



**Fachbereich  
Humanwissenschaften  
Institut für Cognitive Science**

## **Bachelorarbeit - Ausblick**

Automatisierte Analyse von Preisbildungsmustern  
anhand von Zeitreihendaten der Markttransparenzstelle für Kraftstoffe

**Autor:** Kai Fritsch  
kai.m.fritsch@gmail.com

**Prüfer:** Prof. Dr. Oliver Vornberger

# 1 Motivation

Kraftstoffpreise unterliegen seit je her großen Preisschwankungen. Die hohe Homogenität und sinkende Nachfrage sind optimale Bedingungen für starken Konkurrenzdruck. Der Druck ist so hoch, dass die Anzahl an Tankstellen in Deutschland seit 1970 von gut 46.000 auf heute knapp 15.000 gefallen ist.[Min] Nichts desto trotz ist die Anzahl an Preisänderungen in den letzten Jahren noch einmal merklich gestiegen. Während der Preis 2011 noch durchschnittlich weniger als zwei mal pro Tag geändert wurde, sind die meisten Tankstellen inzwischen bei um die sechs Änderungen pro Tag angelangt.[Bunc] Mitgrund für diese jüngste Steigerung könnten diesmal jedoch die neuerlichen elektronische Möglichkeiten sein.

Während Tankstelleninhaber vor einigen Jahren noch ihre Konkurrenz einen Besuch abstatten mussten um deren Preise auszukundschaften, reicht heutzutage eine Suchanfrage im Netz. Und selbst diese ist seit der Einführung der Markttransparenzstelle für Kraftstoffe nicht mehr notwendig. Jede Tankstelle ist seit Ende 2013 verpflichtet ihre Preisänderungen dem Bundeskartellamt für Kraftstoffe elektronisch zu übermitteln. Die live Verfügbarkeit aller aktuellen Preise ermöglicht es Tankstellenbesitzern mittels bestimmter Programme ihre Preise vollautomatisch an die Konkurrenz anzupassen. Der auf diese Weise entstandene Datensatz und die verbreitete Verwendung von automatisierten Preisführungstools (Pricing-Tools) bilden somit die Grundlagen dieser Arbeit.

Ziel dieser Arbeit soll es sein anhand der gesammelten Daten von grob zwei Jahren das Pricing Verhalten der einzelnen Tankstellen zu analysieren. Da viele Tankstellen solche automatisch arbeitenden Tools verwenden liegt es nahe, dass sich in den Daten bestimmte Muster abzeichnen könnten, die Rückschlüsse über die zugrunde liegenden Regeln, dieser Tools zulassen könnten. Das Wissen um solche Regeln, würde es ermöglichen das Pricing Verhalten der Konkurrenz genauer vorherzusagen und einem somit einen Vorteil im Wettbewerb verschaffen. Es könnte auch dabei helfen Rückschlüsse über die genauere Ursache der starken Schwankungen zu finden und somit eventuell Wege aufzeigen um das allgemeine Preisverhalten wieder zu stabilisieren.

## 2 Grundlagen

Um Muster überhaupt erkennen zu können, ist es notwendig sowohl das Medium in dem die Muster gesucht werden, als auch die möglichen Strukturen der Muster so gut wie möglich zu kennen. Deshalb werden im nächsten Abschnitt zum Einen der Datensatz der Markttransparenzstelle(MTS) für Kraftstoffe, sowie zum Anderen der exemplarische Aufbau eines der verwendeten Pricing-Tools beschrieben.

### 2.1 Datensatz

„Seit dem 31. August 2013 sind Unternehmen, die öffentliche Tankstellen betreiben oder über die Preissetzungshoheit an diesen verfügen, verpflichtet, Preisänderungen bei den gängigen Kraftstoffsorten Super E5, Super E10 und Diesel in Echtzeit an die Markttransparenzstelle für Kraftstoffe zu melden.“[Bunb]

In Echtzeit bedeutet hier, dass die Information über eine Preisänderung spätestens 5 Minuten nach der Änderung selber an der MTS eingehen müssen. Neben den Preisänderungen müssen auch die Stammdaten der Tankstellen wöchentlich an die MTS gemeldet werden. Die MTS veröffentlicht die Daten jedoch nicht direkt selber sondern stellt die Daten Verbraucherinformationsdiensten(VID) zur Verfügung. Diesen verpflichten sich die Daten in irgendeiner Form den Verbrauchern als nützliche Information zukommen zu lassen.

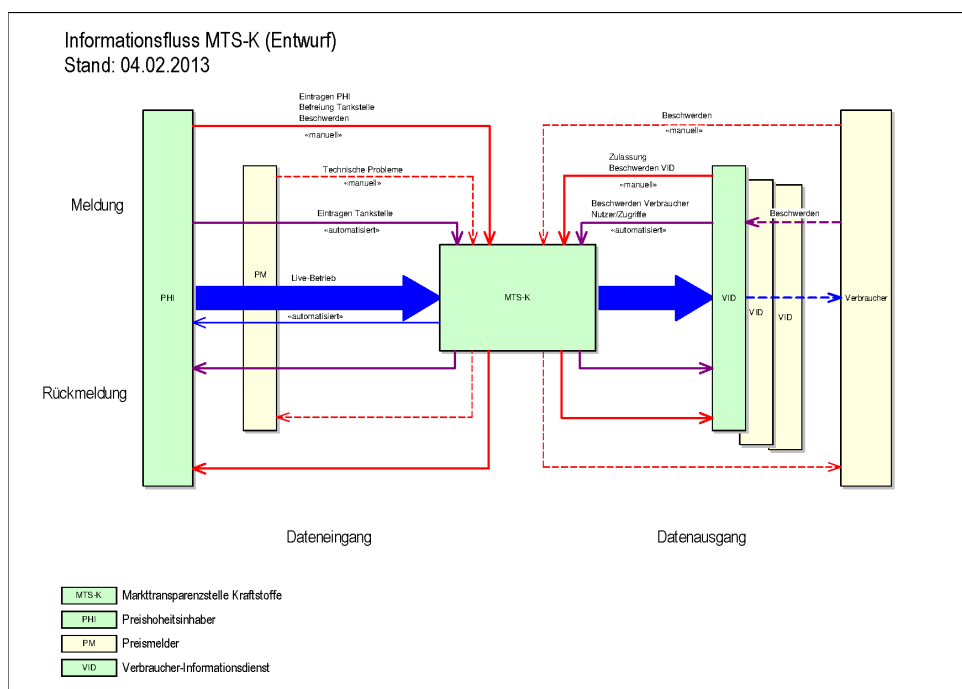


Abbildung 1: Informationsfluss der MTS-K[Buna]

Die Daten für diese Arbeit entstammen dem Verbraucherinformationsdienst der Tankerkönig API. Tankerkönig bezieht seine Daten direkt von der MTS und stellt diese sowohl im Zuge einer Echtzeit-Benzinpreis-API als auch gesondert aufbereitet als historische Datenbank in Form eines PostgreSQL dumps im 9.4.-Format zur Verfügung. Die für diese Arbeit verwendeten dumps umfassen neben den kompletten Preisedaten vom 8.6.2014 bis zum 2.5.2016 auch die Informationen über die Stammdaten der Tankstellen.[Kur]

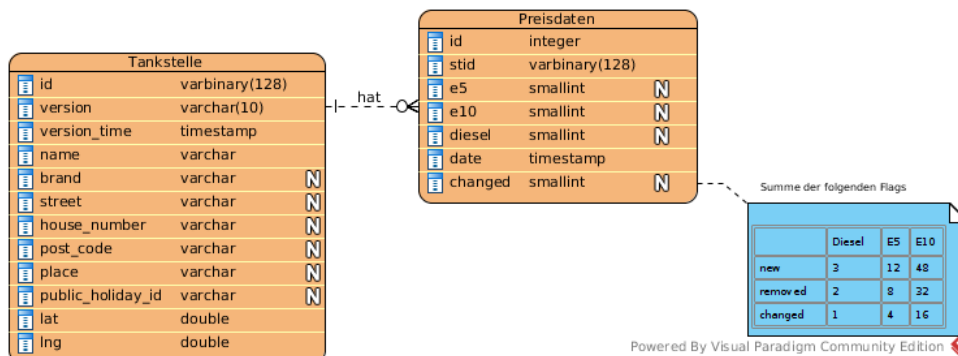


Abbildung 2: ERD des historischen Datensatzes

## 2.2 Pricing-Tools

Besonders hilfreich sind die Daten der MTS für Kraftstoffe natürlich für die Tankstellen selber. Die Live- Verfügbarkeit aller momentanen Preise macht das konkurrieren mit anderen Tankstellen viel einfacher und schneller. Verbunden mit der Homogenität des Produktes ermöglicht es diese neuartige technische Informationsquelle Preise vollautomatisch und gleichzeitig konkurrenzfähig anpassen zu lassen, da der für den Kunden einzig interessante Aspekt an dem Produkt der niedrigste Preis ist. Im Zuge dessen sind einige Pricing-Tools entstanden um das hochfrequente Preise wechseln einfacher zu gestalten. Während mittelständische Unternehmen auf externe Software Solutions zurückgreifen, so wie zum Beispiel die Q1 und Westfalen AG auf Angebote der Firmen Temiz4u<sup>1</sup> und Weat<sup>2</sup>, ist es anzunehmen, dass die großen fünf der Szene Aral, Shell, Jet, Esso und Total ihre eigenen internen Programme verwenden werden. Im Verlauf dieses Abschnittes soll am Beispiel so eines Tools herausgestellt werden, was für Einstellungsmöglichkeiten der Nutzer bei den Regeln in so einem Tool hat, da all diese später als Parameter in den zu erkennenden Mustern auftreten werden. Die drei groben Teilaspekte, Konkurrenzbereich, Regelsetzung und Automatisierungsgrad, die sich hier bei der Untergliederung ergeben, werden dementsprechen auch in der im nächsten Kapitel folgenden Zielsetzung vorzufinden sein. Die hier vorgestellte Funktionsweise beschreibt ein rein reaktives, das heißt es reagiert auf Preisänderungen anderer Tankstellen und wird nicht von sich aus Preise

aktive ändern.

### 2.2.1 Generelle Funktionsweise

Würde das Programm immer vollautomatisch laufen und nicht anhalten, wäre es im Grunde ähnlich zu einem  $\omega$ -Automat, oder auch unendlichen Automat. Die Definition so eines Automaten besteht ähnlich den endlichen Automaten aus einem 5-Tupel:

1. dem endlichen Eingabealphabet
2. der endlichen Zustandsmenge
3. einem Startzustand
4. einem Übergangsalphabet
5. einer Menge an akzeptierenden Zuständen die hier ganz verschieden aussehen können

Bezogen auf unseren Kontext wären der generelle Marktzustand zu einem bestimmten Zeitpunkt, insbesondere der Preisstand der eigenen Tankstelle und der Zeitpunkt an sich die Komponenten der Zustandsmenge also insbesondere auch des Startzustandes und der akzeptierenden Zustände. Die Übergangsfunktion wird über bestimmte Regeln definiert, also wie auf welche Preisänderungen zu welchem Zeitpunkt reagiert werden soll. Die Festlegung der Endzustände ist nicht ganz trivial, da das Programm unendlich lange laufen soll. Man könnte bestimmte Zeitpunkte festlegen ab dem sich die festgelegten Regeln wiederholen zum Beispiel nach einem Tag, einer Woche oder einem Jahr, ganz abhängig von den hinterlegten Regeln. Ein großes Problem in der Praxis ist, wie später noch ausführlich diskutiert werden wird, dass die Regeln beliebig geändert werden können es also keine wiederkehrenden Muster geben muss beziehungsweise der Automat für beliebige Zeit sogar abgeschaltet werden kann.

### 2.2.2 Einstellungsoptionen für Regeln

Die Bilder für diese Sektion müssen eventuell noch einmal überarbeitet werden weil sie eventuell vertrauliche Informationen enthalten

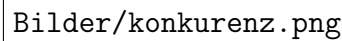
Die Einstellungsoptionen lassen sich grob in drei größere Kategorien unterteilen, welche auch später wieder bei der Untergliederung der Zielsetzung eine Rolle spielen werden.

- a) Konkurrenz Bestimmung:

---

<sup>1</sup>Quelle: <https://www.temiz4u.net/web/guest/solutions>

<sup>2</sup>Quelle: <http://www.weat.de/produkte/pricing/>

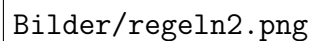


Bilder/konkurrenz.png

Abbildung 3: Prancing Tool Konkurrenz Bestimmung

Hier wird eine Liste von Tankstellen eingestellt, die als Konkurrenten erachtet werden. Diese sowie auch noch später folgende Einstellungen sind sozusagen eine Art Filterfunktion für die Zustandsübergänge. Nur Preisänderungen von diesen Tankstellen sind interessant und erfordern wohlmöglich eine Reaktion.

b) Regel Festlegung:




Bilder/regeln2.png

Abbildung 4: Prancing Tool Regel Festlegung

Das Kernstück dieser Tools und der Grund, warum das Erkennen von Mustern so schwierig ist, sind die Regeln und deren Variabilität. Für jeden Konkurrenten kann ein eigenes Regelwerk angelegt werden. Jede Regel beschreibt in welchem Zeitfenster welcher preisliche Abstand zu dem jeweiligen Konkurrenten bestehen soll, und nach wie vielen Minuten Verzögerung dieser bei Abweichung wiederhergestellt werden soll. Besonders Variable ist hier das Zeitintervall, welches theoretisch für jeden Wochentag beliebig gewählt werden kann.

c) Automatik Einstellung:



Bilder/automatik.png

Abbildung 5: Pricing Tool Automatik Einstellung

Das Tool bietet prinzipiell zwei verschiedene Modi an in denen der Nutzer das Pricing betreiben kann. Es kann entweder vollautomatisch arbeiten, das heißt nach den definierten Regeln die Preisänderungen selber direkt vornehmen. Oder es erteilt basierend auf den Regeln Preisänderungsvorschläge, die dann vom Nutzer nach eigenem Ermessen durchgeführt werden können der nicht, wobei die Verzögerungszeit in diesem Fall womöglich von der Reaktionszeit des Nutzers abhängt. Wie auch schon bei den Regeln kann hier für jeden Wochentag für jedes beliebige Zeitintervall eingestellt werden, welcher Modus praktiziert werden soll.

### 3 Zielsetzung

Thema dieses Abschnittes ist es das Ziel oder die Ziele dieser Arbeit weiter aufzugliedern und so genau wie möglich zu spezifizieren. Dabei werden möglicherweise auftretende Probleme, die sich aus den Arbeitsgrundlagen ergeben könnten, angesprochen und etwaige Lösungsansätze diskutieren. Die Zielsetzung Verhaltensmuster im Pricing von Tankstellen zu erkennen ist bei einer Menge von ca 65 Millionen Preisänderungen zu grob und unhandlich. Es sollte zunächst genauer eingeschränkt werden in welchen Teilbereichen überhaupt Muster vermutet werden, um den Suchbereich zu minimieren. In diesem Fall bedeutet das herauszufinden, welche Tankstellen untereinander aufeinander reagieren also sich als Konkurrenz betrachten. Unter den konkurrierenden Tankstellen gilt es nun herauszufinden, ob bzw. in welchem Maße das Reaktionsverhalten automatisiert geregelt zu sein scheint und die zu Grunde liegenden Regeln zurückzuverfolgen. Des weiteren könnte man untersuchen in welchem Ausmaß sich Konkurrenzbereiche untereinander verketteten und somit eventuell größere Preissektoren bilden. Letztlich wäre es noch interessant herauszufinden, ob es Tankstellen gibt die regelmäßig Preissenkungen auslösen sprich ob sich Akteure und Reakteure spezifizieren lassen, oder ob vielleicht alle Senkungen zyklische Reaktionen auf unterschiedlich hohe Preiserhöhungen sind.

#### 3.1 Konkurrenten erkennen

Konkurrierende Tankstellen sind Tankstellen mit einem potentiell gleichen Klientel. Das bedeutet, da Kraftstoff immernoch vor Ort gekauft und getankt wird, dass in erster Linie räumliche Nähe das ausschlaggebende Kriterium ist, um Konkurrenz zu bestimmen. Jeder Tankstelle kann also zunächst mittels einer Abstandsbestimmung über die Geolocations ein potentieller Konkurrentenkreis zugewiesen werden.

Ein erstes Problem bildet hier die Festlegung eines oberen Abstands-Thresholds, um die Anzahl der potentiellen Konkurrenten, welche es zu überprüfen gilt, möglichst gering zu halten. Die kritische Nähe ist hierbei stark an den Besiedelungsgrad der unmittelbaren Umgebung gebunden. So kann es in der Stadt durchaus sein, dass der nächste Konkurrent auf der anderen Straßenseite zu finden ist und sich noch 15 oder mehr weitere Tankstellen im Umkreis von wenigen Kilometern befinden, wohingegen es beispielsweise auf der Autobahn vorkommen kann, dass die nächste Tankstelle mehr als 10km entfernt liegt. Eine harte obere Schranke wäre hier nicht besonders zielführend. Andererseits scheint es intuitiv plausibel, dass die Anzahl an Konkurrenten beschränkt sein sollte. Man könnte also die Anzahl sowohl nach unten als auch nach oben beschränken und von einem geringen Abstand startend den Abstand iterativ erhöhen, wenn nötig.



Obwohl der Abstand nicht das einzige oder auch ökonomisch sinnvollste Kriterium darstellt, so ist es doch das intuitivste und informationstechnisch am einfachsten auszuwertende. Viel aussagekräftiger wäre eigentlich die Schnittmenge des Verkehrsflusses. Die gegenüberliegende Tankstelle auf der Autobahn ist zwar räumlich nicht gerade weit entfernt, für die Verkehrsteilnehmer aber nur über einen erheblichen Umweg zu erreichen. Ähnliches gilt auch für verschiedene Hauptverkehrsstraßen in Städten. Unter Umständen könnte auch die Uhrzeit relevant sein, wenn man beispielsweise das Pendlerverhalten als weiteres Kriterium hinzunimmt. Man könnte zwar versuchen über Navigationsprogramme und Verkehrsflussanalysen zu einer ökonomisch genaueren Auswahl zu kommen, jedoch steht der Aufwand hierfür in keinem Verhältnis zum potentiellen Gewinn. Ziel dieses Abschnittes ist es letztlich ja auch nicht die sinnvollsten Konkurrenten zu ermitteln, sondern jene die sich wie Konkurrenten verhalten. Da auch nicht ohne weiteres davon ausgegangen werden kann, dass jede Tankstelle ihre Konkurrenz ökonomisch korrekt ermittelt hat, ist es zunächst ausreichend eine grobe Auswahl zu treffen, da die wahre Konkurrenz im nächsten Schritt über die Analyse des Pricingverhaltens bestimmt wird.

Um nun aus dem Kreis der potentiellen Konkurrenten die wahren Konkurrenten zu extrahieren müssen im Pricingverhalten Parameter gefunden werden die nahe legen, dass eine Preisänderung eine Reaktion auf den Preis bzw die Preisänderung einer benachbarten Tankstelle ist, die beiden Tankstellen also in einer Art kausalen Relation stehen. Abgesehen davon, dass hier insbesondere auf die Möglichkeiten eingegangen werden sollte, die die Pricing-Tools zur automatisierten Reaktion bereitstellen, ist der wohl wichtigste Parameter in Sachen Kausalität immernoch die zeitliche Nähe. So hochfrequent, wie sich die Preise in diesem Bereich inzwischen ändern, wäre mehr als eine Stunde Verzögerung wohl kaum noch als Reaktion aufzufassen. Andererseits bereitet diese hohe Frequenz zusammen mit doch üblichen, da auch gewollten, Verzögerungen von mehr als 10 Minuten auch Probleme, wenn bei mehreren zeitlich korrelierenden Veränderungen nicht mehr ersichtlich ist, welche letztlich auch kausal verantwortlich war. Die Analyse von Korrelationen und Kausalität in Zeitreihendaten ist ein weit verbreitetes Problem und daher relativ ausgiebig erforschtes Gebiet mit etlichen Algorithmen und ihren Variationen, ganz vorne an der Granger Kausality Test, welche auf ihre Anwendbarkeit in diesem Szenario hin untersucht werden können.

Zusätzlich gibt es noch ein paar andere logische Zusammenhänge, die man als Parameter heranziehen könnte. Konkurrenz ist nicht immer aber in aller Regel eine Wechselseitige

Beziehung. Es liegt also nahe, dass, wo in einer Richtung konkurrierendes Verhalten festgestellt wurde, ähnliches auch in die andere Richtung zu vermuten ist. Demnach sollte es auch einen zeitlich relativ stabilen Preisabstand zwischen zwei Konkurrenten geben, der bei einer Preisänderung gebrochen wird. Wäre dem nicht so und hätten zwei konkurrierende Tankstellen in ihren Tools zwei miteinander nicht konsistente gewünschte Preisabstände zum jeweilig Anderen in ihren Regeln hinterlegt, dann würde bei einer automatischen Betreuung des Pricings der Preis innerhalb kürzester Zeit auf das festgelegt Minimum herabfallen, was auf keinen Fall im Interesse beider Tankstellen sein kann. Die Preisänderung, die den Bruch dieses Abstandes herbeiführt, muss also durch die Reaktion auf einen anderen Konkurrenten entstanden sein. Die reagierende Preisänderung sollte demnach nur diesen stabilen Abstand wieder herbeiführen.

### **3.2 Automatisierungsgrad bestimmen**

### **3.3 Regeln spezifizieren**

### **3.4 Kettenbildung untersuchen**

### **3.5 Unterscheidung zwischen Akteur und Reakteur**

## 4 Quellenverzeichnis

- [Buna] BUNDESKARTELAMT: *Informationsfluss MTS-K (Entwurf)*. [http://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Sonstiges/MTS%20-%20Informationsfluss.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](http://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Sonstiges/MTS%20-%20Informationsfluss.pdf?__blob=publicationFile&v=6), Abruf: 2016-06-29
- [Bunb] BUNDESKARTELAMT: *Markttransparenzstelle für Kraftstoffe*. [http://www.bundeskartellamt.de/DE/Wirtschaftsbereiche/Mineral%C3%B6l/MTS-Kraftstoffe/mtskraftstoffe\\_node.html](http://www.bundeskartellamt.de/DE/Wirtschaftsbereiche/Mineral%C3%B6l/MTS-Kraftstoffe/mtskraftstoffe_node.html), Abruf: 2016-06-28
- [Bunc] BUNDESVERBAND MITTELSTÄNDISCHER MINERALÖLUNTERNEHMEN E.V.: *Stellungnahme zur aktuellen Diskussion um Tankstellenpreise*. [http://www.uniti.de/cms/upload/RS/GL/GL-RS\\_22-12\\_Anlage1\\_3.pdf](http://www.uniti.de/cms/upload/RS/GL/GL-RS_22-12_Anlage1_3.pdf), Abruf: 2016-06-29
- [Kur] KURZ, Martin: *Tankerking API*. <https://creativecommons.tankerking.de/#history>, Abruf: 2016-06-29
- [Min] MINERALÖLWIRTSCHAFTSVERBAND E.V.: *Preisbildung an Tankstellen*. [http://www.mwv.de/upload/Publikationen/dateien/050\\_PreisbildungTS\\_5391wFTDpd3ZJjg.pdf](http://www.mwv.de/upload/Publikationen/dateien/050_PreisbildungTS_5391wFTDpd3ZJjg.pdf), Abruf: 2016-06-29