**Problemstellung**

Die Bildung vom Benzinpreis ist eine schwierige Aufgabe, für deren Lösung ein Zusammenhang von unterschiedlichen Faktoren eine große Rolle spielt. Wie man in (MVW 2006) liest, sind vor allem drei die Hauptfaktoren, die den Benzinpreis bestimmen oder bestimmen sollten. Zuerst wird Mineralölsteuer auf Kraftstoffe erhoben: Diese beträt zur Zeit etwa 65,5 Cent/Liter für Diesel, zuzüglich 16% MwSt auf eigentlichen Warenwert und Mineralösteuer. Darüber hinaus, da viele Länder, unter denen Deutschland, bei ihren Ölversorgung nahezu vollständig von Importen abhängen, richtet sich der Wareneinstandpreis auf den internationalen Ölmärkten. Schließlich, hängen Benzin- und Rohölpreis eng zusammen (Wüger 1999: <https://www.econstor.eu/handle/10419/128671>), und, da Rohöl und die daraus gewonnenen Produkte am Weltmarkt in Dollar gehandelt werden, ist für den deutschen Markt auch der Wechselkurs vom EURO zum Dollar von Bedeutung .

Ziel dieser Studie war daher, mithilfe einer agentenbasierten Simulation in NetLogo die Preisbildung an Tankstellen zu simulieren, und somit ein Modell zu erzeugen, welches sinnvolle Vorschläge über eine schlaue Methode(n) der Benzinpreisbildung anbieten könnte.

Diese Hauptfrage nach der schlauesten Benzinpreisbildungsmethode(n) wurde von uns in zwei kleiner Probleme zerlegt, die uns besser geholfen haben, unser Simulationsmodell zu konzeptionieren und dann implementieren. Zuerst haben wir uns gefragt, welche Faktoren am meisten den Umsatz einer Tankstelle beeinflussen, und dazu haben wir uns überlegt, was würde einen Kunden dazu bringen, eine Tankstelle statt einer anderen auszuwählen.

**Konzeptionierung**

Das zu bildende Modell besteht aus zwei Agenten, die miteinander auf einem 2D-Grid interagieren.

Diese zwei Agenten sind die Tankstellen und die Autos. Eine Darstellung der Agenten in einem UML-Klassendiagramm soll ihre Eigenschaften (Attributen) und Methoden klar machen:

Preisbildung

|  |
| --- |
| **Auto** |
| * Kapazität in Liter [40-80] * übrige Benzing [0-Kapazität] * ausgewählte Tankstelle * Preissensitivität [0-1] * Entfernungssensibilität [0-1] * Tankdauer in Minuten [0-10] * Nachtsruhe |
| * fahren * beste Tankstelle finden * zur Tankstelle fahren * tanken |

|  |
| --- |
| **Tankstelle** |
| * Market-Leader? * Preis * Kunder pro Stunde * Umsatz pro Stunde * totaler Umsatz * totale Kunden |
| * täglich Preis anpassen * stündlich Preis anpassen |

tanken

zahlen

Variablen so wie im Code + Typen und dann Methoden

Wie man aus dem Klassendiagramm erkennt, kann eine Tankstelle ein Markführer oder -folger sein, hat einen aktuellen Benzinpreis und eine gewisse Anzahl an Kunden pro Stunde. Einer Tankstelle gehört zudem ein totaler Umsatz (Benzinpreis – Rohölpreis), d.h. die Gesamtheit der Geschäfte pro Stunden, wie auch ein totaler Umsatz und eine totale Anzahl an Kunden.

Die Operationen, welche der Agent Tankstelle durchführen kann, sind den Preis sowohl täglich als auch stündlich anzupassen.

Ein Auto dagegen hat eine Tankkapazität, die in einem Intervall zwischen 40 und 80 Liter enthalten ist, wie auch einen übrigen Benzinstand, welcher sich in einem Intervall zwischen 0 und der Tankkapazität befindet. Ein Auto bzw. ein Autofahrer kann eine bestimmte Tankstelle auswählen und hat sowohl eine Preis- als auch eine Entfernungssensibilität, die in unserem Modell als Gewichte in einem Intervall zwischen 0 und 1 berücksichtigt wurden. Darüber hinaus sind wir davon ausgegangen, dass jedes Auto bei einer Tankstelle maximal 10 Minuten zum tanken braucht, und dass manche Autofahrer während der Nacht schlafen (Nachtsruhe).

Die Operationen eines Autos sind selbstverständlich das Fahren, die beste Tankstelle finden, zu dieser fahren und da tanken.

**Annahmedokument**

Bevor wir unser Modell überhaupt angefangen haben zu bilden, haben wir unterschiedliches Annahmen getroffen.

* Wir sind nämlich davon ausgegangen, dass es auf dem Markt nur ein Produkt, und zwar die Benzin gibt.
* In unserem Modell gibt es nur 5 Tankstellen, zwei davon sind Marktführer und drei Marktfolger
* Jedes Auto bzw. Autofahrer hat unendlich viel Geld zur Verfügung.
* Jedes Auto hat eine Tankkapazität zwischen 40 und 80 Liter, je nach Auto; und der initial Tankstand des Autos wird random, in einem Intervall zwischen 50% und 90% gesetzt.
* Sobald ein Auto einen Tankstand kleiner als 30% der Gesamtkapazität erreicht, soll es zu einer Tankstelle fahren
* Ein Tick in NetLogo entspricht einer Stude (und dementsprechend sind 24 Ticks ein Tag. Nichtdestotrotz, um eine gewisse Flußigkeit in den Bewegugen und um das Modell realistischer zu machen, haben wir angenommen, dass jeder Tick (jede Stunde) 60 Bewegungen oder Steps eines Auto darstellt.
* Jedes Auto im Modell verbraucht 0.25 Liter pro Step (oder Minute).
* Obwohl wir ursprünglich von einer radom Bewegung der Autos ausgegangen sind, haben wir uns danach entschieden, diese auf einem Straßensystem laufen zu lassen.
* Um der Realität näher zu kommen, schlafen ca. 50% der Fahrer zwischen 22:00 und 6:00.
* Der Rohölpreis, welcher in einem Intervall zwischen 1,00 € und 1,30 € beinhaltet ist, wird täglich um 0:00 neu gesetzt. Die Marktführer passt sich an dem Rohölpreis und die Marktfolger richten sich nach den Marktführern.

**Annahmedokument: Hauptformeln**

Zusammen mit den obengenannten Annahmen haben wir versucht, mathematisch bestimmte Entscheidungen der Akteuren zu definieren. Vor allem drei Fälle haben wir versucht, vor der Implementierung mathematisch zu konzipieren: die stündliche Preisanpassung jeder Tankstelle, die Auswahlpräferenz der Tankstelle seitens des Kunden, und dazu die Quantität an Benzin, auf die sich ein Autofahrer anhand seiner gesammelten Erfahrungen entscheidet zu verzichten.

*Absolute stündliche Preisanpassung*

Die absolute stündliche Preisanpassung besagt, um wieviel sich der Benzinpreis ändert, den eine Tankstelle setzt. Die von uns entwickelte Formel sieht so aus:

mit .

Die Formel lässt sich in dem ersten Teil der Subtraktion wie folgendes erklären: Jede Tankstelle beobachtet das Verhalten der anderen vier Tankstellen, und für jede der vier Tankstellen berücksichtigt sie näher ihre jeweiligen Preisdifferenz, Marktanteil und normalisierte Entfernung von der eigenen Tankstelle. Die Summe der Preisanpassungen wird dann durch vier geteilt, denn ohne das würde man extrem schnell den Preis anpassen und gleich zum Rohölpreis runterkommen.

Dieser erste Teil der Differenz ist per se nicht genügent, denn das alleine würde dazu führen, dass sich irgendwann alle Preise in die Mitte treffen, ohne dass sie z.B. über den Tag güstiger oder teuerer werden.

Um diesen Einwand zu beheben, braucht man den zweiten Teil der Subtraktion. Der durchschnittlicher Marktanteil ist in unserem Fall etwa 20% (100% / 5 Tankstellen). Die Division dient hier dazu, die Nachfrage, d.h. die Anzahl der Kunden einer Tankstelle in Betracht zu ziehen. Wir sind nämlich davon ausgegangen, dass in Realität der Profit einer Tankstelle nicht lediglich aus dem Benzinverkauf entsteht: Viele Kunden kaufen von der Tankstelle auch andere Produkte ein, was in sich birgt, dass je höher die Anzahl der Kunden, desto größer die Wahrscheinlichkeit der Tankstelle ist, Einnahmen zu generieren.

*Auswahlpräferenz der Tankstelle*

Jeder Autofahrer trifft beim Tanken die Entscheidung darüber, welche Tankstelle für ihn die beste ist und zu welcher er daher fahren sollte. Diese Entscheidung ist erfahrungsgemäß sowohl in der Realität als auch in unserem Modell von zwei Faktoren stark beeinflusst: die Preis- und die Entfernungssensibilität der einzigen Fahrer. Die für unser Modell entwickelte Formel lautet:

Die Preis- und Entfernungssensibilitätet sind als Gewichte in einem Intervall zwischen 0 und 1 zu sehen. Die Preissensibilität wird an den Preis der jeweiligen Tankstellen angewendet und die Entfernungssensibilität des Fahrers wird mit dem Quotient multipliziert, der sich aus der Division von der Entfernung der jeweiligen Tankstellen und der Reichweite (die von der übrigen Benzinkapazität des Autos abhängt) ergibt.

Alle Tankstellen werden in einer Schleife durchgeprüft und selbstverständlich gilt, dass umso kleine Preis und Entfernung einer Tankstelle sind, desto größer die Wahrscheinlichkeit ist, dass sich ein Kunde für diese Tankstelle eintscheidet.

*Tankminderung nach Erfahrung (Lerneffekt)*

Unser Modell zielt auch ab, einen realistischen Entscheidungsprozess wiederzuspiegeln.

Es wurde daher ein Lerneffekt miteingebaut, duch den jeder Autofahrer seine Erfahrungen sammeln und evaluiren kann, und auf ihrer Grund er sich entscheidet, gegeben eine um wieviel weniger als den Volltank zu tanken.

Die Formel sieht so aus:

Wo *Xtank*die Quantität darstellt, die ein Auto bräuchte, um den Tank voll zu bekommen.

Wie man aus der Formel klar verstehen kann, vergleicht jeder Autofahrer im Modell den aktuellen Preis der Tankstelle, bei der er sich gerade befindet, mit dem durchschnittlichen Preis, der sich aus den vergangegen Tankerfahrungen ergibt. Dazu spielt wie immer auch die Preissensitivität eine wichtige Rolle.