

**Voice over IP – Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
für Groß- und mittelständische Unternehmen**

von Marc Sielemann

Vorwort des Herausgebers

Der Studiengang Wirtschaft am Fachbereich Wirtschaft der Fachhochschule Bielefeld orientiert sich maßgeblich an den Anforderungen der Praxis. Die Studierenden lernen die wissenschaftlichen Grundlagen aller relevanten Fachgebiete, von Absatz bis Wirtschaftsrecht, kennen. Sie finden vielfältige Möglichkeiten vor, sich in Teilgebieten der Betriebswirtschaftslehre zu spezialisieren.

Die vorliegende Schriftenreihe ist ins Leben gerufen worden, um den Austausch zwischen der Hochschule einerseits und der Praxis andererseits zu intensivieren. Darüber hinaus soll Studierenden, die eine exzellente Diplomarbeit verfasst haben, eine Möglichkeit geboten werden, ihre innovativen und kreativen Gedanken einer breiteren Öffentlichkeit mitzuteilen. Schließlich möchte sich der Fachbereich mit der Schriftenreihe auch für die besonders hervorragenden Leistungen der Studierenden bedanken und kommende Generationen motivieren, ihr Studium ebenfalls mit guten Leistungen abzuschließen.

Marc Sielemann geht in seiner Arbeit der Frage nach, ob sich für ein Unternehmen der Umstieg von der klassischen Telefonanlage zur einer Voice-over-IP (VoIP)-Anlage wirtschaftlich lohnt. Er analysiert detailliert die möglichen Einsparungspotentiale, die er mit Hilfe von Untersuchungen in verschiedenen Unternehmen in der Praxis ermittelt hat, und gibt darauf basierend Empfehlungen, unter welchen Voraussetzungen der Einsatz von VoIP empfehlenswert und lohnend ist. Die Arbeit wurde von Herrn Prof. Dr. Jörg-Michael Keuntje als Erstgutachter und Herrn Prof. Dr. Peter Hartel als Zweitgutachter betreut.

Bielefeld, im September 2005

Prof. Dr. Axel Benning
Dekan

Vorwort des Autors

Die vorliegende Abhandlung zum Thema Voice over IP wurde als Abschlussarbeit im Diplomstudiengang Wirtschaft am Fachbereich Wirtschaft der Fachhochschule Bielefeld erstellt. Sie wurde während eines Diplompraktikums bei der Unternehmensberatung Lynx-Consulting AG in Bielefeld angefertigt. Im Rahmen dieses Praktikums konnten Kontakte zu verschiedenen Groß- und mittelständischen Unternehmen hergestellt werden, mit deren Unterstützung zusätzlich praktische Erfahrungen und Informationen zum Thema gesammelt werden konnten.

An dieser Stelle möchte ich überdies all jenen danken, die durch ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Besonderer Dank gebührt meiner Familie, die mir das Studium durch ihre Unterstützung und Förderung ermöglicht hat.

Des Weiteren bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. Jörg-Michael Keuntje für die ausgezeichnete Betreuung meiner Diplomarbeit und seine wissenschaftlichen Ratschläge, welche stets zur Verbesserung der Arbeit beigetragen haben.

Außerdem möchte ich der Lynx-Consulting AG und hier besonders Herrn Dipl.-Ing. Thomas Giesecke danken, der mich bei Lynx mit seinen fachlichen und persönlichen Ratschlägen betreute.

Last but not least möchte ich den beteiligten Unternehmen und meinen Ansprechpartnern dort für die erstklassige Zusammenarbeit und ihre Unterstützung danken.

Lage/Lippe, im September 2005

Marc Sielemann

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
A Einleitung	1
1 Motivation.....	1
2 Gliederung	2
B Grundlagen von Voice over IP	3
1 Evolution der Telefonie	3
1.1 Konventionelle Telefonie.....	3
1.2 Telefonie über das Internet Protokoll.....	4
1.3 Konventionelle versus Internet-Telefonie	5
2 Begriffsbestimmungen	5
2.1 VoIP	6
2.2 IP-Telefonie.....	6
2.3 Internet-Telefonie.....	6
3 Bestandteile eines VoIP-Systems	6
4 Basisszenarien von Voice over IP.....	9
4.1 PC-zu-PC.....	9
4.2 PC-zu-Telefon.....	10
4.3 Telefon-zu-Telefon.....	10
5 Funktionsweise von Voice over IP	11
6 Sprachqualität von Voice over IP	12
6.1 Messung.....	12
6.2 Einflussfaktoren auf die Sprachqualität	13
7 Standardisierungsgremien für Voice over IP.....	16
7.1 International Telecommunications Union (ITU)	16
7.2 Internet Engineering Task Force (IETF)	17
7.3 Weitere Standardisierungsgremien	18

8	H.323 Standard	19
8.1	H.323 Umgebung	20
8.2	H.323-Terminal.....	21
8.3	H.323-Gateway.....	25
8.4	H.323-Gatekeeper	25
8.5	H.323-Multipoint Control Unit	27
8.6	H.225.0 Standard	28
8.7	H.245 Standard	28
9	Session Initial Protocol	28
9.1	Grundlegende SIP-Nachrichten und -Antworten mit Statuscodes	29
9.2	User Agent Client (UAC), User Agent Server (UAS).....	30
9.3	SIP-Proxy-Server.....	30
9.4	Rufsignalisierung.....	30
9.5	Redirect-Server	31
9.6	Registrar	31
10	SIP versus H.323.....	32
C	VoIP-Systeme im Unternehmen	33
1	Motivation für den Einsatz von VoIP im Unternehmen	33
2	Anforderungen an VoIP-Lösungen	35
2.1	Konformität mit Standards	36
2.2	Telefonieleistungsmerkmale	36
2.3	Verfügbarkeit	40
2.4	Skalierbarkeit.....	41
2.5	Quality of Service	42
2.6	Stromversorgung der IP-Telefone	43
2.7	Zusammenfassung.....	44
3	Komponenten von VoIP-Lösungen für Unternehmen.....	45
3.1	Telekommunikationsanlagen.....	45
3.2	Endgeräte	48
4	Mehrwertdienste	51
4.1	Computer Telephony Integration.....	51
4.2	Unified Messaging	52
5	Migrationsstrategien	53
5.1	Gründe für eine Migration.....	54
5.2	Migrationsvarianten	55

D	Vergleich von VoIP-Lösungen am Markt	57
1	Alcatel	57
1.1	Unternehmensinformationen.....	57
1.2	Alcatel OmniPCX 4400	57
2	Cisco	59
2.1	Unternehmensinformationen.....	59
2.2	Cisco CallManager.....	59
3	Siemens	61
3.1	Unternehmensinformationen.....	61
3.2	Siemens HiPath 4000	61
4	Zusammenfassung.....	62
E	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	65
1	Kostenbetrachtung	66
1.1	Betriebskosten	67
1.2	Beschaffungskosten.....	81
2	Fazit zur Wirtschaftlichkeit	83
F	Zusammenfassung und Ausblick	85
	Literaturverzeichnis	VI
	Abkürzungsverzeichnis	VIII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung B.1: VoIP-System mit diversen Bestandteilen	9
Abbildung B.2: PC-zu-PC-Telefonie	10
Abbildung B.3: PC-zu-Telefon-Telefonie	10
Abbildung B.4: Telefon-zu-Telefon-Telefonie	11
Abbildung B.5: Grundprinzip der Sprachübertragung.....	11
Abbildung B.6: ITU-T-Empfehlung G.114.....	14
Abbildung B.7: Umfeld von H.323	20
Abbildung B.8: Komponenten eines H.323-Terminals.....	22
Abbildung B.9: Gatekeeper-Ermittlung	26
Abbildung B.10: Rufsignalisierung mit und ohne Gatekeeper.....	27
Abbildung B.11: SIP-Rufsignalisierung mit Proxy-Server.....	31
Abbildung C.1: Alcatel OmniPCX 4400 mit diversen Baugruppen	46
Abbildung C.2: Mitel 5230 IP-Phone	49
Abbildung C.3: CISCO 7970G IP-Phone.....	49
Abbildung C.4: Unified Messaging	53
Abbildung E.1: Typische sternförmige TK-Etagenverteilstuktur	69
Abbildung E.2: Minimaltarife im Festnetz für ein nationales Ferngespräch.....	75
Abbildung E.3: Telefonie zwischen den Standorten des Unternehmens A	76

Tabellenverzeichnis

Tabelle B.1: Sprachqualität nach Mean Opinion Score	12
Tabelle B.2: Versionshistorie des H.323 Standards	19
Tabelle B.3: Familie der Multimedia Empfehlungen	20
Tabelle B.4: H.32x Empfehlungen	21
Tabelle B.5: ITU-T Audio-Codecs	23
Tabelle B.6: Versionshistorie des SIP Protokolls	28
Tabelle C.1: Leistungsmerkmale	39
Tabelle D.1: Vergleichsmatrix verschiedener IP-Telefone	63
Tabelle E.1: MAC-Kosten	70
Tabelle E.2: Personalkosten der Wartung	74
Tabelle E.3: Telefonie Unternehmen A	77
Tabelle E.4: Telefonie Unternehmen B	77
Tabelle E.5: Telefonie Unternehmen C	78
Tabelle E.6: Anschlusspreise Unternehmen A	80
Tabelle E.7: Angebotsvergleich	82