

Wirtschaftlichkeit mobiler qualifizierter Signaturen im E-Government

Heiko Rossnagel, Denis Royer

Lehrstuhl für M-Commerce und mehrseitige Sicherheit
Johann Wolfgang Goethe – Universität Frankfurt
Grärfstraße 78
60054 Frankfurt am Main
heiko.rossnagel@m-lehrstuhl.de
denis.royer@m-lehrstuhl.de

Abstract: Eine zentrale Voraussetzung für E-Government ist die Möglichkeit rechtsichere Willenserklärungen auch elektronisch abzugeben. Daher hat der Gesetzgeber mit dem Signaturgesetz und der Signaturverordnung bereits vor Jahren einen entsprechenden Rechtsrahmen geschaffen. Dennoch ist es bisher nicht gelungen einen funktionierenden Markt für Signaturanwendungen bzw. Zertifizierungsdienstleistungen zu schaffen. Mobile Signaturen bieten einen möglichen und viel versprechenden Weg, die Akzeptanz von qualifizierten elektronischen Signaturen zu erhöhen und somit dieses Hemmnis der Verwaltungsmodernisierung zu beseitigen. In diesem Beitrag betrachten wir die Wirtschaftlichkeit von mobilen qualifizierten elektronischen Signaturen sowohl aus der Sicht eines Mobilfunkers als auch eines Zertifizierungsdiensteanbieters. Dabei gehen wir davon aus, dass der Mobilfunker lediglich als Herausgeber einer signaturfähigen SIM-Karte auftritt und die Zertifizierungsdienstleistungen von einem separaten Anbieter geleistet werden. Unsere Ergebnisse zeigen, dass eine Investition in mobile qualifizierte elektronische Signaturen für beide Seiten profitabel sein kann.

1 Einleitung

Seit Jahren sind die technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen für qualifizierte elektronische Signaturen vorhanden [DB01]. Dennoch ist es bisher nicht gelungen einen funktionierenden Markt für Signaturanwendungen bzw. Zertifizierungsdienstleistungen zu schaffen. Bisher wurden in Deutschland gerade einmal etwa 30.000 Zertifikate für qualifizierte elektronische Signaturen ausgestellt [Siet04]. Als Reaktion auf die bisher enttäuschende Entwicklung des Marktes für Zertifizierungsdienstleistungen fördern nun mehrere europäische Staaten Initiativen zur Einführung der elektronischen Signatur im Massenmarkt [RRM04] [CW04]. All diese Initiativen setzen auf einen hohen Verbreitungsgrad von Chipkarten mit Signaturfunktionalität, was wie in [FR05] dargestellt nicht zwangsläufig zu einer breiten Nutzung der Signaturfunktionalität führen wird. Das Ergebnis dieser Initiativen ist voraussichtlich ein hoher Verbreitungsgrad von Chipkarten mit Signaturfunktionalität gepaart mit einer äußerst geringen Nutzung dieser Funktionalität [FR05]. Viel versprechender erscheint der Ansatz elektronische Signaturen an „*Early Adopters*“ zu verkaufen um damit gezielt Anwender anzusprechen, deren Nutzungs-

verhalten eine Affinität zum Ausprobieren neuartiger Technologien aufweist. Eine solche Möglichkeit zur Einführung bieten mobile qualifizierte Signaturen [Ro04]. Wie in [Ro04] gezeigt ist es für den Mobilfunkanbieter (MA) möglich, signaturfähige SIM-Karten anzubieten ohne gleichzeitig als Zertifizierungsdiensteanbieter (ZDA) auftreten zu müssen. Damit kann sich der MA auf die Kartenausgabe beschränken und über das Datenverkehrsaufkommen der Signaturapplikationen einen Gewinn erzielen. Für einen bereits operierenden ZDA ergibt sich durch diese Infrastruktur die Gelegenheit, neue bisher nicht vorhandene Kunden zu akquirieren und damit zumindest den bisher bestehenden Verlust zu minimieren. Dies kann natürlich nur dann funktionieren, wenn sowohl für den MA als auch für den ZDA potentiell ein Gewinn entsteht. In diesem Beitrag werden wir untersuchen welche finanziellen Erfolgchancen die qualifizierte elektronische Signatur einerseits für MA und andererseits für ZDA bringt. Bei der Analyse für die Rentabilität für die beteiligten ZDA stützen wir uns nicht auf die aktuell existierenden Geschäftsmodelle existierender ZDA sondern verwenden das deutlich vielversprechendere Preismodell, das in [LR05] vorgestellt wurde. Für die Analyse verwenden wir einen Prognose-Ansatz, der zusammen mit unseren Annahmen über die Kosten und die Möglichen Einnahmequellen in Kapitel 2 vorgestellt wird. In Kapitel 3 präsentieren wir dann die Resultate unserer Investitionsrechnung, bevor der Beitrag in Abschnitt 4 mit einer Zusammenfassung schließt.

2 Unser Prognoseansatz

Da der Mobilfunkmarkt sehr komplex ist, ist es schwer generelle Aussagen über die zukünftigen Trends treffen zu können. Jedoch kann man diese Komplexität durch die Kombination verschiedener Bewertungsmethoden (z.B. finanzmathematischen Methoden, Szenariotechnik, etc.) meistern, um einen Analyseansatz schaffen, der es ermöglicht die Marktentwicklungen und die Diffusion in einem Markt abzuleiten [Po98]. Mit dem hier verwendeten Analyseansatz, wurde der Markt für mobile Signaturen aus den Perspektiven eines MA und eines ZDA untersucht. Um die Diffusionsrate mobiler Signaturen darstellen zu können, ist es zunächst notwendig, eine Vorhersage über die Nutzungsbereitschaft der Kunden zu treffen. Aufbauend hierauf, kann dann eine Prognose für den zusätzlichen Datenverkehr getroffen werden, der durch die Nutzung von Signaturanwendungen erzeugt wird. Die Menge des Datenverkehrs kann direkt als zusätzlicher Umsatz für den MA betrachtet werden, bzw. als Zertifizierungstransaktion für den ZDA. Hierfür wurde ein Zeitraum von drei Jahren gewählt, da die Umsetzung solcher umfangreicher Projekte in der Praxis auch eine schnelle Amortisation für den Investor erfordert. Weiterhin wurden zwei Basisszenarien (optimistisch und konservativ) für die Entwicklung des Marktes und dessen Wachstum für den MA und den ZDA entworfen. Für die finanzmathematischen Berechnungen wurde letztlich ein Zinssatz von 3,85% gewählt, der als Vergleichsgrundlage für die Berechnung des dynamischen Zinssatzes herangezogen wurde [RR05].

2.1 Annahmengerüst für den Mobilfunkanbieter (MA)

Als Ausgangspunkt für die Annahmen, wurde der Markt in drei unterschiedliche Konsumentensegmente mit unterschiedlichen Nutzungsverhalten aufgeteilt: Professionelle

Anwender (*Pro*), ambitionierte Anwender (*Mid*) und Privatanwender (*Priv*). Wie zu Beginn des Mobilfunks, werden zunächst professionelle Anwender das Gros des Marktes darstellen. Privatanwender hingegen werden tendenziell eher wenig Datenverkehr erzeugen [GV01]. Daher wurde angenommen, dass die Zusammensetzung des betrachteten Marktes hauptsächlich aus den *Pro* und *Mid* Anwendern besteht. Zwar ist der zukünftige Anteil der Privatanwender nicht zu unterschätzen, jedoch spielen sie in der hier durchgeführten Berechnung nur eine untergeordnete Rolle. Tabelle 1 fasst die Marktzusammensetzung und Segmentierung in den beiden Szenarien zusammen:

		<i>Optimistisch</i>			<i>Konservativ</i>		
		<i>Datenverkehrsaufkommen pro Quartal</i>					
<i>Markt Segmentierung</i>		Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3
<i>Pro Nutzer</i>	(60,00%)	1000kB	1500kB	2500kB	600kB	800kB	1200kB
<i>Mid Nutzer</i>	(30,00%)	500kB	750kB	1000kB	150kB	200kB	250kB
<i>Private Nutzer</i>	(10,00%)	100kB	200kB	250kB	50kB	75kB	125kB

Tabelle 1: Entwicklung des Datenverkehrsaufkommens pro Quartal.

Ausgehend von [UM03], wurde eine durchschnittliche Größe von 5 KB pro Zertifizierungstransaktion, für die Berechnung des Datenverkehrs für den MA, angenommen. Hinzu kommt, dass eine große Menge des anfallenden Datenverkehrs gar nicht durch die Zertifizierung selbst, sondern durch Anwendungen erzeugt wird, die elektronische Signaturen als notwendige Infrastruktur voraussetzen (z.B. Transaktionsdienste in mobilen Börsenhandels-Szenarios [MRR05]). Unter Berücksichtigung dieses zusätzlichen Datenverkehrs wurde angenommen, dass für eine durchschnittliche Transaktion zwischen 20 bis 60 KB an Datenverkehr entstehen, abhängig von dem jeweiligen Nutzungsverhalten.

Als nächstes muss die Entwicklung des Marktes und des Marktwachstum für den Analysezeitraum in die Betrachtung einfließen. Um nun eine Überschätzung des „*Public Key Infrastruktur (PKI)*“ Marktes zu verhindern, wie es in einigen Studien der letzten Jahre der Fall war [Da99], wurde auf die tatsächliche Wachstumsrate einer vergleichbaren Technologie für die Prognose der Marktentwicklung zurückgegriffen. Hierfür wurde die Entwicklung des „*Secure Socket Layer (SSL)*“ als Grundlage für unsere Berechnungen genutzt. Die betrachteten Technologien sind dabei aus den folgenden zwei Gründen als ähnlich anzusehen, da beide präventive Innovationen sind, deren Nutzen ausschließlich darin besteht die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines ungewollten Ereignisses (Verlust der Vertraulichkeit bei SSL; Verlust der Integrität und der Zurechenbarkeit bei elektronischen Signaturen) in der Zukunft zu senken [Ro03]. Weiterhin sind beide Technologien als interaktive Innovationen einzustufen. Dies bedeutet, dass sie einem einzelnen adoptierenden Individuum nur dann einen Nutzen stiften, wenn andere Individuen ebenfalls die gleiche Technologie adoptieren [MR99]. Je mehr Marktteilnehmer also vorhanden sind und je mehr Dienste angeboten werden, desto mehr neue Marktteilnehmer treten auch in den Markt für qualifizierte mobile Signaturen ein. Diese positiven Netzwerkeffekte [SV98] [Ec96] [KS86] spiegeln sich im kontinuierlichen Wachstum der Kundenbasis von Quartal zu Quartal wieder (Tabelle 2).

Für das hier betrachtete optimistische Szenario orientiert sich das angenommene Marktwachstum an dem von SSL Produkten, welches bei 15% pro Jahr liegt. SSL war aufgrund der dringenden Erforderlichkeit für das bereits etablierte Homebanking ausserordentlich erfolgreich. Ein ähnlicher Erfolg ist für mobile elektronische Signaturen nur dann vorstellbar, wenn gleichzeitig Anwendungen entstehen, die ein solches Wachstum ermöglichen. Daher eignet sich SSL sehr gut als obere Grenze für unsere Abschätzung. Für den konservativen Fall hingegen wurde die Wachstumsrate auf 2,50% gesenkt. Dabei wird davon ausgegangen, dass mobile Signaturdienste primär in Nischenmärkten eingesetzt werden und sich der Markt für zusätzliche Dienste nicht so innovativ gestaltet, wie vorher angenommen wurde. Selbst hier kann ein geringes, aber kontinuierliches Wachstum von 2,5% angenommen werden, insbesondere im Umfeld von Anwendungen für professionelle Zwecke. Bei einem anfänglichen Kundenbestand von 10.000 SIM-Karten würde ein solches Marktwachstum im Jahr 1 eine Ausgabe von 250 zusätzlichen signaturfähigen SIM-Karten bedeuten.

	Optimistisch			Konservativ		
	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3
Marktwachstum	15,00%	30,00%	45,00%	10,00%	12,50%	15,00%

Tabelle 2: Marktwachstum.

Für den anfänglichen Kundenbestand wurde eine Anzahl von 10.000 (konservativ), bzw. 15.000 SIM-Karten im Markt (optimistisch) angenommen. Diese Kunden können dabei von Pilotprojekten stammen, welche von einem MA oder einem ZDA durchgeführt wurden. Die Kunden verbleiben nach der initialen Testphase im Markt. Um den Umsatz für die eigentliche Finanzanalyse bestimmen zu können, wurden die Berechnungen auf Basis des durchschnittlichen Preises für GPRS Datenverkehr durchgeführt. Dieser liegt momentan bei den deutschen Mobilfunkanbietern bei etwa 0,01€ pro KB. Weiterhin muss man auch den zeitgebundenen Preisverfall mit in die Berechnungen einbeziehen, weswegen ein Preisrückgang von jährlich 25% berücksichtigt wurde. Zusätzlich zu den bereits identifizierten Geldflüssen müssen auch die nötigen Investitionen des Mobilfunk-anbieters erfasst werden: Kosten für die initiale Evaluation der SIM-Karte gegen EAL 4+ der Common Criteria: 150.000€. Kosten für die Einrichtung der Infrastruktur (z.B. Personalkosten, etc.): 500.000€. Ausgabe der SIM-Karten mit der Signaturfunktionalität an die Kunden, was zusätzliche variable Kosten verursacht. Hierfür wurde der Preis für den Verlust/Austausch einer SIM-Karte verwendet, welcher bei 20€ pro Karte und Kunde liegt und an die Menge der neuen Nutzer im Markt für mobile Signaturlösungen gekoppelt ist. Für zusätzliche Personal- und Prozesskosten werden p.a. 200.000€ veranschlagt. Ein höherer Wert für diesen Parameter würde für die Gesamtkosten überkompensieren, da bereits ein Teil der Kosten für den Austausch der SIM-Karte berücksichtigt wurde.

2.2 Annahmengerüst für den Zertifizierungsdiensteanbieter (ZDA)

Für den ZDA wurde analog vorgegangen: Aufbauend auf dem in [LR05] beschriebenen Preismodell und dem Datenverkehrsaufkommen des MA wurde der Markt für den ZDA modelliert. Tabelle 3 gibt zunächst einen Überblick über die Preisgestaltung (Tarifmo-

delle, Marktanteile, etc.) für Zertifizierungstransaktionen und die Verteilung der Kundensegmente im Hinblick auf den MA. Weiterhin ist die Durchschnittsgröße einer Transaktion angegeben, welche für die Berechnung der tatsächlichen Anzahl der Transaktionen pro Nutzer, unter Einbeziehung des Datenverkehrsaufkommens des MA, verwendet wird. Vom Gesichtspunkt der Investitionen, wird angenommen, dass ein bereits existierenden ZDA 5 Mio. € für die Bereitstellung der Infrastruktur und die Anpassung der Geschäftsprozesse aufbringen muss, um Signaturlösungen anbieten zu können. Zusätzlich müssen noch 1 Mio. € für die Deckung der laufenden Kosten (z.B. Personal, etc.) einkalkuliert werden.

Nutzersegment	Tarifmodell (Marktanteil)	Abschluss-Gebühr	Grund-g Gebühr	Zertifizierungs Transaktion	Datenvolumen / Transaktion [KB]
Pro Nutzer	<i>Public (33,3%)</i>	0,00 €	60,00 €	0,05€	60KB
	<i>Business (33,3%)</i>	0,00 €	30,00 €	0,10€	60KB
	<i>Flatrate (33,3%)</i>	0,00 €	85,00 €	0,00€	60KB
Mid Nutzer	<i>Independence</i>	0,00 €	15,00 €	0,25€	35KB
Private Nutzer	<i>Starter</i>	15,00€	0,00 €	0,40€	20KB

Tabelle 3: Preisgestaltung für den Zertifizierungsdiensteanbieter.

3 Ergebnisse der Untersuchung

Aufbauend auf die Kundenbasis wurde nun die Entwicklung des Marktwachstums hochgerechnet. Nach dem Ende von Jahr drei sind dies etwa 300.000 Kunden, die im optimistischen Szenario den Markt für mobile Signaturen betreten haben. Im konservativen Szenario hingegen sind es nur 56.000 Kunden, welche mobile Signaturen aktiv nutzen. Abbildung 1 illustriert unsere Prognose für die Marktentwicklung.

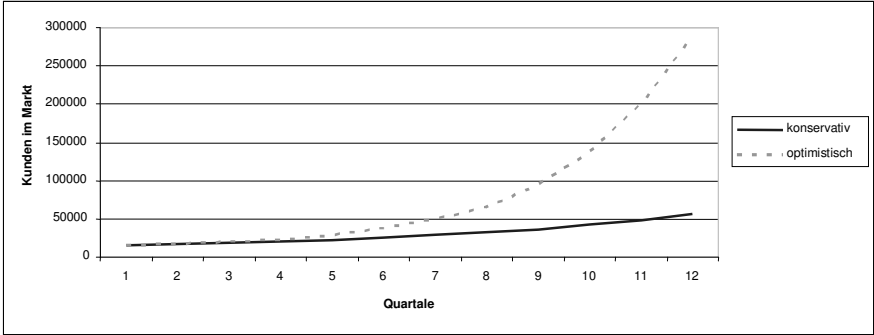


Abbildung 1: Entwicklung des Marktwachstums.

Die kritische Masse für die Erreichung von positiven Netzwerkeffekten [MR99] wird im optimistischen Szenario im neunten Quartal erreicht, was zu einer sehr hohen Diffusionsrate des Produktes in den folgenden Quartalen führt. Im konservativen Szenario hin-

gegen, wird die nötige kritische Masse zu Erreichung solcher positiven Netzwerkeffekte nicht innerhalb des Betrachtungszeitraumes von drei Jahren erreicht. Somit ist auch die Diffusion der hier vorgeschlagenen Technologie signifikant langsamer als im positiven Fall. Aufbauend auf die Entwicklung des Kundenstamms wurden weitergehend die potenziell möglichen, jährlichen Geldflüsse für einen Dreijahres-Zeitraum berechnet. Dabei kamen die hochgerechneten Werte für den Datenverkehr (pro Nutzer und Gruppe) und der Preis für GPRS Datenverkehr zum Einsatz. Auch wurden der zeitliche Preisverfall und die Änderungen im Nutzerverhalten mit ein die Berechnung übernommen (Tabelle 4 und 5):

	<i>Jahr 1</i>	<i>Jahr 2</i>	<i>Jahr 3</i>
Optimistisches Szenario			
Geldeingang	569.233,00 €	1.575.567,00 €	7.371.262,00 €
Geldausgang	-356.240,00 €	-1.046.760,00 €	-4.656.860,00 €
Summe	212.993,00 €	528.807,00 €	2.714.402,00 €
Konservatives Szenario			
Geldeingang	285.422,00 €	444.008,00 €	834.056,00 €
Geldausgang	-299.300,00 €	-460.260,00 €	-678.980,00 €
Summe	-13.878,00 €	3.748,00 €	138.460,00 €

Tabelle 4: Prognose für die Zahlungsströme des Mobilfunkanbieters.

	<i>Jahr 1</i>	<i>Jahr 2</i>	<i>Jahr 3</i>
Optimistisches Szenario			
Geldeingang	452.903,00 €	2.550.297,00 €	14.221.343,00 €
Geldausgang	-1.000.000,00 €	-1.000.000,00 €	-1.000.000,00 €
Summe	-547.098,00 €	1.550.297,00 €	13.221.343,00 €
Konservatives Szenario			
Geldeingang	253.803,00 €	794.524,00 €	2103.045,00 €
Geldausgang	-1.000.000,00 €	-1.000.000,00 €	-1.000.000,00 €
Summe	-746.197,00 €	-205.476,00 €	1.103.045,00 €

Tabelle 5: Prognose für die Zahlungsströme des Zertifizierungsdiensteanbieters.

Diese Teilergebnisse können nun in die Investitionsbewertung einfließen. Wie sich aus Tabelle 6 ersehen lässt, liegt die dynamische Amortisation des MA im optimistischen Fall bei 1,91 Jahren, während die des ZDA bei 2,35 Jahren liegt. Der interne Zinssatz des MA wird nach den hier durchgeführten Berechnungen (drei Jahre) 90,52% und für den ZDA 42,01% betragen. Das konservative Szenario hingegen erreicht nicht die Gewinnschwelle innerhalb des hier verwendeten Betrachtungszeitraumes von drei Jahren. Dies lässt sich auf das geringe Wachstum der Kundenbasis zurückführen. Dasselbe gilt dabei auch für den internen Zinssatz, welcher in beiden Fällen negativ ausfällt. Die Entwicklung des Kapitalwertes beider Marktteilnehmer (MA und ZDA) ist in Abbildung 2 veranschaulicht. Ausgehend vom optimistischen Fall ist eine Investition in mobile Signaturlösungen für einen MA und einen ZDA als vorteilhaft anzusehen, da eine beträchtliche Menge an Umsatz erzeugt werden kann. Das nicht so attraktiv anmutende konser-

vative Szenario wird hingegen die Gewinnschwelle erst erreichen, wenn die kritische Masse an Nutzern vorhanden ist. Erweitert man den Zeithorizont auf fünf Jahre, so wird auch der konservative Fall die Gewinnschwelle durchbrechen.

	opt. MA	kon. MA	opt. ZDA	kon. ZDA
Kapitalwert Jahr 3	2.468.986,91 €	-521.428,01 €	7.715.396,02 €	-4.924.198,16 €
Dyn. Amortisation	1,91 Jahre	> 3 Jahre	2,35 Jahre	> 3 Jahre
Interner Zinssatz	90,52%	Negative	42,01%	Negative

Tabelle 6: Ergebnisse der Investitionsrechnung.

Bei den hier aufgezeigten Extremszenarien gehen wir davon aus, dass die tatsächliche Entwicklung wahrscheinlich innerhalb des hier aufgespannten Ergebnisintervalls liegen wird. Unter den hier präsentierten Rahmenbedingungen scheint also die Investition in die vorgestellte Infrastruktur für alle Marktteilnehmer profitabel zu sein.

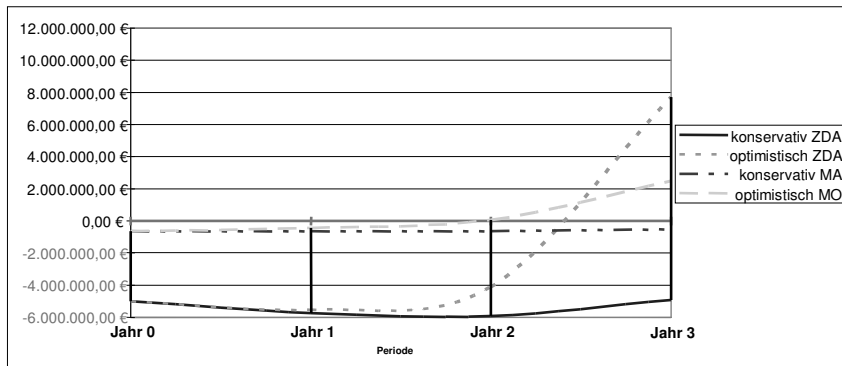


Abbildung 2: Entwicklung der Investitionen für den MA und den ZDA.

4 Zusammenfassung

Die in diesem Beitrag vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass eine wirtschaftlich erfolgreiche Einführung von qualifizierten mobilen Signaturen möglich ist, sofern die Rahmenbedingungen erfüllt sind. Damit ergibt sich eine Alternative zur flächendeckenden Einführung der elektronischen Signatur mittels der „Schrotschussmethode“, die sowohl den Steuerzahler entlastet, als auch gezielt Anwender anspricht, die ein deutlich höheres Nutzungsverhalten der neuen Funktionalität aufweisen werden. Volkswirtschaftlich gesehen ist somit eine Einführung der mobilen qualifizierten Signatur einer zwangsweisen Einführung von anderweitigen Chipkarten mit Signaturfunktionalität vorzuziehen. Allerdings werden sich auch mobile qualifizierte Signaturen nur dann durchsetzen können, wenn gleichzeitig auch Anwendungen geschaffen werden, die dem Kunden einen relativen Vorteil gegenüber dem Ist-Zustand ermöglichen [FR05]. Einige Vorschläge für solche Anwendungen finden sich in [MRR05] und [RR05].

Literaturverzeichnis

- [BL95] Blohm, H.; Lüder, K.: Investition: Schwachstellenanalyse des Investitionsbereichs und Investitionsrechnung, 8. Aufl., Vahlen, München, 1995.
- [CW04] Cock, D. De; Wouters, K.; Preneel, B.: Introduction to the Belgian EID Card BELPIC, in Katsikas, S. K.; Gritzalis, S.; Lopez, J. (Hrsg.), Public Key Infrastructures, Berlin Heidelberg, Springer, S. 1-13., 2004.
- [Da99] Datamonitor: Global PKI Markets, 1999- 2003, 1999.
- [DB01] Deutscher Bundestag: Gesetz über Rahmenbedingungen für elektronische Signaturen (SigG), 2001.
- [Ec96] Economides, N.: The Economics of networks. International Journal of Industrial Organization, S. 673-699, 1996.
- [FR05] Fritsch, L.; Rossnagel, H.: Die Krise des Signaturmarkts – Lösungsansätze aus betriebswirtschaftlicher Sicht. In: Federrath, H. (Hrsg.): SICHERHEIT 2005, S. 129 - 139
- [FRR03] Fritsch, L.; Ranke, J.; Rossnagel, H.: Qualified Mobile Electronic Signatures: Possible, but worth a try?, in: Information Security Solutions Europe (ISSE) 2003 Conference, Vienna Austria, 2003.
- [GV01] Grüber, H.; Verboven, F.: The Diffusion of Mobile Telecommunication Innovations in the European Union, European Economic Review 45 (2001): 577-588, 2001.
- [GSM05] GSM Association: GSM Statistics www.gsmworld.com/news/statistics/index.shtml
- [IDC04] Kolodgy, C.; Pinal, G.: IDC - Worldwide SSL-VPN Appliance 2005-2009 Forecast and 2004 Vendor Shares: Delivering Secure Application Access, 2004.
- [KS86] Katz, M.L.; Shapiro, C.: Technology Adoption in the Presence of Network Externalities. The Journal of Political Economy, 94, S. 822-841, 1986
- [LR05] Lippmann, S.; Rossnagel, H.: Geschäftsmodelle für signaturgesetzkonforme Trust Center. in (Ferstl, O.; Sinz, E.; Eckert, S.; Isselhorst, T., (Hrsg.) Wirtschaftsinformatik 2005, Heidelberg: Physica-Verlag, 2005, S. 1167-1187.
- [MR99] Mahler, A.; Rogers, E.M.: The diffusion of interactive communication innovations and the critical mass. Telecommunications Policy, 1999, S. 719-740.
- [MRR05] Muntermann, J.; Rossnagel, H. und Rannenber, K.: Mobile Brokerage Infrastructures - Capabilities and Security Requirements. Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems (ECIS), Regensburg, 2005.
- [Po98] Potthof, I.: Kosten und Nutzen der Informationsverarbeitung: Analyse und Beurteilung von Investitionsentscheidungen. DUV/Gabler, Wiesbaden, 1998.
- [Ro03] Rogers, E. M.: The Diffusion of Innovations. 5. Auflage, Free Press, New York, London, Toronto, Sydney, 2003.
- [Ro04] Rossnagel, H.: Mobile Signatures and Certification on Demand, in Katsikas, S. K.; Gritzalis, S.; Lopez, J. (Hrsg.), Public Key Infrastructures, Berlin Heidelberg, Springer, S. 274-286., 2004.
- [RR05] Rossnagel, H., Royer, D.: Investing in Security Solutions, :Can Qualified Electronic Signatures be Profitable for Mobile Operators, Proceedings of the 11th Americas Conference on Information Systems, August, Omaha, Nebraska, AIS, S. 3248-3257, 2005.
- [RRM04] Reichl, H.; Roßnagel, A.; Müller, G. (Hrsg.) Digitaler Personalausweis: Eine Machbarkeitsstudie, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2005.
- [Si04] Sietmann, R. (2004): Chipkarten im Aufwind, in c't 2004, Heft 3, S. 26-28.
- [SV98] Shapiro, C.; Varian, H.R.: Information rules: A strategic Guide to the Network Economy. Boston, 1998.
- [UM03] UMTS Forum: 3G Offered Traffic Characteristics. UMTS Forum Spectrum Aspects Group (SAG), Nr. 33, Nov 2003.