



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung & Motivation	1
1.1	Problemstellungen & Beiträge der Arbeit	3
1.2	Aufbau der Arbeit	5
2	Grundlagen	7
2.1	Charakteristika des heutigen Internet-Routings	7
2.1.1	Bekannte Schwächen des Inter-Domain-Routings	8
2.1.2	Untersuchungen zu Fehlercharakteristika im Inter-Domain-Bereich	9
2.2	Algorithmische Geometrie	13
2.2.1	Delaunay- und Voronoi-Strukturen	15
2.2.2	β -Skeleton und Gabriel-Graph	16
2.3	Clusteranalyse	17
2.3.1	Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN)	17
2.3.2	Ordering Points To Identify the Clustering Structure (OPTICS)	18
2.4	Sphärische Trigonometrie	20
2.5	Verteilte Netzwerkkoodinatensysteme	21
3	Anforderungen & Stand von Wissenschaft und Technik	25
3.1	Anforderungen an das System zur Ersatzpfadkonstruktion	25
3.1.1	Teilaufgaben & Funktionen	26
3.1.2	Nichtfunktionale Anforderungen	27
3.2	Overlay-basierte Ansätze zur Steigerung der Anwendungsverfügbarkeit	30
3.2.1	Detour	30
3.2.2	Resilient Overlay Network	30
3.2.3	Routing Underlays	31
3.2.4	Zwischenfazit: Overlay-basierte Ansätze zur Steigerung der Anwendungsverfügbarkeit	32
3.3	Ansätze zur Knotenlokalisierung	32
3.3.1	Datenbankbasierte Verfahren	33
3.3.2	Verfahren auf Basis von Transportnetzmessungen	36
3.4	Positionsbierte Overlay-Suchverfahren	41
3.4.1	Hierarchische Verfahren	42
3.4.2	Nicht-Hierarchische Verfahren	43
3.4.3	Zwischenfazit: Positionsbierte Overlay-Suchverfahren	45
3.5	Zusammenfassung	46
4	Verteilte Positionsschätzung in globalen Netzen	51
4.1	Annahmen und grundlegende Entwurfsentscheidungen	51
4.2	Abbildung von Verzögerungen auf geographische Koordinaten	52



4.3	Grundlegendes iteratives Multilaterationsverfahren	55
4.3.1	Koordinatenprojektion	56
4.3.2	Koordinatenadaption	57
4.3.3	Inverse Koordinatenprojektion	60
4.3.4	Zwischenfazit	61
4.4	Erweiterte Strategien zur Nachbarschaftswahl	61
4.4.1	Distanzbasierte Auswahl	63
4.4.2	Winkelbasierte Auswahl	64
4.4.3	Cluster-basierte Auswahl	65
4.5	Ausreißererkennung	69
4.6	Fazit	70
5	Ausfallresistente Ersatzpfade für verteilte Anwendungen	73
5.1	Grundlegende Annahmen & Rahmenbedingungen	73
5.2	Voronoi-basierte Overlay-Struktur auf Sphärenkoordinaten	74
5.2.1	Bootstrapping	76
5.2.2	Routing und Adressierung	77
5.2.3	Topologieverwaltung	80
5.3	Koordinatenbasierte Ersatzpfadkonstruktion	83
5.3.1	Auswahlzonen	84
5.3.2	Gerichtete Suchen im Overlay	85
5.3.3	Installation & Verwaltung	89
5.4	Fazit	91
6	Modelle, Plattformen & Implementierungen zur Unterstützung der Evaluierung	95
6.1	Realsystem-Implementierung der Systemkomponenten	95
6.1.1	Anpassungen an der SOLID-Architektur	96
6.1.2	Integration der ORB-Erweiterung	97
6.2	Plattformen für Realsystem-Untersuchungen	99
6.2.1	PlanetLab als verteilte Testumgebung	99
6.2.2	Virtualisierte Testumgebung	100
6.3	Modelle für simulative Untersuchungen	101
6.3.1	Synthetische Erzeugung physikalischer Infrastrukturinstanzen	101
6.3.2	Simulative Fehlermodelle und -szenarien	112
6.4	Fazit	113
7	Evaluierung & Diskussion	115
7.1	Qualitative Diskussion	115
7.1.1	Skalierbarkeit	115
7.1.2	Robustheit	116
7.1.3	Effizienz	117
7.1.4	Agilität	119
7.1.5	Sicherheit	120
7.2	Ausgewählte Fragestellungen der quantitativen Evaluierung	122
7.3	Verteilte Positionsschätzung	123
7.3.1	Abbildung von Verzögerungen auf Distanzen	124
7.3.2	Auswahl der Nachbarschaften	127
7.3.3	Anzahl der Positionshinweise	130



7.4	Last durch Verwaltungsaufgaben	132
7.4.1	Knotengrad	133
7.4.2	Routing-Effizienz	135
7.4.3	Konvergenzzeiten	139
7.4.4	Induzierte Last durch Ersatzpfade	142
7.5	Erreichte Ausfallresistenz	143
7.5.1	Ende-zu-Ende-Konnektivität	143
7.5.2	Zusammenwirken mit geschätzten Positionen	145
7.6	Fazit	149
8	Resümee	151
8.1	Zusammenfassung	151
8.2	Ausblick	153
	Literaturverzeichnis	155
	Abkürzungsverzeichnis	167