
Fachhochschule NORDAKADEMIE

- Fachbereich für Informatik -

Analyse des befristeten Wechsels von geographisch verteilter Softwareentwicklung auf einen gemeinsamen Entwicklungsstandort

Diplomarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Wirtschaftsinformatikers (FH)

eingereicht von: Knut Grahmann
<Straße>
Hamburg
Gutachter: Prof. Dr. Hinrich Schröder
Zweitgutachter: Prof. Dr. Johannes Brauer
Betreuer: Dr. Frank Meißner

10. August 2006

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass die vorliegende Diplomarbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst wurde und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden. Wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Hamburg, den 10. August 2006

Knut Grahmann

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	VI
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
Anhangsverzeichnis.....	IX
1 <u>Einleitung</u>.....	1
2 <u>Problemstellung</u>.....	3
3 <u>Zentralisation und Dezentralisation</u>.....	5
3.1 <u>Begriffsdefinitionen</u>	5
3.2 <u>Entscheidungen über (De-)Zentralisation</u>	8
3.3 <u>Ziele von (De-)Zentralisationsmaßnahmen</u>	10
4 <u>Verteilte Softwareentwicklung</u>.....	12
4.1 <u>Softwareentwicklung</u>	12
4.2 <u>Virtuelle Teams</u>	14
4.2.1 <u>Begriffsdefinition</u>	14
4.2.2 <u>Vorteile virtueller Teams</u>	16
4.2.3 <u>Nachteile virtueller Teams</u>	17
4.3 <u>Mögliche Ziele von Zentralisationsmaßnahmen</u>	20
5 <u>Vorstellung der Ziele und Untersuchungsmethoden</u>.....	22
5.1 <u>Ziele der untersuchten Standortzentralisation</u>	22
5.2 <u>Softwaremetriken</u>	23
5.2.1 <u>Definition</u>	24
5.2.2 <u>Einsatz von Metriken</u>	25
5.2.3 <u>Vorstellung der verwendeten Metriken</u>	27
5.2.3.1 <u>Lines of Code</u>	27
5.2.3.2 <u>Halstead-Metriken</u>	28
5.2.3.3 <u>Zyklomatische Komplexität</u>	29

<u>5.2.3.4 Metriken für objektorientierte Software</u>	30
<u>5.2.3.5 Weitere Metriken</u>	31
<u>5.2.3.6 Zuordnung auf die Untersuchungsebenen</u>	31
5.3 Teamklima-Inventar	31
<u>5.3.1 Teamklima</u>	32
<u>5.3.2 Vorstellung des Fragebogens</u>	34
<u>5.3.3 Auswertung des Fragebogens</u>	35
5.4 Kosten	37
5.5 Weitere Projektparameter	38
<u>5.5.1 Problemmeldungen</u>	38
<u>5.5.2 Abnahmen</u>	39
6 Analyse einer befristeten Standortzentralisation	40
6.1 Auswertung der Softwaremetriken	40
<u>6.1.1 Erhebungsmethodik</u>	40
<u>6.1.2 Ergebnisse der Nordkon</u>	42
<u>6.1.3 Ergebnisse im Konsortium</u>	48
<u>6.1.4 Beurteilung der Ergebnisse der Softwaremetriken</u>	52
<u>6.1.5 Ableitung möglicher Indikatoren</u>	54
6.2 Auswertung des Teamklima-Inventars	54
<u>6.2.1 Durchführung der Befragungen</u>	54
<u>6.2.2 Auswertung der Ergebnisse</u>	55
<u>6.2.3 Methodenkritik</u>	58
6.3 Auswertung der Arbeits- und Reisezeiten	60
6.4 Auswertung der Kosten	63
<u>6.4.1 Methodik</u>	63
<u>6.4.2 Reisekosten</u>	64
<u>6.4.3 Abstimmungskosten</u>	65
<u>6.4.4 Einmalige Kosten</u>	65
<u>6.4.5 Produktivität</u>	66
<u>6.4.6 Kosten pro Quelltexteinheit</u>	68
6.5 Auswertung weiterer Projektparameter	69
<u>6.5.1 Problemmeldungen</u>	70
<u>6.5.1.1 Methodik</u>	70
<u>6.5.1.2 Analyse</u>	71
<u>6.5.2 Abnahmen durch den Auftraggeber</u>	72
<u>6.5.2.1 Methodik</u>	72
<u>6.5.2.2 Analyse</u>	73
6.6 Abschließende Beurteilung der untersuchten Standortzentralisation	74
7 Handlungsempfehlung	77
7.1 Vorstellung des Entscheidungsmodell	77

<u>7.1.1 Überprüfung der Notwendigkeit einer Standortzentralisation</u>	<u>79</u>
<u>7.1.1.1 Perspektive der Systemerstellung</u>	<u>79</u>
<u>7.1.1.1.1 Vorstellung der Indikatoren</u>	<u>79</u>
<u>7.1.1.1.2 Analyse möglicher Indikatorkonstellationen</u>	<u>81</u>
<u>7.1.1.2 Perspektive der Projektleitung und der Querschnittsthemen</u>	<u>84</u>
<u>7.1.1.3 Perspektive des Projektcontrollings</u>	<u>85</u>
<u>7.1.2 Analyse der Entscheidungsalternativen</u>	<u>86</u>
<u>7.1.2.1 Kosten der fortgesetzten Dezentralisation</u>	<u>86</u>
<u>7.1.2.2 Kosten der Standortzentralisation</u>	<u>88</u>
<u>7.1.2.3 Qualitative Faktoren</u>	<u>90</u>
<u>7.1.3 Entscheidungsfindung</u>	<u>91</u>
<u>7.2 Besonderheiten des Projektmanagements von virtuellen Teams</u>	<u>92</u>
<u>7.2.1 Struktur von verteilten Entwicklungsprojekten</u>	<u>92</u>
<u>7.2.2 Durchführung von Standortzentralisationen</u>	<u>94</u>
<u>8 Zusammenfassung</u>	<u>97</u>
Anhang A Softwaremetriken	XI
Anhang B Teamklima-Inventar	XXVII
Anhang C Digitale Materialien	XXXII
Literaturverzeichnis	XXXIII

Tabellenverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Ziele von (De-)Zentralisationsmaßnahmen.....	11
Tabelle 5.1: Zuordnung der Metriken auf die Untersuchungsebenen.....	31
Tabelle 5.2: Interpretation der Ergebnisse zur sozialen Erwünschtheit im TKI.....	36
Tabelle 6.1: Prinzipien der Tageswertberechnung	42
Tabelle 6.2: Übersicht der pro Wochentag erstellten LOC.....	46
Tabelle 6.3: Normiertes Ergebnis der beiden TKI-Befragungen.....	56
Tabelle 6.4: Geschätzte Kosten einer Reise zu einem Standort im Süden Deutschlands.....	64
Tabelle 6.5: Rohdaten der Produktivitätsanalyse.....	67
Tabelle 6.6: Ergebnisse der Abnahmen (Stand: März 2006).....	73
Tabelle 7.1: Argumente gegen eine Standortzentralisation beim Auftreten von zwei Indikatoren.....	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: (De-)Zentralisation in der Literatur.....	7
Abbildung 3.2: Gestaltungsorientierter Bezugsrahmen.....	8
Abbildung 5.1: Beispiele für die zyklomatische Komplexität.....	29
Abbildung 5.2: (Sub-)Skalen des Teamklima-Inventars.....	35
Abbildung 5.3: Prozentwerte nach der Normalverteilungskurve und entsprechende Stanine.....	37
Abbildung 6.1: Halstead-Länge der Komponenten der Nordkon.....	43
Abbildung 6.2: Halstead-Vokabular der Komponenten der Nordkon.....	45
Abbildung 6.3: Entwicklung der LOC im Projekt Gamma.....	47
Abbildung 6.4: Entwicklung der WMC im Projekt Gamma.....	49
Abbildung 6.5: Entwicklung der durchschnittlichen Klassengröße.....	51
Abbildung 6.6: Übersicht der Arbeits- und Reisezeiten der Nordkon.....	59
Abbildung 6.7: Reisekosten der Nordkon.....	62
Abbildung 6.8: Produktivität der Systementwicklung.....	67
Abbildung 6.9: Übersicht der Kosten pro Quelltexteinheit.....	68
Abbildung 6.10: PM-Status der Zentralisationsteilnehmer.....	71
Abbildung 6.11: PM-Status bei durchgängig verteilter Softwareentwicklung.....	71
Abbildung 7.1: Modell für Entscheidungen über Standortzentralisationen.....	78

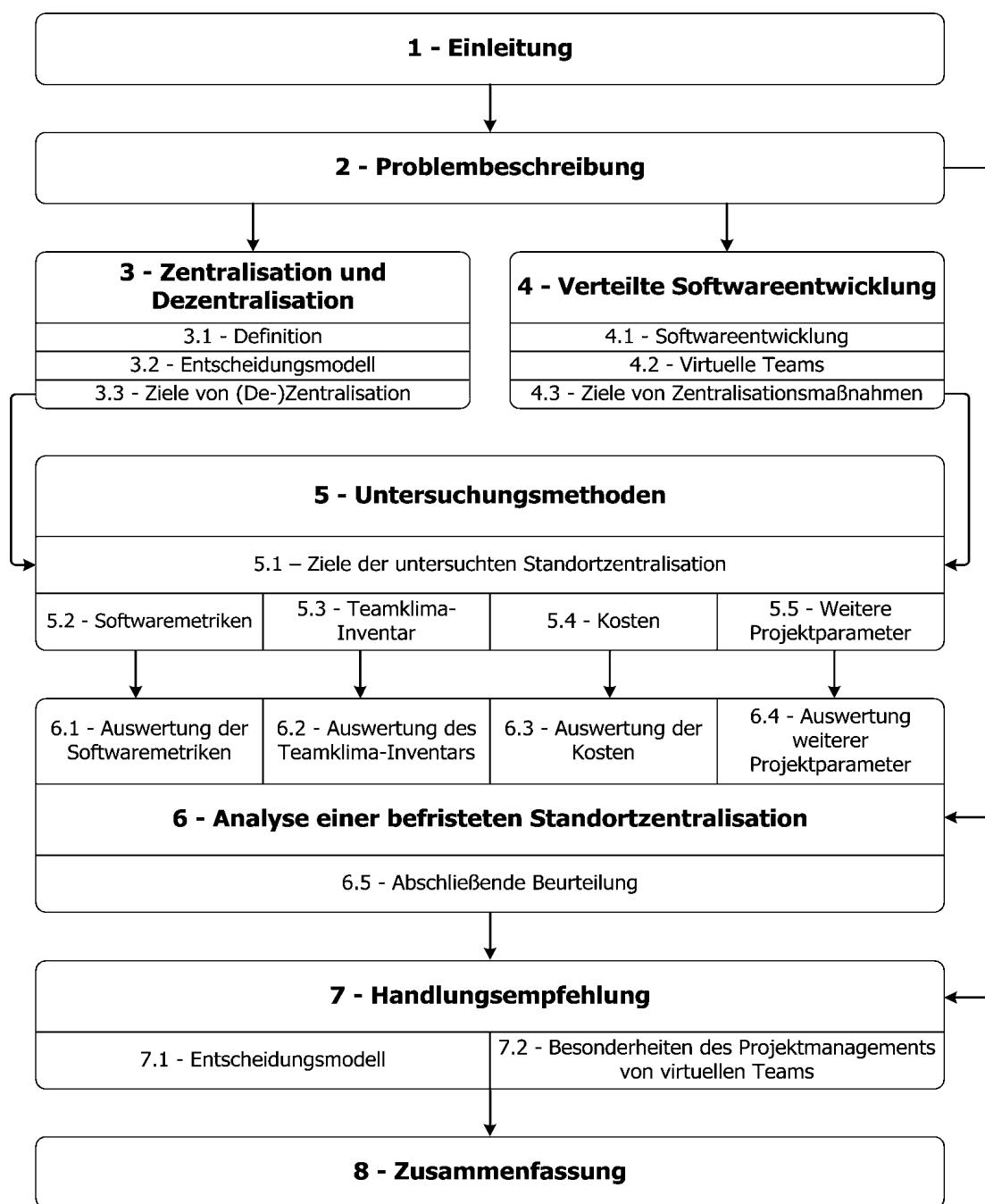
Abkürzungsverzeichnis

AZ	Arbeitszeit
CBO	Coupling Between Objects
CC	Zyklomatische Komplexität (cyclomatic complexity)
CR	Kommentarquote (comment ratio)
GSS	Group Support System
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
J2EE	Java 2 Platform, Enterprise Edition
KLOC	1000 Lines of Code
KM	Konfigurationsmanagement
LOC	Lines of Code
NOC	Number of Classes
NORM	Number of Remote Methods
PM	Problemmeldung
RK	Reisekosten
RZ	Reisezeit
SW	Software
TKI	Teamklima-Inventar
WMC	Weighted Methods per Class

Anhangsverzeichnis

Anhang A Softwaremetriken.....	XI
A.1 Diagramme der Ergebnisse der Nordkon.....	XI
A.2 Diagramme der Ergebnisse im Konsortium.....	XIX
Anhang B Teamklima-Inventar.....	XXV
B.1 Anschreiben.....	XXV
B.1.1 Anschreiben zur ersten Umfrage.....	XXV
B.1.2 Anschreiben zur zweiten Umfrage.....	XXVI
B.2 Rohdaten.....	XXVI
B.3 Profilblatt.....	XXVI
B.4 Beispielfragen.....	XXVIII
Anhang C Digitale Materialien.....	XXX

Grafische Übersicht der Arbeit



Ach, daß der Mensch so häufig irrt
Und nie recht weiß, was kommen wird!

Wilhelm Busch

1 Einleitung

Durch internationale Arbeitsteilung und angesichts der Omnipräsenz einfach einsetzbarer, digitaler Kommunikationsmöglichkeiten gewinnt die Softwareentwicklung durch geographisch verteilte Teams vermehrt an Bedeutung. Viele IT-Unternehmen, wie z. B. IBM oder SAP, sind bereits dazu übergegangen, Software über den gesamten Globus verteilt zu entwickeln, wodurch allerdings auch eine weltweite Koordination der Entwicklungsaktivitäten notwendig ist. Neben diesem Trend ist in den letzten Jahrzehnten auch eine deutliche Steigerung der Komplexität der erstellten Software zu verzeichnen. Dieses Problem wird u. a. durch die Aufteilung der Software in Komponenten und Schichten verringert, wodurch allerdings gleichzeitig die Herausforderung einer erhöhten Anzahl von Schnittstellen zwischen den einzelnen Bestandteilen entsteht. Die Kombination dieser beiden Trends findet sich bei Projekten, in denen unterschiedliche Unternehmen an unterschiedlichen Standorten für unterschiedliche Komponenten innerhalb eines gemeinsam zu entwickelnden Softwaresystems zuständig sind. Doch dabei entsteht spätestens mit Beginn der Integration der Komponenten zu einem funktionsfähigen Ganzen ein enormer Koordinationsbedarf.¹

Eine Möglichkeit, die zur Koordination notwendige Kommunikation effizient zu gestalten, ist die befristete Zusammenarbeit der geographisch verteilten Teams an einem gemeinsamen Standort. Diese Handlungsoption des Projektmanagements wird in der vorliegenden Arbeit am Beispiel eines durchgeführten Standortwechsels untersucht, um die Auswirkungen beurteilen und Empfehlungen für zukünftige, ähnlich gelagerte Entscheidungen geben zu können.

Die auf der vorhergehenden Seite visualisierte Struktur dieser Arbeit stellt sich wie folgt dar. Im Kapitel 2 werden zu Beginn das untersuchte Projekt und die Hintergründe des Standortwechsels vorgestellt. Darüber hinaus erfolgt eine

¹ Vgl. Balzert (2000), S. 29ff.; Herbsleb/Moitra (2001), S. 16f.; Lurey/Raisinghani (2001), S. 524f.; Sneed/Winter (2002) S. 195f.; Heise (2003); Silicon (2004); IDG (2006); Spiegel (2006).

ausführliche Definition der Zielsetzung dieser Arbeit. Da es sich bei der betrachteten Entscheidung der Projektleitung um eine Zentralisation handelt, wird im Kapitel 3 das Begriffspaar Zentralisation und Dezentralisation aus organisationstheoretischer Sicht betrachtet sowie durch die Darstellung einer Vorgehensweise bei Zentralisationsmaßnahmen und den dabei verfolgten Zielen ergänzt. Das Kapitel 4 dient der Erläuterung von geographisch verteilter Softwareentwicklung. An eine Definition grundlegender Begriffe der Softwareentwicklung schließt sich eine ausführliche Darstellung des Konzeptes sog. virtueller Teams an. Es folgt eine Ergänzung der organisationstheoretischen Zentralisationsziele aus dem vorangegangenen Kapitel um Ziele, die bei der Einführung von gemeinsamen Entwicklungsstandorten in der Softwareentwicklung relevant sind.

Im Kapitel 5 werden die Methoden vorgestellt, die zur Untersuchung der Folgen eines Standortwechsels verwendet werden. Für die Erfassung der Auswirkungen auf den erstellten Quelltext kommen Softwaremetriken zum Einsatz, und der Fragebogen Teamklima-Inventar dient der Erfassung der Auswirkungen auf die Atmosphäre im Team. Neben weiteren Projektparametern sind auch die Kosten ein wesentlicher Bestandteil der Beurteilung der Folgen. Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen werden anschließend im Kapitel 6 präsentiert. Dort erfolgt ebenfalls eine Bewertung der Ergebnisse und eine Beurteilung der Zielerreichung der Zentralisation. Auf diesen Ergebnissen aufbauend wird in Kapitel 7 ein generelles Modell zur Unterstützung von Entscheidungen über die Zentralisation bei geographisch verteilter Softwareentwicklung dargestellt. Zusätzlich werden Empfehlungen für den Aufbau von verteilten Softwareprojekten und Hinweise für die Einrichtung von gemeinsamen Entwicklungsstandorten gegeben. Den Abschluss dieser Arbeit bildet eine Zusammenfassung im Kapitel 8.

Gäbe es kein Problem,
hätten wir das Problem,
kein Problem zu haben.

Gerald Dunkl

2 Problemstellung

Der befristete Wechsel auf einen gemeinsamen Entwicklungsstandort im Rahmen eines Softwareprojektes ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Als Untersuchungsobjekt dafür dient das Projekt *Gamma*², welches die Erstellung des gleichnamigen IT-Systems für einen öffentlichen Auftraggeber zur Aufgabe hat und an dem der Verfasser dieser Arbeit mitwirkte. Gamma soll als hochverfügbares und verteiltes System an mehreren Standorten zum Einsatz kommen und nutzt als technische Grundlage eine 3-Schichten-Architektur, die mit Hilfe des J2EE-Frameworks realisiert wird. Inhaltlich sind mehrere Tausend Anforderungen des Auftraggebers zu erfüllen, die allerdings in Teilen unpräzise oder auch widersprüchlich sind, so dass auch vier Jahre nach Projektbeginn noch Raum für inhaltliche Diskussionen mit dem Auftraggeber besteht. Die Komplexität des gesamten Projektes drückt sich auch im geschätzten Aufwand von ca. 300 Personenjahren aus.

Das Projekt Gamma wurde im Jahre 2002 an ein Konsortium aus drei Unternehmen vergeben, bestehend aus dem federführenden Konsorten Nordkon sowie den weiteren Konsorten Südkon und Westkon. Größere Softwareanteile wurden auf Grund des für die Erstellung benötigten Spezialwissens an die IT-Systemhäuser Nordun, Südun und Westun als Unterauftragnehmer ausgelagert. Die Arbeiten für Gamma finden bei Nordkon und Westkon jeweils an einem eigenen Standort im Norden der Bundesrepublik Deutschland statt, wobei auch die am Projekt beteiligten Mitarbeiter der Nordun im Gebäude von Westkon arbeiten. Die Standorte von Südkon, Südun und Westun befinden sich in der südlichen Hälfte Deutschlands. Zur Wahrung der Firmenvertraulichkeit können hier keine weiteren Details über die beteiligten Firmen präsentiert werden.

In den Monaten April und Mai 2005 konstatierte die Projektleitung eine Stagnation bei der Entwicklung der Softwareanteile der Nordkon. Außerdem wurden hohe zeitliche Aufwände bei der Klärung technischer Fragen beobachtet. Trotz bereits zweier Monaten Verzug war die ursprünglich für März geplante

² Name zur Wahrung der Firmenvertraulichkeit geändert.

Fertigstellung der ersten auszuliefernden Version nicht in absehbarer Zeit möglich und jeder weitere Monat in der Entwicklung bedeutete zusätzliche, ungeplante Kosten. Deshalb wurde von den beteiligten Konsorten die Zusammenarbeit an einem gemeinsamen Entwicklungsstandort beschlossen. Dabei war allerdings nicht das gesamte Konsortium beteiligt, sondern es haben nur von Seiten der Nordkon alle Systementwickler, die jeweiligen Teamleiter, mehrere Mitglieder des Qualitätssicherungsteams, der konsortiale Entwicklungsleiter und der Projektleiter den Standort gewechselt. Sie haben ab Juni bis Ende September 2005 am Standort der Westkon gearbeitet, weil nur dort genügend Platz für zwei (fast) vollständige Teams war. Des Weiteren stellten die am Wechsel beteiligten Mitarbeiter der Nordkon, Westkon und Nordun ca. 70 Prozent der Entwickler, weshalb ein Wechsel nach Süddeutschland mit deutlich höheren Kosten verbunden gewesen wäre. Auf Grund verschiedener dienstlicher und privater Gründe – wie z. B. Dienstreisen zu anderen Standorten, Urlaub oder persönlichen Gründen – schwankte die Anzahl der bei Westkon arbeitenden Mitarbeiter über den Zeitraum zwischen 10 und 31.

Die vorliegende Arbeit hat zwei Zielsetzungen. Die erste Zielsetzung beinhaltet eine Untersuchung der Auswirkungen des Wechsels auf die drei Bereiche *erstellte Software, Klima innerhalb des reisenden Teams und wirtschaftliche Situation des Projektes* sowie eine anschließende Beurteilung. Da nicht alle am Projekt beteiligten Unternehmen den Standort gewechselt haben, bietet sich für die Analyse der Auswirkungen auf die Software die Möglichkeit, die Entwicklungen am gemeinsamen Standort mit denen in den übrigen Standorten zu vergleichen. In den übrigen Analysefeldern konnten auf Grund der wirtschaftlichen Konkurrenzsituation im Konsortium die Daten nur für die Nordkon erhoben werden. Die sachliche und umfassende Untersuchung soll das oft geäußerte, aber nicht substanzierte Gefühl „es hat sich gelohnt“ durch belegbare Fakten ersetzen und eine fundierte Meinungsbildung ermöglichen.

Die zweite Zielsetzung dieser Arbeit ist die Konzeption eines Modells, das zukünftige Entscheidungen über die Zusammenfassung von Entwicklungsteams an einem gemeinsamen Standort rationalisieren soll. Basierend auf den Analysen und Erfahrungen des untersuchten Wechsels sind zusätzlich praktische Hinweise für das Projektmanagement von zukünftigen, geographisch verteilten Softwareprojekten zu geben.

3 Zentralisation und Dezentralisation

Das Zusammenfassen von Entwicklungsteams an einem Standort kann als eine Zentralisation verstanden werden; ein Begriff der oft in einem organisationstheoretischen Zusammenhang verwendet wird.³ *Organisation* bezeichnet hierbei eine Ordnung, die zunächst geplant wird und nach deren Vorgaben sich anschließend alle Abläufe und Aufgaben im Betrieb vollziehen.⁴ Bleicher konkretisiert diese Definition, in dem er vorschlägt, „Organisation als geordneten, strukturierten Zusammenhang von Aufgaben zu verstehen, die gebildet und verteilt werden, um das Ziel der Unternehmung (die Unternehmensaufgabe) arbeitsteilig zu erreichen“⁵. Die Organisationslehre hat sich bereits intensiv mit dem Begriff Zentralisation und seinem Pendant der Dezentralisation beschäftigt, so dass die in diesem Kapitel präsentierten theoretischen Hintergründe ein tieferes Verständnis der untersuchten Entscheidung ermöglichen und Ansätze zur Entscheidungsfindung liefern.

3.1 Begriffsdefinitionen

Die Begriffe Zentralisation und Dezentralisation sind bei der Gestaltung von Organisationsstrukturen von wesentlicher Bedeutung.⁶ Allerdings merkte Spiekermann über ihre Definition bereits 1935 Folgendes an:

„Liest man in den verschiedenen Werken die Definitionen über die Begriffe Zentralisation und Dezentralisation nach, so stellt man fest, daß sie fast durchweg Mängel an Klarheit und Eindeutigkeit aufweisen, zu ihrer Festlegung meist längerer Umschreibung bedürfen und sich dadurch, daß sie auf ganz bestimmte Organisationsbereiche zugeschnitten sind, durch große Uneinheitlichkeit auszeichnen.“⁷

3 Vgl. Bleicher (1966), S. 25.

4 Vgl. Wöhe/Döring (2002), S. 142.

5 Bleicher (1966), S. 24.

6 Vgl. Frese (1995), S. 83.

7 Spiekermann (1935), S. 3.

Auch nach 70 Jahren betriebswirtschaftlicher Forschung herrscht noch kein einheitliches Verständnis über den Inhalt der Begriffe. In Ermangelung einer eindeutigen Definition wird im Folgenden das Begriffspaar Zentralisation und Dezentralisation aus verschiedenen Perspektiven betrachtet. So gehen im allgemeinsten Sinn die Begriffe Zentralisation und Dezentralisation von der Existenz eines Mittelpunktes aus; die Aktionen zielen bei der Zentralisation auf ihn hin und streben bei der Dezentralisation von ihm fort. Philosophisch ist die Ansicht Hungenbergs, dass Zentralisation und Dezentralisation „die Art der Verteilung von Elementen in einem System beschreiben“⁸. Der Grad dieser Verteilung ist ein Kontinuum, welches von der Zentralisation, der Konzentration aller Elemente an einer Stelle, bis zur Dezentralisation, der gleichmäßigen Verteilung der Elemente über das gesamte System, reicht.⁹

Höhere praktische Relevanz besitzt die Definition von Spiekermann, nach der Zentralisation und Dezentralisation als organisatorische Prinzipien zu verstehen sind, welche die Funktionen oder Tätigkeiten innerhalb eines Unternehmens auf unterschiedliche Art und Weise verteilen: Zentralisation fasst die Funktionen oder Tätigkeiten an einer Stelle, nämlich dem Zentrum, zusammen, während Dezentralisation eine Verteilung auf unterschiedliche, vom Zentrum möglichst autonom agierende, Stellen darstellt.¹⁰

Zur sprachlichen Vereinfachung wird im Folgenden an Stellen, an denen keine Unterscheidung zwischen den Begriffen Zentralisation und Dezentralisation notwendig ist, der verkürzte Begriff (*De-*)Zentralisation verwendet. Picot verwendet hier analog den Begriff (De-)Zentralisierung, welcher aber als synonym anzusehen ist.¹¹

Bleicher stellt fest, dass in der Literatur der Begriff (De-)Zentralisation in zwei ähnlichen, aber dennoch unterschiedlichen Bedeutungsgruppen verwendet wird. Wie in Abbildung 3.1 dargestellt, bezeichnet der Begriff einerseits Fragen zur räumlichen Verteilung, insbesondere von Standorten. Andererseits bezeichnet der Begriff ein organisatorisches Gestaltungsproblem, das die Entscheidung über die Zusammenfassung oder Trennung von Aufgaben im Rahmen der Aufbauorganisation umfasst. In diesem Zusammenhang wird der Begriff (De-)Zentralisation wiederum zur Beschreibung des allgemeinen Problems der Zuordnung von Aufgaben und für die Problemstellung der Verteilung von Entscheidungskompetenzen auf die unterschiedlichen Hierarchieebenen eines Unternehmens verwendet. Nach Mellerowicz' Meinung darf sogar nur diese zweite Untergruppe als (De-)Zentralisation bezeichnet werden, während hingegen

8 Hungenberg (1995), S. 44.

9 Vgl. Picot (1993), S. 220; Hungenberg (1995), S. 44f.

10 Vgl. Spiekermann (1935), S. 3.

11 Vgl. Picot (1993), S. 220; Hungenberg (1995), S. 54f.

Wöhe/Döring diese Auffassung nicht teilen.¹² Dieser Widerspruch ist nur ein Beispiel aus der Literatur für Spieckermanns eingangs zitierte Äußerung. Um im Folgenden dennoch eine einheitliche Definition nutzen zu können, wird die von Bleicher vorgeschlagene Aufteilung verwendet.

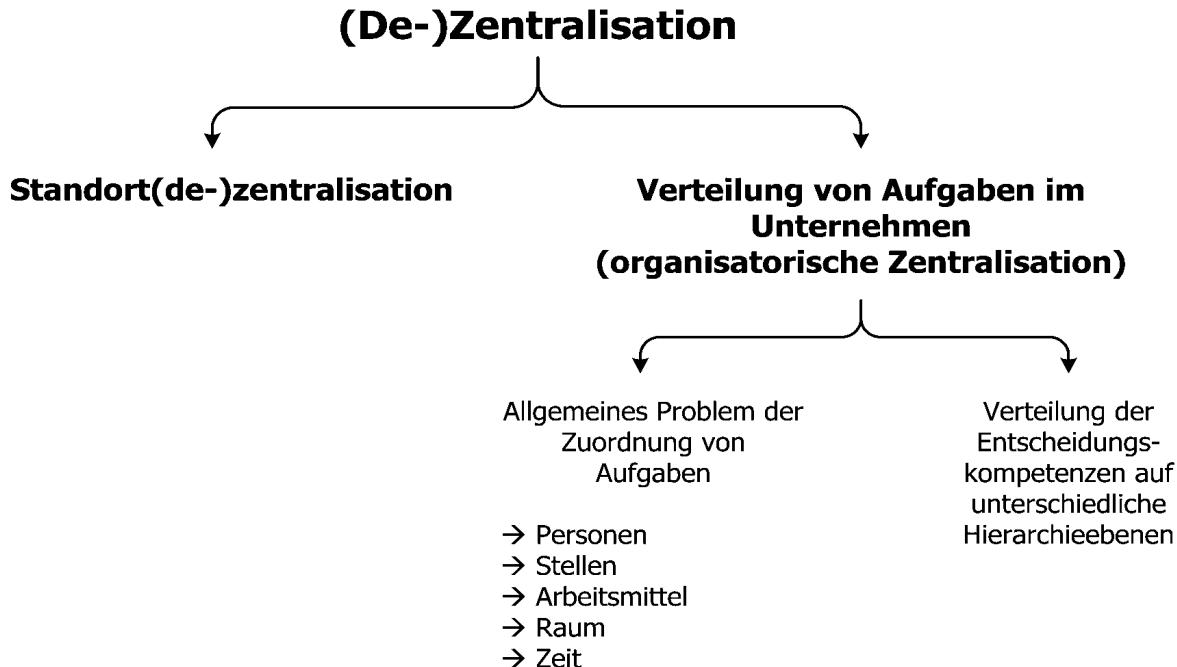


Abbildung 3.1: (De-)Zentralisation in der Literatur.

Um Verwechslungen zwischen den beiden Gruppen zu vermeiden, wird zur Bezeichnung der ersten Gruppe die Verwendung der Begriffe Konzentration und Dekonzentration vorgeschlagen.¹³ Allerdings besitzen diese Begriffe bereits andere Bedeutungen¹⁴, so dass ihre Verwendung nicht angebracht erscheint. Stattdessen wird im Folgenden in Anlehnung an Fantapié Altobelli der Begriff *Standort(de-)zentralisation* benutzt.¹⁵ Zusätzlich erfolgt die explizite Bezeichnung der ersten Gruppe als organisatorische (De-)Zentralisation. Damit ist im Folgenden der Begriff Zentralisation immer im Sinne einer Standortzentralisation zu verstehen. Die folgenden Ausführungen in diesem Kapitel dienen der Darstellung organisatorischer Zentralisation, weil sich hieraus für die spätere Handlungsempfehlung relevante Informationen gewinnen lassen.

12 Vgl. Bleicher (1966), S. 25ff.; Mellerowicz (1973), S. 178; Hungenberg (1995), S. 47; Wöhe/Döring (2002), S. 150f.

13 Vgl. Bleicher (1966), S. 37.

14 Vgl. Bleicher (1966), S. 37. Mellerowicz bezeichnet das Problem der Verteilung von Aufgaben für einen optimalen Arbeitsablauf mit dem Begriffspaar Konzentration und Dekonzentration; vgl. Mellerowicz (1973), S. 173f. Den Begriff Konzentration benutzen Frese/v. Werder zudem auch als Gegenteil von Diffusion, um damit die Zuordnung von Teilfunktionen zu organisatorischen Einheiten zu beschreiben: diffundierte Funktionen sind mehreren Organisationseinheiten zugeordnet, konzentrierte nur einer einzigen. Anders als organisatorische (De-)Zentralisation dienen sie also zur Beschreibung der „horizontalen Aufgabenverteilung (Segmentierung)“; vgl. Frese/v. Werder (1993), S. 11.

15 Vgl. Federmann (1998), S. 74f.; Fantapié Altobelli (2004), S. 47.

Wie bereits durch das von Hungenberg erwähnte Kontinuum angedeutet, sind völlige organisatorische Zentralisation (Konzentration aller Aufgaben bzw. Entscheidungen an einer einzigen Stelle) und völlige organisatorische Dezentralisation (größtmögliche Autonomie und Eigenverantwortung der Aufgaben- bzw. Entscheidungsträger) die Extrema von organisatorischen Zentralisationsentscheidungen, die sich dabei aber nicht gegenseitig ausschließen. In der Praxis gilt es, eine der Situation des Unternehmens angemessene Lösung zu entwickeln, die sowohl zentrale als auch dezentrale Elemente enthält.¹⁶

3.2 Entscheidungen über (De-)Zentralisation

Wird in einem Unternehmen eine Veränderung der Organisation geplant, ist dies als Gestaltungsaufgabe zu bezeichnen, für deren Untersuchung Hungenberg den in Abbildung 3.2 dargestellten *gestaltungsorientierten Bezugsrahmen* entwickelt hat. Die wenig konkrete Ausprägung dieses Modells verdeutlicht allerdings, dass sich bei Entscheidungen über (De-)Zentralisation keine allgemeingültigen Empfehlungen aussprechen lassen, sondern jeder Einzelfall individuell zu untersuchen ist.¹⁷

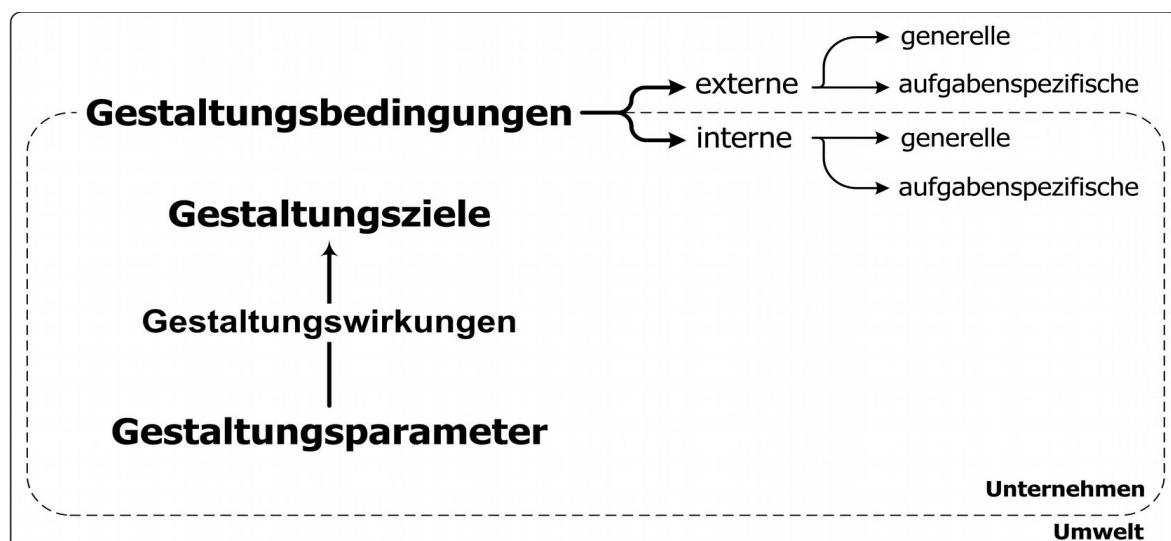


Abbildung 3.2: Gestaltungsorientierter Bezugsrahmen.¹⁸

Gestaltungsziele sind zukünftig angestrebte Zustände, die durch eigene Entscheidungen und daran anschließende Handlungen erreicht werden sollen. Ihr Aufstellen dient außerdem der künftigen Erfolgskontrolle der durchgeführten Handlungen. Die Gestaltungsziele in Hungenbergs Modell beschreiben also, welche Auswirkungen auf das Unternehmen die organisatorische (De-)Zentralisation haben soll und sind Ausgangs- und Endpunkt der

16 Vgl. Demmin (1964), S. 7; Bleicher (1966), S. 33; Picot (1993), S. 220ff.

17 Vgl. Picot (1993), S. 223; Hungenberg (1995), S. 99ff.

18 Eigene Darstellung, angelehnt an Hungenberg (1995), S. 101.

Gestaltungsaufgabe.¹⁹ Auf die Inhalte von Gestaltungszielen bei organisatorischen (De-)Zentralisationsmaßnahmen wird im Abschnitt Error: Reference source not found eingegangen.

Gestaltungsbedingungen sind diejenigen Faktoren, die das Ergebnis einer Handlung beeinflussen, vom Handelnden jedoch nicht bestimmt oder erreicht werden können. Hungenberg teilt die Gestaltungsbedingungen in externe und interne Faktoren ein, wobei sich erstere weiter nach Bedingungen der generellen und der aufgabenspezifischen Umwelt untergliedern lassen. Bestandteil der generellen Umwelt sind dabei Gestaltungsbedingungen, die alle Unternehmen gleichermaßen betreffen. Sie können ökonomischer, sozio-kultureller, technologischer, ökologischer oder rechtlich-politischer Natur sein, wie z. B. die momentan verfügbare Kommunikationstechnologie oder das Arbeits- und Vertragsrecht. Die zweite Untergruppe der externen Faktoren bilden die Bedingungen der aufgabenspezifischen Umwelt, zu der alle Aspekte der Umwelt gehören, mit denen das betrachtete Unternehmen in direktem Kontakt steht, bspw. Kunden, Lieferanten, Konkurrenten und Kapitalgeber. Interne Gestaltungsbedingungen hingegen sind dadurch charakterisiert, dass sie Strukturen und Gegebenheiten innerhalb des Unternehmens definieren und somit unmittelbar die zu treffenden Entscheidungen beeinflussen. Damit kann zwar fast jedes Merkmal eines Unternehmens als interne Gestaltungsbedingung aufgefasst werden, jedoch sind nach Hungenberg insbesondere die folgenden Einflussgrößen relevant:

- Standortstruktur,
- Rechtsform/-struktur,
- Unternehmenskultur,
- Führungsstil/-prinzipien sowie
- Qualifikation, Motivation und Einstellungen der Führungskräfte.²⁰

Picot erachtet zusätzlich auch die Qualifikation der Mitarbeiter als wichtig, weil sie erst die Delegation von Aufgaben ermöglicht oder verhindert. Außerdem sind gewisse Eigenschaften der zu betrachtenden Aufgaben als Gestaltungsbedingungen zu betrachten. Hier relevant sind die strategische Bedeutung und die Planbarkeit einer Aufgabe.²¹ Auf Grund dieser Ergänzung wird in dieser Arbeit das Modell dahingehend erweitert, dass es auch die internen Gestaltungsbedingungen nach generellen und aufgabenspezifischen Faktoren differenziert.

Die *Gestaltungsparameter* bezeichnen die Aktionen, die – im Rahmen der Gestaltungsbedingungen – zur Erreichung der Gestaltungsziele durchgeführt

19 Vgl. Hungenberg (1995), S. 102; o. V. (1995 b), S. 250; Wöhre/Döring (2002), S. 95.

20 Vgl. Picot (1993), S. 223ff.; Hungenberg (1995), S. 122ff.; Wöhre/Döring (2002), S.121.

21 Vgl. Picot (1993), S. 223ff.

werden können. Um dabei von einer betriebswirtschaftlichen Entscheidung sprechen zu können, müssen dem Entscheidungsträger im Aktionenraum mindestens zwei Handlungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Beim Treffen der Entscheidungen gilt es, die Aktionsparameter – also die Variablen, deren Höhen die konkrete Ausprägung der Aktion bestimmen – so zu definieren, dass die Gestaltungsziele optimal erreicht werden. Als *Gestaltungswirkungen* werden die Ergebnisse der durchgeführten Aktionen verstanden, insbesondere ihr Einfluss auf die Erreichung der zu Anfang definierten Gestaltungsziele. Dies können u. a. Auswirkungen auf die Kosten, die Motivation, die Entscheidungsqualität, die Flexibilität oder die Kapazitätsauslastung sein.²²

Entscheidungen über die Ausgestaltung von organisatorischer (De-)Zentralisation oder von Standort(de-)zentralisation haben ebenfalls Einfluss auf die Höhe der Abstimmungskosten. In Unternehmen müssen auf Grund der Arbeitsteilung zusammenhängende Aufgaben und damit auch Zuständigkeiten für Entscheidungen auf verschiedene Personen oder Unternehmenssteile verteilt werden. Werden in solch einem Umfeld unkoordinierte Entscheidungen getroffen, so ist mit Abweichungen vom theoretisch möglichen Gesamtoptimum zu rechnen. Um diese Abweichungen möglichst gering zu halten, müssen die Beteiligten sehr häufig miteinander kommunizieren. Ebenfalls ist die Überwachung der Ausführung getroffener Entscheidungen notwendig, woraus zusätzlich ein Bedarf für Veränderungen der Entscheidungen entstehen kann. Diese Tätigkeiten erfordern den Einsatz von Zeit und anderen Ressourcen, was zu „zeitlichen und finanziellen, einmaligen und laufenden, direkten und indirekten Aufwendungen“²³ führt, die als Abstimmungskosten bezeichnet werden. Andere verwendete Begriffe sind Koordinations- oder Transaktionskosten.²⁴

3.3 Ziele von (De-)Zentralisationsmaßnahmen

In der bearbeiteten Literatur ließen sich die folgenden Ziele von aufbau- und ablauforganisatorischen (De-)Zentralisationsmaßnahmen finden:

Ziele von Zentralisationsmaßnahmen	Ziele von Dezentralisationsmaßnahmen
Sicherung einer einheitlichen Unternehmensausrichtung	Vermeidung von Durchsetzungswiderständen
Nutzung von Synergien	Senkung von Planungs- und Verwaltungskosten durch Reduzierung von Bürokratie
Steigerung des Auslastungsgrades	Entlastung der Führungsspitze

22 Vgl. Picot (1993), S. 222; Hungenberg (1995), S. 101, 165; Wöhre/Döring (2002), S. 120f.

23 Picot (1993), S. 223.

24 Vgl. Picot (1993), S. 223; Frese/v. Werder (1993), S. 25f.

Ziele von Zentralisationsmaßnahmen	Ziele von Dezentralisationsmaßnahmen
Ausnutzung von Skaleneffekten	Begünstigung von Innovation durch kleine Einheiten und Wettbewerb
Gewährleistung kritischer Mindestgrößen	Vergrößerung der Einflussmöglichkeiten der Mitarbeiter
Sicherstellung neutraler Entscheidungsfindung	Reaktion auf Maßnahmen von Wettbewerbern
Unternehmensweit einheitliche Prozesse	Nutzung staatlicher Förderung und (insb. im internationalen Kontext) Erfüllung staatlicher Auflagen
	Vereinfachte Anpassung (der Produkte, Marketingkampagnen etc.) an lokale Vorlieben
Kostensenkung	
Erhöhung der Flexibilität	
Verkürzung von Entscheidungsprozessen	
Verbesserung der Entscheidungsqualität	
Verbesserung der Motivation	
Verringerung des Koordinationsaufwandes/Verbesserung der Koordination	

Tabelle 3.1: Ziele von (De-)Zentralisationsmaßnahmen.²⁵

Viele der Ziele werden sowohl als Folge von organisatorischen Zentralisations- als auch von Dezentralisationsmaßnahmen genannt. Dies resultiert aus der unterschiedlichen Einschätzung der jeweiligen Folgen und verdeutlicht die Individualität solcher Entscheidungen. Um dennoch eine rationale Entscheidungsgrundlage zu erhalten, schlägt Hungenberg vor, die Gestaltungsziele mit dem obersten Zielsystem des Unternehmens zu kombinieren; also ein oberstes Unternehmensziel zu definieren, an dessen Bestimmung alle Stakeholder beteiligt sind und an dem alle Entscheidungen auszurichten sind.²⁶

Die hier genannten Ziele sind zwar im Wesentlichen exklusiv der organisatorischen (De-)Zentralisation zuzuordnen, einige von ihnen können aber auch bei Entscheidungen über Standort(de-)zentralisation Relevanz besitzen. Sie werden im folgenden Kapitel durch Ziele ergänzt, die bei der Zentralisation von verteilten Entwicklungsteams verfolgt werden können.

25 Vgl. Brooke (1984), S. 299ff.; Eichenberger (1994), S. 404; Hungenberg (1995), S. 103ff.; Greb (2000), S. 71.

26 Vgl. Hungenberg (1995), S. 103ff.

If, as it is said to be not unlikely in the near future, the principle of sight is applied to the telephone as well as that of sound, earth will be in truth a paradise, and distance will lose its enchantment by being abolished altogether.

Arthur Mee, 1898

4 Verteilte Softwareentwicklung

In diesem Kapitel wird zunächst das generelle Vorgehen bei der Durchführung von Projekten zur Entwicklung von Software beschrieben. Darauf folgt eine Erläuterung des Begriffes „virtuelles Team“, der damit verbundenen Vor- und Nachteile sowie eine Beschreibung von Zielsetzungen, die bei der räumlichen Zusammenführung von Entwicklungsteams verfolgt werden können.

4.1 Softwareentwicklung

Software ist eine „Menge von Programmen oder Daten zusammen mit begleitenden Dokumenten“²⁷, die „zum Betrieb einer Datenverarbeitungsanlage“²⁸ notwendig sind. Diese und weitere Definitionen²⁹ verdeutlichen, dass im Gegensatz zum umgangssprachlichen Gebrauch Software mehr umfasst als ein bloßes Programm.³⁰

Die Erstellung komplexer Software³¹ ist ein anspruchsvoller Prozess, welcher im Rahmen von Projekten durchgeführt wird. Ihre Kennzeichen sind die Einmaligkeit der spezifischen Ausprägung der Bedingungen für das durchführende Unternehmen und die zur Durchführung erforderliche interdisziplinäre Zusammenarbeit. Außerdem haben sie klar definierte Ziele, sind durch festgelegte Anfangs- und Enddaten zeitlich begrenzt und zu ihrer Erfüllung ist häufig ein Höchstaufwand vorgegeben.³²

Um das Management von Projekten strukturiert betreiben zu können, existiert eine Vielzahl von Vorgehensmodellen³³, die die für die Fertigstellung von Projekten notwendigen Aktivitäten und ihre Reihenfolge beschreiben. Diese Modelle gliedern die Aktivitäten oft in Phasen, die für eine Teilmenge der

27 Hesse et al. (1994), zitiert bei: Balzert (2000), S. 23.

28 o. V. (2005).

29 Siehe z. B. Balzert (2000), S. 23.

30 Vgl. Balzert (2000), S. 23.

31 Ein oft benutztes Synonym gerade für komplexe Software ist (Anwendungs-)System, vgl. Balzert (2000), S. 24f.; Stahlknecht/Hasenkamp (2002), S. 208f.

32 Vgl. Stahlknecht/Hasenkamp (2002), S. 218f.; Pepels (2005), S. 245.

33 Balzert verwendet hier auch den Begriff „Prozess-Modell“; vgl. Balzert (2000), S. 54.

Aktivitäten anzuwendende Prinzipien, Methoden und Verfahren vorschlagen bzw. vorschreiben. Phasen können streng seriell oder auch zyklisch ineinander übergehen, wobei letzteres Verfahren heutzutage präferiert wird.³⁴

Nach Balzert durchlaufen Softwareprojekte die folgenden Phasen: Planungsphase, Definitionsphase, Entwurfsphase, Implementierungsphase, Abnahmee- und Einführungsphase, Wartungs- und Pflegephase. In der Planungsphase wird das anstehende Projekt untersucht, um eine Entscheidung über die weitere Bearbeitung treffen zu können. Die Definitions- oder Analysephase dient dazu, durch Ermittlung und Analyse von Anforderungen ein genaues Verständnis von der zu entwickelnden Software zu gewinnen. Im Rahmen der Entwurfs- oder Designphase wird aus den Anforderungen eine sog. Softwarearchitektur entwickelt, die grundlegende technische Belange detailliert festschreibt. Erst im Anschluss daran beginnt in der Implementierungs- oder Realisierungsphase die eigentliche Erstellung der Software u. a. durch Programmierung, Tests und Schreiben der Dokumentation. Die Abnahme durch den Kunden leitet die Software in die Nutzung über, wofür die Software auf dem Zielsystem installiert wird und ggf. eine Schulung der Nutzer erfolgt. Die Wartungs- und Pflegephase umfasst die Behebung von auftretenden Fehlern (Wartung) und die Fähigkeitsanpassung der Software (Pflege), wobei sich diese Phase über die gesamte Lebensdauer der Software erstrecken kann.³⁵

Viele Vorgehensmodelle beschreiben detailliert die Aktivitäten der Implementierungsphase. So fordert das V-Modell³⁶ für die eigentliche Erstellung der Software³⁷ die SW-Implementierung, SW-Integration und System-Integration. Auf Grund dieser Präzisierung ist die Integrationsphase als eine weitere Phase³⁸ einzuführen, welche dem Zusammenfügen der einzelnen Teile zu einem lauffähigen Ganzen dient.³⁹

Neben dem V-Modell existieren auch andere Vorgehensmodelle, die nicht auf dem traditionellen Phasenkonzept basieren, wie z. B. Extreme Programming.⁴⁰ Für die vorliegende Arbeit sind diese Modelle aber auf Grund der Gestaltung des untersuchten Projektes und den allgemeinen Vorgaben der Branche der Nordkon nicht relevant.

34 Vgl. Balzert (2000), S. 55ff.; Stahlknecht/Hasenkamp (2002), S. 219ff.

35 Vgl. Balzert (2000), S. 55ff., 98f., 685ff., 1064f., 1086ff., 1090ff.; Stahlknecht/Hasenkamp (2002), S. 214ff.

36 Das V-Modell ist bei der Erstellung von Software für öffentliche Auftraggeber anzuwenden, welches hier in der Version V-Modell 97 beschrieben wird. Zwar ist seit dem 04.11.2004 die neue Version V-Modell XT verbindlich (vgl. BMI (o.J.)), doch im untersuchten Projekt wurde weiterhin nach dem zu Projektbeginn gültigen Standard gearbeitet.

37 Software wird im V-Modell mit SW abgekürzt; vgl. KBSt (1997), B.1.

38 Im Vergleich zum Umfang der anderen erwähnten Phase wäre hier korrekterweise von einer Subphase zu sprechen. Diese Inkorrektheit wird zugunsten einer einheitlichen Sprache in Kauf genommen.

39 Vgl. Henderson-Sellers (1996), S. 44.

40 Vgl. Stahlknecht/Hasenkamp (2002), S. 220ff.

Große Softwareprojekte werden oftmals in mehrere Teilprojekte aufgespalten, die von einem Verantwortlichen geleitet werden. Sie umfassen in der Programmierung mehrere Komponenten, die durch einen oder mehrere Programmierer entwickelt werden. Projekte mit mehreren Jahren Laufzeit können zusätzlich in sog. Realisierungsstufen eingeteilt werden. Diese Stufen definieren jeweils einen bestimmten, aufeinander aufbauenden Funktionsumfang, der bis zu einem definierten Termin implementiert sein muss.⁴¹ Befinden sich an einem Projekt beteiligten Teilteams nicht alle am selben Standort, wird dies als verteilte Softwareentwicklung bezeichnet. Andere Begriffe hierfür sind *kollaborative Softwareentwicklung* und *kooperative Softwareentwicklung*. Die dabei verwendete Form der Teamorganisation wird als *virtuelle Teams* bezeichnet.⁴²

4.2 Virtuelle Teams

4.2.1 Begriffsdefinition

Allgemein gesprochen ist ein Team „eine Gruppe von Personen, die zusammenarbeiten, um gemeinsame Ziele zu erreichen“⁴³. In Bezug auf die Softwareentwicklung ist es allerdings präziser, darunter eine „Arbeitsgruppe aus verschiedenen Fachkräften, die zur Erfüllung bestimmter Aufgaben [...] zusammenwirken“⁴⁴ zu verstehen. Als „Urform“ existieren *traditionelle Teams*, deren Mitglieder alle am selben Ort zusammenarbeiten, somit leicht persönlich miteinander kommunizieren können und darüber hinaus denselben kulturellen Hintergrund besitzen. Andere Begriffe hierfür sind *co-located/collocated team*, *face-to-face team* oder *lokales Team*.⁴⁵

Geographisch verteilte Softwareentwicklung findet hingegen durch virtuelle Teams statt, welche Suchan/Hayzak wie folgt definieren:

“Virtual teams are an ad hoc collection of geographically dispersed individuals from different functions, specialities, or even organizations [...] constituted to complete a specific, complex task. Advanced computer and telecommunication technologies provide the primary media for interaction between and among team members.”⁴⁶

Somit existieren vier Hauptunterschiede zu traditionellen Teams:

41 Vgl. KBSt (1997), PM 4; Optimum (2006).

42 Vgl. Loftus et al. (1995), S. 6f.; Steinfield (2002), S. 104; Rashid et al. (2006), S. 5; Versteegen/Mühlbauer/Kress (2006).

43 Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 7.

44 o. V. (1995 a), S. 17.

45 Vgl. Kotulla (2001), S. 23; Powell/Piccoli/Ives (2004), S. 7.

46 Suchan/Hayzak (2001), S. 175.

- der Arbeitsort,
- die Zusammensetzung,
- die Lebensdauer sowie
- die Art und Weise der Interaktion.

Die Mitglieder virtueller Teams arbeiten an geographisch verschiedenen Orten innerhalb derselben Zeitzone, an Orten in verschiedenen Zeitzonen oder am gleichen Ort, aber zu verschiedenen Uhrzeiten. Die geographische Trennung der Mitglieder kann sogar schon gegeben sein, wenn Mitglieder eines Teams innerhalb eines Gebäudes auf verschiedenen Stockwerken arbeiten. McDonough/Kahn/Barczak weisen auf eine Präzisierung hin: So bestehen virtuelle Teams aus Mitgliedern mit gleicher kultureller Herkunft, während globale Teams Menschen aus verschiedenen Ländern und Kulturen vereinen. Allerdings findet diese Präzisierung nur in wenigen Publikationen Beachtung.⁴⁷

Ein weiterer Unterschied zu traditionellen Teams ist die organisatorische Zusammensetzung der Teams, welche auch bereichs- und unternehmensübergreifend geschehen kann. Die Lebensdauer von virtuellen Teams ist per Definition begrenzt. Die Zusammensetzung ist temporär, denn die Teams bestehen i. d. R. nur für eine befristete Aufgabe und werden nach Erfüllung aufgelöst. Im Kontext der verteilten Softwareentwicklung ist ein virtuelles Team durch einen bestimmten Entwicklungsauftrag definiert und sein einziger Daseinszweck ist die Schaffung von „Etwas“ - Software, Hardware, Dokumentation oder Kundenservice. Die Interaktion innerhalb virtueller Teams, d. h. die Kommunikation der Teammitglieder untereinander sowie das Management des Teams, geschehen zum größten Teil über elektronische Kommunikationskanäle. Dazu zählen neben E-Mails und Telefonaten auch Group Support Systems (GSS⁴⁸) oder Videokonferenzen.⁴⁹

In der englischsprachigen Literatur findet sich neben dem Begriff *virtual team* auch häufiger die Bezeichnung *distributed team*, welche nach McDonough/Kahn/Barczak in den meisten Fällen synonym verwendet wird. Ein weiteres Synonym ist *dispersed team*. Obwohl bereits 1997 Lipnack/Stamps darauf hinwiesen, dass das Adjektiv *virtuell* nicht in der Bedeutung „nicht real“ benutzt wird, sondern im Sinne von „beinahe wie“ (ein Team), schlagen Zaccaro/Bader zur Vermeidung von Missverständnissen den Begriff *e-teams* vor.⁵⁰

47 Vgl. Lipnack/Stamps (1997), S. 6f.; Kotulla (2001), S. 20; McDonough/Kahn/Barczak (2001), S. 111; Zaccaro/Bader (2003), S. 377.

48 GSS sind Softwareprogramme, die Zusammenarbeit z. B. durch gemeinsame Computerbildschirme oder die Bereitstellung von virtuellen Diskussionsforen unterstützen;
vgl. Townsend/DeMarie/Hendrickson (1998), S. 21; Qureshi/Vogel (2000), S. 4; Kotulla (2001), S. 27ff.

49 Vgl. Haywood (1998), S. 3; Qureshi/Vogel (2000), S. 2ff.; Karolak (1998), S. 11; Kotulla (2001), S. 26ff.; Zaccaro/Bader (2003), S. 377ff.

50 Vgl. Lipnack/Stamps (1997), S. 5f.; Haywood (1998), S. 3; McDonough/Kahn/Barczak (2001), S. 111; Smith/Blanck (2002), S. 294; Sole/Edmonson (2002), S. 17; Zaccaro/Bader (2003), S. 377.

Auch in deutschen Publikationen ist kein einheitlicher Sprachgebrauch zu finden. So werden die Begriffe *geographisch verteilte Teams*, *globale Teams* und *verteilte Gruppen* erwähnt, wobei sich allerdings der auch in dieser Arbeit verwendete Begriff virtuelle Teams durchzusetzen scheint.⁵¹

4.2.2 Vorteile virtueller Teams

Virtuelle Teams bieten eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber traditionellen Teams. Unternehmen können durch virtuelle Teams die Teamzusammenstellung optimieren, weil so die Teams an Hand von fachlichen Notwendigkeiten schnell und ohne Rücksicht auf den Standort der betroffenen Mitarbeiter zusammengestellt werden können. Dabei kann, sofern die notwendigen Kapazitäten vorhanden sind, genau auf die Mitarbeiter mit den zur optimalen Aufgabenerfüllung notwendigen Fähigkeiten und Kenntnisse zurückgegriffen werden. Traditionelle Teams sind hierbei im Allgemeinen auf die am durchführenden Standort arbeitenden Mitarbeiter beschränkt, so dass u. a. freie Kapazitäten an anderen Standorten nicht genutzt werden können – der Auslastungsgrad der Mitarbeiter steigt also. Außerdem kann durch virtuelle Teams die Qualität der Arbeitsergebnisse gesteigert werden, weil durch die standortungebundene Interaktion Mitarbeiter aus verschiedenen Funktionsbereichen leichter zusammenarbeiten können („cross-functional teams“). Durch das Einbringen dieser verschiedenen fachlichen Sichtweisen lassen sich eine erhöhte Produktivität und eine Verbesserung der Prozesse beobachten. Dazu trägt auch die Einbindung unternehmensfremder Experten – z. B. im Rahmen eines Joint Ventures – bei, die durch virtuelle Teams erleichtert wird.⁵²

Gerade in länderübergreifenden Unternehmen ist die Beachtung länderspezifischer und kultureller Eigenheiten – z. B. beim Produktdesign oder im Marketing – eminent wichtig. Durch die Aufnahme von Mitarbeitern aus den jeweiligen Kulturen können „kulturelle Fehlritte“ vermieden werden. Neben der verbesserten interkulturellen Kompetenz ist die Qualität der sozialen Netzwerke der Mitglieder virtueller Teams auf Grund ihrer lokalen Präsenz besser. Sie können z. B. bei Kunden vor Ort arbeiten und haben so mehr direkten Kontakt zu ihrer Umgebung und in Folge dessen eine besseres Verständnis derselbigen. Zusammen mit der bereits erwähnten Dynamik und Flexibilität ermöglichen es virtuelle Teams, rasch auf Veränderungen von Kundenwünschen oder auf sonstige Veränderungen der geschäftlichen Umwelt zu reagieren.⁵³

51 Vgl. Baukloh (1999), S. 23; Kotulla (2001), S. 19; o. V. (2006); o. V. (o. J. a)

52 Vgl. Haywood (1998), S. 6; Karolak (1998), S. 5ff.; Smart/Barnum (2000), S. 19; Arrison/Miller (2002), S. 167; Steinfield (2002), S. 104; Keyzerman (2003), S. 391; Zaccaro/Bader (2003), S. 380.

53 Vgl. Townsend/DeMarie/Hendrickson (1998), S. 19f.; Steinfield (2002), S. 104; Zaccaro/Bader (2003), S. 380.

Durch die Konzentration auf elektronische Kommunikation reduziert sich die Notwendigkeit von Geschäftsreisen, wodurch wiederum die entsprechenden Kosten sinken. In Haywoods Befragungen sehen die Mitglieder von virtuellen Teams letztere jedoch als eine Möglichkeit, vermehrt Geschäftsreisen zu unternehmen; ein Widerspruch, der leider nicht weiter erläutert wird. (Anmerkung des Verfassers: Eine Ursache könnte sein, dass nach den Erfahrungen im Projekt Gamma auch in virtuellen Teams regelmäßig standortübergreifende Besprechungen durchgeführt werden.) Die Möglichkeit der redundanten Verteilung von Know-How bewirkt ebenfalls eine geringere Anfälligkeit des Unternehmens für Unfälle oder Natureinflüsse (Überschwemmungen etc.).⁵⁴

Weitere Kosteneinsparpotentiale können dadurch entstehen, dass bei virtuellen Teams ein verringelter Bedarf an Bürokapazitäten besteht. Die Grundstückskosten bzw. Mieten lassen sich z. B. dadurch verringern, dass Mitarbeiter von zu Hause aus arbeiten. Dieses *telecommuting* hat zusätzlich positiven Einfluss auf die Lebensgestaltung der Mitarbeiter, weil so z. B. beide Partner in einer Beziehung einer Beschäftigung nachgehen können und die Möglichkeit zur freien Zeiteinteilung besitzen.⁵⁵

Nicht unbedingt für die Mitarbeiter, aber für Unternehmen ist die Möglichkeit von Vorteil, einzelne oder eine Vielzahl von Geschäftsfunktionen auszulagern. Diese Auslagerung geschieht in der Regel in Richtung von Ländern mit geringeren Lohnkosten (z. B. Indien oder China). Je nach Standortverteilung bringt dies zusätzlich die Möglichkeit mit sich, die Projektbearbeitungszeit pro Tag zu verlängern und damit die time-to-market zu verkürzen.⁵⁶

4.2.3 Nachteile virtueller Teams

Vielen Vorteilen virtueller Teams stehen direkte Nachteile gegenüber. Dabei wird am häufigsten die geographische Trennung der Teammitglieder angeführt, die eine Reihe von Folgen hat. Die verfügbaren Kommunikationsmedien schränken die Bandbreite der möglichen Kommunikation ein, so dass keine persönliche Interaktion („face-to-face“) möglich ist. Telefonate und E-Mails, welche häufig zur Informationsübermittlung genutzt werden, lassen zudem keine nonverbale Kommunikation zu. Damit fehlen die „unmittelbar persönlichen Eindrücke“⁵⁷, die gerade in der Anfangsphase von Projekten, in der sich bisher nicht persönlich bekannte Personen zusammenarbeiten sollen, für die Vertrauensbildung ausschlaggebend sein können. Durch den meist fehlenden visuellen Kontakt kann ebenfalls nicht beurteilt werden, in welchem Gemütszustand ein Kollege sich im

⁵⁴ Vgl. Haywood (1998), S. 6f.; Steinfield (2002), S. 104; Hertel/Geister/Konradt (2005), S. 72.

⁵⁵ Vgl. Haywood (1998), S. 6; Karolak (1998), S. 16; Suchan/Hayzak (2001), S. 176; Keyzman (2003), S. 391.

⁵⁶ Vgl. Haywood (1998), S. 6, Karolak (1998), S. 12ff.

⁵⁷ Baukloh (1999), S. 24.

Moment befindet. Die erwähnten Kommunikationsmedien bieten außerdem – gerade beim Informationsaustausch über Sprach- und Kulturgrenzen hinweg – breiten Raum für Missverständnisse, weil z. B. Texte missverständlich formuliert sein können, Rückfragen durch Sprachprobleme erschwert werden oder kulturelle Unterschiede offene Kommunikation verhindern. Des Weiteren sind Bedenken beim Gebrauch von E-Mails zur Übermittlung von vertraulichen Informationen angebracht, weil diese leicht abgehört oder unbefugt weitergeleitet werden können.⁵⁸

Die häufig zur Kommunikation eingesetzten Telefonate können zu Unterbrechungen der momentanen Arbeit oder anderen Störungen führen. Es fehlen Hinweise wie geschlossene Türen und oft auch die Kenntnis über örtliche Gewohnheiten (z. B. Mittagszeiten, Urlaubspläne oder Feiertage), die die Verfügbarkeit beeinflussen. Um bis zu einem gewissen Grad nonverbale Kommunikation zu ermöglichen, können Videokonferenzen durch- oder Chatprogramme eingeführt werden. Doch auch bei dieser Form der Kommunikation bestehen weiterhin andere Probleme virtueller Teams.⁵⁹

Denn ein wichtiger Faktor bei Teamarbeit ist die informelle Interaktion, welche z. B. in der oft zitierten Kaffeeküche⁶⁰, beim Mittagessen oder bei zufälligen Begegnungen auf dem Flur stattfindet. Die oft bei solchen Gesprächen ausgetauschten Informationen betreffen u. a. die momentanen Aufgaben und Probleme der Kollegen, Entwicklungen im Projekt oder auch private Ereignisse, die Einfluss auf die Arbeit haben. Als Resultat werden Ratschläge ausgetauscht und das eigene Verhalten wird angepasst, indem z. B. stark belastete Kollegen nicht wegen niedrig priorisierter Aufgaben angesprochen werden. Die informellen Gespräche helfen den Teammitgliedern auch, sich gegenseitig kennen zu lernen. Dies ist die Basis für das Entstehen von Vertrauen, das wiederum eine Voraussetzung für erfolgreiche Teams ist. Wenn ein Team fast ausschließlich virtuell zusammenarbeitet oder wenn Teammitglieder überwiegend von zu Hause arbeiten, können sich einzelne Mitglieder leicht vom Rest des Teams isoliert oder sogar ausgeschlossen fühlen. Eine häufige Folge der genannten Nachteile sind Unzufriedenheit, Abstimmungsprobleme und ein nicht funktionierendes Wissensmanagement im Team.⁶¹ Dies äußert sich bspw. bei verteilter (Software-)Entwicklung in fehlendem Wissen über den Aufbau und die

58 Vgl. Karolak (1998), S. 17; Baukloh (1999), S. 17ff.; Steinfield (2002), S. 105; Olson/Olson (2000), S. 152; Breu/Hemingway (2004), S. 199ff.; Herbsleb/Paulish/Bass (2005), S. 531.

59 Vgl. Grinter/Herbsleb/Perry (1999), S. 307; Kotulla (2001), S. 27; Steinfield (2002), S. 105.

60 Je nach Herkunftsland werden im Original Teeküchen (Australien; vgl. Arnison/Miller (2002), S. 170) oder „water cooler“ (U.S.A.; vgl. Grinter/Herbsleb/Perry (1999), S. 307) erwähnt.

61 Vgl. Karolak (1998), S. 17f.; Herbsleb/Moitra (2001), S. 18; Mockus/Herbsleb (2001), S. 182; Arnison/Miller (2002), S. 170; Steinfield (2002), S. 105; Keyzerman (2003), S. 393; Breu/Hemingway (2004), S. 198f.; DIV (o. J.).

Funktionsweise einer an einem anderen Standort entwickelten Komponente oder zu Ansprechpartnern und Verantwortlichen an anderen Standorten.⁶²

Die Verteilung des virtuellen Teams auf unterschiedliche Standorte hat ebenfalls zur Folge, dass die Mitglieder der jeweiligen Subteams unterschiedliche Hintergründe besitzen. Gründe hierfür sind u. a. die bereits beschriebene „cross-functionality“, die unternehmensübergreifende Zusammenstellung und die Tatsache, dass die Mitglieder in der Vergangenheit nicht an den gleichen Projekten teilgenommen haben. Außerdem haben die Teammitglieder unterschiedliche Erfahrungs- und Fertigkeitsniveaus und stammen ggf. aus verschiedenen Kulturen. Nicht nur bei interkultureller, sondern auch schon bei intrakultureller Kommunikation erschweren diese verschiedenen Hintergründe die Zusammenarbeit und die Schaffung einer einheitlichen Interpretation von Begriffen, Aussagen und Dokumenten. Herbsleb/Paulish/Bass differenzieren in diesem Zusammenhang zwischen Einflüssen der Unternehmenskultur (z. B. Bereitschaft, Fehler einzugehen), der technischen Kultur (z. B. Verständnis von Prozessabläufen des Kunden) und Einflüssen der Kultur eines Landes. Den Vorteilen der *cross-functional teams* stehen ebenfalls die unterschiedlichen Hintergründe im Team gegenüber. Diese können es mit sich bringen, dass innerhalb des Teams unterschiedliche – evtl. sogar konträre – Ansichten über die Art und Weise der Aufgabenverteilung, über die Kommunikation oder über den Umgang mit Konflikten herrschen. Sollen in dieses Umfeld effektive Kommunikationsformen, neue Technologien oder neue Arbeitsprozesse eingeführt werden, ist hierbei eine gesteigerte Komplexität festzustellen, die zusätzlich durch die geographische Verteilung erhöht wird.⁶³

Eine weitere Konsequenz unterschiedlicher Standorte ist die z. T. enorme Verzögerung bei der Behebung von Problemen oder bei der Klärung von Fragen. Diese entstehen durch die Verwendung von asynchronen Kommunikationsmedien und ggf. durch die Verteilung der Mitarbeiter auf unterschiedliche Zeitzonen. Die geographische Verteilung bewirkt außerdem, dass die Leistungsmessung generell kompliziert oder sogar behindert bzw. boykottiert wird, wenn Teammitglieder nicht bereit sind, abteilungs-, standort- oder unternehmensübergreifend offen zu kommunizieren. Der Fortschritt der Arbeit kann deshalb nur mühevoll überwacht werden, so dass die Nichteinhaltung von Meilensteinen oft erst zu spät erkannt wird.⁶⁴

62 Vgl. Grinter/Herbsleb/Perry (1999), S. 314; Mockus/Herbsleb (2001), S. 182f.

63 Vgl. Qureshi/Vogel (2000), S. 5; Herbsleb/Moitra (2001), S. 18; McDonough/Kahn/Barczak (2001), S. 116; Mockus/Herbsleb (2001), S. 182; Steinfeld (2002), S. 105; Suchan/Hayzak (2001), S. 177; Zaccaro/Bader (2003), S. 379; Herbsleb/Paulish/Bass (2005), S. 530f.

64 Vgl. Herbsleb et al. (2000), S. 321; Kotulla (2001), S. 20ff.; Mockus/Herbsleb (2001), S. 182f.; DIV (o. J.).

Die Einführung und die Arbeit von virtuellen Teams ist mit verschiedenen Kosten verbunden. Zu Beginn der Arbeit müssen, sofern noch nicht vorhanden, Produkte beschafft werden, die das effektive Arbeiten zwischen verteilten Standorten überhaupt erst ermöglichen, wie z. B. zusätzliche Server, Software für das verteilte Konfigurationsmanagement (KM)⁶⁵ und robuste, einfach zu bedienende GSS. Außerdem sollten vielfältige Trainingsmaßnahmen stattfinden: Die betroffenen Mitarbeiter sollten an Schulungen zum Umgang mit den neuen Formen der Zusammenarbeit teilnehmen, Projektleiter sollten auf die Herausforderungen virtueller Teams vorbereitet werden und bei länderübergreifenden Teams sollten im Vorfeld insb. mögliche interkulturelle Probleme behandelt werden. Des Weiteren entstehen laufende Kosten für den Betrieb der Systeme (u. a. Lizenzkosten) und für die Kommunikation zwischen den Standorten. Auch durch mögliche Ausfälle der Infrastruktur können Kosten entstehen.⁶⁶

4.3 Mögliche Ziele von Zentralisationsmaßnahmen

Aus den genannten Nachteilen virtueller Teams lassen sich die folgenden Ziele eines Wechsels von verteilter Softwareentwicklung auf einen gemeinsamen Entwicklungsstandort ableiten. Die Anwesenheit am gemeinsamen Standort soll die *Interaktion innerhalb des Teams effektiver und effizienter gestalten*. So kann zusätzlich zu elektronischen Medien persönliche Kommunikation ermöglicht werden, womit sich die beschriebenen Nachteile ausschließlich elektronischer Kommunikation umgehen lassen: Missverständnisse können durch persönliche Erklärungen vermieden, nonverbales Feedback kann gegeben und auch der Kommunikationszeitpunkt kann den jeweiligen Umständen angepasst werden. Auch informelle Kommunikation wird so ermöglicht, was Gelegenheit zum *gegenseitigen Kennenlernen* bietet und den Zusammenhalt des Teams stärken soll. Das Kennenlernen soll ebenfalls auf fachlicher Ebene stattfinden, damit die Teammitglieder über die Zuständigkeiten sowie die fachlichen Stärken und Schwächen der anderen Mitarbeiter Bescheid wissen. All dies soll den Austausch von Ideen untereinander begünstigen und helfen, Probleme und Fragen inhaltlich präziser und deutlich schneller zu klären. Waren bisher nur einzelne Teammitglieder bei Lieferanten oder Kunden vor Ort, so kann z. B. durch die

65 Das Konfigurationsmanagement ist für die Versionierung und Verwaltung der im Projekt erstellten Quelltexte und Dokumente verantwortlich. Dafür werden ein KM-System bereitgestellt (im Allgemeinen eigenständiger Server mit entsprechender Software) und notwendige Prozesse definiert.

66 Vgl. Haywood (1998), S. 9; Karolak (1998), S. 19f.; Kotulla (2001), S. 26; McDonough/Kahn/Barczak (2001), S. 117; Suchan/Hayzak (2001), S. 177; Arnison/Miller (2002), S. 170; Steinfield (2002), S. 106; Breu/Hemingway (2004), S. 195.

Anwesenheit am gemeinsamen Standort von einzelnen Vertreter aus diesen Stakeholdergruppen allen Mitgliedern des Teams direkter Kontakt ermöglicht werden.⁶⁷

Insbesondere im Fall von unternehmensübergreifenden Teams sind weitere Ziele vorstellbar. Die gemeinsame Arbeit an einem Standort soll helfen, die *Unternehmenskultur und Arbeitsweisen der beteiligten Unternehmen* kennen zu lernen. Als eine Konsequenz kann im weiteren Verlauf des Projektes das Verhalten aneinander angepasst werden. Um das Ziel einer *teamweit einheitlichen Arbeitsweise* zu erreichen, können am gemeinsamen Standort teamweite Prozesse oder technologische Fragen – z. B. Lieferprozesse oder Entwicklungsvorgaben – gemeinsam besprochen, für das gesamte Team schnell eingeführt und ggf. einfach korrigiert werden. Aus Sicht des Projektmanagements ermöglicht die gemeinsame Anwesenheit einerseits eine *direkte Beobachtungsmöglichkeit* mit dem Ziel, die Fortschritte innerhalb des Projektes besser überwachen zu können. Andererseits lassen sich durch die Möglichkeit der nonverbalen Kommunikation die Teammitglieder besser motivieren, was zur Folge haben soll, dass die Zielfokussierung des Teams steigt und das Engagement der Mitarbeiter erhöht wird. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht sollen damit die genannten Effekte eine *Reduzierung der Abstimmungskosten* innerhalb des Projektes bewirken und insgesamt die *Qualität der Arbeit sowie die Produktivität steigern*.⁶⁸

67 Vgl. Kahn/McDonough (1997), S. 164, 175; van den Bulte/Moenaert (1998), S. S15; Ebert et al. (2001), S. 550.

68 Vgl. Kahn/McDonough (1997), S. 164; van den Bulte/Moenaert (1998), S. S16; Olson/Olson (2000), S. 145; Ebert et al. (2001), S. 554; McDonough/Kahn/Barczak (2001), S. 111ff.

You can't control what you can't measure.

Tom DeMarco

5 Vorstellung der Ziele und Untersuchungsmethoden

Ein Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung und Beurteilung des Wechsels der Nordkon an den Standort der Westkon. Um diese Zentralisationsmaßnahme beurteilen zu können, werden im Folgenden die Ziele aus der Sicht der Projektleitung dargestellt.⁶⁹ Mit den anschließend erläuterten Methoden sollen die Auswirkungen des Wechsels und damit die Erreichung der gestellten Ziele untersucht werden.

5.1 Ziele der untersuchten Standortzentralisation

Innerhalb des Konsortiums hat die Westkon einige wesentliche technische Aufgaben übernommen. So ist die Westkon u. a. für das zentrale Konfigurationsmanagement⁷⁰ zuständig, so dass alle Änderungen an Dokumenten und Quelltexten über Systeme der Westkon an die anderen Projektbeteiligten verteilt werden. Dieser Abgleich erfolgt i. d. R. aber nur nachts, was gewisse Verzögerungen im Arbeitsablauf bewirkt. Ebenfalls befindet sich bei der Westkon das System für die Verwaltung der Problemmeldungen (PM-System⁷¹), auf dessen Inhalt zwar von den anderen Standorten per Weboberfläche zugegriffen werden kann. Jedoch dürfen Diskussionen über manche Inhalte aus Sicherheitsgründen nicht per Telefon erfolgen, was in der Vergangenheit Reisen notwendig machte.

Am Standort der Westkon befindet sich außerdem die konsortiale Test- und Integrationsanlage, die aus den gleichen Hardware-Komponenten wie ein Zielsystem besteht. Dies ermöglicht realistische Testbedingungen, z. B. für Last- oder Performancetests, ohne dabei unter der Beobachtung des Kunden zu stehen.

69 Vgl. Abschnitt 3.2.

70 Vgl. Fußnote 65 auf Seite 20.

71 Problemmeldungs-System. Zentrale, i. d. R. softwaregestützte Lösung zur Erfassung aller während der Tests, Abnahmen etc. aufgetretenen Fehler und Änderungsanträge; vgl. KBSt (1997), KM 3; Abschnitt 5.5.1.

Die Anlage wurde aus Platzgründen nicht beim Konsortialführer Nordkon aufgestellt.

Wie in Kapitel 2 dargestellt, beschloss die Projektleitung im Mai 2005 den Wechsel an einen gemeinsamen Standort, womit sie mehrere Ziele verfolgte. Das Hauptziel war die Einhaltung von Fertigstellungsterminen im gesamten Projekt. Dafür sollten zwei Unterziele erreicht werden, nämlich eine Beschleunigung der Entwicklung und eine verbesserte Zusammenarbeit der Projektleitung. Das erste Unterziel wurde verfeinert durch die Erwartung, dass durch die Standortzentralisation die Interaktion der Teammitglieder effektiver und effizienter gestaltet wird, so dass technische Fragen schneller geklärt werden können. Die bisherigen langen, aber nicht notwendigerweise zielführenden Telefonate sowie die bis zu dem Zeitpunkt oft praktizierte Kommunikation über die Teilprojektleiter sollten durch persönliche Kommunikation der jeweiligen Entwickler untereinander ersetzt werden. Zusätzlich sollten der Austausch von Verbesserungen im Quelltext und von Dokumenten sowie die gesamte Entwicklung durch den permanenten Zugriff auf dasselbe KM-System ohne nächtliche oder manuelle Abgleichnotwendigkeit beschleunigt werden. Außerdem bestanden nach ca. drei Jahren Zusammenarbeit nur vereinzelte Kontakte zwischen den Entwicklern der beteiligten Unternehmen, so dass die Zuständigkeiten und fachlichen Fähigkeiten kaum bekannt waren. Aus diesem Grund sollte der Wechsel ebenfalls ein gegenseitiges Kennenlernen und somit auch die Schaffung einer Teamatmosphäre ermöglichen.

Im Rahmen des Unterziels der verbesserten Zusammenarbeit der Projektleitung sollte die Klärung übergreifender inhaltlicher und konsortialer (z. B. Anfragen des Auftraggebers) Fragen durch die Anwesenheit von drei Projekt- und drei Teilprojektleitern sowie anderer wichtiger Funktionsträger effektiver gestaltet werden. Als Folge der persönlichen Präsenz sowie der vereinfachten Diskussion über Problemmeldungen wurden eine Verkürzung der Entscheidungsprozesse und eine Verbesserung der Koordination erwartet.⁷²

5.2 Softwaremetriken

Die Beschleunigung der Softwareentwicklung für Gamma war ein wesentliches Ziel des Standortwechsels. Um Aussagen über die Auswirkungen des Wechsels auf den erstellten Quelltext treffen zu können, bietet sich der Einsatz von statischer Softwareanalyse an. Diese lässt sich automatisiert durchführen und

72 Vgl. PL-Gamma (2006).

stellt so auch für umfangreiche Softwareprojekte Beurteilungsgrundlagen in Form von Softwaremetriken bereit.⁷³

5.2.1 Definition

Der Begriff Metrik stammt ursprünglich aus der Mathematik und wird in Zusammenhang mit metrischen Räumen verwendet. Ein metrischer Raum besteht aus einer Menge E , deren Elemente Punkte genannt werden, und einer als Metrik bezeichneten Funktion f , die die folgenden Anforderungen erfüllen muss:

$$\forall x, y \in E:$$

1. $x \neq y \Leftrightarrow f(x, y) > 0$
2. $x = y \Leftrightarrow f(x, y) = 0$
3. $f(x, y) = f(y, x)$
4. $\forall z \in E: f(x, y) \leq f(x, z) + f(z, y)$

Eine Metrik ist somit eine Funktion zur Bestimmung des Abstandes zwischen zwei Punkten in einem metrischen Raum.⁷⁴ In der Softwaretechnik hingegen wird diese Definition abgeschwächt, denn hier wird nach dem IEEE-Standard⁷⁵ 1061 unter dem Begriff Softwaremetrik eine Funktion verstanden, „die eine Software-Einheit in einen Zahlenwert abbildet. Dieser berechnete Wert ist interpretierbar als der Erfüllungsgrad einer Qualitätseigenschaft der Software-Einheit.“⁷⁶. Metriken dienen hier also dazu, quantitative Aussagen über bestimmte Eigenschaften einer Software zu ermöglichen, womit sie den Zustand der Software erkennen lassen.⁷⁷

Diese Form der Metrik kann somit als eine Funktion g verstanden werden, die Werte aus einem zu Grunde liegenden empirischen System E in ein formales System F abbildet: $\forall x \in E : y = g(x), y \in F$. Dabei darf die in E – per Definition – existierende empirische Relation der Werte durch die Abbildung nicht geändert werden. Grund für diese Transformation ist, dass das betrachtete empirische System, wie z. B. ein Quelltext, sehr komplex und damit nur schwer durch einen menschlichen Betrachter zu erfassen sein kann. Das formale System hingegen besteht aus Werten $y \in \mathbb{R}$, die einfacher zu begreifen und zu interpretieren sind.

Die Funktion g kann auch als eine Abbildung von einer Menge interner, objektiv messbarer Eigenschaften auf eine Menge subjektiver, externer Auswirkungen, wie z. B. Wartbarkeit, Verständlichkeit und Zuverlässigkeit aufgefasst werden.⁷⁸

73 Vgl. Mayrand et al. (2000), S. 118; Liggesmeyer (2002), S. 40.

74 Vgl. Bronstein/Semendjajew (1980), S. 1.

75 Das Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE) ist ein weltweit tätiger Berufsverband, der sich für den technologischen Fortschritt einsetzt. Eine wesentliche Aufgabe ist die Entwicklung von technischen Standards. Vgl. IEEE (2006).

76 IEEE Standard 1061, zitiert bei Holzmann (o. J.).

77 Vgl. Fenton (1994), S. 199; Balzert (1998), S. 478; Mayrand et al. (2000), S. 120; Armour (2003), S. 23.

78 Vgl. Chidamber/Kemerer (1994), S. 478; Henderson-Sellers (1996), S. 31; Liggesmeyer (2002), S. 218f.

Einige Autoren bemängeln den Gebrauch des Begriffs Metrik im Zusammenhang mit Softwaremessung, weil er bereits durch die Mathematik anders definiert ist. Liggesmeyer und Zuse lehnen aus diesem Grund die Benutzung des Begriffes Metrik ab und verwenden stattdessen den Begriff Softwaremaß. Allerdings schreibt selbst Liggesmeyer, dass im Prinzip Maße fast immer im Sinne von Metriken gebraucht werden. Henderson-Sellers bezeichnet die Unterscheidung als pedantisch und betont, dass, so lange die verwendeten Metriken den Anforderungen der Messtheorie⁷⁹ genügen, Metrik und Maß synonym verwendet werden können. In Anlehnung an den überwiegenden Sprachgebrauch in der Fachliteratur wird im Folgenden ausschließlich der Begriff Softwaremetrik verwendet.⁸⁰

5.2.2 Einsatz von Metriken

Metriken werden im Rahmen von Softwareprojekten für unterschiedliche Aufgaben eingesetzt und sollen damit verschiedene Sichten auf das „Untersuchungsobjekt“ ermöglichen, so dass sie sich in verschiedene Kategorien unterteilen lassen. Eine mögliche Unterscheidung ist die zwischen Produkt- und Prozessmetriken. Letztere beschreiben die Aktivitäten, die bei der Erstellung der Software durchgeführt werden; also Prozesseigenschaften, wie z. B. Gesamtarbeitszeit oder die Produktivität. Produktmetriken hingegen erfassen direkt Eigenschaften der Software und stehen im Mittelpunkt der Betrachtungen in dieser Arbeit.⁸¹

Häufig werden Metriken für – hier nicht weiter behandelte – Prognosezwecke eingesetzt, um z. B. bei Angebotserstellungen den Erstellungsaufwand oder im Verlauf des Projektes den zukünftigen Wartungsaufwand abschätzen zu können. Ein weiterer Einsatzzweck ist die Verwendung von Metriken zur Unterstützung bei der Bewertung von Software. Allerdings ist Software zu facettenreich, als dass sie durch andere Software präzise bewertet werden könnte. Somit existieren noch keine Metriken, die die Komplexität oder die Qualität von Software in einer einzigen Zahl erfassen können. Um dennoch einen zuverlässigen Gesamteindruck eines Quelltextes zu erhalten, muss eine Gruppe von Metriken zusammengestellt werden, die jeweils einen bestimmten Ausschnitt erfassen. Für diese Metriken werden zulässige Ober- und Untergrenzen (Schwellenwerte) festgelegt, deren Nichteinhaltung einen Hinweis auf mögliche Probleme im Quelltext gibt.

79 Engl. measurement theory. Für eine ausführliche Erläuterung der bei der Verwendung von Metriken zu beachtenden Prinzipien sei hier auf Zuse (1991), S. 39ff. verwiesen.

80 Vgl. Zuse (1991), S. 29; Henderson-Sellers (1996), S. 42; Liggesmeyer (2002), S. 212; Wolle (2003), 29ff.

81 Vgl. Fenton (1994), S. 203; Balzert (1998), S. 478; Tahvildari/Singh (2000), S. 236.

Menschliche Analytiker können diese Stellen dann auf Grund ihrer Erfahrung manuell beurteilen und ggf. korrigieren.⁸²

Bei der Auswahl der zu betrachtenden Metriken ist zu beachten, dass in einem objektorientierten Softwaresystem mehr Aspekte als in einem prozeduralen Softwaresystem Einfluss auf die Komplexität und Qualität haben.

⁸² Vgl. Fenton (1994), S. 200f.; Henderson-Sellers (1996), S. 32f.; Balzert (1998), S. 478; Mayrand et al. (2000), S. 120f.; Liggesmeyer (2002), S. 210, 225; Armour (2003), S. 24.

Um zu einem umfassenden Urteil zu gelangen, sind die folgenden Ebenen zu untersuchen, welche sowohl die Architektur als auch die eigentliche Programmierung erfassen:

- System,
- Kopplung zwischen den Klassen und
- Implementierung der Klassen.⁸³

5.2.3 Vorstellung der verwendeten Metriken

In diesem Abschnitt werden die zur Untersuchung der Auswirkungen des Standortwechsels verwendeten Metriken vorgestellt. Sie wurden auf Grund ihrer Verbreitung, Aussagekraft und der Möglichkeit der Zuordnung auf die o. g. Ebenen ausgewählt. In der Literatur lassen sich viele weitere Metriken finden, die für die Größenerfassung oder Beurteilung objektorientierten Designs eingesetzt werden können, bspw. Function Points⁸⁴ oder die hier nicht vorgestellten Metriken aus der Metrikensuite von Chidamber/Kemerer.⁸⁵ Diese besitzen den Nachteil, dass sie auf Gamma angewendet nur geringe bzw. keine Aussagekraft haben oder nicht automatisiert erfasst werden können. Deswegen kommen sie in der vorliegenden Arbeit nicht zum Einsatz.

5.2.3.1 Lines of Code

Lines of Code (LOC, auch SLOC für „Source Lines of Code“ oder KLOC für „1000 Lines of Code“) sind die älteste Softwaremetrik und werden bereits seit vielen Jahrzehnten zur Messung der Größe von Software eingesetzt.⁸⁶ Ihre am weitesten verbreitete Definition geben Conte/Dunshore/Shen:

„A line of code is any line of program text that is not a comment or blank line, regardless of the number of statements or fragments of statements on the line. This specifically includes all lines containing program headers, declarations, and executable and non-executable statements.“⁸⁷

LOC lassen sich in vielen Punkten kritisieren: Die in LOC gemessene Größe der Software hängt stark vom Stil der Programmierer und den Programmierrichtlinien im Projekt ab, so dass unterschiedliche Formatierungen breite Streuungen der Messwerte bewirken. Auch ist die Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Sprachen nicht gegeben, weil eine Zeile aus einer Hochsprache wie Java in Assembler programmiert sehr viele Zeilen umfassen kann. Die Komplexität von Quelltext lässt sich mit LOC ebenfalls nicht adäquat erfassen, weil z. B. ein

⁸³ Vgl. Tahvildari/Singh (2000), S. 238f.; Briand/Wüst (2001), S. 964.

⁸⁴ Vgl. Balzert (2000), S. 83ff.

⁸⁵ Vgl. Chidamber/Kemerer (1991); Chidamber/Kemerer (1994).

⁸⁶ Vgl. Fenton/Neil (1999), S. 150.

⁸⁷ Conte/Dunshore/Shen (1986), zitiert bei: Henderson-Sellers (1996), S. 88.

komplexer Algorithmus genauso bewertet wird wie eine einfache Variablenzuweisung.⁸⁸

Trotz der Kritik sind LOC immer noch weit verbreitet im Einsatz, weil sie sehr einfach anzuwenden sind und umfangreiche Erfahrungswerte existieren. Sie dienen als Indikator für die Systemgröße und werden zur Produktivitätsschätzung eingesetzt. Obwohl LOC aus der prozeduralen Programmierung stammen, können sie auch für objektorientierte Software eingesetzt werden.⁸⁹ Für den in der vorliegenden Arbeit untersuchten Sachverhalt sind zudem viele der Kritikpunkte nur in abgeschwächter Form zutreffend, weil ausschließlich Java-Quelltexte untersucht werden, die nach konsortiumsweit einheitlichen Programmierrichtlinien erstellt wurden.

5.2.3.2 Halstead-Metriken

Als Reaktion auf die Kritik an den LOC entwickelte Halstead mehrere Metriken, für die er als Grundüberlegung den Quelltext in Operanden und Operatoren aufteilt. Operanden sind alle Bestandteile des Quelltextes, die Daten repräsentieren. Operatoren sind dadurch charakterisiert, dass sie Veränderungen am Zustand von Operanden vornehmen und beinhalten unter Java neben den unären und binären Operatoren auch alle Schlüsselwörter.⁹⁰

Nach Halstead lassen sich für jedes Programm die folgenden vier Basis-Größen bestimmen:

η_1 : Anzahl der verwendeten unterschiedlichen Operatoren

η_2 : Anzahl der verwendeten unterschiedlichen Operanden

N_1 : Anzahl der verwendeten Operatoren

N_2 : Anzahl der verwendeten Operanden

Basierend auf diesen Größen lassen sich weitere Metriken definieren, die verschiedene Eigenschaften eines Quelltextes erfassen und von denen hier zwei näher erläutert werden. Für die Erfassung der Größe dient die Halstead-Länge H_L .

$$H_L = N_1 + N_2$$

Das Vokabular $\eta = \eta_1 + \eta_2$ ist ein Indikator für den Funktionsumfang. Die Halstead-Metriken bieten den Vorteil, dass sie unabhängig von der Formatierung des Quelltextes sind und sich einfach ermitteln lassen. Zwar werden sie u. a. wegen ihrer Herleitung kritisiert, doch stellen sie insgesamt ein einfaches Mittel für die Erfassung der Größe und des implementierten Funktionsumfangs dar.⁹¹

88 Vgl. Lorenz/Kidd (1994), S. 4f.; Henderson-Sellers (1996), S. 87; Wolle (2003), S. 32ff.; Armour (2003), S. 21.

89 Vgl. Tegarden/Sheetz/Monarchi (1992), S. 359; Henderson-Sellers (1996), S. 88;
Fenton/Neil (1999), S. 151; Armour (2003), S. 23; Wolle (2003), S. 29f.

90 Vgl. Wolle (2003), S. 30f.

91 Vgl. Zuse (1991), S. 142ff.; Balzert (1998), S. 480f.; Liggesmeyer (2002), S. 240; Wolle (2003), S. 29ff.

5.2.3.3 Zyklomatische Komplexität

Die von McCabe entwickelte Metrik der zyklomatischen Komplexität (cyclomatic complexity, CC) basiert auf der Auswertung des Kontrollflussgraphs einer Methode. Dieser wird dadurch erstellt, dass allen Anweisungen und Entscheidungen des Quelltextes jeweils ein Knoten zugeordnet wird und diese Knoten entsprechend ihrer Ausführungsreihenfolge durch gerichtete Kanten verbunden werden. Ein Kontrollflussgraph hat somit exakt einen Start- und einen Endknoten. Die CC einer Methode ist die zyklomatische Zahl z des zugehörigen Kontrollflussgraphs G und ist definiert als

$$z(G) = e - v + 2, \text{ mit}$$

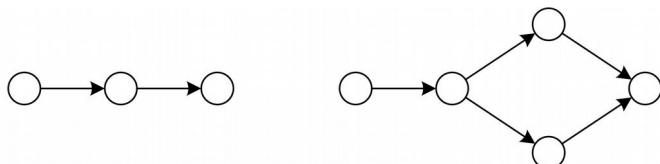
e = Anzahl der Kanten in G ,

v = Anzahl der Knoten in G .⁹²

Anschaulicher ist die Definition

$$z(G) = \text{Anzahl der Entscheidungen in } G + 1,$$

die sich folgendermaßen erklären lässt: In einem unverzweigten Kontrollflussgraphen ist stets $v = e + 1$, also $z(G) = 1$. Wird ein Entscheidungsknoten eingefügt, so erhöht sich v um drei, e jedoch nur um 2, so dass sich in toto $z(G)$ um eins erhöht. Abbildung 5.1 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Die zweite Definition zeigt, dass die CC ein Indikator für den Umfang der Kontrollstrukturen der untersuchten Methode ist.⁹³



$$z(G) = 3 - 2 + 2 = 1$$

$$z(G) = 5 - 5 + 2 = 2$$

Abbildung 5.1: Beispiele für die zyklomatische Komplexität.⁹⁴

Die CC kann leicht berechnet werden und findet so weit verbreiteten Einsatz, weil sie in der heutigen Zeit auch zur Analyse der Ebene der Klassenimplementierung von objektorientierter Software eingesetzt werden kann. Als Nebeneffekt gibt sie außerdem die Anzahl der zu erstellenden Testfälle an.⁹⁵

⁹² Vgl. Liggesmeyer (2002), S. 236. In der Literatur findet sich auch die Definition $z(G) = e - v + 2p$, mit p = Anzahl der Komponenten (vgl. Balzert (1998), S. 481). Allerdings bestehen im Allgemeinen Methoden aus einem einzigen „Handlungsstrang“, so dass im zugehörigen Kontrollflussgraphen immer $p = 1$ ist. Die von Liggesmeyer vorgeschlagene Vereinfachung ist somit zulässig.

⁹³ Vgl. Zuse (1991), S. 151; Henderson-Sellers (1996), S. 92ff.; Balzert (1998), S. 481f.; Liggesmeyer (2002), S. 236f.

⁹⁴ Eigene Darstellung, angelehnt an Liggesmeyer (2002), S. 239.

⁹⁵ Vgl. Tegarden/Sheetz/Monarchi (1992), S. 359; Henderson-Sellers (1996), S. 137; Fenton/Neil (1999), S. 152; Balzert (1998), S. 482; Liggesmeyer (2002), S. 239.

5.2.3.4 Metriken für objektorientierte Software

Bei der Analyse objektorientierter Software können für eine vollständige Beurteilung nicht ausschließlich die bisher vorgestellten „traditionellen Metriken“ eingesetzt werden. Um die Komplexität der Klassenhierarchie, den Grad der Abhängigkeiten der Klassen untereinander oder die Komplexität der Methoden und Klassen erfassen zu können, sind Anpassungen der traditionellen Metriken und die Anwendung spezieller, neu entwickelter Metriken notwendig.⁹⁶

Die von Chidamber/Kemerer vorgeschlagene Metrik der **Weighted Methods per Class** (WMC, Summe der Operationskomplexitäten) erfasst die Komplexität der innerhalb einer Klasse implementierten Funktionalität. Dafür wird, wie die deutsche Übersetzung bereits ausdrückt, die Summe der Komplexitäten der einzelnen (Klassen- und Objekt-)Methoden M_1, \dots, M_n einer Klasse K gebildet:

$$WMC = \sum_{i=1}^n c_i , \text{ mit } n = \text{Anzahl der Methoden}, c_i = \text{Komplexität der Methode } i$$

Für die Berechnung der Komplexität wird im Allgemeinen auf die zyklomatische Komplexität nach McCabe zurückgegriffen.⁹⁷

Eine weitere objektorientierte Metrik ist **Coupling Between Objects** (CBO), die die Anzahl der Klassen angibt, mit denen eine Klasse „gekoppelt“ ist. Kopplung liegt vor, wenn Methoden einer anderen Klasse aufgerufen werden oder Zugriffe auf fremde Klassenvariablen erfolgen. Bei der CBO-Bestimmung von Java-Klassen werden im Allgemeinen Zugriffe auf primitive Typen und auf Klassen aus dem Standardpaket `java.lang` nicht in die Zählung miteinbezogen, weil sie als grundlegende Operatoren betrachtet werden. Die Metrik **Number of Remote Methods** (NORM) ergänzt die Metrik CBO, denn sie gibt für alle Methoden einer Klasse an, wie viele unterschiedliche Methoden außerhalb der Klasse aufgerufen werden.⁹⁸

Beide Metriken basieren auf der Überlegung, dass eine hohe Zahl von Abhängigkeiten zwischen Klassen dem Konzept des modularen Designs widerspricht und damit Wiederverwendung erschwert. Zwar sollen Klassen auch eine gewisse Größe nicht überschreiten, aber im Endeffekt bewirkt eine zu hohe Zahl von Abhängigkeiten eine größere Anfälligkeit für Änderungen von anderen Teilen der Software, was die Wartbarkeit des gesamten Systems vermindert und einen erhöhten Testaufwand bedeutet. Die Metriken geben also Hinweise auf die Qualität der Klassenarchitektur.⁹⁹ Eine objektorientierte Größen-Metrik ist die **Number of Classes** (NOC), die die Gesamtzahl der Klassen angibt.

96 Vgl. Chidamber/Kemerer (1994), S. 476f.; Balzert (1998), S. 482f.

97 Vgl. Chidamber/Kemerer (1994), S. 482; Balzert (1998), S. 483f.; TogetherSoft (2004), S. 239.

98 Vgl. Chidamber/Kemerer (1991), S. 202; Chidamber/Kemerer (1994), S. 486;
Henderson-Sellers (1996), S. 112; TogetherSoft (2004), S. 238ff.

99 Vgl. Chidamber/Kemerer (1991), S. 203; Chidamber/Kemerer (1994), S. 486; Lorenz/Kidd (1994), S. 82f.

5.2.3.5 Weitere Metriken

Die **Kommentarquote** (comment ratio, CR) spezifiziert den prozentualen Anteil von Kommentarzeilen an der gesamten Zeilenanzahl der Klasse. Eine hohe Kommentarquote deutet darauf hin, dass die Entwicklung des Quelltextes nicht unter Zeitdruck vorgenommen wurde und der Programmierer um wartbare Software bemüht ist: Dieses Vorgehen ist als methodisch „sauber“ zu bezeichnen.¹⁰⁰ Die Quotienten

$$\frac{\text{produzierte LOC/Monat}}{\text{Arbeitszeit/Monat}} \text{ und } \frac{\text{produzierte H_L/Monat}}{\text{Arbeitszeit/Monat}}$$

können zur Messung der Produktivität der Programmierer eingesetzt werden.¹⁰¹

5.2.3.6 Zuordnung auf die Untersuchungsebenen

Tabelle 5.1 beschreibt die Zuordnung der verwendeten Metriken auf die in Abschnitt 5.2.2 vorgestellten Untersuchungsebenen und die Eigenschaft des Quelltextes, über die eine Aussage ermöglicht werden soll.

Metrik	System	Kopplung	Implementierung	Eigenschaft
CBO		x		Qualität der Architektur & Wartbarkeit
CR			x	Programmierstil
H _L	x			Größe
H _{Voc}	x			Funktionsumfang
LOC	x			Größe
NOC	x			Größe
NORM		x		Qualität der Architektur & Wartbarkeit
WMC			x	Komplexität

Tabelle 5.1: Zuordnung der Metriken auf die Untersuchungsebenen.

5.3 Teamklima-Inventar

In IT-Systemhäusern sind die Mitarbeiter mit ihrem Wissen der zentrale Vermögenswert des Unternehmens.¹⁰² Deshalb wird die Entscheidung, eine Standortzentralisation durchzuführen, auch hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Mitarbeiter untersucht. Dies geschieht mit Hilfe des Fragebogens Teamklima-

100 Vgl. Sun (1999); TogetherSoft (2004), S. 235ff.

101 Vgl. Henderson-Sellers (1996), S. 81f.; Armour (2003), S. 23.

102 Vgl. Rus/Lindvall (2002), S. 26.

Inventar (TKI), mit dem die Arbeitsatmosphäre und das Klima für Innovation und Effektivität in Teams gemessen werden. Das TKI ist eine „psychometrisch validierte deutsche Übersetzung des Team Climate Inventory“¹⁰³, welches bereits Anfang der 1990er Jahre in Großbritannien entwickelt wurde. Als Fragebogeninstrument kann es auf einfache Weise für die (interne und externe) vergleichende Beurteilung von Teams, sowie für die längerfristige, wiederholte Erfolgsbewertung von Veränderungen des Teams bzw. seines Umfeldes verwendet werden. Verschiedene Untersuchungen haben ergeben, dass die im TKI erfassten Eigenschaften von Teamklima positiv mit der Innovations- und Leistungsfähigkeit von Teams korrelieren. Zwar besteht in einigen Aspekten der psychometrischen Validierung des TKIs noch Bedarf für weitere Untersuchungen, doch gilt das TKI auf Grund seiner Dokumentation und der bereits existierenden Datengrundlage als ein zuverlässiges Instrument zur Messung von Teamklima.¹⁰⁴ Deshalb werden in der vorliegenden Arbeit mit seiner Hilfe die Auswirkungen des Standortwechsels auf die beteiligten Mitarbeiter erfasst.

5.3.1 Teamklima

Die soziologische und organisationspsychologische Forschung der letzten Jahrzehnte hat verschiedene Definitionsansätze für Teamklima hervorgebracht, wobei nur zwei für das TKI relevant sind. Der Ansatz *subjektiver Wahrnehmung*, auch als kognitive Repräsentation bezeichnet, charakterisiert Teamklima als das „Resultat individueller Wahrnehmungen von Merkmalen des Arbeitsumfeldes“¹⁰⁵, wie z. B. des Kommunikationsverhaltens im Team oder der Prozesse zur Entscheidungsfindung. Im Ansatz der *sozial geteilten Wahrnehmung* ist erst dann von Klima zu sprechen, wenn die subjektiven Wahrnehmungen der Teammitglieder über ihre soziale Umgebung weitestgehend übereinstimmen. Eine hohe Wahrscheinlichkeit für das Entstehen eines geteilten Klimas besteht im unmittelbaren Arbeitsumfeld eines Teams. Zu diesem Umfeld gehören alle Mitarbeiter, die sich mit einer Vision und den daraus abgeleiteten Aufgaben identifizieren und zur Erledigung dieser voneinander abhängigen Aufgaben regelmäßig zusammenarbeiten.¹⁰⁶

Die Messung des Teamklimas erfordert in beiden Fällen, dass zuerst die individuellen Wahrnehmungen der Teammitglieder durch Befragungen über ihre Interpretation bestimmter Charakteristika ihrer Umgebung erfasst werden. Im zweiten Fall werden im Anschluss diese Eindrücke hinsichtlich ihrer Übereinstimmung miteinander verglichen. Allerdings lässt sich Teamklima nicht

103 Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 5.

104 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 5, 57; Brodbeck/Maier (2001), S. 70f.; Antoni (2003), S. 45ff.

105 Brodbeck/Maier (2001), S. 60.

106 Vgl. Anderson/West (1998), S. 236; Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 8; Brodbeck/Maier (2001), S. 60.

als „generelles Konstrukt“ analysieren, sondern es wird auf Grund seines Umfanges in Facetten aufgespalten, welche dann getrennt untersucht werden. Diesem facettenspezifischen Konzept entspricht das TKI durch die Verwendung der von West entwickelten Vier-Faktorentheorie, deren vier Dimensionen das Klima innerhalb eines Teams erfassen und die einen empirisch nachgewiesenen Einfluss auf die Leistung von Teams haben. West nutzt dazu auf Grund seiner Forschungsergebnisse die Qualität und die Quantität von Innovation als indirekte Leistungsindikatoren eines Teams. Die Dimensionen der Vier-Faktorentheorie sind Vision, Aufgabenorientierung, partizipative Sicherheit und Unterstützung für Innovation.¹⁰⁷

Das Vorhandensein einer **Vision** ermöglicht es einem Team, seine Aktionen auf die Erreichung dieses wertgeschätzten, übergeordneten Ziels auszurichten. Dabei sollen die Visionen im Team nicht ausschließlich die zu erstellenden Produkte oder Dienstleistungen beinhalten, sondern auch psychologische und soziologische Aspekte wie die Arbeitszufriedenheit oder die Beziehungen zu anderen Teams umfassen. Der Dimension Vision sind vier Subdimensionen zugeordnet. *Klarheit* gibt an, wie deutlich und verständlich die Visionen artikuliert sind. Teammitglieder können unterschiedliche Grade der *Wertschätzung* gegenüber den Visionen entwickeln. *Einigkeit* beschreibt den Prozess der Visionerstellung, wobei im Allgemeinen nur gemeinsam entwickelte und nicht oktroyierte Visionen zu hohen Teamleistungen führen. Bei einer Vision mit hoher *Erreichbarkeit* können die Teammitglieder einen unmittelbaren Nutzen des gemeinschaftlichen Handels erkennen.¹⁰⁸

Aufgabenorientierung „ist durch das Bemühen um hohe Leistung und Qualität bei der gemeinsamen Zielerreichung gekennzeichnet“¹⁰⁹ und umfasst drei Subdimensionen. *Hohe Leistungsstandards* äußern sich in hohen Ansprüchen an die zu leistende Arbeit. Dabei wird der *Reflexion* des eigenen Vorgehens ein hoher Stellenwert zugemessen, weil so der Arbeitsfortschritt permanent kritisch hinterfragt werden kann. Die Subdimension *Synergie* ist ein Maß für die Bereitschaft, neben den eigenen Zielen auch für die Gruppe als Ganzes einzutreten, z. B. durch die Unterstützung von Kollegen.¹¹⁰

Partizipative Sicherheit entsteht für die Teammitglieder durch eine hohe Mitwirkung an Entscheidungen in einem als nicht bedrohlich empfundenen Umfeld. Die Subdimension *Informationsverteilung* beschreibt, wie umfassend und offen im Team kommuniziert und damit die Grundlage für effizientes und

107 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 10; Brodbeck/Maier (2001), S. 61; Kern/Schmidt (2001), S. 194f.

108 Vgl. Anderson/West (1998) S. 240; Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 11; Brodbeck/Maier (2001), S. 61; Kern/Schmidt (2001), S. 195f.

109 Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 11.

110 Vgl. Anderson/West (1998), S. 240; Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 11f.; Brodbeck/Maier (2001), S. 61; Kern/Schmidt (2001), S. 196.

kreatives Handeln geschaffen wird. Hohe individuell erlebte *Sicherheit* der Teammitglieder ermöglicht es, auch grundlegend neue Ideen und Herangehensweisen zu artikulieren und zu diskutieren, ohne dafür benachteiligt zu werden. Im Prozess der Entscheidungsfindung sollten Teammitglieder *Einfluss* nehmen können, so dass ihre Identifikation mit den getroffenen Entscheidungen und damit auch ihre Einsatzbereitschaft steigt. Der Umfang der persönlichen *Kontaktpflege* hat Einfluss auf die Größe des „kollektive[n] Fundus an Triebkraft, Wissen und kreativen Gelegenheiten“¹¹¹, welcher eine Grundlage für effektive Zusammenarbeit darstellt.¹¹²

Die Dimension **Unterstützung für Innovation** beinhaltet die Subdimensionen *Bereitschaft (artikulierte Normen)* und *Umsetzung (im Handeln erkennbare Normen)*. Grundvoraussetzung für Innovation ist die Bereitschaft des Unternehmens, dafür Ressourcen einzusetzen und Mitarbeiter zur Findung innovativer Ansätze zu ermutigen. Um nicht auf Dauer eine Demotivation auf Seiten der Mitarbeiter zu bewirken, müssen Innovationen aber auch in die Praxis umgesetzt werden.¹¹³

5.3.2 Vorstellung des Fragebogens

Beim Entwurf des TKIs haben Anderson/West die Vier-Faktorentheorie von West als Grundlage verwendet, wobei in diesem Kontext jede (Sub-)Dimensionen durch eine (Sub-)Skala abgebildet wird. Für jede der Subskalen wurden mehrere Fragen entwickelt, mit denen bei der Versuchsperson die Ausprägung eines Teilaспектes erfasst wird und von denen insgesamt 38 Stück existieren. Zusätzlich werden sechs Fragen gestellt, die erfassen sollen, ob sich die Versuchsperson sozial erwünscht verhält. Soziale Erwünschtheit beim Ausfüllen eines Fragebogens bezeichnet das Verhalten von Versuchspersonen, Fragen nicht mit der eigenen Meinung zu beantworten. Stattdessen treffen sie auf Grund von im Team, dem Unternehmen oder der Kultur vorherrschenden sozialen Normen – beispielsweise der Einstellung zu offenen Konflikten – eine Annahme darüber, welche Antwort auf Seiten des Fragestellers erwartet wird. Diese fünfte Skala ist in die Subskalen soziale Aspekte und Aufgabenaspekte untergliedert. Abbildung 5.2 zeigt eine Übersicht über die (Sub-)Skalen des TKIs; im Anhang B.4 befindet sich eine – aus urheberrechtlichen Gründen gekürzte – Übersicht der Fragen und ihrer Zuordnung zu den (Sub-)Skalen. Insgesamt besteht das TKI aus 44 Fragen, die in Bezug auf die Skalen durchmischt auf drei Sektionen verteilt sind: Ziele, Aufgabenstil sowie Kommunikation und Innovation. Die Fragen werden jeweils

111 Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 13.

112 Vgl. Anderson/West (1998), S. 240; Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 12ff.; Brodbeck/Maier (2001), S. 61; Kern/Schmidt (2001), S. 196f.

113 Vgl. Anderson/West (1998), S. 240f.; Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 14; Brodbeck/Maier (2001), S. 61; Kern/Schmidt (2001), S. 197.

auf einer fünfstufigen Skala beantwortet, d. h. die Versuchsperson hat pro Frage die Möglichkeit, von fünf Werten den auf sie zutreffenden anzukreuzen, wobei die verbalen Bezeichnungen der Antwortskalen je nach Sektion variieren.¹¹⁴

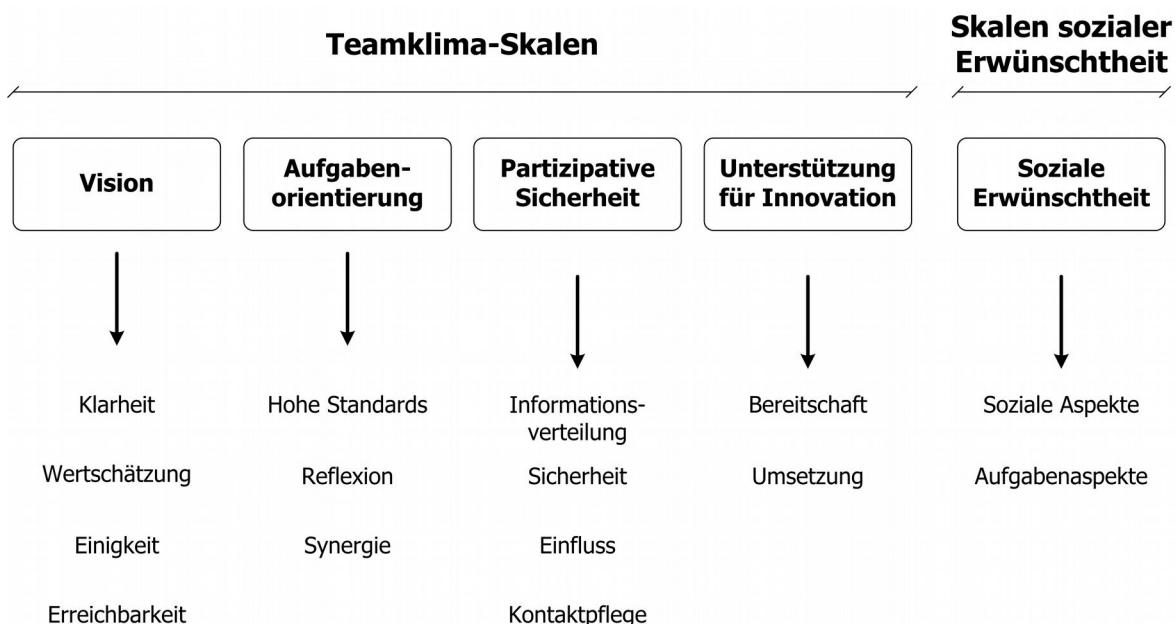


Abbildung 5.2: (Sub-)Skalen des Teamklima-Inventars.¹¹⁵

5.3.3 Auswertung des Fragebogens

Um einen verlässlichen und repräsentativen Eindruck des vom Team sozial geteilten Klimas zu erhalten, sollte eine Antwortrate von mindestens 70 Prozent erreicht werden. So ist gewährleistet, dass nicht spezifische oder verzerrte Sichtweisen das Ergebnis der Befragung deutlich verfälschen. Eine hohe Antwortrate bewirkt also eine hohe Zuverlässigkeit des erstellten Teamklimaprofils und erhöht den praktischen Nutzen der Befragung.¹¹⁶

Nach dem Ausfüllen der Fragebögen durch die Versuchsgruppe sind fünf Schritte zur Auswertung des TKIs durchzuführen. Als Erstes müssen pro Versuchsperson die *Subskalensummenwerte* ermittelt werden, wofür pro Subskala die angekreuzten Werte der jeweils zugehörigen Fragen addiert werden. Wurde bei einzelnen (pro ausgefüllten Fragebogen maximal vier) Fragen nicht geantwortet, wird für den fehlenden Wert am Ende des ersten Auswertungsschrittes der Modalwert angenommen. Dies ist der Wert, der von der Mehrheit der anderen Teammitglieder bei der jeweiligen Frage angegeben wurde.

114 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 21f.; Kern/Schmidt (2001), S. 198f.; Antoni (2003), S. 46; ZDG (o. J.).

115 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 9.

116 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 26f.

Nach der Bildung der Subskalensummenwerte werden aus diesen durch Addition die Skalensummenwerte gebildet.¹¹⁷

Der zweite Schritt beinhaltet die *Prüfung auf soziale Erwünschtheit*, bei der jeder Fragebogen nach Tabelle 5.2 zu beurteilen ist. Dieser Vorgehensweise liegt die Annahme zu Grunde, dass unglaublich positive Angaben bei den Kontrollfragen die übrigen Antworten fragwürdig erscheinen lassen.¹¹⁸

Skalen-summen-wert	Sub-skalen-werte	Interpretation
> 22	> 11	Soziale Erwünschtheit liegt in nicht akzeptablem Ausmaß vor, so dass eine hohe Wahrscheinlichkeit verzerrter Antworten besteht: Fragebogen ignorieren.
18 - 22	9 - 11	Soziale Erwünschtheit ist in gewissem Maße erkennbar: Glaubwürdigkeit der Antworten überprüfen.
< 18	< 9	Hinreichend geringe soziale Erwünschtheit.

Tabelle 5.2: Interpretation der Ergebnisse zur sozialen Erwünschtheit im TKI.¹¹⁹

Im dritten Schritt wird für die nach der Prüfung auf soziale Erwünschtheit noch verbliebene Versuchsgruppe pro (Sub-)Skala der arithmetische *Mittelwert* gebildet. Als vierter Schritt erfolgt die *Normierung* der Mittelwerte, welche den Vergleich zwischen den verschiedenen (Sub-)Skalen des TKIs sowie eine Beurteilung in Bezug auf TKI-Ergebnisse von Vergleichsgruppen ermöglicht. Dafür werden sog. Stanine-Werte („Standard-Nine“) benutzt, welche mit Hilfe von Normierungstabellen aus dem Testhandbuch pro (Sub-)Skala den Mittelwerten zugeordnet werden. Stanine repräsentieren jeweils einen Bereich von Mittelwerten vorheriger Befragungen, welche nach einer Sortierung und basierend auf der in Abbildung 5.3 dargestellten Standardnormalverteilung ($\mu=5,0$; $\sigma=2,0$) den Stanine zugeordnet wurden: die besten vier Prozent werden dem Stanine 9 zugeordnet etc. Die Normierungstabellen enthalten also für jede (Sub-)Skala und jeden Stanine absolute Ober- und Untergrenzen für die zugehörigen Mittelwerte.¹²⁰

117 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 27ff.

118 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 29f.

119 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 30.

120 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 29ff.

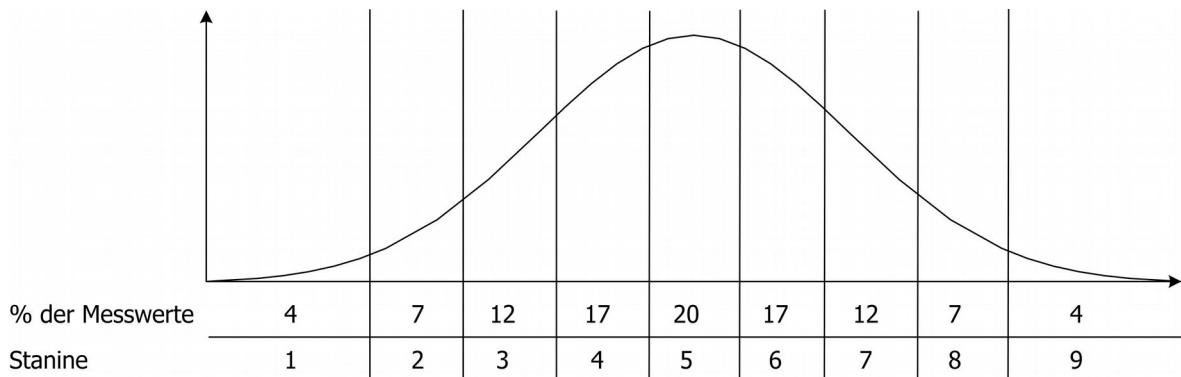


Abbildung 5.3: Prozentwerte nach der Normalverteilungskurve und entsprechende Stanine.¹²¹

Im Manual finden sich Normierungstabellen für vier verschiedene Vergleichsgruppen, u. a. eine für Produkt- und Softwareentwicklung. Die dafür befragten Teams hatten eine Größe von 3 - 12 Personen und stammten aus zwei mittelständischen und einem Großunternehmen. Insgesamt wurden für die Erstellung dieser Normierungstabelle 35 Teams postalisch befragt, von denen insgesamt 195 Mitglieder mit einer durchschnittlichen Antwortrate von ca. 70 Prozent pro Team den Fragebogen ausfüllten. Hierzu ist anzumerken, dass das von den Autoren geforderte Zuverlässigkeitsskriterium einer hohen Antwortrate nur äußerst knapp erfüllt wurde. Brodbeck/Anderson/West stellen außerdem fest, dass die Stichprobe nicht repräsentativ ist. Die Ergebnisse sollten deshalb kritisch interpretiert werden.¹²²

Im letzten Schritt werden die Stanine *bewertet und interpretiert*. Dabei gelten die Stanine 1 - 3 als unterdurchschnittlich und somit als Hinweis auf Interventionsbedarf, die Stanine 4 - 6 als durchschnittlich, aber akzeptabel und die Stanine 7 - 9 als Indikatoren für ein solides, nur wenig verbessерungsbedürftiges Teamklima. Zusätzlich gibt eine Übersicht im Testhandbuch Interpretationshinweise, die mit Hilfe eines Profilblattes dem befragten Team präsentiert werden können.¹²³

5.4 Kosten

Ein wesentlicher Faktor bei der Beurteilung von betriebswirtschaftlichen Entscheidungen sind die damit verbundenen Kosten. Für die im nächsten Kapitel durchgeführte Analyse sind aus dem breiten Spektrum der Kosten- und Leistungsrechnung nur einige ausgewählte Kostenarten relevant. Eine Kategorie davon sind einmalige Kosten, die z. B. durch den Kauf oder den Transport von

121 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 30.

122 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 40f.; Antoni (2003), S. 46.

123 Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 29ff. Ein Profilblatt findet sich in Anhang B.3.

Computern entstehen. Nach Picot können auch einmalige Abstimmungskosten entstehen¹²⁴, die jedoch im vorliegenden Fall nicht relevant sind: Die benutzte Infrastruktur war bereits seit Projektbeginn vorhanden, so dass die damit verbundenen Kosten nicht der Standortzentralisation zugerechnet werden dürfen.

Die zweite Kategorie besteht aus den laufenden Kosten. Einen wesentlichen Anteil daran haben die sog. Reisekosten, was ein Sammelbegriff für Kosten ist, die bei der Durchführung von Dienstreisen entstehen. Insbesondere sind dies Fahrtkosten (z. B. die Erstattung einer Kilometerpauschale bei Benutzung des eigenen Pkw, Mietwagengebühren oder Tankrechnungen), Übernachtungskosten (ggf. abzüglich einer Pauschale für die Kosten des Frühstücks) und Verpflegungsmehraufwände¹²⁵. Letztere sollen die zusätzlichen Kosten ausgleichen, die den Mitarbeitern durch die nicht gegebene Nutzungsmöglichkeit der eigenen Küche entstehen.¹²⁶ Je nach Gestaltung der Arbeits- und Tarifverträge sollte – wie bereits in Unterkapitel 3.2 erwähnt – auch die Verringerung der Wochenarbeitszeit durch Reisezeit beachtet und ggf. quantifiziert werden. Laufende Kosten sind darüber hinaus die Abstimmungskosten, die durch die Kommunikation zwischen den beteiligten Standorten entstehen. Sie beinhalten bspw. Telefonkosten, Wartezeit auf Grund asynchroner Kommunikation sowie die für das Telefonieren oder Schreiben von E-Mails verwendete Zeit. Bereits diese Aufzählung lässt vermuten, dass die Quantifizierung der Abstimmungskosten schwierig ist.

5.5 Weitere Projektparameter

In diesem Unterkapitel werden die Begriffe Problemmeldung und Abnahme definiert, die wesentliche Parameter bei der Beurteilung des Zustandes eines Projektes darstellen.

5.5.1 Problemmeldungen

Wie bereits in Unterkapitel 5.1 angedeutet, werden im Projekt Gamma alle Problemmeldungen im konsortialen PM-System erfasst. Um eine effiziente Verwaltung der „PMs“ zu ermöglichen, werden diesen unterschiedliche Status zugeordnet: *erledigt ohne Fehlercharakter, abgenommen, im Retest, in der Realisierung* und *in der Bewertung*. Das PM-System stellt Möglichkeiten zur statistischen

124 Vgl. Unterkapitel 3.2.

125 Nach derzeitigem Stand sind dies 0 EUR für bis zu achtstündige Dienstreisen, 6 EUR für bis zu 14-stündige und 12 EUR für bis zu (aber nicht einschließlich) 24-stündige Dienstreisen. Bei einer Abwesenheit von 24 Stunden werden 24 EUR Verpflegungsmehraufwand gezahlt.

Vgl. IHK Aachen (2006).

126 Vgl. IHK Aachen (2006).

Auswertung dieser Status bereit, welche von der Projektleitung zur Überwachung des Fortschrittes und des Projektzustandes eingesetzt werden.

Zwei wesentliche Kennzahlen der Auswertung sind die Fehlerdichte und die Fehlerbehebungsdauer. Erstere wird mit Hilfe der Softwaremetrik LOC berechnet und ist durch folgendes Verhältnis definiert:

$$\frac{\text{gefundene Fehler pro Komponente}}{\text{KLOC der Komponente}}$$

Die Fehlerbehebungsdauer bezeichnet in dieser Arbeit den Zeitraum von der Erfassung eines Fehlers (im Allgemeinen Zeitpunkt der Eintragung im PM-System) und seiner offiziellen Behebung, d. h. dem Zeitpunkt, an dem der Fehler von einem Verantwortlichen (z. B. Mitarbeiter der Qualitätssicherung oder Meldender des Fehlers) im System als behoben markiert wird.¹²⁷

5.5.2 Abnahmen

Bevor gemäß V-Modell ein Projekt in den operativen Betrieb übergehen kann, muss es durch den Auftraggeber akzeptiert werden. Dieser Vorgang wird als Abnahme bezeichnet und umfasst verschiedene Arten von Kontrollen, wie z. B. die Prüfung der Komponenten auf Einhaltung der Spezifikation, Belastungs- oder Stresstests des Gesamtsystems.¹²⁸ Die Prüfung geschieht mit Prüffällen, die detailliert die Schritte beschreiben, die zur Kontrolle des Vorhandenseins einer bestimmten Funktionalität auszuführen sind. Bei der Durchführung der Prüffälle können Fehler auftreten, die als durch den Auftragnehmer zu erledigende Restpunkte bezeichnet werden. Zusätzlich werden i. d. R. sog. Freihandtests durchgeführt, bei denen die Vertreter des Auftraggebers nach eigenem Ermessen die Funktionalität der Software testen.

Über den Miss-/Erfolg der Prüffälle wird analog zu den Problemmeldungen eine Statistik geführt, die die Anzahl der durchgeführten, offenen sowie der bestandenen und nicht bestandenen Prüffälle erfasst. Außerdem werden die offenen Restpunkte vermerkt und zusammen mit dem Auftraggeber in verschiedene Klassen eingeteilt: *Restpunkte Klasse 1* sind abnahmehinderlich, *Restpunkte Klasse 2* behindern die Arbeit mit dem System, erfordern aber nur leichte Nacharbeiten und *Restpunkte Klasse 3* sind Schönheitsfehler. Diese Kategorisierung ermöglicht z. B. eine Priorisierung bei der Fehlerbehebung.

127 Vgl. Hatton (1997), S. 91.

128 Vgl. KBSt (1997), PM 3; Balzert (2000), S. 1086f.

Eine Statistik ist wie ein spanisches Gasthaus:
Jeder findet darin das, was er sucht.

Jean-Claude Riber

6 Analyse einer befristeten Standortzentralisation

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen der im Rahmen des Projektes Gamma durchgeführten Standortzentralisation mit den im vorhergehenden Kapitel vorgestellten Methoden analysiert. Anschließend folgt eine Beurteilung, ob die im Vorfeld aufgestellten Zentralisationsziele erreicht wurden.

6.1 Auswertung der Softwaremetriken

Dieses Unterkapitel beschreibt das gewählte Vorgehen zur Auswertung der Softwaremetriken und die Ergebnisse der Quelltextanalyse. Im Anschluss werden die Resultate zusammengefasst und erste Grundlagen für eine allgemein gültige Handlungsempfehlung aufgezeigt.

6.1.1 Erhebungsmethodik

Die Erhebung der Softwaremetriken geschah mit Hilfe des Programms Borland Together Architect 1.1. Die Wahl fiel auf dieses Werkzeug, weil es die Berechnung aller in Abschnitt 5.2.3 beschriebenen Metriken unterstützt und diese auch vollständig automatisiert durchführen kann. Damit die Entwicklung der Werte der Softwaremetriken über einen bestimmten Zeitabschnitt erfasst werden kann, wurde das KM-System vor jeder Metrikberechnung so konfiguriert, dass es nur die Dateiversionen von einem definierten Zeitpunkt in der Vergangenheit anzeigt. Auch dieser Vorgang lässt sich vollständig automatisiert durchführen.

Die Messung der Metriken erfolgte für den Zeitraum von Januar 2005 bis April 2006, so dass die Entwicklung des Quelltextes jeweils für einen genügend großen Zeitraum sowohl vor als auch nach der Zentralisationsmaßnahme erfasst wird. Der Abschnitt nach der Zentralisation wurde auf sieben Monate festgelegt, um auch aktuelle Entwicklungen dokumentieren zu können. Je nach Zeitabschnitt wurde eine unterschiedliche Messdichte gewählt. Für den Zeitraum von Januar

bis Ende Mai 2005 wurde für alle Sonntage der Zustand des Quelltextes durch die Metriken festgestellt, was einen guten Kompromiss zwischen Datenaufkommen und Messgenauigkeit darstellt. Vom 22. Mai bis zum 30. September 2005 erfolgte eine Messung der Metriken jeweils für Montag bis Freitag nachts, damit ggf. auch Schwankungen innerhalb einer Woche beobachtet werden können. In den Monaten Oktober, November und Dezember fanden die Messungen für drei Tage (Montag, Mittwoch und Freitag) statt und für Januar bis April 2006 wurde eine Messung pro Woche durchgeführt. Insgesamt wurden so Messwerte für 170 Tage gesammelt.

Erfasst wurden die Softwaremetriken jeweils pro Komponente, welche in Gamma eindeutig verschiedenen Teilteams von unterschiedlichen Unternehmen zugeordnet sind. Allerdings benutzen nicht alle beteiligten Entwicklerteams das zentrale KM-System für die tägliche Arbeit. Dies hat zur Folge, dass nur für die Teams der Nordkon, Westkon, Nordun und Südun die Metriken ermittelt werden konnten, was jedoch ca. 80 Prozent der zu entwickelnden Software abdeckt. Jede Komponente umfasst mehrere Java-Projekte, die wiederum eine Vielzahl von Klassen beinhalten. Neben den Ergebnissen der Komponenten- und Projektebene ermittelt Together Architect auch Werte auf der Methodenebene, so dass je nach Größe der Komponente pro Messung 120 KB bis über 1 MB Daten entstehen. Nach der letzten Messung für den 30. April 2006, bei der Metriken von 260 Java-Projekten mit 8.393 Klassen und 1.335.655 Quelltextzeilen berechnet wurden, lagen insgesamt 752 MB Rohdaten vor.

Da diese Datenmenge nicht auf akzeptable Weise manuell ausgewertet werden kann, machte sie die Erstellung entsprechender Softwareprogramme notwendig. Im ersten Schritt filtert ein Programm die als tabulator-separierte Dateien vorliegenden Rohdaten so, dass in den Projektverzeichnissen befindliche Bibliotheken, generierte Projekte sowie Messdaten von Methoden oder Klassen im weiteren Verlauf nicht betrachtet werden. Die Filterung nach Daten auf Projektebene erfolgt im Rahmen der Übertragung der Messdaten aus den 170 zu einer Komponente gehörenden Dateien in eine Tabellenkalkulationsdatei pro Komponente, wobei pro Tag ein Arbeitsblatt angelegt wird. Auf jedem Arbeitsblatt werden mit Hilfe von Zellenformeln für alle Softwaremetriken teilweise gewichtete Tageswerte gebildet; die dabei angewandten Prinzipien finden sich in Tabelle 6.1. Die Gewichtung ist notwendig, weil der arithmetische Mittelwert die Realität nicht adäquat abbilden würde, wie folgendes Beispiel anhand der Kommentarquote verdeutlicht: Bei der Berechnung von Metriken von zwei Projekten ergeben sich bei der Metrik LOC die Werte 10.000 für das erste und 1.000 für das zweite Projekt. Die Kommentarquote beträgt im ersten Projekt 9 Prozent und im zweiten 40 Prozent. Der arithmetische Mittelwert würde hier 24,5

Prozent betragen, was durch den deutlichen Unterschied im Quelltextumfang den Tageswert massiv positiv verfälschen würde. Außerdem ist der arithmetische Mittelwert anfällig für sprunghafte Änderungen, die durch Veränderungen der Anzahl von Java-Projekten verursacht werden können.

Metrik	Prinzip der Berechnung des Tageswertes
Coupling Between Objects	Summe der anhand der NOC gewichteten Werte
Halstead-Länge	Ungewichtete Summe über alle Java-Projekte
Halstead-Vokabular	Summe der anhand der LOC gewichteten Werte
Kommentarquote	Summe der anhand der LOC gewichteten Werte
Lines of Code	Ungewichtete Summe über alle Java-Projekte
Number of Classes	Ungewichtete Summe über alle Java-Projekte
Number of Remote Methods	Summe der anhand der NOC gewichteten Werte
Weighted Methodes per Class	Summe der anhand der NOC gewichteten Werte

Tabelle 6.1: Prinzipien der Tageswertberechnung

Die auf diese Weise gewonnenen Tageswerte werden auf einem Übersichtsarbeitsblatt verknüpft. Dieses dient als Einstiegspunkt für ein zweites Programm, das die Tageswerte der Komponenten zu Tageswerten pro Unternehmen zusammenfasst, wobei ebenfalls nach den in Tabelle 6.1 genannten Prinzipien verfahren wird. Im nächsten Schritt wird eine Tabellenkalkulationsdatei generiert, die für jede Metrik ein Arbeitsblatt enthält, das je nach Einstellung die Messwerte von Komponenten oder des Konsortiums enthält. Mit Hilfe eines Makros wird im letzten Schritt für jedes Datenarbeitsblatt ein entsprechendes Diagrammarbeitsblatt erstellt.

In diesem Unterkapitel werden nur ausgewählte Diagramme präsentiert. Die vollständige Darstellung aller Ergebnisse befindet sich der Übersichtlichkeit wegen nur im Anhang A. Die erstellten Softwareprogramme sind dieser Arbeit im Anhang C beigefügt.

6.1.2 Ergebnisse der Nordkon

Die Auswirkungen der Standortzentralisation auf den Quelltext der Komponenten der Nordkon werden in diesem Abschnitt durch die Darstellung der Entwicklung der Softwaremetriken untersucht. Einerseits dient dies der Schaffung einer Grundlage zur Beurteilung der Zielerreichung der Zentralisationsmaßnahme. Andererseits können die Softwaremetriken ggf. als Indikatoren zur Unterstützung bei zukünftigen Entscheidungen herangezogen werden. Zum besseren Verständnis der Abbildungen 6.1 und 6.2 sowie der sich in Anhang A.2 befindenden weiteren Abbildungen muss an dieser Stelle darauf hingewiesen

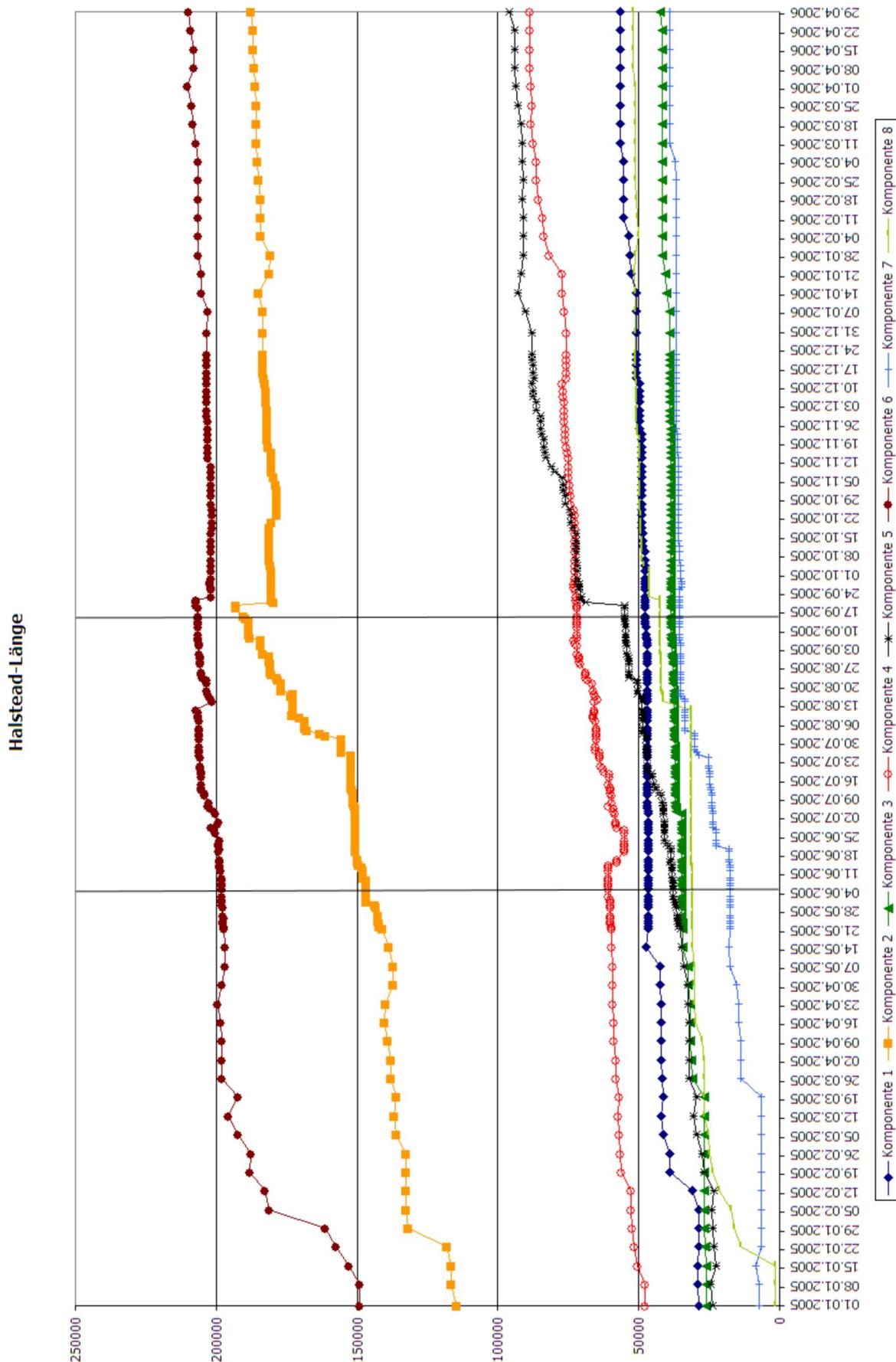


Abbildung 6.1: Halstead-Länge der Komponenten der Nordkon.

werden, dass die Komponenten der Nordkon Ende Dezember 2005 in abnahmefertiger Form vorlagen. Die danach durchgeföhrten Änderungen dienten im Wesentlichen der (nicht für die Teilabnahme erforderlichen) Geschwindigkeitssteigerung. Die gleichzeitig durchgeföhrte Behebung von Fehlern war nur von untergeordneter Bedeutung. Außerdem haben im Vorfeld und während der Standortzentralisation keine wesentlichen Aufgaben- und Personenwechsel stattgefunden, so dass daraus resultierende Einflüsse ausgeschlossen werden können.

Die Werte der Metrik CBO¹²⁹ lassen für die Komponenten der Nordkon während der Zeit am gemeinsamen Standort keine einheitliche Tendenz erkennen. Im Vorfeld der Standortzentralisation ist die Entwicklung der Werte ebenfalls sehr unterschiedlich, allerdings haben sich, bis auf eine, alle Komponenten danach in ihren Kopplungswerten nicht mehr wesentlich verändert.

Die Kommentarquote¹³⁰ variiert bis auf zwei Ausnahmen während der Zentralisationsmaßnahme nur leicht, hat jedoch über alle Komponenten hinweg betrachtet leicht abgenommen. Nach der Zentralisation bleiben die Werte bis zum Abschluss der ersten Realisierungsstufe stabil. Aus den Ergebnissen dieser Metrik lässt sich schließen, dass die Änderungen am Quelltext mit Überlegung vorgenommen und dementsprechend weiterhin umfangreich kommentiert wurden.

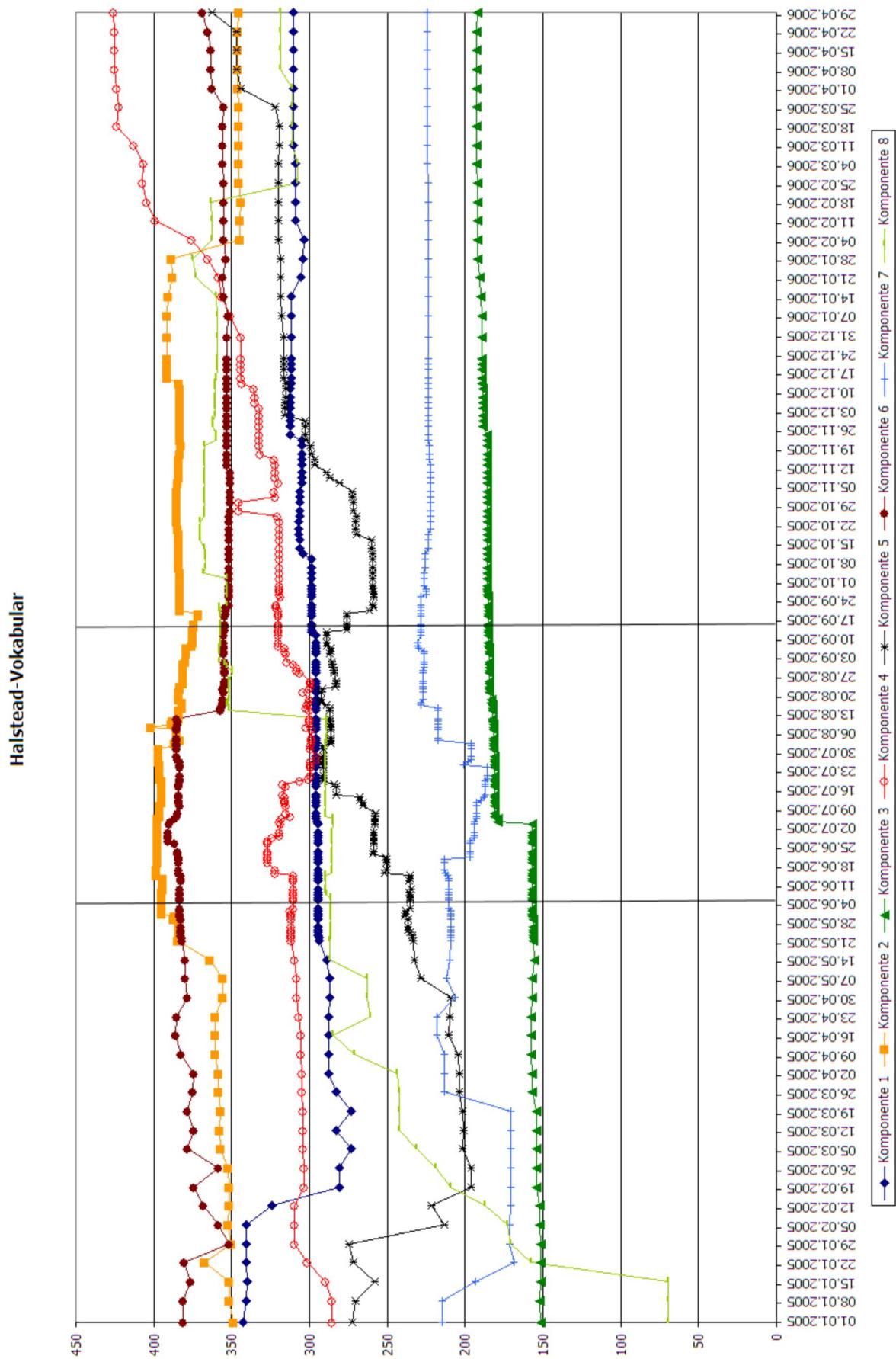
Die Halstead-Länge¹³¹ steigt in allen Komponenten während der Zeit am gemeinsamen Standort z. T. massiv (bis zu 30 Prozent) an, was bedeutet, dass die Zeit für eine Erweiterung des Quelltextes genutzt wurde. Aus dieser Metrik lässt sich allerdings nicht schließen, ob der Quelltext um neue Funktionalität erweitert oder robuster gestaltet wurde. Diese Tendenz hat – bis auf eine Komponente – nach der Standortzentralisation wieder abgenommen. Auffällig ist ebenfalls die Stagnation in der Entwicklung während der ersten zwei Wochen der Zentralisationsmaßnahme. Im Vorfeld des Standortwechsels lässt sich im Vergleich zu den ersten Monaten des Jahres bei fast allen Komponenten über einen Zeitraum von z. T. mehreren Monaten eine gewisse Stagnation verzeichnen, die auch in der Übersicht aller am Projekt beteiligten Unternehmen¹³² deutlich wird. Insgesamt waren zu Beginn der Zentralisationsmaßnahme bereits ca. 80 Prozent und gegen Ende etwa 94 Prozent des Quelltextumfanges der ersten Realisierungsstufe fertig gestellt.

129 Vgl. Abschnitt 5.2.3.4 auf Seite 30; Abbildung A.1.

130 Vgl. Abschnitt 5.2.3.5 auf Seite 31; Abbildung A.2.

131 Vgl. Abschnitt 5.2.3.2 auf Seite 28; Abbildung 6.1.

132 Vgl. Abbildung A.10.



Die Auswertung des Halstead-Vokabulars¹³³ zeigt, dass – bis auf eine Komponente – während der Zentralisationsmaßnahme in allen Komponenten Änderungen am implementierten Funktionsumfang vorgenommen wurden. Auch hier lässt sich in den zwei Wochen vor der Standortzentralisation eine Stagnation verzeichnen. Nach Rückkehr an den Heimatstandort fanden z. T. noch erhebliche Änderungen am Funktionsumfang statt, um die für die erste Realisierungsstufe geforderte Funktionalität zu erreichen.

Die LOC¹³⁴ bestätigen jene bereits aus der Halstead-Länge gewonnenen Aussagen zur Entwicklung des Umfanges und zu den prozentualen Anteilen zu Beginn und Ende der Zentralisationsmaßnahme; die Kurven verlaufen an vielen Stellen sogar exakt parallel. Auf Grund dieser Beobachtung scheinen für das betrachtete Projekt die an vielen Stellen in der Literatur geäußerten Vorbehalte gegenüber der Metrik LOC nicht angebracht zu sein. Eine weitere Untersuchung dieser Beobachtung würde jedoch den Rahmen der vorliegenden Arbeit überschreiten. Notwendig zu erwähnen ist hingegen hier die Tatsache, dass in den ersten Tagen der Zentralisationsmaßnahme die Bearbeitung und Erweiterung des Quelltextes stagnierten. Dies ist dadurch zu erklären, dass die sieben zuständigen Programmierer in diesem Zeitraum damit beschäftigt waren, die Entwicklungsumgebung auf ihren Arbeitsplatzrechnern zu konfigurieren.

Aufschlussreich ist die Analyse der pro Wochentag erstellten LOC. Die Abbildung A.4 lässt für die Wochen der Standortzentralisation eine Kurvenform erkennen; die Werte steigen zur Wochenmitte hin an und flachen zum Wochenende hin wieder ab. Tabelle 6.2 zeigt die summierten Werte pro Wochentag aus der Zeit der Zentralisationsmaßnahme. Die Ursache für diese Entwicklung liegt darin, dass i. d. R. die Anreise montags erst am späten Vormittag und die Abreise freitags bereits am frühen Nachmittag geschah.

Wochentag	Summe der erstellten LOC
Montag	7.239
Dienstag	11.252
Mittwoch	19.106
Donnerstag	13.996
Freitag	7.617

Tabelle 6.2: Übersicht der pro Wochentag erstellten LOC.

133 Vgl. Abbildung 6.2

134 Vgl. Abschnitt 5.2.3.1 auf Seite 27; Abbildung A.3.

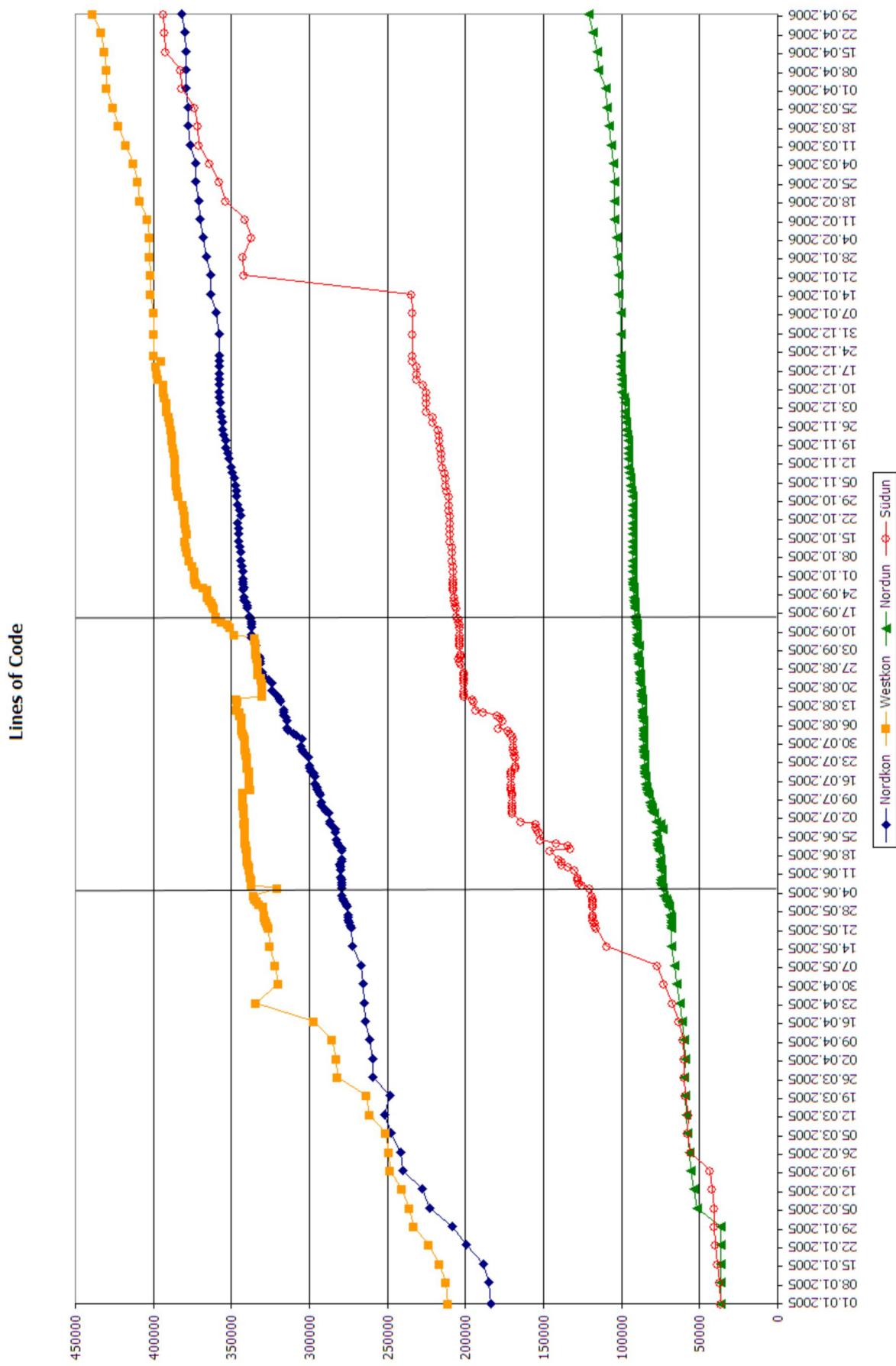


Abbildung 6.3: Entwicklung der LOC im Projekt Gamma.

Die NOC¹³⁵ korreliert ebenfalls mit der Entwicklung der Halstead-Länge sowie der LOC, und somit kann davon ausgegangen werden, dass die Erweiterung des Quelltextes unter Beachtung des objektorientierten Prinzips der Wiederverwendbarkeit erfolgte. Während der Zentralisationsmaßnahme wurde die Klassenstruktur fast aller Komponenten soweit stabilisiert, dass für die erste Realisierungsstufe nur noch wenige Änderungen vorgenommen werden mussten. Diese Metrik zeigt aber ebenfalls, dass vor der Standortzentralisation die Software inhaltlich noch nicht fertig war und somit nicht nur noch fehlerbereinigt werden musste, weil ein ggf. durchgeführtes Refactoring keine Änderungen in dieser Größenordnung bewirkt hätte.

Die Entwicklung der NORM¹³⁶ zeigt, dass während der Zeit am gemeinsamen Standort einige Komponenten so erweitert wurden, dass sie vermehrt auf fremde Funktionalität zugreifen. Nach zum Teil sehr umfangreichen Erweiterungen in den ersten Monaten des Jahres 2005 stagnierten in fast allen Komponenten die Werte dieser Metrik in den Wochen vor der Standortzentralisation.

Die Messwerte der Metrik WMC¹³⁷ vervollständigen die aus den Metriken Halstead-Vokabular und NORM gewonnene Aussage, dass nach dem Standortwechsel Änderungen und Erweiterungen der bereitgestellten Funktionalität stattgefunden haben. Dabei wurde die Komplexität, damit also im Allgemeinen der Abdeckungsgrad von Sonderfällen und damit die Korrektheit und Robustheit, gesteigert. Auch hier lässt sich eine Stagnation der Ergebnisse in den zwei Wochen vor der Zentralisationsmaßnahme beobachten, während hingegen zum Jahresende hin nur bei einigen Komponenten noch größere Veränderungen auftreten.

6.1.3 Ergebnisse im Konsortium

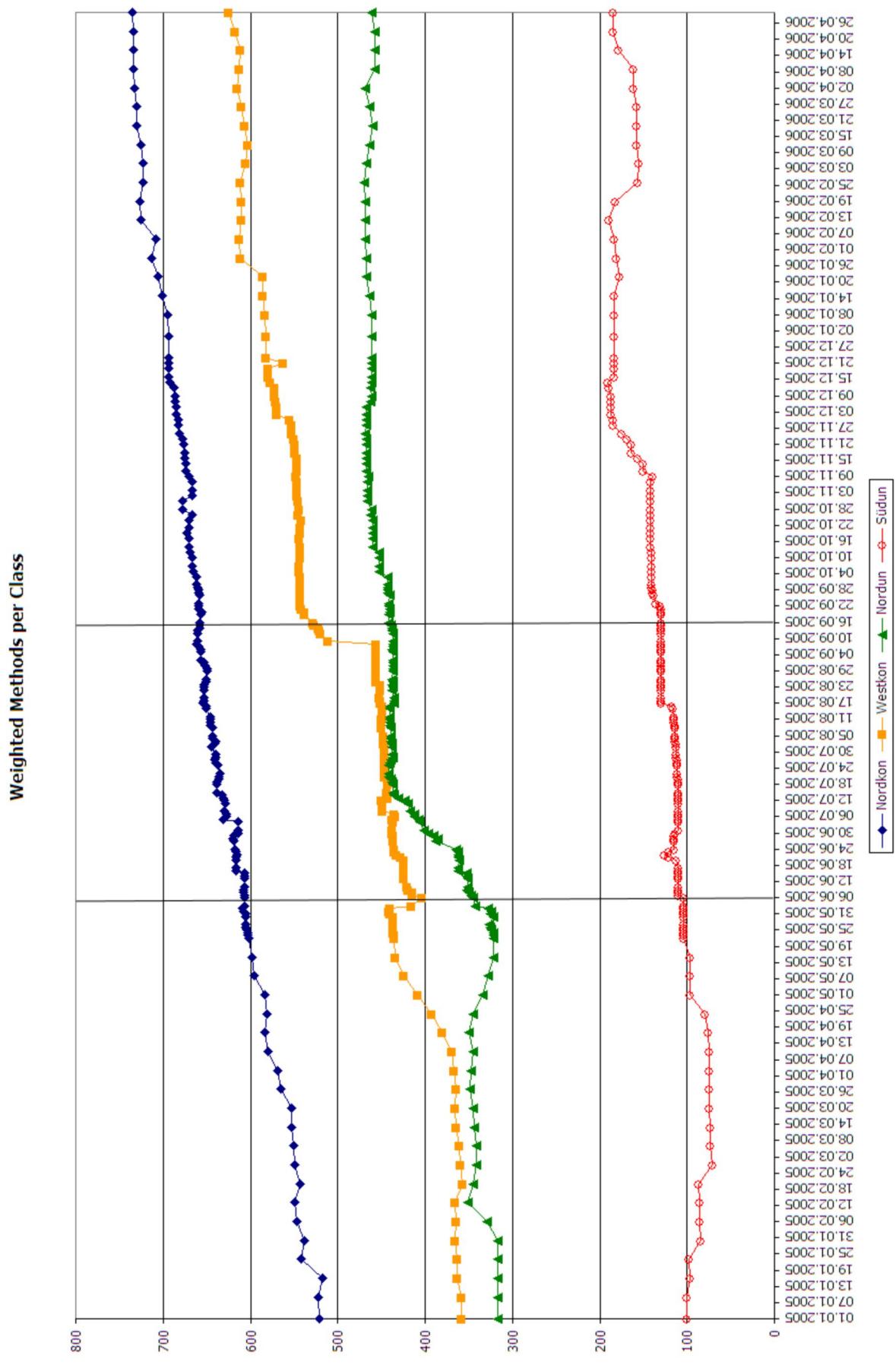
Im Folgenden werden zusammenfassend die Auswirkungen der Standortzentralisation auf den Quelltext der anderen beteiligten Unternehmen vorgestellt. Da diese nicht im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit stehen, werden nicht die einzelnen Komponenten betrachtet, sondern nur die kumulierten Ergebnisse ausgewertet, um deren Entwicklung im nächsten Abschnitt mit denen im Quelltext der Nordkon zu vergleichen. Für das bessere Verständnis der hier ausgewerteten Diagramme¹³⁸ ist zu erwähnen, dass anders als die Nordkon, die Westkon, Nordun und Südun noch bis ins Jahr 2006 hinein ihre Software für die Abnahme der ersten Realisierungsstufe vorbereiten mussten, teilweise sogar bis

135 Vgl. Abschnitt 5.2.3.4 auf Seite 30; Abbildung A.5.

136 Vgl. Abschnitt 5.2.3.4 auf Seite 30; Abbildung A.6.

137 Vgl. Abschnitt 5.2.3.4 auf Seite 30; Abbildung A.7.

138 Dies sind die Abbildungen 6.3 und 6.4, die die Entwicklung der Metrik LOC bzw. WMC im gesamten Konsortium zeigen. Im Anhang A.2 finden sich die Abbildungen der übrigen Metriken.



Juli 2006. Deswegen wurden zur Abschätzung der Fertigstellungsgrade der Quelltexte die Werte vom 30. April 2006 benutzt.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der **Westkon** fällt bei allen Metriken auf, dass für den gesamten Zeitraum der Zentralisationsmaßnahme eine geringe Stagnation feststellbar ist, wobei aber während der ersten Tage der Standortzentralisation kein Stillstand erkennbar ist. Der Umfang des Quelltextes lag zu Beginn der Standortzentralisation bei etwa 75 Prozent des für die Abnahme der ersten Realisierungsstufe notwendigen Umfangs, gegen Ende bei ca. 80 Prozent. Insbesondere bei den Änderungen gegen Ende der Zentralisationsmaßnahme hat der Anteil der Kommentare am Quelltext abgenommen, d. h. viel neuer Quelltext (mit neuer Funktionalität, wie das Halstead-Vokabular zeigt) wurde erstellt, ohne ihn dabei zu kommentieren. Die Werte von CBO und NORM sind für die Dauer des Standortwechsels der Nordkon relativ konstant. In Verbindung mit der NOC folgt hieraus, dass zwar neue Klassen erstellt wurden, diese aber ihre Funktionalität nur durch eigene Implementierung und stark begrenzten Zugriff auf andere Klassen erreichen. Bei den WMC lag zwar eine verringerte, aber keine stagnierende Produktivität vor, so dass hier auf Grund der Erhöhung des Umfanges der Kontrollstrukturen und somit der erfassten (Sonder-)Fälle von einer Erhöhung der Robust- und Korrektheit auszugehen ist.

Die Mitarbeiter der **Nordun** haben während des gesamten Jahres 2005 sehr kontinuierlich gearbeitet und konsequent den Umfang des Quelltextes (Halstead-Länge und LOC) und die Funktionalität (Halstead-Vokabular, WMC, CBO und NORM) gesteigert. Analog zum Umfang sind auch die NOC und Kommentarquote gestiegen, so dass von einer methodisch sauberen und dokumentierten Vorgehensweise auszugehen ist. Die CR konnte sogar während der Anwesenheit der Nordkon deutlich gesteigert werden. Ebenfalls erfuhr kurz nach Ankunft der Nordkon die Komplexität der Komponenten der Nordun eine deutliche Steigerung. Während der ersten Tage der Zentralisationsmaßnahme, zu deren Beginn ca. 53 Prozent des endgültigen Quelltextes fertig gestellt waren, ist keine Stagnation in der Entwicklung aufgetreten. Während der Zeit der Standortzentralisation konnte der Umfang des Quelltextes auf etwa 66 Prozent des endgültigen Umfangs vergrößert werden. Das Ausbleiben eines starken Ansteigens in der Entwicklung ist u. a. auf den Projektleiter der Nordun zurückzuführen, der der Zusammenarbeit mit den anderen Unternehmen sehr skeptisch gegenüber stand und eine effektive unternehmensübergreifende Zusammenarbeit seiner Mitarbeiter behindert hat.

Die Ergebnisse der Softwaremetriken der **Südun**, die nicht an der Zentralisationsmaßnahme teilgenommen hat, weisen im Vergleich mit denen der

anderen Unternehmen einige Besonderheiten auf. So zeigen die Halstead-Länge und LOC, dass bei der Südun erst im April 2005 ernsthaft mit der Entwicklung begonnen wurde und dass zu Beginn der untersuchten Standortzentralisation Anfang Juni erst ungefähr 30 Prozent des für die erste Realisierungsstufe notwendigen Quelltextes fertig gestellt waren. Bei der Entwicklung des Quelltextumfanges fallen außerdem die Höhe des Anstiegs im August 2005, aber auch die deutliche Vergrößerung von Januar bis April 2006 auf. Die NOC ist ebenfalls kontinuierlich gewachsen, allerdings sind in diesem Zusammenhang die in Abbildung 6.5 dargestellten durchschnittlichen Klassengrößen (LOC/NOC) in Bezug auf die Südun bemerkenswert.

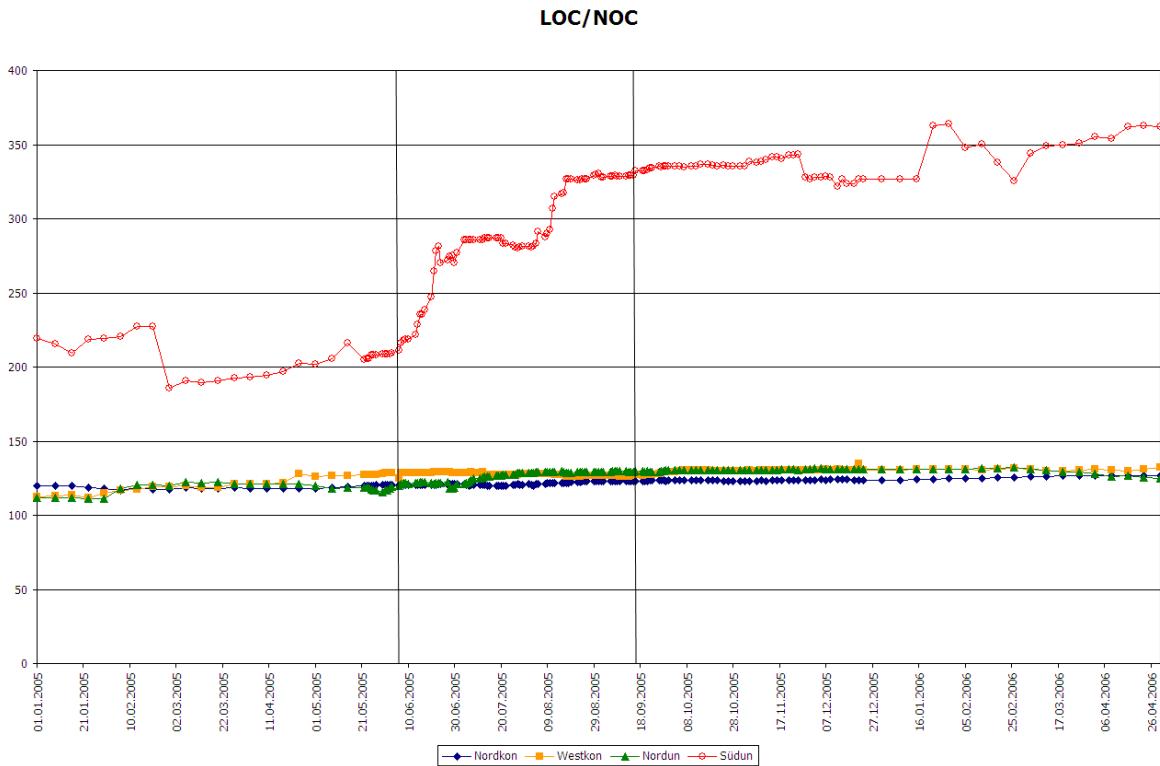


Abbildung 6.5: Entwicklung der durchschnittlichen Klassengröße.

Zusammen mit der abnehmenden Kommentarquote verdeutlicht die hohe durchschnittliche Klassengröße der Komponenten der Südun, dass die Programmierer auf das schnelle Erreichen der Funktionalität hingearbeitet haben und dabei ihr Vorgehen weder kommentiert noch das objektorientierte Prinzip der Wiederverwendbarkeit beachtet haben. Gerade die Kommentierung wäre wahrscheinlich notwendig gewesen, weil 2005 eine massive Steigerung der Funktionalität stattgefunden hat, wie die Messwerte des Halstead-Vokabulars verdeutlichen. Auch Anfang 2006 wurde die Funktionalität noch signifikant erweitert, wobei hier immerhin eine Steigerung der Kommentarquote zu verzeichnen ist; allerdings nur von 0,6 auf 1,3 Prozent. Diese Prozentsätze sind für

verständliche und wartbare Software viel zu gering.¹³⁹ Ebenfalls gering sind die Werte der Metriken CBO und NORM, was einerseits durch die großen Klassen (auf Funktionalität wird also nicht „remote“ zugegriffen) und andererseits durch die Art der in den Komponenten zu implementierenden Funktionalität begründet ist. Deren inhaltliche Notwendigkeit zur Kommunikation mit anderen Komponenten ist begrenzt, und auch die erforderliche Komplexität ist gering, wie die WMC erkennen lassen. An den Messwerten der WMC ist auffällig, dass die massive Steigerung der LOC im Januar 2006 nur minimale Auswirkungen hatte. Daraus folgt, dass die neuen Quelltextanteile von ähnlicher Komplexität wie die bereits vorhandenen sind und einer umfangreichen Kommentierung bedurft hätten; ein weiteres Indiz für den hohen Zeitdruck der Entwicklung der Komponenten der Südun.

6.1.4 Beurteilung der Ergebnisse der Softwaremetriken

Die Betrachtung der Messwerte der Softwaremetriken zeigt, dass die Standortzentralisation für die Weiterentwicklung des Quelltextes der Nordkon förderlich war. Im Vorfeld der Zentralisationsmaßnahme und während der ersten Woche am gemeinsamen Standort wird durch die Ergebnisse der Softwaremetriken eine Stagnation dokumentiert, die danach durch eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Quelltextes abgelöst wird. Dies deutet darauf hin, dass der Stillstand in der Softwareentwicklung nicht an Abstimmungsproblemen mit dem Kunden lag, sondern dass vielmehr Abstimmungsprobleme zwischen den beteiligten Standorten die Ursache waren. Die konstanten Werte des Halstead-Vokabulars sowie die von CBO und NORM deuten in Verbindung mit den Ergebnissen von NOC und WMC darauf hin, dass einerseits die vorhandenen Klassen erweitert wurden, und dass andererseits noch neue Funktionalität zu implementieren war. Die konstante CR zeigt, dass bei der Entwicklung methodisch sauber vorgegangen wurde, weil neue Funktionalitäten und Änderungen im gleichen Umfang wie bisher dokumentiert wurden. Die Auswertung zusammenfassend, belegen die Ergebnisse der Softwaremetriken, dass das Zentralisationsziel der Beschleunigung der Entwicklung erreicht wurde und die Standortzentralisation von dieser Perspektive aus betrachtet als Erfolg zu beurteilen ist.

Auch bleibt anzumerken, dass die Programmierer der Nordkon die Zeit am gemeinsamen Standort effizienter genutzt haben als die der Westkon oder Nordun: Sie konnten ihre Komponenten zu ca. 95 Prozent fertig stellen und haben damit den Fertigstellungsgrad um ca. 15 Prozentpunkte steigern können. Diese

¹³⁹ Vgl. TogetherSoft (2004), S. 256.

Steigerung fand zudem trotz der Fluktuation des pro Tag erstellten Quelltextes über die Woche und trotz des weitgehenden Stillstandes während der ersten Tage statt.

Im Nachhinein lässt sich nicht abschließend klären, ob die deutliche Verbesserung des Fertigstellungsgrades auch beim Verbleib am Heimatstandort stattgefunden hätte. Werden nämlich die Ergebnisse der Südun betrachtet, so waren hier etwa 80 Prozent des für die erste Realisierungsstufe notwendigen Quelltextumfangs gegen Mitte Dezember 2005 erreicht und ca. 95 Prozent gegen Ende März 2006.¹⁴⁰ Bei Beachtung der arbeitsfreien Weihnachtszeit waren die Programmierer der Südun damit sogar schneller als die der Nordkon, d. h. eine Standortzentralisation ist anscheinend für eine hohe Entwicklungsgeschwindigkeit nicht unbedingt notwendig. Allerdings ist die Anzahl der Schnittstellen der Komponenten der Südun im Vergleich zu den Komponenten der Nordkon geringer und es kann ebenfalls argumentiert werden, dass durch die während der Standortzentralisation weitgehend fertig gestellten Kernkomponenten der Nordkon und Westkon die Arbeit der Südun erleichtert haben. Außerdem ist – soweit es durch die Metriken zu beurteilen ist – die Qualität der von der Südun erstellten Komponenten auf Grund der Größe der Klassen und der fehlenden Dokumentation als mangelhaft zu bezeichnen. Weitere Anhaltspunkte für die nicht gegebene Vergleichbarkeit der Quelltextentwicklung zwischen der Nordkon und der Südun werden in den folgenden Abschnitten gegeben. An dieser Stelle muss erneut auf die Ergebnisse der Metriken verwiesen werden, bei denen in den Wochen vor der Standortzentralisation eine deutliche Stagnation zu konstatieren ist, und die in dieser Form in den Vormonaten nicht beobachtet werden kann. Es darf also weiterhin angenommen werden, dass die deutliche Weiterentwicklung des Quelltextes in der Zentralisationsmaßnahme begründet liegt.

Eine wichtige Beobachtung ist die leichte Stagnation in der Entwicklung des Quelltextes der Westkon während des Zeitraumes der Standortzentralisation. Eine potenzielle Erklärung hierfür ist, dass auf Grund der vielen inhaltlichen Zusammenhänge zwischen den Komponenten der Nordkon und der Westkon ein hoher Kommunikationsbedarf zwischen den betroffenen Programmierern bestand. Evtl. haben die Programmierer der Nordkon die der Westkon von der Arbeit abgehalten, was sich im Nachhinein allerdings nicht mehr überprüfen lässt.

Ebenfalls fällt bei der Betrachtung der Ergebnisse der Metriken auf, dass in den Quelltexten aller beteiligten Unternehmen eine deutliche Steigerung der WMC und somit eine mutmaßliche Erhöhung der Robustheit stattgefunden hat. Dies ist

¹⁴⁰ Für die Berechnung dieser Werte wurde der massive Sprung im Januar 2006 nicht mit einbezogen, weil er von einem einzigen Java-Projekt herrührt, welches einerseits nur Testfunktionen bereitstellt und andererseits bereits im Vorfeld entwickelt und erst zu dem Zeitpunkt in das KM-System eingestellt wurde.

ein Indiz dafür, dass vermehrt Besprechungen zwischen Programmierern unterschiedlicher Unternehmen abgehalten wurden, oder kurzfristig die Entwicklung in kleinen unternehmensübergreifenden Teams stattgefunden hat.

6.1.5 Ableitung möglicher Indikatoren

Die Entwicklung der Softwaremetriken des in der vorliegenden Arbeit untersuchten Projekts Gamma zeigt, dass mehrere Metriken als Indikatoren für eine Stagnation bei der Erstellung des Quelltextes und damit ggf. auch für die Notwendigkeit, eine Standortzentralisation durchzuführen, geeignet sind. Dies sind die Metriken Halstead-Länge, LOC, NOC und WMC. Bei der Auswertung der Metriken sollte darauf geachtet werden, dass letztere – wie in Abschnitt 5.2.2 beschrieben – jeweils nur einen Ausschnitt der Realität abbilden. Folglich muss immer eine Kombination mehrerer Metriken die Notwendigkeit zur Standortzentralisation indizieren.

6.2 Auswertung des Teamklima-Inventars

Um die Auswirkungen der Standortzentralisation auf das Teamklima zu erfassen, wurden unter den Teammitgliedern der Nordkon zwei Befragungen mit dem in Unterkapitel 5.3 beschriebenen Fragebogen Teamklima-Inventar durchgeführt. In diesem Unterkapitel werden das Vorgehen bei den Befragungen beschrieben, sowie die Ergebnisse vorgestellt und interpretiert. Alle Ergebnisse der Befragungen und die verwendeten Materialien finden sich im Anhang B.2.

6.2.1 Durchführung der Befragungen

Für die erste Befragung wurden am 22. August 2005 die Fragebögen zusammen mit einem kurzen Anschreiben an die Nordkon-Mitarbeiter am Standort der Westkon verteilt, wovon der letzte Fragebogen am 08. September 2005 ausgefüllt wurde. In dem Anschreiben¹⁴¹ wurde das Team, für das die Fragen beantwortet werden sollten, als „die gesamte [Gamma]-Mannschaft, also auch die in <Stadtname des Standortes der Westkon> anwesenden Kollegen der Konsorten“¹⁴² definiert. Insgesamt wurden 23 Fragebögen ausgeteilt und 18 davon ausgefüllt zurückgegeben. Allerdings stellte sich bei der Auswertung der Bögen heraus, dass der Fragebogen ein verwirrendes Layout besitzt (es fehlt ein Hinweis zum Umblättern), denn zwei Kollegen haben die Fragen auf der letzten Seite nicht beantwortet. Da dort sieben Fragen gestellt werden, konnten die fehlenden Werte

¹⁴¹ Siehe Anhang B.1.1.

¹⁴² Anschreiben zur ersten Umfrage, Anhang B.1.1.

nicht durch den Modalwert ersetzt werden.¹⁴³ So standen nur Antworten von 70 Prozent der Teammitglieder zur Auswertung zur Verfügung, was die Untergrenze für ein repräsentatives Teamklima-Profil darstellt.

Zuerst wurden die Ergebnisse hinsichtlich der sozialen Erwünschtheit beurteilt, wobei sich zeigte, dass sich bis auf einen Wert in der Subskala Aufgabenaspekte eines Fragebogens alle Werte im akzeptablen Wertebereich befinden. Allerdings weisen fünf Fragebögen sehr hohe, gerade noch akzeptable Werte auf. Um gemäß den Auswertungsvorgaben¹⁴⁴ die Glaubwürdigkeit der Antworten zu prüfen, wurden die Werte der übrigen (Sub-)Skalen dieser Fragebögen mit Werten von Fragebögen mit akzeptabler sozialer Erwünschtheit verglichen. Dabei zeigt sich, dass auch diese übrigen Werte fast durchweg höher liegen als solche von Fragebögen mit akzeptabler sozialer Erwünschtheit. Werden nur die verbliebenen elf Fragebögen ausgewertet, wird deutlich, dass deren Mittelwerte durchweg kleiner sind und auch in fast allen (Sub-)Skalen eine Abwertung um mindestens ein Stanine zu verzeichnen ist. Eine gewisse Verzerrung der Ergebnisse ist somit festzustellen. Außerdem sind die Qualität der Antworten von annähernd einem Drittel der Fragebögen und folglich die Glaubwürdigkeit der gesamten Befragung fragwürdig. In Ermangelung einer alternativen Beurteilungsmöglichkeit werden die in Tabelle 6.3 dargestellten Ergebnisse der Umfrage im Folgenden dennoch weiter ausgewertet.

Die Fragebögen für die zweite Umfrage wurden zwischen dem 06. Dezember und dem 16. Dezember 2005 beantwortet. Dafür wurden nur noch 18 Fragebögen zusammen mit einem weiteren Anschreiben ausgeteilt, weil in der Zwischenzeit einige Mitarbeiter das Team verlassen hatten. Mit 16 ausgefüllten Fragebögen betrug die Rücklaufquote 89 Prozent, allerdings waren auch bei dieser Umfrage zwei Rückseiten nicht ausgefüllt, so dass nur die Auswertung der Antworten von 78 Prozent der Teammitglieder möglich ist. Die Untersuchung auf soziale Erwünschtheit in dieser Umfrage zeigt bei zwei Fragebögen deutlich unrealistisch positive Antworten, so dass diese Fragebögen nicht ausgewertet werden dürfen. Allerdings liegen so nur noch 12 verwertbare Fragebögen vor und somit eine Erfassung von nur 67 Prozent der Meinungen im Team. Deswegen sind diese Ergebnisse noch kritischer als die der ersten Befragung zu interpretieren.

6.2.2 Auswertung der Ergebnisse

Die Ergebnisreihen der ersten Befragung zeigen, dass das Teamklima während der Zeit am Standort der Westkon in jeder Hinsicht als unterdurchschnittlich zu bezeichnen ist. Die Stanine der vier Hauptskalen sind kleiner als vier und bis auf

143 Vgl. Abschnitt 5.3.3 auf Seite 35.

144 Vgl. Abschnitt 5.3.3 auf Seite 35.

die Subskalen Synergie und Einfluss trifft dies auch auf alle Subskalen zu. Bei Nichtbeziehung der potenziell sozial erwünschten Fragebögen haben sogar sämtliche (Sub-)Skalen einen Stanine kleiner als 4, zwei Subskalen sogar den Stanine 1.

(Sub-)Skala	Erste Umfrage, 16 Fragebögen	Erste Umfrage, 11 Fragebögen	Zweite Umfrage, 12 Fragebögen
Vision	2	2	2
Klarheit	3	2	4
Wertschätzung	3	2	3
Einigkeit	3	2	3
Erreichbarkeit	2	1	2
Aufgabenorientierung	3	2	2
Hohe Standards	2	2	2
Reflexion	3	3	3
Synergie	4	3	3
Partizipative Sicherheit	2	2	2
Informationsverteilung	2	2	3
Sicherheit	3	2	2
Einfluss	4	3	3
Kontakt	3	1	2
Unterstützung für Innovation	3	2	3
Bereitschaft	3	2	3
Umsetzung	3	2	3

Tabelle 6.3: Normiertes Ergebnis der beiden TKI-Befragungen.¹⁴⁵

Nach Brodbeck/Anderson/West deutet dieses Ergebnis darauf hin, dass dem Team klare, von allen Mitgliedern akzeptierte Ziele fehlen, so dass evtl. kein höchstmöglicher Arbeitseinsatz erfolgt. Es darf auch angenommen werden, dass im Team nur wenig gegenseitiges Vertrauen herrscht, und dass Informationen schlecht verteilt werden, u. a. weil nur selten Treffen stattfinden. Auch innovative Ansätze werden nur selten akzeptiert und umgesetzt; das Team strebt eher nach Stabilität.¹⁴⁶

Auffällig bei der Betrachtung ist, dass auch gegen Ende des Standortwechsels die Erreichbarkeit der Ziele nur mit dem Stanine 2 bzw. 1 bewertet wurde. Obwohl die Verbesserung der Termineinhaltung ein wesentliches Ziel des Standortwechsels war, war es aus Sicht der Teammitglieder nicht gewährleistet, dass das Hauptziel der termingerechten Fertigstellung des Projekts Gamma

145 Eigene Darstellung.

146 Vgl. Profilblatt im Anhang B.3.

erreicht wird. Ebenfalls bemerkenswert sind die Ergebnisse der Subskalen Informationsverteilung und Kontakt, die mit ihren niedrigen Werten nicht dem in der Literatur geäußerten Zentralisationsziel der Verbesserung der Kommunikation innerhalb des Teams entsprechen.¹⁴⁷ Insgesamt deuten die Ergebnisse trotz der methodischen Bedenken massiv darauf hin, dass sich trotz drei Monaten gemeinsamer Arbeit zwischen den Teams der Nordkon, Westkon und Nordun kein offenes Kommunikationsklima und auch kein einheitliches Verständnis zu den Projektzielen entwickelt hat, somit also kein einheitliches „Projektteam Gamma“ entstanden ist.

Die Auswertung der Stanine der zweiten Befragung ergibt, dass sich das Teamklima aus Sicht der Nordkon-Mitarbeiter nicht wesentlich geändert hat, und nur in einigen (Sub-)Skalen Veränderungen um einen Stanine-Wert aufgetreten sind. Bei der Interpretation dieser veränderten Stanine ist zu beachten, dass bei den zu Grunde liegenden, absoluten Mittelwerten nur minimale Veränderungen stattgefunden haben. Damit sind die Verbesserungen bzw. Verschlechterungen auch in Anbetracht der nicht einwandfreien Datengrundlage nur begrenzt aussagekräftig. Werden die Ergebnisse dennoch als Indikatoren aufgefasst, lassen sich mit dem Vergleich der Stanine in den Subskalen Synergie, Sicherheit, Einfluss und Kontakt die Aussagen in der Literatur über die Nachteile von verteilten Teams bestätigen: Die Qualität der Kontakte und das gegenseitige Vertrauen sind durch das Nichtvorhandensein persönlicher Kommunikation vermindert, so dass Potenziale für Synergien oft nicht genutzt werden, und auch die persönlichen Möglichkeiten zur Beeinflussung des Projektes beschränkt bleiben. Auffällig ist, dass unter den Teammitgliedern zwar eine größere Klarheit über die Ziele herrscht, die allerdings immer noch nicht wertgeschätzt und als erreichbar angesehen werden. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass zum Zeitpunkt der zweiten Befragung bereits viele Abnahmen für von der Nordkon erstellte Projektanteile erteilt waren, und dennoch unter den Teammitgliedern große Skepsis gegenüber den Projektzielen herrschte. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass zum Zeitpunkt der Befragung bekannt war, dass andere Unternehmen ihre Anteile nicht termingerecht fertig stellen würden.

Insgesamt lässt sich sagen, dass es aus Sicht der Teammitglieder in Bezug auf das Teamklima nur sehr geringe Unterschiede zwischen der Zusammenarbeit am gemeinsamen Standort und der Arbeit als virtuelles Team gibt. In beiden Situationen ist das Teamklima in allen vier Dimensionen unterdurchschnittlich und wäre bei einer vollständig einem Unternehmen angehörenden Gruppe Anlass für intensive Verbesserungsmaßnahmen.

¹⁴⁷ Vgl. Abschnitt 4.3.

Die Gründe hierfür sind vielfältig. In den drei dem Wechsel vorangegangenen Jahren fand im Konsortium auf der Arbeitsebene nur wenig Kontakt statt. Auf Grund wiederholter Nichteinhaltung von Terminen und unterschiedlicher Auffassungen über fachliche, technische und wirtschaftliche Belange war das Verhältnis lange Zeit durch Streitigkeiten der zuständigen Manager belastet. Dies hat sich insofern auch auf die Mitarbeiter ausgewirkt, als dass eine negative Einstellung zumindest in Bezug auf die fachliche Kompetenz der anderen Unternehmen vorherrschte. So fand auch die Zusammenarbeit auf der Arbeitsebene vor dem Wechsel nur in begrenztem Umfang statt und war nicht durch gegenseitiges Vertrauen gekennzeichnet. Während der Zeit am Standort der Westkon fand erst auf Drängen einiger Mitarbeiter nach mehreren Wochen eine teambildende Maßnahme statt, die allerdings recht halbherzig und ohne professionelle Hilfe durchgeführt wurde. Bis auf eine formelle Vorstellung war dies der einzige Versuch, die Teams unternehmensübergreifend zu integrieren. Dies hatte zur Folge, dass die informelle Kommunikation, z. B. während der Mittagspausen, weiterhin fast ausschließlich innerhalb der drei Teilteams der anwesenden Unternehmen stattfand. So waren nur für fachliche Fragen und Diskussionen unternehmensübergreifende Kontakte zu beobachten.

6.2.3 Methodenkritik

Trotz der erwähnten Probleme mit geringen Antwortraten und sozial erwünschten Antworttendenzen stimmen die Ergebnisse der Befragungen mit den in informellen Gesprächen geäußerten Meinungen der Mitarbeiter der Nordkon weitgehend überein. Für eine vollständige Beurteilung der Auswirkungen des Standortwechsels auf das Teamklima wäre bei zukünftigen Untersuchungen einer Standortzentralisation zusätzlich eine Befragung vor dem Wechsel notwendig. Zukünftige Befragungen sollten in Form einer Gruppensitzung durchgeführt werden, in der explizit auf die Seitenanzahl, die Anonymität der einzelnen Antworten und die gewünschte Ehrlichkeit bei der Beantwortung hingewiesen werden kann. Dadurch würde ebenfalls vermieden, dass die Antworten über einen Zeitraum von mehreren Wochen verstreut gegeben werden. Außerdem sollte die zweite Umfrage etwa ein bis eineinhalb Monate nach Ende der Zentralisationsmaßnahme stattfinden. Dies ermöglicht zusätzlich die Erfassung praktischer und persönlicher Erfahrungen und Meinungen mit noch präsenten Erinnerungen, z. B. durch informelle Befragungen bzw. halbstandardisierte Interviews, die im Anschluss an die TKI-Befragung durchgeführt werden. Um das Ergebnis der zweiten TKI-Befragung nicht zu verfälschen, scheint diese Reihenfolge methodisch notwendig. Für zukünftige Untersuchungen bleibt jedoch festzustellen, dass mit dem TKI ein einfach anwend- und auswertbares Instrument

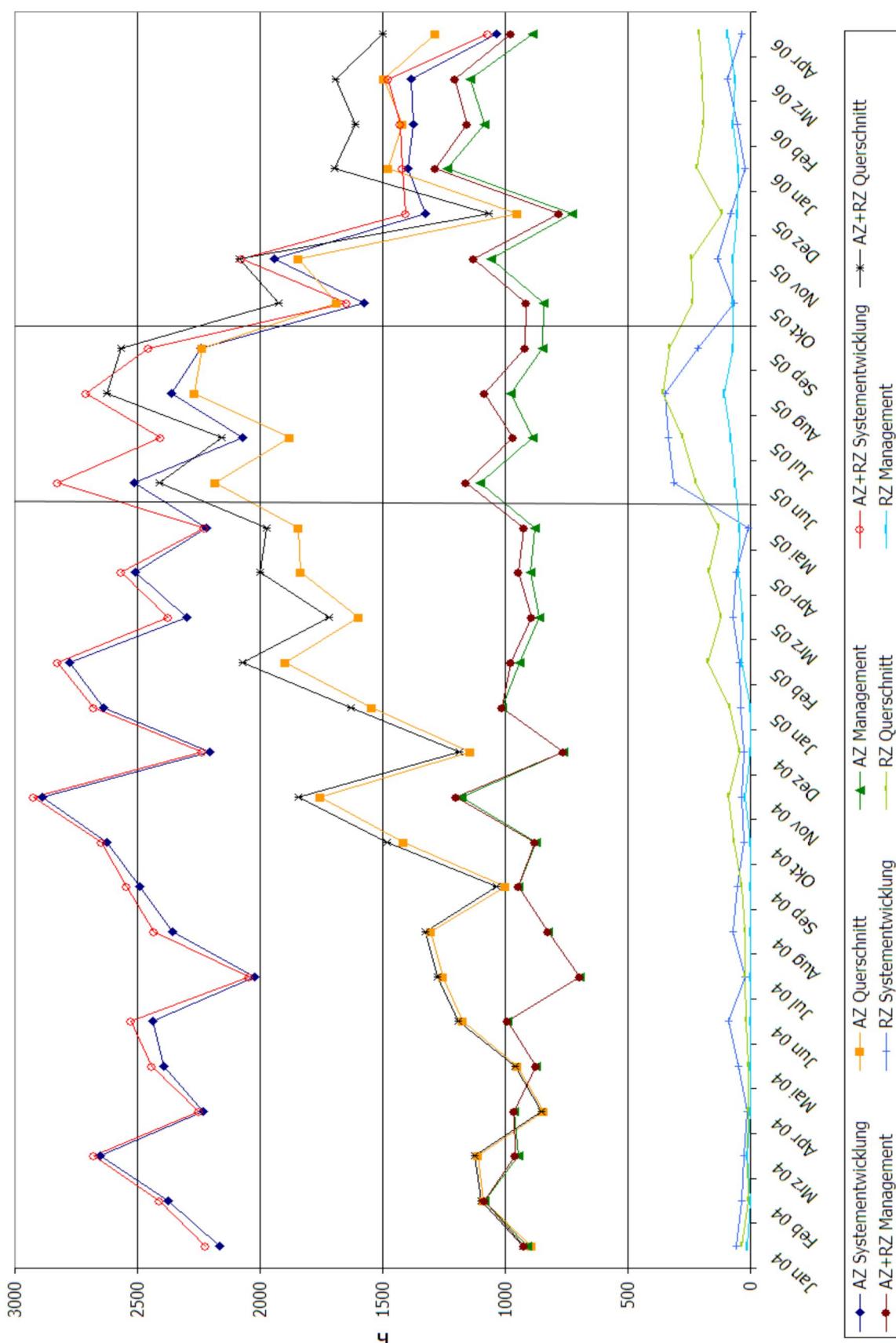


Abbildung 6.6: Übersicht der Arbeits- und Reisezeiten der Nordkon.

zur Verfügung steht, das brauchbare Ansätze für die Beurteilung des Teamklimas liefert.

6.3 Auswertung der Arbeits- und Reisezeiten

Die Arbeits- und Reisezeiten wurden durch monatsweise Abfragen der entsprechenden firmeninternen Datenbank gewonnen und wurden dabei Projektnummer ausgegeben. Der Begriff Projektnummer ist in diesem Zusammenhang irreführend, weil damit nicht das gesamte Projekt Gamma erfasst wird, sondern für die untergeordneten Teilprojekte Projektnummern angelegt sind.

Für das Projekt Gamma sind im SAP-System 12 Teilprojekte angelegt, welche zur besseren Handhabung und zur Anonymisierung auf drei Themengebiete verdichtet wurden: Systemerstellung, Querschnitt und Management. Das Themengebiet Systemerstellung umfasst dabei alle Aktivitäten der Programmierer und der Mitarbeiter, die für die Vorbereitung des sog. Kernsystems¹⁴⁸ zuständig sind sowie die Aufwände der jeweiligen Teilprojektleiter. Unter dem Begriff Querschnitt werden Aktivitäten wie Qualitätssicherung und Konfigurationsmanagement, aber auch die Systemintegration zusammengefasst. Die angefallenen Aufwände der Nordkon- und der Gesamt-Projektleitung werden im Themengebiet Management summiert.

Die verdichteten Arbeits- und Reisezeiten (AZ und RZ) sind in Abbildung 6.6 dargestellt, während hingegen die zu Grunde liegenden Rohdaten aus Gründen der Vertraulichkeit nicht veröffentlicht werden dürfen. Zum besseren Verständnis sind im Vorfeld der Analyse zwei Besonderheiten zu erläutern. Dies ist einerseits der deutliche Rückgang der Arbeitszeit im Juli 2004 und 2005, welcher auch als „Urlaubsnick“ bezeichnet werden kann. Andererseits fällt bei der Betrachtung der Reisezeit des Managements auf, dass bis Februar 2005 lediglich für drei Monaten Reisezeiten im Management eingetragen wurden. Dies kam durch veränderte interne Buchungsvorgaben zu Stande.

Die Analyse der geleisteten Arbeitsstunden zeigt, dass erwartungsgemäß der Umfang der Reisezeit für die Zeitdauer der Standortzentralisation deutlich gestiegen ist. Dies trifft insbesondere auf die Systemerstellung zu, weil diese Teammitglieder bis dahin fast ausschließlich am Standort der Nordkon gearbeitet hatten. Während der Standortzentralisation stieg der Anteil der nicht produktiven Reisezeit an der Gesamtarbeitszeit in der Systemerstellung von zwei Prozent im Vorfeld auf bis zu 14 Prozent an und betrug im Mittel 12 Prozent. Auch nach dem

¹⁴⁸ Zum Kernsystem gehören u. a. die Erstellung von Installations- und Konfigurationsvorgaben für das Betriebssystem, die Server-Applikationen und die Arbeitsplatzrechner.

Wechsel bestand ein höherer Bedarf an Reisen als vor dem Wechsel, denn danach lag der Anteil der Reisezeit im Mittel bei 4,5 Prozent der Gesamtarbeitszeit. Der Anstieg der Arbeitszeit in der Systemerstellung im November 2005 ist damit zu erklären, dass für die Einhaltung des Fertigstellungstermins der ersten Realisierungsstufe Mitte Dezember noch Restarbeiten notwendig waren. Bereits ab Oktober 2005 wurde aber bis in das Jahr 2006 hinein kontinuierlich das Systemerstellungsteam verkleinert. Ebenfalls auffällig ist die Tatsache, dass die Arbeitszeit in der Systemerstellung seit Februar 2005 gesunken ist, während der geleistete Arbeitsumfang der Querschnittsthemen bis September 2005 deutlich gestiegen ist. Im April 2005 wurden sogar mehr Arbeitsstunden in den Querschnittsthemen als in der Systemerstellung geleistet. Der starke Anstieg der geleisteten Arbeit in den Querschnittsthemen ab Januar 2005 ist dadurch begründet, dass zum Projektende hin die Vorbereitungen für die Projektabnahme intensiviert wurden: Die Software wurde installiert und konfiguriert, Prüffälle wurden vorbereitet und es wurden vermehrt Systemtests durchgeführt. Diese Entwicklung bestätigt die bereits aus den Softwaremetriken gezogene Feststellung, dass die Erstellung der Systemanteile der Nordkon zu Beginn der Standortzentralisation bereits weit vorangeschritten war. Für den Zeitraum der Standortzentralisation betrug der Anteil der Reisezeit wie bei der Systemerstellung im Mittel ca. 12 Prozent.

Die Analyse der Arbeits- und Reisezeiten des Managements zeigt, dass bereits im Vorfeld der Zentralisationsmaßnahme vermehrte Reisetätigkeit stattgefunden hat. Insgesamt betrug der Anteil der Reisezeit im Vorfeld ca. vier Prozent und während der Standortzentralisation im Mittel acht Prozent (danach etwa sechs Prozent).

Bei den Arbeitszeiten des Themengebiets Querschnitt ist für den Zeitraum der Standortzentralisation kein Rückgang im Vergleich zu den Vormonaten zu beobachten, sondern vielmehr ist die Gesamtarbeitszeit angestiegen. Dies deutet darauf hin, dass der aus der vermehrten Reisetätigkeit resultierende Verlust von Arbeitszeit durch Überstunden ausgeglichen wurde. Eine ähnliche Beobachtung lässt sich bei den Zeiten des Themengebiets Systemerstellung anstellen, in dem zwar die Arbeitszeit generell sinkt, die Gesamtarbeitszeit sich jedoch (insb. im Juni und August 2005) deutlich erhöht hat, so dass auch hier auf vermehrte Überstunden geschlossen werden kann. Wie im folgenden Unterkapitel darf allerdings nicht die gesamte Reisezeit der Standortzentralisation zugerechnet werden, weil weiterhin auch Dienstreisen zu anderen Standorten unternommen wurden.

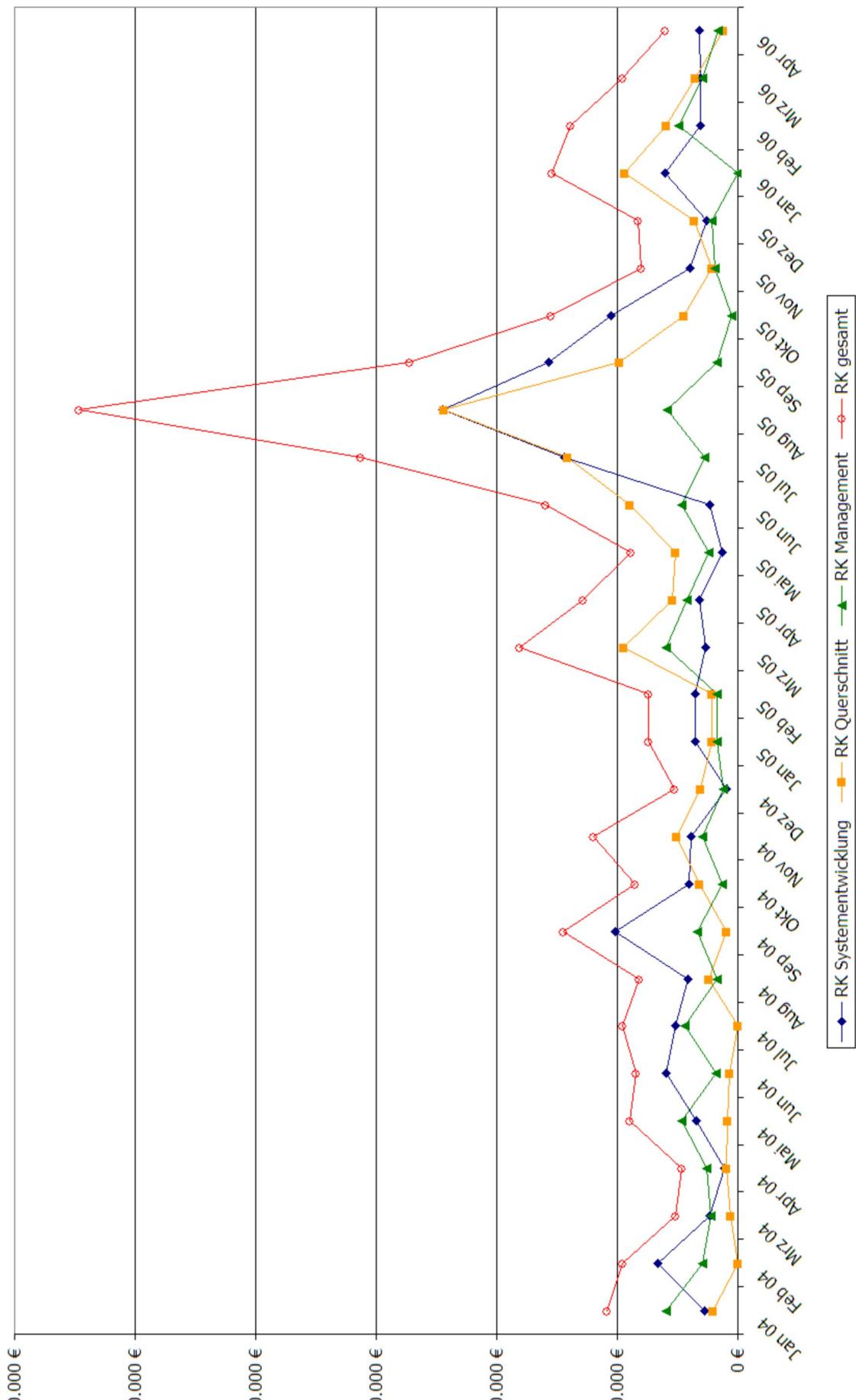


Abbildung 6.7: Reisekosten der Nordkon.

6.4 Auswertung der Kosten

Im Folgenden werden die durch die Standortzentralisation entstandenen Reisekosten und einmaligen Kosten sowie die Produktivität beschrieben. Für ein besseres Verständnis der im Folgenden genannten Zahlen sind einige weitere, über die Inhalte des Kapitels 2 hinausgehende Erklärungen notwendig.

Die *Unterkunft* erfolgte größtenteils in Hotels, mit denen auf Grund der langfristigen Belegung Sonderpreise ausgehandelt werden konnten. Auf Grund der beschränkten Hotelkapazitäten wurden zusätzlich sechs Ferienwohnungen angemietet. Die *An- und Abreise* der Mitarbeiter geschah auf verschiedene Weisen: Einige Mitarbeiter reisten mit ihrem eigenen Pkw an, andere bekamen Monatsmietwagen zur Verfügung gestellt und teilweise wurden auch tageweise weitere Wagen angemietet. In fast allen Fällen wurden zur An- und Abreise Fahrgemeinschaften gebildet. Die Abrechnung der entstandenen Kosten erfolgte auf die im nächsten Abschnitt beschriebenen Projektnummern. Die am fremden Standort benutzten *Rechner* mussten auf Grund einer IT-Sicherheitsvorgabe der Nordkon, die den Betrieb von eigenen Rechnern in fremden Netzen verbietet, neu beschafft werden. Die Rechner wurden in der Woche vor dem Umzug des restlichen Teams von einem Mitarbeiter konfiguriert, aufgebaut und angeschlossen. Dabei wurden gleichzeitig die Büroräume eingerichtet, wodurch die restlichen Teammitglieder bei ihrer Ankunft eine grundlegend funktionsfähige Infrastruktur zur Verfügung hatten.

6.4.1 Methodik

Die Reisekosten wurden analog zu den Arbeits- und Reisezeiten pro Projektnummer ermittelt. Allerdings waren diese Zahlen im Nachhinein nicht mehr durch das Controlling festzustellen, so dass auf Aufzeichnungen der Projektleitung zurückgegriffen werden musste. Diese wurden basierend auf monatsweisen Informationen des Controllings gepflegt, wobei allerdings die Art und Weise der Erfassung und Darstellung nicht vollständig geklärt werden konnte. Des Weiteren ist nachträglich nicht mehr das jeweilige Reiseziel feststellbar, was zur Folge hat, dass die hier dargestellten Reisekosten und -zeiten eine Mischung aus Reisen der Nordkon-Mitarbeiter zum Standort der Westkon, zu den Standorten der Zielsysteme und zu anderen konsortialen Treffen darstellen. Deshalb sind die hier präsentierten Reisekosten lediglich als Anhaltspunkte zu betrachten.

6.4.2 Reisekosten

Die Analyse der Reisekosten (RK) lässt einen massiven Anstieg während der vier Monate der Standortzentralisation erkennen, wie in Abbildung 6.7 deutlich wird. Im August 2005 ist sogar eine Verdreifachung gegenüber dem bisherigen Höchstwert (März 2005) zu verzeichnen. Da, wie im Abschnitt 6.4.1 erwähnt, in den hier untersuchten Kosten Reisen zu unterschiedlichen Standorten enthalten sind, werden im Folgenden die ungefähren RK der Standortzentralisation berechnet.

In den Monaten Juni bis September sind insgesamt 129.000 EUR Reisekosten angefallen, wovon aber nur ein Teil durch die Standortzentralisation zu Stande gekommen ist. Neben diesem Betrag sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auch in den RK vom Oktober 2005 noch Kosten enthalten, die der Standortzentralisation zugerechnet werden müssen. Der Grund hierfür sind Reisekostenabrechnungen, die nach Erstellung der dieser Auswertung zugrunde liegenden monatlichen Reports durchgeführt wurden und so erst im Folgemonat erfasst werden. Unter der Annahme, dass die RK im Oktober eigentlich ähnlich hoch wie im November gewesen sind, wird für diese Berechnung angenommen, dass sich die „verstecken RK“ auf ca. 8.000 EUR belaufen (RK Oktober minus RK November). Somit belaufen sich die gesamten während der Standortzentralisation angefallenen RK auf 137.000 EUR.

Davon sind im nächsten Schritt die RK abzuziehen, die auch ohne eine Zentralisationsmaßnahme angefallen wären. Dafür wird angenommen, dass der Mittelwert der Monate Januar, ... , Mai, November und Dezember die durchschnittlichen RK des Jahres 2005 darstellt. Diese betragen damit ca. 10.000 EUR pro Monat und 40.000 EUR für den Zeitraum Juni bis September. Zusätzlich waren zwei Teilteams über mehrere Wochen nicht am Standort der Westkon eingesetzt. Um diese Kosten abziehen zu können, wurden die in Tabelle 6.4 dargestellten Annahmen getroffen (Kosten exklusive Umsatzsteuer).

Übernachtung	60 €
Flug, eine Person hin und zurück	185 €
Verpflegungsmehraufwand abzüglich Frühstück	78 €
RK für eine Person in einer Woche	ca. 505 €
Mietwagen für eine Woche und Kraftstoff	155 €

Tabelle 6.4: Geschätzte Kosten einer Reise zu einem Standort im Süden Deutschlands.

Vom ersten Team (Kernsystem) waren im August drei Personen für drei Wochen im Süden Deutschlands eingesetzt und eine Person für eine Woche. Weil auf Grund der geographischen Lage des Kundenstandortes ein PKW erforderlich

war, sind für das erste Teilteam RK in Höhe von ca. 5.500 EUR entstanden. Das zweite Team (Programmierer) befand sich im September mit vier Mitgliedern drei Wochen lang am gleichen Standort wie das erste Team, um die Abnahme von Komponenten vorzubereiten und durchzuführen. Dabei entstanden RK in Höhe von etwa 6.500 EUR, so dass aus den Dienstreisen der beiden Teileams RK in Höhe von 12.000 EUR resultieren. Somit müssen von der Gesamtreisekostensumme 52.000 EUR abgezogen werden, wodurch sich die Reisekosten der Standortzentralisation auf ca. 85.000 EUR belaufen.

6.4.3 Abstimmungskosten

Die bereits in Unterkapitel 5.4 angedeuteten Schwierigkeiten bei der Quantifizierung der Abstimmungskosten waren auch in der Praxis gegeben. Zwar existieren beim Facility Management der Nordkon Daten über die Gesamtdauer der pro Monat von einem Anschluss geführten Telefonate. Da diese aber nicht in digitaler Form vorliegen, wäre eine Anonymisierung durch die zuständige Mitarbeiterin nicht mit akzeptablem Aufwand möglich gewesen, so dass die Telefonkosten nicht ausgewertet werden konnten.

Generell zeigte sich jedoch, dass die Höhe der entstehenden Kosten z. B. im Vergleich zu RK sehr gering und damit eigentlich zu vernachlässigen ist. Wird jedoch angenommen, dass ein einstündiges Telefonat im Durchschnitt Kosten in Höhe von ca. 7 EUR verursacht, so ließe sich daraus auf die mit Telefonaten verbrachte Arbeitszeit schließen. Der Verbrauch von Arbeitszeit wiederum verursacht deutlich höhere Kosten pro Stunde und könnte damit auch zu höheren Abstimmungskosten beitragen. Eine Analyse des Zeitbedarfs für das Erstellen von Dokumenten und E-Mails war ebenfalls nicht möglich und erscheint – neben den datenschutzrechtlichen Bedenken – auch inhaltlich nicht sinnvoll, weil z. B. nicht zwischen der Erstellung von internen E-Mails und von V-Modell-Dokumentation unterschieden werden kann.

6.4.4 Einmalige Kosten

Wie bereits zu Beginn dieses Unterkapitels erwähnt, durften für das Arbeiten am Standort der Westkon nicht die regulären Nordkon-Arbeitsplatzrechner verwendet werden, so dass für rund 27.000 EUR 31 neue Rechner und TFT-Monitore beschafft wurden. Neben den negativen Auswirkungen auf die Kosten hatte die Anschaffung allerdings vermutlich auch einen positiven Effekt auf die Produktivität der Programmierer. Da die neuen Rechner deutlich schneller und mit mehr Hauptspeicher ausgerüstet waren als die am Heimatstandort, konnte die große Anzahl der Java-Projekte schneller kompiliert werden und auch die Arbeit

mit der speicherintensiven Softwareentwicklungsumgebung lief schneller ab. Zusätzlich haben die, wie ein Programmierer scherhaft bemerkte, „schönen TFTs“ einen zumindest kurzfristigen positiven, im Nachhinein nicht untersuchbaren Einfluss auf die Stimmung der Mitarbeiter gehabt.

Die durch den Kauf verursachten Kosten sind nicht in voller Höhe der Standortzentralisation zuzurechnen, weil einige Rechner nach Ende der Zentralisationsmaßnahme innerhalb der Nordkon weiterverkauft wurden. Außerdem hätten auch bei einer Fortsetzung der Zusammenarbeit als rein virtuelles Team veraltete Rechner ersetzt und weitere vom gesamten Team genutzte Rechner beschafft werden müssen. Die Anschaffung wurde somit nur zeitlich vorgezogen.

6.4.5 Produktivität

Ein beachtenswertes Ergebnis zeigt die Gegenüberstellung der pro Monat erstellten LOC bzw. der pro Monat erstellten Halstead-Länge mit den Arbeitszeiten der Systemerstellung (Abbildung 6.8, Tabelle 6.5 zeigt die zugehörigen Rohdaten). Dabei wird deutlich, dass im Juli und August 2005 die Produktivität der Programmierer deutlich gestiegen ist und das, obwohl im Juli bedeutend weniger Arbeitszeit geleistet wurde als im Juni. Die Produktivität ist während der zwei betrachteten Monate auf ähnlich hohe Werte wie zu Anfang des Jahres 2005 gestiegen. Ein Grund hierfür könnte in einem gesteigerten Termindruck liegen, weil Mitte Juni, Anfang August und Mitte September Zwischenversionen fertig zu stellen waren. Jedoch indizieren die Ergebnisse der Softwaremetriken, dass sauber gearbeitet wurde, was i. d. R. bei Arbeit unter Zeitdruck nicht zu beobachten ist. Außerdem ist im Juni (also vor der ersten und zweiten Zwischenversion) sogar ein Rückgang der Produktivität zu verzeichnen. Damit ist die Produktivitätssteigerung ein signifikanter Hinweis auf den Erfolg der Standortzentralisation, weil das Ziel der Beschleunigung der Entwicklungsgeschwindigkeit eindeutig erreicht wurde.

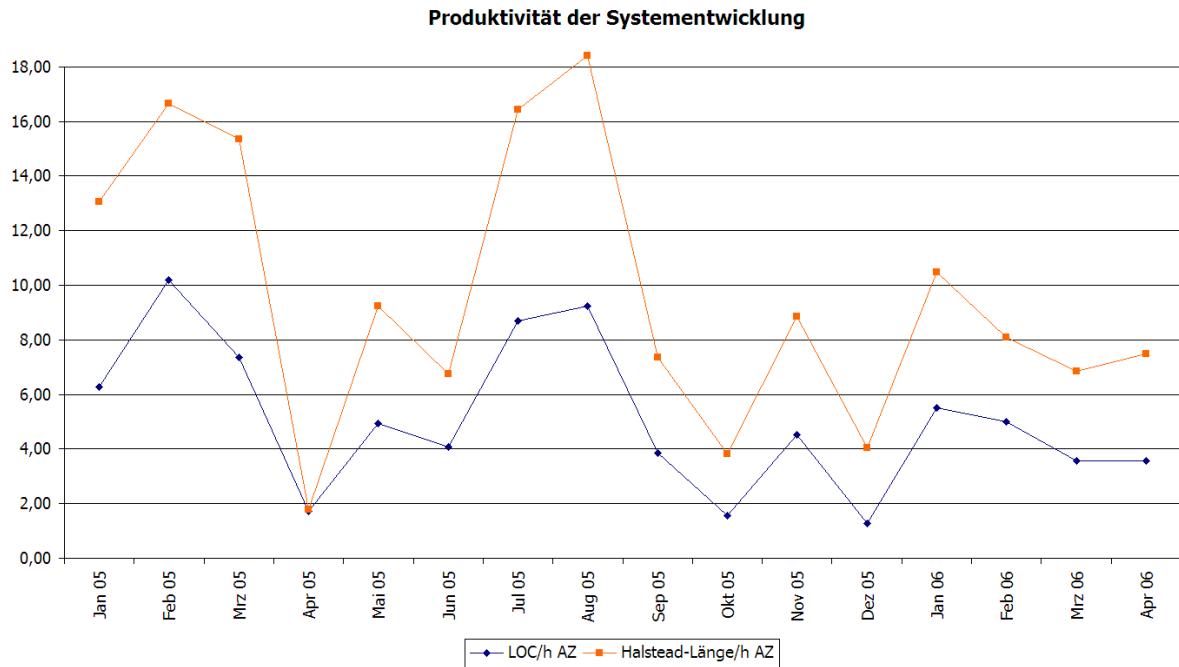


Abbildung 6.8: Produktivität der Systementwicklung.

Das Diagramm zeigt ebenfalls, dass sich im April 2005 die Produktivität massiv verschlechtert hat, obwohl in April neun Prozent mehr Stunden geleistet wurden als im März. Im Mai hingegen stieg die Produktivität – je nach Metrik – wieder um das Eineinhalb- bis Vierfache an. Diese detaillierte Analyse der pro Monat produzierten LOC unterstützt die in Abschnitt 6.1.2 beobachtete Stagnation in der Entwicklung des Quelltextes zu Beginn der Zentralisationsmaßnahme.

Monat	AZ System-entwicklung	LOC im Monat	Δ HL im Monat
Januar 2005	2.639,75	16.588	34.493
Februar 2005	2.778,25	28.279	46.242
März 2005	2.300,75	16.921	35.286
April 2005	2.506,75	4.331	4.507
Mai 2005	2.218,75	10.951	20.479
Juni 2005	2.512,42	10.281	16.989
Juli 2005	2.069,5	18.009	34.009
August 2005	2.362,50	21.782	43.494
September 2005	2.240,5	8.608	16.516
Oktober 2005	1.577,75	2.483	6.043
November 2005	1.941,5	8.798	17.201
Dezember 2005	1.324,75	1.708	5.351
Januar 2006	1.399,5	7.713	14.645
Februar 2006	1.375	6.893	11.124
März 2006	1.382,5	4.932	9.451
April 2006	1.035	3.694	7.743

Tabelle 6.5: Rohdaten der Produktivitätsanalyse.

Der Produktivitätsrückgang im Juni lässt sich durch den festgestellten Stillstand in den ersten Wochen der Zentralisationsmaßnahme und die Konzentration auf die Beseitigung bis dahin vorhandener Fehler erklären. Der starke Rückgang im September ist u. a. in der in Abschnitt 6.4.2 beschriebenen Abwesenheit eines Teilteams begründet. Die Restarbeiten für die Lieferung der ersten Realisierungsstufe haben den deutlichen Anstieg im November bewirkt.¹⁴⁹

6.4.6 Kosten pro Quelltexteinheit

Für die Berechnung der Kosten pro Quelltextzeile bzw. pro Halstead-Länge (im Folgenden als Kosten pro Quelltexteinheit bezeichnet) wurde die geleistete Gesamtarbeitszeit pro Monat in der Systemerstellung mit einem Stundensatz von 90 EUR bewertet. Summiert mit den entsprechenden RK wurden diese Kosten jeweils durch die bereits im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Monatswerte der LOC bzw. Halstead-Länge dividiert. Die Kosten der neuen Rechner werden aus den in Abschnitt 6.4.4 genannten Gründen hier nicht beachtet. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Abbildung 6.9 dargestellt.

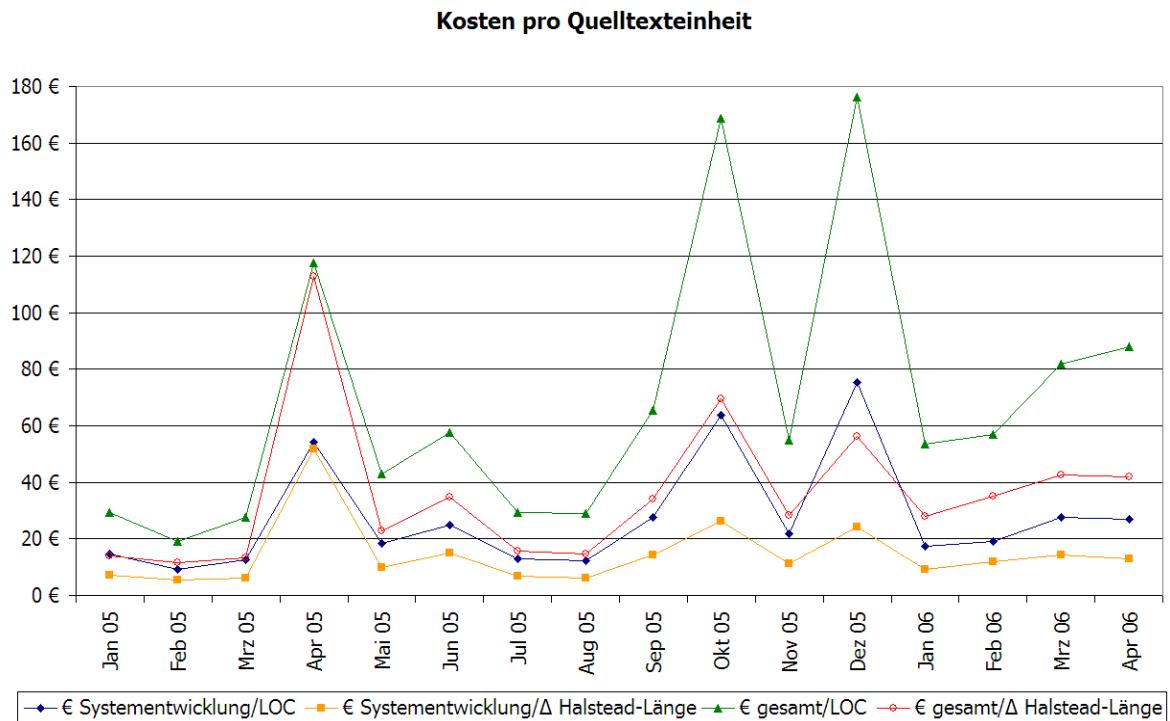


Abbildung 6.9: Übersicht der Kosten pro Quelltexteinheit.

Die Entwicklung der Kosten zeigt, dass sich in den Monaten Juli und August die Kosten pro Quelltexteinheit trotz der weitgehend zusätzlich geleisteten RZ und dem starken Anstieg der RK auf dem gleichen Niveau befunden haben wie in den ersten Monaten des Jahres 2005. In den Monaten Juni und September ist zwar eine ungefähre Verdopplung der Kosten zu beobachten, die allerdings im Kontext

¹⁴⁹ Vgl. Unterkapitel 6.3.

betrachtet werden sollte: Einerseits sind durch die Stagnation in der Weiterentwicklung des Quelltextes in den Monaten April und Mai schon bereits dort z. T. deutlich höhere Kosten als zu Jahresbeginn zu verzeichnen. Die in Abschnitt 6.1.2 genannten möglichen Gründe für eine Stagnation in der Softwareentwicklung sollten hier ebenfalls in Betracht gezogen werden. Andererseits bewegen sich nach Ende der Standortzentralisation und mit Beginn der Abnahmephase die Kosten pro Quelltexteinheit generell auf einem z. T. deutlich höheren Niveau. Außerdem sind in den für die Berechnung verwendeten Reisekosten auch Kosten für nicht der Standortzentralisation zuzurechnende Dienstreisen enthalten, die die Kosten pro Quelltexteinheit steigern.

Die beiden Kurven der ebenfalls in Abbildung 6.9 dargestellten Gesamtkosten pro Quelltexteinheit besitzen im Mittel eine stärkere Steigung als die beiden im vorhergehenden Absatz diskutierten Kurven. Diese Beobachtung unterstreicht die Ergebnisse aus Abschnitt 6.3, dass gegen Projektende die Aufwände in der Systementwicklung zurückgehen und übergreifende Themen vermehrt an Bedeutung und somit an Umfang gewinnen.

Für die hier untersuchte Standortzentralisation von zwei Teams aus in relativer geographischer Nähe zueinander liegenden Standorten wird durch diese Auswertung deutlich, dass für die Systementwicklung die im vorhergehenden Abschnitt festgestellte Produktivitätssteigerung die entstandenen Mehrkosten im Vergleich zu verteilter Softwareentwicklung ausgleicht. Es kann anhand des vorhandenen Datenmaterials allerdings nicht geprüft werden, ob diese Aussage auch für die beiden anderen Themengebiete und die Westkon zutrifft.

6.5 Auswertung weiterer Projektparameter

Die in diesem Unterkapitel beschriebenen PM- und Abnahmestatistiken beschreiben im Gegensatz zu den vorhergehenden Analysen nicht direkte Auswirkungen der Standortzentralisation. Dennoch sind sie wesentliche Parameter zur Beschreibung des Projektzustandes und liefern wertvolle Einsichten für die langfristige Beurteilung der Zentralisationsmaßnahme. Für das Verständnis der im Folgenden dargestellten Auswertungen sei erwähnt, dass die Westun zwei Arten von Software für das Projekt Gamma entwickelt: Neben den regulären Java-Komponenten schreibt die Westun auch ein Programm namens BTW, das nur einzelne Abhängigkeiten vom Rest des Systems Gamma besitzt und somit weitgehend autonom entwickelt werden kann.

6.5.1 Problemmeldungen

Die Darstellung und die Analyse der im Abschnitt 5.5.1 beschriebenen Problemmeldungen werden in diesem Abschnitt vorgenommen.

6.5.1.1 Methodik

Im Gegensatz zum KM-System lässt sich das PM-System nicht so konfigurieren, dass es nur den Stand der Problemmeldungen an einem bestimmten Zeitpunkt in der Vergangenheit anzeigt. Deshalb wurden die hier präsentierten Daten durch Auswertung der Protokolle der wöchentlichen Projektleitungssitzungen gewonnen. Allerdings war das PM-System in den Monaten Juni und Juli 2005 grundlegend überarbeitet worden, so dass erst ab diesem Zeitpunkt Daten vorliegen. Weil die Daten pro Unternehmen zusammengefasst sind, hätten nur Fehlerdichten über alle Komponenten hinweg berechnet werden können. Da diese keine gehaltvollen Aussagen ermöglichen, wurde auf die Berechnung verzichtet.

Um aussagekräftige und übersichtliche Grafiken zu erhalten, wurden die fünf in Abschnitt 5.5.1 vorgestellten PM-Status zu zweien verdichtet. Die Kategorien *erledigt ohne Fehlercharakter* und *abgenommen* wurden zum Status *erledigt* zusammengefasst. Außerdem wurde angenommen, dass 90 Prozent der sich *im Retest* befindenden Problemmeldungen ebenfalls als erledigt zu betrachten sind. Die restlichen 10 Prozent sowie die Kategorien *in der Realisierung* und *in der Bewertung* bilden den neuen Status *offen*. Die Rohdaten und die aggregierten Daten befinden sich im Anhang C.

In Abbildung 6.10 ist die Entwicklung der PM der Teilnehmer an der Standortzentralisation dargestellt und Abbildung 6.11 zeigt die Entwicklung der restlichen Unternehmen, wobei jeweils für die Berechnung des Durchschnitts die Gesamtzahl der betrachteten PM (also z. B. in Abbildung 6.10 die PM der Nordkon, Westkon und Nordun) als Nenner gewählt wurde. Bei der Durchschnittsberechnung der Unternehmen, die nicht an der Standortzentralisation teilgenommen haben, wurden die Softwareanteile der Südkon nicht berücksichtigt: Einerseits sind sie vom Umfang her nicht mit den anderen Komponenten vergleichbar, weil nur ein Programmierer damit befasst war. Andererseits werden sie bereits seit Projektbeginn entwickelt und können deswegen als bereits ausgereift angesehen werden.

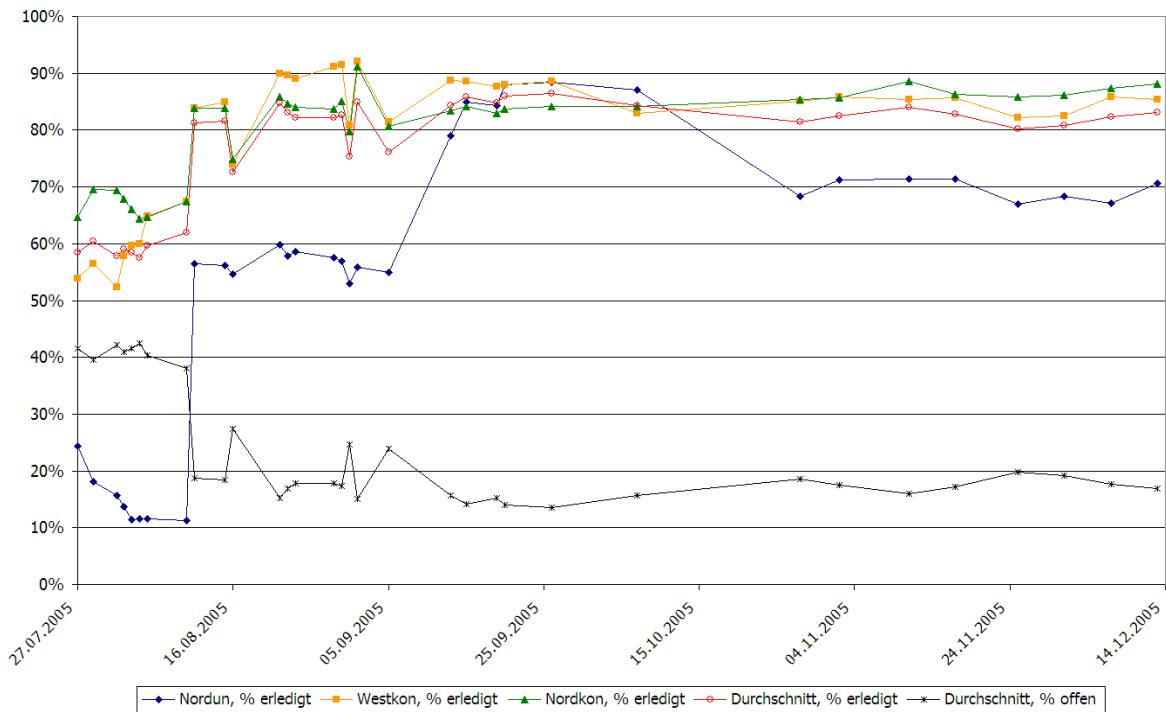


Abbildung 6.10: PM-Status der Zentralisationsteilnehmer.

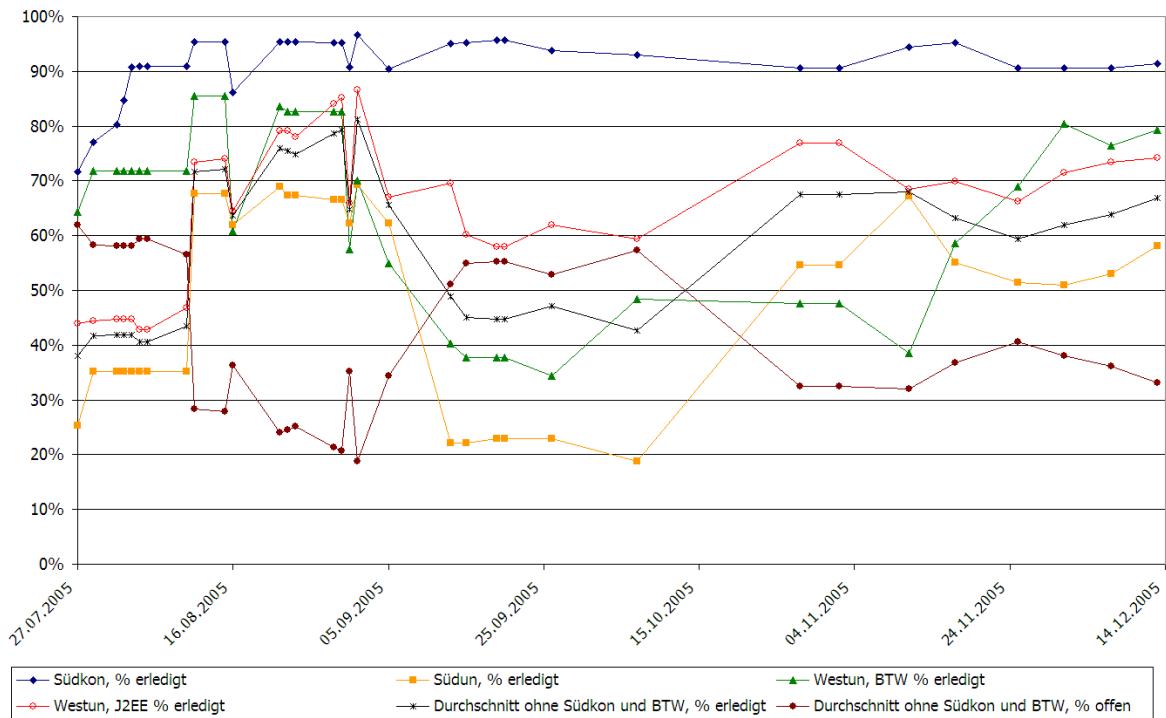


Abbildung 6.11: PM-Status bei durchgängig verteilter Softwareentwicklung.

6.5.1.2 Analyse

Bei der Betrachtung der Abbildungen wird deutlich, dass die Teilnehmer an der Standortzentralisation bereits sehr früh hohe Anteile erledigter Problemmeldungen hatten. Neben der direkten Zusammenarbeit der betroffenen Mitarbeiter waren die neu eingeführten täglichen Besprechungen zur Bewertung

und Priorisierung der Fehler eine weitere Ursache. Durch die Einbeziehung der betroffenen Teilprojektleiter wurden die Problemmeldungen anschließend mit der erforderlichen Dringlichkeit behoben. Die auffällige, deutliche Veränderung des Kurvenverlaufes im August 2005 kommt dadurch zustande, dass bis dahin bestimmte Fehler durch ein Missverständnis bei der Abfrage des PM-Systems nicht ausgewertet wurden.

Bis auf die Ergebnisse der Südkon (die wie oben erwähnt nicht berücksichtigt werden sollten) zeigt die Entwicklung der PM-Status von Südun und Westun, das die Unternehmen, die nicht an der Standortzentralisation teilgenommen haben, selbst gegen Jahresende noch nicht die Werte erreicht haben, die von den beiden „echten“ Teilnehmern bereits im September erreicht wurden. Die „unechte“ Zentralisationsteilnehmerin Nordun¹⁵⁰ hat gegen Ende 2005 ähnlich schlechte Ergebnisse erreicht wie die Südun und Westun. Das Abschneiden der Nordun liegt zum einen am frühen Entwicklungsstadium der Software¹⁵¹ und an in dieser Projektphase bereits vermehrt durchgeführten Tests. Andererseits wurde ab Oktober deutlich, dass im Konsortium ein grundlegend unterschiedliches Verständnis zu den Anforderungen an die Komponenten der Nordun existiert, welches auch trotz intensiver Diskussionen nicht geklärt werden konnte und so zu vermehrten Problemmeldungen führte. Auch bei der Südun ist die geringe Fehlerbehebungsquote einerseits auf das durch die Softwaremetriken indizierte frühere Entwicklungsstadium der Software zurückzuführen. Andererseits wurde aber weiterhin von der Südun versucht, per E-Mail die Schnittstellenprobleme zu klären, die zwischen ihren Komponenten und denen aus anderen Standorten existierten. Der Misserfolg dieser Bemühungen ist deutlich den Ergebnissen des folgenden Abschnitts zu entnehmen. Hingegen haben Programmierer der Westun bei Bedarf für kurze Zeit am gemeinsamen Standort gearbeitet, was durch die höheren Anteile erledigter Problemmeldungen deutlich wird.

6.5.2 Abnahmen durch den Auftraggeber

Im Folgenden werden die Ergebnisse der in Abschnitt 5.5.2 erläuterten Abnahmen beschrieben und analysiert.

6.5.2.1 Methodik

Die in Tabelle 6.6 präsentierten Daten wurden vom Qualitätsmanager des Projektes Gamma zur Verfügung gestellt und spiegeln den Stand der Abnahmen vom 24. März 2006 wider. Um die Darstellung zu vereinfachen, wurden alle

150 Vgl. Abschnitt 6.1.3.

151 Vgl. Abschnitt 6.1.3.

Restpunktklassen zusammengefasst. Beträgt die Summe der abgenommenen und noch offenen Prüffälle nicht 100 Prozent, wurden bestimmte Prüffälle noch nicht durchgeführt. Ursachen hierfür sind, dass diese Prüffälle vom Unternehmen abgemeldet wurden oder auf Grund von Abhängigkeiten von anderen, noch offenen Prüffällen nicht durchgeführt werden konnten.

Unternehmen	Anzahl Prüffälle	abgenommene Prüffälle	offene Prüffälle	Nicht OK im Freihandtest	Restpunkte
Nordkon	121	94%	2%	1	6
Südkon	67	100%	0%	1	1
Westkon	71	90%	10%	1	3
Nordun	81	21%	53%	0	17
Südun	72	38%	50%	0	7
Westun, BTW	19	68%	0%	0	6
Westun, J2EE-Anteile	97	66%	19%	7	22

Tabelle 6.6: Ergebnisse der Abnahmen (Stand: März 2006).

6.5.2.2 Analyse

Die Ergebnisse der Abnahmen durch den Auftraggeber zeigen, dass die Nordkon, Westkon und Südkon ihre Anteile an der ersten Realisierungsstufe weitestgehend fertig gestellt haben, wobei auf Grund der o. g. Besonderheiten die Südkon nicht als typischer Vertreter verteilter Softwareentwicklung betrachtet werden kann. Die Unterauftragnehmer hingegen haben ihre Komponenten nicht anforderungs- und termingerecht fertig gestellt. Eine Ausnahme bildet hierbei das Programm BTW, das auf Grund seiner selbständigen Lauffähigkeit und der nur sehr geringen Abhängigkeit von den anderen Komponenten fast bis zur vollständigen Einsatzreife an nur einem Standort entwickelt werden konnte. Außerdem muss die geringe Anzahl der abgenommenen Prüffälle in den J2EE-Anteilen der Westun differenziert betrachtet werden, weil diese Komponenten teilweise stark von den noch nicht einsatzfähigen Komponenten der Nordun abhängen und deswegen noch nicht durchgeführt werden können. Darüber hinaus sind aber zusätzlich Fehler an den Schnittstellen zu anderen Komponenten aufgetreten. Die nur sporadische Anwesenheit einzelner Programmierer der Westun am gemeinsamen Standort war somit nicht ausreichend für eine erfolgreiche Fertigstellung der Komponenten.

Allerdings hat die Westun ein deutlich besseres Ergebnis erzielt als die Südun, die überhaupt nicht an der Standortzentralisation teilgenommen hat. Letzteres ist zwar nur eine mögliche Ursache, aber in Anbetracht des guten Abschneidens der Nordkon und Westkon ist von einem wesentlichen Einfluss auszugehen. In diesem Zusammenhang dürfen – wie schon bei den Problemmeldungen – die

Ergebnisse der Nordun nicht als beispielhaft für eine Standortzentralisation betrachtet werden, weil eine effektive Zusammenarbeit durch den Nordun-Projektleiter abgelehnt wurde.

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse der Abnahmen, dass die Nordkon und Westkon als aktive Teilnehmer an der Standortzentralisation das Hauptzentralisationsziel der Termineinhaltung zu über 90 Prozent erreicht haben. Zwar lässt sich anhand der hier ausgewerteten Daten keine eindeutige Aussage über die Ursache treffen, doch in Verbindung mit den vergleichsweise positiven Ergebnissen der Westun können die hier präsentierten Annahmen als deutliche Hinweise auf den Erfolg der Standortzentralisation gewertet werden.

6.6 Abschließende Beurteilung der untersuchten Standortzentralisation

Anschließend an die vorangegangene Auswertung des Datenmaterials wird im Folgenden untersucht, ob die im Vorfeld der Standortzentralisation definierten Ziele erreicht wurden. So war das Hauptziel der untersuchten Standortzentralisation eine Verbesserung der Termineinhaltung im gesamten Projekt. Dieses vorrangige Ziel konnte nicht erreicht werden, weil – wie im Abschnitt 6.5.2 dargestellt – nur die Nordkon, Westkon und Südkon weitestgehend ihre Anteile termingerecht fertig gestellt haben.

Das Unterziel der Beschleunigung der Entwicklung wurde für die Komponenten der Nordkon erreicht, wie die drastische Anstiege sowohl in der Entwicklung der Softwaremetriken als auch der Produktivität zeigen. Wie bereits erwähnt¹⁵², lag die erhöhte Entwicklungsgeschwindigkeit vermutlich an der Möglichkeit, die Interaktion am gemeinsamen Standort effektiver und effizienter zu gestalten, so dass Probleme schneller gelöst werden konnten. Dies war ein weiteres Unterziel der Standortzentralisation, dessen Erreichung allerdings nur indirekt über die eben erwähnte Geschwindigkeitssteigerung nachgewiesen werden kann. Denn aus den Ergebnissen des für die Erfassung der verbesserten Kommunikation durchgeföhrten TKI lassen sich keine tragfähigen Aussagen gewinnen, die einen validen Vergleich zwischen dem Kommunikationsverhalten während und nach der Standortzentralisation ermöglichen. Jedoch kann angenommen werden, dass auf Grund der unterdurchschnittlichen Ergebnisse in beiden Befragungen das Unterziel des unternehmensübergreifenden „Teams“¹⁵³ nicht erreicht wurde. Aus dem vorliegenden Datenmaterial lässt sich nicht schließen, ob das Ziel des gegenseitigen fachlichen und persönlichen

152 Vgl. Abschnitte 6.1.2 und 6.4.5.

153 Im umgangssprachlichen Sinne einer Mannschaft oder eines Sportteams.

Kennenlernens erreicht wurde. Nach informellen Äußerungen ist jedoch dieses Ziel zumindest im Hinblick auf eine verbesserte Einschätzung der fachlichen Fähigkeiten und eine vertiefte Kenntnis der Unternehmenskulturen der Westkon und Nordun erreicht worden.

Die Erreichung der auf Projektleitungsebene beiden gestellten Unterziele der Verkürzung von Entscheidungsprozessen und der Verbesserung der Koordination kann durch die verwendeten Methoden nicht nachgewiesen werden. Indirekt darf jedoch aus den Ergebnissen der PM-Statistiken – die für alle Teilnehmer der Standortzentralisation eine höhere Fehlerbehebungsquote zeigen – geschlossen werden, dass die Unterziele erreicht wurden. Ein weiteres Indiz sind die täglichen Meetings zur Bewertung und Priorisierung der Problemmeldungen, die zwar nicht per se, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit zu verbesserter Koordination beigetragen haben.

Ein unerwartetes, aber positives Ergebnis zeigte der Vergleich der Systemerstellungskosten pro Quelltexteinheit während der Standortzentralisation mit denen zu Jahresbeginn. Hierbei stellte sich heraus, dass die durch die Zentralisationsmaßnahme verursachten Reisekosten sowie die zusätzlich geleistete Arbeitszeit (bzw. der Verlust von Arbeits- durch Reisezeit) durch die Produktivitätssteigerung ausgeglichen werden konnte. Befürchtungen, die von einem massiv negativen Einfluss auf die Kostensituation des Projektes ausgehen, können damit relativiert werden.

Aus den vorhergehenden Unterkapiteln kann ebenfalls geschlossen werden, dass die Ergebnisse der Unternehmen, die nicht an der Standortzentralisation teilgenommen haben, deutlich schlechter waren als die der Zentralisationsteilnehmer. Die hier durchgeführte Untersuchung konnte aber nicht abschließend zeigen, ob die Nichtteilnahme an der Zentralisationsmaßnahme oder andere Gründe, wie z. B. eine nicht hinreichende fachliche Qualifikation der Unternehmen, Ursache für die z. T. unzureichenden Leistungen sind.

Allerdings können die im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeföhrten Analysen das Zitat „Ich glaube schon, dass es uns etwas gebracht hat und anderen nicht geschadet hätte.“¹⁵⁴ mit aussagekräftigen Fakten belegen und somit empirisch bestätigen. Die Auswertungen zeigen, dass bei den Zentralisationsteilnehmern

- die Softwareentwicklung signifikant beschleunigt wurde,

¹⁵⁴ Teilprojektleiter für die Komponenten der Nordkon.

- die dabei verursachten Kosten durch die Produktivitätssteigerung weitgehend ausgeglichen,
- die Abnahmen erreicht und
- der Zeitplan eingehalten wurden.

Es bleibt an dieser Stelle somit festzuhalten, dass im untersuchten Fall die Entscheidung, eine Standortzentralisation durchzuführen, richtig und zielführend war: Die Zentralisationsmaßnahme hat ihr Hauptziel erreicht und sich auch langfristig deutlich positiv auf die Projektsituation der beteiligten Unternehmen ausgewirkt.

To be, or not to be: that is the question

William Shakespeare

7 Handlungsempfehlung

Die in dieser Arbeit untersuchte Entscheidung, eine Standortzentralisation durchzuführen, hat sich wie im vorhergehenden Kapitel gezeigt als für das Projekt förderlich erwiesen. Angesichts des Trends zur Softwareentwicklung durch virtuelle Teams wird auch in Zukunft Kommunikationsbedarf für die Behebung von Problemen bei der Integration von Software bestehen. Für eine erfolgreiche Integration muss nicht notwendigerweise eine Standortzentralisation stattfinden, sondern sie kann auch durch ein virtuelles Team durchgeführt werden.¹⁵⁵ Doch gerade bei Individualentwicklungen mit festen Terminvorgaben kann eine Standortzentralisation notwendig sein. So werden auch zukünftig Entscheidungen, ob und wann in einer fortgeschrittenen Projektphase eine Standortzentralisation durchgeführt werden soll, von Projektleitungen zu treffen sein. Zur Unterstützung solcher Entscheidungen wird im folgenden Unterkapitel ein Modell erläutert, das die Entscheidungsfindung rationalisieren soll. Im Anschluss werden Empfehlungen für das Projektmanagement von virtuellen Teams und die Durchführung von Standortzentralisationen gegeben.

7.1 Vorstellung des Entscheidungsmodell

Zur Unterstützung von Entscheidungen über die Standortzentralisation von virtuellen Teams in der Softwareentwicklung wurde das in Abbildung 7.1 dargestellte Modell entwickelt. Im Rahmen der ersten Stufe des Modells wird aus den Perspektiven der Systemerstellung, des Projektcontrollings sowie der Projektleitung und Querschnittsthemen geprüft, ob eine Notwendigkeit für eine Standortzentralisation besteht. Fällt diese Überprüfung positiv aus, werden in der zweiten Stufe die finanziellen Auswirkungen der Entscheidungsalternativen und verschiedene qualitative Faktoren betrachtet. Die Ergebnisse dieser Beurteilungen dienen als Entscheidungsgrundlage für eine Besprechung zwischen den

¹⁵⁵ Als Beispiel lassen sich hier der Linux-Kernel und weitere Open-Source-Software anführen.

Entscheidungsträgern, in der eine für alle Seiten sinnvolle und akzeptable Lösung gefunden werden soll.

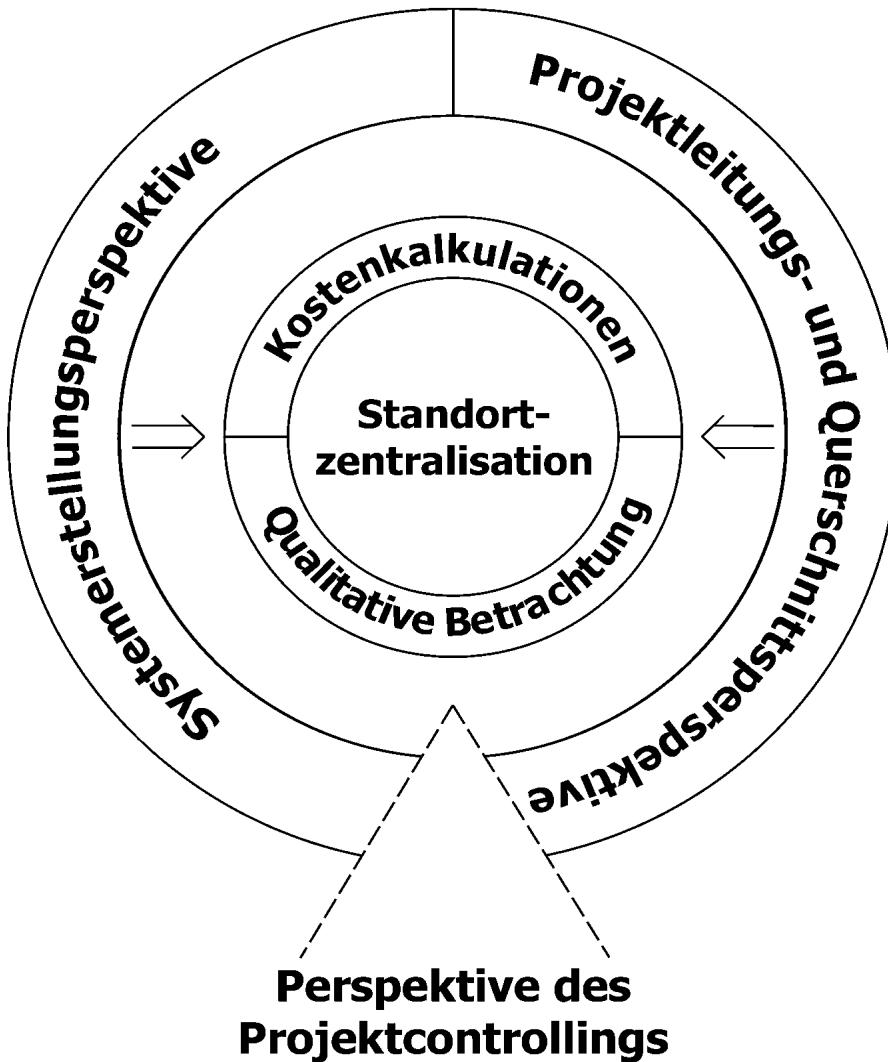


Abbildung 7.1: Modell für Entscheidungen über Standortzentralisationen.

Das zweistufige Verfahren hat den Vorteil, dass auf der ersten Stufe einerseits die fachliche Notwendigkeit frei von wirtschaftlichen Gesichtspunkten beurteilt werden kann. Andererseits lassen sich die dafür notwendigen Indikatoren leicht erheben, so dass im Falle fehlender fachlicher Notwendigkeit die aufwändigen Kalkulationen der zweiten Stufe nicht durchgeführt werden müssen.

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte zur Entscheidungsfindung detailliert erläutert. Zur Vereinfachung ist dabei die Verwendung des Modells aus Sicht nur eines Standortes beschrieben. In der praktischen Anwendung muss das Modell aus Sicht aller Standorte angewendet werden, damit ggf. konträre Urteile zur Standortzentralisation aufgedeckt werden.¹⁵⁶

¹⁵⁶ Es ist denkbar, dass die Entwicklung am Standort A weiter vorangeschritten ist als am Standort B. In einer derartigen Situation könnte eine Zentralisationsmaßnahme den Entwicklungsfortschritt von A behindern und so ggf. zu weiteren Verzögerungen führen. In solch einem Fall wäre bspw. ein gewisser Aufschub der Standortzentralisation angebracht.

7.1.1 Überprüfung der Notwendigkeit einer Standortzentralisation

Falls die im Folgenden beschriebenen Evaluierungen der drei Perspektiven keine Notwendigkeit für eine Standortzentralisation aufzeigen, sollte die Überprüfung dennoch in regelmäßigen zeitlichen Abständen wiederholt werden, weil sich der Status der Indikatoren im weiteren Verlauf des Projektes ändern kann. Hierfür scheint bei regulären Projekten eine monatliche und bei zeitkritischen Projekten eine zweiwöchentliche Wiederholung angemessen zu sein.

7.1.1.1 Perspektive der Systemerstellung

Ziel dieser Perspektive ist es, die Notwendigkeit einer Standortzentralisation aus Sicht der Systementwicklung zu beurteilen. An dieser Stelle wird nicht der Begriff Softwareentwicklung benutzt, um auch die Notwendigkeit zur Zentralisation z. B. im Bereich nicht selbst erstellter Software wie dem verwendeten Betriebssystem oder der Datenbanksoftware erfassen zu können. Weil die zu erstellende Dokumentation nicht durch die Indikatoren erfasst werden kann, wird sie für die Beurteilung der Zentralisationsnotwendigkeit im Widerspruch zur in Unterkapitel 4.1 genannten Definition nicht als Bestandteil der Software betrachtet. Die Untersuchung erfolgt stattdessen erst im nächsten Modellteil.

Für die aktuell betrachtete Evaluierung werden vier fachliche Indikatoren daraufhin beurteilt, ob für das betrachtete Projekt eine vollständige, eine teilweise oder keine Standortzentralisation notwendig ist. Diese Indikatoren sind Softwaremetriken ähnlich, denn auch sie erfassen jeweils nur einen bestimmten Ausschnitt der Realität. Um einen zuverlässigen Gesamteindruck über die Notwendigkeit der Zentralisation zu erhalten, gilt es demnach, verschiedene Indikatoren zu betrachten. Damit eine solche Notwendigkeit besteht, müssen mehrere Indikatoren positiv evaluiert werden.

7.1.1.1.1 Vorstellung der Indikatoren

Beim ersten Indikator handelt es sich um **Softwaremetriken**, insbesondere die *Halstead-Länge*, LOC, NOC und WMC. Bei der Halstead-Länge und den LOC sollte zur Ergänzung der Übersichtsdiagramme auch eine vergleichende Betrachtung der jeweils pro Monat produzierten Anzahl erfolgen.¹⁵⁷ Ist die Software inhaltlich noch nicht fertig gestellt und ist über mehrere Wochen eine direkte Stagnation¹⁵⁸ erkennbar, so ist dies ein deutlicher Hinweis auf Komplikationen: obwohl die

¹⁵⁷ Vgl. Abschnitt 6.4.5.

¹⁵⁸ Indirekte Stagnationen entstehen z. B. durch Tests, durch Abwesenheit von Mitarbeitern auf Grund von Urlaub bzw. Krankheit oder durch Versetzungen.

Entwicklung vorangehen sollte, erzielen die Programmierer keine Fortschritte. Eine Ursache hierfür können Abstimmungsschwierigkeiten zwischen Standorten sein. Zusätzlich sollte pro Komponente die Fehlerdichte ausgewertet werden. Die Überschreitung projektspezifischer Grenzwerte bei einer Mehrzahl der Komponenten ist dann ein weiterer Hinweis auf eine Zentralisationsnotwendigkeit. Insgesamt wird der Indikator Softwaremetriken bei einer direkten Stagnation über zwei oder drei Wochen bzw. beim Vorliegen festzulegender Fehlerdichten positiv evaluiert.¹⁵⁹

Für die Erfassung von Softwaremetriken sind im Wesentlichen zwei Vorgehensweisen möglich. Eine Option ist die kontinuierliche Erfassung der Metriken, so dass der Projektleitung ständig eine aktuelle Übersicht zum Status des Quelltextes vorliegt. Diese Übersicht kann auch für andere Zwecke, wie z. B. für die permanente Beurteilung der Qualität des Quelltextes eingesetzt werden. Bei falscher Anwendung kann diese Vorgehensweise allerdings den Nachteil haben, dass die Programmierer z. B. zwanghaft Quelltextzeilen produzieren und evtl. auch versuchen, die Metriken „auszutricksen“. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird solch ein Vorgehen die aus den Metriken gewonnenen Aussagen verfälschen. Die zweite Vorgehensweise ist die Erfassung der Metriken bei Bedarf, so dass die Aussagen der Metriken unverfälscht bleiben.

Ein weiterer Indikator ist die durchschnittliche **Fehlerbehebungsdauer**. Neben der Verzögerung durch standortübergreifende Kommunikation kann eine lange Fehlerbehebungsdauer allerdings auch andere Ursachen haben, wie z. B. ein nicht einheitliches Verständnis einer Anforderung zwischen dem Auftraggeber und dem Kunden. Dennoch können in der betrachteten fortgeschrittenen Projektphase Abstimmungsprobleme zwischen den Standorten als die wesentliche Ursache angenommen werden. Als Empfehlung für den zur positiven Evaluierung kritischen Schwellenwert wird hier eine durchschnittliche Fehlerbehebungsdauer von zwei Wochen gegeben, welche allerdings noch einer empirischen Validierung bedarf.

Die **Fehlerart** der erfassten Probleme ist ebenfalls ein Indikator für die Notwendigkeit einer Standortzentralisation. Für den hier betrachteten Zweck wird angenommen, dass sich die aufgetretenen Fehler drei Kategorien zuordnen lassen: Fehler innerhalb der Komponenten, Fehler an Schnittstellen zwischen Komponenten und Fehler, die im Gesamtsystem in der Wechselwirkung zwischen Komponenten auftreten. Wird von der Projektleitung festgestellt, dass sich die Verteilung der Fehler zur zweiten und dritten Kategorie hin verlagert, ist dies ein Hinweis darauf, dass hoher Abstimmungsbedarf zwischen den für die jeweiligen

¹⁵⁹ Diese Empfehlung basiert auf den im Unterkapitel 6.1 beschriebenen Erfahrungen aus dem Projekt Gamma.

Komponenten zuständigen Teilteams besteht. Ein räumliches Zusammenziehen der betroffenen (Teil-)Teams kann also angebracht sein. Sollten über 50 Prozent der Fehler in den beiden höheren Kategorien liegen, wird dieser Indikator positiv evaluiert und indiziert eine Zentralisationsnotwendigkeit, wobei auch dieser Wert noch empirisch validiert werden muss.

Für die Kategorisierung der Fehler sind verschiedene Methoden denkbar. Eine Möglichkeit ist die Kategorisierung schon bei der Erfassung, was allerdings mit der Schwierigkeit verbunden ist, dass die Tester das System als Ganzes i. d. R. nicht überblicken. Die deutlich bessere Möglichkeit bieten (zwei-)wöchentliche Treffen, an denen die Teilprojektverantwortlichen, die Entwicklungsleitung (sofern im Projekt vorhanden) und ggf. die Projektleitung teilnehmen. Von diesem Gremium ist anzunehmen, dass es das notwendige Verständnis für das Gesamtsystem besitzt und objektive Kategorisierungen vornimmt. Zur Verbesserung der Entscheidungsqualität können sich die Teilnehmer hierbei z. B. durch Auditoren beraten lassen.

Rein qualitativer Natur ist der Indikator „**subjektive Abstimmungsaufwände**“. Wie in Abschnitt 6.4.3 dargestellt, lassen sich die Abstimmungskosten nicht belegbar quantifizieren, sind aber bei dezentraler Zusammenarbeit ein wesentlicher Kostenfaktor. Um sie dennoch zu erfassen, können mehrere Methoden benutzt werden. Die Mitarbeiter aus der Systementwicklung – insbesondere solche, die standortübergreifend kommunizieren – können befragt werden, wie viel Zeit sie mit der Abstimmung von standortübergreifenden Fragen verbringen, wie oft sie dabei Ansprechpartner nicht erreichen, und ob eine gemeinsame Anwesenheit die Situation verbessern würde. Dazu gehört auch die Beurteilung der Zweckmäßigkeit von stattfindenden Telefon- und Videokonferenzen. Hierbei ist zu klären, ob die Beteiligten „aneinander vorbei kommunizieren“, weil z. B. während der Gespräche zu viel Zeit mit der Erläuterung von Problemen verbracht wird, die an einem gemeinsamen Standort sehr schnell und präzise zu klären wären. Außerdem können die Häufigkeit und der Erfolg der Dienstreisen, die bereits zur Klärung von standortübergreifenden technischen Problemen unternommen wurden, betrachtet werden: Ist der Erfolg im Allgemeinen gegeben, lassen sich somit die Probleme durch persönliche Anwesenheit lösen, was eine Zentralisationsnotwendigkeit anzeigt. Auf Grund der qualitativen Natur dieses Indikators lässt sich kein Schwellenwert für seine positive Evaluierung festlegen.

7.1.1.2 Analyse möglicher Indikatorkonstellationen

Eine Notwendigkeit für eine Standortzentralisation liegt vor, wenn die Evaluierung von mindestens drei Indikatoren positiv ausfällt. Ein einzelner

Indikator besitzt wie bereits erwähnt für sich alleine betrachtet nicht genügend Aussagekraft, um für eine so weit reichende Maßnahme entscheidend zu sein. Außerdem lassen sich die Aussagen der Indikatoren jeweils durch die negativen Beurteilungsergebnisse der anderen drei Indikatoren entkräften. Fällt bspw. ausschließlich die Evaluierung des Indikators Softwaremetriken positiv aus, wird hier zwar eine Stagnation festgestellt. Die negative Evaluierung der anderen Indikatoren zeigt jedoch, dass auftretende Fehler nur die Interna der Komponenten betreffen, sie zudem schnell behoben werden und auch die betroffenen Mitarbeiter sehen keine Notwendigkeit für einen gemeinsamen Entwicklungsstandort. Ähnliche Argumentationsketten lassen sich für die anderen drei Indikatoren finden.

Die Tabelle 7.1 zeigt stichwortartig die Gründe, warum auch zwei Indikatoren noch nicht auf eine Notwendigkeit zur Standortzentralisation hindeuten. Die Spalten- und Zeilenbeschriftungen geben an, welche Indikatoren positiv evaluiert wurden und im Schnittpunkt ist der Grund aufgeführt, warum dennoch keine Zentralisationsmaßnahme stattfinden sollte.

	Softwaremetriken	Fehlerbehebungsdauer	Fehlerart
Fehlerbehebungsdauer	Fehler sind fast ausschließlich komponentenintern		
Fehlerart	nur wenige Probleme in der komponentenübergreifenden Abstimmung	Programmierer sind noch mit der Implementierung komponenteninterner Funktionalität beschäftigt	
subjektive Abstimmungsaufwände	Fehler sind fast ausschließlich komponentenintern und nur wenige Probleme in der komponentenübergreifenden Abstimmung	Probleme sind interner Natur und ebenfalls ist noch komponentenintern e Funktionalität zu implementieren	Fehler werden schnell behoben, weil anscheinend nur wenige Probleme in der komponentenübergreifenden Abstimmung existieren

Tabelle 7.1: Argumente gegen eine Standortzentralisation beim Auftreten von zwei Indikatoren.

Erst wenn drei oder alle vier Indikatoren positiv evaluiert werden, ist die Zusammenarbeit an einem gemeinsamen Standort aus fachlicher Sicht

erforderlich. Dies wird im Folgenden durch die Beschreibung der verbliebenen Indikatorkonstellationen verdeutlicht.

Softwaremetriken, Fehlerbehebungsdauer, Fehlerart

Beim Zusammenspiel der Komponenten treten viele Fehler auf, deren Behebung, sofern sie denn stattfindet, auf Grund der dafür notwendigen standortübergreifenden Kommunikation viel Zeit in Anspruch nimmt. Dies kann ein Grund für die Stagnation in der Softwareentwicklung sein. Außerdem ist es denkbar, dass der avisierte Funktionsumfang der Komponenten bereits erreicht wurde. Insgesamt können die Programmierer nicht zufrieden stellend arbeiten, weil sie auf standortfremde Zuarbeit oder Informationen warten müssen.

Softwaremetriken, Fehlerbehebungsdauer, subjektive Abstimmungsaufwände Da die aufgetretenen Fehler innerhalb der am eigenen Standort entwickelten Komponenten liegen, ist die lange Fehlerbehebungsdauer nicht in der mangelhaften Kommunikation zwischen den beteiligten Standorten begründet. Wie bereits in Abschnitt 7.1.1.1 erläutert, kann die durch die Metriken erkennbare Stagnation verschiedene Gründe haben. In diesem Zusammenhang können die hohen subjektiven Abstimmungsaufwände darauf hindeuten, dass einerseits viel Kommunikation mit den Kunden notwendig ist, oder dass andererseits auch nicht direkt den Quelltext betreffende Probleme das Voranschreiten der Entwicklung behindern. Die genauen Ursachen müssen durch die Projektleitung ermittelt werden, um bei der Zentralisationsmaßnahme gezielt vorgehen zu können. Denn es besteht die Möglichkeit, dass in diesem Fall für die Systemerstellung eine Standortzentralisation nicht sinnvoll ist, weil ausschließlich interne Fehler zu beheben sind. Eine zumindest teilweise Zentralisation erscheint dennoch sinnvoll, weil die subjektiven Abstimmungsaufwände auf Kommunikationsschwierigkeiten im Projekt hindeuten, die das schnelle Voranschreiten des Projektes behindern.

Softwaremetriken, Fehlerart, subjektive Abstimmungsaufwände

Die bisher entdeckten Fehler sind komponentenübergreifender Art, zu ihrer Behebung ist somit Kommunikation zwischen Standorten notwendig. Diese funktioniert allerdings, da die Fehlerbehebungsdauer gering ist. Die Entwicklung des Quelltextes stagniert, evtl. weil die geforderte Funktionalität schon implementiert ist, oder zur Fehlerbehebung nur kleine Änderungen notwendig sind. Dennoch haben die Teammitglieder das Gefühl, dass sie ihre Arbeitszeit nicht effizient nutzen können. Dies kann daran liegen, dass z. B. viele einfache Fragen zu klären sind, die an einem gemeinsamen Standort noch schneller zu beantworten wären.

Fehlerbehebungsdauer, Fehlerart, subjektive Abstimmungsaufwände

Auch hier sind die bisher entdeckten Fehler hauptsächlich

komponentenübergreifender Art und erfordern für ihre Behebung Kommunikation zwischen den Standorten. Nach Ansicht der Teammitglieder ist die Kommunikation in ihrer Form aber wenig zielführend. Die Entwicklung der Software stagniert nicht, weil z. B. manche Funktionalitäten noch nicht implementiert sind. Dennoch besteht auch hier eine Notwendigkeit zur Standortzentralisation, weil so die Fehlerbehebung beschleunigt, und folglich die Arbeitszeit der Mitarbeiter effizienter genutzt werden kann. Damit wird zwar evtl. der Fortschritt bei der Neuentwicklung von Funktionalität behindert, doch es ist anzunehmen, dass auf Grund der vorhandenen Fehler die Weiterentwicklung von Komponenten anderer, am Projekt beteiligten Unternehmen stagniert.

Sind **alle vier Indikatoren** positiv ausgeprägt, sollte aus der Perspektive der Systemerstellung auf jeden Fall eine Standortzentralisation stattfinden, weil hier – zusätzlich zum im letzten Absatz beschriebenen Zustand – auch die Entwicklung der Software stagniert, und die Programmierer deshalb nicht effektiv arbeiten können.

7.1.1.2 Perspektive der Projektleitung und der Querschnittsthemen

Diese Perspektive dient der Beurteilung der Notwendigkeit einer Standortzentralisation aus Sicht der Projektleitung und der Teammitglieder, die in anderen Themengebieten als der Systemerstellung, wie z. B. in der Qualitätssicherung oder Dokumentationserstellung, arbeiten. Hierfür werden fünf weitgehend qualitative Indikatoren verwendet, die im Wesentlichen aus den in Unterkapitel 4.2 beschriebenen Nachteilen virtueller Teams und den möglichen Zentralisationszielen abgeleitet sind.

Den ersten Indikator stellen die bereits in Abschnitt 7.1.1.1 beschriebenen *subjektiven Abstimmungskosten* dar, die von den o. g. Mitarbeitern zu beurteilen sind. Ein weiterer Indikator ist die Beurteilung, ob eine *Stagnation der Arbeit* vorliegt. Hierbei wird untersucht, ob die Arbeit in den hier betrachteten Themengebieten stagniert. Analog den Softwaremetriken können hier z. B. die Anzahl der pro Woche erstellten Seiten Dokumentation oder die der durchgeföhrten Testfälle betrachtet werden. Da aber zumindest die Arbeit der Projektleitung nicht oder nur sehr schwer quantifizierbar ist, sollten zusätzlich die zuständigen Teilprojektleiter und Mitarbeiter befragt werden. Ist hier eine über mehrere Wochen anhaltende, direkte Stagnation¹⁶⁰ zu erkennen, gilt dieser Indikator als positiv evaluiert.

160 Vgl. Abschnitt 7.1.1.1.

Die Erkenntnis der (Gesamt-)Projektleitung, dass sie *keine Kontrolle über die Arbeit anderer Standorte* besitzt, ist ein weiterer Indikator für die Notwendigkeit einer Standortzentralisation. Dies kann sich z. B. in Arbeit von mangelhafter Qualität ausdrücken, die trotz entsprechender Hinweise oder Anweisungen an anderen Standorten geleistet wurde. Damit in Zusammenhang steht der Indikator der *fehlenden Bereitschaft zu standort- bzw. unternehmensübergreifender Zusammenarbeit*, wobei z. B. neben nicht vorhandenem Vertrauen und unterschiedlichen (Unternehmens-)Kulturen auch wirtschaftliche Differenzen die Ursache sein können. Bis auf die wirtschaftlichen Differenzen bietet eine Standortzentralisation gute Voraussetzungen zur Behebung dieser Ursachen.¹⁶¹ Eine Zentralisationsnotwendigkeit indiziert außerdem die *Existenz uneinheitlicher Prozesse im Projekt*, die durch unterschiedliche Definitionen oder konträre Interpretationen an den beteiligten Standorten entstehen können. Dies können bspw. Prozesse zur Genehmigung von Änderungen oder zur Erfassung von Problemmeldungen sein, bei denen differierende Vorgehensweisen i. d. R. zu Problemen und suboptimalen Ergebnissen führen.

Anders als bei der Sicht der Systemerstellung lässt sich hier keine Mindestanzahl positiv zu evaluierender Indikatoren definieren. Werden bspw. die subjektiven Abstimmungskosten und die Stagnation der Arbeit positiv evaluiert, wird der Fortschritt des Projekts durch ineffektive und ineffiziente Kommunikation zwischen den Standorten behindert: Hier besteht die Notwendigkeit für eine Standortzentralisation. Ist hingegen keine Kontrolle über die Arbeit anderer Standorte sowie eine fehlende Bereitschaft zur Zusammenarbeit gegeben, ist eine Standortzentralisation nicht unbedingt die fachlich richtige Lösung, sondern es kann auch lediglich ein Wechsel des (Leitungs-)Personals erforderlich sein. Erst bei der positiven Evaluierung von vier oder allen fünf Indikatoren sollte aus Sicht der Projektleitungs- und Querschnittsperspektive eine Standortzentralisation erfolgen.

7.1.1.3 Perspektive des Projektcontrollings

Eine dritte Art von Notwendigkeit zur Standortzentralisation kann sich durch die Ergebnisse des Projektcontrollings¹⁶² ergeben. Es können Projektsituationen auftreten, in denen zwar alle oder zumindest eine Vielzahl der o. g. Indikatoren negativ evaluiert werden, aber dennoch eine Überschreitung des finanziellen und/oder terminlichen Projektrahmens prognostiziert wird. Als Ursachen sind zu langsames Arbeitstempo sowie unrealistische Finanz- und Terminvorgaben

¹⁶¹ Die wirtschaftlichen Differenzen sind nach den Erfahrungen aus dem Projekt Gamma nur auf Ebene des Managements der beteiligten Unternehmen bzw. des Kunden zu lösen.

¹⁶² In dieser Arbeit wird vorausgesetzt, dass im Unternehmen ein Projektcontrolling existiert und auch aktiv betrieben wird.

denkbar. Da, wie im vorhergehenden Kapitel gezeigt, eine Standortzentralisation zu einer Beschleunigung des Projektfortschritts beitragen kann, sollte trotz der entstehenden Kosten die Durchführung einer Zentralisationsmaßnahme als Mittel zur Verhinderung der Überschreitung geprüft werden. Bei einem im Finanz- und Zeitplan liegenden Projekt kann die Beschleunigung außerdem eine Möglichkeit sein, das Projekt ggf. früher und/oder kostengünstiger abzuschließen. Deshalb können die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Kalkulationen und Betrachtungen der Entscheidungsstufe sporadisch zur Projektoptimierung durchgeführt werden.

7.1.2 Analyse der Entscheidungsalternativen

Im Inneren des Modells werden die beiden Entscheidungsalternativen hinsichtlich der zu erwartenden Kosten und bestimmter qualitativer Faktoren miteinander verglichen, um darauf aufbauend eine endgültige Entscheidung über die Standortzentralisation zu fällen. Diese genaue Betrachtung geschieht allerdings nur, wenn in der ersten Beurteilungsstufe eine Notwendigkeit für eine Standortzentralisation festgestellt wurde. Für die monetäre Beurteilung werden zwei Kalkulationen durchgeführt. Im Rahmen der ersten Kalkulation werden die Kosten geschätzt, die bei einer Fortsetzung der Softwareentwicklung durch ein virtuelles Team entstehen würden. Die zweite Kalkulation dient der Abschätzung der Kosten, die eine Standortzentralisation verursachen würde. Die qualitativen Faktoren werden durch den bzw. die Evaluierenden beurteilt.

7.1.2.1 Kosten der fortgesetzten Dezentralisation

Grundlage für diese Kalkulation bildet die im Rahmen des Projektcontrollings durchgeführte Projektlaufzeitprognose¹⁶³, deren Ergebnisse zeigen, ob geplante Fertigstellungstermine eingehalten werden. Eine Terminüberschreitung kann je nach Vertragslage gravierende finanzielle Folgen haben und ist bei der Kostenkalkulation zu berücksichtigen. Allerdings ist die Termschätzung mit Unsicherheit behaftet, weil im Projektverlauf z. B. unerwartete technische Probleme auftreten können, und auch die Zuverlässigkeit von Partnerunternehmen nicht vollständig vorhersagbar ist. Für eine gewisse Objektivierung sollten bei der Prognose mehrere Szenarien in Betracht gezogen werden. Die Grundlage für das erste – das sog. neutrale – Szenario bilden die Daten zum aktuellen Projektfortschritt. Zusätzlich sollten ein optimistisches und ein pessimistisches Szenario durchgerechnet werden. Diese drei Szenarien zeigen im Ergebnis die Bandbreite der möglichen Weiterentwicklung des Projektes auf.¹⁶⁴

163 Vgl. Müller/von Thienen/Schröder (2004), S. 15.

164 Vgl. o. V. (2004), S. 124; o. V. (o. J. b.).

Auf Basis der Ergebnisse der Szenarien können nun die Kosten der fortgesetzten Dezentralisation kalkuliert werden. Hierbei sollten die pro Monat entstehenden Lohnkosten für die Projektmitarbeiter bis zum Fertigstellungstermin nicht eingerechnet werden, weil diese bei beiden Entscheidungsalternativen anfallen und somit nur die jeweilige Berechnung komplizieren. Einbezogen werden müssen hier hingegen die zu erwartenden Reisekosten, weil bis auf den „Optimierungsfall“ der ersten Stufe von aktuellen Abstimmungsproblemen auszugehen ist. Diese werden in den Folgemonaten vermehrt Dienstreisen für ihre Klärung erfordern.

Ergeben alle Szenarien, dass nicht mit einer Terminverzögerung zu rechnen ist, ist an diesem Punkt die erste Kalkulation beendet. Sollte sich jedoch zeigen, dass in einigen Fällen eine Verzögerung des Projektes wahrscheinlich ist, sind auch aus der Terminüberschreitung resultierende Kosten in die Kalkulation einzubeziehen. Dies sind einerseits Kosten, die unternehmensintern entstehen, z. B. die monatlichen Lohnkosten für die Projektmitarbeiter, die auch nach dem eigentlich geplanten Projektende noch nicht in anderen Projekten eingesetzt werden können und insbesondere bei Festpreisprojekten den Gewinn verringern.

Andererseits sind unternehmensexterne Folgekosten in der Kalkulation zu berücksichtigen. Dies sind im Allgemeinen an den Kunden zu zahlende Konventionalstrafen oder zu begleichende Schadensersatzforderungen. Bei gerichtlicher Klärung (auch über mehrere Instanzen) können zusätzlich noch die Verfahrenskosten hinzukommen, die im Schuldfall vom Beklagten zu übernehmen sind. Eine weitere Folge der Terminverzögerung kann auch die gesamte Rückabwicklung des Projektes sein, welche ebenfalls erhebliche Kosten verursacht. Die Darstellung von Methoden zur genauen Berechnung dieser Werte würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit überschreiten, so dass nur auf Literatur zum Risikomanagement in Projekten verwiesen wird.¹⁶⁵

Das Ergebnis der Kalkulation sollte nicht lediglich eine einzige Zahl sein, sondern es empfiehlt sich, jedes Szenario monetär zu quantifizieren. Bei der Berechnung der Kosten einer Terminüberschreitung bietet es sich an, drei Werte anzugeben: die Kosten bis zum ursprünglich geplanten Termin, die Kosten pro Monat danach und die unternehmensexternen Kosten. Dies ermöglicht schnelle Anpassungen bei zukünftigen Veränderungen der Termsituation und kann auch als wirkungsvolles Argument eingesetzt werden („Jeder Monat Terminüberschreitung kostet uns x Euro.“).

165 Das Risikomanagement in IT-Projekten wird ausführlich in folgenden Büchern behandelt:
DeMarco, T.; Lister, T.: Bärentango – Mit Risikomanagement Projekte zum Erfolg führen, München 2003.
Gaulke, M.: Risikomanagement in IT-Projekten, München 2004.
Versteegen, G.: Risikomanagement in IT-Projekten, Berlin 2003.
Wallmüller, E.: Risikomanagement für IT- und Software-Projekte, München 2004.

7.1.2.2 Kosten der Standortzentralisation

Um die Kosten der Standortzentralisation kalkulieren zu können, sollte diese als Gestaltungsaufgabe aufgefasst werden, zu deren Untersuchung sich das in Abschnitt 3.2 vorgestellte Modell eignet. Dafür werden im Folgenden die Gestaltungsbedingungen und -parameter der evtl. bevorstehenden Zentralisationsmaßnahme gesammelt, bewertet und als Grundlage für die Beurteilung der zu erwartenden Gestaltungswirkungen genutzt. Da davon auszugehen ist, dass die Höhe der zu erwartenden Kosten ein wesentliches Entscheidungskriterium sein wird, ist diese umfangreiche Vorgehensweise zur Erreichung einer belastbaren Kalkulation angebracht. Um aber dennoch praktikabel zu sein, darf die Vorgehensweise andererseits nicht zu detailliert sein, weswegen hier nur eine Auswahl von relevanten Aspekten vorgestellt wird.

Gestaltungsbedingungen sind diejenigen Faktoren, die das Ergebnis einer Zentralisationsmaßnahme beeinflussen, vom Handelnden jedoch nicht bestimmt werden können. Eine externe generelle Gestaltungsbedingung ist z. B. das Arbeitszeitgesetz (ArbZG), welches im § 3 die leistbare Arbeitszeit während der Anwesenheit am fremden Standort offiziell auf 50 Stunden in der Woche begrenzt; ähnliche Regelungen finden sich auch in anderen Ländern, wie z. B. der Schweiz.¹⁶⁶ Bei international verteilten Teams sind auch die Einreise- und Aufenthaltsbestimmungen sowie die Stabilität der beteiligten Länder bei der Betrachtung zu berücksichtigen. So kann z. B. die Erteilung von notwendigen Visa viel Zeit in Anspruch nehmen bzw. die allgemeine politische Lage Dienstreisen be- oder sogar verhindern.

Für die betrachtete Gestaltungsaufgabe relevante, externe aufgabenspezifische Gestaltungsbedingungen sind die Vereinbarungen mit dem Kunden über Liefertermine, einzuhaltende Vorgehensweisen sowie funktionale und nichtfunktionale Anforderungen, die das System erfüllen muss. Ebenfalls sind die Notwendigkeit der Anwesenheit des Kunden für die Abstimmung bei Unklarheiten sowie seine räumliche und zeitliche Verfügbarkeit dieser Kategorie zuzuordnen. Gleiches gilt für die vertraglichen und nichtvertraglichen Beziehungen zu evtl. vorhandenen Lieferanten.

Bei den internen Gestaltungsbedingungen sind für diese Kalkulation nur die generellen Bedingungen relevant. Von herausragender Bedeutung sind hierbei die geographische Lage sowie die verkehrstechnische Anbindung der am Projekt beteiligten Standorte. Sie beeinflussen wesentlich die Reisekosten und -zeiten und können in Verbindung mit einigen der o. g. externen Bedingungen eine Zentralisation be- oder sogar verhindern. Die Verteilung der Ressourcen auf die

¹⁶⁶ Vgl. GZA (2005).

Standorte hat ebenfalls Einfluss auf die entstehenden Kosten, wobei der Begriff Ressourcen sowohl die Teammitglieder als auch zentrale IT-Systeme (z. B. Test-, KM- und PM-Systeme) umfasst. Die Entscheidungsmöglichkeiten werden außerdem durch die Struktur der einzelnen Standorte eingeschränkt, denn nicht jeder Standort bietet bspw. genügend Platz.

Die Gestaltung der Arbeits- bzw. Tarifverträge, der Betriebsvereinbarungen o. ä. ist eine weitere wichtige interne Gestaltungsbedingung, weil dort z. B. Vorschriften zur Anrechnung der Reise- auf die Arbeitszeit, Verbote von Standortwechseln oder einzuhaltende Ankündigungsfristen festgehalten sein können. Außerdem sind weitere konzerninterne Vorgaben – wie z. B. (IT-)Sicherheitsrichtlinien – zu beachten, weil diese einen wesentlichen Einfluss auf die Durchführung bzw. die Kosten der Standortzentralisation haben können.¹⁶⁷

Die *Gestaltungsparameter* bezeichnen die Aktionen, die – im Rahmen der Gestaltungsbedingungen – zur Erreichung der Gestaltungsziele durchgeführt werden können. Der wohl weitest reichende Parameter ist die Wahl des Standortes, an dem das virtuelle Team zusammenarbeiten soll, denn er hat wesentlichen Einfluss auf die Höhe der entstehenden Reisekosten und die Dauer der Reisezeiten. Sollte der verkehrstechnisch günstigste Standort nicht genügend Kapazitäten bieten, so ist ggf. das Anmieten weiterer Bürokapazitäten sinnvoll.

Die Anzahl der von der Zentralisationsmaßnahme betroffenen Mitarbeiter ist ein weiterer Gestaltungsparameter und richtet sich danach, aus welchen Perspektiven in der ersten Stufe eine Zentralisationsnotwendigkeit festgestellt wurde. So sollte ggf. keine sofortige und vollständige Standortzentralisation aller Teammitglieder vorgenommen werden, um die aus dem zu erwartenden Anstieg der Reisezeiten resultierenden, deutlichen Verringerungen der Leistungsfähigkeit zu vermeiden. Die Auswahl der Mitarbeiter, die den Standort wechseln sollen, kann anhand verschiedener Kriterien geschehen. Einerseits können alle Teammitglieder, die mit Funktionen aus einer bestimmten Gruppe betraut sind, an einem Standort zentralisiert werden, wie z. B. alle Programmierer, alle Mitarbeiter der Qualitätssicherung oder alle Ersteller von Dokumentation. Bei den Programmierern kann die Auswahl zusätzlich nach betroffenen Komponenten erfolgen, so dass nur Programmierer, die für Komponenten mit vielen Schnittstellen bzw. mit vielen Fehlern der Kategorien 2 und 3 zuständig sind, den Standort wechseln. Ein weiterer Gestaltungsparameter ist die Dauer der Zentralisationsmaßnahme, welche einen wesentlichen Einfluss auf die Kosten hat. Bei der Art der Zentralisation sind mehrere Modelle möglich. Neben der Zusammenarbeit an nur einem einzigen Standort können die Teilteams auch

¹⁶⁷ Vgl. Hoß (2005); Unterkapitel 6.4.

wochenweise zwischen mehreren Standorten rotieren oder nur eine bestimmte Anzahl von Tagen am fremden Standort arbeiten.¹⁶⁸

Gestaltungswirkungen sind die Ergebnisse der Entscheidungen, wobei sich hier eine Unterscheidung zwischen einmalig auftretenden Kosten und laufenden Kosten empfiehlt. Erstere sind z. B. Kosten, die durch den Transport von Hardware oder durch den Neukauf von Computern entstehen können. Unternehmensexterne Kosten¹⁶⁹ sind in dieser Kalkulation nicht zu berücksichtigen, weil in dieser Arbeit vorausgesetzt wird, dass die Standortzentralisation eine Beschleunigung des Projektfortschritts und damit die Einhaltung des geplanten Fertigstellungstermins zur Folge hätte. Zur zweiten Gruppe gehören u. a. die Reisekosten oder Mieten für zusätzliche Räumlichkeiten, die – wie bereits bei der ersten Kalkulation – pro Monat angegeben werden sollten. Für beide Gruppen bietet es sich an, jeweils drei Werte zu berechnen: einen für die geringst mögliche, fachlich gerade noch sinnvolle Standortzentralisation, einen für die optimale Lösung und einen für eine vollständige Zentralisation aller Teammitglieder.

168 Vgl. Patti/Gilbert (1997), S. 62f.

169 Vgl. Abschnitt 7.1.2.1.

7.1.2.3 Qualitative Faktoren

Neben den Kosten der fortgesetzten verteilten Softwareentwicklung und denen der Standortzentralisation als quantitative Größen sollten bei der Entscheidung über die Zentralisationsmaßnahme für beide Handlungsmöglichkeiten bestimmte qualitative Faktoren berücksichtigt werden. Bei der Alternative der Fortführung der verteilten Softwareentwicklung sollten die in Abschnitt 7.1.2.2 festgestellten *Gestaltungsbedingungen* auf *erschwerende oder sogar prohibitive Aspekte* hin untersucht werden. Dies können z. B. das Platzangebot an den Standorten oder die vertragliche Bindung der Mitarbeiter an einen Standort sein. Des Weiteren kann trotz der fachlichen Notwendigkeit zur Standortzentralisation weiterhin die räumliche Nähe zu den Absatzmärkten erforderlich sein. Außerdem kann der Fall eintreten, dass die Anwesenheit des Kunden vor Ort erforderlich ist, dieser jedoch nicht bereit ist, an der Zentralisationsmaßnahme teilzunehmen. Die potentiellen Auswirkungen auf die *Mitarbeitermotivation* sollten ebenfalls betrachtet werden, weil letztere sich z. B. durch Frustration über den schleppenden Fortschritt im Projekt verschlechtern kann. Je nach Ergebnis der Projektlaufzeitszenarien kann es zu Terminüberschreitungen kommen. Diese können dazu führen, dass mangels verfügbarer Mitarbeiter eventuell andere *Aufträge nicht angenommen* werden können. Ein Bekanntwerden der Terminprobleme kann zusätzlich zu einem *Ansehensverlust* in der Branche führen, was gerade in Abnehmermärkten den *Verlust von Aufträgen* zur Folge haben kann.

Wesentlicher Faktor bei der Beurteilung der Alternative der Standortzentralisation ist die Abschätzung der unter den spezifischen Bedingungen zu erwartenden *Produktivitätssteigerung*. Diese sollte in hohem Maße positiv ausfallen, damit die zu erwartenden (Reise-)Kosten ausgeglichen und der Fortschritt des Projekts beschleunigt werden. Auch bei dieser Entscheidungsalternative sollten die Auswirkungen auf die *Motivation und Zufriedenheit der Mitarbeiter* – dem zentralen Vermögenswert in der IT-Branche¹⁷⁰ – betrachtet werden: Folgen der ggf. längerfristigen Abwesenheit vom Heimatstandort können bspw. reale und innere Kündigungen sein. Dies hängt allerdings u. a. von der persönlichen Situation der Teammitglieder, ihren Erwartungen und der (Unternehmens-)Kultur ab, so dass hier keine generelle Aussage getroffen werden kann. Ein weiterer soziologischer wie auch psychologischer Faktor ist die Frage, ob *sich die Mitarbeiter* an den beteiligten Standorten schon untereinander *kennen*. Ist dies noch nicht der Fall, könnte die Standortzentralisation zu einer Verbesserung der Kommunikation führen. Kennen sich die Mitarbeiter bereits untereinander, sollte geprüft werden, ob zwischen den

170 Vgl. Unterkapitel 5.3.

Teilteams oder einzelnen Mitgliedern *Potential für Konflikte* besteht und ob dies die Arbeit behindern würde. Gegebenenfalls sind umfassende teambildende Maßnahmen notwendig, die die Kosten der Standortzentralisation erhöhen.

7.1.3 Entscheidungsfindung

Die Entscheidung über die Durchführung einer Standortzentralisation sollte im Rahmen einer Besprechung zwischen der Projektleitung, ggf. der zweiten Führungsebene, den Kostenstellenverantwortlichen und den Erstellern der Kalkulationen gefällt werden. Die Ergebnisse der beiden Kostenkalkulationen und die Betrachtung der qualitativen Faktoren dienen hierbei als Entscheidungsgrundlage. An dieser Stelle kann auf Grund der Vielzahl möglicher Projektsituationen (z. B. unternehmensspezifische Gewichtung der Kosten gegenüber den qualitativen Faktoren) keine allgemein gültige Empfehlung gegeben werden. Auf Grund dieser Individualität, der möglichen Existenz weiterer projekt- und unternehmensspezifischer qualitativer Faktoren sowie der ungleichen Anzahl der jeweils zu betrachtenden Faktoren, wird an dieser Stelle von der Einführung eines formalisierten Entscheidungsverfahrens (wie z. B. der Nutzwertanalyse) abgesehen.

Ziel der Besprechung ist das Finden einer möglichst einvernehmlichen Lösung der Probleme des Projektes. Dafür sollte das Vorgehen bei der Erstellung der Kalkulation erklärt werden, insb. die getroffenen Annahmen zur Durchführung der Zentralisationsmaßnahme. Anschließend sollte die Korrektheit der Annahmen besprochen und die Kalkulation ggf. angepasst werden. Die Dringlichkeit einer Standortzentralisation richtet sich auch nach der Anzahl der positiv evaluierten Indikatoren: Bei einer hohen Anzahl liegt eine hohe fachliche Notwendigkeit für die Zentralisationsmaßnahme vor. Sollten dieser inakzeptabel hohe Kosten gegenüber stehen, empfiehlt sich die Diskussion alternativer Lösungsansätze, wie z. B. die Einführung weiterer Kommunikationstechnologien oder eine Veränderung der Projektstruktur. Für den Fall, dass die Standortzentralisation endgültig abgelehnt wird, sollte in einem angemessenen zeitlichen Abstand (je nach Nähe des Fertigstellungstermins ein bis vier Monate) mit Hilfe des Modells *erneut* über eine Standortzentralisation entschieden werden.

7.2 Besonderheiten des Projektmanagements von virtuellen Teams

Als Fortsetzung der Auswertungen in Kapitel 6 und der Adaption des gestaltungsorientierten Bezugsrahmens für die Planung einer Zentralisationsmaßnahme in Abschnitt 7.1.2.2 beschreibt dieses Unterkapitel

einige Besonderheiten, die beim Projektmanagement von virtuellen Teams und insb. bei Standortzentralisationen zu beachten sind. Ziel ist nicht die Erstellung einer Anleitung für die alltägliche Arbeit der Projektleitung von virtuellen Teams, für die an dieser Stelle z. B. auf Smith/Blanck (2002) und Hertel/Geister/Konradt (2005) verwiesen sei. Vielmehr finden sich hier Besonderheiten, die so nicht in der Literatur zu finden sind.

7.2.1 Struktur von verteilten Entwicklungsprojekten

Vor Beginn der Durchführung eines Projektes sollten Überlegungen angestellt werden zu

- der grundlegenden Struktur des Projektes,
- der Architektur der zu erstellenden Software und
- der Verteilung der Komponenten.

Dies ist keine Besonderheit von Projekten, die von einem virtuellen Team bearbeitet werden, jedoch gilt es hier einige Eigenheiten zu beachten. Um auf diese eingehen zu können, sollte die Entscheidung über den Aufbau des Projektes als Gestaltungsaufgabe verstanden werden, die unter Zuhilfenahme des in Unterkapitel 3.2 vorgestellten Modells bearbeitet werden kann.

Die bereits in Abschnitt 7.1.2.2 erläuterten Gestaltungsbedingungen und -parameter sollten für Entscheidungen über die grundlegende Struktur eines Projektes um weitere interne Gestaltungsbedingungen ergänzt werden. Der *Qualifikation der Mitarbeiter und Führungskräfte* kommt bei der Auswahl der Teammitglieder wesentliche Bedeutung zu, weil ihre Fähigkeit und Bereitschaft zu geographisch verteilter Arbeit – z. B. Sprachkenntnisse und Kommunikationsverhalten – wesentlich den späteren Erfolg des Projektes beeinflussen. Denn anders als bei traditionellen Teams liegt der Fokus der Zusammenarbeit i. d. R. auf telefonischer und schriftlicher Kommunikation, die oft in einer Fremdsprache stattfindet, was besondere Anforderungen an die Teammitglieder stellt. Bei unternehmensübergreifend durchgeführten Projekten ist auch die *Qualifikation der Mitarbeiter des/der anderen Unternehmen/s* zu beachten. Bestehen an dieser Zweifel, sollten die betreffenden Mitarbeiter an einem Standort arbeiten, der eine leichte Überwachung der Arbeit ermöglicht. Ist dies nicht möglich, können als Alternative auch entsprechend geeignete Mitarbeiter am fremden Standort arbeiten, um so einen Eindruck von der Qualität der Arbeit des/der anderen Unternehmen/s zu erhalten.

Des Weiteren haben die *Kulturen und Führungsstile der beteiligten Unternehmen* Einfluss auf die Gestaltungsaufgabe: Eine Unternehmenskultur, die bspw. großen Wert auf informelle Kommunikation legt oder ein konsensorientierter

Führungsstil, der viel Kommunikation erfordert, benötigt für eine effektive und effiziente Zusammenarbeit die gleichzeitige physikalische Anwesenheit der Teammitglieder und damit einen höheren Grad der Standortzentralisation. Ähnliche Beispiele gelten für den Einfluss der Kultur der beteiligten Länder bzw. Regionen.

Ebenfalls bedeutsam sind die *strategische Bedeutung und die Planbarkeit von Aufgaben*. Projektstrategisch und -logistisch wichtige Aufgaben, wie z. B. das Projektbüro¹⁷¹, sollten, sofern sie nicht bereits in den Händen der Projektleitung liegen, am selben Standort wie die Projektleitung angesiedelt sein, um die Kommunikationswege kurz zu halten, und damit die Projektleitung schnell direkten Einfluss auf die Entscheidungsfindung nehmen kann. Die Teammitglieder, die für wenig planbare Aufgaben wie den Umgang mit Change Requests¹⁷² zuständig sind, sollten ebenfalls möglichst am selben Standort arbeiten, weil für die Erledigung dieser Aufgaben viel Kommunikation erforderlich ist.

Die Architektur der zu erstellenden Software ist, sofern nicht z. B. Geschwindigkeitsgründe dagegen sprechen, mit dem Ziel der möglichst großen Unabhängigkeit der Komponenten voneinander zu entwerfen. Dadurch sind auch die Entwicklungsteams voneinander weitestgehend unabhängig, was die Notwendigkeit zur Kommunikation verringert. Gerade bei objektorientierten Systemen ist allerdings eine vollständige Unabhängigkeit sämtlicher Komponenten untereinander nicht möglich. Um die Kommunikation dennoch effizient zu gestalten, empfiehlt es sich, eng zusammenhängende Komponenten am selben Standort entwickeln zu lassen.

7.2.2 Durchführung von Standortzentralisationen

Standortzentralisationen können einerseits zu Beginn der Arbeit von virtuellen Teams und andererseits während der Integrationsphase angebracht sein. Während der Entwicklungsphase sollte nicht an einem gemeinsamen Standort gearbeitet werden, denn das Verlassen auf mündliche Kommunikation und den „kurzen Dienstweg“ kann dazu führen, dass die Dokumentation wichtiger Entscheidungen vernachlässigt wird. Die obligatorische erste, oft recht kurze Zentralisationsmaßnahme dient dem gegenseitigen Kennenlernen und dem Aufbau von Vertrauen im Team. Gerade bei langfristigen Projekten schafft dies die notwendige Grundlage für eine effektive Kommunikation im weiteren Projektverlauf. Außerdem können während dieser Zeit grundlegende, später nur

¹⁷¹ Das Projektbüro ist z. B. zuständig für sämtliche formale Kommunikation mit dem Kunden, Bestellungen von Hard- und Software sowie das Projektarchiv.

¹⁷² Change Requests sind Anträge auf Änderung bereits festgelegter Projektanforderungen, die in einem formalisierten Prozess bearbeitet werden.

schwer änderbare Prozesse besprochen, getestet und im gesamten Team etabliert werden.¹⁷³ Die zweite Standortzentralisation hingegen muss, wie im Unterkapitel 7.1 dargestellt, nur in bestimmten Situationen stattfinden. Die im Folgenden präsentierten Empfehlungen für die Durchführung von Standortzentralisationen gelten in den meisten Fällen für beide Situationen.

Die Standortzentralisation sollte möglichst lange im Voraus angekündigt werden, damit für die fachliche und praktische Vorbereitung mehr Zeit zur Verfügung steht. Auch die Mitarbeiter müssen sich privat auf die längere Abwesenheit von zu Hause einstellen können, um z. B. die Betreuung von Kindern oder Arzttermine längerfristig zu planen. Weil die Entscheidung über eine Standortzentralisation oft eine Stagnation in der Entwicklung als Ursache hat, die schnell behoben werden muss, lässt sich allerdings die Forderung nach einer frühzeitigen Ankündigung nicht immer umsetzen.

In jedem Fall muss die Ankündigung aber vollständig und ehrlich die Gründe für die Zentralisationsmaßnahme darstellen, damit die Teammitglieder die Entscheidung nachvollziehen können und im Idealfall auch mittragen. Dies kann zur Folge haben, dass sich die länger andauernde Abwesenheit vom Heimatstandort nicht deutlich negativ auf die Stimmung im Team auswirkt. Dazu trägt ebenfalls eine zeitliche Begrenzung des auswärtigen Einsatzes bei, die bereits zu Beginn bekannt gegeben wird. Falls es sich abzeichnet, dass über den geplanten Endtermin hinaus die fachliche Notwendigkeit für eine Standortzentralisation bestehen bleibt, sollte dies so früh wie möglich mit den betroffenen Mitarbeitern besprochen werden. Bei zu großer Ablehnung sollte entweder je nach fachlicher Dringlichkeit, Unternehmenskultur, Führungsstil etc. die Verlängerung nicht durchgeführt oder ein möglichst breit akzeptierter Kompromiss gefunden werden. Als generelle Alternative zur Festlegung eines Endtermins ist auch die Verknüpfung des Endes der Zentralisationsmaßnahme mit einem bestimmten fachlichen Ziel möglich, was u. a. zusätzliche Motivation für produktives Arbeiten schafft.

Die Produktivität der Zusammenarbeit an einem gemeinsamen Standort erhöht auch eine Urlaubssperre, die für das gesamte Projektteam über den entsprechenden Zeitraum verhängt wird. Ziel hiervon ist das Verhindern von überflüssigen Wartezeiten, die i. d. R. durch Abwesenheit von Teammitgliedern entstehen. Auf diese Weise bestehen die besten Voraussetzungen, die gemeinsame Zeit optimal nutzen zu können. Zu einer besseren Ausnutzung der Zeit trägt auch die vollständige Ausschöpfung der (fünftägigen) Arbeitswoche bei, weil so Reisezeiten und Fahrtkosten minimiert werden. Allerdings hat der Arbeitgeber

¹⁷³ Vgl. Patti/Gilbert (1997), S. 61; Suchan/Hayzak (2001), S. 184; Hertel/Geister/Konradt (2005), S. 74ff.; Abschnitt 4.3.

eine Fürsorgepflicht und sollte generell an motivierten Mitarbeitern interessiert sein. Deshalb müssen für Mitarbeiter mit privaten Härtefällen bei der individuellen Festlegung der wöchentlichen Abwesenheitsdauer, bei der Auswahl der an der Zentralisationsmaßnahme teilnehmenden Teammitglieder und bei weiteren, die Mitarbeiter auch im Privaten tangierenden Maßnahmen (wie z. B. Widerruf von Urlaubsgenehmigungen) Ausnahmen möglich sein. Generell sollten jedoch, wenn die fachliche Notwendigkeit besteht, alle am Projekt beteiligten Standorte an der Standortzentralisation teilnehmen. Durch die direkte Verfügbarkeit möglichst vieler Ansprechpartner kann die Zeit der Zentralisationsmaßnahme effizienter genutzt und damit die Gesamtdauer ggf. sogar verkürzt werden.

Zu Beginn der Zeit am neuen Entwicklungsstandort sollte ein ausführliches, formelles, informelles und von professioneller Seite begleitetes Kennenlernen aller Teammitglieder stattfinden, mit dem Ziel, ein besseres Fundament für eine effektive Zusammenarbeit in der Zukunft bzw. der restlichen Projektlaufzeit zu legen. Auch wenn bereits zu Projektanfang das gesamte Team zusammengekommen ist, sollte erneut eine kürzere Teambildungsmaßnahme durchgeführt werden. Das Kennenlernen kann auch in gemischten Teilteams stattfinden, was zwar einen gewissen Einarbeitungsaufwand bedeutet, aber eine gute gegenseitige Einschätzung der fachlichen Kompetenzen ermöglicht.

Am gemeinsamen Standort muss von Anfang an die benötigte und auch für die entsprechenden Benutzerzahlen ausgelegte Infrastruktur bereitstehen. Diese umfasst einerseits die für alle Teammitglieder benötigten Rechner und Zugangsdaten. Andererseits muss bei unternehmensübergreifender Zusammenarbeit dafür gesorgt werden, dass die Teammitglieder auf ihre jeweiligen Firmennetzwerke zugreifen können, um z. B. Unternehmensmails zu lesen oder Reisekosten abzurechnen, wobei auch Sicherheitsvorgaben beachtet werden müssen. Die Unterbringung der standortexternen Mitarbeiter sollte möglichst preisgünstig sein, allerdings gewissen Mindeststandards in Bezug auf die Lage, die Qualität der Unterkunft und der Verpflegung sowie der Entfernung zum Unternehmensgebäude genügen, weil diese Aspekte wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden der Mitarbeiter haben.

Schreiben ist hart; man kommt nur schwer dahinter,
wann man aufhören muß.

Peter Ustinov

8 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hatte die Untersuchung der Auswirkungen des befristeten Wechsels von geographisch verteilter Softwareentwicklung auf einen gemeinsamen Entwicklungsstandort und die Konzeption eines generellen Modells für Entscheidungen über Standortzentralisationen zur Aufgabe. Dabei wurde im Rahmen der Betrachtung der Begriffe Zentralisation und Dezentralisation deutlich, dass die Organisationstheorie mit dem bezugsorientierten Gestaltungsrahmen ein probates Hilfsmittel für die Analyse und Unterstützung von Entscheidungen über Zentralisation bereitstellt. Danach stellte sich heraus, dass vielen Vorteilen virtueller Teams gravierende Nachteile gegenüber stehen, die allerdings durch eine Standortzentralisation gelöst oder abgeschwächt werden können. Es bestätigte sich, dass die in der Literatur vorzufindenden Ziele bei der Zentralisation von verteilten Entwicklungsteams auch in der Praxis anzutreffen sind.

Für die umfassende Beurteilung, ob die Ziele der untersuchten Standortzentralisation erreicht wurden, kamen verschiedene Methoden zum Einsatz. Das Teamklima-Inventar diente der Erfassung der Auswirkungen auf die Mitarbeiter und im vorliegenden Fall zeigen die Ergebnisse, dass im Gesamtteam das Teamklima während und nach der Zentralisationsmaßnahme deutlich verbessерungsbedürftig war. Mit Hilfe bestimmter Softwaremetriken wurden die Auswirkungen auf den Quelltext dokumentiert und durch die Statistik der erfassten Problemmeldungen ergänzt. Zur Beurteilung der monetären Folgen erfolgten Auswertungen der Arbeits- und Reisezeiten sowie der Reisekosten. Durch die Kombination der Softwaremetriken mit den monetären Analysen konnte in dieser Arbeit herausgearbeitet werden, dass durch die Standortzentralisation eine deutliche Produktivitätssteigerung bewirkt wurde, die wiederum eine wesentliche Beschleunigung der Softwareentwicklung zur Folge hatte. Die dabei entstandenen Kosten pro Quelltexteinheit sind von ähnlicher Höhe wie bei verteilter Softwareentwicklung. Die fast vollständig erfolgreichen Abnahmen der Projektanteile der Zentralisationsteilnehmer durch den Kunden

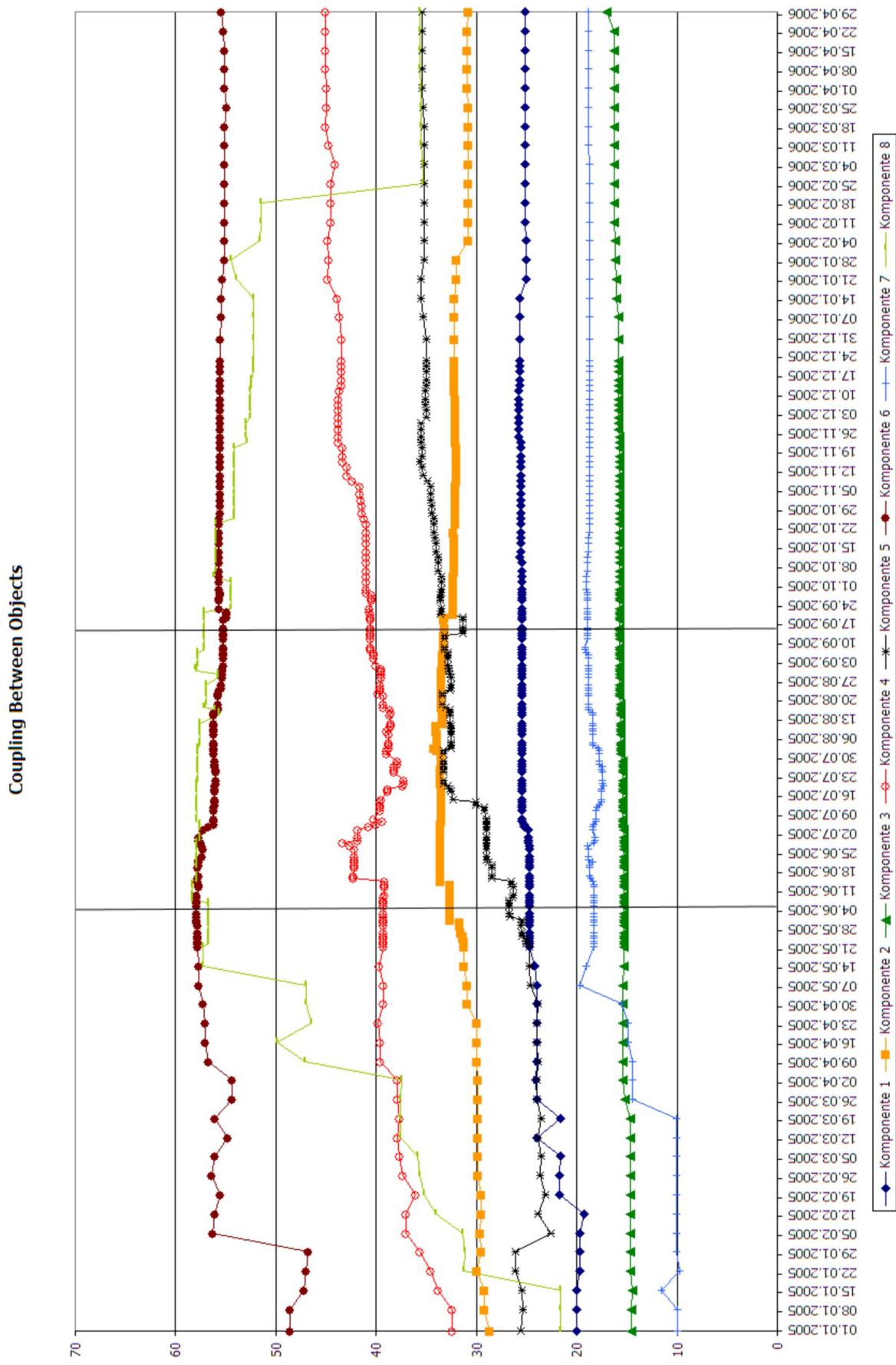
bestätigen, dass das Hauptzentralisationsziel einer verbesserten Einhaltung von Fertigstellungsterminen erreicht wurde. Rückblickend betrachtet ist die Standortzentralisation somit als Erfolg zu bezeichnen.

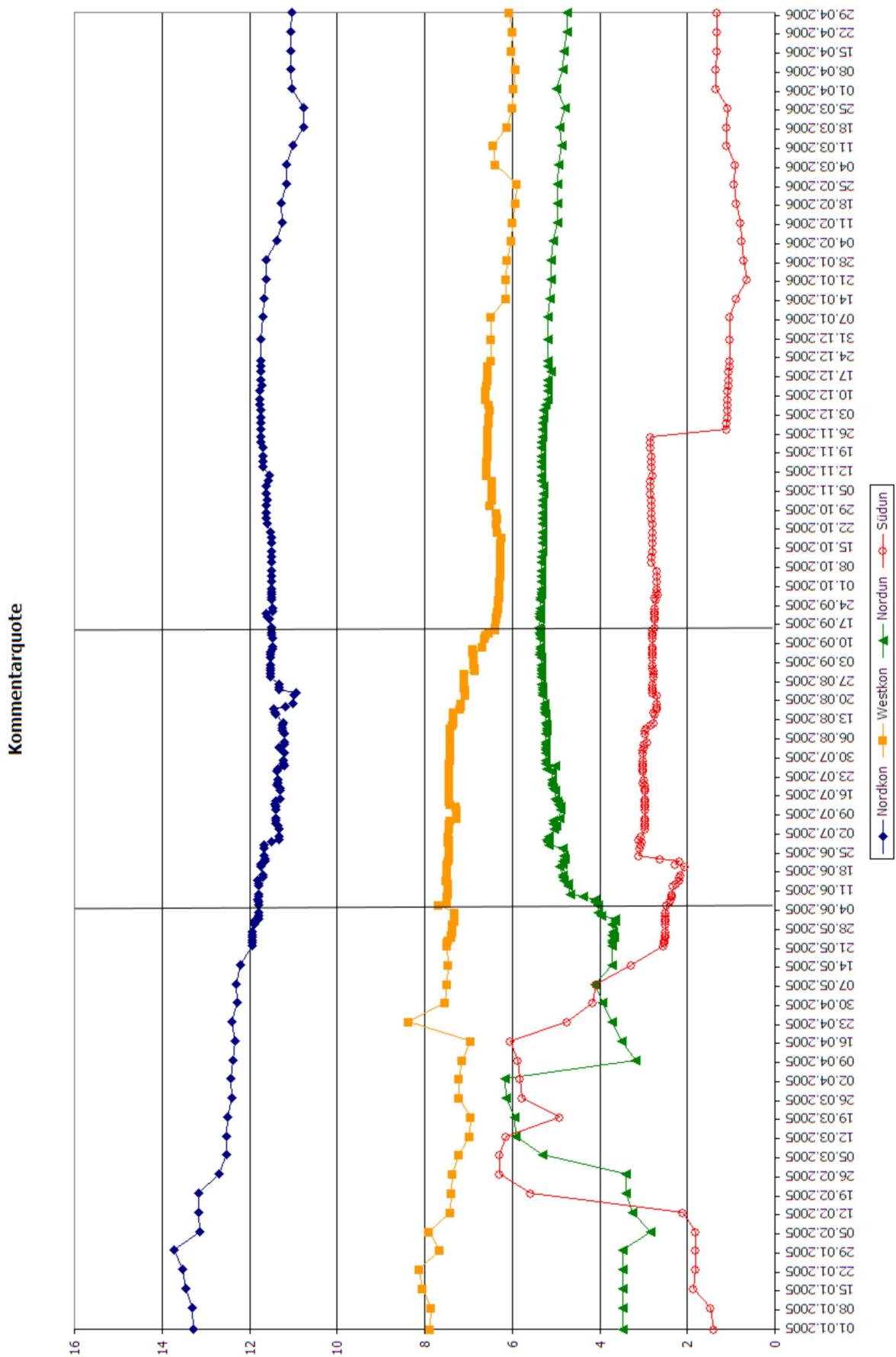
Das entwickelte Modell zur Unterstützung von Entscheidungen über Standortzentralisationen basiert neben den Ergebnissen der untersuchten Zentralisationsmaßnahme auch auf den theoretischen Erkenntnissen zu virtuellen Teams. Es versetzt die Projektleitung von virtuellen Teams in die Lage, aus verschiedenen Perspektiven und anhand sowohl quantitativer als auch qualitativer Einflussgrößen die Notwendigkeit zur Standortzentralisation zu erkennen. Eine praktikable Auswahl zu beachtender Kriterien unterstützt die sich anschließende Kalkulation der zu erwartenden Kosten, die zusammen mit bestimmten qualitativen Faktoren eine Grundlage für fundierte Entscheidungen bilden. Fällt eine solche Entscheidung zugunsten einer Standortzentralisation aus, sollten für die erfolgreiche Durchführung eine Vielzahl von hier aufgezeigten Hinweisen beachtet werden. Um allerdings im Verlauf von verteilten Softwareprojekten die Notwendigkeit zur Standortzentralisation zu reduzieren, sollten bereits bei Projektbeginn spezielle Überlegungen zur Projektstruktur durchgeführt werden.

Zusammenfassend betrachtet hat diese Arbeit gezeigt, dass eine Standortzentralisation zu einer deutlichen Produktivitätssteigerung in der Softwareentwicklung bei gleichzeitiger Einhaltung der Qualitätsstandards beitragen kann. Die dabei entstehenden Mehrkosten gegenüber verteilter Softwareentwicklung werden durch die erzielte Leistungssteigerung ausgeglichen. Dank des entwickelten Entscheidungsmodells und den praktischen Hinweisen sind Standortzentralisationen als eine ernst zu nehmende taktische Handlungsoption im Projektmanagement von virtuellen Teams anzusehen.

Anhang A Softwaremetriken

A.1 Diagramme der Ergebnisse der Nordkon





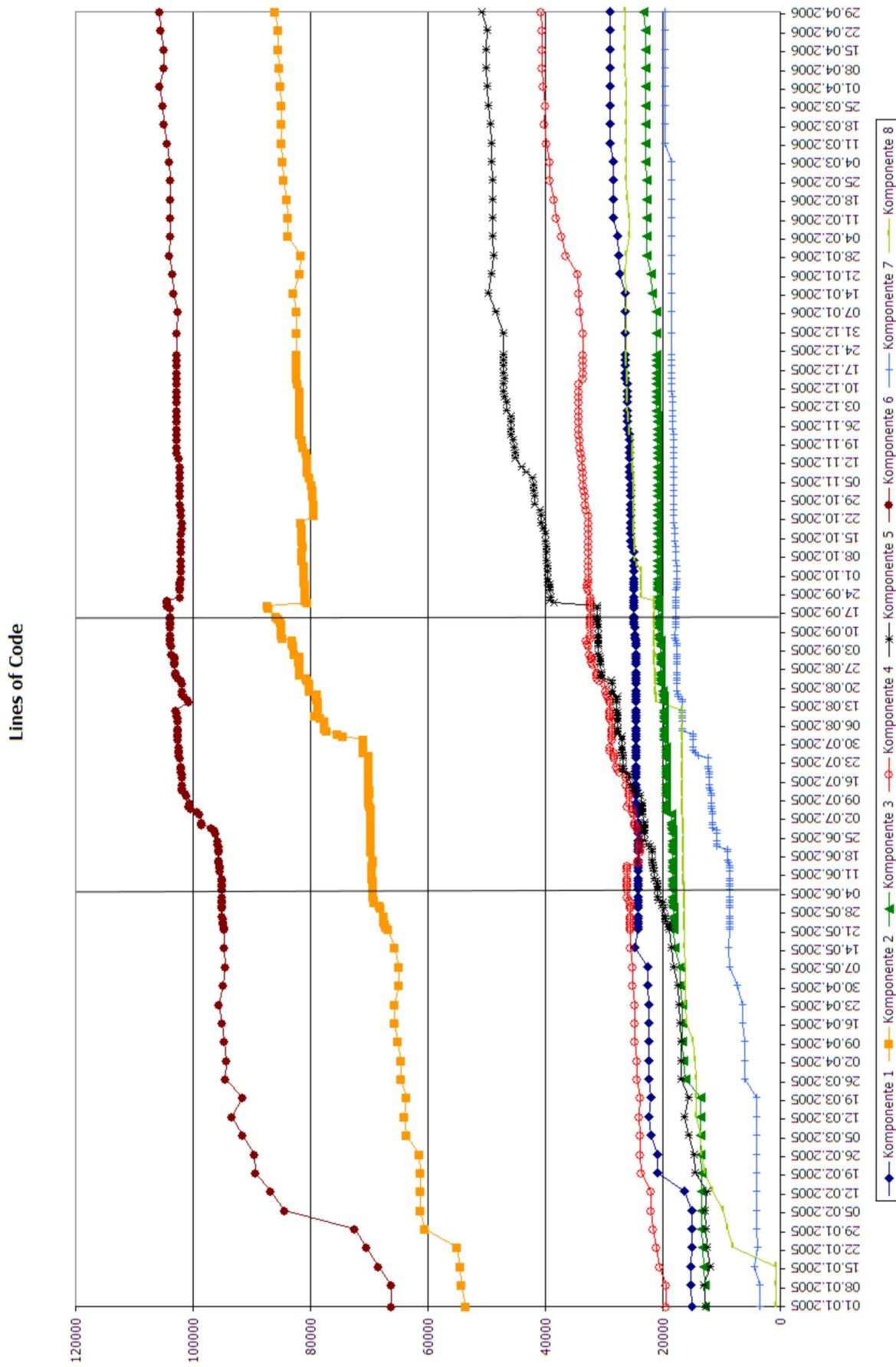


Abbildung A.3: LOC der Komponenten der Nordkon.

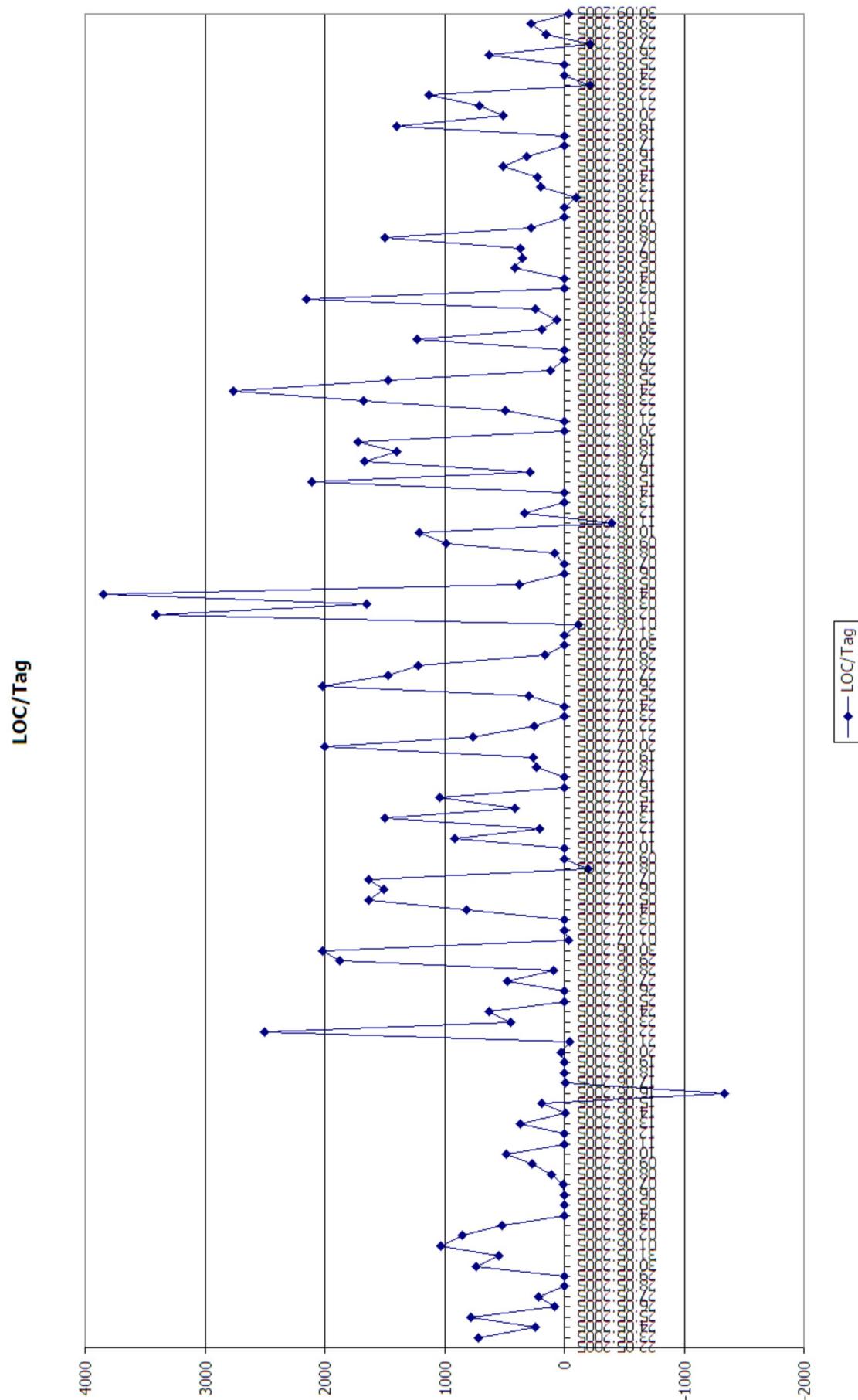


Abbildung A.4: Pro Tag erstellte LOC der Nordkon.

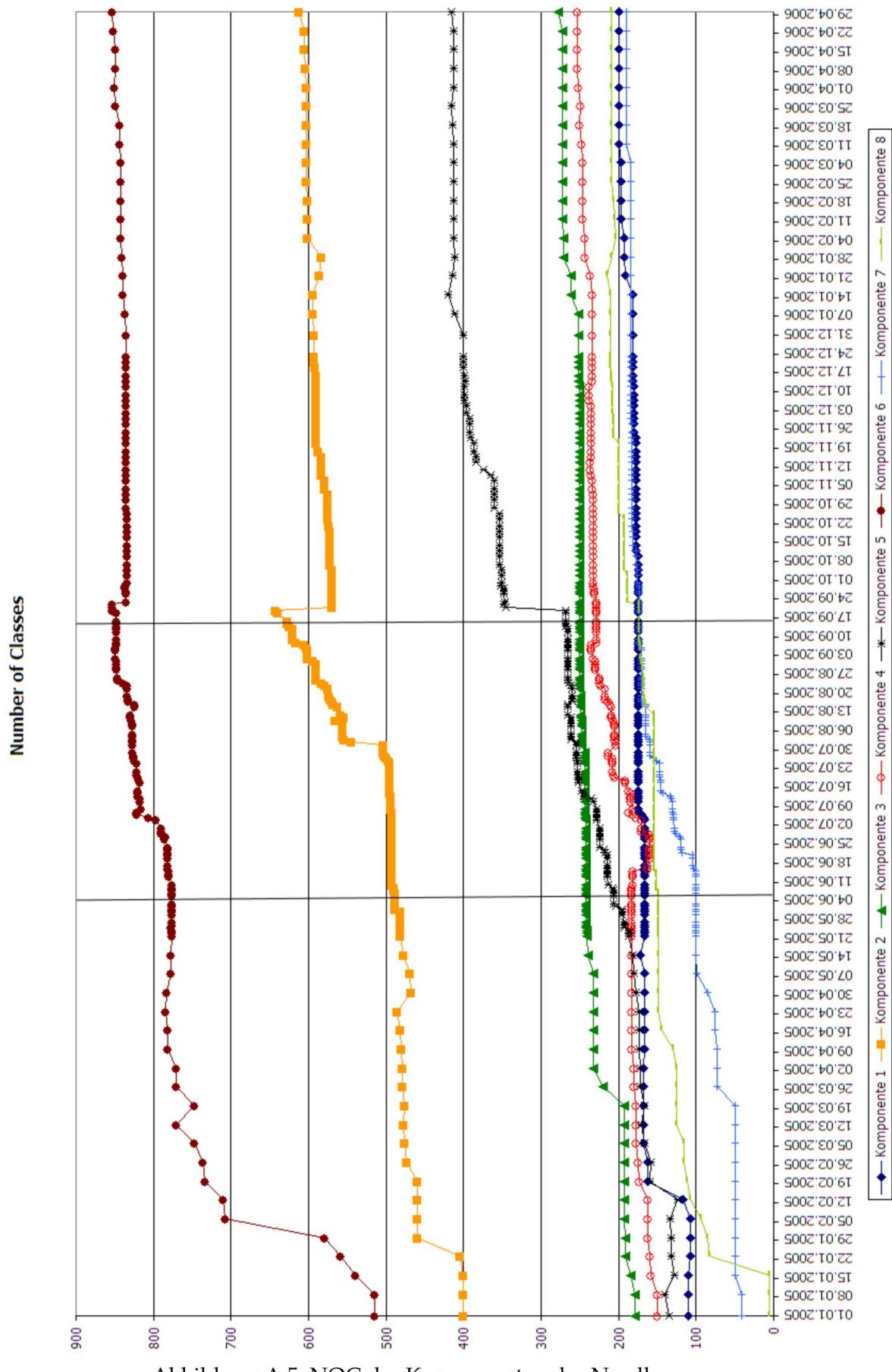


Abbildung A.5: NOC der Komponenten der Nordkon.

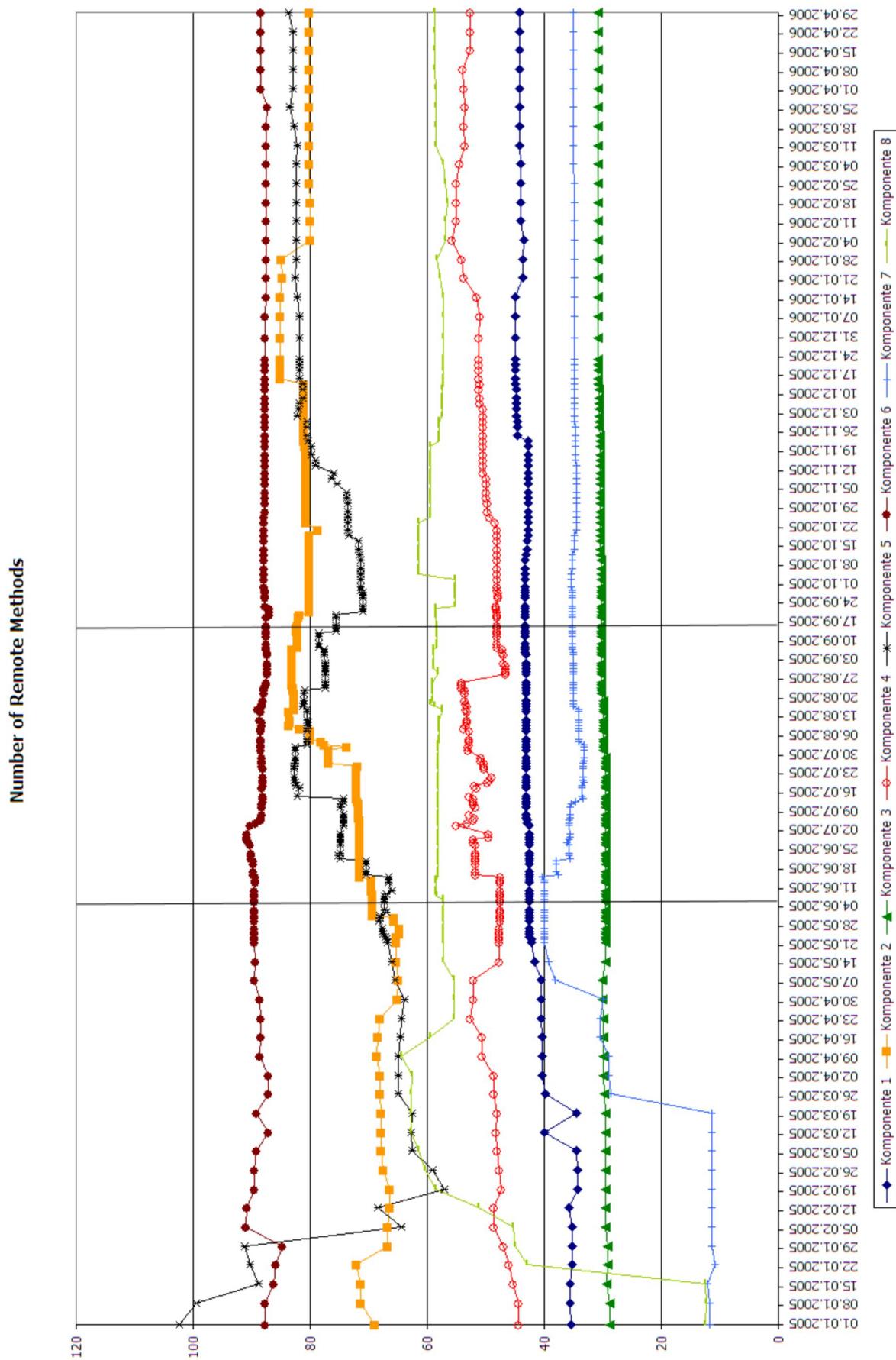


Abbildung A.6: NORM der Komponenten der Nordkom.

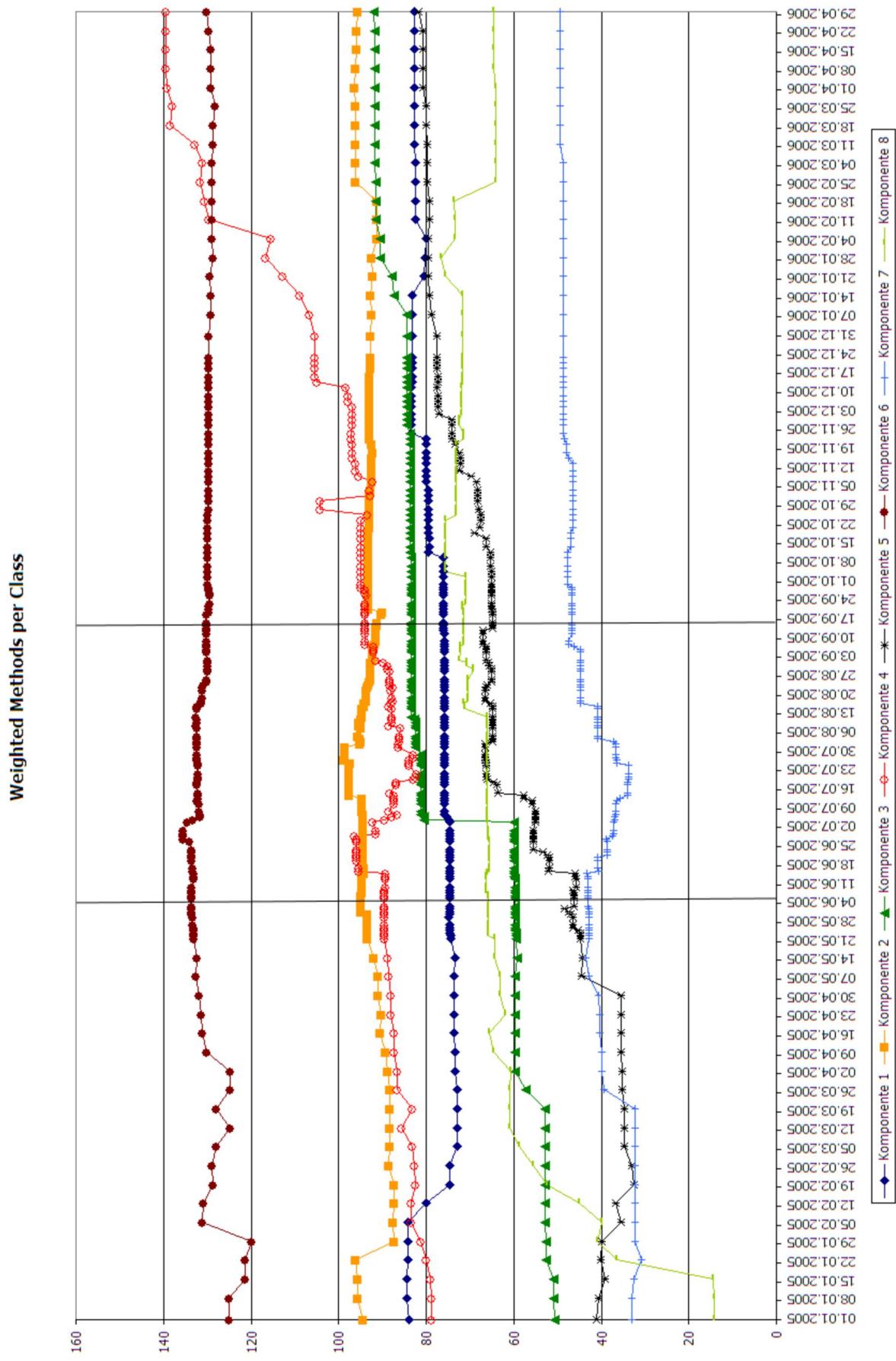


Abbildung A.7: WMC der Komponenten der Nordkon.

A.2 Diagramme der Ergebnisse im Konsortium

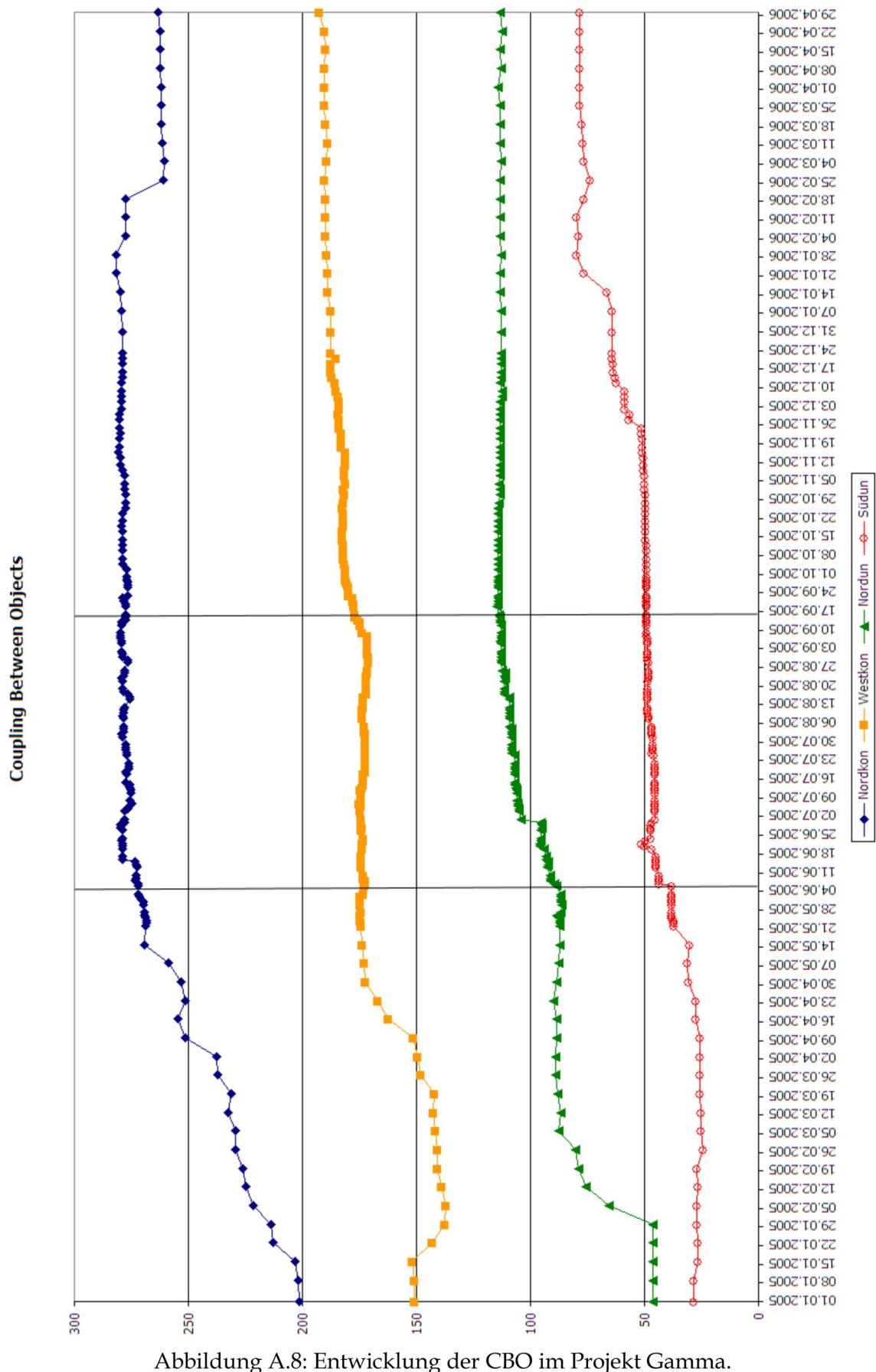
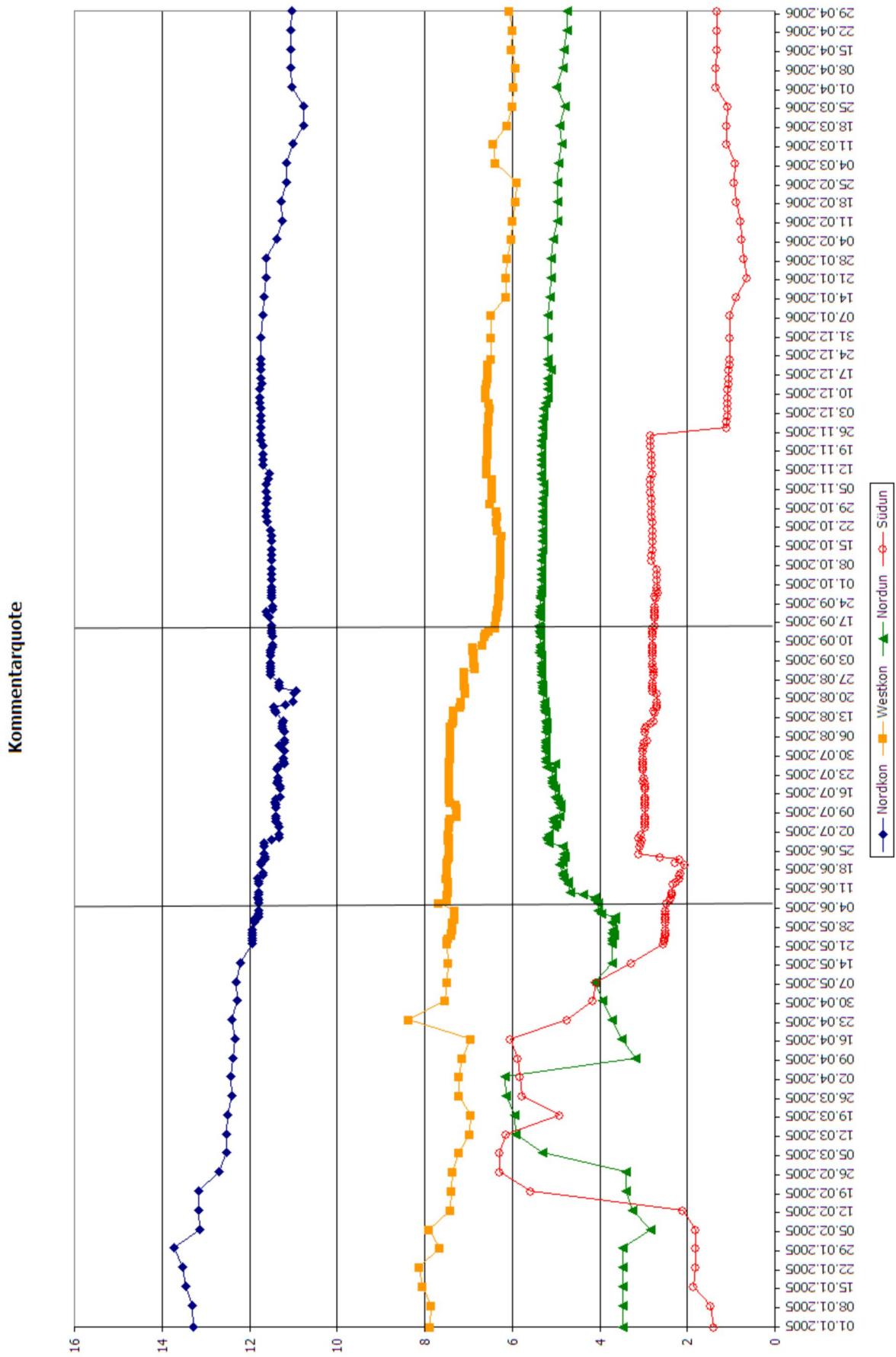
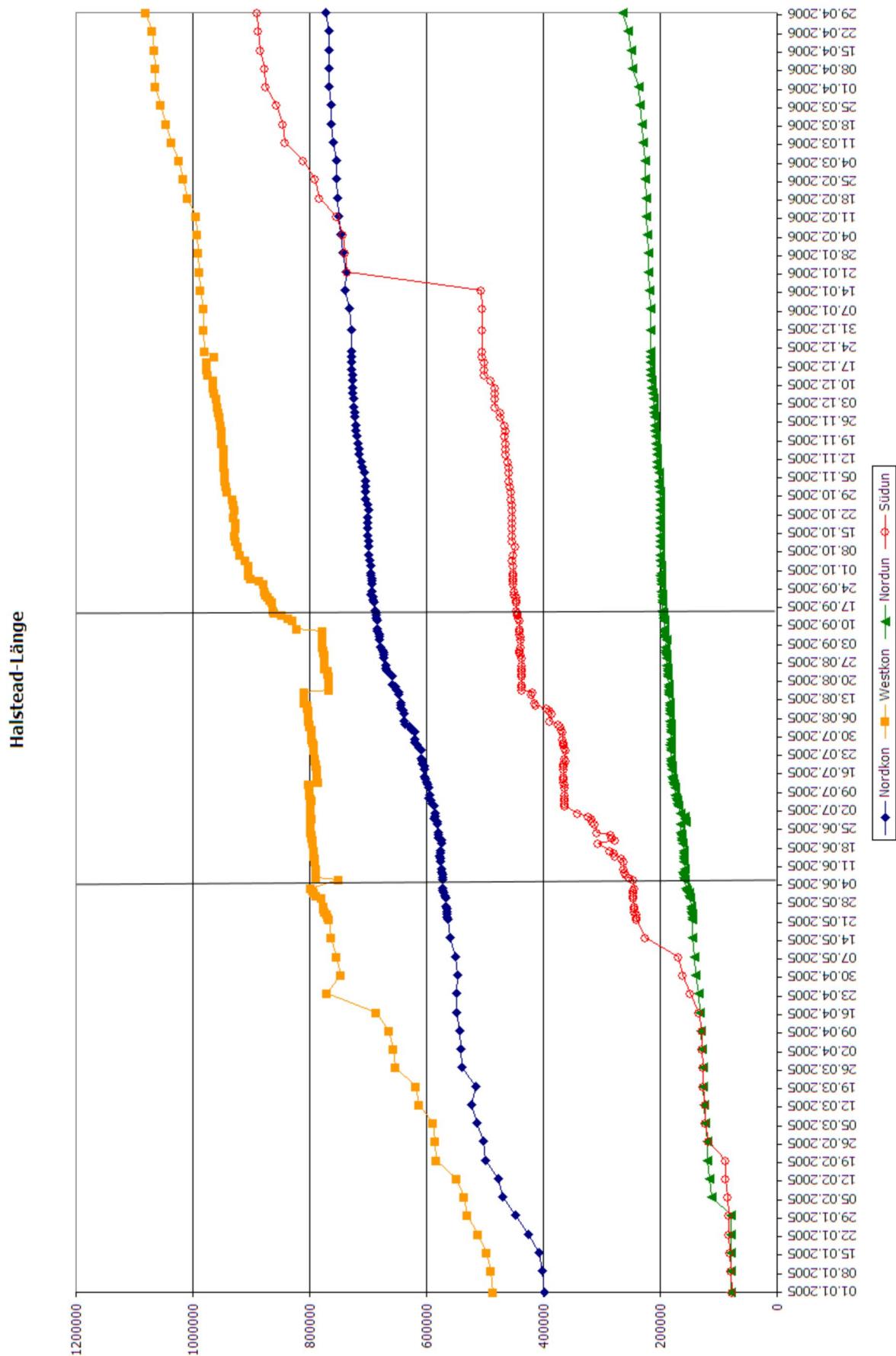
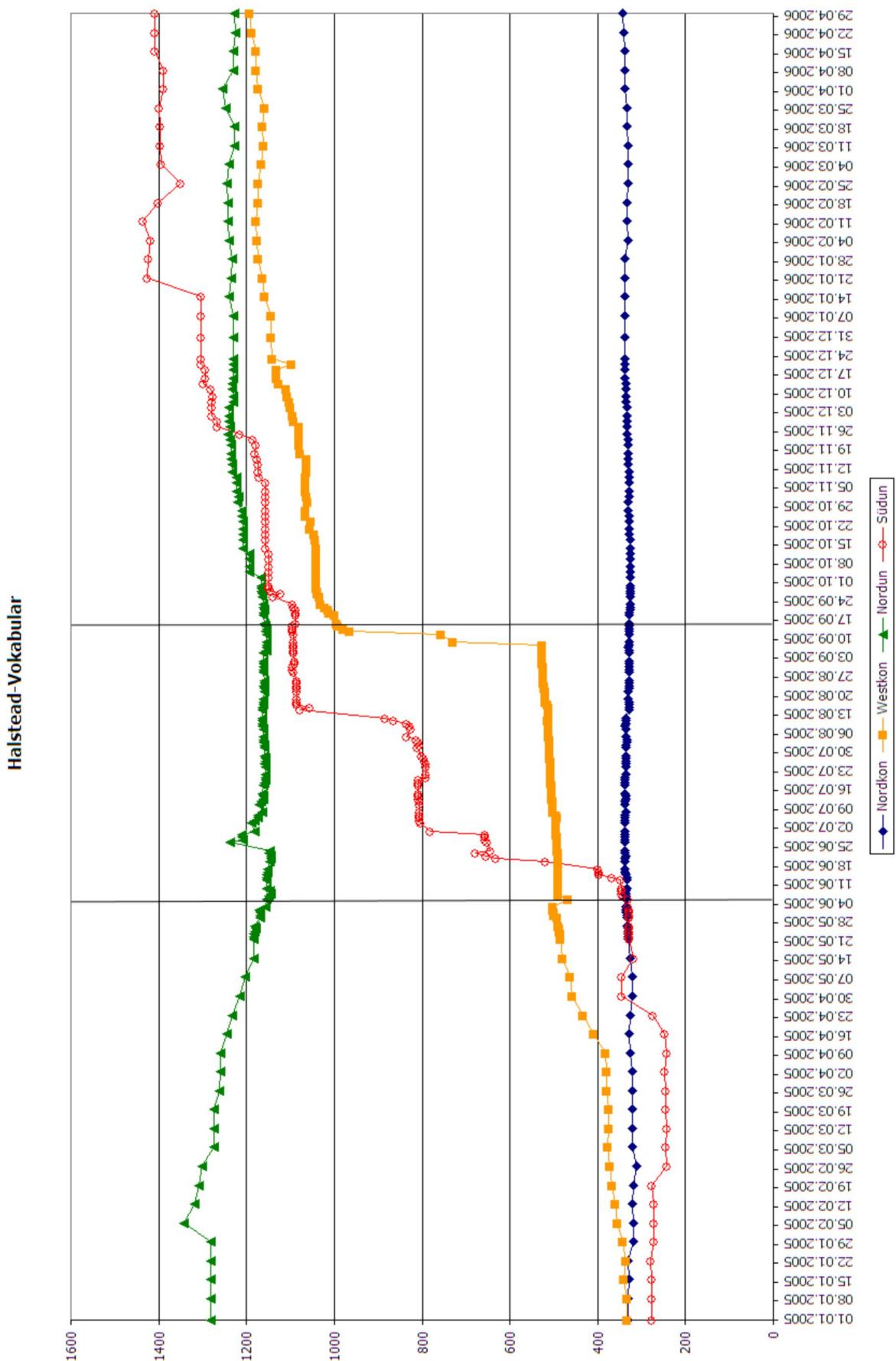


Abbildung A.8: Entwicklung der CBO im Projekt Gamma.







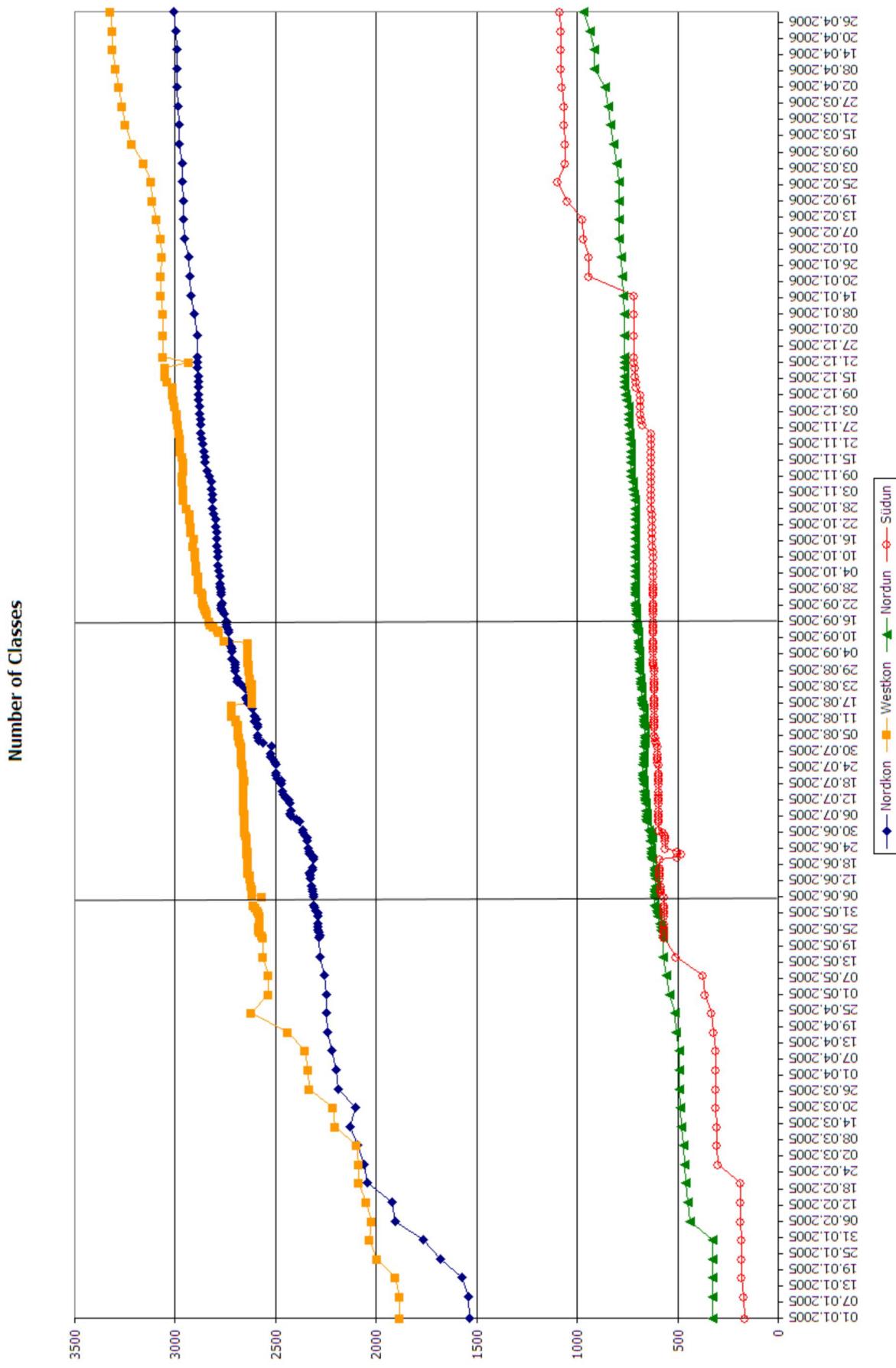


Abbildung A.12: Entwicklung der NOC im Projekt Gamma.

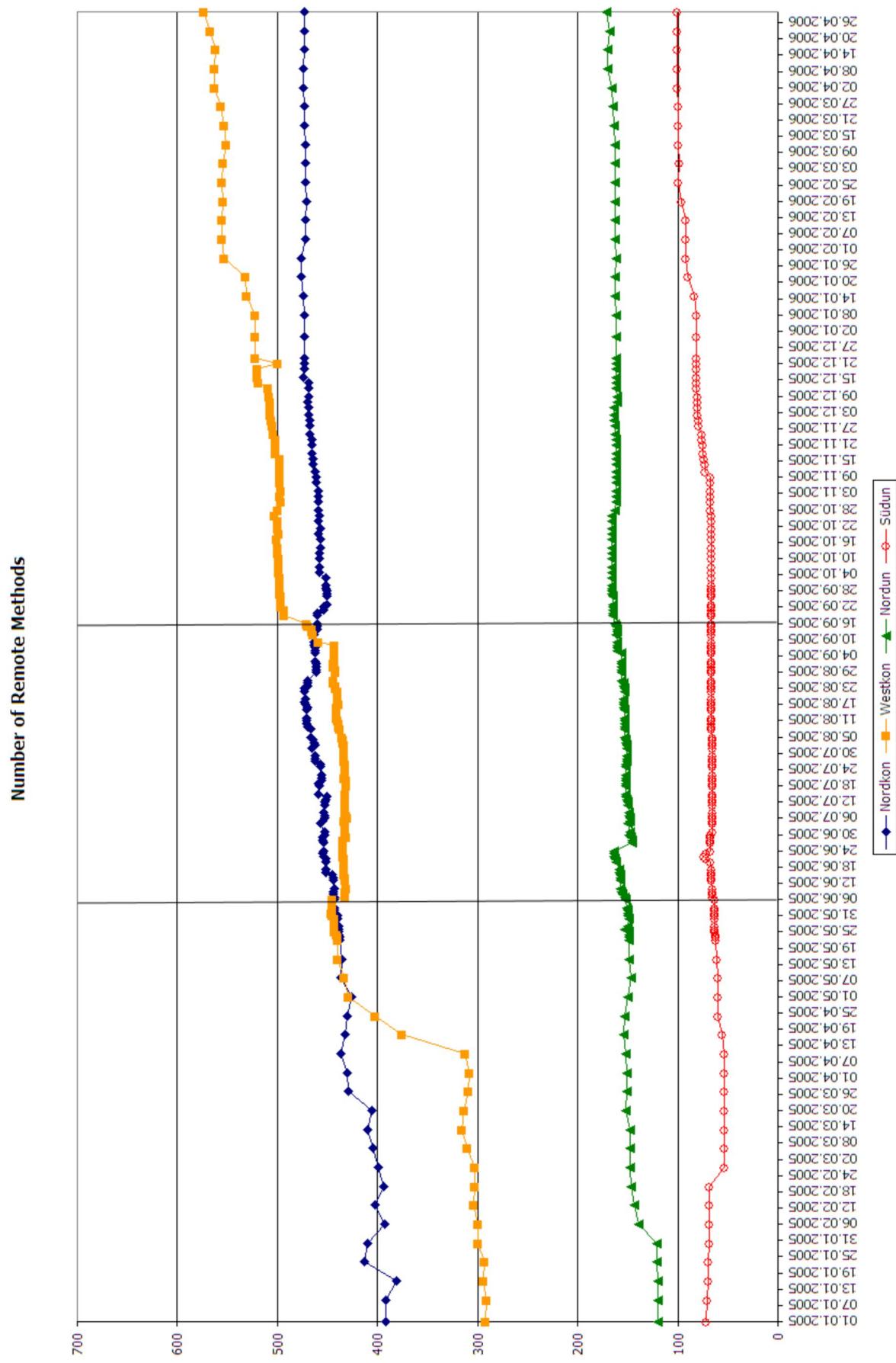


Abbildung A.13: Entwicklung der NORM im Projekt Gamma.

Anhang B Teamklima-Inventar

B.1 Anschreiben

B.1.1 Anschreiben zur ersten Umfrage

Liebe Kollegin, lieber Kollege!

In meiner Diplomarbeit werde ich die Unterschiede zwischen verteilten Entwicklungsstandorten und einem gemeinsamen Entwicklungsstandort betrachten, kurz den Umzug nach [Standort der Westkon] untersuchen. Dafür werden einerseits „harte“ Fakten ausgewertet, wie z.B. die Finanzen. Auf der anderen Seite ist es auch nötig, die „weichen“ Faktoren, d.h. die Auswirkungen auf die Umziehenden zu untersuchen. Diese Untersuchung soll u.a. mit dem sog. „Teamklima Inventar“ (TKI) geschehen.

Sollte ich dich noch nicht persönlich vor meinem Semester diesbezüglich angesprochen haben, so möchte dich hiermit darum bitten, an der Befragung teilzunehmen und den beiliegenden Fragebogen auszufüllen.

Die Umfrage erfolgt selbstverständlich anonym und die Auswertung werde ich vornehmen.

Vielen Dank für deine Unterstützung

Noch einige Hinweise zum Ausfüllen:

Als Datum trage bitte das aktuelle Datum ein, die Uhrzeit und der Teamname sind optional.

In den Fragen ist mit Team die gesamte [Gamma]-Mannschaft, also auch die [am Standort der Westkon] anwesenden Kollegen der Konsorten gemeint.

B.1.2 Anschreiben zur zweiten Umfrage

Liebe Kolleginnen und Kollegen!

An dieser Stelle möchte ich mich für Eure rege Beteiligung an der ersten Umfrage bedanken. Die Rücklaufquote lag über 80%, so dass für die Auswertung genügend belastbares Material vorliegt.

Nachdem nun seit bald drei Monaten viele von uns wieder in Hamburg sind, möchte ich Euch bitten, den Fragebogen noch einmal auszufüllen. Ich bitte Euch, dabei ehrlich die Zusammenarbeit im [Gamma]-Team zu beurteilen. Das [Gamma]-Team besteht hierbei nicht nur aus den Kolleginnen und Kollegen der

[Nordkon]. Auch die zum Zeitpunkt der ersten Umfrage in [Standort der Westkon] anwesenden Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Konsorten/UAN zählen zum Team.

Als Datum tragt bitte das heutige Datum ein, die Uhrzeit und der Teamname sind optional.

Vielen herzlichen Dank für Eure Unterstützung

P.S.: Die Umfrage erfolgt selbstverständlich anonym und die Auswertung werde ich vornehmen. Bitte gebt den Fragebogen bei mir ab.

B.2 Rohdaten

Die Rohdaten der Befragungen befinden sich im Anhang C in den Dateien \TKI\1. Umfrage.xls und \TKI\2. Umfrage.xls.

B.3 Profilblatt

Das Profilblatt mit den Ergebnissen der beiden Umfragen findet sich auf der folgenden Seite.

PROFILBLATT

B.4 Auszüge der Fragen

Skala	Subskala	Nr.	Frage
Vision	Klarheit	27	Wie genau sind Sie sich im Klaren über die Ziele Ihres Teams?
	Wertschätzung	28	Was denken Sie, inwieweit sind diese Ziele nützlich und angemessen?
	Einigkeit	30	Was denken Sie, inwieweit stimmen die anderen Teammitglieder mit diesen Zielen überein?
Aufgaben-orientierung	Erreichbarkeit	32	Was denken Sie, inwieweit können die Ziele Ihres Teams auch tatsächlich erreicht werden?
	Hohe Standards	43	Ist es den Teammitgliedern ein echtes Anliegen, dass das Team den höchstmöglichen Leistungsstandard erreicht?
	Reflexion	39	Geben Sie und Ihre Kollegen aufeinander acht, damit die Arbeit einen hohen Standard behält?
Partizipative Sicherheit	Synergie	42	Bauen die Teammitglieder gegenseitig auf Ihren Ideen auf, um das bestmögliche Ergebnis zu erhalten?
	Informationsverteilung	1	In der Regel geben wir Informationen an alle Mitglieder des Teams weiter, anstatt sie für uns zu behalten.
	Sicherheit	7	Die Teammitglieder fühlen sich gegenseitig akzeptiert und verstanden.
Unterstützung für Innovation	Einfluss	3	Wir alle beeinflussen einander.
	Kontaktpflege	26	Die Teammitglieder treffen sich häufig, um sowohl informelle als auch formelle Gespräche zu führen.
	Bereitschaft (artikulierte Normen)	10	Das Team ist Veränderungen gegenüber aufgeschlossen und empfänglich.
	Umsetzung (im	6	In unserem Team nehmen wir uns

Skala	Subskala	Nr.	Frage
	Handeln erkennbare Normen)		die Zeit, die wie brauchen, um neue Ideen zu entwickeln.
Soziale Erwünschtheit	Soziale Aspekte	9	Es gibt niemals Spannungen zwischen Personen im Team.
	Ausgabenaspekte	22	Mit Leichtigkeit erreicht das Team durchweg die höchsten Ziele.

Tabelle B.1: Beispielfragen aus dem TKI.¹⁷⁴

¹⁷⁴ Vgl. Brodbeck/Anderson/West (2000), S. 23; Brodbeck/Maier (2001), S. 73.

Anhang C Digitale Materialien

Die beigefügte CD enthält:

- aggregierte Ergebnisse der Softwaremetriken
 - \Softwaremetriken\Gamma - Arbeitsblatt pro Metrik.xls
 - \Softwaremetriken\LOC vs. NOC.xls
 - \Softwaremetriken\Nordkon - Arbeitsblatt pro Metrik.xls
- für die Auswertung der Softwaremetriken erstellte Java-Programme
 - \Softwaremetriken\Auswertungsprogramme*
- Rohdaten der beiden TKI-Befragungen
 - \TKI\1. Umfrage.xls
 - \TKI\2. Umfrage.xls
- Rohdaten der Problemmeldungsstatistik:
 - \Problemmeldungen\PM-Auswertung_sanitarisiert.xls
- verwendete Internet-Quellen
 - \Internet-Quellen*
- PDF-Datei der vorliegenden Arbeit
 - \Analyse des befristeten Wechsels von geographisch verteilter Softwareentwicklung auf einen gemeinsamen Entwicklungsstandort.pdf

Literaturverzeichnis

Anderson/West (1998)

Anderson, N. R.; West, M. A.: Measuring climate for work group innovation: development and validation of the team climate inventory, in: Journal of Organization Behavior, 19. Jg. (1998) 3, S. 235-258.

Antoni (2003)

Antoni, C.: Rezension des "Teamklima-Inventar (TKI)" von F. C. Brodbeck, N. Anderson und M. West, in: Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 47. Jg. (2003) 1, S. 45-50.

Armour (2003)

Armour, P. G.: Beware of Counting LOC, in: Communications of the ACM, 47. Jg. (2003) 3, S. 21-24.

Arnison/Miller (2002)

Arnison, L.; Miller, P.: Virtual teams: a virtue for the conventional team, in: Journal of Workplace Learning, 14. Jg. (2002) 4, S. 166-173.

Balzert (1998)

Balzert, H.: Lehrbuch der Software-Technik: Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung, Band 2, Heidelberg/Berlin, 1998.

Balzert (2000)

Balzert, H.: Lehrbuch der Software-Technik, Heidelberg/Berlin, 2000.

Baukloh (1999)

Baukloh, M.: Verteiltes Arbeiten - Gesichtspunkte einer modernen Arbeitsweise, in: Der GMD-Spiegel, 29. Jg. (1999) 1/2, S. 22-24.

Bleicher (1966)

Bleicher, K.: Zentralisation und Dezentralisation von Aufgaben in der Organisation der Unternehmungen, Berlin, 1966.

BMI (o.J.)

Bundesministerium des Inneren: Das neue V-Modell® XT Release 1.2 - Der Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes, URL: <http://www.v-modell-xt.de> [Abruf: 03.07.2006].

Breu/Hemingway (2004)

Breu, K.; Hemingway, C. J.: Making organisations virtual: the hidden cost of distributed teams, in: Journal of Information Technology, 19. Jg. (2004) 3, S. 191-202.

Briand/Wüst (2001)

Briand, L. C.; Wüst, J.: Modeling Development Effort in Object-Oriented Systems Using Design Properties, in: IEEE Transactions on Software Engineering, 27. Jg. (2001) 11, S. 963-986.

Brodbeck/Anderson/West (2000)

Brodbeck, F.; Anderson, N.; West, M.: TKI Teamklima-Inventar Manual, Göttingen, 2000.

Brodbeck/Maier (2001)

Brodbeck, F. C.; Maier, G. W.: Das Teamklima-Inventar (TKI) für Innovation in Gruppen: Psychometrische Überprüfung an einer deutschen Stichprobe, in: Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 45. Jg. (2001) 2, S. 59-73.

Bronstein/Semendjajew (1980)

Bronstein, I. N.; Semendjajew, K. A.: Taschenbuch der Mathematik, Ergänzende Kapitel, Thun/Leipzig, 1980.

Brooke (1984)

Brooke, M. Z.: Centralization and Autonomy, New York, 1984.

Chidamber/Kemerer (1991)

Chidamber, S. R.; Kemerer, C. F.: Towards a metrics suite for object oriented design, in: Proceedings of the Conference on Object Oriented Programming Systems Languages and Applications, 1991, S. 197-211.

Chidamber/Kemerer (1994)

Chidamber, S. R.; Kemerer, C. F.: A Metrics Suite for Object Oriented Design, in: IEEE Transactions on Software Engineering, 20. Jg. (1994) 6, S. 476-493.

Conte/Dunshore/Shen (1986)

Conte, S. D.; Dunshore, H. E.; Shen, V. Y.: Software Engineering Metrics and Models, Menlo Park, 1986, zitiert bei Henderson-Sellers (1996).

Demmin (1964)

Demmin, J.: Zentralisation und Dezentralisation im Fertigteile-Vertrieb der Eisen- und Stahlindustrie, Dissertation, Technische Universität Berlin, 1964.

DIV (o. J.)

Deutscher Ingenieur-Verlag: Verteilte Teams: Besser führen mit der 3-K-Regel, URL: <http://www.ingenieur-verlag.de/management/mitarbeiterfuehrung/artikel22007.html> [Abruf: 02.07.2006].

Ebert et al. (2001)

Ebert, C. et al.: Improving Validation Activities in a Global Software Development, in: Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering, 2001, S. 545-554.

Eichenberger (1994)

Eichenberger, R.: The Benefits of Federalism and the Risk of Overcentralization, in: Kyklos, 47. Jg. (1994) 3, S. 403-420.

Fantapié Altobelli (2004)

Fantapié Altobelli, C.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre I: Konstitutive Entscheidungen, URL: www2.hsu-hh.de/fantapie/Archiv/Alte%20Vorlesungen/HT%202004/ABWL_KE%20HT.pdf [Abruf: 18.06.2006].

Federmann (1998)

Federmann, R.: Unternehmenskonstitution, in: Berndt, R.; Fantapié Antobelli, C.; Schuster, P. (Hrsg.): Springers Handbuch der Betriebswirtschaftslehre 1, Berlin/Heidelberg, 1998, S. 69-128.

Fenton (1994)

Fenton, N. E.: Software Measurement: A Necessary Scientific Basis, in: IEEE Transactions on Software Engineering, 20. Jg. (1994) 3, S. 199-206.

Fenton/Neil (1999)

Fenton, N. E.; Neil, M.: Software metrics: successes, failures and new directions, in: Journal of Systems and Software, 47. Jg. (1999) 2, S. 149-157.

Frese (1995)

Frese, E.: Grundlagen der Organisation, Wiesbaden, 1995.

Frese/v. Werder (1993)

Frese, E.; v. Werder, A.: Zentralbereiche - Organisatorische Formen und Effizienzbeurteilung, in: Frese, E.; Maly, W.; v. Werder, A. (Hrsg.): Zentralbereiche : theoretische Grundlagen und praktische Erfahrungen, Stuttgart, 1993, S. 1-50.

Greb (2000)

Greb, R.: Zentralisierung in der globalen Unternehmung : die Organisation unternehmensinterner FuE, Wiesbaden, 2000.

Grinter/Herbsleb/Perry (1999)

Grinter, R. E.; Herbsleb, J. D.; Perry, D. E.: The Geography of Coordination: Dealing with Distance and R&D Work, in: Proceedings of ACM GROUP Conference, 1999, S. 306-315.

GZA (2005)

Greater Zürich Area AG: Arbeitsrecht, URL: http://www.greaterzuricharea.ch/content/03/03_006de.asp [Abruf: 22.07.2006].

Hatton (1997)

Hatton, L.: Reexamining the fault density--component size connection, in: IEEE Software, 14. Jg. (1997) 2, S. 89-97.

Haywood (1998)

Haywood, M.: Managing virtual teams : practical techniques for high-technology project managers, Boston, 1998.

Heise (2003)

Heise Zeitschriften Verlag: SAP will Indien zum weltweit größten Standort ausbauen, URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/42134> [Abruf: 27.07.2006].

Henderson-Sellers (1996)

Henderson-Sellers, B.: Object-oriented metrics : measures of complexity, Upper Saddle River, 1996.

Herbsleb et al. (2000)

Herbsleb, J. D. et al.: Distance, Dependencies, and Delay in a Global Collaboration, in: Proceedings of ACM Conference in Computer Supported Cooperative Work, 2000, S. 319-328.

Herbsleb/Moitra (2001)

Herbsleb, J. D.; Moitra, D.: Global Software Development, in: IEEE Software, 18. Jg. (2001) 2, S. 16-20.

Herbsleb/Paulish/Bass (2005)

Herbsleb, J. D.; Paulish, D. J.; Bass, M.: Global Software Development at Siemens: Experience from Nine Projects, in: Proceedings of the 27th International Conference on Software Engineering, 2005, S. 524-533.

Hertel/Geister/Konradt (2005)

Hertel, G.; Geister, S.; Konradt, U.: Managing virtual teams: A review of current empirical research, in: Human Resource Management Review, 15. Jg. (2005) 1, S. 69-95.

Hesse et al. (1994)

Hesse, W. et al.: Termininologie der Softwaretechnik, in: Informatik Spektrum, 17. Jg. (1994) 1, S. 39-47, zitiert bei Balzert (2000).

Holzmann (o. J.)

Holzmann, C.: Seminar Softwareentwicklung (Programmierstil), URL: www.ssw.uni-linz.ac.at/Teaching/Lectures/Sem/2002/slides/Holzmann.ppt [Abruf: 15.07.2006].

Hoß (2005)

Hoß, A.: Ankündigung Standortwechsel, URL: <http://www.forum-jobline.de/de/karriere/karrieretipps/expertentipps/arbeitsrecht/2005/05083009.html> [Abruf: 22.07.2005].

Hungenberg (1995)

Hungenberg, H.: Zentralisation und Dezentralisation: strategische Entscheidungsverteilung in Konzernen, Wiesbaden, 1995.

IDG (2006)

IDG Business Verlag GmbH: IBM baut Präsenz in Irland aus, URL: http://www.computerwoche.de/produkte_technik/software/578465/ [Abruf: 27.07.2006].

IEEE (2006)

IEEE: Homepage des Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., URL: <http://www.ieee.org> [Abruf: 06.08.2006].

IHK Aachen (2006)

Industrie- und Handelskammer Aachen: Steuern: Steuerfreier Ersatz von Reisekosten durch den Arbeitgeber, URL: http://www.aachen.ihk.de/de/recht_steuern/download/kh_128.htm [Abruf: 27.07.2006].

Kahn/McDonough (1997)

Kahn, K. B.; McDonough, E. F.: An Empirical Study of the Relationships among Co-location, Integration, Performance, and Satisfaction, in: Journal of Product Innovation Management, 14. Jg. (1997) 3, S. 161-178.

Karolak (1998)

Karolak, D.: Global software development: managing virtual teams and environments, Piscataway, 1998.

KBSt (1997)

Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung: V-Modell 97, URL: <http://partner.coextant.com/website/itmodell.nsf/allBySubject/Launch+-+HS+Funktionen+Ansicht+Inhalt+ScriptGraphik+IE> [Abruf: 01.07.2006].

Kern/Schmidt (2001)

Kern, H.; Schmidt, D.: Nutzen und Chancen des Outdoor-Trainings - Eine Methodentriangulation zur Überprüfung des Praxistransfers im betrieblichen Kontext, Dissertation, , 2001.

Kern/Schmidt (2001)

Kern, H.; Schmidt, D.: Nutzen und Chancen des Outdoor-Trainings - Eine Methodentriangulation zur Überprüfung des Praxistransfers im betrieblichen Kontext, Dissertation, Universität Bielefeld, 2001.

Keyzerman (2003)

Keyzerman, Y.: Trust in Virtual Teams, in: Proceedings of the Professional Communication Conference, 2003, S. 391-400.

Kotulla (2001)

Management von Softwareprojekten : Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren bei international verteilter Entwicklung, Wiesbaden, .

Liggesmeyer (2002)

Liggesmeyer, P.: Software-Qualität: Testen, Analysieren und Verifizieren von Software, Heidelberg/Berlin, 2002.

Lipnack/Stamps (1997)

Lipnack, J.; Stamps, J.: Virtual Teams: Reaching Across Space, Time, and Organizations with Technology, New York, 1997.

Loftus et al. (1995)

Loftus, C. et al.: Distributed software engineering, Hertfordshire, 1995.

Lorenz/Kidd (1994)

Lorenz, M.; Kidd, J.: Object-oriented metrics : a practical guide, Englewood Cliffs, 1994.

Lurey/Raisinghani (2001)

Lurey, J. S.; Raisinghani, H. S.: An empirical study of best practices in virtual teams, in: Information & Management, 38. Jg. (2001) 8, S. 523-544.

Mayrand et al. (2000)

Mayrand, J. et al.: Software assessment using metrics: A comparison across large C++ and Java systems, in: Annals of Software Engineering, 9. Jg. (2000) 1-4, S. 117-141.

McDonough/Kahn/Barczak (2001)

McDonough, E. F.; Kahn, K. B.; Barczak, G.: An investigation of the use of global, virtual, and colocated newproduct development teams, in: The Journal of Product Innovation Management, 18. Jg. (2001) 2, S. 110-120.

Mellerowicz (1973)

Mellerowicz, K.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Band 1, Berlin, 1973.

Mockus/Herbsleb (2001)

Mockus, A.; Herbsleb, J.: Challenges of Global Software Development, in:
Proceedings of the Seventh International Software Metrics Symposium, 2001, S.
182-184.

Müller/von Thienen/Schröder (2004)

Müller, A.; von Thienen, L.; Schröder, H.: IT-Controlling: So messen Sie den
Beitrag der Informationstechnologie zum Unternehmenserfolg, Elmshorn, 2004.

o. V. (1995 a)

V.: Team, in: Meyers Lexikonredaktion (Hrsg.): Meyers großes Taschenlexikon,
Band 22, Mannheim, 1995, S. 17.

o. V. (1995 b)

V.: Ziel, in: Meyers Lexikonredaktion (Hrsg.): Meyers großes Taschenlexikon,
Band 24, Mannheim, 1995, S. 250.

o. V. (2004)

V.: Planung, Organisation und Kontrolle im Versicherungsunternehmen, URL:
http://insurance.fbv.uni-karlsruhe.de/rd_download/script_vbl_kap6-ws03.pdf
[Abruf: 20.07.2006].

o. V. (2005)

V.: Duden - Das Fremdwörterbuch (CD-ROM), Mannheim, 2005.

o. V. (2006)

V.: "Virtuelle Teams": Zusammenarbeit in ortsverteilten Gruppen, URL:
http://wy2x05.psychologie.uni-wuerzburg.de/ao/teachings/seminar_virtuelle_teams.php [Abruf: 30.06.2006].

o. V. (o. J. a)

V.: Identitätsentwicklung in internationalen, virtuellen Teams, URL:
<http://www.orga.uni-sb.de/ivt/> [Abruf: 30.06.2006].

o. V. (o. J. b)

V.: Szenariobildung, URL: <http://www.soft-skills.com/fuehrungskompetenz/entscheidungsstaerke/szenarien/szenariotechnik.php> [Abruf: 22.07.2006].

Olson/Olson (2000)

Olson, G. M.; Olson, J. S.: Distance Matters, in: Human-Computer Interaction, 15.
Jg. (2000) 2-3, S. 139-178.

Optimum (2006)

Optimum Gesellschaft für Automatisierungstechnik mbH: Kompetenzen, URL:
<http://www.optimum-gmbh.de/Optimum/IndividuelleLoesungen/Kompetenzen> [Abruf: 31.07.2006].

Patti/Gilbert (1997)

Patti, A. L.; Gilbert, J. P.: Collocating New Product Development Teams: Why,
When, Where and How?, in: Business Horizons, . Jg. (1997) November-December,
S. 59-64.

Pepels (2005)

Pepels, W.: Grundlagen der Unternehmensführung, München, 2005.

Picot (1993)

Picot, A.: Organisationsstrukturen im Spannungsfeld von Zentralisierung und Dezentralisierung, in: Scharfenberg, H. (Hrsg.): Strukturwandel in Management und Organisation, Baden-Baden, 1993, S. 217-235.

PL-Gamma (2006)

Gespräch mit dem Projektleiter von Gamma, am 01.08.2006.

Powell/Piccoli/Ives (2004)

Powell, A.; Piccoli, G.; Ives, B.: Virtual teams: A Review of Current Literature and Directions for Future Research, in: ACM SIGMIS Database, 35. Jg. (2004) 1, S. 6-36.

Qureshi/Vogel (2000)

Qureshi, S.; Vogel, D.: Adaptiveness in Virtual Teams: Organisational Challenges and Research Direction, URL:

<https://ep.eur.nl/bitstream/1765/27/1/erimrs20000614164537.pdf> [Abruf: 28.05.2006].

Rashid et al. (2006)

Rashid, A. et al.: Kollaborative Softwareentwicklung - Zum Kollaborationsbegriff, URL: http://www.fzi.de/KCMS/kcms_file.php?action=link&id=594 [Abruf: 02.07.2006].

Rus/Lindvall (2002)

Rus, I.; Lindvall, M.: Knowledge Management in Software Engineering, in: IEEE Software, 19. Jg. (2002) 3, S. 26-38.

Silicon (2004)

silicon.de GmbH: Die Russen kommen - in Sachen Softwareentwicklung, URL: http://www.silicon.de/enid/business_software/8900 [Abruf: 27.07.2006].

Smart/Barnum (2000)

Smart, K. L.; Barnum, C.: Communication in Cross-functional Teams: An Introduction to This Special Issue, in: Technical Communication, 47. Jg. (2000) 1, S. 19-21.

Smith/Blanck (2002)

Smith, P. G.; Blanck, E. L.: From experience: leading dispersed teams, in: The Journal of Product Innovation Management, 19. Jg. (2002) 4, S. 294-304.

Sneed/Winter (2002)

Sneed, H. M.; Winter, M.: Testen objektorientierter Software, München, 2002.

Sole/Edmonson (2002)

Sole, D.; Edmonson, A.: Situated Knowledge and Learning in Dispersed Teams, in: British Journal of Management, 13. Jg. (2002) s2, S. S17-S34.

Spiegel (2006)

SPIEGEL ONLINE: Masseneinstellungen: SAP investiert eine Milliarde Dollar in Indien, URL: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/0,1518,429782,00.html> [Abruf: 02.08.2006].

Spiekermann (1935)

Spiekermann, R.: Zentralisation und Dezentralisation in der Industrie, Würzburg, 1935.

Spiekermann (1935)

Spiekermann, R.: Zentralisation und Dezentralisation in der Industrie, Dissertation, Universität Köln, 1935.

Stahlknecht/Hasenkamp (2002)

Stahlknecht, P.; Hasenkamp, U.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Berlin/Heidelberg, 2002.

Steinfield (2002)

Steinfield, C.: Realizing the Benefits of Virtual Teams, in: Computer, 35. Jg. (2002) 3, S. 104-106.

Suchan/Hayzak (2001)

Suchan, J.; Hayzak, G.: The Communication Characteristics of Virtual Teams: A Case Study, in: IEEE transactions on professional communication, 44. Jg. (2001) 3, S. 174-186.

Sun (1999)

Sun Microsystems, Inc.: Comments, URL:
<http://java.sun.com/docs/codeconv/html/CodeConventions.doc4.html#385>
[Abruf: 07.08.2006].

Tahvildari/Singh (2000)

Tahvildari, L.; Singh, A.: Categorization of Object-Oriented Software Metrics, in: Proceedings of the Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, 2000, S. 235-239.

Tegarden/Sheetz/Monarchi (1992)

Tegarden, D. P.; Sheetz, S. D.; Monarchi, D. E.: Effectiveness of Traditional Software Metrics for Object-Oriented Systems, in: Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences, 1992, S. 359-368.

TogetherSoft (2004)

TogetherSoft Corporation: User Guide for Borland® Togethe® Developer 2005, URL:
<ftp://ftpc.borland.com/pub/together/techpubs/tgdeveloper1/userGuide.pdf>
[Abruf: 17.06.2006].

Townsend/DeMarie/Hendrickson (1998)

Townsend, A. M.; DeMarie, S. M.; Hendrickson, A. R.: Virtual teams: Technology and the workplace of the future, in: Academy of Management Executive, 12. Jg. (1998) 2, S. 17-29.

van den Bulte/Moenaert (1998)

van den Bulte, C.; Moenaert, R. K.: The Effects of R&D Team Co-Location on Communication Patterns among R&D, Marketing, and Manufacturing, in: Management Science, 44. Jg. (1998) 11, S. 1-18.

Versteegen/Mühlbauer/Kress (2006)

Versteegen, G.; Mühlbauer, S.; Kress, A.: Verteilte Softwareentwicklung erfordert Tools für die Zusammenarbeit, URL:
http://www.computerwoche.de/produkte_technik/software/577766/ [Abruf: 03.07.2006].

Wöhe/Döring (2002)

Wöhe, G.; Döring, U.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, München, 2002.

Wolle (2003)

Wolle, B.: Statische Analyse von Java-Anwendungen - Eignen sich Lines-of-Code-Metrik und Halstead-Länge?, in: Wirtschaftsinformatik, 45. Jg. (2003) 1, S. 29-40.

Zaccaro/Bader (2003)

Zaccaro, S. J.; Bader, P.: E-Leadership and the Challenges of Leading E-Teams: Minimizing the Bad and Maximizing the Good, in: Organizational dynamics, 31. Jg. (2003) 4, S. 377-387.

ZDG (o. J.)

Zentrum für Deutsche Gebärdensprache: soziale Erwünschtheit (social desirability), URL: http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/PLEX/Plex/lemmata/s-Lemma/soziale_.htm [Abruf: 11.07.2006].

Zuse (1991)

Zuse, H.: Software Complexity : Measures and Methods, Berlin, 1991.

Interviews

PL-Gamma (2006)

Gespräch mit dem Projektleiter von Gamma, am 01.08.2006.

Internet-Quellen

BMI (o.J.)

Bundesministerium des Inneren: Das neue V-Modell® XT Release 1.2 - Der Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes, URL: <http://www.v-modell-xt.de> [Abruf: 03.07.2006].

DIV (o. J.)

Deutscher Ingenieur-Verlag: Verteilte Teams: Besser führen mit der 3-K-Regel, URL: <http://www.ingenieur-verlag.de/management/mitarbeiterfuehrung/artikel22007.html> [Abruf: 02.07.2006].

Fantapié Altobelli (2004)

Fantapié Altobelli, C.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre I: Konstitutive Entscheidungen, URL: <http://www2.hsu-hh.de/fantapie/Archiv/Alte%20Vorlesungen/HT%202004/>
ABWL_KE%20HT.pdf [Abruf: 18.06.2006].

GZA (2005)

Greater Zürich Area AG: Arbeitsrecht, URL:

http://www.greaterzuricharea.ch/content/03/03_006de.asp [Abruf: 22.07.2006].

Heise (2003)

Heise Zeitschriften Verlag: SAP will Indien zum weltweit größten Standort ausbauen, URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/42134> [Abruf: 27.07.2006].

Holzmann (o. J.)

Holzmann, C.: Seminar Softwareentwicklung (Programmierstil), URL: www.ssw.uni-linz.ac.at/Teaching/Lectures/Sem/2002/slides/Holzmann.ppt [Abruf: 15.07.2006].

Hofß (2005)

Hofß, A.: Ankündigung Standortwechsel, URL: <http://www.forum-jobline.de/de/karriere/karrieretipps/expertentipps/arbeitsrecht/2005/05083009.html> [Abruf: 22.07.2005].

IDG (2006)

IDG Business Verlag GmbH: IBM baut Präsenz in Irland aus, URL: http://www.computerwoche.de/produkte_technik/software/578465/ [Abruf: 27.07.2006].

IEEE (2006)

IEEE: Homepage des Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., URL: <http://www.ieee.org> [Abruf: 06.08.2006].

IHK Aachen (2006)

Industrie- und Handelskammer Aachen: Steuern: Steuerfreier Ersatz von Reisekosten durch den Arbeitgeber, URL: http://www.aachen.ihk.de/de/recht_steuern/download/kh_128.htm [Abruf: 27.07.2006].

KBSt (1997)

Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung: V-Modell 97, URL: <http://partner.coextant.com/website/itmodell.nsf/allBySubject/Launch+-+HS+Funktionen+Ansicht+Inhalt+ScriptGraphik+IE> [Abruf: 01.07.2006].

o. V. (2004)

o. V.: Planung, Organisation und Kontrolle im Versicherungsunternehmen, URL: http://insurance.fbv.uni-karlsruhe.de/rd_download/script_vbl_kap6-ws03.pdf [Abruf: 20.07.2006].

o. V. (2006)

o. V.: "Virtuelle Teams": Zusammenarbeit in ortsverteilten Gruppen, URL: http://wy2x05.psychologie.uni-wuerzburg.de/ao/teachings/seminar_virtuelle_teams.php [Abruf: 30.06.2006].

o. V. (o. J. a)

o. V.: Identitätsentwicklung in internationalen, virtuellen Teams, URL: <http://www.orga.uni-sb.de/ivt/> [Abruf: 30.06.2006].

o. V. (o. J. b)

o. V.: Szenariobildung, URL: <http://www.soft-skills.com/fuehrungskompetenz/entscheidungsstaerke/szenarien/szenariotechnik.php> [Abruf: 22.07.2006].

Optimum (2006)

Optimum Gesellschaft für Automatisierungstechnik mbH: Kompetenzen, URL: <http://www.optimum-gmbh.de/Optimum/IndividuelleLoesungen/Kompetenzen> [Abruf: 31.07.2006].

Qureshi/Vogel (2000)

Qureshi, S.; Vogel, D.: Adaptiveness in Virtual Teams: Organisational Challenges and Research Direction, URL: <https://ep.eur.nl/bitstream/1765/27/1/erimrs20000614164537.pdf> [Abruf: 28.05.2006].

Rashid et al. (2006)

Rashid, A. et al.: Kollaborative Softwareentwicklung - Zum Kollaborationsbegriff, URL: http://www.fzi.de/KCMS/kcms_file.php?action=link&id=594 [Abruf: 02.07.2006].

Silicon (2004)

silicon.de GmbH: Die Russen kommen - in Sachen Softwareentwicklung, URL: http://www.silicon.de/enid/business_software/8900 [Abruf: 27.07.2006].

Spiegel (2006)

SPIEGEL ONLINE: Masseneinstellungen: SAP investiert eine Milliarde Dollar in Indien, URL: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/0,1518,429782,00.html> [Abruf: 02.08.2006].

Sun (1999)

Sun Microsystems, Inc.: Comments, URL: <http://java.sun.com/docs/codeconv/html/CodeConventions.doc4.html#385> [Abruf: 07.08.2006].

TogetherSoft (2004)

TogetherSoft Corporation: User Guide for Borland® Togethe® Developer 2005, URL: <ftp://ftpc.borland.com/pub/together/techpubs/tgdeveloper1/userGuide.pdf> [Abruf: 17.06.2006].

Versteegen/Mühlbauer/Kress (2006)

Versteegen, G.; Mühlbauer, S.; Kress, A.: Verteilte Softwareentwicklung erfordert Tools für die Zusammenarbeit, URL: http://www.computerwoche.de/produkte_technik/software/577766/ [Abruf: 03.07.2006].

ZDG (o. J.)

Zentrum für Deutsche Gebärdensprache: soziale Erwünschtheit (social desirability), URL: http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/Projekte/PLEX/Plex/lemmata/s-Lemma/soziale_.htm [Abruf: 11.07.2006].