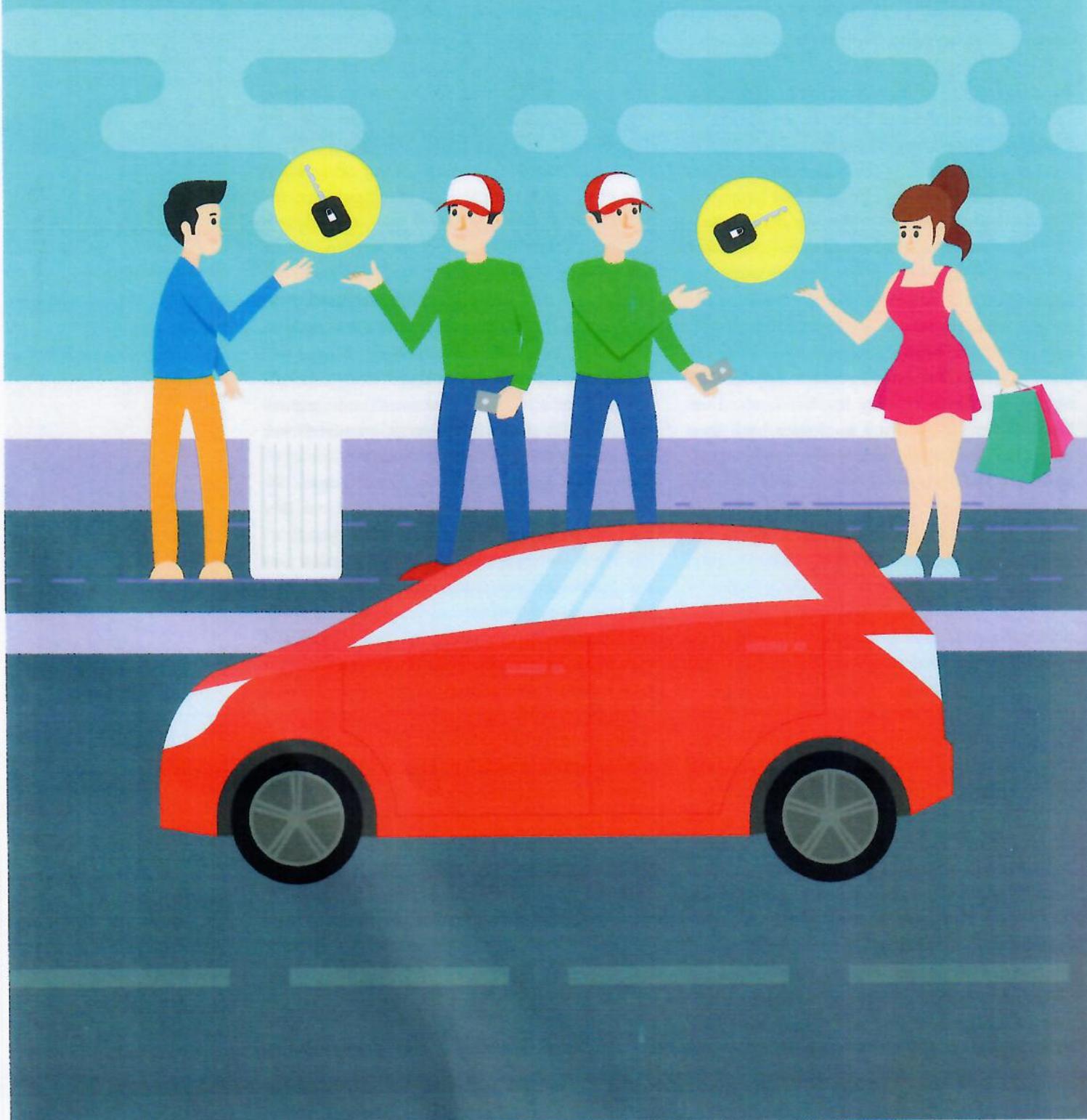


Dynamic Pricing im Nahverkehr

Martin Spindler, Universität Hamburg



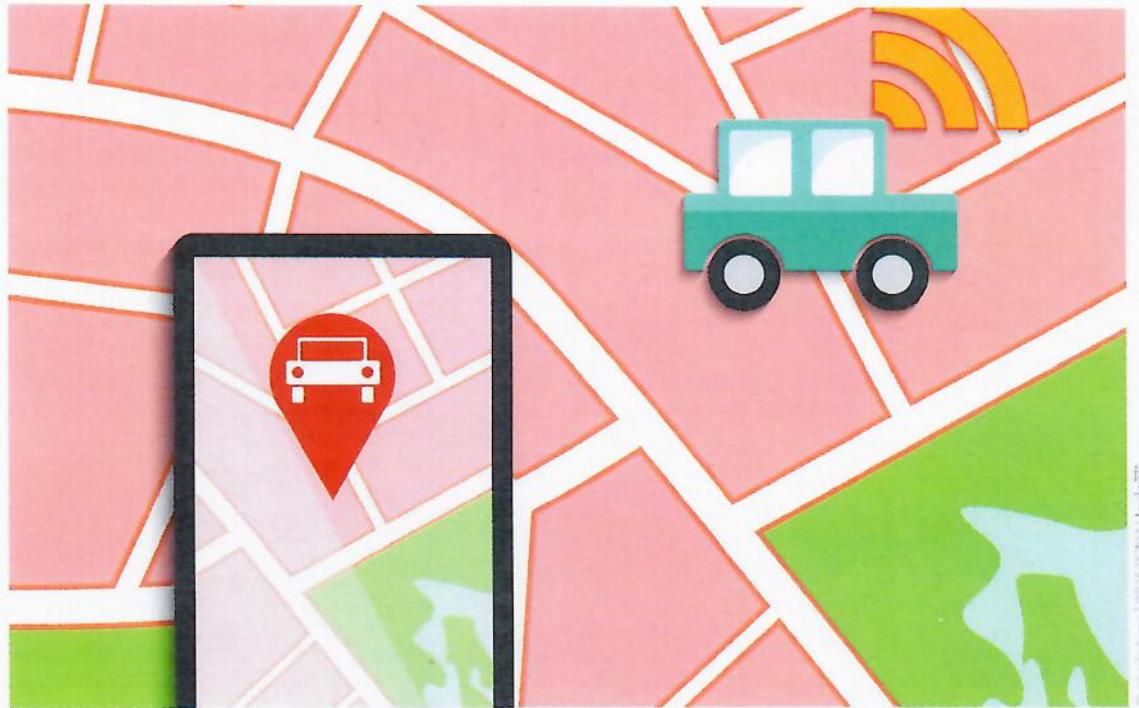
Innovative Dienstleistungen sind vor allem digitalisiert und werden Unternehmen angeboten. Nicht selten sind es Start-ups, die traditionelle Branchen oder Gewerbe, sei es Handel, Medien, Taxigewerbe, Finanzwelt oder Tourismus disruptiv verändern. Weniger Dynamik in dieser Richtung weist der öffentliche Sektor auf, obwohl der Bedarf an neuen Diensten für Bürger erheblich ist. Dynamische Preisanpassungen im öffentlichen Nahverkehr, die auf Nachfrage der Verbraucher reagieren sind sicher noch Zukunftsmusik. Doch Überlegungen, wie der ÖPNV attraktiver und effizienter werden könnte, sollen trotz aller theoretischen und praktischen Probleme an dieser Stelle erlaubt sein.

Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung sind in den letzten Jahren neue Geschäftsmodelle entstanden, im Nahverkehr z.B. durch Fahrvermittlungs- oder Carsharingdienste, die fast ausschließlich Web- bzw. App-basiert sind. Carsharingdienste wie DriveNow oder car2go erlauben Mitgliedern die Nutzung von KfZs. Neben fixen Gebühren (Anmeldegebühren und monatlichen Grundgebühren) fallen vom Nutzungsumfang abhängige Kosten an. Die Ortung von verfügbaren Fahrzeugen erfolgt dabei über GPS. Vor allem in Großstädten verzeichnen Carsharing-Dienste große Zuwächse. Fahrvermittlungsdienste sind vor allem in den USA und China weit verbreitet, wo sich Uber und Didi als Marktführer etabliert haben. Im Jahr 2017 hat Didi beispielsweise 7,4 Milliarden Fahrten an über 400 Millionen Nutzer vermittelt. Der Umsatz von Uber im Jahr 2018 hat die Schwelle von 10 Milliarden Dollar überschritten. Bei Fahrvermittlungsdiensten können über eine App Fahrten (vor-) bestellt werden. Es gibt auch die Option, mit anderen Nutzern Fahrten zu teilen. Falls möglich, werden die Routen so gelegt, dass Nutzer mit ähnlichen Fahrtzielen „kombiniert“ werden und eventuell einen kleinen Umweg in Kauf nehmen müssen. Dafür sind die Preise entsprechend niedriger als bei „Einzelfahrten“.

Dies führt zu Effizienzgewinnen, da bei Fahrten mehrere Personen mit ähnlichen Zielen transportiert werden können. Dies ist nur möglich, da die Dienste vollständig digital angeboten werden. Das ermöglicht auch, die Preise dynamisch an die Angebots- und Nachfragesituation anzupassen (Dynamic Pricing).

Dynamic Pricing und Markteffizienz

Dynamic Pricing bezeichnet die Anpassung von Preisen für Produkte oder Dienstleistungen auf Basis des aktuellen Marktbedarfs. In der Hotellerie, dem Online-Handel und im Luftverkehr wird Dynamic Pricing schon lange angewandt. Auch im Nahverkehr bei den oben beschriebenen Dienstleistungen ist eine solche marktaktuelle Anpassung möglich. Die Nachfrage nach Fahrten hängt natürlich vom Preis, aber auch von anderen Faktoren ab. Beispielsweise ist die Nachfrage bei schlechtem Wetter oder Großereignissen höher. In der Ferienzeit wiederum kann die Nachfrage auch geringer sein. Dynamische Preisanpassungen an die äußeren Umstände erlauben nun, Angebot und Nachfrage in Einklang zu bringen. Bei großer Nachfrage kommt es in der Regel zu Preiserhöhungen, aber in Zeiten geringer Nachfrage auch zu Preissenkungen, so dass insgesamt die



Wohlfahrt und die Markteffizienz erhöht werden. Der Schlüssel für Dynamic Pricing ist die sogenannte Nachfragefunktion, die angibt, wie sich die Nachfrage unter jeweils verschiedenen externen Faktoren mit dem Preis ändert. Ist die Nachfragefunktion bekannt, kann der Gewinn- oder Erlös-maximierende Preis daraus ermittelt werden. Bei der praktischen Implementierung von Dynamic Pricing stellt die Schätzung der Nachfragefunktion die größte Herausforderung dar.

Ökonomische Modellierung + Künstliche Intelligenz / Maschinelles Lernen = Dynamic Pricing

Bei der Schätzung der Nachfragefunktion handelt es sich nicht um ein relativ komplexes Problem, nämlich ein sogenanntes „kausales“ Problem. Folgende Beispiele zeigen die damit verbundenen Schwierigkeiten:

1) Die erhobenen Daten, nämlich Preis und ausgeführte Fahrten zu einem bestimmten Zeitpunkt, ergeben sich als Schnittpunkt der Nachfrage- und Angebotsfunktion. Beide Kurven sind aber Schocks ausgesetzt und ändern sich permanent, so dass dies eine Identifikation der Nachfragefunktion schließlich schwierig macht und nicht als reines Vorhersageproblem gelöst werden kann.

2) Die Daten werden alle unter einem geltenden Preissystem erhoben. Um das optimale Preissystem zu finden, muss man schätzen, wie sich die Kunden unter einem neuen Preissystem verhalten, für das es aber keine Beobachtungen gibt.

Deshalb führen Methoden des Prediction Analytics bzw. Business Analytics nicht weiter, sondern in der Regel zu unzureichenden Ergebnissen. Tech-Unternehmen haben dies bereits verstanden und verfolgen konsequent den Weg

Der Kern ist, dass man ökonomische Modelle über das Konsumentenverhalten (Consumer-Choice-Modelle) aufstellt. Man modelliert, wie sich Preis und andere Faktoren auf den Nutzen und letztlich auf die Nachfrage der Konsumenten auswirken.

Fahrdienstvermittlungs- und Carsharingdienste wurden erst durch die zunehmende Digitalisierung möglich und eröffnen vielversprechende Möglichkeiten für eine effiziente Nutzung der Ressourcen.

der Modellierung als kausale Fragestellung. Um nun den Effekt des Preises auf die Nachfrage nach Fahrten zu schätzen, gibt es im Prinzip zwei Möglichkeiten, die nachfolgend beschrieben werden. Eine Möglichkeit ist die Durchführung von sogenannten randomisierten Experimenten. Wenn die Prozesse vollständig digital sind, können diese besonders einfach und kostengünstig durchgeführt werden. Um rauszufinden, ob ein neues Preissystem zu höheren Gewinnen oder Erlösen führt, werden beide, d.h. das alte und neue Preissystem, gleichzeitig implementiert. Kunden, die die Homepage oder App benutzen, werden dabei zufällig einem der beiden Preissysteme zugewiesen. Das Experiment wird dann einige Zeit durchgeführt und anschließend werden die Erlöse und Gewinne, die unter beiden Systemen generiert wurden, verglichen. In letzter Zeit haben randomisierte Experimente breite Anwendung gefunden. In dem Fall, dass man kein randomisiertes Experiment durchführen kann oder will, gibt es noch einen anderen Weg, um die Nachfragefunktion zu schätzen, nämlich mittels strukturierter ökonomischer Modelle. Kern dabei ist, dass man ökonomische Modelle über das Konsumentenverhalten (Consumer-Choice-Modelle) aufstellt. Man modelliert, wie sich Preis und andere Faktoren auf den Nutzen und letztlich auf die Nachfrage der Konsumenten auswirken. Dann werden aus den Daten strukturelle Parameter geschätzt, die es ermöglichen zu simulieren, wie sich die Kunden unter verschiedenen Preissystemen verhalten. Dadurch kann schließlich der optimale Preis bestimmt werden.

Neben dem Preis wird die Nachfrage auch noch von anderen Faktoren wie Wetter, Zeitpunkt, Abfahrts- und Ankunftsort bestimmt, die sehr leicht erhoben werden können. Für die Auswertung von randomisierten Experimenten oder die Schätzung von strukturellen Modellen können Maschinelle Lernmethoden oder Verfahren der Künstlichen Intelligenz eingesetzt

werden, die im allgemeinen bessere Schätzungen erlauben. Die Kombination von Machine Learning bzw. Künstlicher Intelligenz und kausalen Fragen stellt momentan ein sehr spannendes Forschungsgebiet mit praktischer Relevanz dar.

Zusammenfassung

Fahrdienstvermittlungs- und Carsharingdienste wurden erst durch die zunehmende Digitalisierung möglich und eröffnen vielversprechende Möglichkeiten für eine effiziente Nutzung der Ressourcen. Es wurde kurz dargestellt, wie Dynamic Pricing im Nahverkehr implementiert werden kann und welche Schwierigkeiten sich dabei ergeben. Insbesondere wurde argumentiert, dass Methoden des Business Analytics, die vor allem auf Korrelationen aufbauen hier zu verzerrten Ergebnissen führen und eine andere Vorgehensweise („kausale Inferenz“) notwendig ist. Die Anwendung von Methoden des Maschinellen Lernens und der Künstlichen Intelligenz bietet großes Potenzial, wenn diese in intelligenter Weise mit ökonomischer Theorie verknüpft werden – ein aktives Gebiet in Forschung und Praxis. ■

Kurz und bündig

Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung sind in den letzten Jahren neue Geschäftsmodelle entstanden, im Nahverkehr z.B. durch Fahrvermittlungs- oder Carsharingdienste, die fast ausschließlich Web- bzw. App-basiert sind. In der Hotellerie, dem Online-Handel und im Luftverkehr wird Dynamic Pricing schon lange angewandt. Auch im Nahverkehr bei den oben beschriebenen Dienstleistungen ist eine solche marktaktuelle Anpassung möglich. Fahrdienstvermittlungs- und Carsharingdienste wurden erst durch die zunehmende Digitalisierung möglich und eröffnen vielversprechende Möglichkeiten für eine effiziente Nutzung der Ressourcen.



Martin Spindler

Martin Spindler ist Professor für Statistik an der Universität Hamburg. Nach Studium und Promotion in Regensburg und München, war er als Postdoc bei der Max-Planck-Gesellschaft und als Gastforscher am MIT, USA, tätig. In der Forschung beschäftigt er sich mit Maschinellern Lernen und Künstlicher Intelligenz und wie diese Methoden auf betriebliche Fragestellungen (Dynamic Pricing, Logistik, Gesundheitswesen) angewendet werden können. Um diese Ergebnisse in die Praxis zu übertragen, hat er zusammen mit Kollegen das Unternehmen Economic AI GmbH gegründet.

Kontakt

Martin.Spindler@uni-hamburg.de
+49 40 42838 1544



Weiterführende Inhalte finden Sie unter folgendem Link: bit.ly/2N4rVwP