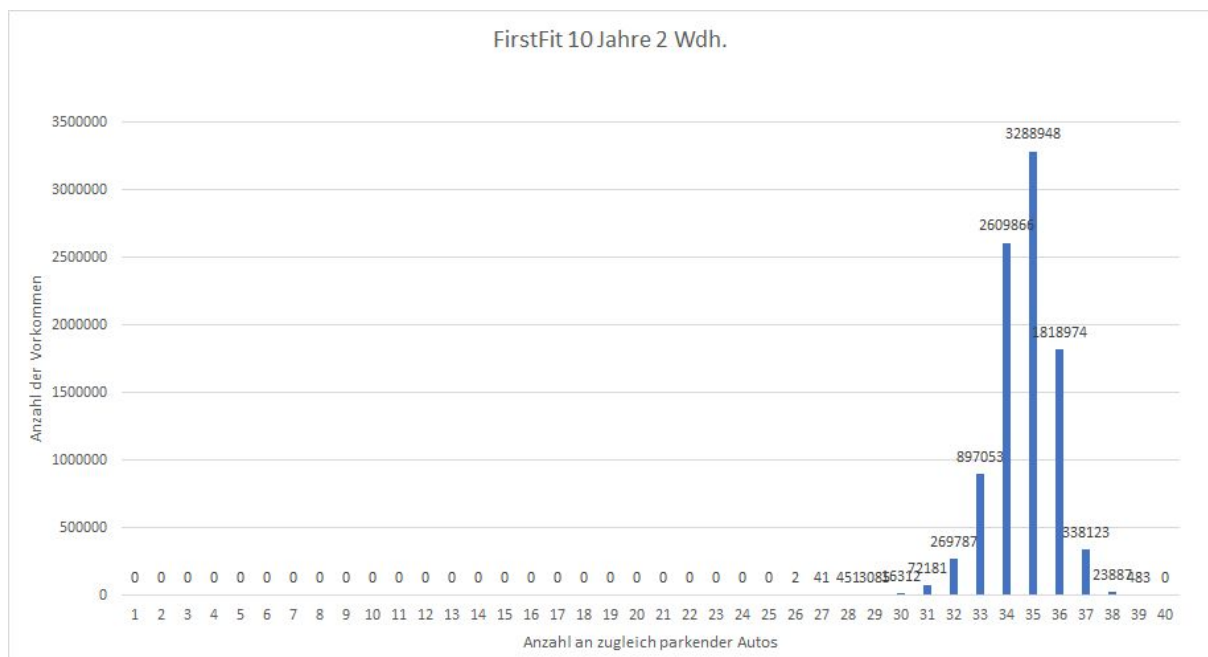
(Abb. 10)

Index I (Abb. 10): 4,6



(Abb. 11)

Index I (Abb. 11): 4,3

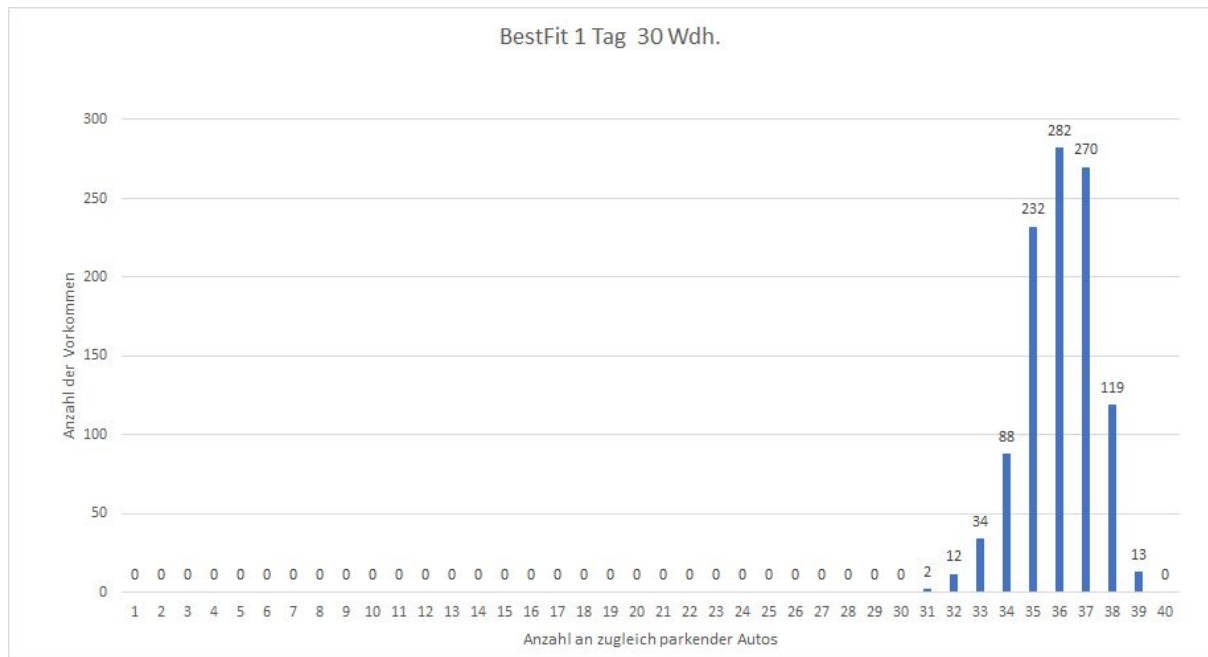


(Abb. 12)

Index I (Abb. 12): 5,4

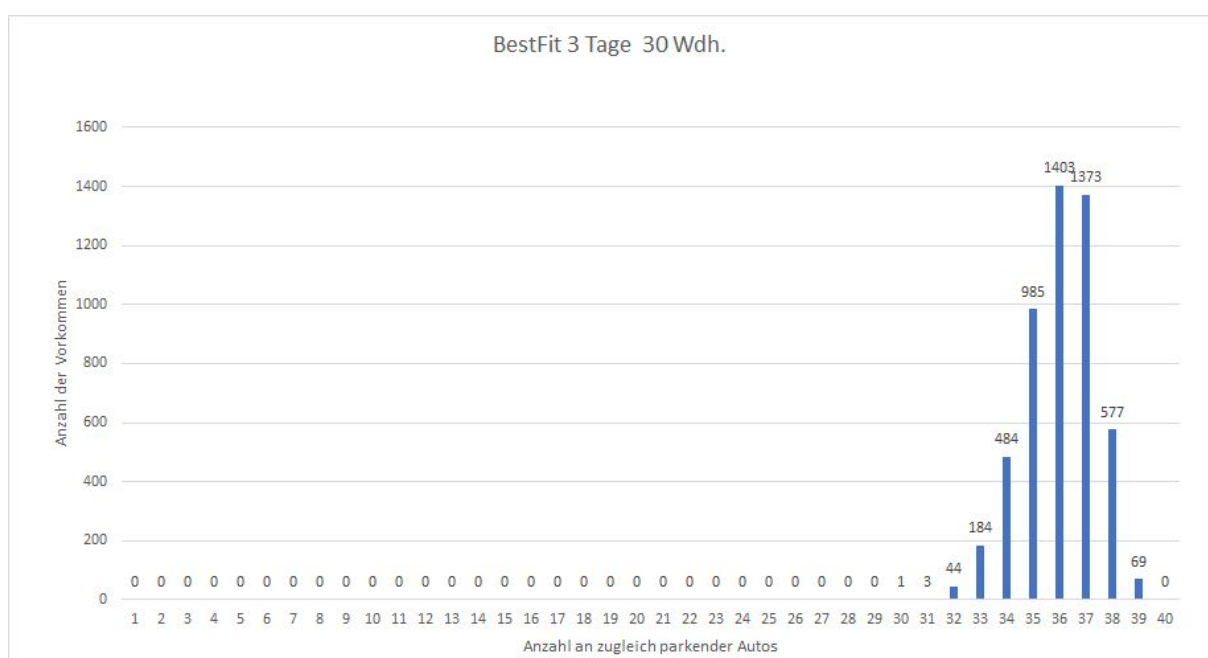
Best Fit

Hier wird nun als Grundlage die Strategie Best Fit verwendet. Die Streuung liegt hier um den am häufigst vorkommenden Wert 37 vor allem bei großer Betrachtungsdauer. Der Index I ist hier geringer als bei allen vorher betrachteten Strategien (3,3 - 4,0). Außerdem ist bei dieser Strategie das häufigste Vorkommen der vollen Ausnutzung des Parkplatzes zu beobachten.



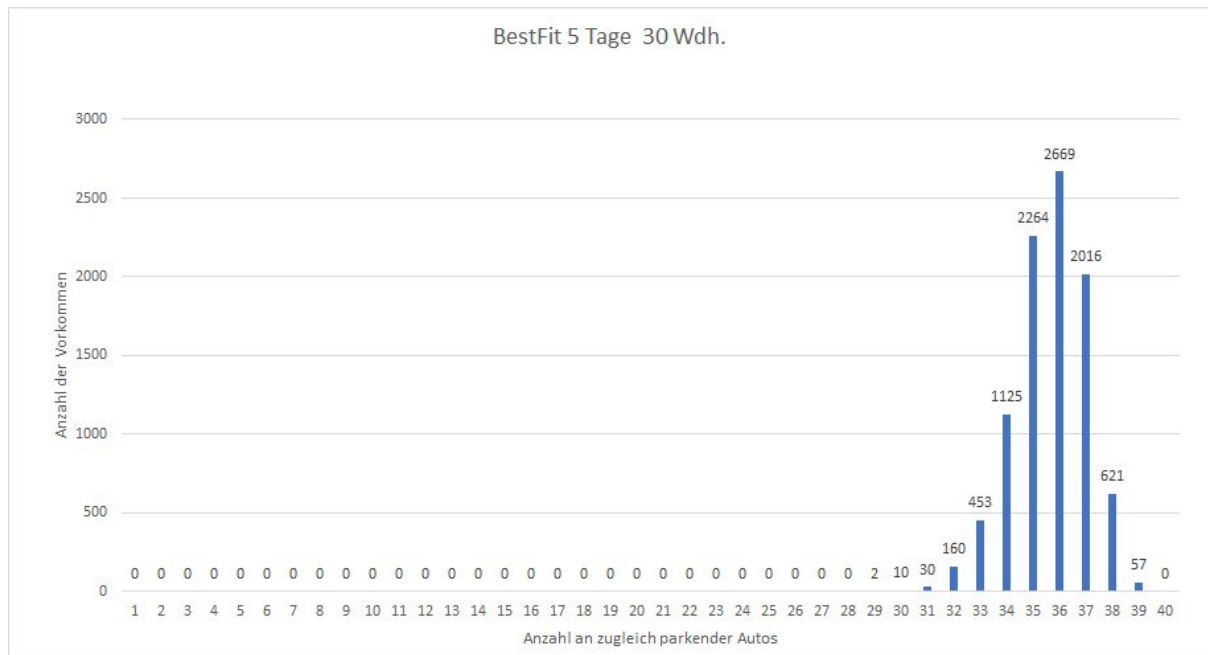
(Abb. 13)

Index I (Abb. 13): 3,3



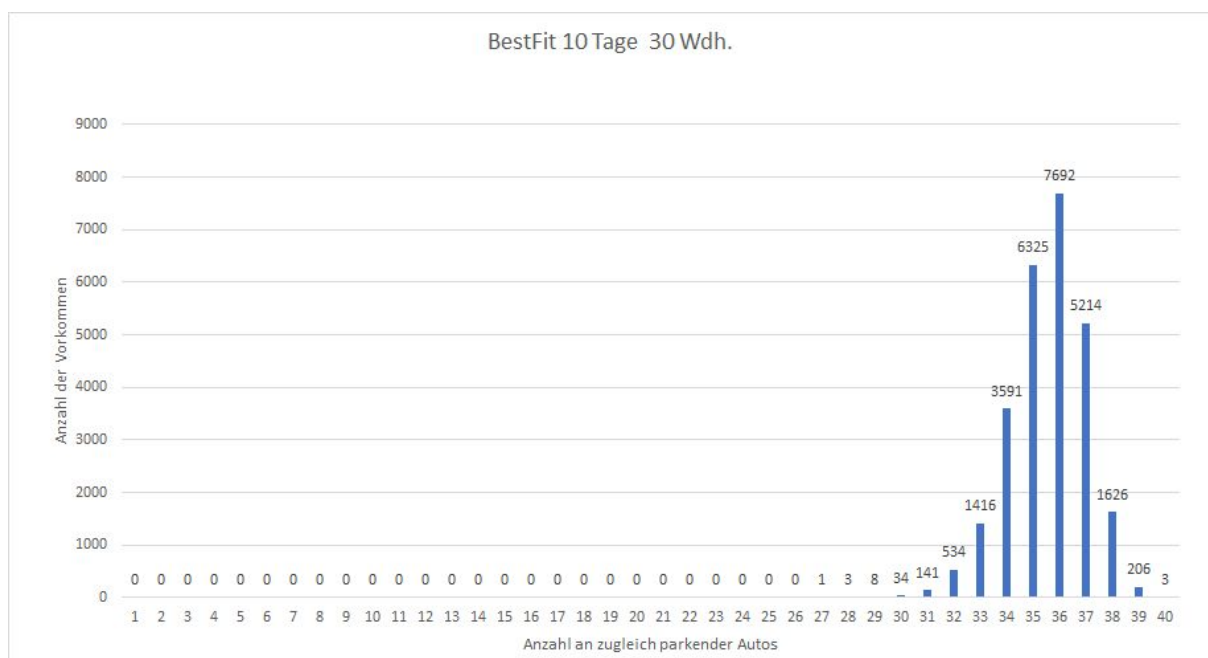
(Abb. 14)

Index I (Abb. 14): 3,5



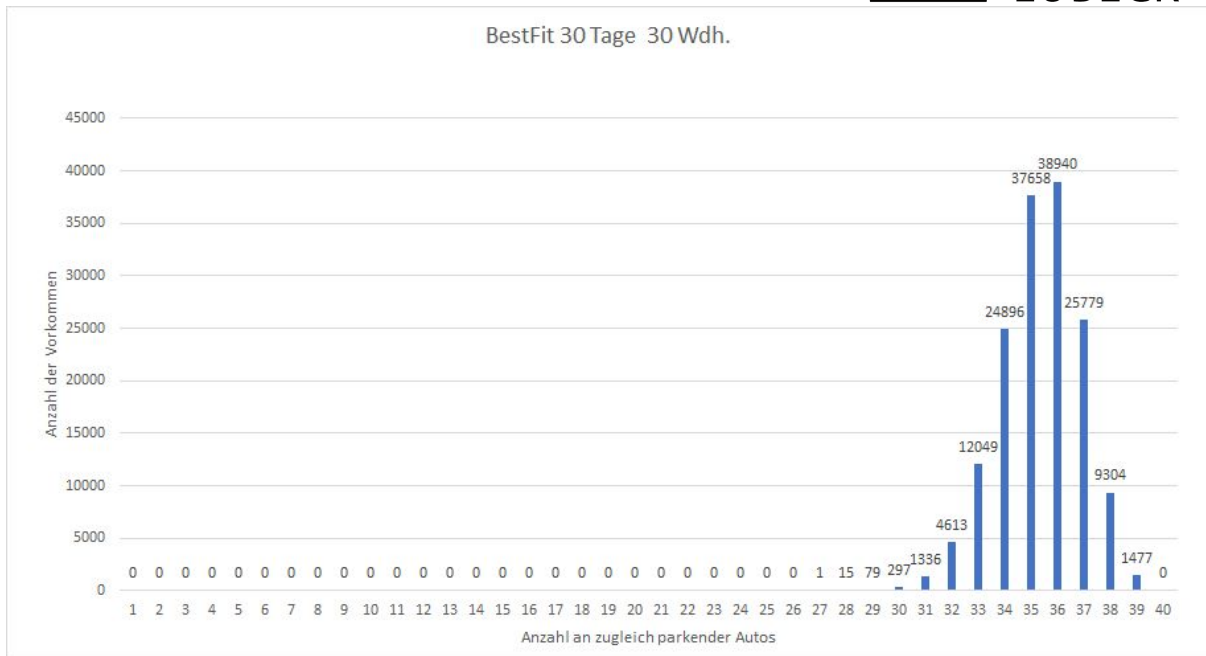
(Abb. 15)

Index I (Abb. 15): 3,9



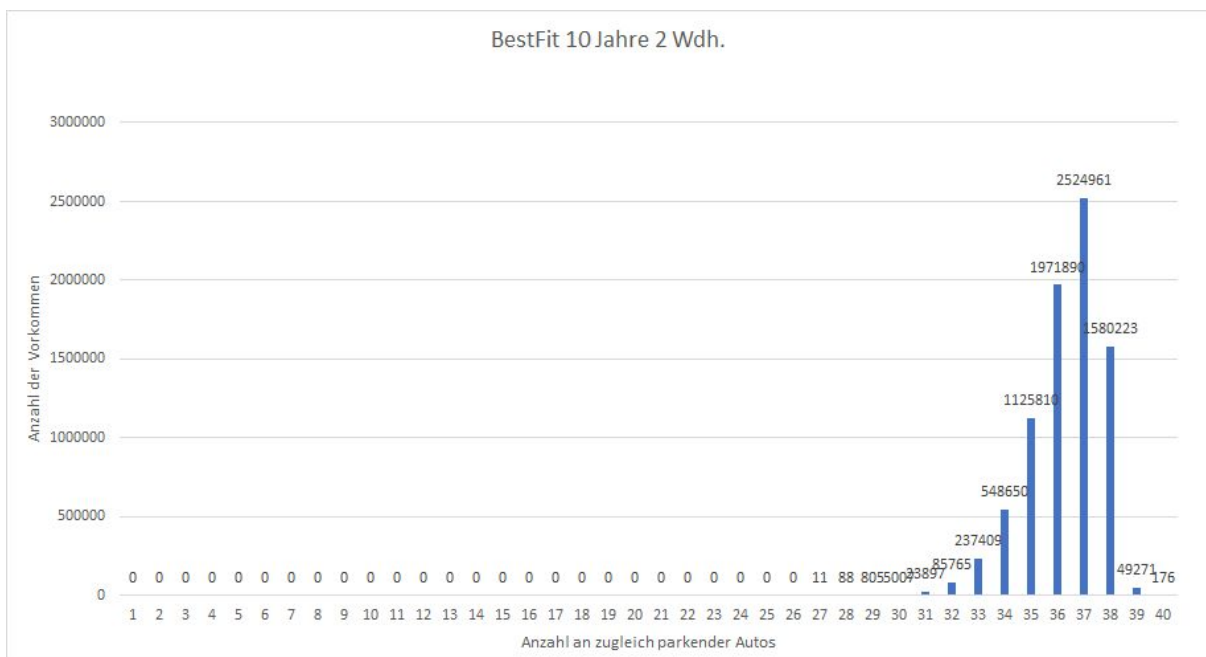
(Abb. 16)

Index I (Abb. 16): 3,8



(Abb. 17)

Index I (Abb. 17): 3,7



(Abb. 18)

Index I (Abb. 18): 4,0

Einfluss der Streuungsgröße der Fahrzeugbreite auf I und H

Es wird betrachtet, welchen Einfluss die Größe der Streuung der Fahrzeugbreite auf den Index I und die Häufigkeitsverteilung H hat. Alle folgenden Simulationen wurden mit dem Betrachtungszeitraum von 864000 Sekunden (10 Tage) und mit einer Wiederholung von 3 durchgeführt. Folgende Tabelle beschreibt die Beobachtungen kurz aber präzise.

Streuungsgröße	Strategie BiggestMiddle	Strategie FirstFit	Strategie BestFit
0 mm	Der Index I ist im Vergleich zur Ausgangssituation etwas größer. Die Kurve von H ist etwas spitzer, d.h. der Höhepunkt ist nun höher.	Der Index I ist so minimal, dass 0.0 rauskommt. Die Kurve von H hat sich vollkommen verändert. Das Intervall hat sich nun nach X = 40 verschoben. Vorher lag es zwischen Ende 20er und Ende 30er.	Der Index I ist so minimal, dass 0.0 rauskommt. Die Kurve von H hat sich vollkommen verändert. Das Intervall hat sich nun nach X = 40 verschoben. Vorher lag es zwischen Ende 20er und Ende 30er.
90 mm	Ausgangssituation	Ausgangssituation	Ausgangssituation
150 mm	Der Index I und die Kurve H ist mit der Ausgangssituation zu vergleichen.	Der Index I ist im Vergleich zur Ausgangssituation mindest doppelt so groß. Die Kurve von H ähnelt nun wieder der von der Ausgangssituation. Der Höhepunkt hat sich nun von Mitte 30er zu Ende 20er verschoben. Es wird ein Intervall von Anfang 20er bis Ende 30er betrachtet.	Der Index I ist geringer. Die Kurve von H hat sich nicht zur Ausgangssituation verändert.
300 mm	Der Index I ist im Vergleich zur Ausgangssituation	Der Index I ist um ein Vielfaches größer geworden.	Der Index I ist weiter gesunken. Die Kurve von H hat



	etwas kleiner. Die Kurve von H ist abgeflachter, d.h. der Höhepunkt liegt niedriger, sodass die Kurve etwas gestreckter aussieht. Es werden auch mehr X-Werte bei der Streuung betrachtet.	Der Höhepunkt der Kurve H liegt nun bei ca. 15-17. Es wird ein Intervall von ca. 5 bis Mitte 30er angeschaut.	sich nicht zur Ausgangssituation kaum verändert. Die Kurve ist lediglich gestaucht, d.h. von den Intervallgrenzen steigt die Kurve erst flacher an und anschließend sehr steil.
450 mm	Der Index I ist minimal geringer als der Index I von der Ausgangssituation. Die Kurve von H ist abgeflachter, d.h. der Höhepunkt liegt niedriger, sodass die Kurve etwas gestreckter aussieht. Es werden auch mehr X-Werte bei der Streuung betrachtet.	Der Index I ist nicht signifikant angestiegen. Der Höhepunkt der Kurve H liegt nun bei ungefähr 12. Es wird ein Intervall von ca. 1/2 bis Anfang 30er angeschaut.	Der Index I hat sich nun nicht weiter verändert. Die Kurve von H ähnelt der Kurve mit einer Streuung von 300 mm.
550 mm	Der Index I ist mit dem Index I von Ausgangssituation zu vergleichen. Die Kurve von H ist abgeflachter, d.h. der Höhepunkt liegt tiefer, sodass die Kurve etwas gestreckter aussieht. Es werden auch mehr X-Werte bei der Streuung betrachtet.	Der Index I ist nicht signifikant angestiegen oder gesunken. Die Kurve von H hat sich nicht weiter verändert.	Der Index I hat sich nicht weiter verändert. Die Kurve von H betrachtet nun erstmalig ein größeres Intervall (Ende 20er bis Anfang 40er). Der Höhepunkt und die Form der Kurve haben sich nicht weiter verändert.
Anmerkungen	-	Je höher die Streuung ist, desto unterschiedlicher sind die Ergebnisse.	-

Wie man aus der Tabelle entnehmen kann, hat die Veränderung der Streuungsgröße bei den Strategien unterschiedliche Auswirkungen. So hat sich bei der Strategie "Biggest Middle" bei einer Streuungsgröße von 0 mm im Vergleich zur Ausgangssituation (90 mm) nicht viel verändert. Bei den anderen Strategien sind dagegen gravierende Unterschiede zu erkennen. Der Index I und die Häufigkeitsverteilung H sind fast gar nicht ausgeprägt. Eine Erklärung erfolgt im Abschnitt Interpretation.

Die optimale Streuungsgröße in diesem Versuch bei der Strategie "Biggest Middle" ist 300 mm. Dort ist der Index I und die Häufigkeitsverteilung H am wenigstens ausgeprägt. Mit größeren Werten steigt der Index I wieder etwas, nachdem er etwas gesunken ist, und die Häufigkeitsverteilung H wird ausgeprägter.

Bei der Strategie "First Fit" erhöht sich der Index I mit steigenden Werten in der Streuungsgröße. Auch die Häufigkeitsverteilung H wird ausgeprägter. Es ist allerdings zu beachten, dass die Erhöhung von I und die weitere Ausprägung von H bei Werten von 450 mm oder mehr in der Streuungsgröße stagniert.

Bei der Strategie "Best Fit" verringert sich der Index I mit steigenden Werten in der Streuungsgröße. Die Häufigkeitsverteilung verändert sich nur minimal bis gar nicht. Wie auch bei der Strategie "First Fit" ist zu beachten, dass die Verminderung von I bei Werten von 450 mm oder mehr in der Streuungsgröße stagniert.

Klar zu erkennen ist hier, dass die Strategien "First Fit" und "Best Fit" zur besten Parkqualität führen. Dazu müssen die Autos aber auch immer dieselbe Breite aufweisen.

Interpretation der Beobachtung

Die hier verglichenen Strategien zeigen eindeutig, dass die ursprünglich gewählte Strategie, also das Parken in der Mitte des größten zur Zeit freien Parkplatzes, nicht optimal den Raum nutzt. Die alternativ entwickelten Strategien schaffen es deutlich besser, mehr Fahrzeuge gleichzeitig unterzubringen und nur bei größerer Nutzung des Parkplatzes Fehlversuche beim Parken zu erzeugen. Die Erklärung zu dieser Tatsache liegt eindeutig in der Parkweise der einparkenden Autos. Bei "BiggestMiddle" parkt das Auto in der Mitte der freien Fläche, bei "FirstFit" und "BestFit" parkt das Auto mit 400 mm Abstand am linken Nachbarn. So wird gewährleistet, dass die Parkfläche möglichst optimal genutzt wird, ohne dass zwischen Autos größere Lücken entstehen, die dennoch zu klein für ein Auto ist.

Wie aus der Beobachtung hervorgeht, ist der Index I bei der Strategie "Best Fit" am geringsten. Der Grund hierfür liegt nahe. So parkt ein eintreffendes Auto in der kleinst möglichen Lücke, in das es reinpasst, und sobald dieses wieder herausfährt, ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Auto mit einer vergleichbaren Breite diese Lücke nimmt, relativ hoch. So werden die Parkflächen optimaler genutzt und es können mehr Autos gleichzeitig parken.