

# **Ubiquitous Computing**

—

# **Ökonomische Aspekte**

Fachseminar zum Thema: „Smarte Objekte und Smarte Umgebungen“

Roger Seidel,  
betreut von Vlad Coroama

Zürich, 05.7.2005

## Einleitung

In der heutigen Zeit haben viele Produkte denselben Preis, egal wie viel man sie verwendet. Sei das eine einfache Zeitung, bei der es keinen Unterschied macht, was und wieviel man liest oder der Fernseher, für den man eine Monatsgebühr bezahlt, auch wenn man ihn nicht benutzt. Mit neueren Technologien wird es uns aber immer mehr möglich, den Gebrauch eines Gegenstandes oder einer Dienstleistung zu messen. Ein Beispiel dafür wäre das Digital Rights Management (DRM), mit dem man den Gebrauch von digitalen Medien beschränken kann oder das heute schon stark verbreitete Pay-TV bzw. Pay-per-View. Durch das immer kleiner und billiger werden der Technik, die man für solche Messungen braucht, sind den Ingenieuren fast keine Grenzen mehr gesetzt und so wird es immer einfacher für sie, technische Hilfsmittel für solche Zwecke zu bauen. Nun, wie aber kann die Wirtschaft vom sogenannten „Ubiquitous Computing“ Gebrauch machen? Inwiefern kann sie davon profitieren, dass alles messbar und überwachbar ist? Und wie reagieren die Betroffenen, nämlich die Käufer? Ändern sie ihr Verhalten, dadurch dass man jetzt für die Benutzung von Strassen beispielsweise eine Gebühr zahlen muss?

Diese und andere Fragen versuche ich nun anhand von zwei Beispielen, Pay-per-Risk und Pay-per-Use, auf den folgenden Seiten zu beantworten. Beim Pay-per-Risk Model werde ich am Beispiel der Autoversicherungen zeigen, was für Versicherungsformen denkbar sind, bei denen man für sein eigenes Risikoverhalten aufkommen muss und wo die Vor- bzw. die Nachteile für die Betroffenen liegen. Danach werde ich mit Hilfe des Road Pricing auf das zweite Model, Pay per Use, eingehen und auch hier aufzeigen, wie es sinnvoll umgesetzt werden kann, wie verschieden die Umsetzung bzw. der Zweck solcher Systeme sein kann und natürlich wer davon profitiert oder eben nicht profitiert.

# Pay per Risk - Autoversicherungen

## Heutige Autoversicherungen

Autoversicherungen, so wie wir sie heute kennen, berechnen ihre Prämien anhand von verschiedenen Faktoren. Als Versicherungsnehmer wird man dabei in eine von bis zu 30 sogenannten Risikogruppen eingeteilt. Bei der Einteilung in eine dieser Gruppen kommen diverse Kriterien zum tragen wie zum Beispiel Fahrzeugbaujahr, Kilometerstand, Alter des Lenkers, Anzahl und Ausmass der Unfälle, die ein Lenker schon gehabt hat, und zum Teil die auch Nationalität. Diese Faktoren lassen jedoch nur geringfügig auf die Sicherheit oder das Risiko des jeweiligen Lenkers rückschliessen und sind daher eigentlich nicht besonders aussagekräftig. Somit widerspiegelt die ausgestellte Prämie auch nicht die marginalen Kosten eines Autos, was vom ökonomischen Standpunkt aus wenig Sinn macht. Hinzu kommt, dass es egal ist, wie risikofreudig, bzw. –scheu man fährt, wenn die Jahresprämie bezahlt ist. Man kann also mit seinem Fahrverhalten keine Kosten sparen.

## Distance-Based Insurance

Was passiert nun, wenn die Versicherungen alle oben erwähnten Kriterien ausser Acht lassen und den Versicherten nach seinem tatsächlichen individuellen Risiko belangen? Und was versteht man überhaupt unter individuellem Risiko? Todd Litman hat dies in seinem Paper folgendermassen ausgedrückt: Eine erhöhte Anzahl an gefahrenen Kilometer erhöht auch automatisch das Risiko, einen Unfall zu haben. Sprich, je mehr man fährt, desto grösser wird die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls. Es liesse sich nun die Behauptung aufstellen, dass je mehr ein Lenker fährt, er desto sicherer fährt und somit das Risiko immer niedriger wird. Das mag auch durchaus seine Richtigkeit haben, doch nach wie vor beinhaltet das Autofahren Risiken, die vom Lenker nicht kontrolliert werden können. Ein Tier rennt auf die Fahrbahn, gewisse elektronische oder mechanische Teile am Auto versagen oder man erleidet eine Herzattacke. Die Wahrscheinlichkeit für ein Unglück dieser Art nimmt mit der gefahrenen Kilometeranzahl zu.

Ich werde Ihnen nun im Folgenden vier verschiedene Versicherungsmodelle vorstellen, die Alle darauf abzielen, diejenigen Autofahrer zur Kasse zu bitten, die in einem Jahr grössere Distanzen zurücklegen und somit ein grösseres Risiko darstellen.

## **1. Mileage Rate Factor (Hundstad, Bernstein und Turem, 1994)**

Bei dieser Versicherung geht es im Prinzip darum, dass der Versicherte im Voraus der Versicherung angibt, wie viele Kilometer er in einem Jahr zu fahren gedenkt. Die Versicherung berechnet anschliessend den Risikofaktor, der dann bei der Preisstrukturierung der Prämie mit einbezogen wird.

Das Problem bei der Sache ist nur, dass ein Fahrer niemals mit genauer Sicherheit voraussagen kann, wie viel er sein Auto benutzen wird. Das führt dazu, dass die meisten dazu tendieren, eine eher kleinere Kilometeranzahl anzugeben, um einem finanziellen Engpass zu entgehen. Somit wird dieses Versicherungsmodell schnell ungenau und kann der Gewichtung der gefahrenen Anzahl Kilometer pro Jahr nicht gerecht werden.

## **2. Pay-at-the-Pump (Sugarman, 1993, Wenzel, 1994)**

Pay-at-the-Pump erhebt einen Aufschlag auf jeden Liter Benzin von ca. 10-20 Rappen, um so einen Teil der Versicherungskosten zu decken. Das hat zur Folge, dass Fahrer mit kleinem Risiko aber einem grossem Benzinverbrauch zu viel bezahlen und diejenigen, die ein grösseres Risiko darstellen, aber ein Auto besitzen mit geringem Spritverbrauch, zu wenig bezahlen. Hinzu kommt, dass der Fahrer nur dann versichert ist, wenn er auch das vorgegebene Benzin im Tank hat.

Meiner Meinung nach zielt dieses Modell an der eigentlichen Absicht vorbei, die Fahrer für ihr Risiko im Zusammenhang mit der gefahrenen Distanz aufkommen zu lassen.

Stattdessen zahlt man nach gebrauchter Benzinmenge, egal welche Distanz man damit zurücklegt. Zusätzlich deckt dieses Modell nur einen Drittel der Versicherungskosten, die anderen zwei Drittel bleiben fix.

## **3. Per-Kilometer Prämien (Buttler, 1993; Baker und Barret, 1998; Edlin, 1998)**

Dieses Modell funktioniert eigentlich ähnlich wie die Prepaidkarte eines Mobiltelefons: Man löst eine Versicherung für beispielsweise 5000 Km und ist dann über diese Distanz versichert. Beim Preis der Prämie werden aber immer noch gewisse Risikofaktoren mitberücksichtigt. So bezahlt ein eher risikofreudiger Lenker mehr als ein tendenziell sicherer Fahrer. Dieser Unterschied macht sich dann im Preis, den man pro Kilometer bezahlt, bemerkbar. Dabei ist es egal, ob man anfangs Jahr für 12000 Km eine Prämie löst, oder ob man zuerst eine für 5000 Km löst und dann nochmals eine für 7000 Km. Die Prämien werden erst Ende Jahr berechnet, basierend auf der tatsächlichen Anzahl gefahrener Kilometer. Nicht gefahrene Kilometer werden gutgeschrieben und zusätzlich Gefahrene nachbezahlt. Es stellt sich nun die Frage, ob jemand noch versichert ist, wenn er 5000 Km gelöst hat und beim 5001. Kilometer einen Unfall hat. Hier gibt es drei verschiedene Möglichkeiten zur Deckung:

**A:** Man ist wirklich nur für die im Voraus bezahlten Kilometer von der Versicherung gedenkt, was im oben erwähnten Beispiel bedeuten würde, dass man bei Kilometer 5001 nicht mehr versichert ist.

**B:** Man ist versichert, ohne Rücksicht auf die schon bezahlten Kilometer. Hat man die Prämie für die ersten paar Kilometer bezahlt, ist man für die gesamte Rechnungsperiode versichert, meistens beträgt diese ein Jahr. Fährt man mehr Kilometer als geplant, zahlt man diese einfach im Nachhinein noch dazu. Das Gefährliche dabei ist, dass jemand, der mit dem Auto viel mehr Kilometer fährt, als er bezahlt hat, trotzdem versichert ist und das Auto vor Ablauf der Prämie verkaufen kann. Somit kann ihn die Versicherung nicht nachträglich für die nicht bezahlten Kilometer belangen.

**C:** Man ist versichert, ohne Rücksicht auf schon bezahlte Kilometer, wird aber für verspätete Zahlungen gebüsst. Diese Möglichkeit stellt eine Kombination von A und B dar. Man ist zwar für die ganze Prämienperiode versichert, bekommt aber eine Busse für die unbezahlten Kilometer. Einerseits zwingt es den Versicherten dazu, die Kilometer wirklich im Voraus zu bezahlen, andererseits kann die Versicherung ihre Verluste in Grenzen halten, falls der Versicherte sein Auto verkaufen sollte.

#### **4. GPS-Basierend**

Dieses Versicherungssystem benutzt einen GPS-Transponder, installiert im Auto, mit dessen Hilfe man weiss, wo, wer, mit welchem Auto, wie viele Kilometer hinter sich gebracht hat. Es spielt zum Beispiel eine Rolle, ob man 100 Km auf der Autobahn oder im Stadtzentrum zurückgelegt hat, da man je nach Lokalität und Tageszeit ein grösseres bzw. kleineres Risiko pro Kilometer trägt. So bezahlt man zum Beispiel 5 Rp. pro Minute für das Fahren auf der Autobahn und 8 Rp. pro Minute für das Fahren in einer Grossstadt. Mit Hilfe dieses Systems ist man in der Lage, das wirkliche Risiko, dass ein Lenker samt Auto darstellt, zu messen und dementsprechend die Prämie anzupassen. Voraussetzung ist natürlich ein GPS-Transponder im Auto (ca. 100-200 Fr.). Dadurch fühlen sich vielleicht Personen, die auch die anderen Funktionen des GPS nützen wollen oder sowieso schon wenige Kilometer pro Jahr machen, eher angesprochen.

## **Vorteile**

Durch Distanz-Basierende Versicherungen wird es möglich, das Risiko des einzelnen Fahrers viel genauer einzuschätzen und dementsprechend auch individuelle Prämien auszustellen. Dabei wird erreicht, dass jeder für sein eigenes Risiko aufkommt, dies wiederum ist ökonomisch sinnvoller und auch den restlichen Autofahrern gegenüber gerechter, da der Verursacher der Kosten zur Kasse gebeten wird und die Kosten nicht auf eine ganze Gruppe abgewälzt werden.

Desweiteren wird erreicht, dass der einzelne Fahrer mehr auf seine gefahrenen Distanzen achtet und diese auch zu reduzieren versucht, was wiederum heisst, dass im Ganzen weniger Kilometer gefahren werden, das Risiko für Autounfälle vermindert wird, weniger Staus entstehen und die Kosten für die Strassenreparaturen weniger werden. Dadurch erhöht man automatisch die Sicherheit auf den Strassen, nicht nur für Automobilisten, sondern auch für Velofahrer und Fussgänger.

Schliesslich profitiert der Konsument, sprich der Versicherte, am meisten. Er hat die Möglichkeit, beim Auto fahren Geld zu sparen und kann auch noch wählen zwischen der normalen Versicherung, wie wir sie heute kennen, und einer Distanz-Basierenden Versicherung. Aber auch hier ist Vorsicht geboten. Wechseln nämlich plötzlich alle Fahrer, die ohnehin schon ein kleines Risiko haben, zur Distanz-Basierenden Versicherung, bleiben alle Fahrer mit einem grossen Risiko zurück. Das bedeutet wiederum, dass die Versicherung ihre heutige Prämie erhöhen muss, da Fahrer, die allgemein schon ein grosses Risiko darstellen, auch Mehrkosten mit sich bringen.

## **Nachteile**

Die grössten Nachteile sind hier bei den Versicherungen auszumachen. Um diese Modelle in Tat umsetzen zu können, sind viele Investitionen nötig. So müssen alle Prämien überarbeitet und angepasst werden, neue Softwarepakete entwickelt und installiert werden und ganze Arbeitsabläufe neu geplant werden. Hinzu kommen die steigenden Transaktionskosten, die nötig sind, um die gewünschten Informationen der Versicherten zu beschaffen und verarbeiten zu können.

Ein weiterer Punkt ist, dass die beiden Parteien, Versicherter und Versicherer, nicht im Voraus abschätzen können, wie viel ein Auto nun kostet beziehungsweise wie viel Geld Ende Jahr auf dem Konto der Versicherung sein wird, da man nicht weiss, wie viele Kilometer man fährt beziehungsweise wie viele gefahren werden. Vor allem auf der Seite der Versicherungen wird es viel schwieriger, langfristig wirtschaftlich zu planen. Kommt noch hinzu, dass gewisse Gruppen von Lenkern sowieso tiefer in die Taschen greifen müssen. Die Gruppe nämlich, die sowieso mit viel Risiko fährt. Bleibt man bei der alten Versicherung, wird diese teurer. Wechselt man zu einem der neuen Modelle, bezahlt man wirklich für sein Risiko, das ja sowieso schon über dem Durchschnitt liegt.

Als letzter Punkt wäre vielleicht noch zu erwähnen, dass Leute eher skeptisch gegenüber Modellen sind, bei denen sie abschätzen müssen, wie gross die Kosten werden könnten und nicht einfach einen fixen Betrag, den sie einmal pro Jahr einzahlen.

# Pay per Use - Road Pricing

Was bedeutet Road Pricing? Es bedeutet, dass man für die Benutzung einer Strasse (Road) Geld vom Benutzer verlangt, sei das für die ganze Strasse oder nur für einen Sektor davon.

Mit Hilfe der UbiComp-Technology wird es möglich, genau diese Benutzung zu messen. Sei dies mit einem GPS-Transponder, einer Smartcard an der Windschutzscheibe oder von aussen mit Kameras.

Mit Hilfe von Roadpricing kann man viele Ziele und Zwecke verfolgen. Man hat eine Möglichkeit, Geld zu verdienen, welches dazu verwendet werden kann, Strassen zu reparieren und den öffentlichen Verkehr auszubauen. Es wird möglich, den Verkehr durch unterschiedlich hohe Gebühren zu steuern und so Staus zu verhindern. Man kann der Umwelt einen Gefallen tun, da dadurch weniger Autos im Stau stehen und giftige Abgase absondern bzw. unnötig Lärm verursachen. Eine ganze Stadt wird dadurch besser zugänglich, weil es weniger Verkehr auf den Strassen hat und der öffentliche Verkehr schneller vorankommt, bzw. Rettungsfahrzeuge oder der Berufsverkehr. Und man kann dadurch die Lebensqualität in einer stark befahrenen Region erhöhen, für Anwohner und Touristen.

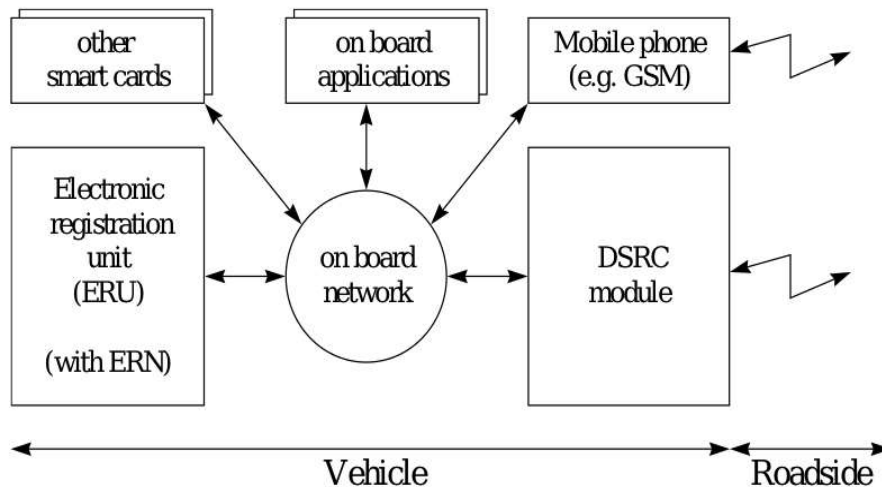
Bevor ich mich aber der konkreten Umsetzung von Roadpricing zuwende, möchte ich zuerst auf die technischen Aspekte eingehen, d.h. wie es möglich ist, jeden einzelnen Fahrer zu erfassen und abzurechnen.

## Technische Aspekte

Die Technik, die verwendet wird beim Road Pricing, kann man in zwei Gruppen aufteilen. Entweder man misst „On Board“ eines Autos, wie viel Mal es eine Zone passiert hat oder von Aussen. Das geschieht im ersten Fall mit Hilfe eines GPS-Transponders oder einem AVI (Automated Vehicle Identifikation), auf welches ich später genauer eingehen werde, oder die Autos werden einfach von Aussen mit Kameras fotografiert und so überwacht. Was alle Möglichkeiten gemeinsam haben, sind die so genannten Toll Stations (siehe Bild), die wie eine Art Grenzübergang zwischen den einzelnen Zonen funktionieren.



## AVI – Automated Vehicle Identification



Das AVI besteht aus folgenden Komponenten:

ERU, ein Chip, wie wir ihn von Smartcards kennen. Er hat alle Informationen über das Auto gespeichert, womit es eindeutig identifizierbar ist.

Ein „On Board“ Netzwerk.

Ein DSRC Modul, das die Kommunikation mit einem externen Lesegerät aufnimmt, sobald das Auto eine Toll Station passiert.

Ein GSM oder UMTS Telefon, das die Daten direkt an eine Backoffice schickt, wo sie entschlüsselt und verarbeitet werden.

Zusätzlich können noch andere Smartcards oder ein GPS-Gerät an das Netzwerk angeschlossen werden.

## Bereits existierende Road Pricing Systeme

Das Road Pricing ist keine neue Idee und ist auch schon in vielen Städten bzw. Ländern in Gebrauch. So gibt es in Deutschland die so genannte MAUT für den Schwerverkehr, bei dem genau eruiert werden kann, wann und wo ein Lastwagen durchgefahren ist. In der Schweiz gibt es die LSVA, ein ähnliches System wie die MAUT, einfach technisch nicht ganz so ausgereift. Desweiteren sind in Italien die Autobahnen mehrheitlich in privatem Besitz und so nur gegen eine kleine Gebühr befahren werden dürfen. Zusätzlich gibt es viel grössere Städte, die flächendeckend ein solches Road Pricing System besitzen, unter anderem Bergen, Oslo, Trondheim, Singapore, London, Melbourne etc. oder zusätzlich gibt es Autobahnen, die eine HOT-Lane (High-Occupancy Toll) haben, das ist eine von mehreren Spuren, die nur gegen Bezahlung oder in einer Fahrgemeinschaft benützt werden darf. Vor allem in Amerika ist diese Idee weit verbreitet.

Wie man hier sieht, gibt es viele Möglichkeiten Road Pricing umzusetzen. Ich werde am Beispiel zweier Städte, Singapore und Oslo, aufzeigen, wie unterschiedlich die Umsetzung und die Beweggründe für ein solches System sein können.





# **Allgemeine Auswirkungen vom Road Pricing**

## **Verkehr**

Die Auswirkungen von Road Pricing auf den Verkehr können, je nach Umsetzung ziemlich stark sein. So hat man gesehen, dass es keine grosse Reduktion der Anzahl Autos braucht, um beispielsweise Staus abzubauen. Da reicht es schon, wenn das Verkehrsaufkommen um ein paar Prozente abnimmt. Betrachtet man aber die Anzahl Fahrten über einen ganzen Tag verteilt, merkt man, dass so ein System vielleicht nicht den gewünschten Effekt bringt, wie man sich das vielleicht erhofft hat. Das liegt auf der einen Seite an fehlenden Alternativen, sprich Umfahrungsstrassen, die gratis sind, oder einen gut ausgebauten öffentlichen Verkehr. Auf der anderen Seite findet das so genannte Pricing vielerorts nur an stark befahrenen Strassen statt oder nur während den Stosszeiten, was zur Folge hat, dass man einfach zu einer anderen Tageszeit seinen Autoausflug macht.

Am meisten profitieren der öffentliche Verkehr, der zu den Stosszeiten besser durch die Stadt kommt und so die Fahrpläne eingehalten werden können, so wie auch diverse Rettungsdienste, wie Feuerwehr, Ambulanz und Polizei, denen ein schnelleres Vorankommen ebenfalls entgegen kommt.

## **Umwelt**

Auch hier spielt es eine grosse Rolle, wie und wo Road Pricing eingesetzt wird. Wird es eingesetzt, um Staus abzubauen, so hat kann es durchaus einen positiven Effekt auf die Umwelt haben. Denn ein Auto, welches im Stau steht, gibt 250% mehr Schadstoffe ab als während der Fahrt. Zusätzlich sollte aber auch darauf geachtet werden, dass Elektro- und Hybridfahrzeuge, wie in Singapore, einen Vorteil haben, indem sie weniger Gebühren zahlen. Die Möglichkeit, das Verkehrsaufkommen in Grenzen zu halten und dadurch den Strassenbau zu hemmen, stellt einen weiteren Vorteil dar.

Keine grossen Auswirkungen gibt es bei der Strassensicherheit. Zwar werden Unfälle mit geringer Geschwindigkeit nachlassen, aber dadurch, dass im Durchschnitt schneller gefahren wird, passieren auch mehr Unfälle bei hoher Geschwindigkeit. Leider gibt es in diesem Zusammenhang zu wenig Studien, die das belegen bzw. widerlegen können.

## Schlussfolgerung

Abschliessend lässt sich sagen, dass durch Pay per Risk und Pay per Use die Kosten besser auf den individuellen Verursacher abgewälzt werden können. Das ist sicher fairer gegenüber denjenigen, die selten für Kosten verantwortlich sind. Eine Gefahr besteht darin, dass sich die Schere zwischen Arm und Reich weiter auftut und sich nur noch vermögende Leute ein Auto oder andere Luxusgüter leisten können, da die Kosten einfach zu gross werden. Ich denke aber, dass in den meisten Fällen die Wirtschaft dafür sorgen wird, dass die Menschen im Gegensatz zu heute nicht viel mehr oder weniger ausgeben werden müssen. Dabei spielt die UbiComp zwar eine grosse Rolle, doch wird sie nach wie vor ein Tool bleiben, das zwar für solche Zwecke eingesetzt werden kann, aber alleine keine Veränderung herbeiführen kann. Es wird immer darauf ankommen für was, wie und vor allem wer solche Tools einsetzt. UbiComp ist weder das Non-plus-ultra auf das alle gewartet haben noch ist es ein Übel, welches alles mess- und überwachbar macht. Es ist sehr wichtig, dass beim Einsatz solcher Technologien darauf geachtet wird, dass die Menschen genau darüber informiert werden, wie etwas eingesetzt wird und aus welchem Zweck, wie es funktioniert und vor allem, was mit den gesammelten Daten passiert. Aus diesem Grund ist das Gewinnen und Festigen von Vertrauen in die Technologie an sich, aber auch in die Institutionen, welche diese Technologien zur Verfügung stellen, von essentieller Wichtigkeit. Dieses Vertrauen kann nur durch Offenheit und Transparenz erreicht werden.

## Referenzen

- 1. Distance-Based Vehicle Insurance,**  
Todd Litman , 2003
- 2. Road Pricing in urban areas,**  
Jonas Eliasson, Mattias Lundberg, 2003
- 3. A system concept for an electronic registration number,**  
Jan P.M.M.
- 4. Tolling Technology / Operations Technical Adviser,**  
The Golden Ears Bridge, 2005
- 5. Road Pricing,**  
Deirdre Lee
- 6. Road Pricing strategies for the greater Oslo area,**  
Arild Vold, 2001
7. [www.progress-project.org](http://www.progress-project.org)
8. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)