

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).



D I P L O M A R B E I T

Quantitative Analyse des Besucherverhaltens

Evaluierung der Ausstellung *medien.welten* des Technischen Museums Wien mittels automatisch-protokollierten Besucherinteraktionen

ausgeführt am Institut für
Wirkungs- und Gestaltungsforschung, Abteilung CSCW
der Technischen Universität Wien

unter Anleitung von o. Univ-Prof. Dr. Ina Wagner
und Univ. Ass. Dipl.-Inform. Eva Hornecker (Betreuerin)
als verantwortlich mitwirkende Universitätsassistentin

durch Matthias Stifter

<mailto:stifter@matthias.as>

Hofjägerstrasse, 7 / 1
1140 Wien

Datum

Unterschrift

Kurzfassung

Ein *individualisierter Ausstellungsbesuch*, durch selbst erzeugte digitale Andenken und persönlichen Empfehlungen zu Exponaten, beeinflusst *nachweislich* das *Besuchsverhalten*. Die *smart.card* (RFID Chipkarte) der Ausstellung *medien.welten* im Technischen Museum Wien ermöglicht dem Besucher die persönlichen Spuren seines Museumsbesuchs (Photos, Videos, Botschaften, historische Informationen) in der Ausstellung abzuspeichern, einzusehen und über das Internet zu erreichen. Obwohl die Besucher, die sich für die Nutzung einer Karte entscheiden, sich in Interesse, Bildung, Beruf, Geschlecht und Alter größtenteils *nicht* signifikant von den anderen Besuchern unterscheiden, bleiben sie im Durchschnitt wesentlich *länger* in der Ausstellung und befassen sich *intensiver* und *ausführlicher* mit den Inhalten der interaktiven Stationen.

Diese Erkenntnisse zeigt die Analyse der Daten aus der *automatischen Protokollierung der Besucherinteraktionen* an den computerunterstützten, interaktiven Medienstationen. Die punktweise Verfolgung der Besucher, die eine Chipkarte in der Ausstellung benutzen, zeigt ihren *Weg* (insbesondere Start- und Endpunkt) durch die Ausstellungsbereiche und ermöglicht die Aufstellung der *beliebtesten* und *frequentiertesten* digitalen Exponate. Mithilfe der automatischen Protokollierung der Verwendung der *smart.card* und der anonymen Benutzung der Medienstationen, konnte eine *exponentielle Verteilungskurve der Nutzungsdauer* von interaktiven Computerterminals, wie in verwandten Arbeiten beschrieben, gezeigt werden.

Das ausgewertete Nutzungsmuster der *smart.card* zeigt, dass sie *durchgehend* und *häufig* von den Besitzern verwendet wird und sich einer hohen Popularität bei den Besuchern erfreut. *Probleme* und *Mängel* die bei Interviews, Umfragen und Tests in Erfahrung gebracht werden konnten, wie Hilfestellung bei Bedienung und Umgang mit der Karte, sowie Test- und Kaufmöglichkeiten, können vom Museum verbessert und behoben werden. Der Grossteil der Besucher, die diese Karte gekauft und verwendet haben, betrachten sie als Gewinn gegenüber einem herkömmlichen Besuch und geben der Ausstellung eine *bessere Note* als Besucher ohne *smart.card*.

Die Ergebnisse und der Vorteil einer *nicht-reaktiven, automatischen Erfassung* zeigen, dass einfache Muster des Interaktionsverhaltens an interaktiven Medienterminals (Dauer, Frequenzierung, Nutzungsart) sehr gut analysiert werden können. Die Arbeit hat aber auch gezeigt, dass eine Interaktionsprotokollierung *standardisiert*, und vor der Implementierung der Anwendungen *definiert* werden sollte, damit eine rasche und zuverlässige *Umsetzung* und ein umfassender *Vergleich* der Ergebnisse stattfinden kann.

Die *parallele* Durchführung der Evaluation mittels *qualitativen* und *quantitativen Methoden* (Beobachtung, Interviews, Umfragen, automatische Aufzeichnungen) lieferten fruchtbare Ansätze, Beiträge und Rückkopplung für die laufende Entwicklung der Studie. Ergebnisse einer Methode konnten so verifiziert, genauer untersucht und gemeinsam interpretiert werden. Die Durchführung – eine qualitative Betrachtung, wo automatische Erfassung blind ist und eine lückenlose Aufzeichnung, wo menschliche Beobachtung müde wird – wurde zur komplementären Ergänzung der beiden empirischen Forschungsmethoden.

Danksagung

Mein Dank gilt dem *Technischen Museums Wien* für die Unterstützung, Diskussion und für das zur Verfügung stellen der Statistiksoftware. Der Firma *Imagination* für die hilfreiche Auskunft, Unterstützung und die freundliche Genehmigung der Abbildung der Medieninstallationen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	13
1.1. Allgemeines zur Diplomarbeit	13
1.2. Ausstellung medien.welten	15
1.2.1. Interaktives Leitsystem	17
1.2.2. Erfassungssystem der Ausstellung medien.welten	19
2. Allgemeines	21
2.1. Empirische Sozialforschung	21
2.1.1. Qualitative vs. quantitative Methoden	22
2.2. Evaluation	23
2.3. Beobachtung	24
2.4. Statistische Modellierung	26
2.5. Statistische Analysemethoden	28
2.5.1. Zufallsvariable und Wahrscheinlichkeitsverteilung	28
2.5.2. Punkt- und Intervallschätzungen	29
2.5.3. Korrelationen	32
2.5.4. Hypothesentest	32
2.6. Zusammenfassung	35
3. Verwandte Arbeiten	37
3.1. Beobachtung und Erfassung	37
3.1.1. Tracking Technologien	38
3.1.2. Empirische Erfassung durch Protokolldateien	39
3.2. Individualisierte elektronische Ausstellungsführer	43
3.2.1. Mobile Informationssysteme – <i>guidebooks & tourguides</i>	43
3.2.2. Stationäre Informationssysteme	45
3.2.3. Mischung aus stationären und mobilen Systemen	45
3.3. Evaluation von Ausstellungen	46
3.3.1. Zusammenfassung bisheriger Studien	46
3.3.2. Fallbeispiele	48
4. Ablauf der Evaluation	53
4.1. Fragestellungen zur quantitativen Evaluierung	53
4.2. Bestandsaufnahme des Informationssystems	54
4.3. Adaptierungen und Erweiterungen - Softwareanpassungen	55
4.4. Erhebung der Daten	58
4.5. Vorverarbeitung und Aufbereitung der Daten	60
4.6. Auswertung der Daten	63

4.7. Verifikation und Interpretation der Auswertungen	65
4.8. Bildung von Hypothesen	66
4.9. Hypothesentests	66
5. Implementierungen der Softwaremodule	67
5.1. Interaktionsprotokollierung	67
5.1.1. Stationsmodus setStationMode	67
5.1.2. Stationsphase setStationPhase	68
5.1.3. Servlet InteractionCIS	68
5.1.4. Digital Backpack Erweiterungen	69
5.2. Serverprotokoll Syntaxanalysator - LogParser	69
5.3. Demographische Datenerhebung - Umfrage	73
5.4. Besucherpfad Visualisierung - VisitorPath	74
5.5. Excel Funktionen und Makros	77
6. Berechnung und Auswertung	79
6.1. Analyse der Daten - Station Abakus	79
6.1.1. Umfang und Größe der Daten	80
6.1.2. Deskriptive Statistik	80
6.1.3. Hypothesentest	82
6.2. Auswertung der Umfrage	90
6.2.1. Ergebnisse der Umfrage	90
6.2.2. Zusammenhänge innerhalb der Besucherklasse mit smart.card	91
6.2.3. Unterschiede der Besucherklassen	96
7. Ergebnisse	99
7.1. Nutzung der smart.card	99
7.1.1. Statistik der smart.card	99
7.1.2. Inhalte des Digitalen Rucksacks	104
7.1.3. Aktivität der smart.card	109
7.1.4. Sitzungsdauer	115
7.1.5. Startbereich der Besucherpfade	117
7.2. Interaktionsverhalten der Besucherklassen	121
7.2.1. Interaktionssitzungen - Übersicht	121
7.2.2. Sequenzen von Interaktionssitzungen - Übersicht	123
7.2.3. Nutzung der Infoterminals (medien.matrix)	125
7.2.4. Nutzung des Leitsystems	128
7.2.5. Nutzung der Interaktiva	133
7.2.6. Nutzung der Installationen	135
7.2.7. Nutzung des Digitalen Raumes	137
8. Zusammenfassung und Ausblick	143
8.1. Besucherverhalten	143
8.2. Nutzen der Studie	147
8.3. Empfehlungen für Folgestudien	148
8.4. Fazit	149

Inhaltsverzeichnis

Literaturverzeichnis	151
A. Tabellen	157
B. Abbildungen und Diagramme	171

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1.1.	Vernetzte Medienstationen in der Ausstellung <i>medien.welten</i>	16
1.2.	smart.card in natura und virtuelles Pendant	18
1.3.	<i>Digital Backpack Frontend</i> - Digitale Medieninhalte	18
1.4.	Besuchserfassungssystem	19
3.1.	Flächendeckende Beobachtungssysteme - Raster von Infrarotsensoren [BZ99].	39
3.2.	Örtlich begrenzte Erfassung - punktweise Erfassungssysteme ([SS02], [BBM ⁺ 99])	40
3.3.	Rememberer: Mittlere Nutzungsdauer der verschiedenen Gruppen	46
4.1.	Arten der Interaktionserfassung	55
4.2.	Verfälschung der Erhebung durch Standardwerte bei der Formulareingabe . .	58
4.3.	Sequenzen von Interaktionssitzungen - Station Infoterminal	63
4.4.	Interaktionssitzungen und daraus extrahierte Interaktionssequenzen	64
5.1.	Schematische Darstellung der Interaktionsprotokollierung	67
5.2.	Flussdiagramm des Syntaxanalysators	71
5.3.	Benutzerschnittstelle des Syntaxanalysators LogParser	72
5.4.	Benutzerschnittstelle des Umfrageformulars	75
5.5.	Benutzerschnittstelle und Besucherweg - VisitorPath	76
5.6.	Benutzerschnittstelle der Excel Makro-Funktionen	78
6.1.	Station Abakus - Auslastung pro Tag in Prozent	82
6.2.	Station Abakus - Empirische Verteilung der Sitzungsdauer	83
6.3.	Station Abakus - Histogramm der Sequenzdauer	84
6.4.	Histogramm und Normalverteilungskurve: Sequenzdauer der Station Abakus	85
6.5.	Station Abakus - Wahrscheinlichkeitsfunktionen Sitzungsdauer: anonyme Besucher	87
6.6.	Umfrage - Berufsprofile der beiden Besucherklassen	91
6.7.	smart.card - Streudiagramm Übersicht	93
6.8.	smart.card - Streudiagramm der Besucherverhaltensvariable	95
6.9.	Häufigkeitsverteilung der Altersangaben	97
7.1.	smart.card - Besuche in der Ausstellung und via Internet	100
7.2.	Bewertung der Ausstellung durch die befragten Besucher und der angegebenen Dauer des Besuchs [HS04, Seite 107]	101
7.3.	smart.card - Besucherverhalten je Besuch	102
7.4.	smart.card - Besucherverhalten für mehrere Besuche	103
7.5.	smart.card - Mittlere Besuchsdauer via Web	104
7.6.	smart.card - Anzahl der Besuche via Web	105

Abbildungsverzeichnis

7.7. smart.card - Aufteilung des Profilinghalts	105
7.8. smart.card - Aufteilung der Profildateiklassen	106
7.9. smart.card - Anteile der Profilinghalte pro Datei	107
7.10. smart.card - Anzahl der Lesezeichen pro Profil	107
7.11. smart.card - Lesezeichen pro Zeitepoche und Station	108
7.12. smart.card - Verteilung der gesendeten Botschaften	109
7.13. smart.card - Profileinstellungen (Icon, Ton, Sprache, Farbe)	110
7.14. smart.card - Ansicht der Empfehlung des Leitsystems im Digitalen Rucksack .	112
7.15. smart.card - Empfehlungsanfragen pro Stationsklasse	113
7.16. smart.card - Empfehlungsanfragen gemittelt für eine Station pro Stationsklasse	113
7.17. smart.card - Profileintrag der Empfehlungen	114
7.18. smart.card - Tagesverlauf der mittleren Sitzungsdauer einer Stationsklasse . .	115
7.19. smart.card - Mittlere Sitzungsdauer pro Stationsklasse	116
7.20. smart.card - Gesamtsumme der Sitzungsdauer pro Stationsklasse	117
7.21. smart.card - Mittlere Sitzungsdauer pro Station	118
7.22. smart.card - Summe der Sitzungen pro Station	118
7.23. smart.card - Anzahl der Sitzungen pro Station	119
7.24. smart.card - Häufigkeitsverteilung der Anfangsstation der Besucherpfade . . .	120
7.25. smart.card - Häufigkeitsverteilung des Anfangsbereich der Besucherpfade . . .	120
7.26. Besucherverhalten - Mittlere Interaktionssitzungsdauer pro Station.	122
7.27. Besucherverhalten - Mittlere Sequenzdauer pro Station	123
7.28. Besucherverhalten - Median der Sequenzdauer pro Station	124
7.29. Besucherverhalten an den Infoterminals: Mittlere Interaktionszeiten	125
7.30. Infoterminal: Zugriff auf die medien.matrix - Besucher mit smart.card	126
7.31. Infoterminal: Zugriff auf die medien.matrix - anonyme Besucher	127
7.32. Infoterminal - Zugriff auf die medien.matrix - smart.card Besitzer	129
7.33. Infoterminal - Zugriff auf die medien.matrix - anonyme Besucher	130
7.34. Infoterminal - Nutzungsverhalten der medien.matrix Texte	131
7.35. Leitsystem - Mittlere Sequenzdauer	132
7.36. Leitsystem - Stationsauslastung pro Tag	132
7.37. ORF Archiv - Mittlere Interaktionssitzungsdauer pro Station und Beitragstyp	135
7.38. ORF Archiv - Rangfolge der Beiträge in Prozent der Gesamtnutzungszeit . .	136
7.39. Digitaler Raum - Mittlere Interaktionssitzungsdauer	138
7.40. Digitaler Raum - Mittlere Sequenzdauer	139
7.41. Digitaler Raum - Mittlere Interaktionssitzungszeit je Anwendung	140
7.42. Digitaler Raum - Gesamte Nutzungszeit in Prozent	141
7.43. Digitaler Raum: Aufteilung der Anzahl der Interaktionssitzungen in Prozent .	142
B.1. Infoterminal - Zugriffsverhalten der Besucherklasse mit smart.card	172
B.2. Infoterminal - Zugriffsverhalten der anonymen Besucherklasse	173
B.3. Übersicht - Interaktionssitzungen	174
B.4. Übersicht - Interaktionssequenzen	175
B.5. HCI Poster	176
B.6. Stationen in der Ausstellung	177
B.7. Stationen in der Ausstellung (2)	178
B.8. Stationen in der Ausstellung (3)	179

Tabellenverzeichnis

2.1. Dilemma beim Hypothesen-Test [Els03]	35
3.1. Klassifikation des Besucherbewegungsmuster nach VERON & LEVASSEUR [VL83] . .	38
3.2. Definition der Protokollierungen [CT01, 2. Definitions]	41
3.3. Zeitmedian interaktiver Exponate - Ergebnisse verschiedener Studien [Bru04]	50
4.1. Zeitraum und Stand der Datenerhebung	60
6.2. χ^2 - Test auf Exponentialverteilung - Berechnungstabelle	86
6.3. Station Abakus - KOLMOGOROV-SMIRNOV Test: <i>Sitzungsdauer</i> Verteilung der Grundgesamtheit	88
6.4. Station Abakus - KOLMOGOROV-SMIRNOV Test: <i>Sequenzdauer</i> Verteilung der Grundgesamtheit	88
6.5. Umfrage - Benotung der Ausstellung	91
6.6. smart.card - Zusätzliche Datenfelder	92
6.7. smart.card - Nichtparametrische Korrelationen der Besucherverhaltensvariable	94
6.8. Nichtparametrische Test der Gruppenunterschiede	96
6.9. Häufigkeiten der Altersangabe je Altersklasse	97
6.10. Konzeptevaluation [NDP01] - Besucherprofil des TMW	98
A.1. Mittlere Interaktionssitzungsdauer	158
A.2. Mittlere Interaktionssequenzdauer	159
A.3. Umfrage - Datenfelder und Antwortauswahl	160
A.4. Übersicht - Test auf Exponentialverteilung der <i>Sequenzdauer</i>	161
A.5. Übersicht - Test auf gleiche Besucherpopulation (Grundgesamtheit GG) beider Besucherklassen	162
A.6. Klassifizierung der Stationsstandorte	163
A.7. ORF Archiv - Rangfolge der Beiträge in Prozent der Gesamtnutzungszeit . .	164
A.8. Digitaler Raum - Stationen und Navigationsstruktur	165
A.9. Digitaler Raum - mittlere Interaktionssitzungszeit pro Anwendung	166
A.10. Digitaler Raum - Aufteilung der Gesamtsumme der Nutzungszeiten in Prozent	167
A.11. Digitaler Raum - Aufteilung der Anzahl der Sitzungssequenzen in Prozent . .	168
A.13. Historie der Ausstellung medien.welten	169

Tabellenverzeichnis

1. Einleitung

1.1. Allgemeines zur Diplomarbeit

Thema

„Studie für das Technische Museum Wien zur Ausstellung *medien.welten*, im Rahmen eines Evaluationsprojekts, die die Nutzung der *smart.card* sowie die Interaktion der Besucher mit der Ausstellung (z.B. Besucherstrom, Verhalten, Interessen) untersucht: Erweiterung der vorhandenen Software mit dem Ziel der Registrierung weiterer Daten, statistische Auswertung der in der Ausstellung an Medien-Terminals und interaktiven Installationen anfallenden Daten.“

Motivation

Nach der Eröffnung der Ausstellung *medien.welten* – eine Geschichte von Übermittlungs- und Speichermedien anhand von Originalen und multimedialen Anwendungen – stellte sich für viele Beteiligten die Frage: *Wie gefällt den nun die Ausstellung den Besuchern?* Das Interesse galt speziell der Besucherresonanz bezüglich der Aufbereitung und Umsetzung der Themen (Konzept) und den computerunterstützten, interaktiven Exponaten der Ausstellung (vernetzte Medienstationen). So ist das Team des Technischen Museums Wien¹ an das Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung herangetreten, um zusammen eine Studie durchzuführen, die Aufschluss über das Verhalten der Besucher (Vorlieben, Nutzung, Einstellung) geben soll. Ein Augenmerk lag dabei auf den Auswirkungen der Idee den Ausstellungsbesuch für den Besucher zu *personifizieren*.

Welchen Einfluss hat die Möglichkeit, den Besuch durch persönliche Interessen und digitale Andenken zu gestalten, auf den Besuch? Ob und wie wird diese Möglichkeit genutzt?

Während der Planungsphase der Ausstellung wurde eine Konzeptevaluation (*front-end evaluation*²) durch eine darauf spezialisierte Institution, *LORD Cultural Resources*, durchgeführt. Dabei wurden die Kommunikationsziele der Ausstellung im Hinblick auf das geplante Konzept evaluiert. Die erklärten Ziele der Ausstellung sind unter anderem die „*universell, vernetzte, klar zugängliche Gesamtmediengeschichte*“, „*eine Metaebene über den klassischen Themenabteilungen der Mediengeschichte zu schaffen*“, „*ein Bewusstsein über Medien im eigenen Lebenszusammenhang zu vermitteln*“ und „*sich selbst als gestaltenden, aktiven Teil des Mediensystems verstehen*“ [NDP01]. Es wurden dabei die Stärken, Schwächen bewertet, sowie die Probleme und Empfehlungen erarbeitet.

¹Mit freundlicher Unterstützung der Firma *Imagination*, die den technischen Teil der Ausstellung umsetzte.

²Siehe *Ausstellungs-Evaluation* 3.3.1 auf Seite 47.

1. Einleitung

Ein halbes Jahr nach der Eröffnung³ Anfang März 2003 und der darauf folgenden Behebung von Fehlern und Mängeln (smart.card Kartenlesegeräte), sowie der Erweiterung von verschiedenen Stationen und Bereichen (VR-Theater) beginnt diese *Bilanz-Evaluation*. Sie hat zum Ziel, das *Besucherverhalten*, insbesondere die *Interaktion der Besucher* mit der Ausstellung in Hinblick auf die Möglichkeiten der Nutzung eines *individualisierten Besuchs* der Ausstellung, zu analysieren.

An der Durchführung der Studie liegt auch ein großes *persönliches Interesse meinerseits*. Ich war 20 Monate an der *Konzeptionierung und Entwicklung* der Ausstellung, im Rahmen meiner Tätigkeit bei der Firma Imagination, beteiligt. Selten ergibt sich nach einem umfangreichen Projekt die Möglichkeit, einer ausführlichen, summativen Evaluierungsphase. Über das Besucherinteraktionsverhalten lässt sich für mich auch eine Einschätzung der *usability* der Anwendungen/Stationen durchführen: Nutzen die Besucher die Funktionen der Anwendungen und sind diese auch zu ihrer Zufriedenheit? Diese Evaluationsstudie ist für mich das *feedback* für die Anwendungen und Konzepte, die ich realisierte und implementierte.

Durchführung

Die Evaluation kombiniert qualitative, ethnographisch orientierte Methoden (30 halbstandardisierte Interviews und 16 Stunden Beobachtung - Durchführung EVA HORNECKER) und quantitative, empirische Datenanalyse (Statistik - Durchführung MATTHIAS STIFTER). Sie wurde Ende März 2004 dem Museum übergeben [HS04] und als Poster im April 2004 auf der CHI⁴ in Wien [HSM04] und im September 2004 auf der M&C⁵ in Paderborn [HMS04] präsentiert. Die Ergebnisse der quantitativen Auswertungen sind Teil der Diplomarbeit und werden mit Bezug auf die Ergebnisse der qualitativen Methoden diskutiert.

Aufgrund meiner Mitarbeit an der Umsetzung der Ausstellung *medien.welten* (Leitsystem, medien.matrix, Digitaler Datenrucksack, Digitaler Raum) und der genauen Kenntnis des Informationssystems (Datenbank, Server, Client, Kommunikationsprotokoll), konnte eine detaillierte Evaluierung und Analyse durchgeführt werden.

Die Arbeit gliedert sich in einen allgemeinen theoretischen Teil über Evaluierung, Beobachtung, verwandte Arbeiten und Statistik, in einen Teil über Adaptierung und Erweiterungen des Informationssystems zur Aufzeichnung und Erfassung (Methoden und Implementierung), sowie in den Teil der Analyse und Auswertung der Besucherinteraktionen (Nutzung und Verhalten).

Überblick

Nach einer allgemeinen *Einleitung* über empirische Evaluation und einem Diskurs über die quantitativen und qualitativen Methoden der Sozialforschung, erfolgt ein kurzer Exkurs in die theoretischen Grundlagen der statistischen Analyse. *Verwandte Arbeiten* und Ergebnisse von anderen Studien werden in einem eigenen Kapitel summarisch angeführt. Im nächsten Teil wird der *Ablauf der Durchführung* der „Studie Interaktives Leitsystem medien.welten“ behandelt. Anschließend folgt die Beschreibung und Dokumentation der *Softwareanpassungen und Implementierung* der Werkzeuge die dafür notwendig waren. In dem Kapitel *Auswertung*

³Siehe *Historie der Ausstellung* A.13 auf Seite 169.

⁴*Conference on Human factors in Computing Systems* - CHI 2004, April 24-29, 2004, Vienna, Austria

⁵*Mensch & Computer - 4. Fachübergreifende Konferenz* - M&C 2004, September 5-8, 2004, Universität Paderborn, Deutschland

wird an einer Medienstation exemplarisch die Berechnung der statistischen Merkmale und die Ermittlung der signifikanten Zusammenhänge und Unterschiede der untersuchten Besuchergruppen in der Besucherpopulation, dargebracht. Die *Ergebnisse* der Evaluationsstudie und dieser Arbeit werden im vorletzten Kapitel tabellarisch aufgelistet und graphisch abgebildet. Abschließend werden die *Ergebnisse* dieser Arbeit resümiert und *Ausblicke* für folgende Arbeiten diskutiert.

1.2. Ausstellung *medien.welten*

Die Ausstellung *medien.welten* im Technischen Museum Wien zeigt die Geschichte der Medien, die Entwicklung von Übermittlungsmedien (rechter Trakt) und Speichermedien (linker Trakt) bis zur heutigen digitalen Medienintegration - *Konvergenz* (hinterer Teil der Ausstellung). Die chronologische Anordnung der Themeninsel (Botenpost, Telegraphie, Telephonie, Funk, ...) zeugen von den Genesen der verschiedenen Medien, wie Bild, Ton, Video, Schrift. Ziel ist es bei den Besuchern Interesse und Verständnis für Medien zu wecken, sowie die Vorteile und Risiken unserer Informations- und Mediengesellschaft aufzuzeigen. Das Ausstellungskonzept kombiniert verschiedene Arten der Ausstellungsdidaktik. Historische Exponate neben computerunterstützten *Hands-On* Installationen, wie z.B. das Rechnen an einem *Abakus* oder Morsen mit einem *elektrischen Telegraphen*. Der *Digitale Raum* im Bereich der Konvergenz widmet sich Multimedia und neuer Medien. Er umfasst *vernetzte PCs*, *Digitalisierungskojen*, ein *Radio- und Fernseharchiv*, ein *TV-Studio (bluescreen newsroom)* und ein *Virtual-Reality Theater*. Über den gesamten Ausstellungsbereich verteilt befinden sich sechs *Infoterminals* zum Erkunden der Mediengeschichte: die in 10 Themen und 13 Epochen gerasterte *medien.matrix*. Weitere fünf Terminals dienen als *elektronisches Leitsystem* innerhalb der Ausstellung.

Das Ausstellungskonzept – Originalexponate gemischt mit vernetzten, interaktiven Medienstationen, respektive reale Ausstellung und digitaler Informationsraum – ermöglicht dem Besucher mit einem *digitalen Rucksack* durch die Ausstellung zu reisen. Die Eintritts- und Fahrkarte in die mediale Informationswelt *cyberspace*⁶ ist die *smart.card*. Besucher können mit dieser Karte Texte oder selbst produzierte Bilder und Videos im „Digitalen Rucksack“ speichern und innerhalb der Ausstellung oder über die Museums-Website auslesen. Die Kosten der Karte betragen 2 Euro.

Informationssystem Das Informationssystem *cyberspace* der Ausstellung ermöglicht eine genaue Aufzeichnung der Aktivitäten der *smart.card* und der Besucherinteraktionen an den Medienstationen. Eine Evaluierung dieser Informationen ermöglicht den Einblick in das Verhalten und den Umgang der Besucher mit der Interaktivität und Medialität der Ausstellung und dem Medium Computer. Die Technologie, die einen individualisierten und kontextualisierten Besuch ermöglicht, basiert auf *RFID (Radio Frequency IDentification)* [RFI04]. Verwendet werden Chip-Kartenleser mit kurzer Reichweite (bis 7 cm) und großer Reichweite (bis 70 cm) zum Erfassen der *smart.card* des Besuchers.

Medienstationen Die interaktiven Computerstationen (digitale Multimedia-Terminals) der Ausstellung umfassen die *Stationsklassen* (siehe Anhang, Abbildungen B.6, B.7, B.8)

⁶Der populäre Begriff für den digitalen Informationsraum wird als Überbegriff für das gesamte Ausstellungsinformationssystem verwendet und ist gleichzeitig der Name des Informationsservers des Ausstellung.

1. Einleitung



Abbildung 1.1.: Vernetzte Medienstationen in der Ausstellung *medien.welten*

- Informationsterminals: *medien.matrix* (6 Stationen)
- Leitsystem: Ausstellungsplan und Übersicht über die Themeninsel (5 Stationen)
- Interactiva: Stationen mit haptischen Interfaces (6 Stationen)
- Installationen: Projektionen, für mehrere Besucher gleichzeitig erfahrbar (5 Stationen)
- Digitaler Raum: Anwendungen zu den Kategorien *Produktion*, *Vernetzung* und *Konsum* (12 Stationen)

Fast alle Stationen verfügen über Kartenleser mit kurzer Reichweite. Die Klasse der Installationen hat größtenteils berührungslose Kartenleser mit großer Reichweite (z.B.: Gläserner Mensch). Die Karte eines Besuchers gilt an der Station angemeldet, solange sie sich in Reichweite des Kartenlesers befindet. D.h.: bei den Kartenlesegeräten mit kurzer Reichweite muss die Karte aufgelegt werden, bei den Geräten mit großen Antennen wird die Karte innerhalb der Reichweite erkannt.

1.2.1. Interaktives Leitsystem

Ursprüngliches Konzept

In der Kurzfassung des Projektantrags für „*Ein intelligentes interaktives Leitsystem für Museumsbesucher*“ vom 20. August 2001 heißt es wörtlich:

„Zur Erforschung des Verhaltens und der Interessen der Museumsbesucher soll ein intelligentes Personen-Tracking System entwickelt werden, das es erlaubt, den Weg des Besuchers durch die Ausstellung und seine Verweilzeit bei den einzelnen Objekten automatisch zu verfolgen. Der Besucher bekommt dazu ein so genanntes Interface, z.B. Mobiltelefon oder Chipkarte in die Hand, mit der er in der Ausstellung interagiert und Spuren hinterlässt. Einerseits kann so eine besucherorientierte Evaluierung stattfinden, aus der ein Modell entwickelt wird, das Besucherströme erfasst und darüber hinaus Informationen zu inhaltlichen Motiven und Interessen liefert. Andererseits soll das Leitsystem dem Besucher ergänzende Vorschläge für seinen weiteren Ausstellungsbesuch machen. Die Ergebnisse werden international publiziert und können so auch für andere Museen weltweit von Interesse sein und genutzt werden.

Im Rahmen des Projekts soll an Hand einer Prototypimplementierung herausgefunden werden, inwiefern die heutige Technologie ausreicht, hilfreiche Unterstützung bei einem Ausstellungsbesuch zu geben und wie weitreichend diese Unterstützung sein kann.“ [Mor01]

Realisiertes Konzept

Technologie Die smart.card ist mit einem berührungslos lesbaren Chip (I-Code: Hersteller Philips) ausgestattet. Die auf dem Kartenkörper integrierte Antennenspule liefert die notwendige Energie die durch Induktion des Kartenlesers erzeugt wird. Die Informationsübertragung erfolgt bidirektional und wird auf das Trägersignal moduliert. Einsatz findet diese Technologie vor allem in den Bereichen der Logistik und Zugangskontrolle [Kön03]. Die Kartenleser sind mit den Stationen (PCs) mittels serieller Schnittstelle (RS232) über ein Kartenlesersoftwaremodul mit der Anwendungssoftware der Station verbunden, das wiederum mit einem Java-Servlet⁷ über URL-kodierte Befehle mit einem HTTP-Server (Jakarta/Tomcat und Apache) kommuniziert. Jede Kartenaktivität wird durch den Kartenleser erfasst, im System registriert und in einer Datenbank (mysql) protokolliert.

Konzept Der Träger der Karte interagiert explizit oder implizit, ohne sein Zutun, mit dem Informationssystem der Ausstellung. Durch bewusstes und unbewusstes Erfassen der Karte wird der Weg des Besuchers vom Leitsystem aufgezeichnet und anhand seiner Interessen und Interaktionen oder anderer Vorgaben, wie Popularität, *Empfehlungen* für den Besuch von Stationen des physikalischen Ausstellungsbereich sowie Themengebiete des Informationsraumes der Ausstellung, ermittelt⁸. Die durch den Besucher erzeugten Medien und selektierten Informationen werden in seinem Benutzerprofil gespeichert und sind in der Ausstellung und über das Internet abrufbar.

Anwendung Durch Registrierung der Karte mittels Kartenleser steht dem Benutzer sein individuelles Profil zur Verfügung. Der *Digitale Rucksack* wird durch Fingerdruck oder Mausklick

⁷Die Bezeichnung Servlet ist eine Anlehnung an Applet - little application.

⁸Die dynamische Anpassung der Umgebung als Reaktion auf menschliche Interaktion ist bekannt unter dem Begriff *Ambient Intelligence*, das sich aus den drei Bereichen des *Ubiquitous computing*, *Ubiquitous Communication* und *Intelligent User Interface* zusammensetzt.

1. Einleitung

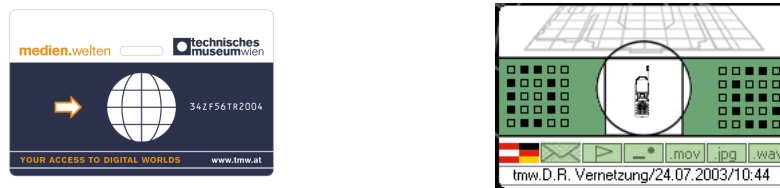


Abbildung 1.2.: smart.card in natura und virtuelles Pendant

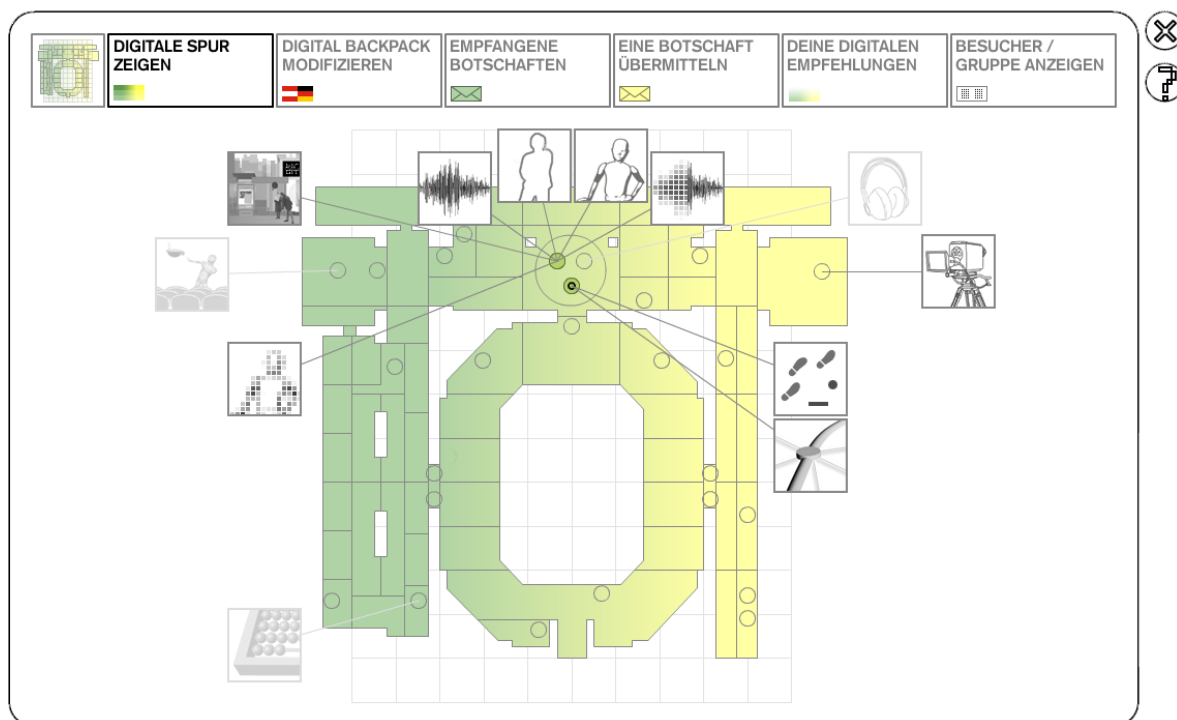


Abbildung 1.3.: *Digital Backpack Frontend* - Digitale Medieninhalte

auf die virtuelle Karte am Bildschirm geöffnet. Mit dieser Anwendung kann der Benutzer die erzeugten Medien verwalten, mit anderen Besuchern kommunizieren, Empfehlungen und Vorschläge zu seinen Besuch anfragen (Leitsystem) oder den Aufenthalt anderer Kartenbenutzer einsehen.

Motivation Die Erfassung des Besucherweges und der Besucherinteraktionen hat zwei Absichten: Erstens kann Information gezielt angeboten werden (abhängig vom Kontext der Ausstellung oder vom Interessensprofil des Besuchers) und zweitens die Evaluierung der Erfüllung des didaktischen Auftrages (der Grad der rezipierten Information). Schwachpunkte oder Rückstände von Informationsangeboten können so aufgezeigt und rückgeführt werden, um das Ausstellungskonzept für den Besucher zu verbessern.

1.2.2. Erfassungssystem der Ausstellung medien.welten

Der Erfassungsvorgang einer smart.card Aktivität in der Ausstellung besteht aus dem lokalen Kartenleser, der Anbindung an einen Client (PC Station) und dem serverseitigen Mechanismus zur Speicherung der digitalen Spuren (Kartenaktivitäten, erzeugte Mediendateien) und Verwaltung der Benutzerprofile.

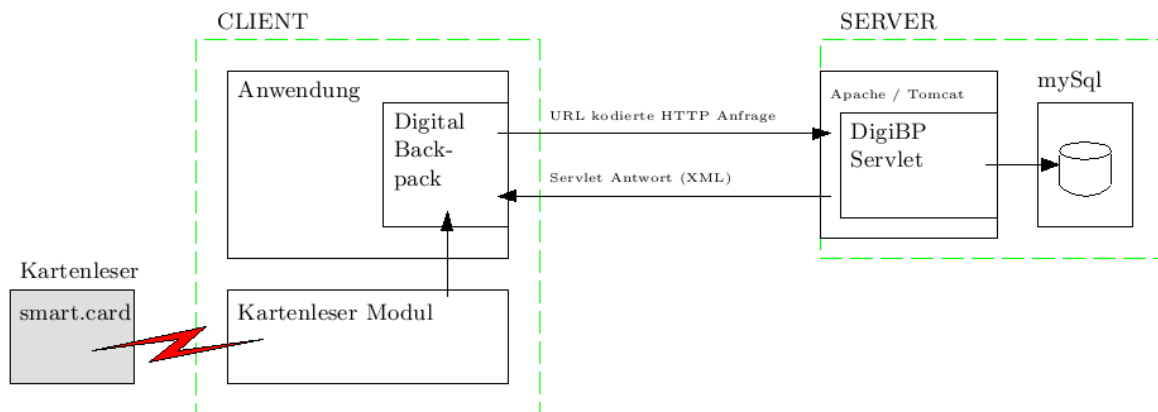


Abbildung 1.4.: Besuchererfassungssystem

Kartenleser Für die Erfassung der Chipkarte wurden zwei Arten von Kartenleser konzipiert, die sich durch ihre Reichweite (10cm und 70cm) unterscheiden. Durch den Einsatz von großen Antennen, wie sie auch in der Sicherheitstechnik eingesetzt werden, kommt es zu einer berührungslosen (mitunter unbewussten) Erkennung. Für die Erfassung der smart.card durch ein Lesegerät mit kurzer Reichweite muss die Karte bewusst auf die Antenne gelegt werden. Beide Kartenlesertypen sind über serielle Schnittstelle mit einer Station verbunden.

Client Das Kartenlesermodul ist zuständig für die Kommunikation zwischen dem Lesegerät und der Anwendungssoftware. Der Digitale Rucksack Client abstrahiert für die Anwendung die Kommunikation mit dem Kartenlesermodul und mit dem Server, ist also Schnittstelle und Anwendungsprogramm der smart.card.

Server Das Servlet dient als Kommandointerpreter und Schnittstelle für die Profildatenbank. Es stellt dem Digitalen Rucksack alle Daten über das erfasste, angemeldete Profil, sowie globale Informationen zur Verfügung (z.B.: alle registrierte Besucher).

Probleme der berührungslosen Antennenkonfiguration Das Integrieren der weitreichenden Antennen in die Ausstellungsmöbel der Infoterminals (medien.matrix) verlief sehr problematisch, da die elektrisch leitfähige Ausführung des Metallgehäuses und der Elektronik des *touchscreens* mit dem elektromagnetischen Feld der Antenne und zusätzlich mit der Alukonstruktion des Möbels interferierte. Das Feld der beiden Antennen (Vorder- und Rückseite des Möbels) verlief genau durch die Schleife und bildete dadurch einen gekoppelten Magnetkreis. Ein nachträglich gefräster Luftschlitz konnte die magnetische Kopplung nur wenig verbessern, deshalb wurden die Kartenleser auf Antennen mit kurzer Reichweite umgerüstet.

1. Einleitung

2. Allgemeines

In diesem Kapitel werden Begriffe der empirischen Sozialforschung und ihre Methoden skizziert, um ein grundlegendes Verständnis für die Verfahren und den Zweck der Evaluierung zu geben. Anschließend wird die allgemeinen Problematik der (automatischen) Beobachtung kurz diskutiert: Was soll beobachtet werden und welche Daten werden tatsächlich erfasst? Welche Information steckt in den erhobenen Daten? Der letzte Abschnitt dieses Kapitels beschäftigt sich mit den Begriffen und Methoden der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung. Sie bilden das notwendige, mathematische Grundgerüst für die statistischen Analysen und Hypothesentests dieser Arbeit.

2.1. Empirische Sozialforschung

„Empirische Sozialforschung ist die systematische, methodenorientierte Erhebung und Interpretation von Daten über Gegebenheiten und Vorgänge im soziokulturellen Bereich. Die Forschungsergebnisse dienen der Überprüfung von Hypothesen und Theorien, der Gewinnung von neuen Erkenntnissen und Hypothesen, der Fundierung von rationalen Planungs- und Entscheidungsprozessen sowie der Bewältigung von praktischen Problemen.“ [Wik04, Empirische Sozialforschung]

Mittels *qualitativen* und *quantitativen Methoden*, Verfahren und Instrumenten werden soziale Tatbestände zur Gewinnung von empirischer Wahrheit und Erkenntnis erforscht. Diese Tatbestände sind:

- *objektive* Gegebenheiten
- *subjektive* Faktoren
- *reale* Verhaltensweisen

Die Forschung sollte dabei prinzipiell *unabhängig* von der Subjektivität des Forschers (Beobachters) sein und kann an einer *Theorie* oder *Hypothese* orientiert werden, oder führt zur Bildung dieser.

Qualitative Methode Wird als sinnverstehende, interpretative wissenschaftliche Verfahrensweise bei der Erhebung und Aufbereitung sozial relevanter Daten verstanden. Zu den Methoden der qualitativen Sozialforschung zählen unter anderen

- (teilnehmende) Beobachtung¹
- qualitatives Interview
- Einzelfallstudie

¹ *Ethnographie* zielt darauf, die Eindrücke aus der *teilnehmenden* Beobachtung und Befragung (Feldforschung) von einer Gruppe in einer bestimmten sozial-kulturellen Umgebung, symbolisch-semantisch zu rekonstruieren und spezifische menschlich-soziale Muster zu beschreiben. [Wik04, Ethnographie]

2. Allgemeines

Quantitative Methode Die Vorgehensweise der *quantitativen Methode*² umfasst die Bereiche der Stichprobenauswahl, Datenerhebung und -auswertung sowie Datenanalyse. Dabei sind die häufigsten Messmethoden die

- Beobachtung
- Interview
- Umfrage (Fragebogen)

Die Ergebnisse können mit Verfahren aus der Statistik analysiert, ausgewertet (Mittelwert, Varianzanalyse, Regression, Clustering) und signifikante Eigenschaften durch Hypothesentest überprüft werden.

2.1.1. Qualitative vs. quantitative Methoden

Polarisierung: Qualitative Methoden Zielt darauf, die verschiedenen Phänomene und Sichtweisen in ihrer inneren und argumentativen Struktur zu erhellen und inhaltliche Zuordnung des quantitativ Erhobenen zu leisten (Gewinnung von Hypothesen), wobei auch die Sicht der jeweils Betroffenen reflektiert wird [Wik04, Qualitative Methode]. Diese Methode wird oft als unwissenschaftlich und subjektiv kritisiert. Der Mensch wird als „*reflexives Subjekt*“ betrachtet, die qualitativen Verfahren werden auch als *explorierend* und *induktiv* erachtet [AK88, Seiten 185 und 191].

Polarisierung: Quantitative Methoden Fasst die zu untersuchenden Phänomene als messbar, variabelmäßig isolierbar und elementar definiert auf [Wik04, Quantitative Methode] und betrachtet den Mensch als „*reagierendes Objekt*“. Diese Selektivität der Wahrnehmung durch diese Festlegung wird oft kritisiert. Die Verfahren werden unter anderen als *hypothestestend* und *deduktiv* erachtet [AK88, Seiten 185 und 191].

Kontroverse: Erkenntnis durch Beschreibung Bortz [Bor84, Seite 219 ff] skizziert – in einem Diskurs über die historische Debatte, ob das Prinzip des „*Erklärens*“ nicht durch das des „*Verstehen*“³ in den Wissenschaften vom Menschen ersetzt werden müsse – die Standpunkte der Phänomenologen, der Vertreter ideographischer⁴ bzw. nomothetischer⁵ Forschungsansätze, die Meinungen der Verfechter einer qualitativen oder quantitativen Forschung und auch die Positionen der Induktivisten und Deduktivisten. Er bemerkt zusammenfassend, dass der Stellenwert der beschreibenden Untersuchungen in vielfältiger Weise mit den Fragen der Philosophie und Wissenschaftstheorie verbunden sei, und „dass eine aus einem einseitigen Menschenbild abgeleitete Methodologie den Sozialwissenschaften wenig nützt“:

„Empirische Untersuchungen sollten nicht nach der Art der verwendeten Untersuchungsmethoden, sondern nach ihrer Funktion und ihrem Stellenwert für den Wissenschaftsprozess klassifiziert werden.“ [Bor84, Seite 224]

²Quantitative Methoden messen zählbare Eigenschaften.

³Die *objektive Hermeneutik* stellt auch eine Methode der qualitativen Sozialforschung dar.

⁴Die *ideographische* Forschung thematisiert die einzelne Person in ihrem individuellen Lebensbezug.

⁵Die *nomothetische* Forschung bemüht sich um allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten menschlichen Lebens.

Komplementäre Kombination der Gegensätze = gegenseitige Ergänzung⁶ In der pragmatischen Forschungssituation hat sich die Anwendung von Verfahren beider Methoden als zielführend und fruchtbar erwiesen, die Gültigkeit des Gegensatzes wird bestritten:

„There is no fundamental clash between the purpose of capacities of qualitative and quantitative methods or data . . . We believe that each form of data is useful for both verification and generation of theory, whatever primacy or emphasis.“
[GS67]

Das gleichberechtigte Nebeneinander sollte die Idee des *wissenschaftlichen Pluralismus* – je nach Anwendung und Einsatz, ausgehend vom Erkenntnisbereich und -interesse – konstituieren.

Beispiel: Data-Mining Der kreative Prozess des, im Analyseschritt laufenden, Entwickelns und Überprüfens von Hypothesen und der Untersuchung des Datenbestands nach Regelmäßigkeiten, Mustern und Strukturen, Abweichungen, Beziehungen und gegenseitigen Beeinflussungen, wird im Englischen mit dem Begriff *Data-Mining* bezeichnet [Wik04, Data Mining]. Es ist das systematische (in der Regel automatisierte oder halbautomatische) Entdecken und Extrahieren unbekannter, nicht trivialer und wichtiger Information aus großen Mengen von Daten⁷.

2.2. Evaluation

Die Definitionen und Begriffe dieses Abschnitts sind Auszüge und Zusammenfassungen aus [Wik04, Evaluation] und [LM04, Evaluation].

Begriff

„Evaluation ist die systematische Untersuchung des Nutzens oder Wertes eines Gegenstandes. Solche Evaluationsgegenstände können z.B. Programme, Projekte, Produkte, Maßnahmen, Leistungen, Organisationen, Politik, Technologien oder Forschung sein. Die erzielten Ergebnisse, Schlussfolgerungen oder Empfehlungen müssen nachvollziehbar auf empirisch gewonnenen qualitativen und/oder quantitativen Daten beruhen.“ [DeG01a, Definition, Seite 13]

Als pädagogischer bzw. andragogischer Fachbegriff meint Evaluation⁸ gemäß der Definition von J. REISCHMANN „das Erfassen und Bewerten von Prozessen und Ergebnissen zur Wirkungskontrolle, Steuerung und Reflexion im Bildungsbereich.“

Gegenstand Ist das *Konzept* (insbesondere Zielsetzungen), die *Struktur* (gesetzliche Bestimmungen, Ausstattung u.v.m.), der *Prozess* (z.B. Ablauf des pädagogischen Geschehens, Reaktionen der Teilnehmenden) und das *Ergebnis* (kognitive/affektive Lerneffekte bei den Zielgruppen bzw. Änderungen ihrer materiellen Situation).

⁶Als \oplus **Qualitatives Komplement** werden im Folgenden die, aus der qualitativen Teilstudie übernommenen, *Ergänzungen* und *Vervollständigungen* bezeichnet. Sie beleuchten den „blinden Fleck“ der automatischen Erfassung.

⁷Für Methoden und Algorithmen der Datenanalyse siehe [Run00].

⁸Aus dem angelsächsischen übernommenes Wort: *to evaluate = bewerten*.

2. Allgemeines

Ablauf Im Ablauf einer Evaluation werden in der Gegenstandsbestimmung zunächst solche Fragestellungen⁹ formuliert, deren Beantwortung die Beteiligten zu verbesserter Gestaltung / Entscheidung befähigt. Zur Informationsgewinnung bedient sich die Evaluation *qualitativer* und *quantitativer* Methoden der Sozialforschung (Inhaltsanalyse, Beobachtung, Befragung). Die Ergebnisvermittlung legt Beteiligten und ggf. einer weiteren Öffentlichkeit Datenquellen und Instrumente sowie Resultate und Schlussfolgerungen nachvollziehbar dar.

Verfahren Für eine Evaluation werden Daten methodisch organisiert erhoben und systematisch dokumentiert, um die Untersuchung, das Vorgehen und die Ergebnisse nachvollziehbar und überprüfbar zu machen.

Standardverfahren zur Datenerfassung sind *Befragung, Beobachtung, Test* und *Materialanalyse*. Die Bewertung erfolgt durch den Vergleich der ermittelten Ist-Werte mit vorher explizit festgelegten und begründeten Soll-Werten (anzustreben sind dabei operationalisierte Zielformulierungen) anhand nachvollziehbar festgelegter Indikatoren.

Eigenschaften Die Gütekriterien sind *Reliabilität* (Zuverlässigkeit), *Validität* (Gültigkeit), *Viabilität* (Durchführbarkeit), didaktische *Nützlichkeit*, *Objektivität* (Fairness), *Ökonomie* und *Normierung*. Mit der Forschung verbindet Evaluation das Bemühen um intersubjektive Überprüfbarkeit, allerdings untersucht sie konkrete Einzelfälle und ist stark praxisorientiert.

Ziel und Zweck ist es den Gegenstand schrittweise zu stabilisieren und zu verbessern (Gestaltungsevaluation / *formative evaluation*) oder zu bewerten (Bilanz-Evaluation / *summative evaluation*).

Evaluation dient der rückblickenden Wirkungskontrolle, der vorausschauenden Steuerung und / oder der Reflexion und dem Verständnis von (didaktischen) Situationen, Prozessen und Problemen.

2.3. Beobachtung

Die genaue Beobachtung, Verfolgung (engl. *tracking*) und Analyse vom sozialen Verhalten des Menschen hat für viele Bereiche Bedeutung. In der Telematik werden damit die Phänomene des Verkehrs untersucht (Staubildung und Auflösung), bei der Mensch-Computer Schnittstelle dient *tracking* der Interaktion und damit der Steuerung von Programmen. So definiert die Interaktion durch z.B. Motion Tracking die immersive Erfahrung der Virtual Reality. Die Beobachtung und Beobachtbarkeit¹⁰ ist von enormer Bedeutung für viele Bereiche der Geistes- und Naturwissenschaften, sei es die Psychologie oder Psychoanalytik, Familientherapie, die Regelungstechnik oder die Modellbildung der Künstlichen Intelligenz.

Beobachtbarkeit Die Beobachtung eines Merkmals setzt nun (trivialer Weise) die Beobachtbarkeit des Merkmals voraus. Umgekehrt wird nur das Merkmal gemessen, auf das der Fokus der Beobachtung gerichtet ist. Im Gegensatz zum Menschen kann ein automatisierter

⁹Für die Formulierung der Fragestellungen für die auf dieser Arbeit basierenden Evaluation siehe 4.1 auf Seite 53.

¹⁰z.B.: die *Heissenberg'sche Unschärferelation* oder die *Unschärfe der Interaktivität* [Faß99, Seite 71].

Beobachter die Messgröße nicht selbstlernend, Unterscheidungen bildend und Entscheidungen treffend, beobachten. Es werden nur die Merkmale gemessen, die dem Beobachter als beobachtbare Größen definiert wurden. Assoziation und Inspiration ist dem automatisierten Beobachter ebenfalls fremd. Offensichtliche Fehler und Anomalien können nur bei vorhergehender Definition als solche erkannt werden.

Beobachter Die Beobachtung der Interaktionen durch eine automatisierte, computerunterstützte Erfassung des Beobachters unterliegt also strengen Einschränkungen, bezüglich des beobachtbaren Merkmals. Die Erfassung ist „blind“ gegenüber den Ursachen der Interaktionsereignisse und „blind“ gegenüber nicht beobachtbarer Ereignisse. Wichtig ist es sich dessen bewusst zu sein.

Beobachtung Das Beobachtete – die erfassten Interaktionen – entsprechen genau der implementierten Möglichkeiten der Erfassung. Wie genau die Beobachtung dem echten Untersuchungsmerkmal entspricht, hängt von dem Modell ab, dem die Beobachtung zugrunde liegt. Wie exakt die wirklichen Vorgänge modelliert werden können und je genauer die Messung durchgeführt wird, umso exakter können die zu untersuchende Merkmale approximiert werden. Allerdings bleiben sie nur die beobachtbaren Merkmale des Modells, das wir uns gemacht haben.

Beobachtung des Beobachters Für eine objektive Betrachtungsweise dürfen die Eigenschaften des Beobachters nicht in die Beschreibung des Beobachteten eingehen - die Trennung von Beobachter und Beobachtetem. Dieses Paradoxon führt zu dem Prinzip der *Zirkularität* und damit zu den Problemen der Selbstreferenz (A impliziert A!) und den Theorien der Kybernetik 2. Ordnung [Foe93]: Wer beobachtet den Beobachter?

Interpretation der Beobachtung „*Interpretation ist das, was der Beobachter gegenüber dem Beobachteten vornimmt, um sich selbst in Zusammenhang mit dem Beobachteten zu (er-)halten. Interpretation heißt lernende Anpassung, rückbezügliche Deutung und Entwurf.*“ [Faß99, Seite 45-46].

Interaktionsbeobachtung Die Einteilung der Erfassung in Interaktion / keine Interaktion ist fast zu trivial, um noch Aussagen über Verhaltensmuster treffen zu können. In den Phasen, in denen keine haptische Interaktion mit dem Interface stattfindet, passiert ein wichtiger Teil der Handlung des Anwenders, wie das Lesen eines Textes, oder das Betrachten eines Bildes. Dieser wichtige Teil findet im Kopf des Betrachters statt, und das bleibt außerhalb der Beobachtbarkeit der hier verwendeten automatischen Interaktionserfassung.

Einen Schritt weiter noch, behaupte ich, dass die aufgezeichneten Erfassungen nur die Nutzungssituation der Anwendung / Station repräsentieren. Der Plural der Situationen der sich während der Interaktionsphasen für den Benutzer eröffnet, kann nur optimistisch, mit beiden Augen zugedrückt, als „Interaktionsdauer“ bezeichnet werden. Von einem Nutzungsverhalten der Besucher zu sprechen ist daher das Ergebnis einer rigorosen Kürzung des Interaktivitätspluralismus.

Zirkularität des Leitsystems Die aus dem Verhalten abgeleiteten thematischen Interessen leiten den Besucher zu gleichen oder ähnlichen Themen, z.B.: Abakus → Rechenmaschine

2. Allgemeines

→ Großrechner → Abakus. Dazu als Vergleich: der Rang nach Anzahl der Treffer (Besuche der Seite) bei Suchmaschinen: höhere Ränge implizieren eine größere Trefferanzahl. Ohne Maßnahmen wie einer Rang-Dämpfung der Suchergebnisse, würde die Interpretation des Beobachteten die Beobachtung verfälschen.

Anforderungen an ein Leitsystem Diese gerichteten Maßnahmen und Ziele des Leitsystems können, neben den Wegweisern zu gleichen Interessensgebieten, folgender Art sein:

- Überblick über die gesamte Ausstellungsthematik in der zur Verfügung stehenden Zeit (mittlere Besuchsdauer) und
- Erweckung neuer Interessen, das sich als eine besondere didaktische Herausforderung herausstellt.

Nach diesen Überlegungen lässt sich die Funktionalität des Leitsystems nach den Prinzipien eines Rückkopplungssystems definieren. Die gewünschte Vorgabe (Sollwert) wird durch den Besucher definiert: Kurzführung, thematische Schwerpunktführung, didaktische Zusammenhänge, etc. Das Leitsystem reagiert nun auf die Interaktionen des Besuchers und gewichtet seine Vorschläge und Empfehlungen je nach Vorgabe. Pflichten des Leitsystems sind dabei: dynamische Anpassung durch Beobachtung und (adaptive) Verbesserung der Erfüllung der Vorgaben (Istwert).

Wie schon einleitend erwähnt, ist die Beobachtung und Interpretation des menschlichen Verhaltens (Besucherströme, Interessen, Evakuierungsverhalten bei Brandgefahr, ...) von großer Bedeutung für die Konzeptionierung und Evaluierung von öffentlichen Räumen. Schon das hier diskutierte, einfache Beobachtermodell kann mittels automatischer Erfassung (*tracking*) das Interaktionsverhalten von Besuchern beobachten und für Rückschlüsse interpretiert werden.

2.4. Statistische Modellierung

Siehe [GB03, Kapitel 6 - Statistische Modell und Fragestellungen] und [HSS92, 1 Aufbereitung empirischer Daten].

1. *Bestimmung der Grundgesamtheit*

Ist die Gesamtheit aller potentiellen Untersuchungsobjekte. Zumeist ist die Menge der Grundgesamtheit zu groß oder nicht erfassbar. Eine Untersuchung an ihr ist zu teuer, dauert zu lange, oder ist schlicht unmöglich durchführbar (z.B.: zerstörende Materialprüfung).

- a) Umfang
- b) Verteilungsannahme

2. *Messung (Beobachtung)*

- a) Bestimmung des Messniveaus
Einteilung der Variable in Nominal (speziell dichotom: 2 Werte), Ordinal, Intervall, Ratio. Besteht die Beobachtung aus einer Variable, so heißt sie *univariat*, bei zwei Variablen *bivariat*, sonst *multivariat*.

- Nomial
- Ordinal
- Intervall
- Ratio

- b) Quantisierung: Unterteilung des Messniveaus: Skalierung und Genauigkeit
- c) Standardisieren: Vergleichbarkeit von Messwerten

3. Erhebung der Stichprobe (Zufallsauswahl)

Die aus der Grundgesamtheit *zufällig* entnommenen Beobachtungen. Die Stichprobe hat den statistischen Charakter der Zufallsvariable. Sie repräsentiert das Verhalten und die zu untersuchenden Eigenschaften der Grundgesamtheit zufriedenstellend. Als Voraussetzung für die Methoden der Inferenzstatistik muss es sich um eine Zufallsstichprobe handeln. Dann kann mit Schätzwerten aus der Stichprobe auf die Parameter der Grundgesamtheit geschlossen werden. Kennzeichen sind u.a.:

- Erhebungszeitraum: einmalig, periodisch
- Erhebungsverfahren: Interview, Fragebogen, Beobachtung, physikalische Messung
- Umfang: Anzahl der Beobachtungen und der Anzahl der Variablen pro Beobachtung: univariat / multivariat

4. Charakterisierung von Daten - Deskriptive Statistik

- Lagemaße (arithmetisches Mittel, getrimmtes Mittel¹¹, Median, Modus)
- Streumaße (Range, Standardabweichung, Varianz, Variationskoeffizient)
- Häufigkeitsverteilung (absolute - Histogramm, relative, kumulative - empirische Verteilungsfunktion, Boxplot)

5. Zusammenhänge und Ähnlichkeiten von Variablen

- Regression: linearer Zusammenhang
- Korrelation (-skoeffizient)
- Cluster-Analyse
- Faktor-Analyse

6. Rückschlüsse und Folgerungen - Inferenz Statistik

Rückschluss von Stichproben auf Grundgesamtheit durch Schätzungen und Hypothesen.

- a) Formulierung der Hypothese: Nullhypothese und Alternativhypothese
- b) Exploratives Analysieren und Überprüfen von Voraussetzungen für die Gültigkeit von Testverfahren:
 - Normalverteilung

¹¹Ausschluss der kleinsten und größten Werte, z.B.: 5%-getrimmtes Mittel. Reduziert den Einfluss der Extremwerte.

2. Allgemeines

- Varianzhomogenität
- c) Konstruktion der Testfunktion / Wahl der Prüfvariable als geeignete Schätzfunktion
 - i. Parametertest: Schätzen und Testen der Parameter der Verteilungsannahme
 - ii. Verteilungs- oder Anpassungstest¹²: Test der empirischen Verteilung mit vorgegebener Verteilung (Normal-, Exponential-, Binomial-, Poissonverteilung)
- d) Festlegung des Signifikanzniveau: Irrtumswahrscheinlichkeit (Fehler 1. Art und 2. Art)
- e) Kritischer Bereich: Annahmehbereich und Ablehnungsbereich
- f) Prüfung der Hypothesen - Signifikanztests
 - Unabhängigkeitstest der Variablen: 2 Variable: χ^2
 - Vergleich von 2 Gruppenmittelwerten: t -Test
 - Vergleich von mehreren Gruppen: Varianzanalyse (ANOVA)
 - Verteilungsfreie Tests: KOLMOGOROV-SMIRNOV, MANN-WHITNEY

7. Erklärung und Formulierung des Ergebnisses

Überprüfung der Plausibilität, Validität, Zuverlässigkeit und Aussagewert des Ergebnisses.

2.5. Statistische Analysemethoden

Siehe [HSS92, 2 Wahrscheinlichkeitsverteilung einer Zufallsgrösse], [GB03] und [Kel03].

2.5.1. Zufallsvariable und Wahrscheinlichkeitsverteilung

Nimmt das Merkmal das durch die Zufallsvariable X bestimmt wird, nur endlich viele (abzählbare) Werte an, so heisst sie *diskret*. Ist die Zufallsvariable *stetig*, kann sie zum Beispiel unendlich viele Werte auf der reellen Zahlengerade annehmen, so spricht man von einem stetigen Merkmal. Durch die Messung wird die Zufallsvariable diskretisiert, sodass man eigentlich von einer diskreten Zufallsvariable sprechen müßte. Es ist jedoch sinnvoll, die Werte weiter als stetig zu betrachten.

Verteilungsfunktion $F_X(x) = P(X \leq x)$

Es gilt:

$$\begin{aligned} 0 &\leq F_X(x) \leq 1 \text{ für alle } x \in \mathbb{R} \\ \lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) &= 0 \text{ und } \lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = 1 \\ P(a < X \leq b) &= F_X(b) - F_X(a) \end{aligned}$$

Diskrete Verteilungen

Wahrscheinlichkeitsfunktion $p_i = P(X = x_i) > 0$ mit $\sum p_i = 1$

Verteilungsfunktion $F_X(x) = \sum_{i: x_i \leq x} p_i$

¹²Verteilungsannahme der Zufallsvariable: vollständig und unvollständig spezifiziert je nach aus der Grundgesamtheit bekannten Erwartungswert oder aus der Stichprobe ermittelten erwartungstreuen Schätzer.

Diskrete Verteilungen:

Poissonverteilung Die Wahrscheinlichkeitsfunktion der Poisson-Verteilung ist

$$p(x) = \frac{m^x}{x!} e^{-m}$$

mit dem Erwartungswert $\mu = m$ und der Varianz $\sigma^2 = m$.

Binomialverteilung Die Wahrscheinlichkeitsfunktion lautet

$$P(X = x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

mit dem Erwartungswert $\mu = np$ und der Varianz $\sigma^2 = np(1-p)$.

Stetige Verteilungen

Dichtefunktion f_X von X mit der Normierungsvorschrift $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$

Verteilungsfunktion $F_X(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$

Stetige Verteilungen:

Normalverteilung Die Dichtefunktion lautet

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

mit dem Erwartungswert μ und der Varianz σ^2 .

Exponentialverteilung Die Dichtefunktion lautet

$$f(x, \lambda) = \lambda e^{-\lambda x}$$

mit dem Erwartungswert $\mu = 1/\lambda$ und der Varianz $\sigma^2 = 1/\lambda^2$.

Im Gegensatz zu empirischen Verteilungen sind alle Werte der Wahrscheinlichkeitsfunktion durch die Werte der Parameter¹³ festgelegt. Diese Parameter ergeben die Approximation der theoretischen an die empirische Verteilung. Die wichtigsten theoretischen Verteilungen sind: Normalverteilung, Exponentialverteilung, Binomialverteilung, Poissonverteilung, geometrische Verteilung, Gleichverteilung.

2.5.2. Punkt- und Intervallschätzungen

Schätzer oder Schätzvariablen sind Funktionen die es gestatten, Prognosen über die unbekannt Größe (Parameter Θ) der Grundgesamtheit, wie Erwartungswert oder Varianz, anhand der

¹³Der Mittelwert \bar{x} und Streuung s^2 einer empirischen Häufigkeitsverteilung entsprechen dem Erwartungswert μ und der Varianz σ^2 einer Wahrscheinlichkeitsverteilung.

2. Allgemeines

gemessenen *Zufallsvariable* und deren zugehörigen Verteilung, zu treffen¹⁴. Dabei sind die Anforderungen an die Eigenschaften des Schätzers:

- Erwartungstreue: $E(T_n) = \Theta$
- Effizienz: Schätzer ist umso besser, je kleiner seine Varianz ist.
- Konsistenz:
Eine Folge von Schätzern $(T_n)_n$ heisst konsistent wenn $\lim_{n \rightarrow \infty} P(|t_n(X_1, \dots, X_n) - \Theta| > \epsilon) = 0$ für $\epsilon > 0$, bei erwartungstreuen Schätzer zumindest erfüllt wenn $Var(T_n) \rightarrow 0$
- Symmetrie bezüglich Umnummerierung

Punktschätzer

Erwartungswert Ist die wichtigste Kenngröße der Verteilung von X . Er ist ein Mittelwert aller möglichen Werte, welche die Zufallsgröße annehmen kann. Für diskrete reelle Zufallsvariable ist er das mit den entsprechenden Wahrscheinlichkeiten gewichtetes Mittel:

$$E(X) = \sum_{i=1}^m x_i P(X = x_i)$$

Die Zufallsgröße des **arithmetischen Mittelwerts** $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$ hat den zugehörigen Erwartungswert:

$$E(\bar{X}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E(X_i) = \mu_x$$

Mithilfe des *Zentralen Grenzwertsatzes* lässt sich zeigen, dass Mittelwerte (und Anteilswerte) aus Zufallsstichproben bei „hinreichend großem“¹⁵ n einer *Normalverteilung* folgen.

Die **Varianz** einer Zufallsvariablen X ist $\sigma^2 = E(X - \mu)^2$ mit der **Standardabweichung** der Zufallsvariablen $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$. Die Stichprobenvarianz ist die Summe der quadrierten Abweichungen der einzelnen Werte vom Mittelwert, dividiert durch die Anzahl der Beobachtungen

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Anders als \bar{X} ist die Stichprobenvarianz s^2 keine erwartungstreue Schätzung der Populationsvarianz σ^2 . Für den Schätzer der Standardabweichung in der Grundgesamtheit bekommt man

$$S^2 = \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

als erwartungstreuen Schätzer.

Modalwert Bei diskreten Größen ist der Modalwert M der am häufigsten vorkommende Einzelwert.

¹⁴Die wichtigsten Methoden der Parameterschätzung sind: die Methode der *kleinsten Quadrate*, die *Momentenmethode* oder die *Maximum-Likelihood-Methode*.

¹⁵als Richtwert findet man häufig $n \geq 30$

Median Der mittelste Wert einer Rangordnung, also das 50%-Perzentil. Liegt bei schiefen Verteilungen immer zwischen Modalwert und arithmetischem Mittelwert. Bei schiefen Verteilungen werden die „durchschnittlichen“ Verhältnisse dadurch besser charakterisiert.

Für ungerades n : $\tilde{x} = x_{\frac{n+1}{2}}$ und für gerades n : $\tilde{x} = \frac{1}{2}(x_{n/2} + x_{n/2+1})$

Intervallschätzungen

Information zur Genauigkeit der Schätzung liefert die Intervallschätzung. Unter Angabe eines Konfidenzniveaus γ lässt sich ein Intervall angeben, in dem der unbekannte Parameter Θ mit mindestens der vorgegebenen Wahrscheinlichkeit liegt: typisch 95% und 99%.

Konfidenzintervall des arithmetischen Mittels bei bekannter Varianz Das *zentrale Grenzwerttheorem* zeigt, dass die Verteilung des Mittelwertes der Stichprobe einer Normalverteilung entspricht, auch bei beliebig verteilten Grundgesamtheiten. Der Erwartungswert dieser Verteilung ist $E(\bar{X}) = \mu$ und ihr Standardfehler (Streuung) $\sigma_{\bar{X}}^2 = \frac{\sigma^2}{n}$.

Die Standardisierung in eine Zufallsvariable z mit $\mu = 0$ und $\sigma = 1$ (*Standardnormalverteilung*) erfolgt durch

$$z_{\bar{X}} = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}}.$$

Für eine 95% Wahrscheinlichkeit, dass der Mittelwert in dem Konfidenzintervall liegt, lesen wir aus der Standardnormalverteilungstabelle die Werte für $p(-1,96 \leq z_{\bar{X}} \leq +1,96) = 0,95$ bzw.

$$p((\mu - 1,96 \cdot \sigma_{\bar{X}}) \leq \bar{X} \leq (\mu + 1,96 \cdot \sigma_{\bar{X}})) = 0,95$$

Konfidenzintervall des arithmetischen Mittels bei unbekannter Varianz Üblicherweise wird die unbekannte Populationsstreuung σ^2 durch den erwartungstreuen Schätzer $\hat{\sigma}^2$ bestimmt. Anstatt der normalverteilten Zufallsvariable $z_{\bar{X}}$ erhält man die t-Verteilte („STUDENT“ Verteilung) Zufallsvariable

$$t = \frac{X - \mu}{\hat{\sigma}_{\bar{X}}} = \frac{X - \mu}{\hat{\sigma}/\sqrt{n}}$$

mit dem Konfidenzintervall

$$p((\mu - a) \leq \bar{X} \leq (\mu + a)) = 0,95$$

mit

$$a = t_{(2,5;df)} \cdot \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

für ein 95%-iges Konfidenzintervall. Dabei ist *df* die Abkürzung für *degrees of freedom* - die Anzahl der Freiheitsgrade: die Anzahl der Abweichungen, die bei der Ermittlung der Varianzschätzung frei variieren können ($n - 1$ Freiheitsgrade bei einem Stichprobenumfang n). Die t-Verteilung geht bei wachsender Anzahl von Freiheitsgraden in eine Standardnormalverteilung über ($df > 30$).

2. Allgemeines

2.5.3. Korrelationen

Der Korrelationskoeffizient beschreibt den linearen Zusammenhang zwischen zweier Variablen. Die Stärke des Zusammenhangs liegt zwischen +1 und -1 (perfekt lineare positive und perfekt linear negative) Korrelation. Ein Wert von 0 bedeutet keine lineare Korrelation, die Zufallsvariablen sind unabhängig. Dazwischen spricht man von - *sehr schwacher*, - *schwacher*, - *mittlerer*, - *starker* und - *sehr starker* Korrelation.

Der PEARSON'sche (empirische) Korrelationskoeffizient¹⁶ ist definiert als

$$r = \frac{s_{XY}}{s_X \cdot s_Y}, \quad -1 \leq r \leq 1$$

mit der Kovarianz

$$s_{XY} = \frac{1}{n-1} \sum_{i,j} (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y}) \cdot p(x_i, y_j)$$

und den schon bekannten Standardabweichungen s_X und s_Y der Zufallsvariablen. Die Voraussetzung des Tests für signifikante Korrelation in der Grundgesamtheit, ist die Normalverteilung der Stichprobe und das Intervallskalenniveau der Variablen. Die in SPSS enthaltenen nichtparametrische Korrelationen KENDALLS *Tau b* (Rangkorrelation) und SPEARMANS *Roh* setzen lediglich ordinal skalierte Variablen voraus. Zur Berechnung transformiert man die Werte der Zufallsvariablen in fortlaufende Ränge und setzt die ermittelten Rangwerte in die Formel des PEARSON-Koeffizienten ein.

Der Signifikanztest testet die Nullhypothese: *keine* Korrelation - die Variablen sind unabhängig voneinander. Wird diese verworfen, dann liegt eine signifikante Korrelation zwischen den Zufallsvariablen vor. Die Testverteilung des empirischen Korrelationskoeffizienten ist t-verteilt.

2.5.4. Hypothesentest

Untersucht werden die Unterschiede und Zusammenhänge der beiden Besucherklassen¹⁷:

„Ist der *Gruppenunterschied*¹⁸ des Merkmals (z.B.: Interaktionsdauer) beider Stichproben *zufällig* oder *signifikant*.“

Oder allgemeiner:

Welche Aussage über ein unbekanntes Merkmal (wahrer Parameter) der Grundgesamtheit kann aufgrund der Beobachtung des korrespondierenden, realisierten (empirischen, beobachteten) Merkmals der Stichprobe gemacht werden?

Das statistische Verfahren hat ein *Konfidenz-Niveau* von 0,95 (95 %), wenn im Mittel 95 von 100 Durchführungen zu einer richtigen Entscheidung führen. Die *Irrtumswahrscheinlichkeit* ist in diesem Fall entsprechend 0,05.

¹⁶ r ist ein Schätzwert für den Korrelationskoeffizienten ρ der zugehörigen Grundgesamtheit.

¹⁷Siehe Kapitel 6.1.3 auf Seite 82

¹⁸Im Folgenden werden die beiden Besuchergruppen mit „*Besucherklasse*“ (anonyme Besucher und Besucher mit *smart.card*) bezeichnet, um eine Verwechslung einer Gruppe von Besuchern (z.B. Familie, Zweiergruppe, Schulklasse) auszuschließen.

Parametrischer Hypothesentest (mit t-verteilter Testprüfgröße)

Hypothesentests für den

- Unterschied der Erwartungswerte zweier normalverteilter Grundgesamtheiten,
- Erwartungswert bei normalverteilter Grundgesamtheit und unbekannter Varianz,

haben eine *t-verteilte*¹⁹ Prüfgröße.

Voraussetzungen für den parametrischen Hypothesentest mit t-verteilter Testprüfgröße:

1. Die Stichprobe muss eine *Zufallsstichprobe* sein.
2. *Normalverteilung* der Grundgesamtheit / Stichprobe: Test auf Normalverteilung (KOLGOMOROV-SMIRNOV Test) misst die Abweichungen zwischen der vermuteten theoretischen Normalverteilung und der tatsächlichen beobachteten empirischen Verteilungsfunktion.
3. *Umfang* der Stichprobe: gleich große Gruppen
4. *Varianzhomogenität*: Die Teststatistik von LEVENE misst die Unterschiedlichkeit der Standardabweichung einer Variablen in unterschiedlichen Gruppen. Bei gleicher Varianz, ist eine unterschiedliche Gruppengröße weniger problematisch.

Verteilungsfreier Hypothesentest (zweier unabhängiger Stichproben auf gleiche Grundgesamtheit)

Mittels KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test oder MANN-WHITNEY-Test werden die Stichproben beider Gruppen getestet ob sie aus der gleichen Grundgesamtheit stammen. Der MANN-WHITNEY Test stellt *keine* Anforderungen an die Verteilungsform der Zufallsgröße noch an die Messgenauigkeit. Die empirischen Beobachtungswerte werden in eine gemeinsame Rangordnung gebracht, als Messniveau genügt eine Rangskala (mind. Ordinal). Mit den Stichprobengrößen n_1 und n_2 sowie den Rangsummen R_1 und R_2 ergibt sich die Prüfgröße als kleinere der beiden Größen

$$U_1 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

und

$$U_2 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2.$$

Die kritischen Untergrenzen der Prüfgröße für gebräuchliche Signifikanzniveaus in Abhängigkeit von den beiden Stichprobenumfängen, sind Tafeln zu entnehmen.

¹⁹Ist die *Varianz des Merkmals* unbekannt und muss sie mit der *Stichprobenvarianz* geschätzt werden, dann ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Daten nicht mehr normalverteilt, sondern *STUDENT t-verteilt*.

2. Allgemeines

Verteilungstest einer Stichprobe

Die empirische Häufigkeitsverteilung (Verteilungsfunktion) der Stichprobe gibt Aufschluss über die Verteilung der Grundgesamtheit. Parametertest und Verteilungstests benötigen als Voraussetzung für ihre Anwendung eine (annähernd) normalverteilte Grundgesamtheit. Ist eine solche Verteilung nicht gegeben, muss mittels *verteilungsfreien Tests* oder *nichtparametrischen Tests* geprüft werden.

Die Häufigkeitsverteilung der Stichprobe kann mittels Histogramm visuell dargestellt werden und mit Verteilungstests wie dem KOLMOGOROV-SMIRNOV Test oder dem χ^2 - Test auf Normalverteilung überprüft werden. Wird dabei der unbekannte Parameter der Verteilung der Grundgesamtheit aus der Stichprobe geschätzt, spricht man vom unvollständig spezifizierten Verteilungstest.

Kolmogorov-Smirnov Test Dieser Test überprüft die Abweichung der theoretischen von der tatsächlichen beobachteten empirischen Verteilungsfunktion:

$$D = \max\{F_1(x) - F_2(x)\}^{20}.$$

Er kann auch zum Vergleich zweier empirischer Verteilungen verwendet werden.

χ^2 -**Test** Es werden verschiedenen Hypothesen über die Verteilung der Grundgesamtheit angenommen und diese, anhand eines Verteilungstests (Anpassungstests), mit der empirischen, beobachteten Verteilung der Stichprobe, verworfen oder bestätigt.

Die geeignete Prüfverteilung ist in diesem Fall die χ^2 -Verteilung. Die Prüfgröße enthält die Summe der quadrierten Abweichungen von dem erwarteten Wert für alle Klassen

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(B_j - E_j)^2}{E_j}$$

B_j ... beobachtete absolute Häufigkeit in Klasse j

E_j ... erwartete absolute Häufigkeit in Klasse j

Für diese Prüfverteilung besteht keine Einschränkung bezüglich der Verteilung der Grundgesamtheit, allerdings sollte die erwarteten absoluten Häufigkeiten einer Klasse nicht kleiner als 4 sein. Die Freiheitsgrade ergeben sich aus $v = k - m - 1$, der Anzahl der Klassen minus die Anzahl der geschätzten Parameter der theoretischen Verteilung minus eins.

Annahme oder Ablehnung der Nullhypothese

Die Entscheidung über die Annahme oder Ablehnung ist, abhängig vom gewählten statistischen Verfahren, mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit $(1 - (\alpha + \beta))$ „richtig“ und mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit $(\alpha + \beta)$ „falsch“ (siehe Tabelle 2.1). Der Fehler 1. Art α ist die Annahme der Hypothese obwohl sie falsch ist und der Fehler 2. Art β ist die Ablehnung der

²⁰Den kritischen D -Wert entnimmt man einer Tafel für $F(D)$ für z.B.: 0,975 für die Stichprobenumfänge n_1 und n_2 .

Entscheidung	Hypothese ist wahr	Hypothese ist falsch
Hypothese angenommen	richtige Entscheidung	falsche Entscheidung: <i>Fehler 2. Art</i> β
Hypothese abgelehnt	falsche Entscheidung: <i>Fehler 1. Art</i> α	richtige Entscheidung

Tabelle 2.1.: Dilemma beim Hypothesen-Test [Els03]

Hypothese obwohl sie wahr ist. Es ist unmöglich beide Fehlerarten zu minimieren, jedoch kann bei einem vorgegebenen Fehler 1. Art ein Verfahren konstruiert werden, mit minimalen Fehler 2. Art.

Eine Aussage über den Wahrheitsgehalt der Null-Hypothese kann aufgrund des unbekanntes Wertes β nicht getroffen werden. Es lässt sich nur eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit treffen, mit der die Null-Hypothese *irrtümlich* verworfen wird.

Falls der realisierte Wert t der Testgröße T größer ist als ein vorgegebener kritischer Wert c , wird die Null-Hypothese abgelehnt, ist t kleiner als der kritische Wert, dann wird H_0 angenommen.

„Ein *Hypothesen-Test* basiert zusammengefasst auf einer *Null-Hypothese* H_0 , einer *Testgröße* T zum Überprüfen der Null-Hypothese und einem *kritischem Wert* c , der den Annahme- bzw. Ablehnungsbereich für die Null-Hypothese trennt und damit die Entscheidungsregel zur Annahme bzw. Ablehnung der Null-Hypothese festlegt. Jedem kritischem Wert c ist eindeutig eine Irrtumswahrscheinlichkeit 1. Art α und entsprechend ein *Konfidenz-Niveau* $(1 - \alpha)$ zugeordnet²¹.“ [Els03]

2.6. Zusammenfassung

Die *komplementäre Kombination der qualitativen und quantitativen Methoden* der Sozialforschung ist ein allgemein angewandter Pragmatismus, der durch die verschiedenen Betrachtungs- und Vorgehensweisen von *Vorteil* für die Gewinnung von Hypothesen und Theorien, sowie für die Durchführung von Evaluationen, sein kann.

Das Modell für die Messung und Untersuchung von (Interaktions-) Verhalten ist eine Annäherung an die Phänomene und Merkmale unserer Natur. In den meisten Fällen ist die Vereinfachung durch das Modell für die zu untersuchenden Merkmale ausreichend genau. Die Anforderung an die Daten der Messung sind *Gültigkeit, Stimmigkeit, Zuverlässigkeit* und *Aussagewert*. Jedoch sollte man kritisch hinterfragen, was beobachtet werden soll und was tatsächlich beobachtet werden kann: *Welche Informationen beinhalten die erhobenen Daten?*

Die statistische Wahrscheinlichkeitsrechnung der Mathematik ist ein wichtiges Werkzeug für die quantitative Sozialforschung. Das Ergebnis einer Berechnung ist aber nur so genau, so exakt ihre Faktoren sind.

²¹SPSS setzt automatisch den beobachteten (in der Stichprobe realisierten) Wert t der Teststatistik T als kritischen Wert c ein und berechnet die zugehörige Irrtumswahrscheinlichkeit p (entspricht der minimalen Irrtumswahrscheinlichkeit, bei der H_0 noch abzulehnen ist).

2. Allgemeines

3. Verwandte Arbeiten

Eine Literatur- und Internetrecherche hat keine identisch ausgeführte und veröffentlichte Studie ergeben, mit einer derart umfassenden, quantitativen Evaluation durch computerunterstützte Erfassung von Besucheraktivität. Jedoch finden sich existierende Arbeiten mit vergleichbaren, verwandten Ansätzen und Ausführungen, die von Relevanz für dieses Diplomarbeitsthema sind.

Verwandte Arbeiten dieser vorliegenden Arbeit sind also empirische Evaluierungen von automatisch erfasstem Besucherverhalten im Ausstellungsbereich, und hier wiederum die Evaluierung der Auswirkung und Verwendung von kontext-bezogenen, individualisierten, elektronischen Museumsführungs- und Informationssystemen. Verwandte Arbeiten sind elektronische Museumsführungssysteme, die damit verbundenen Technologien für die Erfassung der Beobachter und die Kontextualisierung der Informationen aufgrund des Besucherprofils und des Besucherstandorts.

Die in wissenschaftlichen Artikeln gebräuchliche Klassifizierung der Arbeit durch Schlüsselwörter oder Themengebiete, soll hier zur Orientierung, innerhalb der Vielzahl der vorhandenen verwandten und relevanten Literatur dienlich sein:

Schlüsselwörter¹: Besucherverhalten, Besucherstudien, Evaluierung, individualisierter Museumsbesuch, kontextbezogen, kontextsensitiv, elektronischer Ausstellungsführer

Die verwandten Arbeiten werden gruppiert in:

- Die *Technologien und Methoden* für die Erfassung und Beobachtung von Besuchern und ihres Verhaltens, notwendig um
- *Kontextbezogenen Museumsführungs- und Informationssysteme* zu betreiben und die anschließende
- *Evaluierung* dieser Ausstellungskonzepte zu untersuchen und die Auswirkungen diskutieren zu können.

3.1. Beobachtung und Erfassung

Fast ausschließlich werden elektronische Ausstellungsführer und kontextbezogene, multimediale Ausstellungsinformationssysteme mittels qualitativer Methoden, wie Beobachtung, Befragung und Interview, evaluiert. Die Daten aus qualitativen Beobachtungen, wie z.B.: demographische Besucherdaten, sind bezüglich Zusammenhänge, Unterschiede oder Veränderungen mit statistischen Methoden nur untersuchbar wenn der Umfang der Stichprobe groß genug ist, um sinnvolle Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit zu ziehen. Selten kommt es zu einer quantitativen, automatischen Erfassung und statistischen Auswertung der Besucheraktivitäten und Verhaltensmuster in Museen und Ausstellungen. Im Gegensatz dazu ist es durch

¹**Keywords:** visitor behaviour, visitor studies, evaluation, personalized visit, context-awareness, context-sensitive, electronic guidebook, multimedia museum guides

3. Verwandte Arbeiten

Klasse	Ameise	Schmetterling	Fisch	Grashüpfer
<i>Besuchsdauer</i>	lange	halbe Periode	schnell	kurz
<i>Reihenfolge</i>	sequenziell	weniger sequenziell		nicht sequenziell
<i>Umfang</i>	komplett	selektiv	oberflächlich	ein paar Stopps
<i>Abstand</i>	Nähe zum Exponat		Distanz zum Exponat	

Tabelle 3.1.: Klassifikation des Besucherbewegungsmuster nach VERON & LEVASSEUR [VL83]

die im Internet größtenteils automatische Protokollierung von Besuchen von Webpages (*hits*) üblich, Besucherverhalten teilweise automatisch auszuwerten und zu analysieren.

3.1.1. Tracking Technologien

Die auch unter den Namen *Indoor Positioning System* oder *Motion Tracking* bekannten Technologien basieren auf folgenden physikalischen Effekten:

- Ultraschall (*ultrasonic*)
- Infrarot (*infrared*)
- Radiofrequenz (*radiofrequency*)
- Photonik (*optical*)
- Bilderkennung (*computervision*)
- Magnetfeld (*magnetic*)

Hierfür werden unterschiedlichen Effekte für die Bestimmung von Position und Bewegung (Beschleunigung) ausgenutzt (Signallaufzeit, -dämpfung und -ausbreitung, Halleffekt, Gyroskopischer Effekt, Mustererkennung), hinzu kommen geometrische Berechnungsmethoden wie z.B. die Triangulation. Zusätzlich möchte man das Objekt der Beobachtung aus einer Menge eindeutig identifiziert wissen.

Flächendeckende Erfassungssysteme [LAAA96], [BZ99], [BMC⁺03]

Frühe Umsetzungen von elektronischen Leitsystemen mit flächendeckender Beobachtung zeigten, dass nicht nur die Position des Benutzers notwendig ist, sondern vielmehr der Fokus seines Interesses, die Blickrichtung [LAAA96].

Die Umsetzung eines individualisierten Leitsystem mittels eines Rasters von Infrarot Transmittern zeigt [BZ99], siehe Abbildung 3.1. Hier wird anhand des Besucherverhaltens (Position, Richtung und Verweildauer) die individuelle Information über ein drahtloses Netzwerk an einem PDA² angeboten. Dazu wird das Bewegungsmuster des Besuchers, nach den ethnographischen Beobachtungen von VERON & LEVASSEUR [VL83], in 4 Klassen unterteilt: *Fisch*, *Ameise*, *Schmetterling* und *Grashüpfer*. Siehe Tabelle 3.1³.

In der Industrie und in öffentlichen Bereichen werden zunehmend Beobachtungssysteme für die Logistik von Waren und menschlichen Ressourcen eingesetzt. Vor allem in

²Portable Digital Assistent oder auch *handheld*, *PocketPC* genannt.

³Bezeichnungen der Kategorien wie „Umfang“, „Abstand“, etc., erfolgte durch den den Autor.

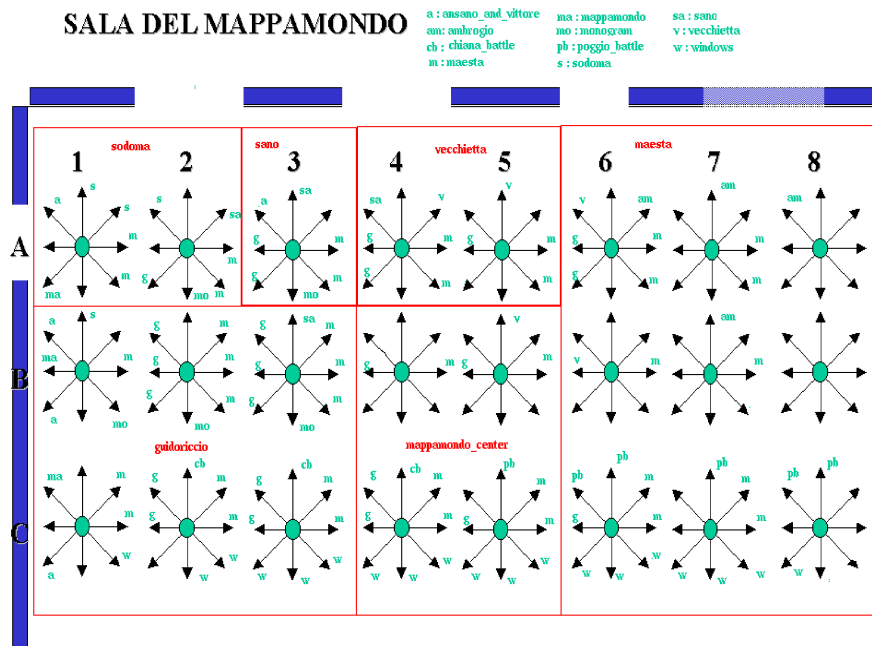


Abbildung 3.1.: Flächendeckende Beobachtungssysteme - Raster von Infrarotsensoren [BZ99].

großen Krankenhäusern, wo der genaue Aufenthalt und damit Auffindung von Geräten und Belegschaft für den Ernstfall maßgeblich ist, werden hybride Beobachtungssysteme eingesetzt. Zu diesem Zweck werden die Sender mittels Ultraschall und Radiofrequenz geortet. Die höherfrequenten, wanddurchdringenden Radiowellen können die Sender nur bis auf knapp einen Meter lokalisieren, Ultraschall, auf die Sichtlinie (engl. *line-of-sight*) beschränkt, ermöglicht die Lokalisierung innerhalb des Raumes.

Punktlokale Erfassungssysteme [SS02]

Die Kombination aus flächendeckender Vernetzung und örtlich begrenzter Erfassung hat den Vorteil, dass der Benutzer selbst das Objekt seines Interesses auswählt. Das Electronic Guidebook im Exploratorium in San Francisco ist ein elektronisches Leitsystem, welches, ausgelöst durch Infrarotsensoren, Barcode oder RFID Erkennung, kontextsensitive Informationen über ein drahtloses Netzwerk direkt in den PDA des Besuchers überträgt. Die Erfassung an den Stationen generiert automatisch eine persönliche Internetseite. Siehe Abbildung 3.2.

3.1.2. Empirische Erfassung durch Protokolldateien⁴

Verschiedene manuelle oder automatische Protokollierungsmethoden zur Erfassung mittels der oben diskutierten Beobachtungstechnologien stehen zur Verfügung [CT01]: Siehe Tabelle 3.2 auf Seite 41⁵. Die Evaluierung der vorliegenden Arbeit verwendet Daten aus den Kombinationen von verschiedenen automatischen Protokoll-Methoden: *server (hit) logs*, *client (event) logs* und *journalized sessions*.

⁴engl. *logfiles*

⁵Die Definitionen sind nicht nur auf das Web und auf Webpages beschränkt.

3. Verwandte Arbeiten

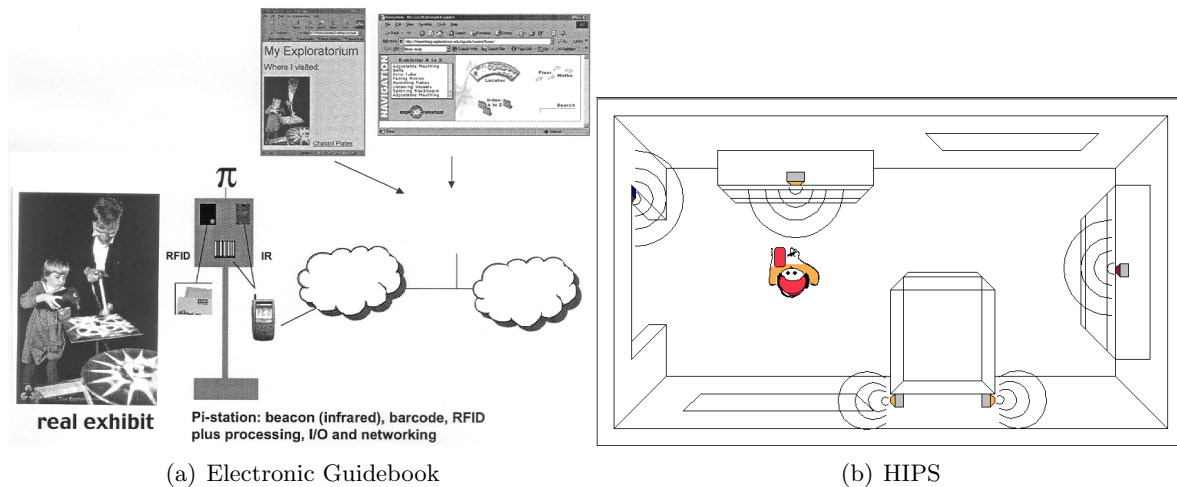


Abbildung 3.2.: Örtlich begrenzte Erfassung - punktweise Erfassungssysteme ([SS02], [BBM⁺99])

Als Beispiel für das automatische Aufzeichnen (engl. *automated logging*) wird ein Interface Protokoll angeführt, welches typische, statistische Informationen über die Häufigkeit von Programmpunkt Benutzung, oder die Häufigkeit mit der verschiedene Ereignisse passieren, erfasst. Für die Betrachtung möglicher Protokollierungen in der Ausstellung *medien.welten* siehe 4.3 auf Seite 55.

Computernutzung im Unterricht [Deg01b]

Eine Arbeit über die „*Möglichkeiten empirischer Erfassung der Computernutzung von Schüler/innen im Unterricht*“ untersucht den Zusammenhang von Lernstilen und den Umgang mit hypermedialen Lernsystemen, anhand der Erfassung und Analyse von *Server Logfiles*. Analysiert werden die Einträge: *IP, Timestamp, URL, MIME-type*⁶. Das Resultat sind die Informationen über:

- Seiten pro Zeiteinheit
- Verhältnis Aufgaben spezifische Seiten zu irrelevanten Seiten
- Nutzungszeiten
- Nutzung von Suchmethoden

Als *Empfehlung* für Folgestudien führt die Autorin die Verknüpfung der Ergebnisse mit Benutzerprofilen an (demographische Daten), um detaillierte Interpretationen zu ermöglichen.⁷

Fazit: Die Erkenntnis über den Nutzen von Protokolldateien aus denen, unterstützt durch weitere Methoden, didaktische Auswirkungen ableitbar sind. Die Besonderheit als

⁶Siehe Protokollformate in 5.2 auf Seite 69.

⁷Die vorliegende Arbeit untersucht den Zusammenhang zwischen demographischen Daten der Besucher und ihrem Interaktionsverhalten.

Name	Definition
<i>Logging</i>	the collection and recording of information.
<i>Server (hit) logs</i>	collections of data about which pages are getting visited on a website and which path people are taking through the website.
<i>Client (event) logs</i>	collections of data about user-initiated activities within a web page of a visited website.
<i>Proxy logs</i>	collections of data about users action on the web; the proxy mediates between the client browser and the web server and logs all communication between the two
<i>Self-reporting logs</i>	paper-and-pencil journals in which users log their actions and observations while interacting with a product
<i>Journalized session</i>	a user testing situation in which usage data are automatically recorded into logs
<i>Automatic evaluation</i>	measuring the usability of a system automatically, by standard inspections, simulated human interaction sequences, automated capture of user interaction data and user feedback.

Tabelle 3.2.: Definition der Protokollierungen [CT01, 2. Definitions]

nicht-reaktives Messverfahren⁸ wird als wichtiger Baustein zur empirischen Erfassung der Computernutzung.

Protokollierungssystem für eine Anwendung [Jel98]

Im „Arbeitsbericht der Evaluation einer Computeranwendung für Besucher im Sealife-Center am Timmendorfer Strand“ von MARC JELITTO wird neben den Ergebnissen der Evaluation auch der Einbau eines Protokollierungssystems in ein bestehendes Multimedia-System beschrieben. Protokolliert wird der Aufruf der verschiedenen Informationsseiten und die Verwendung der Funktionen der Anwendung.

Der Autor spricht sich für einen Einbau der Protokollierungsfunktion bei der Entwicklung des Programms aus, da ein nachträglicher Einbau und Analyse des Programms aufwendiger ist.

Fazit: Besonders wichtig ist die Definition der Ziele vor der Evaluation.

Hypermediasysteme in Museen [Hei95]

Die frühe Arbeit von ANDREAS M. HEINECKE „*Evaluation of Hypermedia Systems in Museums*“ untersucht den Gebrauch und die Akzeptanz von Multimediastationen in Ausstellungen mithilfe von Protokolldateien. Das Ereignisprotokoll zeichnet folgende Informationen auf:

- Zeitpunkt
- Art (Maus- und Tastaturereignisse)
- Ziel (Schaltfläche, Link, Bild)
- aktuelle Seite

⁸Im Gegensatz zu so genannten reaktiven Messverfahren, die durch Interagieren der Forschungsperson oder durch Selbstauskunft den Untersuchungsgegenstand beeinflussen (können).

3. Verwandte Arbeiten

- Seite nach dem Ereignis

Hier wird, ähnlich wie auch in dieser Arbeit angenommen⁹, aufgrund der Ununterscheidbarkeit zwischen verschiedenen Besuchern ein Wechsel nach zweiminütiger Protokollpause angenommen.

Fazit: Protokolldaten liefern Hinweise auf ergonomische Verbesserungen der Benutzerschnittstelle und Besucher Präferenzen. Es wird eine zusätzliche Datenerhebung mittels Fragebogen und Beobachtung vorgeschlagen, um auch Gruppenverhalten und Korrelationen zwischen Besuchertypen untersuchen zu können.

Zusammenfassung

Vorteile der automatisierten Erfassung sind ([CT01], [Deg01b]):

- präzise Messung gegenüber manueller Erfassung
- Zeitaufwand gering im Vergleich zur erfassten Datenmenge
- kontinuierliche Aufzeichnung
- automatische Evaluierung ist schnell und systematisch
- Aufzeichnungen jederzeit wieder abrufbar
- gut untereinander vergleichbar
- *nicht-reaktiv*: natürlich, da keine Interferenz mit dem zu untersuchenden Subjekt entsteht
- Langzeituntersuchungen ohne Beobachter möglich

Nachteile durch automatische Erfassung können sein:

- direkte Beobachtung nicht mehr vorhanden
- subjektive Benutzererfahrungen nicht verfügbar
- Auswertung nur der Ereignisse möglich, die vorab definiert wurden
- Umfang der Protokolldateien
- Anforderung von Integration der Software und Hardware Komponenten
- Benutzerzahl und Interaktion zwischen den Benutzern ist unbekannt.

⁹Für die Methode der vorliegenden Arbeit siehe *Zeitüberschreitungen* in 4.5 auf Seite 62.

3.2. Individualisierte elektronische Ausstellungsführer

Eine Tendenz, den herkömmlichen gedruckten Ausstellungsführer mit einem portablen, personalisierten, elektronischen Ausstellungsführer ersetzen zu wollen, zeichnet sich ab. Es werden nicht unwesentliche Anstrengungen in die Entwicklung und Evaluierung solcher Systeme investiert. Die andere Idee, keinen portablen Ausstellungsführer sondern fix platzierte Informationsstationen dem Besucher als Führungs- und Leitsystem anzubieten ist ein weiterer, möglicher Ansatz. Beide Technologien nützen immer öfter das Konzept des kontextsensitiven – basierend auf dem lokalen Umfeld und/oder auf dem Interessensprofil des Besuches – zugeschnittenen selektiven Informationsangebots.

Waren es anfänglich nur portable, interaktive Ausstellungsführer, hat die rasante Entwicklung der Technologie vernetzte, skalierbare, lokalisierbare, multimediale, mobile Ausstellungsführer hervorgebracht.

3.2.1. Mobile Informationssysteme – guidebooks & tourguides

The Electronic GUIDEBOOK Project [Exp04]

Der Bezeichnung „*electronic guidebook*“¹⁰ hat sich als Synonym für mobile elektronische Ausstellungsführer etabliert. „The Electronic Guidebook“ ist ein spezielles Forschungsprojekt des Exploratorium (und Partnern) in San Francisco, das die Entwicklung und Evaluierung eines elektronischen portablen Informationssystem zum Ziel hat.

Der *handheld* erkennt, entweder durch einen Infrarotsender (*IR-beacon*), den Barcodes oder durch das Erkennen der Station des Benutzer RFID-tags, das zugehörige Exponat und lädt die Information über ein drahtloses Netzwerk. Zusätzlich entsteht eine persönliche Internetseite durch den Besuch.

Die Evaluation der Reaktionen der Benutzer auf das *guidebooks* erfolgte durch Beobachtung und durch halb-strukturierte Interviews.

Cyberguide [LAAA96]

Ist ein Prototyp eines intelligenten elektronischen Touristenführers (*tourguide*), der mithilfe eines Positionierungssystem und drahtloser Kommunikation, dem Benutzer kontextsensitive Information zur Verfügung stellt (Position am Plan). Die entstehenden Protokolldaten der Benutzerpositionen machen eine Auswertung der Besucherpfade und Besucherverhalten möglich.

HIPS – Hyper-Interaction within Physical Space [BZ99]

Besucher befinden sich durch die allgegenwärtige Präsenz und dem Kontextbewusstsein des Computers, gleichzeitig in einem physikalischen Raum und in einem Informationsraum. HIPS versucht sich im Finden von neuen Interaktionsparadigmen. Ein HIPS Projekt¹¹ ist ein mobiler Ausstellungsführer, der über drahtloses Netzwerk dem Besucher kontextsensitive (Position und Orientierung), anhand eines Besucherprofils, individuelle Audioinformation zur Verfügung stellt. Siehe Abbildung 3.1 auf Seite 39.

Die Aufzeichnung der Positions- und Orientierungsdaten der Besucher werden, anhand der Besucherverhaltensklassifizierung nach VERON & LEVASSEUR¹², über die Besuchs-

¹⁰als Anlehnung zum gedruckten Ausstellungsführer dem *paper guidebook*

¹¹Prototyp evaluiert im *Sala del Mappamondo* des *Museo Civico* in *Siena*.

¹²Siehe Tabelle 3.1 auf Seite 38

3. Verwandte Arbeiten

dauer und Reihenfolge dynamisch ausgewertet und aufgrund des Ergebnisses, die angebotene Information individualisiert:

Ein Besucher der zu 80% als *Ameise* klassifiziert wurde, bekommt detaillierte Information zum Exponat, während ein als *Fisch* eingestufteter Besucher weniger Details, dafür mehr Vergleiche mit anderen Exponaten bekommt.

Fazit: Dieses Projekt zeigt, wie die empirisch aufgezeichneten Protokolldaten des Besucherverhaltens, *rückgekoppelt*, direkt Auswirkung auf die Information die das System zur Verfügung stellt, hat (Zirkuläres System – *feedback* Prozess).

EQUATOR City: Can you See Me? [GC02]

Im Rahmen dieses Projektes wurde der soziale Kontext und die Interaktion zwischen Museumsbesuchern in kollaborativer Umgebung (real und virtuell Anwesenheit der Besucher - *co-visiting*) qualitativ, mithilfe anthropologischen und ethnographischen Methoden, evaluiert. Das System, das die Erforschung der sozialen Interaktion und Zusammenarbeit zum Zweck hat, verbindet Technologien der Virtuellen Realität, Hypermedia und mobile Computer, mittels dynamischer Informationsaufbereitung durch persönliche Benutzerprofile und Umgebungskontext der Ausstellung.

Die Evaluierung erfolgte durch Videoaufzeichnung und anschließender Analyse. Die Auswertungen zeigen, dass der soziale Kontext ein wichtiger Faktor für die Erfahrung eines Museumsbesuchs ist und sie direkt beeinflusst. Neue Technologien machen es möglich diesen Kontext über den physikalischen Raum der Ausstellung zu erweitern.

Fazit: Museen können ihre physikalischen Räume, durch die bessere Integration mit den digitalen Informationsräumen, bereichern.

Sotto Voce – revisiting the visit [GAH⁺02]

Bei diesem elektronischen Ausstellungsführer handelt es sich um einen drahtlos vernetzten, mobilen PDA, der auf Wunsch des Besuchers interaktiv (durch auswählen eines visuellen Repräsentanten z.B.: Bild einer Photogalerie), gesprochene Information zu bestimmten Exponaten wiedergibt. Das Besondere an diesem System ist, dass bei einer Gruppe (gemeinsamer Besuch - *shared visit*), die Besucher untereinander „mitlauschen“ können (*eavesdropping*), und auf Wunsch synchron die gleiche Information auf ihrem Gerät wiedergegeben wird (*shared listening*). Die Exponate werden durch Navigation am Gerät ausgewählt und nicht durch Positionserkennung des Besuchers oder durch ein externes Signal.

Die Evaluierung von knapp 50 Benutzern erfolgte in einem historischen Gebäude¹³ mithilfe eines Fragebogens, zur Erhebung der demographischen Daten. Die Aufzeichnung der Konversation zwischen Besuchern erfolgte mittels Mikrophon und Videokamera und anschließenden Interviews (halb-strukturiert). Zusätzlich wurden die elektronischen Ausstellungsführer verwendet um die Interaktionsdaten zu protokollieren. Die Besuchsdauer betrug durchschnittlich zwischen 15 und 20 Minuten. Die qualitative Auswertung der Aufzeichnungen beschreibt die vier Interaktionen die der Ausstellungsführer unterstützt: gemeinsames Zuhören, unabhängige Nutzung, Nachfolgen und Hineinhören.

Fazit: Der *soziale Kontext* und die *soziale Interaktion* wurde als sehr positiv empfunden.

¹³ *Georgian Revival historic house in Woodside, California*

GUIDE - elektronischer Touristenführer [CDM⁺00]

Dieses System integriert die Nutzung von persönlicher Computertechnologie (PDA), drahtloser Kommunikation, kontext-bezogener und adaptive Hypermedia-Technologie, um die Bedürfnisse nach Information und Navigation von Touristen/Besuchern einer Stadt gerecht zu werden.

Die Evaluierung erfolgte mittels eines Experten-Durchlaufes für einen a priori Benutzerfreundlichkeitstest und durch einen Feldversuch mit 60 Testpersonen: Beobachtung der Benutzer, Aufnahme der Aussagen (*talk aloud protocol*), automatische Protokollierung der Aufzeichnungen ihrer Interaktionen durch das (Informations-)System und anschließenden Interviews (halb-strukturiert).

Die Auswertung der Interviews summiert die subjektiven Empfindungen und Eindrücke der Benutzer. Die Ergebnisse anhand der Benutzerprofile ergab Korrelationen mit der Nutzung von Querverbindungen (*links*) - die Altersgruppe von 10-20 Jahre folgte doppelt so vielen *links* pro Minute als andere.

3.2.2. Stationäre Informationssysteme

SCALEX Scalable Exhibition Server [SCA03]

„SCALEX ist eine interaktive Toolbox für Museen und Ausstellungsgestalter, die Bedürfnisse von Anwendern und spezielle inhaltliche Ansprüche für individuelle Besuchergruppen berücksichtigt.“

Die Hauptfunktion von SCALEX ist es, das Besucherverhalten zu erkennen und auf Besuchergruppen und einzelne Besucher angepasste Inhalte zu präsentieren. Dieses System, bestehend aus dem *structure-editor*, *storyliner* und *player*, verknüpft digitale Medien mit realen Ausstellungsobjekten.

Das SCALEX Projekt wurde für kurze Zeit in der Ausstellung *medien.welten* an einer eigenen Station evaluiert. Der Inhalt einer Teststation wurde benutzerabhängig präsentiert (gespeichert wurde die *smart.card* Identifikationsnummer). Zusätzlich konnten Informationen über Exponate, die mit Barcode gekennzeichnet waren, mittels PDA abgerufen werden.

3.2.3. Mischung aus stationären und mobilen Systemen

Rememberer: A Tool for Capturing Museum Visits [FFKOS02]

Ist ein System für die Aufzeichnung von Museumsbesuchen, um dem Besuch eine Reflexion und Kommunikation mit dem Erlebten zu ermöglichen. Die Prototypen und die Funktionalität wird in dem Umfeld einer Ausstellung des Exploratoriums implementiert. Die Funktion ist dem digitalen Rucksacks der Ausstellung *medien.welten* ähnlich: Speicherung von Photos, Informationen und Notizen zu den Exponaten, via Internet abrufbar.

Zwei verschiedene Ansätze der „remember-this“ Technologie wurden evaluiert. Zu einem wurde ein RFID-Tag verwendet (Chipkarte oder Uhr) der von einem Lesegerät, das einem Exponat zugeordnet ist, erfasst wird und vom Besucher aktiviert wird. Die andere Technologie die eingesetzt wurde, ist die Erfassung von Infrarotsender (*IR-beacons*) durch einen drahtlos vernetzten PDA (*mobile guidebook*). Unter Bedacht der Vor- und

3. Verwandte Arbeiten

Nachteile beider Ansätze wurden die Besucher beobachtet und die Interaktionen mit dem System aufgezeichnet und zusammen ausgewertet. Auswertungsmethoden werden nicht genauer diskutiert.

Fazit: Durchschnittlich verbrachten die Benutzer des remember-this Systems 35-45 Minuten in der Ausstellung und befanden die Funktionalität als positiv. Es traten *keine signifikanten Unterschiede* der mittleren Besuchsdauer in der Ausstellung zwischen den Gruppen mit und ohne diesem System auf. Allerdings ergaben sich *unterschiedliche Verhaltensweisen* der Gruppen bei der Nutzung der Stationen mit und ohne remember-this Funktionalität, siehe Abbildung 3.3.

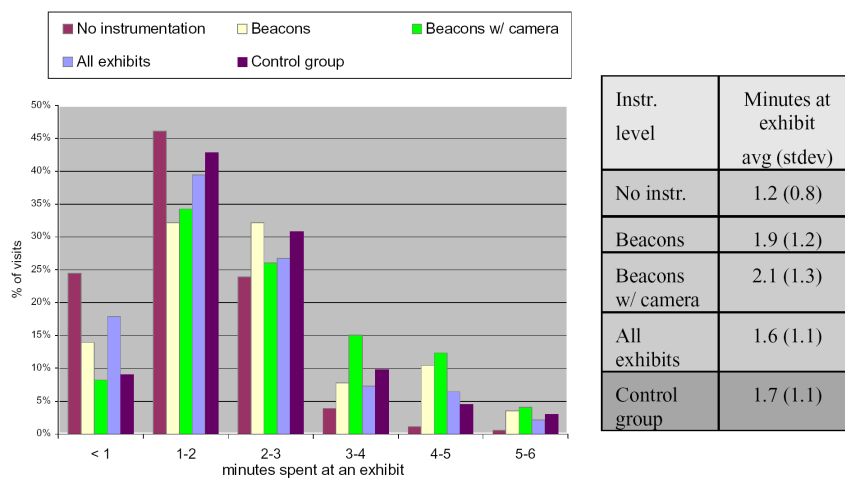


Abbildung 3.3.: Rememberer: Mittlere Nutzungsdauer der verschiedenen Gruppen

3.3. Evaluation von Ausstellungen

3.3.1. Zusammenfassung bisheriger Studien

Im folgenden werden die Ergebnisse einiger Berichte der AMARC¹⁴ zitiert, wobei es sich hier jeweils um Zusammenfassungen der Literatur und vieler Studien anderer Autoren handelt. Die Aufzählungen sind hier nicht vollständig wiedergegeben, sondern nur jene Aussagen, die in einem Kontext zu dieser Evaluierung stehen¹⁵:

Verfolgung & Beobachtung [Kel02b]

Die Gründe sind, neben Verbesserungen und Änderungen der Ausstellungskonzepte, der mögliche Vergleich zu anderen Ausstellungen und Trendanalysen über die Zeit.

Allgemeine Ziele sind:

- Gesamtdauer der Besuchszeit

¹⁴ Australian Museum Audience Research Centre

¹⁵ Aus dem Englischen vom Autor übersetzt.

- Pfad/Weg und Besucherfluss
- Demographische Daten - Geschlecht, Alter, soziale Gruppe
- Erfüllung didaktischer Aufträge

Spezielle Ziele sind:

- Abdeckung - Nutzung der Ausstellung und Exponate
- Aufenthalte - Aufmerksamkeit und Anziehung der Exponate
- Nutzung der Exponate wie vorgesehen und beabsichtigt?
- *usability - design feedback*

Auf die Antwort, was Verfolgung (engl. *tracking*) sei schreibt LYNDA KELLY:

„unobtrusive recording of visitor behaviour in a museum/specific exhibition, (noting: exhibits attended to; behaviour: reading, browsing, studying; time spent; pathways and flow) starts/stops when visitors cross an 'invisible' entry and exit line.“ [Kel02b]

Die Umsetzung einer Aufzeichnung von Besucherverfolgung erfolgte in zwei Fallstudien (Ausstellungen des **Australian Museums**), durch händisches Einzeichnen der Besucherpfade und Notierung der Zeiten und des Besucherverhaltens, in vorgefertigte Formulare. Die Auswertung erfolgte mittels Tabellen (Excel) und Übereinanderlegen der Pfade in einem Bildbearbeitungsprogramm (Photoshop).

Besucherverhalten [Kel02c]

„*What do people do when they visit a museum?*“ - Von dieser Zusammenfassung von Studien¹⁶ über Besucherverhalten, seien hier die wichtigsten Ergebnisse für diese Arbeit kurz zitiert:

- Besucher stoppen gewöhnlich bei weniger als der Hälfte bis ein Drittel der Ausstellungskomponenten
- sie verwenden eher „*trial and error*“ Methoden als geschriebene Instruktionen für die Verwendung von Interaktiva - „*learning by doing*“
- Kinder befassen sich eher mit interaktiven Exponaten als Erwachsene
- Konzentration auf Exponate sinkt rasch nach einer halben Stunde
- Besucher folgen keinem vordefinierten Ausstellungspfad
- Besuchsdauer pro Ausstellung gewöhnlich weniger als 20 Minuten
- Partizipation in aktive (*doing*) Erfahrung ist größer, als in passive (*viewing*) Erfahrung.

Ausstellungs-Evaluation [Kel02a]

In diesem Bericht wird die Ausstellungsevaluation als ein vier Stufen Prozess betrachtet, mit der Möglichkeit, in jeder Stufe die Effizienz und Botschaft einer Ausstellung zu testen. Die vier Stufen sind:

¹⁶Zitiert werden Ergebnisse von HEIN (1998) und SERRELL (1997).

3. Verwandte Arbeiten

Vorfeld Evaluation / front-end evaluation findet während der Konzeptionierungsphase statt, um Informationen über Interesse und Erwartungen der Besucher zu erhalten und Strategien für Ziele und Botschaften der Ausstellung zu entwickeln.

Formgebende Evaluation / formative evaluation passiert während der Entwicklungs- und Produktionsphase, um Ausstellungskomponenten, wie Texte, Beschriftungen, Graphiken und Interaktiva, zu testen. Das gewonnene *feedback* trägt zur Entwicklung und Entwurfsentscheidung über die Komponente bei.

Mängelbeseitigungs Evaluation / remedial evaluation wird unmittelbar zur/nach der Eröffnung abgehalten, um Mängel und Fehler zu verbessern und zu beseitigen. Interaktiva und Medienstationen müssen bereits vorher intensiven Tests und Qualitätsüberprüfungen unterzogen werden.

Bilanz Evaluation / summative evaluation findet nach Abschluss der Fertigstellung der Ausstellung statt. Zweck ist es, die Erfüllung der Ziele der Konzepte der Ausstellung und deren Ausmaße zu evaluieren.

Computer Interaktiva [Kel00]

Dieser Bericht fasst die Ergebnisse der Studien über Computer Interaktiva in Ausstellungen zusammen. Ein paar Ergebnisse¹⁷ davon sind:

- Nutzungsdauer von Interaktiva liegt bei *3-5 Minuten* bis maximal *40 Minuten*
- Nutzungszeiten zeigen *exponentielles Verhalten* (rasch abfallend)
- Drei Klassen von Benutzer: *zielgerichtet, erforschend* und *spielend*

3.3.2. Fallbeispiele

Phänomene – Naturwissenschaft begreifen [Sch03]

In dieser Arbeit wird grundlegend, von der historischen Entwicklung der Technismuseen und Science Center ausgehend, der Übergang der passiven zur interaktiven Pädagogik und das kognitive sowie affektive Lernziel eines Ausstellungsbesuchs diskutiert. Die Beobachtungen des Besucherverhaltens in der *Phänomene*¹⁸ werden mit den lerntheoretischen Gedanken von PIAGET¹⁹ verglichen:

Die kognitive²⁰ Denkstruktur bezeichnet das geistige Abbild der Erfahrungswelt, die in sich widerspruchsfrei funktioniert. Neue Informationen, die in die kognitive Struktur passen, werden ohne Probleme eingebunden der Prozess der *Assimilation*. Eine Information, die im Widerspruch zu diesem Abbild steht, führt zum Prozess der *Akkommodation*, diese Diskrepanz erzwingt die Korrektur des Weltbilds: der Lernschritt. Am Rande wahrgenommene Exponate werden assimiliert, bei der seltenen, längeren Auseinandersetzung mit einem Phänomen (bis zu einer halben Stunde) erfolgt eine Akkommodation.

Anmerkung des Autors: Die Anzahl dieser Auseinandersetzungen (Akkommodationen) hängt von der Aufnahme- und Konzentrationsfähigkeit des Besuchers ab. Eine quantitative Untersuchung über die Anzahl und Dauer der Stopps könnte Aufschluss über den didaktischen Erfolg

¹⁷Die meisten Ergebnisse sind Untersuchungen qualitativer und benutzerfreundlicher Natur.

¹⁸Ausstellung *Phänomene* in *Flensburg*: Grundphänomene aus der Physik.

¹⁹PIAGET untersuchte die Entwicklung der kognitiven Denkstruktur beim Menschen.

²⁰kognitiv als Adjektiv bedeutet: „auf Erkenntnis beruhend“

3.3. Evaluation von Ausstellungen

einer Ausstellung geben und einen Vergleich von Konzepten ermöglichen, ähnlich wie es eine qualitative Untersuchung durch Tests bei Nachinterviews ermöglicht.

Electronic Guidebooks and Visitor Attention [WAHS01]

Besucher Studie und Evaluierung der Interaktion mit dem Prototyp eines elektronischen Ausstellungsführers. Untersucht wurde die Wirkung des elektronischen Ausstellungsführers auf: die *Interaktion des Benutzers*, die *Interaktion des Benutzers mit anderen Besuchern* und die *Interaktion des Besuchers mit der Umgebung*. Dazu wurde der Besucher von einer Forschungsperson beobachtet und die Interaktion mit dem Ausstellungsführer in Protokolldateien automatisch aufgezeichnet und zusammen qualitativ ausgewertet.

Fazit: Benutzer wollen Kontrolle über die angebotene Information und über die Aufmerksamkeit die sie dem *guidebook* schenken müssen. Es hat sich erwiesen, dass durch Audioinformation der Besucher weniger von der Ausstellung abgelenkt ist als durch unterstützende Texte oder andere visuelle Medien.

ILEX intelligent labelling explorer [COO99]

Evaluierung des Lerneffekts eines statischen vs. dynamischen Hypermedia Systems für die Beschreibung von Exponaten²¹. Automatisierte Aufzeichnung der Daten der Benutzer ↔ System Interaktionen wie Navigation und Nutzung der Anwendung und Inhalte, sowie Ausführung von qualitativen Tests (Interview über die erlernten Fakten und „Kurator“-Test: der Benutzer klassifiziert neue Exponate).

Test auf signifikante Unterschiede zwischen den Gruppenmerkmalen (die Ergebnisse der Auswertungen der Navigations- und Inhaltsaufzeichnungen) mithilfe von *t-Tests* (Varianzanalyse zweier Gruppen) und die Durchführung von *Korrelationsanalysen* zwischen den empirischen Aufzeichnungen und den Ergebnissen der Leistungstests. Die Auswertung der Unterschiede der Interviewergebnisse der Gruppen wird als tabellarische Darstellung der *Modalwerte*²² dargestellt.

Invention at Play [Bru04]

Ist eine Wanderausstellung, die im *National Museum of American History* (Dezember Washington, D.C. - Dezember 2002) und im *Museum of Science* (Boston - April 2003) evaluiert wurde²³. Analysiert wurde der Unterschied des Erfolgs und des Effekts der Ausstellung, in den zwei verschiedenen Museen, mit Hilfe von: Zeitaufnahme und Verfolgung (*timing and tracking observations*), Beobachtungen an Stationen, (*open-ended*) Interviews beim Verlassen und (*open-ended*) Telefon-Interviews zwei Monate nach dem Besuch. Weiters wurde untersucht, ob die Verweildauer an den interaktiven Stationen, die zu diesem Zweck gezielt „fesselnd“ entworfen wurden, 4 Minuten oder länger beträgt.

Ablauf der *Zeitmessung und Verfolgungsaufzeichnung*: Von 100 Besuchern wurde die Verweildauer pro Station und die Gesamtanzahl der Aufenthalte in der Ausstellung

²¹ *20th Century Jewellery Exhibit - Royal Museum of Scotland*

²² Die Antworten der Fragebogen zur Benutzerfreundlichkeit (*usability questionnaire*) waren ordinal skaliert: *strongly agree* bis *strongly disagree*.

²³ *Randi Korn & Associates, Inc.* im Auftrag des *Lemelson Center for the Study of Invention and Innovation*.

3. Verwandte Arbeiten

<i>Ausstellung</i>	<i>Ausstellungskonzeption</i>	<i>Zeitmedian</i>
Playing with Time	Science Museum of Minnesota	3 min., 59 sec.
Invention at Play	Lemelson Center and Science Museum of Minnesota	3 min., 46 sec.
medien.welten	Technisches Museum Wien (anonym)	2 min., 46 sec.
Innovation	The Tech Museum of Innovation	2 min., 20 sec.
Exploration	The Tech Museum of Innovation	2 min., 17 sec.
medien.welten	Technisches Museum Wien (smart.card)	1 min., 34 sec.
MarsQuest	Jeff Kennedy Associates	1 min., 3 sec.
Within These Walls	National Museum of American History	39 sec.

Tabelle 3.3.: Zeitmedian interaktiver Exponate - Ergebnisse verschiedener Studien [Bru04]

aufgezeichnet. Zusätzlich wurde für jedes Exponat der prozentuelle Anteil der Besucher, die einen Stopp eingelegt hatten, der Median²⁴ der Verweildauer und die Anzahl und Art der Interaktion ermittelt. Das Verhalten wurde, basierend auf die gegebenen Möglichkeiten der Station, klassifiziert: z.B.: „ist aktiv“, „anderen zusehen“, „Inhalt laut vorlesen und diskutieren“.

Die Beobachtungen an den Stationen wurde an 428 Besuchern durchgeführt, die 56 abschließenden Interviews erfolgten an insgesamt 93 Besuchern und für die Telefon-Interviews waren es 68 Besucher.

Quantitative Analyse Die statistische Analyse der eingegebenen Daten wurde mittels des Programms SPSS durchgeführt: Häufigkeitsverteilung für kategorische Unbekannte (Geschlecht, Alter) und Kreuztabellen für die Beziehungen zwischen den Daten (z.B.: Nutzungsdauer und Altersgruppe), deren Signifikanz²⁵ mittels χ^2 (chi-Quadrat) Test berechnet wurde. Weiters wurden der Mittelwert (*mean*), der Median und die Standardabweichung der Nutzungsdauer berechnet. Zum Vergleich zweier oder mehrerer Gruppen wurde mittels Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Eine Regressionsanalyse wurde verwendet, um ein Modell für die Beziehung innerhalb der Datensätze zu entwickeln. Für das Ergebnis des Zeitmedians im Vergleich zu Studien anderer Ausstellungen siehe Tabelle 3.3²⁶.

Qualitative Analyse Das Besucherverhalten (Beobachtungen, Interviews) wurde auf Muster und Trends hin untersucht, gruppiert und anschließend kategorisiert, um die Aussage der Daten hervorzuheben. Die Auswertungen für Interaktions- und Verweilverhalten wurde für einzelne Stationen, abhängig von den demographischen Daten der Besucher und der beiden verschiedenen Museen, durchgeführt.

²⁴Besonders bei asymmetrischen Verteilungen ist der Mittelwerte stark durch die Extremwerte beeinflusst. In diesem Fall ist der Median näher der Mitte der Verteilung und eignet sich daher besser.

²⁵Ein Signifikanzniveau von $p = 95\%$ (Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$) wurde gewählt.

²⁶Zeitmedian der Ausstellung medien.welten: Es wurden nur die Interaktionen die tatsächlich stattgefunden haben erfasst. Der Median über alle Stationen, d.h. zusammen mit den Stationen an denen keine Interaktion stattgefunden hat, liegt daher darunter. Unsicherheiten sind aber zusätzlich die lückenlose Verwendung der smart.card bei jeder Station und die Dauer der Zeitüberschreitung bei der anonymen Besucherklasse.

3.3. *Evaluation von Ausstellungen*

Die Ergebnisse der Auswertungen sind, als Antworten auf die Frage des Unterschieds der Örtlichkeiten, die Erfahrungen und der Erfüllung des didaktischen Auftrages, zu ausstellungsspezifisch und zu umfangreich um hier wiedergegeben zu werden.

3. Verwandte Arbeiten

4. Ablauf der Evaluation

Vorgehensweise bei der quantitativen Studie

1. *Fragestellungen* zur quantitativen Evaluierung
2. *Bestandsaufnahme* des Informationssystems
3. *Adaptierung* und *Erweiterung* des Informationssystems
4. *Erhebung* der Daten
5. *Vorverarbeitung* und *Aufbereitung* der Daten
6. *Auswertung* der Daten
7. *Verifikation* und *Interpretation* der Auswertungen
8. Bildung von *Hypothesen*
9. *Hypothesentests*¹

Die Interpretation der (Teil-)Ergebnisse und Diskussion der Hypothesen waren immer wieder Anlass für neue Auswertungen und Betrachtungsweisen der Daten. So wurden Fragestellungen aufgrund von Ergebnissen adaptiert und neue Fragen formuliert, um tiefere Einblicke und Aufschlüsse über die Verhaltensweisen der Besucher zu erlangen.

4.1. Fragestellungen zur quantitativen Evaluierung

Folgende konkrete Fragestellungen waren die Grundlage der Auswertung der *quantitativen* Teilstudie:

- *Bewegungsmuster an verschiedenen Stationen:* innerhalb der Ausstellung: Was sehen sich die Besucher an und in welcher Reihenfolge? Welche Wege gehen die Besucher?
- *Muster in der Verweildauer an verschiedenen Stationen:* Welche Ausstellungsstücke finden besonderes Interesse?
- *Die Nutzung der Informations-Terminals:* Wie nutzen die Besucher die Infoterminals? Wie weit geht diese Nutzung?
- *Unterschiede im Verhalten zwischen Kartenbesitzern und Nichtbesitzern:* Lassen die verfügbaren Daten von Kartenbesitzern und Nicht-Besitzern auf unterschiedliche Verhaltensweisen schließen? Wie viele Besucher haben eine Karte?

¹Die Signifikanztests wurden im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführt und sind nicht Bestandteil der Evaluationsstudie für das Technische Museum.

4. Ablauf der Evaluation

- *Die Nutzung der Kartenfeatures:* Welche Features der Karte werden genutzt und welche nicht?
- Den *Internetzugriff* auf das eigene Digital Backpack: Wird die Internetzugriffsmöglichkeit auf das eigene Profil genutzt? Wie viele Besucher loggen sich ein und laden Daten herunter? Welche Daten?
- *Die Nutzung der Kommunikationsmöglichkeiten des Systems:* Wie werden die Kommunikationsmöglichkeiten genutzt, die das System bietet: Botschaften an Besucher über Internet senden, Botschaften senden innerhalb von Besuchergruppen während des Besuchs, Geschichtsbuch, Voting und Recommendation Systeme?

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 72] Die Beobachtung

Beobachtungsthemen waren beispielsweise:

1. Verwendung der smart.card
2. Das Verhalten von Kartenbesitzern und Nicht-Besitzern
3. Reaktionen auf die Kartenlesegeräte und Informationsterminals
4. Das Gruppenverhalten in der Ausstellung
5. Die Interaktion mit Ausstellungsobjekten
6. Erkennbare Schwierigkeiten im Verstehen oder Benutzen von Installationen
7. Im Gespräch geäußerte Meinungen zur Karte oder zu Ausstellungsobjekten.

Die Form der Beobachtung orientierte sich an ethnographischen Methoden, welche statt Beobachtungstechniken mit vorgegebenen Categoriesystemen und Strichlisten einen offenen, suchenden, flexiblen und reflexiven Beobachtungsstil haben (Kendon 1990, S.24).

4.2. Bestandsaufnahme des Informationssystems

Das bestehende Informationssystem der Ausstellung wurde auf die mögliche Auswertbarkeit der Fragestellungen von 4.1 untersucht.

Datenquellen

Folgende Datenquellen standen der Evaluation zur Verfügung:

Datenbank des Informationssystems In der Datenbank des Informationssystems sind alle Daten, die mit den smart.card Profilen zusammenhängen, gespeichert. Sie spiegelt den aktuellen Stand der Besucherprofile. Bereits gelöschte Inhalte scheinen nicht auf und können nur über Serverprotokolldateien eruiert werden.

Server Protokolldateien In den Protokolldateien des HTTP Servers wird jede Anfrage und Kommunikation zwischen Client und dem Serverprogramm aufgezeichnet. Aus diesen Dateien lassen sich die Profilaktivitäten der smart.card Besitzer und die anonymen Zugriffe auf die Zellen der medien.matrix extrahieren.

4.3. Adaptierungen und Erweiterungen - Softwareanpassungen

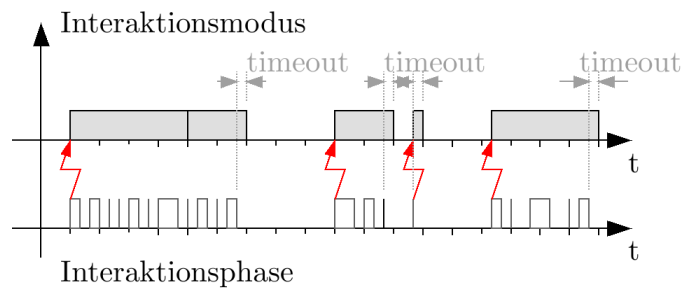


Abbildung 4.1.: Arten der Interaktionserfassung

Ergebnis Das vorhandene System speichert nur die Sitzungen (*sessions*) der *smart.card* Besucher ab. Dabei gibt es keine Protokollfunktion über Art und Weise der Interaktion mit der Anwendung. Sitzungen von Besuchern ohne *smart.card* werden nicht erfasst. Aufgrund des Systemdesigns (Verwaltung der *smart.card* Profile und des Ausstellungsinhaltes), wird ohne eine *smart.card* (Anmeldung und Öffnung einer Sitzung) keine Aktivität in der Datenbank protokolliert².

Es gibt keine Möglichkeit demographische Daten über Besucher zu erheben und abzulegen. Ein Vergleich der beiden Besucherklassen ist mittels bestehendem System nicht möglich. Die Fragestellungen betreffend Zugriff und Nutzung der *smart.card* lassen sich zum Teil durch Auswertung, der in der Datenbank inhärent gespeicherten Daten beantworten, zum anderen Teil durch Auswertung der Serverprotokolldateien.

Messniveau und Merkmale

Bestimmung der Messniveaus der bestehenden Einträge und der Merkmale der zu betrachtenden Objekte des Informationssystems, wie z.B. Zeitpunkt und Datum eines Besuchs oder einer Sitzung und Eigenschaften der Benutzerprofile. Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme und das Konzept für die Evaluierung³ finden sich in der technischen Dokumentation: [Sti03b] und [Sti03d].

4.3. Adaptierungen und Erweiterungen - Softwareanpassungen

Interaktionserfassung

Methoden der Interaktionsprotokollierung Der Detaillierungsgrad der Interaktionserfassung definiert zwei Ansätze der *Interaktionssitzung*:

1. *Stationsmodus*⁴ Aktiv/Leerlauf: Interaktionssitzung beginnt mit der Aktivierung der Station aus dem Leerlauf, und endet mit dem Start der nächsten Anwendung (oder Neustart - *reset*) oder mit der Zeitüberschreitung nach Verlassen der Station (*timeout*). Hiermit lässt sich eine Aussage darüber treffen, ob die Station in Verwendung ist oder nicht (zusätzlich wird die Besucherklasse unterschieden).

²Ausnahme ist das Abstimmen über Ausstellungsthemen - *voting*.

³Hier handelt es sich um das technische Konzept für die Realisierung der Beantwortung der Fragestellungen aus 4.1.

⁴Interaktionsmodus, Anwendungsmodus und Nutzungsmodus sind sinngemäße Synonyme.

4. Ablauf der Evaluation

2. *Stationsphase*⁵ Aktiv/Leerlauf: Die Interaktionsphasensitzung beginnt mit der Detektion einer Interaktion (Mausbewegung, Tasteneingabe oder sonstige Schnittstellenaktivität) und endet mit dieser Interaktion. Mit dieser Art der Erfassung lässt sich eine Aussage über die Interaktionsintensität treffen. Durch Kombination mit dem Stationsmodus lassen sich die einzelnen Phasen zu unterschiedlichen Besuchern zuordnen.

Implementierung Notwendige Erweiterungen sind: zusätzliche Tabellen in der Datenbank, Erweiterung des Kommunikationsprotokolls⁶ Server ↔ Client und Adaptierungen der Anwendungen.

Die beiden angeführten Methoden wurden zuerst prototypisch implementiert und die Möglichkeit einer Auswertung durch die gewonnenen Daten extensiv geprüft. Nach dieser Testphase wurde entschieden, für die Evaluierung die Interaktionserfassung des *Stationsmodus* zu verwenden. Begründung: das Ausmaß der Stationsphasen-Protokollierung würde zu detailliert sein und die damit anfallende große Menge an Daten und ihre Auswertung, als zu aufwändig erweisen. Die damit verbundene Untersuchung zielt in Richtung Benutzerfreundlichkeitstest der Stationen und Anwendungen und nicht in die des Besucherverhaltens.

Datenbank Um die Interaktionen der Besucher aufzuzeichnen, musste die Datenbank um entsprechende Tabellen erweitert werden.

Server Um die bestehende Systemfunktion von der Funktionalität der Erweiterungen zu trennen, wurde das Modul der Interaktionsprotokollierung als ein eigenes Servlet implementiert.

Client Die Anwendung des Digitalen Rucksacks, das Interface zwischen der Anwendung und dem Server wurde vom Autor um die Funktionalität der Kommunikationsbefehle für die Interaktionsprotokollierung erweitert. Die Funktionalität der Aufzeichnung der Stationsphase wurde vollständig in die Digital Backpack Anwendung integriert (Erkennung der Zeiger/Tastatur Aktivität).

Anwendung Die Registrierung einer Benutzeraktivität, wird über die Anwendung des Digitalen Rucksacks dem Server übermittelt. Die Quellcode Adaptationen der Anwendungen wurden größtenteils vom Autor selbst übernommen (Leitsystem, medien.matrix, PC-Shop, Newsroom, ORF-Archiv), die restlichen Anwendungen wurden zusammen mit einem Kollegen angepasst (Digitaler Raum, Digitalisierungs-koje, El. und Opt. Telegraph, Abakus).

Abweichende Definitionen der Interaktionssitzungen Bei dem Großteil der Stationen wurde die Interaktionssitzung, wie zuvor erwähnt, als Dauer zwischen dem Start/Neustart einer Anwendung, bis zum neuerlichen Start oder Zeitüberschreitung der Anwendung (*timeout*), definiert. Dem entsprechen die Zustände Aktiv/Leerlauf (*active/idle*).

Bei folgenden Stationen wurde die Interaktionssitzung anders definiert:

⁵An den meisten Stationen läuft nur eine Anwendung, deshalb der Name Stationsphase. Synonyme sind Interaktionsphase, Anwendungsphase oder Nutzungsphase.

⁶Für die Dokumentation des Kommunikationsprotokolls siehe [SS03].

4.3. Adaptierungen und Erweiterungen - Softwareanpassungen

Infoterminal Bei der medien.matrix wird zusätzlich die aufgerufene Zelle und der betrachtete Text dieser Zelle (4 Texte pro Zelle) erfasst. Durch die Aufzeichnung jeder Zellen- und Textauswahl, kann die verbrachte Dauer und das „Surfverhalten“ (gewählte Reihenfolge) ermittelt werden.

ORF Archiv Bei dieser Anwendung wurde der Zugriff pro Beitrag (Fernseh- und Radiobeitrag) protokolliert, damit kann die Zugriffsstatistik der Beiträge und ihrer Betrachtungsdauer ermittelt werden.

Newsroom Hier definiert sich die Interaktionssitzung durch die Auswahl einer Nachrichtensendung bis zur Auswahl des nächsten Beitrages oder bis zu einem Neustart.

Die unterschiedlichen Definitionen erzeugen, aufgrund der abweichenden Implementierung der Interaktionsaufzeichnung, unterschiedliche Anzahl und Typen von Interaktionssitzungen. Vergleichende Betrachtungen mit anderen Stationen (wie der Aufteilung der Anzahl von Interaktionssitzungen pro Station) können daher nicht direkt gemacht werden. Für einen direkten Vergleich der Ergebnisse ist es notwendig, zusammenhängende Interaktionssitzungen zu *Sequenzen von Interaktionssitzungen* zu summieren.

Umfrage - Erhebung der demographischen Daten

Implementierung Für die Einbeziehung der demographischen Daten in die Auswertung, wurde ein elektronisches Umfrageformular implementiert, das die Daten an das Informationssystem sendet. Diese freiwillige Umfrage ist innerhalb der Ausstellung für alle Besucher und über das Internet (nur für smart.card Besitzer) zugänglich. Zusätzlich wird eine Referenz auf das Benutzerprofil gespeichert, wenn es sich um einen Besucher mit smart.card handelt.

Datenbank Um die Interaktionen der Besucher aufzuzeichnen, musste die Datenbank um entsprechende Tabellen erweitert werden.

Server Um die bestehende Systemfunktion von der Funktionalität der Erweiterungen zu trennen, wurde das Modul zur Erhebung der demographischen Daten als ein eigenes Servlet implementiert.

Client/Anwendung Das Formular zur Eingabe übermittelt die Daten, unabhängig vom Digital Backpack, direkt an den Server. Die Webversion unterscheidet sich im Frontend nicht von der Ausstellungsversion und sendet die Daten über eine HTTPS Verbindung an den Server.

Schwierigkeiten bei der Erhebung Die erste Version der Umfrage verwendete Standardwerte für die Eingaben. Wie es sich herausstellte, führte dies zu einer Verzerrung der Datenbasis. Siehe Abbildung 4.2. Eine Filterung der Datensätze mit Standardeinträgen, schließt leider auch die gültigen Datensätze aus. Eine zweite Version mit dem Eintrag „Bitte Wählen“ als Standardwert liefert eine zuverlässige Datenbasis, bei der auch bestimmt ist, ob der Benutzer eine Angabe zur Frage macht, oder sich seiner Stimme enthält.

Die quantitative Auswertung der Umfrage erfolgte im Rahmen dieser Diplomarbeit und ist kein Bestandteil der Evaluierungsstudie für das Technische Museum. Die weitere Verwertung der Umfragen (Kommentar und *feedback*) obliegen dem Technischen Museum und werden laufend durchgeführt.

4. Ablauf der Evaluation

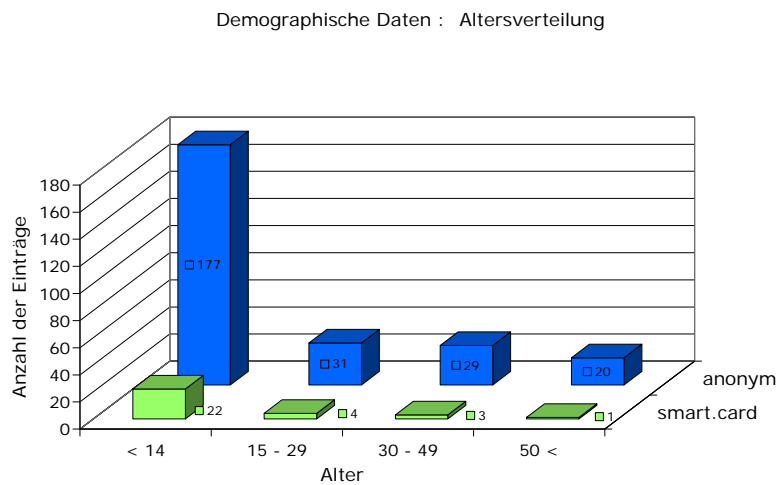


Abbildung 4.2.: Verfälschung der Erhebung durch Standardwerte bei der Formulareingabe

4.4. Erhebung der Daten

Grundgesamtheit und Stichprobe der Beobachtung

Die Möglichkeit der computerunterstützten, automatischen Erfassung der Besucheraktivitäten beschränkt sich auf die Menge aller Besucher der Ausstellung *medien.welten*, die interaktive Medienstationen (Computerterminals) benutzen. Diese Besucherpopulation bildet die *Grundgesamtheit*. Sie ist eine *Untermenge* aller Besucher der Ausstellung.

Die im Erhebungszeitraum erhobene Menge an Besuchern ist die *Stichprobe*. Von ihren Eigenschaften wird, mittels Inferenzstatistik, auf die Eigenschaften der Grundgesamtheit geschlossen.

⊕ **Qualitatives Komplement [HS04, Seite 78]** Interessensprofile der Besucher

„Aus den Interviews können wir typische Interessensprofile herauslesen, die auch in der Ausstellung zu beobachten waren. Die allgemein an Geschichte interessierten Besucher machten in der Befragung den größten Anteil aus, die Nostalgischen und speziell an Computern und neuen Medien interessierten stellen jeweils eine kleinere Gruppe. Insbesondere Teenager und Kinder interessieren sich vor allem für die vernetzten Computer und die Spiele.“

Nostalgische Meist ältere Besucher. Diese Besucher verbringen viel Zeit bei den Geräten der 30er bis 70er Jahre (Schaukastenfenster) und eventuell im ORF-Archiv.

Historisch interessierte Etliche Besucher interessieren sich für die Historie der Geräte oder Geschichte generell (Tonträger, Kameras, Post, Film, Weltkriege) und weniger für Computer (insgesamt 6 der Befragten)

Die Interviews ergaben, dass historisch interessierte oder Nostalgische wenig Nutzen von der Karte erwarten bzw. genau die Sachen oder Information, die sie am meisten interessieren, nicht abspeichern können.

Interesse an neuen Medien & Computer(geschichte) Einige sind speziell an neuen Medien und Computern interessiert und gehören vermutlich zu den wenigen Personen, die sich die Zuse Maschine und andere historisch wichtige Rechenanlagen ansehen.

In den Interviews waren dies häufig Leute vom Fach, die auch beruflich viel mit Computern zu tun haben. In der Beobachtung fielen auch einige jüngere Personen Anfang 20 auf, meist männlich, die sich speziell für die Computergeschichte interessieren zu schienen.

Spielen Kinder sind vor allem an Spielen sowie den vernetzten PCs interessiert (Kinder waren im Interview leider meist nicht sehr gesprächig)
Schulklassen zeigen oft ein ähnliches Interessensprofil und Verhaltensmuster.

Schulklassen Schüler, die die Ausstellung im Zusammenhang mit einer Exkursion besuchen, haben ein sehr heterogenes Interessensprofil, u.a. abhängig von Art der Schule, Altersklasse und persönlichen Interessen. Üblicherweise bekommen sie eine Führung oder besuchen den VR-Raum und haben anschließend noch in etwa eine Stunde Zeit zur freien Verfügung. Meist gehen sie vornehmlich in den digitalen Raum und spielen Pong und andere Computerspiele. Großes Interesse findet auch das TV-Studio. Abakus und Telegraph werden im Schnelldurchgang kurz ausprobiert, aber selten intensiv erprobt. Manchmal langt die Zeit auch nur zum Informationssuchen.

Die Museums-Freaks Einige Besucher gehen generell gerne in Museen, sind aber nicht speziell an der Thematik der medien.welten interessiert. Einige von ihnen gehen nur kurz in die Ausstellung, andere verbleiben längere Zeit.

Die Schnelldurchläufer und 15-Minuten-Besucher Ein großer Anteil an Besuchern besucht die Ausstellung als Teil des Museums und ist nicht speziell an ihr interessiert.

Datenquellen

Daten aus den folgenden Datenquellen wurden erhoben und verwendet:

Datenbank des Informationssystems Der Stand der Profil Datenbasis der Datenbank ist vom 15. Februar. 2004. Vor Beginn der Evaluation wurden Profile, die länger als 3 Monate nicht geöffnet wurden, automatisch gelöscht. Für die Durchführung der Studie wurde das Zeitlimit aufgehoben. Profile vor dem 1. Juli, dem Beginn des offiziellen Verkaufs der Karte, wurden nicht gewertet.

Server Protokolldateien Ab dem 11. August 2003 sind die Protokolldateien des HTTP Servers vorhanden. Vom 6. September 2003 bis zum 11. September 2003 fehlen diese allerdings. Die Aufzeichnung der Serverkommunikation des HTTPS Servers (*secure protocol*) für die Profilabfrage via Internet, steht ab dem 6. Mai 2003 zur Verfügung, allerdings fehlen die Protokolldateien vom 28. November 2003 bis zum 12. Dezember 2003.

Interaktionsprotokollierung der Stationen Ab dem 7. Oktober 2003 werden Interaktionen von Besuchern mit den verschiedenen Anwendungen der Stationen, aufgezeichnet.

Demographische Datenerhebung (Umfrage) Ab dem 26. September 2003 steht jedem Besucher in der Ausstellung und via Internet (nur Kartenbesitzern) ein Eingabeformular (Version 1) zur Verfügung, mit dem die demographischen Daten, Kommentare und eine Benotung der Ausstellung abgespeichert werden können. Vom 16. bis 18. Jänner 2003 wurde das Formular für das Web und die Ausstellung umgestellt (Version 2), um korrekte Auswertungen, ohne Verfälschung aufgrund von Standardwerten, durch Vorenthaltung von Angaben zu ermöglichen.

Die Datenerhebungen werden zum Zeitpunkt dieser Arbeit fortgesetzt. Der Datenstand der folgenden Auswertungen ist der 15. Februar 2004, die Auswertung der Umfrage ist der 7. Juni 2004.

4. Ablauf der Evaluation

	Start	Fehlend	Datenstand
Profil Datenbank	1. Jul. 2003	-	15. Feb. 2003
Server Protokoll: HTTP	11. Aug. 2003	6. Sept. 2003 bis 11. Sept. 2003	15. Feb. 2003
Server Protokoll: HTTPS	6. Mai 2003	28. Nov. 2003 bis 12. Dez. 2003	15. Feb. 2003
Interaktionsprotokollierung	7. Okt. 2003	-	15. Feb. 2003
Demographische Datenerhebung	26. Sep. 2003 v1 18. Jän. 2003 v2	-	7. Juni. 2004 (Erhebung läuft)

Tabelle 4.1.: Zeitraum und Stand der Datenerhebung

4.5. Vorverarbeitung und Aufbereitung der Daten

Fehler und Unsicherheiten bei der Erhebung

Zufällige Fehler Durch Programmfehler oder am Ende der Besuchszeit kann es passieren, dass Sitzungen nicht mehr geschlossen werden. Das System schließt alle offenen Sitzungen am Ende des Tages mit dem Eintrag: 00:00:00. Diese Fehler müssen für die Auswertung von Zeitspannen gefiltert werden.

Die Fortsetzung einer Sitzung innerhalb der Zeitüberschreitung („fliegender Wechsel“) durch einen oder mehrerer anderer Besucher resultiert in das Protokollieren einer einzigen Sitzung.

Systematische Fehler Bedingt durch das Testen der Software, tritt eine Verschiebung für die Häufigkeit der Sitzungen in Richtung Infoterminal 1 (nahe Serverraum) auf. Zusätzlich wird, durch das Testen der Software, die Häufigkeit für die Seitenzugriffe für die medien.matrix auf die ersten Felder der medien.matrix verzerrt.

Besucher von außerordentlichen Führungen und Festakten (Spezialevents) haben andere Motivationen als der typische Museumsbesucher. Durch Filterung können diese Profile getrennt betrachtet werden.

Der Zeitpunkt des Beginns und des Endes der Nutzung der smart.card an einer Station ist ungewiss. Unberücksichtigt bleiben jene Stationen, an denen die Karte nicht verwendet wird, sowie Stationen die der Besucher passiert.

Die Anzahl der Besucher, die sich eine smart.card teilen ist ebenfalls unbekannt. Ein systematischer Fehler entsteht bei der Stationsnutzung durch eine Gruppe und wenn von mehreren Kartenbesitzer, nur einer eine Karte einlegt⁷.

Genauso unbeobachtbar ist die Anzahl der anonymen Besucher (Gruppe), die gleichzeitig an einer Station interagieren.

⁷Das ursprüngliche Konzept beinhaltet die Erfassung mehrerer Karten pro Station (bis zu 8 gleichzeitig). Implementiert wurde diese Funktionalität, leider traten massive Probleme mit den Antennenfelder der Kartenlesern mit großer Reichweite auf. Sie wurden durch Lesegeräte mit kurzer Reichweite ersetzt, die nur maximal *eine Karte* simultan lesen können.

4.5. Vorverarbeitung und Aufbereitung der Daten

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 74] Beobachtung von Besuchern mit *smart.card*

„In der Ausstellung konnten etliche Besucher mit *smart.card* beobachtet werden. Insbesondere *Familien* und *jüngere Freundespaare* scheinen sich gemeinsam ein oder zwei Karten zu kaufen und sind bestrebt, möglichst viele Sachen in das Digital Backpack zu speichern. Jedoch waren auch Besucher zu beobachten, die ihre Karte kaum nutzten und wenig Zeit im Digitalen Raum verbrachten.“

Es wurden auch *Gruppenführungen* beobachtet, bei denen Teilnehmer teilweise Karten verwendeten.

Messunsicherheiten Die automatische Beendigung der Interaktionssitzung bei Besuchern ohne *smart.card* durch Zeitüberschreitung, resultiert in eine falsche Sitzungsdauer. Da keine Aussage über den Zeitpunkt des Verlassens der Station gemacht werden kann, ist hier nur eine empirische Annahme möglich: Durchschnittlich verbringt der Benutzer noch die halbe Periode der Zeitüberschreitung vor der Station.

Auswertungsunsicherheiten Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass die *smart.card* für jede Interaktion verwendet wird. Ein mehrfaches Einlegen der Karte führt zu Sequenzen von Sitzungen, die explizit ermittelt werden müssen. Der Pfad des Besuchers wird nur punktweise erfasst. Die sich daraus ergebende Interpolation der Wege zwischen den Stationen ist, besonders bei längeren Zeitspannen, mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht repräsentativ.

Extrahieren der Daten aus den Serverprotokolldateien

Das Apache HTTP Server Standard Protokollformat dient als Datenquelle für Zugriffe auf Profilinhalte (*file requests*) und der Befehlsaktivität (*url-encoded servlet commands*). Die Daten wurden aus den Protokolldateien (HTTP + HTTPS Zugriffe) mittels eines Syntaxanalyzers (*parser*) extrahiert und in die dafür angelegten Tabellen der Datenbank gespeichert. Der Vorgang des Extrahierens der Informationen wird explizit gestartet.

Zugriffsextrahierung Dateiinhalte aus den Profilen (*profile content*) sind mit dem Zugriff auf das Besucherverzeichnis und der Profilreferenz gekennzeichnet.

Befehlsextrahierung Ein eindeutiges Präfix kennzeichnet eine Befehlskommunikation. Durch den Aufbau (Befehlsname, Besucherreferenz und *n*-Parameter) können die Befehle über reguläre Ausdrücke extrahiert werden. Die Befehle von Interesse lassen sich einteilen, in *Profilaktivität* und *anonyme Seitenzugriffe* auf Zellen der *medien.matrix*.

Profilaktivität Alle Befehle rund um die benutzerspezifischen Einstellungen (*profile settings*) und Verwendung der Funktionen der Digital Backpack Anwendung (*profile activity*).

Anonyme Seitenzugriffe Zugriffe auf Zellen (und Texte) der *medien.matrix* werden für beide Besucherklassen dem Server übermittelt. Das Informationssystem speichert jedoch nur die, für das Leitsystem relevanten Zugriffe, der Besucher mit *smart.card*. Die Zugriffe der anonymen Besucher werden für die Evaluierung aus den Serverprotokolldateien extrahiert und in eine dafür angelegte Tabelle gespeichert.

4. Ablauf der Evaluation

Sequenzen von Interaktionssitzungen

In der Testphase wurde festgestellt, dass sich die gesamte Interaktion eines Besuchers an einer Stationen aus der Folge von mehreren Interaktionssitzungen zusammensetzt. Aufgrund der Implementierung der Interaktionsprotokollierung wird bei Neustart der Station, Wechsel der Anwendung, Umblättern des Textes, Verlassen der Matrixzelle, Auswählen eines Video- / Radiobeitrages, usw. jeweils eine neue Interaktionssitzung begonnen. Abbildung 4.3 zeigt die zeitliche Folge von *Interaktionssitzungen* an einem Infoterminal beim Lesen und Blättern in der medien.matrix⁸.

Definition Interaktionssequenz Interaktionssitzungen sind zusammenhängend, wenn die Endzeit einer Sitzung mit der Anfangszeit der zeitlich folgenden Sitzung übereinstimmt (innerhalb eines Zeitfensters von 0 bis 3 Sekunden). Die Dauer der letzten Sitzung am Ende einer *anonymen* Interaktionssequenz verlängert sich um die Zeitüberschreitung der Station, da der Zeitpunkt des Verlassens nicht beobachtet werden kann.

Unterbrochen wird eine Sequenz durch die *An- oder Abmeldung* eines Benutzers mittels smart.card. Durch das Anmelden der Karte werden laufende anonyme Sitzungen unterbrochen und eine Sitzung mit der zur Karte zugehörigen Benutzeridentifikation gestartet. Eine Zeitüberschreitung während der letzten Sitzung der Sequenz findet nicht statt.

Durch das Abmelden der Karte wird die Station zurückgesetzt (reset) und eine anonyme Sitzung begonnen, die aber nach der Zeitüberschreitung (timeout) beendet wird, ohne dass eine Interaktion stattgefunden hat. Dieser *Abmeldungseffekt* muss ebenfalls aus der Datenbasis gefiltert werden.

Die beiden Abbildungen in 4.4 zeigen die Zusammenfassung von Interaktionssitzungen zu einzelnen *Interaktionssequenzen*. An der Abszisse ist die Tageszeit aufgetragen (Öffnungszeiten von 9:00 bis 18:00) und entlang der Ordinate die einzelnen Sitzungen / Sequenzen, aufsteigend nummeriert. Abzulesen ist der Start / Endzeit einer Sitzung und damit die Dauer der Sitzung.

Filterung der Datenbasis

Testkarten und Spezialveranstaltungen Durch das Löschen der Einträge der Karten von Testbenutzern (Programmierer, Administratoren, Museumsangestellte) und durch Filtern dieser Profile können die systematischen Fehler korrigiert werden. Die Profile der Besucher von Spezialveranstaltungen werden getrennt betrachtet.

Abmeldungseffekt Durch das Entfernen der Karte wird der Besucher vom System abgemeldet und die Station zurückgesetzt. Der Neustart beginnt eine anonyme Sitzung. Wird diese Sitzung nicht aktiv weitergeführt, dann wird sie automatisch nach der stationsabhängigen Zeitüberschreitung beendet. Diese leeren Sitzungen gilt es zu finden und zu entfernen.

Programmfehler Wird die Sitzung nicht mehr geschlossen, dann geht die Information über die Sitzungsdauer verloren und dieser Datensatz wird gelöscht. Der fehlende Datensatz verfälscht aber bei einigen Auswertungen das Ergebnis, z.B. die Anzahl der Sitzungen.

⁸Zusätzlich wird an diesem Terminal der Name der Matrixzelle und die Textseite (1 bis 4) protokolliert.

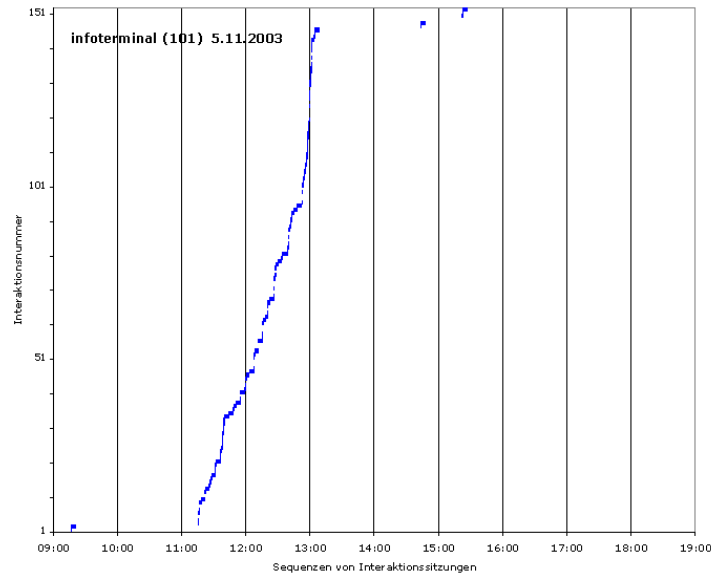


Abbildung 4.3.: Sequenzen von Interaktionssitzungen - Station Infoterminal

Unwahrscheinliche Nutzungsdauer Die durch vorbeigehende Besucher (kurz) aktivierten Stationen, beenden automatisch die Sitzung nach der Zeitüberschreitung (Siehe Abakus 6.1). Auch durch Programmfehler können Sitzungen unbeendet bleiben. Eine Sitzungsdauer zwischen 5 bis 10 Sekunden und maximal 30 bis 60 Minuten (je nach Anwendung) ist realistisch.

Öffnungszeiten Durch Spezialveranstaltungen, Tests oder sonstigen Ereignissen werden Sitzungen außerhalb der normalen Öffnungszeiten generiert. Diese werden für die Auswertung ebenfalls ausgefiltert.

Zeitüberschreitungen Sitzungen von Besuchern ohne `smart.card` werden automatisch nach Überschreitung eines von der Anwendung abhängigen Zeitlimits (timeout) beendet. Die Sitzungseinträge müssen nach zusammenhängenden Sitzungen (Sitzungssequenz) durchsucht und das Zeitlimit vom Ende der Sequenz subtrahiert werden. Der Fehler der entsteht, weil Zeitpunkt des Verlassens des Besuchers unbekannt ist, kann schwer eingeschätzt werden und muss von Fall zu Fall betrachtet werden (z.B. die Hälfte der Zeitüberschreitung ist der Besucher noch anwesend und liest den Text fertig).

4.6. Auswertung der Daten

Für die statistische Auswertung wurden zwei kommerzielle Anwendungen genutzt: SPSS ist für sozialwissenschaftliche statistische Analysen eine Standardanwendung. Aufgrund der flexiblen funktionalen Programmierung durch Visual Basic Makros wurde zusätzlich auch Microsoft Excel 2003 verwendet.

4. Ablauf der Evaluation

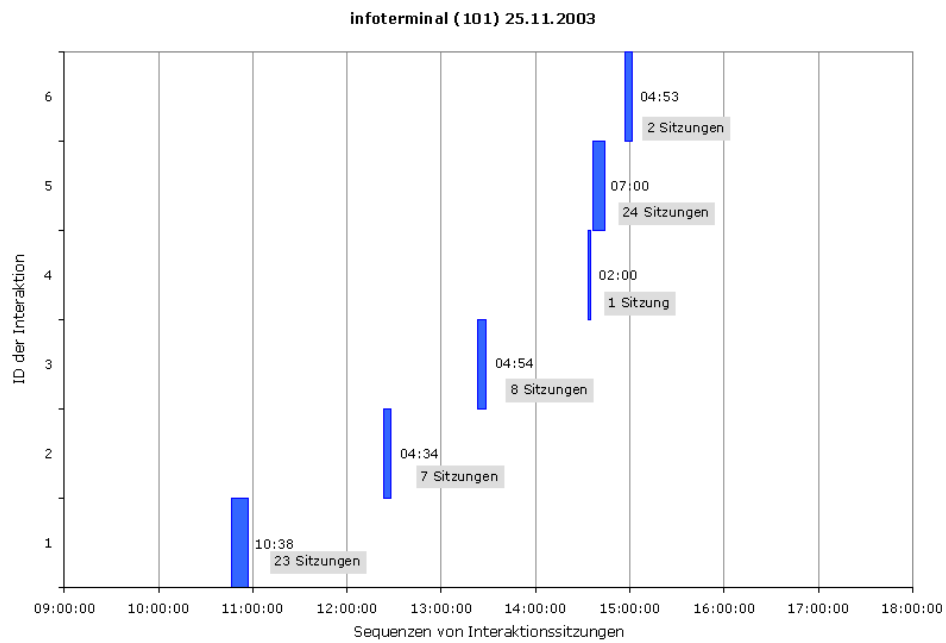
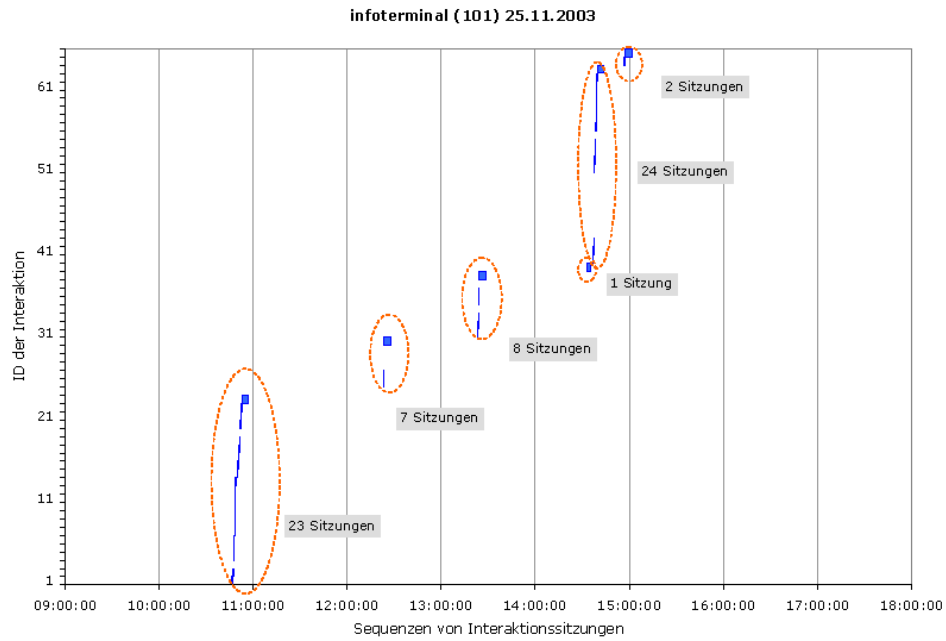


Abbildung 4.4.: Interaktionssitzungen und daraus extrahierte Interaktionssequenzen

Vorgang der Auswertung

Für die Analyse der Daten wurde jeder Punkt des folgenden Vorgangs durchlaufen:

1. *Formulierung der Auswertung*
Formulierung und Präzisierung der Fragestellung für das Ziel der Auswertung, z.B.: durchschnittliche Nutzungsdauer von Besuchern mit *smart.card* der Infoterminals1-12.
2. *Abfrage/Import der Daten*
Durch die Adaptierungen und Erweiterungen der Software werden alle erhobenen Daten in einer gemeinsamen Datenbank abgelegt. Durch SQL Abfragen (*query*) werden die Datensätze aus der Datenbank exportiert und in die Tabellenanwendung importiert oder direkt aus der Tabellenanwendung mit der Datenbank verknüpft⁹ (Aktualisierbarkeit der Abfragen).
3. *Filterung der Daten*
Selektion der zu betrachtenden Daten durch Filter (Excel: automatische Filter, Spezialfilter) und Filterung der Datensätze durch Makros oder Formeln (z.B.: Liste der Testprofile aus einer anderen Tabelle).
4. *Berechnung der Daten*
Berechnung durch Formel oder Makros, z.B.: Sitzungsdauer aus den Zeitpunkten des Beginns und des Endes der Sitzung, Mittelwerte, Häufigkeitsverteilungen
5. *Interaktive/Visuelle Analyse*
Erstellung von Pivot Tabellen und Diagrammen zur visuellen Untersuchung (*data exploration*) des Datensatzes, z.B.: Vergleich der Besucherklasse mit *smart.card* und ohne.

4.7. Verifikation und Interpretation der Auswertungen

Methoden zur Kontrolle und Verifikation der Ergebnisse:

Vergleichsbedingungen liegen vor, wenn dasselbe spezielle Messobjekt (oder ein möglichst gleichartiges Messobjekt) mehrmals gemessen wird [Pat96, Seite 75]. In der vorliegenden Arbeit durch Vergleich mit anderen Stationen der Stationsklasse (z. B.: Infoterminals 1 bis 12) oder unterschiedlichen Zeitzyklen (z.B.: Monat, Woche, Tag)

Unterschiedliche Stichproben Die aus der Statistik bekannten Varianzanalysen für die Hypothesentests.

Unabhängige Datensätze Voneinander unterschiedliche Methoden der Datenerhebung aus derselben Population, müssen zum gleichen Ergebnis führen. Ein konkretes Beispiel bei dieser Studie ist die Ermittlung der mittleren Nutzungsdauer aus der Aufzeichnung der *smart.card Sitzung* und aus der Protokollierung der *Interaktionssitzungen* für Kartenbesitzer.

Diskussion Betrachtung der Ergebnisse und gemeinsame Interpretation mit Kollegen und Mitarbeitern des TMWs führten oft zu neuen Erkenntnissen, sowie Interpretationen und bietet dadurch Möglichkeit zur Überprüfung (Plausibilität, Kausalität).

⁹Microsoft Excels SQL Query Assistent via ODBC Interface.

4. Ablauf der Evaluation

Aussagewert und Kausalität Da sich eine Interpretation nicht objektiv treffen lässt, muss der Aussagewert der Auswertung hinterfragt werden: Wie wurden die Daten beobachtet? Was sind die Eigenschaften des Beobachters? Welche Daten wurden erfasst und welche konnten nicht erfasst werden? Ist die Auswertung zuverlässig? Ist die Stichprobe repräsentativ für die Grundgesamtheit?

4.8. Bildung von Hypothesen

Der nächste Schritt nach der Interpretation der Ergebnisse der Auswertungen, ist die Aufstellung von Hypothesen. Im konkreten Fall des Besucherverhaltens stellt sich die Frage nach der Signifikanz der Unterschiede der beiden Besucherklassen: Stammen die beiden verschiedenen Stichproben aus der selben Grundgesamtheit?

Bei den Auswertungen der demographischen Besucherdaten aus der Umfrage, ergeben sich Vermutungen über Korrelationen zwischen den verschiedenen Merkmalen des Besuchsverhaltens und des Besucherprofils: Ist die Korrelation der Zufallsvariablen der Stichprobe auch in der Grundgesamtheit signifikant?

4.9. Hypothesentests

Der letzte Schritt der Evaluierung ist die Prüfung auf statistische Signifikanz der Hypothesen und als Folge die Annahme oder Ablehnung. Mithilfe der Inferenzstatistik kann entschieden werden, ob Unterschiede/Gemeinsamkeiten der Merkmale verschiedener Gruppen oder Stichproben einen, in der Grundgesamtheit, *signifikanten* Unterschied oder Zusammenhang ergeben.

5. Implementierungen der Softwaremodule

5.1. Interaktionsprotokollierung

Für die technische Dokumentation siehe auch [Sti04a].

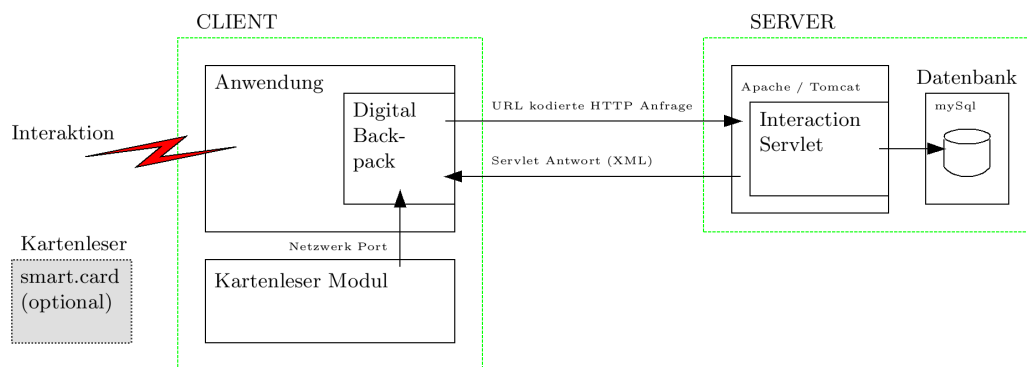


Abbildung 5.1.: Schematische Darstellung der Interaktionsprotokollierung

5.1.1. Stationsmodus setStationMode

Ablauf: Die Interaktionsprotokollierung startet mit dem Auftreten einer Benutzeraktivität. Jeder Start/Neustart der Station wird als *aktiv* protokolliert und jede Zeitüberschreitung (*timeout* - im Minutenbereich) wird als *Leerlauf* protokolliert (*idleloop*).

- Mode=active schließt die aktuelle und öffnet eine neue Interaktionssitzung
- Mode=idle schließt die Interaktionssitzung

Servletbefehl: Befehlssyntax für die URL kodierte HTTP Anfrage an das Servlet Interaction-CIS¹.

Befehl	setStationMode
Parameter	Station_id=<StationsID> Mode=<active/idle> Visitor_id=<anonymID ² /BesucherID> Application=<Anwendungsname>
Beispiel	http://cyberspace/survey/servlet/interactionCIS?Command=setStationMode &VisitorID=1000&Mode=active&Application=abacus

¹Die Abkürzung CIS steht für *Cyberspace Interpretation Servlet*.

²Der anonyme Besucher (keine smart.card) hat Visitor_id=1000

5. Implementierungen der Softwaremodule

Tabelle: *surveystationmode*³

Feld	Typ	Null	Standard	Extra
<u>mode_id</u>	int(10)	Nein		auto_increment
station_id	int(8)	Nein	0	
visitor_id	int(8)	Nein	0	
session_id	int(10)	Nein	0	
application	varchar(225)	Nein		
applicstart	datetime	Nein	0000-00-00 00:00:00	
applicend	datetime	Nein	0000-00-00 00:00:00	

5.1.2. Stationsphase setStationPhase

Ablauf: Die Interaktionsprotokollierung der *Anwendungsphase* startet mit der Detektion einer Benutzerinteraktion. Jede Aktivität der Benutzerschnittstelle wird als *aktiv* protokolliert, keine Aktivität (nach Überschreitung einer Zeitschwelle im Sekundenbereich) wird als *Leerlauf* protokolliert (*idle*). Eine Interaktionssitzung findet statt, solange der Benutzer eine Eingabe tätigt, also mit der Station interagiert.

- Mode=active öffnet eine neue und schließt eine offene Interaktionssitzung
- Mode=idle schließt die Interaktionssitzung

Servletbefehl: Befehlssyntax für die URL kodierte HTTP Anfrage an das Servlet InteractionCIS

Befehl setStationPhase
Parameter Station_id=<StationsID>
 Mode=<active/idle>
 Visitor_id=<anonymID/BesucherID>
 Application=<Anwendungsname>
Beispiel http://cyberspace/survey/servlet/interactionCIS?Command=setStationPhase
 &VisitorID=1000&Mode=idle&Application=ORFArchive

Tabelle: *surveystationphase*

Feld	Typ	Null	Standard	Extra
<u>phase_id</u>	int(10)	Nein	0	auto_increment
station_id	int(8)	Nein	0	
visitor_id	int(8)	Nein	0	
phasestart	datetime	Nein	0000-00-00 00:00:00	
phaseend	datetime	Nein	0000-00-00 00:00:00	

5.1.3. Servlet InteractionCIS

Funktion: Die Meldung über den Modus der Aktivität (*active/idle*) wird gemeinsam mit der Stationsreferenz (*station_id*), dem Anwendungsnamen (*application*) und den beiden Zeitstempel (*applicstart/applicend*) für den Zeitpunkt der Öffnung/Schließung der

³Primärschlüssel sind durch Unterstreichen gekennzeichnet.

Interaktionssitzung, in die Tabelle eingetragen. Der Zeitstempel wird im Servlet hinzugefügt und es erfolgt eine automatische Schließung einer offenen Interaktionssitzung wenn eine Meldung über den Beginn einer neuen Aktivität eintrifft. Die Meldung über den Leerlauf der Station schließt die offene Interaktionssitzung, es wird der Zeitstempel in das Sitzungsende (*applicend*) eingetragen.

5.1.4. Digital Backpack Erweiterungen

Funktion: Die Anwendung einer Station kommuniziert über das Interface des Digitalen Rucksacks⁴ mit dem Server. Auch die Implementierung der Erweiterung des Kommunikationsprotokolls für die Interaktionserfassung, erfolgte in der Digitalen Rucksack Anwendung. Die Aufrufe dieser Befehle werden in den Stationsanwendungen eingebaut.

Befehlssyntax: API Befehle des Digital Backpack für die Interaktionsprotokollierung

```
Befehle      setStationMode(Modus, Anwendung)
              setStationPhase(Modus, Anwendung)
Beispiel     gDigiBP.setStationMode("active","Abakus")
```

5.2. Serverprotokoll Syntaxanalysator - LogParser

Dieses Modul filtert die Serverprotokolldateien⁵ nach drei Kategorien von Anfragen/Befehlen:

- anonymouspagehits: Zugriffe auf Zellen der medien.matrix von Besuchern ohne smart.card
- profileactivity: Aktivitäten der smart.card Besitzer, wie Einstellungen und Verwendung
- contentaccess: Zugriff auf die erzeugten Medien und Inhalte.

Protokollformate

Parameter

```
%h remote host, ip address
%l remote logname
%u remote user
%t time, in common log format time format (standard english format)
%r first line of request
%s status
%b bytes send
%i referer headerline
%i user agent
```

Apache Server: HTTP Protokoll

```
Format       %h %l %u %t \"%r\" %>s %b \"%{Referer}i\" \"%{User-Agent}i\"
Beispiel     192.168.100.11 - - [17/Jan/2004:14:01:07 +0100]
              "GET /digiBP/servlet/digiBPCIS?Command=addPageHit&VisitorID=1000&PageURL=14
              HTTP/1.0" 200 97 "http://192.168.100.1/" "-"
```

⁴Das API Interface des Digitalen Rucksacks dient zur gesamten high-level Kommunikation der Anwendungen mit dem Server. Für die Dokumentation der Anwendungsschnittstelle siehe [Sti03a].

⁵Die Größe der Protokolldateien betrug ca. 6 Gigabyte.

5. Implementierungen der Softwaremodule

Tomcat Server: SSL Protokoll

Format %t %h %{{SSL_PROTOCOL}}x %{{SSL_CIPHER}}x \"%r\" %b

Beispiel [13/Dec/2003:13:06:52 +0100] 81.217.30.133 SSLv3 RC4-MD5
"GET /digiBP/servlet/digiBPCIS?Command=addFile&VisitorID=1270xxxx&Password=1xxxxxxx0
&ReceiverVisitorID=1270yyyy&FileURL=gruss+in+die+medien.welten
&Caption=%5b%23status%3a+%23unread%5d&Type=MESSAGE
&Origin=%5b%23station_id%3a++10000%5d HTTP/1.1" 72

Funktionsablauf

Flussdiagramm siehe Abbildung 5.2 auf der nächsten Seite

Protokolldatei öffnen: Auswahl eines Verzeichnisses oder einzelner Protokolldateien. Automatische Erkennung und getrennte Verarbeitung für HTTP oder SSL Protokollformat.

Information in Zeile: Je nach Modus des Syntaxanalysators wird nach Anfragen (*requests*) für den Zugriff auf das Profilverzeichnis (*contentaccess*), medien.matrix Zugriffe (*anonymouspagehits*) oder Befehle für Profileinstellungen und -funktionen (*profileactivity*), gesucht.

Gültiges Profil: Anfragen von Testprofilen (*blacklist*) werden gefiltert, oder nur anonyme Anfragen gewertet.

In Token teilen: Die Zeile wird für jedes Protokollierungselement in ein Token zerlegt.

Token analysieren: Die Tokens werden den Protokollformaten entsprechend zugeordnet und vorbereitet, Falls notwendig werden sie in weitere Tokens zerlegt (z.B.: Datumseintrag, Befehl)

Daten extrahieren: Die Information wird entsprechend den Tabellenfeldern, den Tokens entnommen.

In Datenbank speichern: Die Daten werden in das entsprechende Format der Datenbankfelder gebracht und eingetragen.

Datenbank Tabellen

Tabelle: *anonymouspagehit*

Feld	Typ	Null	Standard	Extra
<u>pageURL</u>	varchar(255)	Nein		
<u>station_id</u>	int(11)	Nein	0	
<u>timestamp</u>	datetime	Nein	0000-00-00 00:00:00	

Tabelle: *profileactivity*

5.2. Serverprotokoll Syntaxanalysator - LogParser

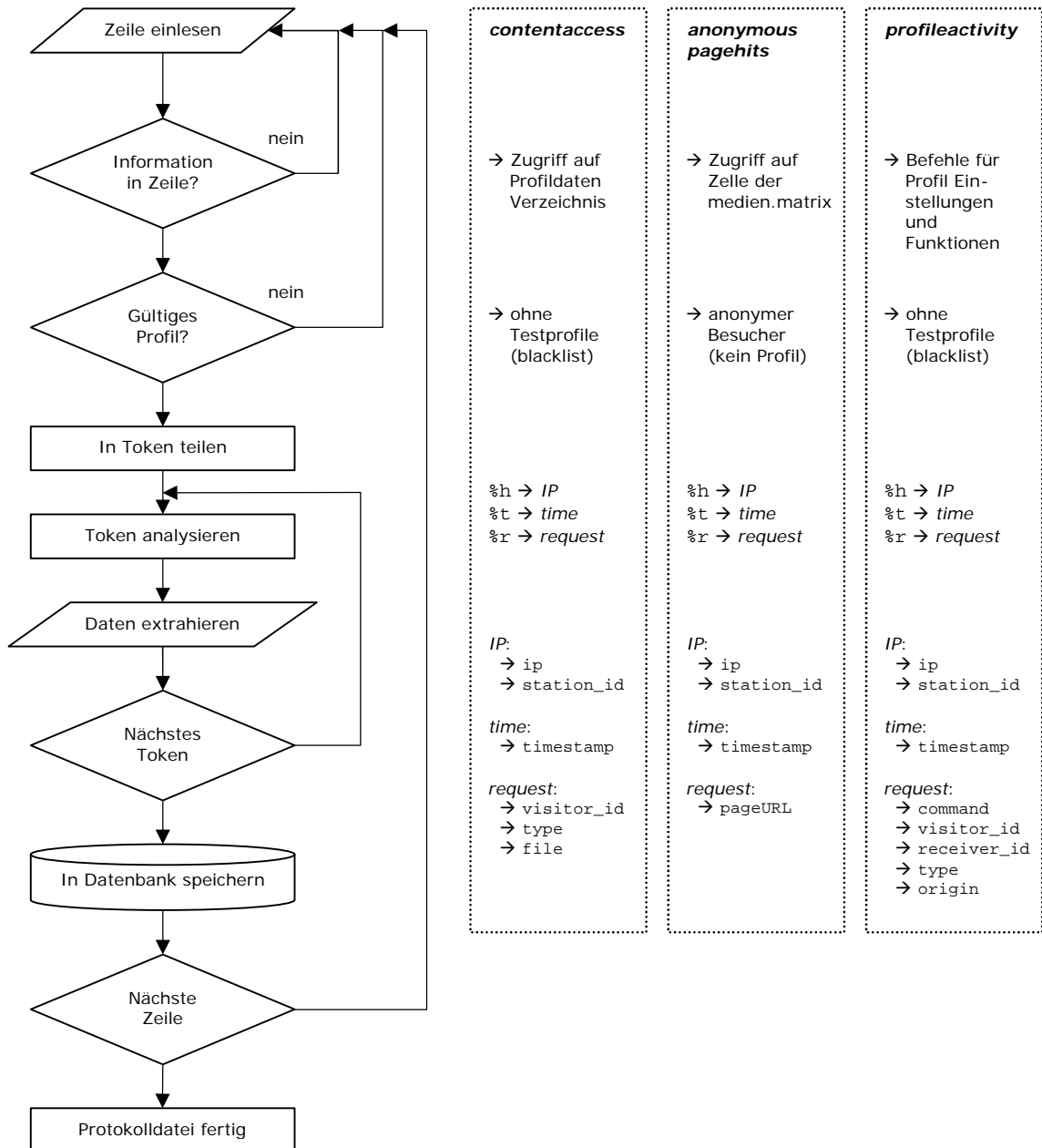


Abbildung 5.2.: Flussdiagramm des Syntaxanalysators

5. Implementierungen der Softwaremodule

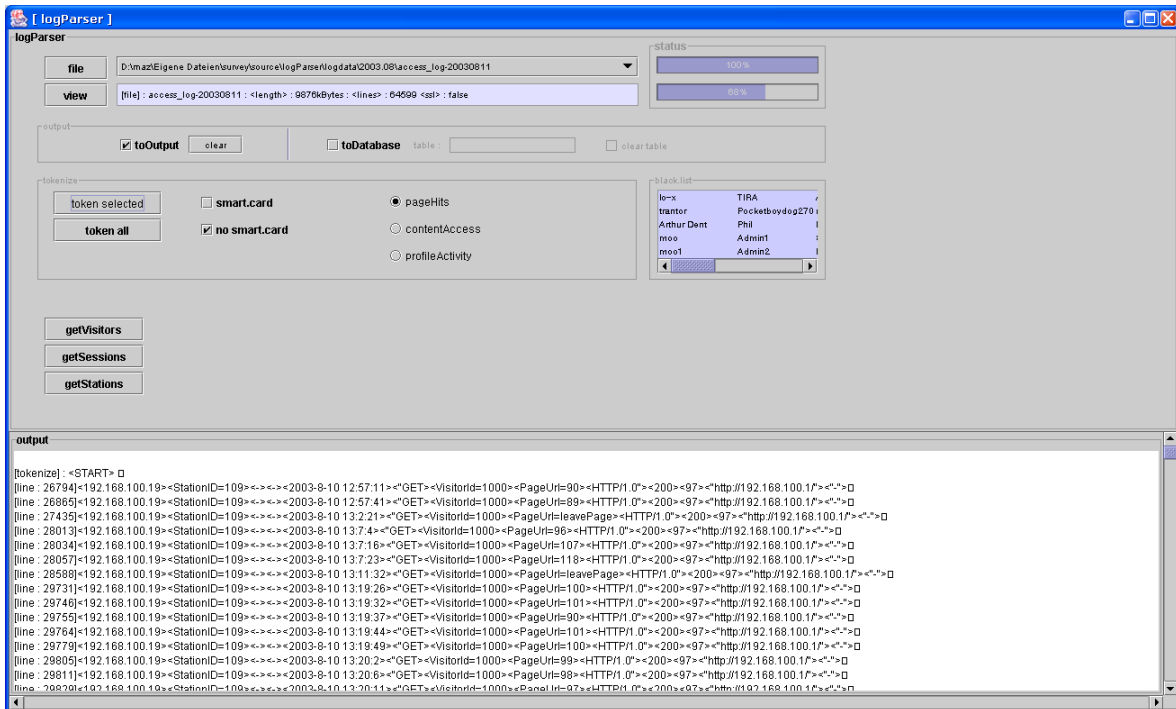


Abbildung 5.3.: Benutzerschnittstelle des Syntaxanalytors LogParser

Feld	Typ	Null	Standard	Extra
<u>id</u>	int(10)	Nein		auto_increment
ip	varchar(15)	Nein		
station_id	int(10)	Nein	0	
command	varchar(50)	Nein		
visitor_id	int(10)	Nein	0	
receiver_id	int(10)	Nein	0	
type	varchar(255)	Nein		
origin	varchar(255)	Nein		
timestamp	datetime	Nein	0000-00-00 00:00:00	

Tabelle: contentaccess

Feld	Typ	Null	Standard	Extra
ip	varchar(15)	Nein		
station_id	int(11)	Nein	0	
visitor_id	int(11)	Nein	0	
type	varchar(20)	Nein		
<u>file</u>	varchar(255)	Nein		
timestamp	datetime	Nein	0000-00-00 00:00:00	

Benutzerschnittstelle

Siehe Abbildung 5.3.

5.3. Demographische Datenerhebung - Umfrage

Der elektronische Fragebogen⁶ wurde in der Ausstellung, über eine Schaltfläche in der Digitalen Rucksack Anwendung, allen Besuchern⁷ zugänglich gemacht. Über das Internet ist eine Beteiligung nur den Besuchern möglich, die bereits eine *smart.card* erworben haben und ein vorhandenes Benutzerprofil besitzen. Das Benutzerprofil wird beim erstmaligen Erfassen der Karte angelegt.

Funktion: Das Eingabeformular sendet die Daten direkt an den Server. Die Implementierung des URL kodierte und XML basierten Kommunikationsprotokolls erfolgte in dem Umfrageformular. Damit läuft es unabhängig vom Interface des Digitalen Rucksacks (in der Ausstellung sowie im Web).

Datenfelder

Formularfeld	Datenbankfeld	Bemerkung
Formularsprache	language	Implizit durch Sprachauswahl
Alter	age	
Geschlecht	gender	
Herkunft	country	Landeszuordnung oder Einteilung in Kontinente
Muttersprache	tongue	
Beruf	profession	
Besuch als Gruppe		Ermöglicht Fragen zur Gruppe
Gruppenbesuch	groupstype	Gruppenkategorie
Gruppenzahl	groupnum	Anzahl der Gruppenmitglieder
Umgang mit Computer	computeruse	
TMW zuletzt besucht	tmwlastvisit	Vor oder nach dem Umbau besucht
Wegen medien.welten hier?	mwinterested	Ermöglicht nächste Frage
Aufmerksam geworden durch?	mwpopular	
Note	rating	Bewertung
Kommentar	comment	
	timestamp	Zeitpunkt des Eintrages
	visitor_id	anonym oder <i>smart.card</i> Besuchererkennung

Für die Antworten der Formularfelder siehe Tabelle A.3 auf Seite 160.

Servlet DemographicCIS

Funktion: Die URL kodierte über den HTTP POST Anfrage gesendeten Daten werden nach Überprüfung auf Vollständigkeit aller Parameter in der Tabelle *surveydemographicdata* angelegt. Befindet sich bereits ein Eintrag des *smart.card* Benutzers in der Tabelle, dann wird er aktualisiert, ansonsten neu angelegt. Für jeden Beitrag eines anonymen Benutzers wird ein neuer Eintrag angelegt.

Servletbefehl: Befehlsyntax für die URL kodierte HTTP Anfrage an das Servlet InteractionCIS

⁶Dokumentation siehe [Sti03c].

⁷Das Informationsfenster des Digitalen Rucksacks, das gleichzeitig zur Spracheinstellung dient, ist auch ohne Karte immer aufrufbar, die Umfrage dadurch zugänglich.

5. Implementierungen der Softwaremodule

Befehl setDGData

Parameter Visitor_id=<anonymID/BesucherID>
 Language, Age, Gender, Country, Tongue, Profession, GroupType, GroupNum,
 ComputerUse, Comment, Rating, TMWLastVisit, MWInterested, MWPopular

Beispiel http://80.120.175.xxx/survey/servlet/demographicCIS?Command=setDGData&
 VisitorID=x&Language=x&Age=x&Gender=x&Country=x&Tongue=x&Profession=x
 &GroupType=x&GroupNum=x&ComputerUse=x&Comment=x&Rating=x&TMWLastVisit=x
 &MWInterested=x&MWPopular=x

Datenbank

Tabelle: surveydemographicdata

Feld	Typ	Null	Standard	Extra
id	bigint(20)	Nein		auto_increment
visitor_id	int(8)	Nein	0	
creationdate	datetime	Nein	0000-00-00 00:00:00	
language	enum('ge', 'en')	Nein	ge	
age	enum('unknown', '<14', '15-29', '30-49', '>50')	Nein	unknown	
gender	enum('unknown', 'male', 'female')	Nein	unknown	
country	varchar(50)	Nein		
tongue	varchar(50)	Nein		
profession	varchar(30)	Nein		
groupype	varchar(100)	Nein	0	
groupnum	int(8)	Nein	0	
computeruse	float	Nein	0	
comment	varchar(255)	Nein		
rating	int(8)	Nein	0	
tmwlastvisit	enum('unknown', 'never', 'before 1992', 'after 1998')	Nein	unknown	
mwinterested	enum('unknown', 'true', 'false')	Nein	unknown	
mwpopular	varchar(255)	Nein		

Benutzerschnittstelle Siehe Abbildung 5.4 auf der nächsten Seite.

5.4. Besucherpfad Visualisierung - VisitorPath

Für die Beantwortung der Fragestellung nach dem Bewegungsmuster der Besucher wurde ein einfacher Prototyp zur Visualisierung des Besucherpfads implementiert: VisitorPath.

Die *Summierung* und *Überlagerung* aller Besucherwege (Zyklen in gerichteten Graphen

technisches museum wien **UMFRAGE** **medien.welten**

Select language :

Alter : Geschlecht :

Land :

Muttersprache :

Beruf :

Gruppe :

Geübt im Umgang mit Computer:

TMW zuletzt besucht :

wegen der Ausstellung medien.welten ins Museum gekommen?

Mein Kommentar :

Meine Note für die Ausstellung :

Diese Daten unterliegen den Bestimmungen des allgemeinen Datenschutzes und werden nur vom Technischen Museum Wien für anonyme, statistische Auswertungen verwendet.

Abbildung 5.4.: Benutzerschnittstelle des Umfrageformulars

mit gewichteten Mehrfachkanten⁸) fällt in die Graphentheorie (Paarung von Graphen). Da die Algorithmen und Modelle für die Darstellung der Besucherströme, in den Bereich der Informationsvisualisierung fallen und nicht Thema dieser Arbeit sind, bzw. zu komplex und umfangreich in der Realisierung wären, wurde nur eine einfache Animation der Bewegungs- und Flussdarstellungen implementiert.

Funktion: Die durch punktweise Erfassung (Kartenleser) ermittelte Reihenfolge der Stationen sind die Punkte einer Kurve (Spline). Der vermutliche Pfad zwischen den Stationen wird entlang dieser Kurve interpoliert. Die Parameter der Verweilzeit und Wegzeit zwischen den Stationen ergibt die Geschwindigkeit der Besucherpfadanimation.

Implementierung: Die Kurve wurde mittels CATMULL-ROM Spline Algorithmus realisiert. Dabei handelt es sich um einen kubischen HERMITE Spline, mit der Tangentenspannung 0.5. Die Kurve wird durch zwei Kontrollpunkte und zwei Kontrolltangente an jedem Intervall definiert.

An jedem Intervall der Kurve, mit dem Startpunkt p_0 und dem Endpunkt p_1 mit der Startpunkttangente m_0 und der Endpunkttangente m_1 , ist die Kurve definiert durch:

$$p(t) = H_0(t) \cdot p_0 + H_1(t) \cdot m_0 + H_2(t) \cdot p_1 + H_3(t) \cdot m_1$$

⁸Aufgrund des chronologischen Ablaufs des Besucherwegs, kann es zu (zeitliche versetzten) Mehrfachkanten zwischen den Knoten (Stationen) kommen. Betrachtet man den Weg des Besuchers entlang der Zeit, bekommt man einen gerichteten Graphen mit gewichteten Kanten (Dauer des Aufenthalts am Knoten und des Weges entlang der Kante) ohne Mehrfachkanten.

5. Implementierungen der Softwaremodule

mit den vier HERMITE Basisfunktionen:

$$H_0(t) = 2t^3 - 3t^2 + 1$$

$$H_1(t) = t^3 - 2t^2 + t$$

$$H_2(t) = -2t^3 + 3t^2$$

$$H_3(t) = t^3 - t^2$$

und der Tangente definiert durch $m_i = 0.5 \cdot (p_{i+1} - p_{i-1})$, mit der ersten und letzten Tangente als gegeben (stetig geschlossene Kurve).

Benutzerschnittstelle und Besucherweg

Siehe Abbildung 5.5.

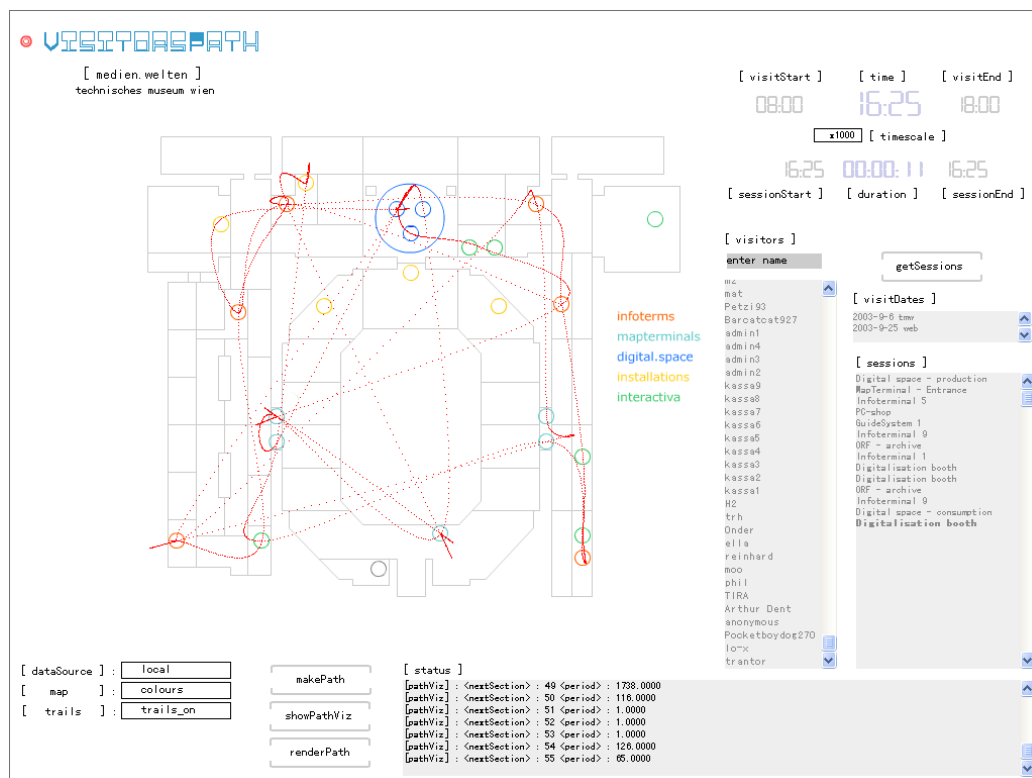


Abbildung 5.5.: Benutzerschnittstelle und Besucherweg - VisitorPath

5.5. Excel Funktionen und Makros

Für die Auswertungen mit dem Tabellenprogramm Excel wurden Funktionen und Makros für Berechnungen und Filteroperationen in Visual Basic implementiert.

Funktionen: Werden in Excel über Formelberechnungen in Zellen eingebunden. Bis auf die Funktion `isMetaSession` dienen alle folgenden Funktionen zur Lesbarkeit der Ergebnisse und Diagramme.

Funktionsname	Beschreibung
<code>getURLName(url)</code>	Gibt den Namen der medien.matrix Zelle (URL) zurück (z.B. "Antike LINIE")
<code>getURLTopic(url)</code>	Gibt das Thema der medien.matrix Zelle (URL) zurück (z.B. "6 LINIE")
<code>getURLTime(URL)</code>	Gibt die Epoche der medien.matrix Zelle (URL) zurück (z.B. "Antike")
<code>getStationName(ID)</code>	Liefert den Namen der Station (z.B. "Infoterminal 1")
<code>getStationClass(ID)</code>	Liefert die Klasse der Station (z.B. "Leitsystem")
<code>getFileclass(file)</code>	Liefert die Klasse der Datei (z.B. "Video")
<code>getOriginName(file)</code>	Liefert den Namen der Datei (z.B. "Bild: Komposition")
<code>isMetaSession(thisSessEnd, nextSessStart, thisVID, nextVID)</code>	Gibt 1 zurück wenn die Sitzung mit der nächsten zusammenhängt: Sequenz!

Makros: Die folgenden Makro-Funktionen werden über eine Benutzerschnittstelle aufgerufen und dienen der Filterung und Berechnung (z.B.: Summierung, Sequenzbildung) der Daten.

Funktionsname	Beschreibung
<code>worksheet</code>	Auswahl der Tabelle der aktuellen Exceldatei
<code>delete data sets</code>	Daten löschen oder nur ermitteln (Testdurchlauf)
<code>filterBlacklist</code>	Filterung der Testprofile (Liste von Tabelle: visitor_blacklist.xls)
<code>cleanUsetime(min,max)</code>	Alle Einträge die außerhalb dieser Zeiten liegen werden gelöscht
<code>cleanLogoutEffect(min, max)</code>	Alle durch Abmelden einer smart.card aufgetretenen Sitzungen, welche zwischen den angegebenen Zeitlimitwerten liegen, werden gelöscht.
<code>cleanClosedTime</code>	Alle Sitzungen außerhalb der normalen Öffnungszeiten werden gelöscht
<code>sumSessionSequence</code>	Alle zusammenhängenden Sitzungen (des gleichen Besuchers) werden zu einer Sequenz zusammengezählt.
<code>sumVisitTime</code>	Besuchsdauer: Die Zeit zwischen dem erstmaligen Anmelden und dem Zeitpunkt der Abmeldung der letzten Sitzung wird ermittelt.
<code>filterEvents</code>	Filterung der Spezialveranstaltungen, ähnlich filterBlacklist (Liste aus visitor_blacklist.xls)

5. Implementierungen der Softwaremodule

Benutzerschnittstelle

Siehe Abbildung 5.6

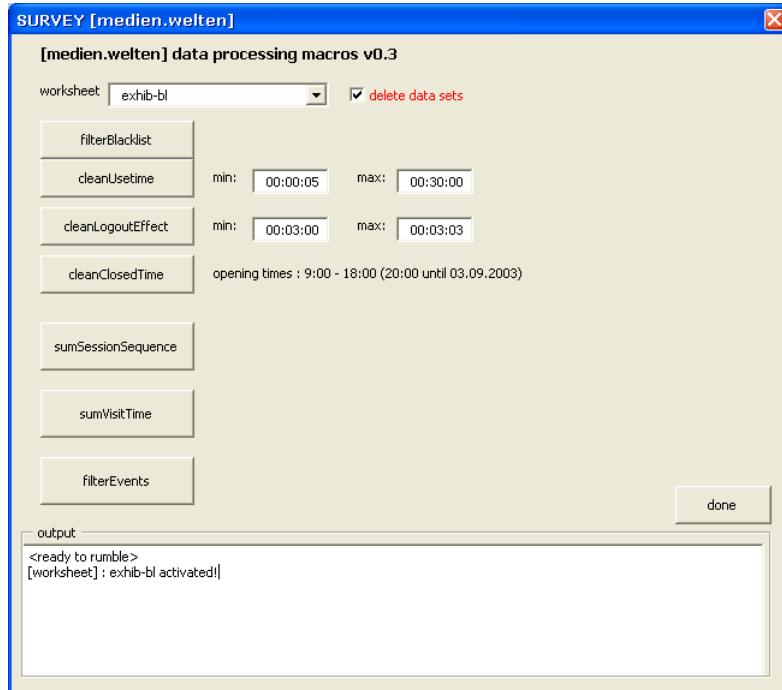


Abbildung 5.6.: Benutzerschnittstelle der Excel Makro-Funktionen

6. Berechnung und Auswertung

Im Folgenden wird anhand der Station Abakus, exemplarisch der Vorgang der statistischen Auswertung aller evaluierten Stationen beschrieben. Anschließend folgt die Auswertung der Korrelationen der erhobenen Daten der Umfrage mit den Gruppeneigenschaften der Besucher. Diese Auswertungen wurden im Rahmen der Diplomarbeit durchgeführt und sind nicht Teil des Evaluationsberichts¹ der Ausstellung *medien.welten*. Die Ergebnisse der Auswertungen aller untersuchten Stationen sind im nächsten Kapitel 7 zusammengefasst.

Für den Evaluationsbericht wurde das Tabellenkalkulations Programm Microsoft Excel verwendet, um rasch zu anschaulichen Ergebnissen, in Form von Diagrammen und Pivottabellen, zu gelangen. Um den wissenschaftlichen Aussagewert der Ergebnisse und Vermutungen dieses Berichts zu bekräftigen, werden die Daten mit statistischen Methoden der empirischen Sozialforschung, wie z.B.: Signifikanztest, weiter analysiert. Dazu wurde nach einer ersten „händischen“ Berechnung und Analyse einer exemplarischen Station (Abakus), das Programm SPSS zur Auswertung verwendet.

Entwicklungs- und Auswertungsumgebung Installation der Webserver und Administrationswerkzeuge, für die Implementierung und das Testen der Softwareadaptierungen und die Spiegelung der Datenbank des Produktionssystems, erfolgten auf einem PC-System, unabhängig und außerhalb der Ausstellung *medien.welten*. Dieses System wurde über das Internet an das Ausstellungsnetzwerk als intern-zugehörige Station angebunden. Damit war ein Datenaustausch und Zugriff auf die Besucherprofile via Digital Backpack zu Testzwecken möglich.

6.1. Analyse der Daten - Station Abakus

Hypothese Ausgehend von der Frage:

„Unterscheidet sich die Gruppe der smart.card Besitzer von der Gruppe der Besucher ohne smart.card („anonyme Besucher“) in Bezug auf Nutzungsdauer der Station Abakus?

Formuliert sich die *Nullhypothese*:

Die beiden Besucherklassen stammen aus der *selben* Grundpopulation. Es gibt *keinen* signifikanten Unterschied zwischen ihrem Nutzungsverhalten: den Interaktionssitzungen und Interaktionssequenzen (Stationsnutzungsdauer).

Um die Hypothese der Gleichheit² des Gruppenverhaltens zu testen, können die *Mittelwerte* der Stichproben verglichen werden (*t*-Test für zwei normalverteilte Gruppen), oder es können die *empirischen Häufigkeitsverteilungen* der Stichproben verglichen (χ^2 -Test, KOLMOGOROV-SMIRNOV Test) werden.

¹Für die Evaluationsstudie siehe [HS04].

²Stichproben stammen aus gleicher Grundgesamtheit

6. Berechnung und Auswertung

6.1.1. Umfang und Größe der Daten

Grundgesamtheit Die Grundgesamtheit für diese Fragestellung sind *alle* Besucher der Ausstellung *medien.welten*, die die interaktive Station Abakus *aktiv* benutzen. Sie teilt sich in die Klasse der Besucher mit und ohne *smart.card*.

Stichprobe Sie umfasst die Menge der Besucher, die vom 7. Oktober 2003 bis 15. Februar 2004 mit der Station Abakus interagierten. Fehlerhafte Daten aufgrund von Programmabstürzen und nicht geschlossenen Sitzungen, sind von dieser Menge ausgeschlossen.

Messgröße Gemessen wurde der Zeitpunkt zu Beginn einer Sitzung bis zum Ende, bzw. Neustart einer Sitzung. Für den Besucher mit *smart.card* kann daraus das Zeitintervall (Nutzungsdauer) der aufeinander folgenden Sitzungen berechnet werden. Für den anonymen Besucher wird angenommen, dass nach Auftreten einer Zeitüberschreitung seine Interaktion beendet ist. Der auftretende Fehler setzt sich zusammen aus der Überlappung mit anderen Besuchern (Fortsetzung der Sitzung innerhalb der Zeitüberschreitung) und die unbekannte Dauer, die der Besucher nach seiner letzten Interaktion, also während eines *timeouts*, noch anwesend ist. Siehe 4.5 auf Seite 60.

Stichprobenumfang Die Anzahl der ausgewerteten *Sitzungen* für die Station Abakus beträgt insgesamt 4912, davon 4747 anonyme Sitzungen und 165 aufgezeichnete Sitzungen von *smart.card* Besitzern.

Daraus ergeben sich insgesamt 3836 *Sequenzen* von Sitzungen, davon sind 3712 von anonymen Besuchern und 124 von Besuchern mit *smart.card*.

6.1.2. Deskriptive Statistik

Im Folgenden wird der Auswertungsvorgang, für die *beschreibenden Merkmale* der Daten im Rahmen der Evaluationsstudie, anhand der Station Abakus, exemplarisch beschrieben. Der allgemein gehaltene Ablauf der Auswertung konnte standardisiert für eine Fragestellung an verschiedenen Stationen angewendet, sowie für unterschiedliche Fragestellungen wiederholt werden. Zusätzlich wurde die Auswertung jeweils für die beiden Besucherklassen wiederholt. Für die genauen Ablaufschritte der Auswertungen je Besucherklasse, Fragestellung und Station, sowie die Anzahl der ausgewerteten Datensätze, für die *Nachvollziehbarkeit* und den *Aussagewert der Ergebnisse*, siehe das Auswertungsprotokoll [Sti04b].

Standardisierter Vorgang der Auswertung

1. Datenbank Abfrage
2. Entfernen der irrelevanten Felder
3. Filtern der Testprofile / Filtern der Profile der Spezialveranstaltungen
4. Filtern von fehlerhaften Daten

Beispiel: nicht geschlossene Sitzungen

5. Relevante Informationen aus vorhandenen Daten berechnen und extrahieren:

Beispiel: Mittlere Sequenzdauer der Station Abakus

- a) Datumsangabe und Zeit extrahieren, Format umwandeln
- b) (Interaktions-) Sitzungsdauer berechnen
- c) Sequenzen ermitteln
- d) Zeitüberschreitungen subtrahieren
- e) Unwahrscheinliche Sitzungsdauer filtern
- f) Mittelwert der Nutzungsdauer berechnen

6. Ergebnisse in lesbare und darstellbare Formate bringen

7. Pivot Tabelle und Graph erzeugen (interaktive Manipulation der Darstellung)

Beispiel: zeitlicher Verlauf der Nutzung der Station Abakus über die Tageszeit oder über die Monate.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 87] Hands-On Interaktiva Abakus

„Die Beobachtung der Besucher ergab für den Abakus einige wichtige Hinweise für die Interpretation und Filterung der automatisch erhobenen Daten. So zeigten die Statistiken eine hohe Anzahl von minimal kurzen, anonymen Sitzungen an, die gerade die Länge des Time-Outs hatten. Während der Beobachtung war aufgefallen, dass einige Besucher beim Verlassen der Ausstellung im Vorbeigehen die Hand über die Kugeln gleiten lassen oder mit Schwung eine Reihe Kugeln durchschiebt. Diese Sitzungen, die aus nur einem einzigen Event bestehen, wurden daher aus der in der Analyse verwendeten Datenbasis gelöscht.“

Ergebnisse aus der Studie

Mittlere Nutzungsdauer Die mittlere Dauer einer Interaktionssitzung und einer Sequenz von Interaktionssitzungen wurde für beide Besucherklassen ermittelt:

	<i>anonym</i>	<i>smart.card</i>
<i>mittlere Interaktionssitzung (Sitzungsdauer)</i>	3:28 min	2:59 min
<i>mittlere Interaktionssequenz (Sequenzdauer)</i>	4:00 min	3:59 min

Interpretation: Das Ergebnis zeigt, dass der Mittelwert der Nutzungsdauer (Interaktionssequenz) beider Besucherklassen fast identisch ist. Die Entscheidung darüber, ob die beiden Stichproben aus der gleichen Grundgesamtheit stammen, also ob der Gruppenunterschied signifikant ist oder nicht, hängt von der Wahrscheinlichkeitsfunktion der beiden Gruppen ab und muss über Signifikanztests (Hypothesentests) bestimmt werden.

Stationsauslastung Das Diagramm zeigt die Summe der Nutzungsdauer der Station Abakus in Prozent von 9 Stunden Gesamtzeit, pro Tag des Ausstellungsbetriebes.

Interpretation: Eine theoretische Auslastung von 100% (9 Stunden) ist unrealistisch und würde bedeuten, dass die Station den ganzen Tag kontinuierlich benutzt wird. Tage an denen die Station nicht benutzt wurde, sind solche an denen das Museum geschlossen hat oder die Station aufgrund eines technischen Gebrechens nicht aktiv war. Die Station des Abakus ist im Vergleich zu den anderen Stationen im oberen Feld der Nutzungsdauer angesiedelt.

Siehe Abbildung 6.1.

6. Berechnung und Auswertung

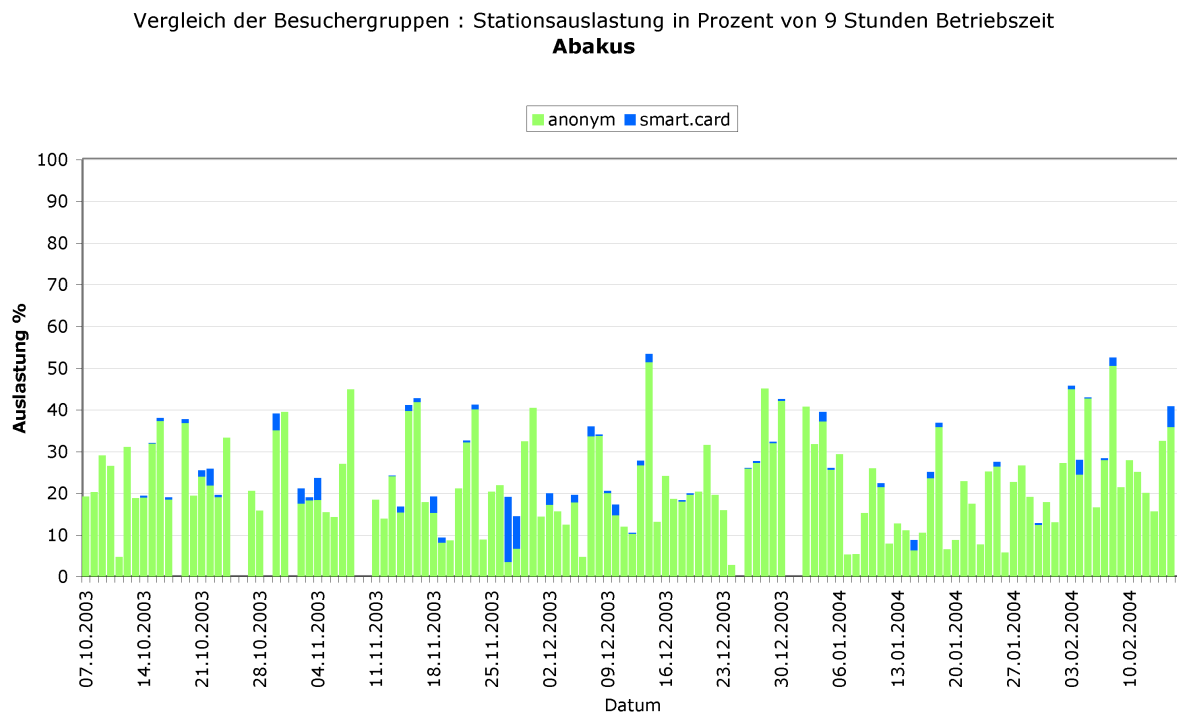


Abbildung 6.1.: Station Abakus - Auslastung pro Tag in Prozent

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 88] Hands-On Interaktiva Abakus

„Im Inhalt der Digital Backpacks machen die Animationen, die man bei erfolgreicher Bearbeitung eines längeren Rechenbeispiels erhält, jedoch nicht ganz 6% aus. Der geringe Anteil am Inhalt des Digital Backpack lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass die Rechenaufgaben relativ umfangreich sind. Etliche Besucher hören nach zwei Rechenschritten auf.“

„Da viele Besucher durch die Türen des Speichertrakts in die Ausstellung kamen, war der Abakus vielfach die erste Installation, auf die diese stießen.“

„Der Abakus ist eine der erfolgreichsten Installationen und wird von allen Besuchertypen und Altersklassen frequentiert. Die meisten Besucher verstehen offenbar relativ rasch, wie die Installation funktioniert und was von ihnen erwartet wird. Allein schon das Pendant zur manuellen Handlung auf dem Monitor zu sehen, ist für etliche Besucher interessant und befriedigend.“

6.1.3. Hypothesentest

Voraussetzung für die Verwendung des t-Tests

Varianzanalyse zweier Stichproben mit dem t-Test benötigen folgende Voraussetzungen (Tests mit SPSS durchgeführt):

1. Die Stichprobe muss eine *Zufallsstichprobe* sein
Ist erfüllt.
2. *Normalverteilung* der Stichprobe
Der KOLMOGOROV-SMIRNOV Test weist die Nullhypothese zurück: Das Stichprobenmerkmal der Nutzungsdauer ist nicht normalverteilt.

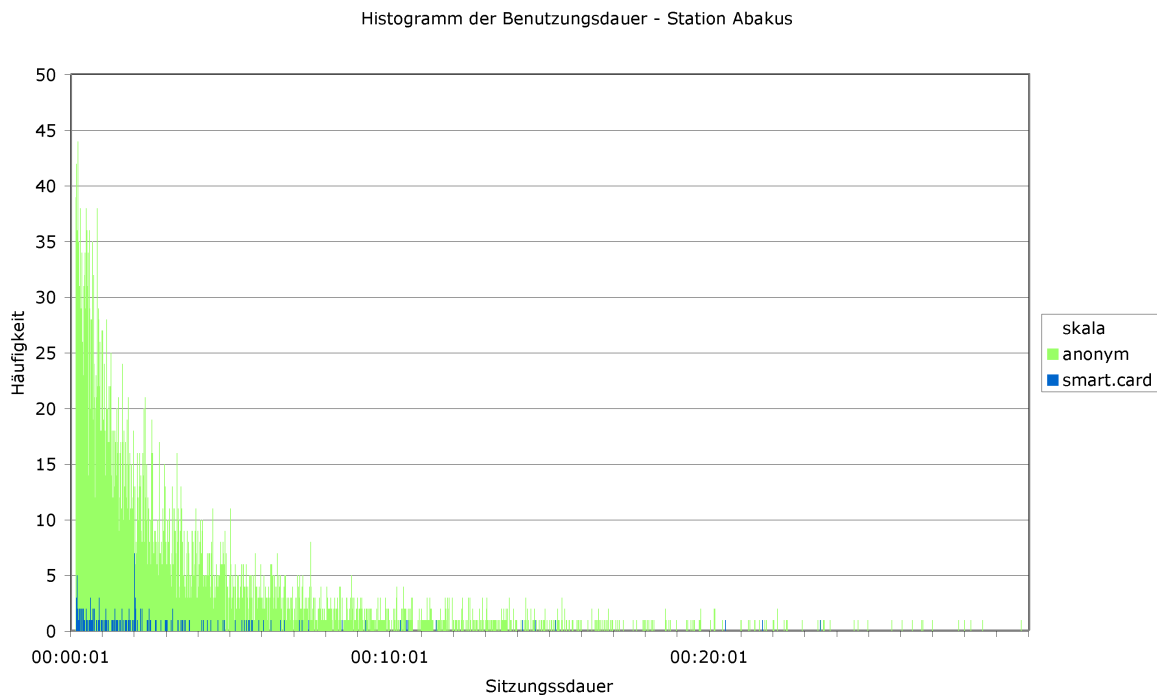


Abbildung 6.2.: Station Abakus - Empirische Verteilung der Sitzungsdauer

3. *Umfang* der Stichprobe: gleich große Gruppen
Die beiden Stichprobenumfänge sind nicht gleich groß.
4. *Varianzhomogenität*
Der LEVENE Test haltet an der Nullhypothese: Die Varianzen der beiden Stichprobenmerkmale (Nutzungsdauer) sind homogen.

Da die Voraussetzungen nicht erfüllt sind, werden *parameterfreie Signifikanztests* für die Analyse angewendet.

Verteilung der Stichprobe - Nutzungsdauer

Die empirische Häufigkeitsverteilung der Stichprobe gibt Aufschluss über die Verteilung der Grundgesamtheit. Viele Testverfahren benötigen als Voraussetzung für ihre Anwendung eine (annähernd) normalverteilte Grundgesamtheit. Ist eine solche Verteilung nicht gegeben, kann mittels *verteilungsfreien* oder *nichtparametrischen Testverfahren* auf Signifikanzunterschied getestet werden.

Die beobachtete empirische Häufigkeitsverteilung der Sitzungen zeigt Abbildung 6.2 und das Histogramm der Sequenzdauer zeigt Abbildung 6.3 auf der nächsten Seite.

Histogramm Die Annahme der Normalverteilung der Stichprobe kann mittels Histogramm visuell und mit dem KOLMOGOROV-SMIRNOV Test auf Normalverteilung überprüft werden.

6. Berechnung und Auswertung

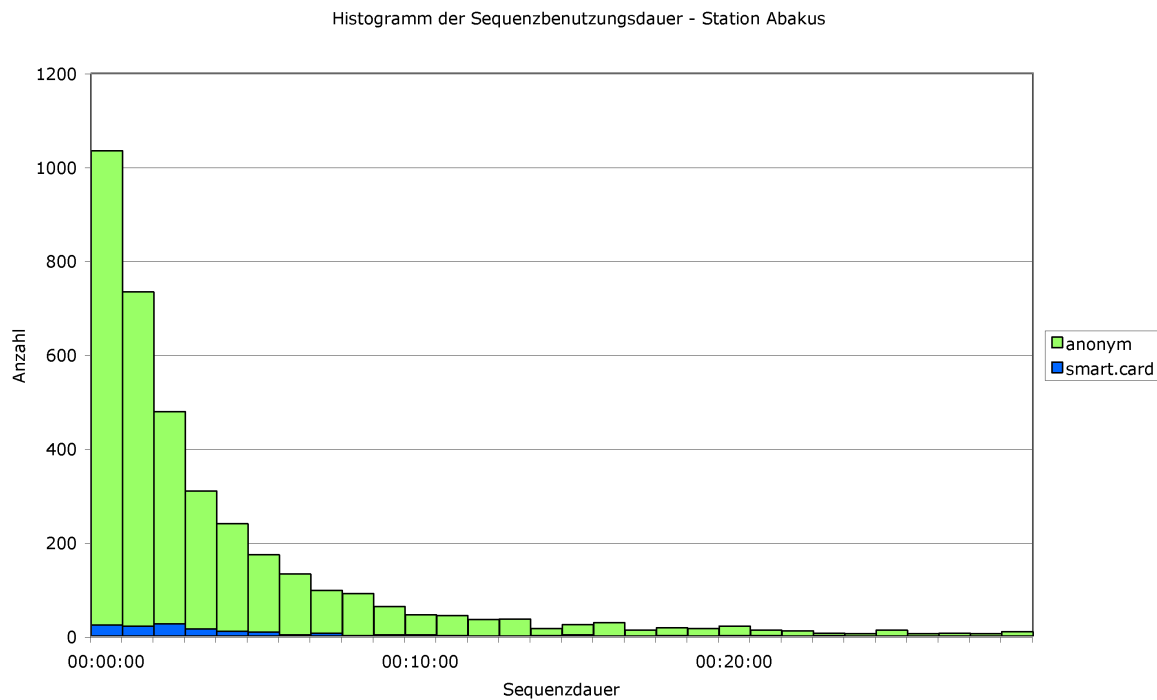


Abbildung 6.3.: Station Abakus - Histogramm der Sequenzdauer

Die Ausführung dieses Tests auf Normalverteilung wurde zuerst per Hand tabellarisch ausgeführt. Histogramm und Ergebnis des Statistik Programms SPSS siehe Abbildung 6.4 auf der nächsten Seite

Die Auswertung für die anonymen Besucher sind mit `smart.card = 0` gekennzeichnet, respektive kennzeichnet `smart.card = 1` die Auswertung der Besucherklasse mit einer Karte:

`smart.card = 0` \longleftrightarrow *anonyme* Besucherklasse

`smart.card = 1` \longleftrightarrow Besucherklasse *mit* Karte

χ^2 - *Test auf Exponentialverteilung* Sitzungsdauer der anonymen Besucher an der Station Abakus. Kennwerte der Stichprobe (Siehe Tabelle):

$$n = 4747, \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k x_j B_j = 3,574 [\text{Minuten}/\text{Besucher}]$$

n . Stichprobenumfang

\bar{x} . arithmetischer Mittelwert der Intervallklassen Mittelwerte \bar{x}_j

B_j . empirische Häufigkeiten der Intervallklasse

1. Nullhypothese: Die Sitzungsdauer ist exponentiell verteilt
2. Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$

6.1. Analyse der Daten - Station Abakus

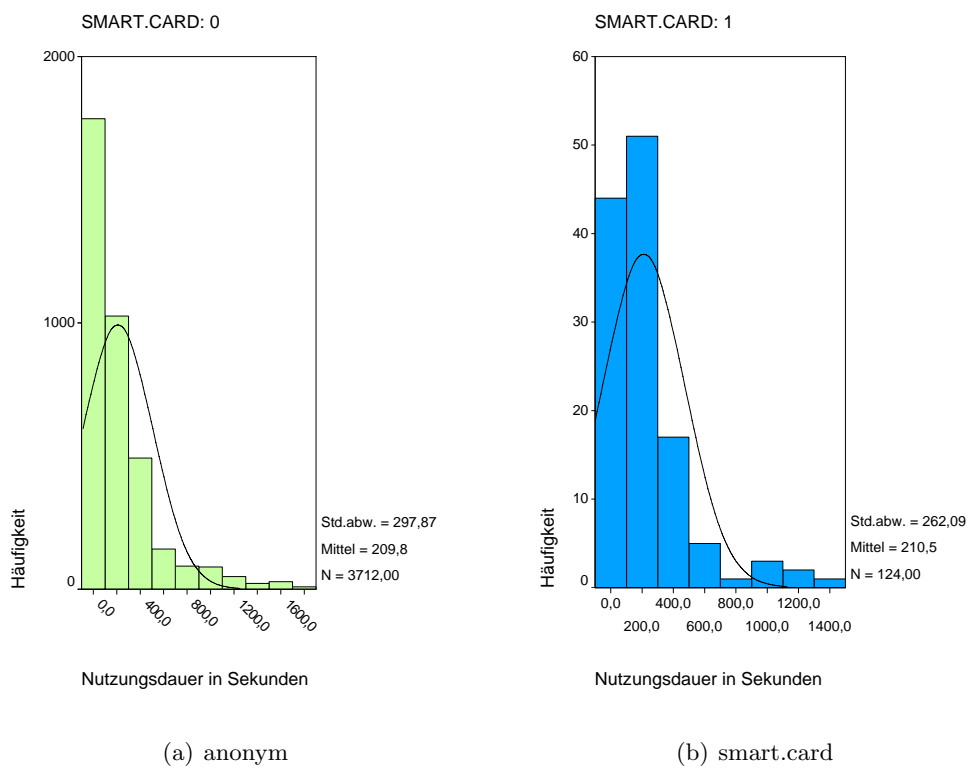


Abbildung 6.4.: Histogramm und Normalverteilungskurve: Sequenzdauer der Station Abakus

6. Berechnung und Auswertung

Intervall	Klasse j	B_j	E_j	$\hat{\chi}^2$
00:01:00	1	1413	1004,36	179,81
00:02:00	2	946	759,14	48,36
00:03:00	3	599	573,79	1,13
00:04:00	4	426	433,69	0,14
00:05:00	5	320	327,80	0,18
00:06:00	6	222	247,77	2,52
00:07:00	7	175	187,27	0,73
00:08:00	8	124	141,55	1,93
00:09:00	9	103	106,99	0,13
00:10:00	10	68	80,87	1,72
00:11:00	11	56	61,12	0,35
00:12:00	12	61	46,20	3,76
00:13:00	13	41	34,92	0,82
00:14:00	14	46	26,39	10,90
00:15:00	15	25	19,95	0,93
00:16:00	16	28	15,08	7,83
00:17:00	17	21	11,40	5,56
00:18:00	18	9	8,61	0,01
00:19:00	19	12	6,51	3,01
00:20:00	20	10	4,92	3,31
00:21:00	21	6	3,72	0,86
> 00:22:00	22	36	2,81	58,04
				332,01

Tabelle 6.2.: χ^2 - Test auf Exponentialverteilung - Berechnungstabelle

- Berechnung der theoretischen Häufigkeit E_j pro Klasse für den geschätzten Parameter. Siehe Berechnungstabelle 6.2.
- Der kritische Wert für χ^2 -Wert ergibt sich aus der Tabelle für $F(\chi^2) = 1 - \alpha = 0,95$. Die Anzahl der zu schätzenden Parameter beträgt 1 und die Anzahl der Klassen beträgt 22, daraus ergibt sich die Anzahl der Freiheitsgrade zu 20: $\chi^2 = 40,00$.

$$\chi^2 = 40,00 < 332,01 = \hat{\chi}^2 \Rightarrow \text{Nullhypothese abgelehnt!}$$

Darstellung der Wahrscheinlichkeitsfunktion der empirischen und der theoretischen Verteilungen der *Sitzungsdauer* anonymer Besucher an der Station Abakus (siehe Abbildung 6.5). Die Parameter für die theoretischen Wahrscheinlichkeitsverteilung und dem Erwartungswert des arithmetischen Mittels $\mu = E(\bar{X}) = \bar{x} = 3,5724$, sind:

Exponentialverteilung: $\mu = 1/\lambda = 0,280$

Poissonverteilung: $\mu = \lambda = 3,572$

Binomialverteilung³: $p = \mu/n = 0,119$

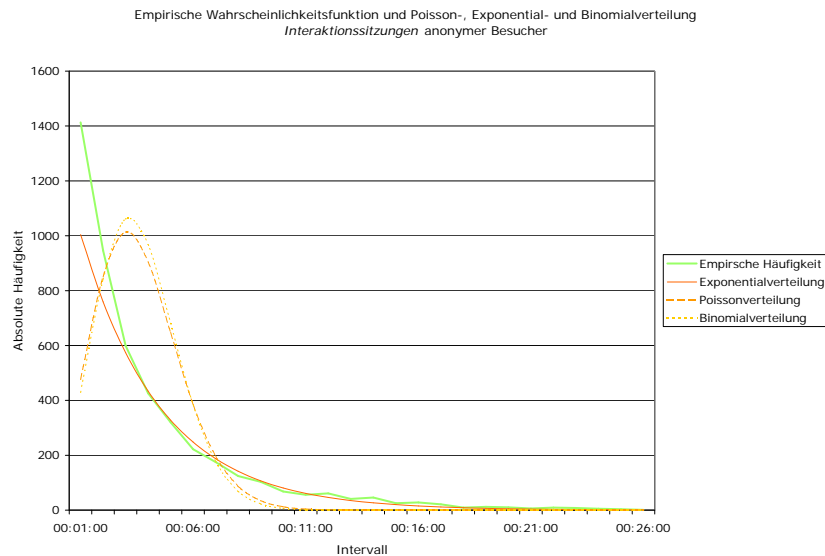


Abbildung 6.5.: Station Abakus - Wahrscheinlichkeitsfunktionen Sitzungsdauer: anonyme Besucher

Obwohl die empirische Verteilung der *Sitzungsdauer* starke Ähnlichkeit mit der Exponentialverteilung aufweist, zeigt der χ^2 -Verteilungstest, dass sie es nicht ist. Die Verteilung der *Sitzungsdauer* der Besucher mit *smart.card* ist der Verteilung der Sitzungsdauer der anonymen Besucher ähnlich, jedoch ist diese Nullhypothese ebenfalls zu verwerfen. Analog dazu werden die Nullhypothesen der Verteilungstests der *Sequenzdauer* auf eine theoretische Wahrscheinlichkeitsverteilung einer Exponentialverteilung für beide Besucherklassen verworfen. Allerdings ist die Exponentialverteilung der *Sequenzdauer* der *smart.card* Besucher sehr knapp im Ablehnungsbereich⁴.

Eine Durchführung des χ^2 - Test mittels SPSS gestaltet sich aufwendig, da die erwarteten Werte der theoretischen Verteilung für jeden Bereich einzeln berechnet werden müssen. Deswegen wurde der Verteilungstest mit dem KOLMOGOROV-SMIRNOV Testverfahren automatisiert durchgeführt.

Kolmogorov-Smirnov Test Dieser Test überprüft die Abweichung der theoretischen von der tatsächlichen beobachteten empirischen Verteilungsfunktion⁵: $D = \max\{F_1(x) - F_2(x)\}$. Er kann auch zum Vergleich zweier empirischer Verteilungen verwendet werden. SPSS bietet die Funktion Stichproben auf eine vorgegebene, theoretische Verteilung zu testen, es sind dies: Normalverteilung, Gleichverteilung, Poissonverteilung und Exponentialverteilung.

Die Ergebnisse der Auswertungen für die Verteilungstest der *Sitzungsdauer* siehe Tabelle 6.3 und für die Verteilungstest der *Sequenzdauer* siehe Tabelle 6.4.

⁴Wie der KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test mit SPSS im nächsten Abschnitt ergibt, wird die Nullhypothese der

6. Berechnung und Auswertung

(a) Normalverteilung

(b) Exponentialverteilung

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

smart.card			secUsetime
0	N		4747
	Parameter der Normalverteilung ^{a,b}	Mittelwert	0:04:58
		Standardabweichung	0:03:56
	Extremste Differenzen	Absolut	167

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest 4

smart.card			secUsetime
0	N		4747
	Exponentielle Parameter ^{a,b}	Mittelwert	0:04:58
	Extremste Differenzen	Absolut	243

Tabelle 6.3.: Station Abakus - KOLMOGOROV-SMIRNOV Test: *Sitzungsdauer* Verteilung der Grundgesamtheit

(a) Normalverteilung

(b) Exponentialverteilung

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

smart.card			USETIME
0	N		3712
	Parameter der Normalverteilung ^{a,b}	Mittelwert	0:03:59
		Standardabweichung	0:04:57

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest 4

smart.card			USETIME
0	N		3712
	Exponentielle Parameter ^{a,b}	Mittelwert	0:03:59

Tabelle 6.4.: Station Abakus - KOLMOGOROV-SMIRNOV Test: *Sequenzdauer* Verteilung der Grundgesamtheit

Wie aus der mittels SPSS berechneten asymptotischen Signifikanz⁶ ersichtlich ist, ist die Nullhypothese (Grundgesamtheit entspricht der zu testenden Verteilung) für die smart.card Besucher bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ *nicht* zu verwerfen! Die Irrtumswahrscheinlichkeit für die Verwerfung der Nullhypothese (Exponentialverteilung der Nutzungsdauer) beträgt bei der *Sitzungsdauer* 6,1% und bei der *Sequenzdauer* 24%. Man begeht also einen Irrtum mit einer Wahrscheinlichkeit von 6,1% und respektive 24%, wenn man die Nullhypothese zurückweist.

Wahrscheinlichkeitsfunktion der Nutzungsdauer aller Stationen:

Der KOLMOGOROV-SMIRNOV - Test auf exponentielle Verteilungsfunktion der *Sequenzdauer* bei den anderen Stationen, ergibt für die *anonymen* Besucher keine Bestätigung der Hypothese einer zugrunde liegenden Exponentialverteilung der Nutzungsdauer. Die Verteilungsfunktion der Sequenzdauer der anonymen Besucher gehorcht *keiner* Exponentialfunktion.

Die Nutzungsdauer von Besuchern mit smart.card hingegen, zeigt bei knapp *zwei Drittel* aller Stationen eine Exponentialverteilung. Für die Ergebnisse aller Stationen siehe Tabelle A.4 auf Seite 161.

Anmerkung: Die Interaktionserfassung der Besucher mit smart.card ist viel exakter und die Messunsicherheiten viel geringer, als die Erfassung der Sitzungsdauer der Besucher ohne Karte. Hat man von den smart.card Benutzern den *genauen* Zeitpunkt der Kartenerfassung, ist es bei der anonymen Gruppe nicht möglich, den Zeitpunkt des Verlassens der Station genau zu erfassen. Hinzukommt, dass die Stichproben unterhalb und oberhalb eines bestimmten Wertes (Nutzungsdauer kleiner als 5 Sekunden und größer als 30 Minuten) abgeschnitten wurden. Aufgrund dieser Faktoren ist das Ergebnis nicht zuverlässig, dass die Verteilung der Nutzungsdauer der anonymen Besucher *keiner* Exponentialverteilung gehorcht. Der Verteilungstest für die anonyme Nutzungsdauer müsste mit den Daten aus einer exakten Messung der Nutzungsdauer durchgeführt werden.

Die Hypothese einer Normalverteilung der Nutzungsdauer, die eine Voraussetzung für viele statistische Untersuchungen ist, kann sicher zurückgewiesen werden. Für viele Stationen gibt es keinen Anhaltspunkt die Nullhypothese einer *exponentiellen Nutzungskurve interaktiver Medienstationen* zu verwerfen und gilt als Verifizierung der Ergebnisse bisheriger Untersuchungen.

Test zweier unabhängiger Stichproben auf gleiche Grundgesamtheit

Mittels KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test und MANN-WHITNEY-Test (beide parameterfreie Verfahren) werden die Stichproben beider Gruppen anhand ihrer Verteilung getestet, ob sie aus der gleichen Grundgesamtheit stammen. Für die Ergebnisse der beiden Verfahren siehe Tabelle A.5 auf Seite 162.

Exponentialverteilung der Sequenzdauer der smart.card Besucher bei der Station Abakus *nicht* abgelehnt.

⁵Den kritischen D -Wert entnimmt man einer Tafel für $F(D)$ für z.B.: 0,975 für die Stichprobenumfänge n_1 und n_2 .

⁶In SPSS ist dies ist die *Irrtumswahrscheinlichkeit*, die mit einem Zurückweisen der Nullhypothese verbunden ist.

6. Berechnung und Auswertung

Die Signifikanztests zeigen, dass für einige Stationsklassen (Infoterminals) die Nullhypothese – beide Stichproben (Besucher mit und ohne *smart.card*) sind aus derselben Grundgesamtheit – nicht zurückgewiesen werden muss. Das heißt, in Bezug auf das Merkmal der Nutzungsdauer (*Sequenzdauer*) gibt es bei diesen Stationen keinen Unterschied zwischen den beiden Besucherklassen. Bei anderen Stationsklassen (oder einzelnen Stationen) wird die Nullhypothese klar zurückgewiesen: Digitaler Raum, Installationen, Interaktiva.

Das Ergebnis bestätigt die Hypothese, dass, in Bezug auf die Verteilung der *Sequenzdauer*, die beiden Besucherklassen nicht aus der selben Besucherpopulation (Grundgesamtheit) stammen, da die Nullhypothese für manche Stationen zurückgewiesen werden muss. Der Verwendung der *smart.card* hat also unterschiedliches Nutzungsverhalten (in Bezug auf Länge der Sequenzdauer) der Stationen zufolge.

6.2. Auswertung der Umfrage

Die Zusammenhänge zwischen den in der Umfrage ermittelten demographischen Angaben der Besucher und den erfassten Daten der Interaktionen werden in diesem Abschnitt untersucht. Die Auswertung der einzelnen Antworten der Umfrage, wie zum Beispiel Anzahl weiblicher und männlicher Besucher, werden nicht explizit durchgeführt.

Durch die Verzerrung der Daten aufgrund der Vorgabe von Standardantworten im Formular, können nur Datensätze ab der Umstellung des Umfrageformulars⁷ für die Auswertung genommen werden. Siehe Kapitel 4.4 auf Seite 58. Im Erhebungszeitraum vom 18. Jänner 2004 bis 7. Juni 2004 nahmen 272 anonyme Besucher und 33 Besucher mit einer *smart.card* an der Umfrage teil.

6.2.1. Ergebnisse der Umfrage

Von Interesse sind die Mittelwerte der *Benotung* der Ausstellung, *Geschlecht*, *Computerkenntnisse*, *Alter*, *Interesse an der Ausstellung* für jede Besucherklasse. Siehe Tabelle 6.5.

Benotung Die Notenskala reicht von 1 bis 5 (sehr gut bis nicht genügend). Das Ergebnis der Umfrage zeigt, dass Besucher mit einer *smart.card* im Mittel die Ausstellung besser beurteilen. Ihr Median (50% aller Antworten) liegt bei *sehr gut* (Mittelwert: 1,79), der der anonymen Besucher liegt bei *gut* (Mittelwert: 2,18).

Geschlecht Das Ergebnis zeigt, dass im Mittel mehr Männer diese Frage beantwortet haben als Frauen. Daraus lässt sich aber nicht auf die Geschlechterverteilung der anonymen Besucherpopulation schließen. Gewissheit kann nur eine qualitative Beobachtung geben:

„45% der Besucher sind weiblich - 55% der Besucher sind männlich.“ [NDP01, Besucherprofil]

Computerkenntnisse Die monopolare Ordinalskala wurde mit folgender verbalen Umschreibung aller Antwortabstufungen umschrieben: 0 \doteq nein; 0,25 \doteq eher nein; 0,75 \doteq eher ja; 1 \doteq ja. Besucher mit *smart.card* beurteilen sich als geübter im Umgang mit dem Computer.

⁷In der Version 2 wurden die Standardantworten durch „Bitte Wählen“ ersetzt.

Besucherklasse	Note	Geschlecht	Computerk.	Interesse	
anonym	Anzahl (gültig/fehlend)	109 / 163	109 / 163	88 / 184	93 / 179
	Mittelwert	2,18	58 % männ.	0,8580	53% ja
	Median	2,00		ja	
smart.card	Anzahl (gültig/fehlend)	29 / 4	24 / 9	31 / 2	31 / 2
	Mittelwert	1,79	50 % männ.	0,9355	58% ja
	Median	1,00		ja	

Tabelle 6.5.: Umfrage - Benotung der Ausstellung

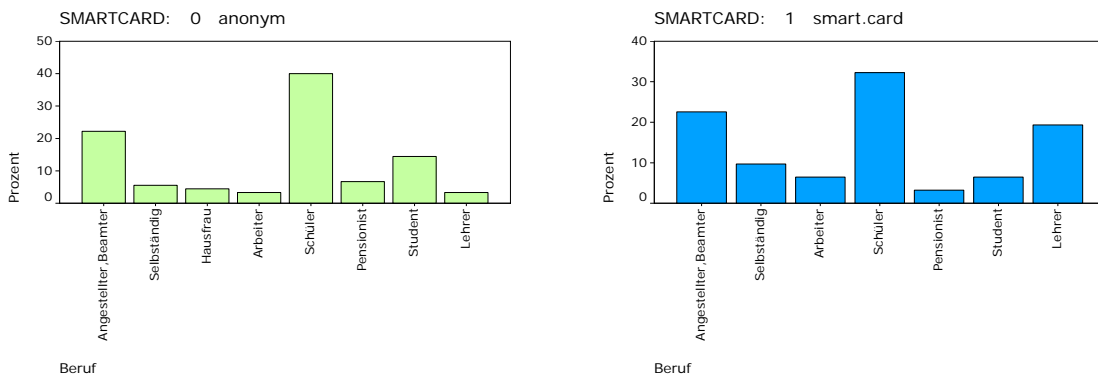


Abbildung 6.6.: Umfrage - Berufsprofile der beiden Besucherklassen

Alter Für die Altersverteilung der an der Umfrage beteiligten Besucher siehe 6.2.3 auf Seite 96.

Interesse an der Ausstellung Anonyme Besucher stehen eher neutral der Ausstellung gegenüber und die Besucher mit smart.card tendieren mehr persönliches Interesse an der Ausstellung zu haben.

Beruf Für die Verteilung der Berufe der beiden Besucherklassen, siehe Abbildung 6.6. Wie sich später zeigen wird, besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Berufsverteilungen der Besucherklassen. Siehe 6.2.3.

6.2.2. Zusammenhänge innerhalb der Besucherklasse mit smart.card

Für die Fragen und möglichen Antworten der Umfrage, siehe A.3 auf Seite 160. Für die Besucherklasse mit smart.card wurden zusätzlich folgende Daten zu ihrem Besucherverhalten aus ihrem Profil ermittelt: siehe Tabelle 6.6 auf der nächsten Seite.

Streudiagramm

Zur Einschätzung des Zusammenhangs zweier Variablen, leistet das Streudiagramm große Hilfe. Damit kann ein qualitativer Eindruck über die Form (z.B.: linear) und die Stärke

6. Berechnung und Auswertung

Datenfeld: smart.card Besitzer	Anmerkung
Mittlere Nutzungsdauer pro Sitzung	Mittelwert (ohne Nutzungszeiten < 10 Sekunden)
Gesamte Nutzungsdauer aller Sitzungen	Summe aller Sitzungen
Gesamte Besuchszeit in der Ausstellung	Von Erster Anmeldung bis letzte Abmeldung
Mittlere Besuchszeit via Internet	Mittelwert der Internetsitzungsdauer
Anzahl der Sitzungen	alle Sitzungen
Anzahl der Stationen	unterschiedliche Stationen
Anzahl der Besuche der Ausstellung	verschiedene Besuchstage
Anzahl der Besuche via Internet	verschiedene Besuchstage
Anzahl der Medien-Dateien	Medien einschliesslich Spielpunktestände
Anzahl der Botschaften	im Profil gespeicherten Botschaften
Anzahl der Lesezeichen	medien.matrix Texte

Tabelle 6.6.: smart.card - Zusätzliche Datenfelder

der Korrelation graphisch gewonnen werden. Das Streudiagramm der erfassten und ermittelten Besuchervariablen zeigt Abbildung 6.7 auf der nächsten Seite. Es sind zum Beispiel Korrelationen zwischen der gesamten Besuchsdauer (*total exhib visiting time*), der mittleren Nutzungsdauer (*usage duration*) und der gesamten Stationsnutzungsdauer (*total usetime*) erkennbar.

Korrelationen

Korrelationen des smart.card Verhaltensmusters Es werden Beziehungen innerhalb der Daten der Besucher mit smart.card ermittelt. Die Variablen sind nicht normalverteilt⁸, deshalb werden Korrelationen mittels nichtparametrischen Tests untersucht. Die Ergebnisse der Korrelationskoeffizienten und der Signifikanztests der Korrelationen siehe Tabelle 6.7, für das zugehörige Streudiagramm siehe Abbildung 6.8.

Die Tests ergeben eine signifikante Korrelation zwischen der Anzahl der Inhalte des Digitalen Rucksacks und der gesamten Nutzungszeit aller Stationen: Je mehr Inhalte desto länger ist die gesamte Nutzungsdauer der Stationen.

Ebenso ergibt sich eine Korrelation zwischen der mittleren Nutzungsdauer und der gesamten Nutzungsdauer aller Stationen: Je länger die einzelnen Nutzungszeiten an den Stationen sind, umso länger ist auch die gesamte Nutzungsdauer aller Stationen eines Besuchs. Offensichtlich verbringen die Besucher im Mittel auch mehr Zeit an jeder Station, wenn sie sich länger in der Ausstellung aufhalten.

Weiters ergeben sich einige leichte Korrelationen (z.B.: *total usetime* und *rating*) die aber nicht signifikant in der Grundgesamtheit auftreten. Der Stichprobenumfang ist allerdings verhältnismäßig klein.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 73 und 107] Bewertung der Ausstellung durch die Befragten

„Auffallend ist, dass die Bewertung der Ausstellung mit der Besuchsdauer korreliert. Hieraus lassen sich allerdings nur wenige Rückschlüsse über ursächliche Zusammenhänge machen. Wer nur wenig Zeit in einer Ausstellung verbringt, kann auch nur wenige für sich interessante Dinge entdecken und ist i.d.R.

⁸Die Histogramme der Variablen (z.B.: Bewertung - *rating*) weichen offensichtlich von einer Normalverteilungskurve ab.

6.2. Auswertung der Umfrage



Abbildung 6.7.: smart.card - Streudiagramm Übersicht

6. Berechnung und Auswertung

Korrelationen

			rating	computeruse	digibp content sum	number of stations	total usetime	total exhib visitime	useage duration
Kendall-Tau-b	rating	Korrelationskoeffizient	1,000	-,016	-,067	-,116	-,254	-,278	-,052
		Sig. (2-seitig)	,	,929	,661	,442	,086	,060	,725
		N	29	29	29	29	29	29	29
	computeruse	Korrelationskoeffizient	-,016	1,000	,103	,260	,096	,062	-,237
		Sig. (2-seitig)	,929	,	,510	,094	,527	,685	,119
		N	29	31	31	31	31	31	31
	digibp content sum	Korrelationskoeffizient	-,067	,103	1,000	,390**	,469**	,323*	,168
		Sig. (2-seitig)	,661	,510	,	,002	,000	,010	,183
		N	29	31	33	33	33	33	33
	number of stations	Korrelationskoeffizient	-,116	,260	,390**	1,000	,563**	,431**	-,064
		Sig. (2-seitig)	,442	,094	,002	,	,000	,001	,607
		N	29	31	33	33	33	33	33
total usetime	Korrelationskoeffizient	-,254	,096	,469**	,563**	1,000	,564**	,287*	
	Sig. (2-seitig)	,086	,527	,000	,000	,	,000	,019	
	N	29	31	33	33	33	33	33	
total exhib visitime	Korrelationskoeffizient	-,278	,062	,323*	,431**	,564**	1,000	,204	
	Sig. (2-seitig)	,060	,685	,010	,001	,000	,	,097	
	N	29	31	33	33	33	33	33	
useage duration	Korrelationskoeffizient	-,052	-,237	,168	-,064	,287*	,204	1,000	
	Sig. (2-seitig)	,725	,119	,183	,607	,019	,097	,	
	N	29	31	33	33	33	33	33	
Spearman-Rho	rating	Korrelationskoeffizient	1,000	-,017	-,076	-,139	-,313	-,370*	-,058
		Sig. (2-seitig)	,	,931	,694	,473	,098	,048	,764
		N	29	29	29	29	29	29	29
	computeruse	Korrelationskoeffizient	-,017	1,000	,120	,306	,115	,074	-,285
		Sig. (2-seitig)	,931	,	,519	,094	,536	,692	,121
		N	29	31	31	31	31	31	31
	digibp content sum	Korrelationskoeffizient	-,076	,120	1,000	,485**	,633**	,438*	,249
		Sig. (2-seitig)	,694	,519	,	,004	,000	,011	,162
		N	29	31	33	33	33	33	33
	number of stations	Korrelationskoeffizient	-,139	,306	,485**	1,000	,686**	,554**	-,077
		Sig. (2-seitig)	,473	,094	,004	,	,000	,001	,668
		N	29	31	33	33	33	33	33
total usetime	Korrelationskoeffizient	-,313	,115	,633**	,686**	1,000	,755**	,427*	
	Sig. (2-seitig)	,098	,536	,000	,000	,	,000	,013	
	N	29	31	33	33	33	33	33	
total exhib visitime	Korrelationskoeffizient	-,370*	,074	,438*	,554**	,755**	1,000	,322	
	Sig. (2-seitig)	,048	,692	,011	,001	,000	,	,068	
	N	29	31	33	33	33	33	33	
useage duration	Korrelationskoeffizient	-,058	-,285	,249	-,077	,427*	,322	1,000	
	Sig. (2-seitig)	,764	,121	,162	,668	,013	,068	,	
	N	29	31	33	33	33	33	33	

** Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 signifikant (2-seitig).

* Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 signifikant (2-seitig).

Tabelle 6.7.: smart.card - Nichtparametrische Korrelationen der Besucherverhaltensvariable

6.2. Auswertung der Umfrage



Abbildung 6.8.: smart.card - Streudiagramm der Besucherverhaltensvariable

6. Berechnung und Auswertung

(a) Mann-Whitney Test

(b) Kolmogorov-Smirnov Test

Tabelle 6.8.: Nichtparametrische Test der Gruppenunterschiede

von vornherein weniger an der Thematik interessiert. Die von einigen Besuchern geäußerte Bemerkung, dass die Ausstellung keine Highlights habe, erklärt möglicherweise die schlechteren Bewertungen der Kurz-Besucher. Highlights würden auch von diesen bemerkt werden und könnten die Erfahrung der Ausstellung verändern.“

6.2.3. Unterschiede der Besucherklassen

Aus den Daten der Umfrage wird ermittelt, ob die beiden Besucherklassen aus der gleichen Grundgesamtheit stammen.

Die wichtigsten Merkmale für eventuelle Unterschiede der beiden Stichproben sind:

Alter	<code>age</code>
Geschlecht	<code>gender</code>
Beruf	<code>profession</code>
Umgang mit dem Computer	<code>computeruse</code>
Bewertung der Ausstellung	<code>rating</code>
Interesse an der Ausstellung	<code>mwinterested</code>

Gleiche Grundgesamtheit Da die Verteilungen der Merkmale der Stichproben keiner Normalverteilung folgen, wird die Nullhypothese – beide Stichproben stammen aus der gleichen Grundgesamtheit – mit dem MANN-WHITNEY Test und dem KOLMOGOROV-SMIRNOV Test (*nichtparametrische* Tests) geprüft. Ergebnis siehe Tabelle 6.8. Das Ergebnis zeigt, dass einzig beim Populationsmerkmal des *Alters* die Nullhypothese mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,8% (Asymptotische Signifikanz beträgt 0,008) zurückzuweisen ist. Mit einer gewählten Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% ($< 0,05$) ist die Nullhypothese bei allen anderen Merkmalen nicht zu verwerfen.

Häufigkeitsverteilung der Altersangaben Das Diagramm 6.9 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der Angaben zu den Altersklassen der beiden Besucherklassen. Häufigkeiten der Altersklassen siehe Tabelle 6.9.

6.2. Auswertung der Umfrage

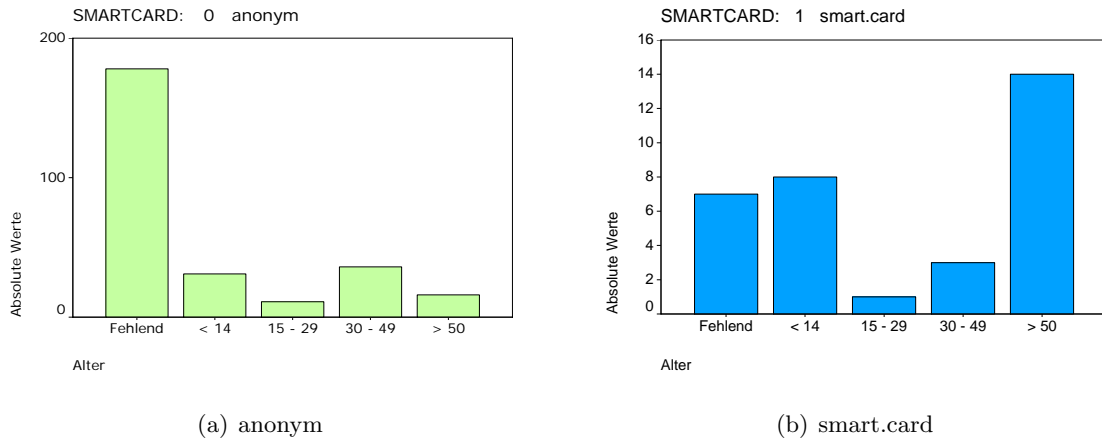


Abbildung 6.9.: Häufigkeitsverteilung der Altersangaben

age

SMARTCAR		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
anonym	Gültig	< 14	31	11,4	33,0
		15 - 29	11	4,0	44,7
		30 - 49	36	13,2	83,0
		> 50	16	5,9	100,0
		Gesamt	94	34,6	100,0
	Fehlend	unknown	178	65,4	
Gesamt		272	100,0		
smart.card	Gültig	< 14	8	24,2	30,8
		15 - 29	1	3,0	34,6
		30 - 49	3	9,1	46,2
		> 50	14	42,4	53,8
		Gesamt	26	78,8	100,0
	Fehlend	unknown	7	21,2	
Gesamt		33	100,0		

Tabelle 6.9.: Häufigkeiten der Altersangabe je Altersklasse

6. Berechnung und Auswertung

Das Publikum des TMW ist sehr jung;
Ca. 50% der Besucher sind unter 18 Jahre alt;
Ca. 10 % der Besucher sind zwischen 19 und 29 Jahre alt;
Ca. 15 % der Besucher sind zwischen 30 und 39 Jahre alt;
Ca. 15 % der Besucher sind zwischen 40 und 49 Jahre alt;
Ca. 10 % sind älter als 50 Jahre.

Tabelle 6.10.: Konzeptevaluation [NDP01] - Besucherprofil des TMW

Die Nullhypothese – beide Stichproben stammen aus der gleichen Grundgesamtheit – ist nur für in einem Merkmal signifikant zu verwerfen: dem *Alter*. Der Median der Gruppe der anonymen Besucher ist 30 - 49 Jahre und für die Gruppe der smart.card Besitzer liegt der Median bei über 50. Der Mittelwert für die anonymen liegt bei 15 - 29 und der anderen Gruppe bei 30 - 49 Jahren. Die an der Umfrage beteiligten anonymen Besucher sind im Mittel jünger als die an der Umfrage beteiligten Besucher mit smart.card.

Eine andere Erklärung der Kausalität ist die, dass bei den anonymen Besuchern der Anteil der *jüngeren* Teilnehmer an der Umfrage höher ist als der Anteil der Teilnehmer bei den smart.card Besuchern. Es kann hier ein *Selektionsproblem* auftreten, da der große Besucheranteil von Schülern normalerweise keine Karte kauft (siehe auch Altersprofil der Interviewten in [HS04]). Zum Vergleich dazu das Besucherprofil des TMW aus der Konzeptevaluation von Tabelle 6.10.

7. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Auswertung der Fragestellungen 4.1 werden in diesem Kapitel angeführt. Für zusätzliche Auswertungen, Diagramme und Tabellen, sei auf die Evaluationsstudie für das Technische Museum verwiesen: [HS04].

7.1. Nutzung der smart.card

7.1.1. Statistik der smart.card

Anzahl und Verkaufszahlen

Die Anzahl der aktivierten smart.cards beläuft sich zum Zeitpunkt des 15. Februars 2004 auf *1179 Karten*, davon sind *978 Profile* aktiv¹. 56 Testprofile sind von Mitarbeitern der Firma Imagination und des Technischen Museums Wien. Diese Profile werden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Knapp 400 Karten wurden bei Spezialveranstaltungen² ausgegeben.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 73] Wissen über die Karte und Motivation zum Kauf bzw. Nicht-Kauf der smart.card

Die Interviews erklären die geringer als erwartet ausfallenden Verkaufszahlen der Karten. Es sind dies: *Informations- und Marketingsdefizit* über die Karte (ein Drittel der Besucher war die Karte unbekannt), *fehlende Kaufmöglichkeit* in der Ausstellung (nur erhältlich am Museumseingang) und *Zeit- und Interessensmangel* für den Ausstellungsbesuch.

Besuche der Ausstellung und via Internet

Der Anteil der Besucher, der die Ausstellung über das Web besucht, beläuft sich inklusive den Besuchern der Spezialveranstaltungen auf 23,5%. Ohne Spezialveranstaltungen beläuft sich die Zahl der Besucher die ihren Digitalen Rucksack über das Web öffnen auf 41,8%. Siehe Abbildung 7.1.

Besuchsdauer in der Ausstellung

Aufgrund der fehlenden Information über den Zeitpunkt des Betretens und Verlassens der Ausstellung, ist eine exakte Ermittlung der Besuchsdauer nicht möglich. Mit dem erstmaligen Registrieren der smart.card in der Ausstellung und dem Zeitpunkt der letzten Abmeldung durch die Karte an einer Station, kann eine zeitliche Untergrenze der Besuchsdauer errechnet werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass der smart.card Besitzer nicht sofort die Ausstellung verlässt und dass er sich auch vor dem erstmaligen Gebrauch der Karte in der Ausstellung bewegt. Jedoch kann nicht davon ausgegangen werden, dass sich der smart.card Besitzer durchgehend in der Ausstellung aufhält.

¹Vor dem Beginn der Studie wurden Profile, die länger als 3 Monate inaktiv waren, gelöscht.

²Zu diesen zählen etwa der Telekom-Mitarbeiter Ausstellungsbesuch oder Galaabende für Sponsoren in der Ausstellung. Siehe A.13 auf Seite 169.

7. Ergebnisse

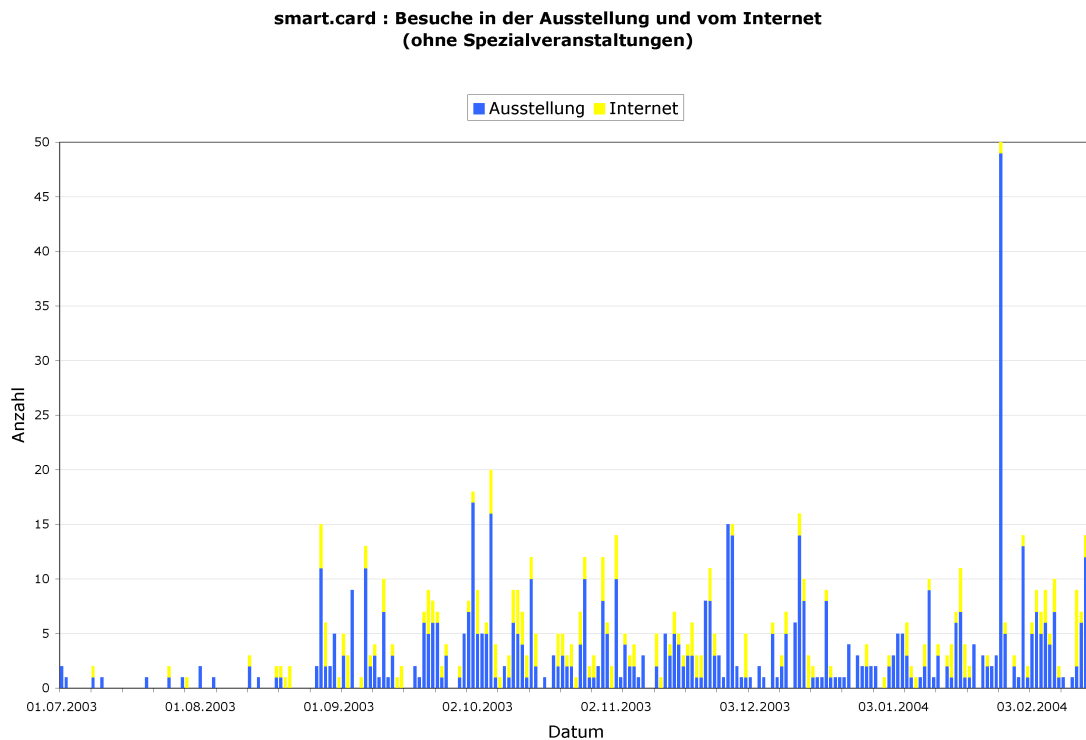


Abbildung 7.1.: smart.card - Besuche in der Ausstellung und via Internet

Mittlere Besuchsdauer der Besucher mit smart.card (ohne den Besuchern die an Spezialveranstaltungen teilnahmen): *56 Minuten* (als zeitliche Untergrenze). Zusammen mit den Besuchern, die zu Spezialveranstaltungen die Ausstellung besuchten, ergibt sich ein Durchschnitt von 61 Minuten (als zeitliche Untergrenze).

Interpretation: Die unterschiedliche Besuchsdauer zeigt, dass Besucher von Spezialveranstaltungen länger, als die durchschnittlichen Kartenbesitzer, die Ausstellung besuchen.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 107] Bewertung der Ausstellung durch die Befragten

Die Abbildung 7.2 zeigt, dass smart.card Besitzer mehr Zeit in der Ausstellung verbringen (45 Min. bis 3 Std.), während Nicht-Besitzer meist nur 10 bis maximal 45 Minuten bleiben. Die Statistik bestätigt dieses Ergebnis der Interviews, da im Mittel zwischen der ersten Nutzung einer smart.card und der letzten Nutzung (an einem Tag) 56 Minuten liegen.

Verteilung der Besuchsdauer und Anzahl der Sitzungen mehrere Besuche pro Besucher *einzel*n gewertet: In dem oberen Diagramm 7.3 ist die prozentuelle Verteilung der Besuchsdauer (in 10 Minuten Intervalle eingeteilt) pro Besuch dargestellt (ohne Spezialveranstaltungen). Ein Balken zwischen zwei Skalierungsschritten repräsentiert die Häufigkeit von Besuchern in diesem Intervall. Das untere Diagramm zeigt die Anzahl der Sitzungen pro Besuch in Prozent.

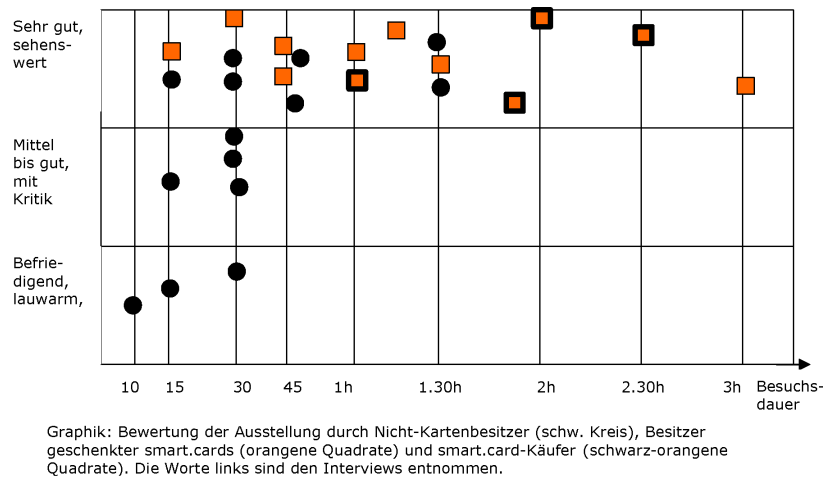


Abbildung 7.2.: Bewertung der Ausstellung durch die befragten Besucher und der angegebenen Dauer des Besuchs [HS04, Seite 107]

Interpretation: Dass rund 25% der Besucher die eine smart.card besitzen kürzer als 10 Minuten im Informationssystem der Ausstellung angemeldet sind, folgt daraus, dass jeder Besuch einzeln gewertet wird. Das erklärt auch die hohe Anzahl der Besuche mit nur einer Sitzung, denn ein Teil des Publikums besucht die Ausstellung mehrmals an verschiedenen Tagen.

Verteilung der Besuchsdauer und Anzahl der Besuche mehrere Besuche pro Besucher *zusammengefasst*: In dem oberen Diagramm der Abbildung 7.4 ist die Verteilung der Besuchsdauer (in 10 Minuten Intervallen eingeteilt) pro Besucher zu sehen (ohne Spezialveranstaltungen). Das untere Diagramm der Abbildung 7.4 zeigt die Aufteilung der Anzahl der Ausstellungsbesuche pro smart.card Besitzer.

Interpretation: Jeder 6. Besucher mit smart.card benutzt die Karte nur maximal 10 Minuten und jeder 7. smart.card Besitzer besucht öfters als einmal die Ausstellung.

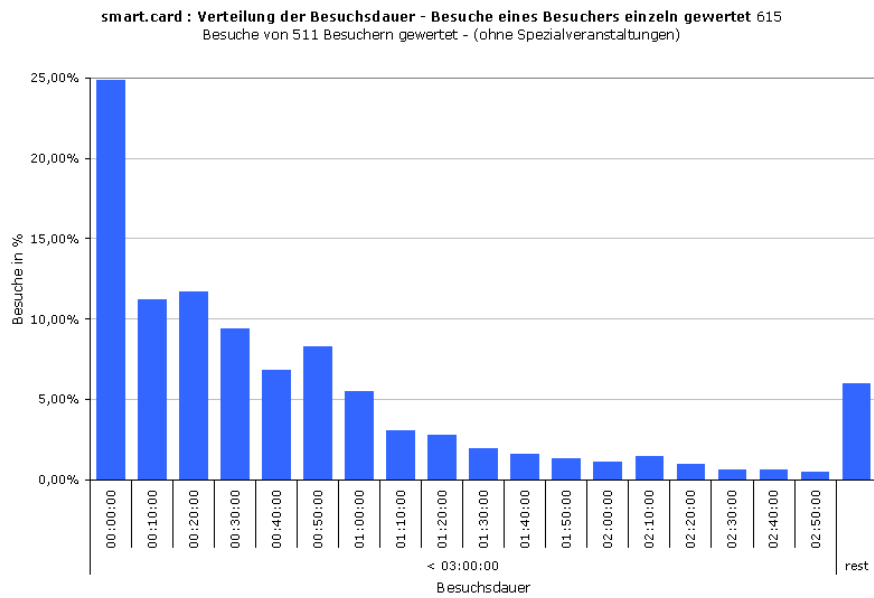
Besuchsdauer via Web

Hier ergibt sich die Besuchsdauer aus der Summe der einzelnen Sitzungen. Die Datenbasis weist hier, bedingt durch die Technologie, mehr Datenfehler auf, genauer: nicht geschlossene Sitzungen. Dass nicht alle Webzugriffe eines Besuchers gewertet werden können, beeinträchtigt die Zuverlässigkeit der verbleibenden Datensätze und reduziert die auswertbare Datenbasis.

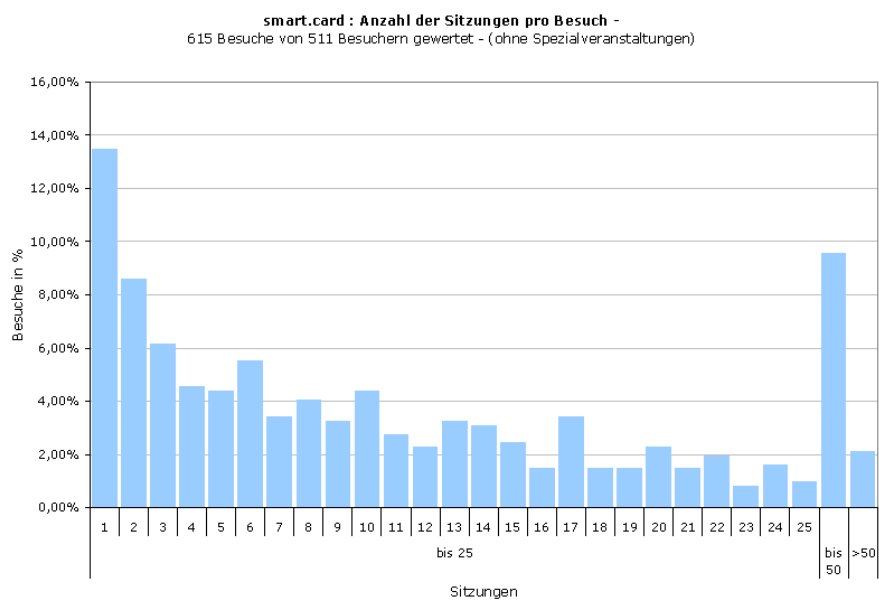
Mittlere Besuchsdauer eines Besuches: Das Diagramm 7.5 zeigt die prozentuelle Aufteilung der Besuchsdauer eines Besuchs via Web. Das Verhalten der Besucher von Spezialveranstaltungen wird als nicht abweichend von anderen Besuchern eingeschätzt und deshalb zusammen ausgewertet. Die mittlere Dauer eines Besuchs über das Internet dauert 4,5 Minuten (4:38 min). Die mittlere Zugriffsdauer pro Besucher (Summe all seiner Besuche) beträgt rund 12 Minuten (11:56 min).

Anzahl der Besuche via Web: Im Diagramm 7.6 ist die prozentuelle Verteilung der Anzahl der

7. Ergebnisse



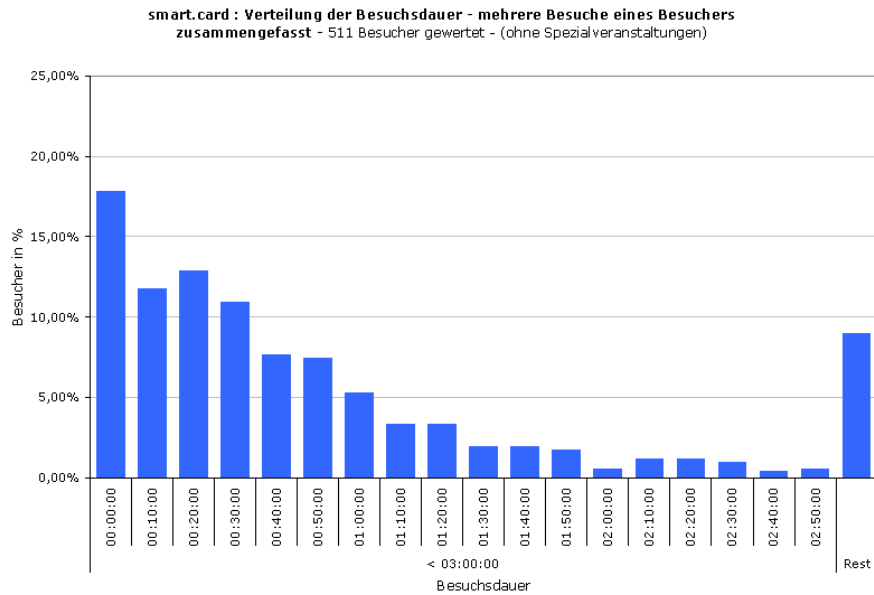
(a) Verteilung der Besuchsdauer



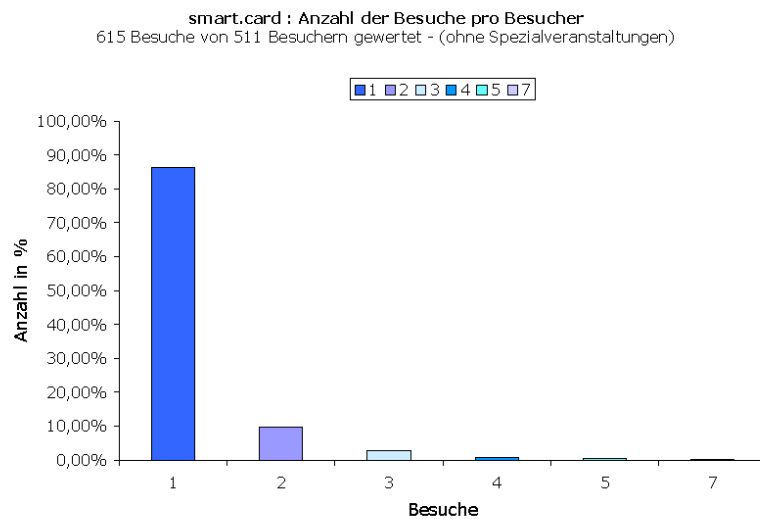
(b) Anzahl der Sitzungen

Abbildung 7.3.: smart.card - Besuchsverhalten je Besuch

7.1. Nutzung der smart.card



(a) Verteilung der Besuchsdauer



(b) Anzahl der Besuche

Abbildung 7.4.: smart.card - Besuchsverhalten für mehrere Besuche

7. Ergebnisse

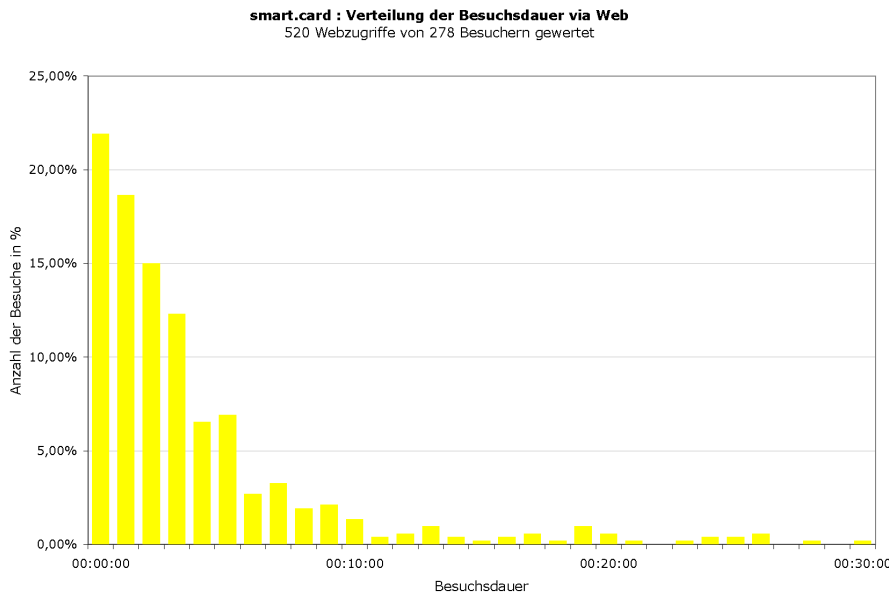


Abbildung 7.5.: smart.card - Mittlere Besuchsdauer via Web

Webzugriffe dargestellt. Die Angabe über den Prozentsatz bezieht sich rein auf die Zugriffe via Web.

Interpretation: Zwei Drittel der smart.card Besitzer sehen ihr Profil öfter als einmal ein. Der genau Grund dafür wurde nicht explizit ausgewertet. Gründe dafür können sein: Kommunikation mit anderen Besucher mittels Botschaften, Einsehen der gespeicherten Profilinehalte, Beobachten der Besucherfluktuation an den Stationen.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 75] Internet-Zugriff

„Alle (der befragten Besucher), die sich eine Karte kauften oder geschenkt bekamen, wollen über Internet auf ihr digitales Profil zugreifen, Inhalte ausdrucken oder verschicken, die Daten der Familie, Kollegen oder Schulkameraden (die nicht an dem Ausflug teilnehmen konnten) zeigen.“

„Auffallend ist dabei jedoch eine allgemeine Skepsis, ob das Runterladen der Daten auch tatsächlich funktionieren wird.“

7.1.2. Inhalte des Digitalen Rucksacks

Inhalte des Digitalen Rucksacks

Profilinhalt: Das Diagramm 7.7 auf der nächsten Seite zeigt die prozentuelle Verteilung des Profilinehaltes (Dateien³, Lesezeichen, Botschaften).

Interpretation: Den größten Teil der Profilinehalte betragen die Dateien. Dies entspricht auch dem Angebot der Ausstellung durch Interaktiva, Installationen und Anwendungen Medieninhalte selbst zu erzeugen und zu speichern.

³Zu den Dateien werden auch die Spielstände und die Animationen gezählt.

7.1. Nutzung der smart.card

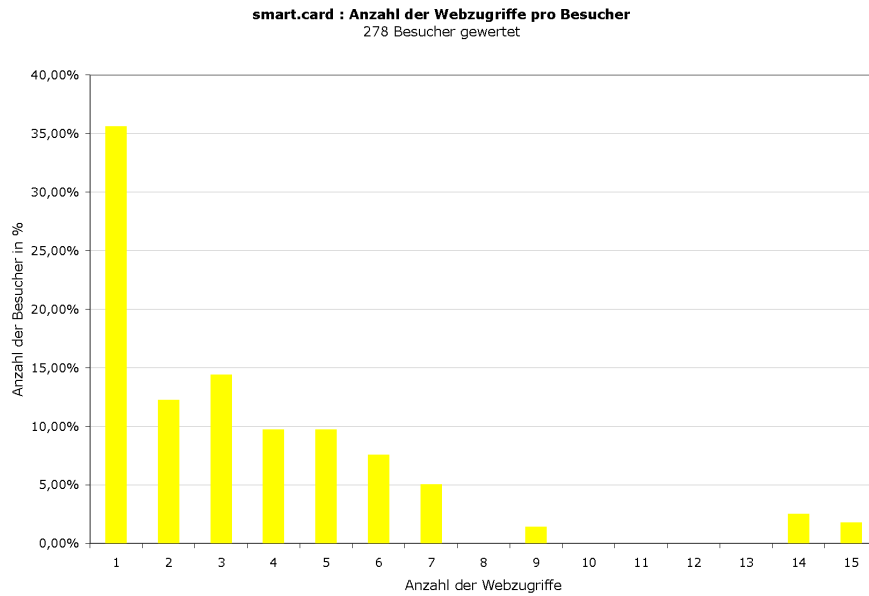


Abbildung 7.6.: smart.card - Anzahl der Besuche via Web

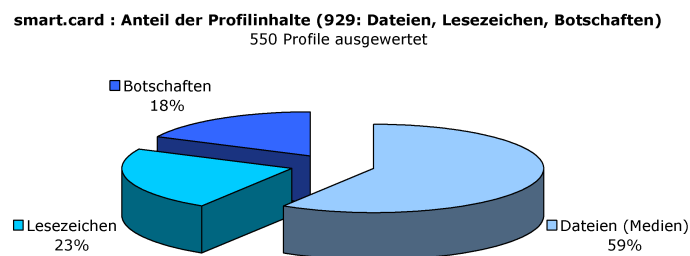


Abbildung 7.7.: smart.card - Aufteilung des Profilinhalts

7. Ergebnisse

smart.card : Prozentuelle Aufteilung der gespeicherten Medien (929) des Profils
pro Dateiklasse - 550 Profile gewertet

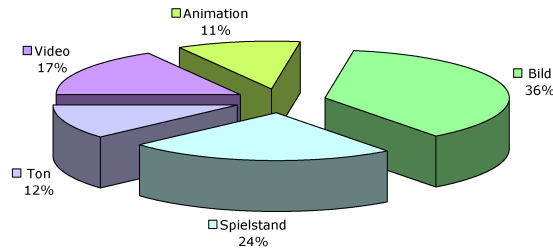


Abbildung 7.8.: smart.card - Aufteilung der Profildateiklassen

Dateien des Digitalen Rucksacks

Anteile der Profildateien pro Dateiklasse: Das Diagramm 7.8 zeigt die prozentuelle Verteilung der Profildateien.

Interpretation: Der hohe Anteil an gespeicherten Spielergebnissen, zeigt eine hohe Beteiligung an den Spielen des Digitalen Raumes.

Anteile des Profilinhalts pro Datei: Das Diagramm 7.9 zeigt die prozentuelle Aufteilung der gespeicherten Inhalte auf die einzelnen Dateien und den jeweiligen Dateikategorien (farblich gekennzeichnet). Gewertet wurde der Inhalt aller aktiven Profile (abzüglich der Testprofile).

Lesezeichen

Anzahl der Lesezeichen pro Profil: Das Diagramm 7.10 zeigt die prozentuelle Aufteilung der Anzahl der Lesezeichen (484 - bezogen auf die Anzahl der Benutzerprofile mit mindestens einem gespeicherten Lesezeichen: 173). Die maximal zulässige Anzahl der gespeicherten Lesezeichen beträgt 10.

Interpretation: Ein großer Teil der smart.card Besitzer belässt es mit einem gespeicherten Lesezeichen. Die Ursache dafür könnten Bedienungsprobleme sein: die Möglichkeit des Speicherns der Lesezeichen ist zu unauffällig und wird nur zufällig benutzt; der falsche Eindruck entsteht alle Zellen könnten auf einmal gespeichert werden.

Verteilung der Lesezeichen pro Zeitepoche und Station: Das Diagramm 7.11 zeigt die Verteilung der Lesezeichen pro Zeitepoche der medien.matrix, die pro Station gespeichert wurden. Die Lesezeichen werden pro medien.matrix Zelle gesetzt und sind hier für jede der 13 Epochen zusammengefasst. Die Unterteilung einer Epoche in die 10 Themen wird hier nicht getroffen.

Interpretation: Die Infoterminals stehen im Kontext mit der Ausstellung und fokussieren, je nach ihrem physischen Standpunkt, einen anderen zeitlichen und thematischen Ausschnitt der medien.matrix. Der Häufungspunkt der gesetzten Lesezeichen korreliert mit dem jeweiligen thematischen Fokus des Infoterminals. Die Nummerierung

7.1. Nutzung der smart.card

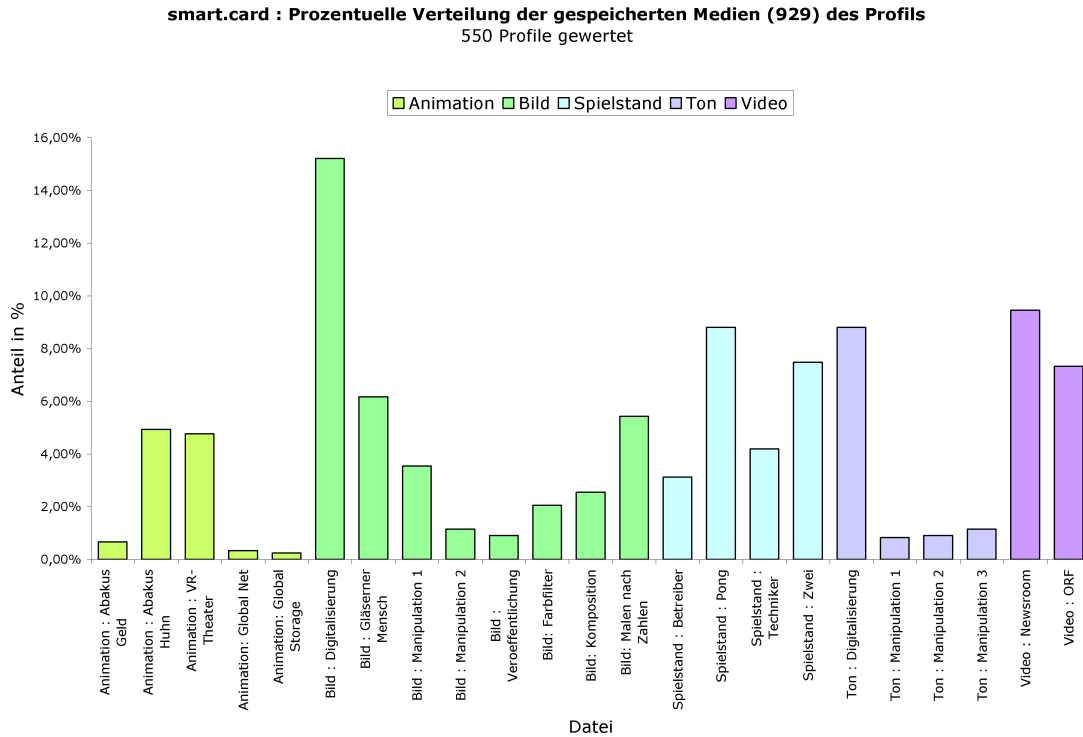


Abbildung 7.9.: smart.card - Anteile der Profillinhalte pro Datei

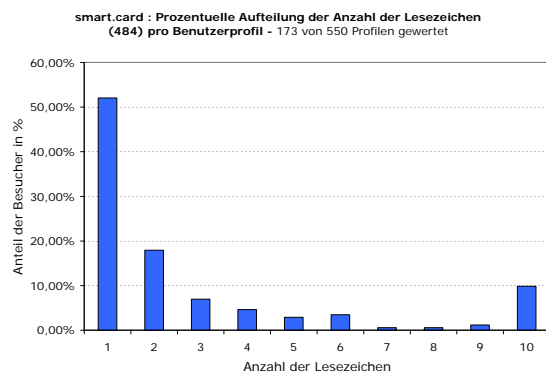


Abbildung 7.10.: smart.card - Anzahl der Lesezeichen pro Profil

7. Ergebnisse

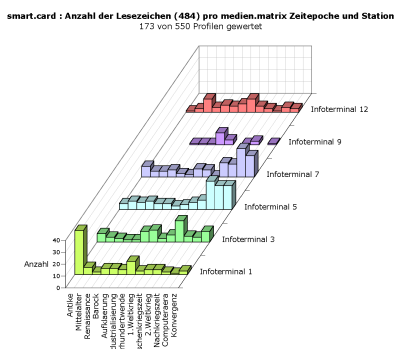


Abbildung 7.11.: smart.card - Lesezeichen pro Zeitepoche und Station

der Infoterminals ist im Uhrzeigersinn (mit der 1) beginnend mit dem Standort Antike/Speicherung über Konvergenz, und wieder zurück zur Antike/Übermittlung. So ist z.B. für die Infoterminals 5 und 7, die am Ende der Ausstellung in hinteren Bereich lokalisiert sind (Multimedia, Konvergenz), die Häufung der gesetzten Lesezeichen in den Epochen Nachkriegszeit bis Konvergenz eindeutig erkennbar.

Botschaften

Die Gesamtanzahl der *derzeit* gespeicherten Botschaften (ohne den bereits gelöschten und den von Testbenutzern verfassten) bezieht sich auf 376, davon 33,9% gelesen und 66,1% ungeöffnet.

Verteilung der gesendeten Botschaften: Das Diagramm 7.12 zeigt die Prozentzahl der gesendeten Botschaften, aufgeteilt auf die Stationen von denen gesendet wurde. Zusätzlich wird zwischen den bereits gelesenen und noch nicht gelesenen unterschieden. Bei der Station Internet handelt es sich um den Zugriff auf den Digitalen Rucksack via Web.

Interpretation: Viele gelesene Botschaften werden gelöscht, so sind nur in etwa 57% der insgesamt versendeten Botschaften in den Profilen gespeichert. Die Botschaften müssen geöffnet und damit auch notwendigerweise gelesen werden, damit sie gelöscht werden können. Daraus ergibt sich, dass in etwa 37,7% aller Botschaften noch nicht geöffnet wurden. Siehe 7.1.3 auf Seite 110.

Neben den Stationen des Digitalen Raumes werden auch die Portalterminals (Leitsystem) häufig benutzt um Botschaften zu versenden. Die auffällig hohe Zahl von nicht

7.1. Nutzung der smart.card

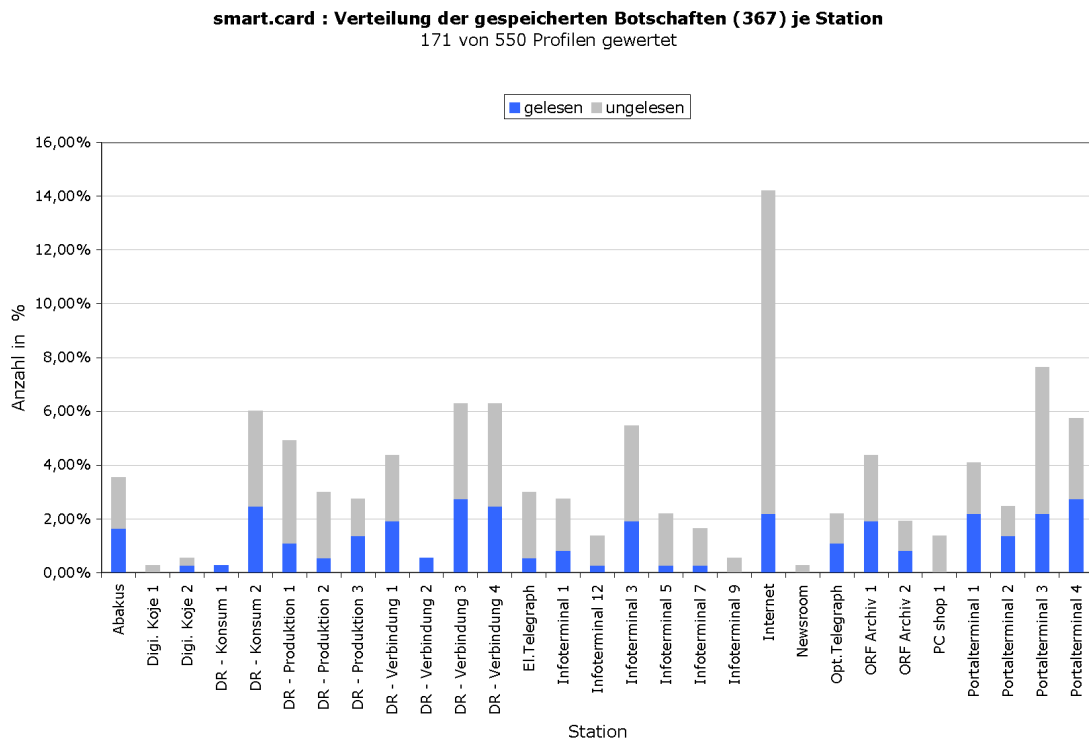


Abbildung 7.12.: smart.card - Verteilung der gesendeten Botschaften

gelesenen Botschaften (vergleiche auch die Botschaften, die über das Internet verfasst wurden), kann daher kommen, dass auch noch nach Beenden des Ausstellungsbesuches, der Besucher bis zum Ende des Tages in der Adressatenliste angeführt bleibt. Der Besucher sieht nicht wann ein Adressat zuletzt angemeldet war.

Anekdote Mit dem Digitalen Rucksack ist es möglich den Aufenthalt der Kartenbenutzer über das Internet zu beobachten und ihren Weg durch die Ausstellung zu verfolgen. Ich beobachtete einen Besucher, der zusammen mit einer zweiten Kartenbesitzerin durch die Ausstellung wanderte. Nach dem Senden einer Begrüßungsbotschaft an den unbekanntenen Besucher teilte ich ihm mit, ich könne ihn über das Internet sehen (seinen Aufenthalt in der Ausstellung). Der Besucher antwortete, ich solle ihm doch sagen, welche Haarfarbe er hätte. Ohne gegen das Datenschutzrecht verstoßen zu wollen und in der Datenbank sein gespeichertes Portraitbild zu beschreiben, antwortete ich, dass ich nur sehen könne, wo er sich gerade aufhält (Digitaler Raum). Daraufhin sendete er mir sein Portraitbild aus der Digitalisierungskoje zusammen mit schönen Grüßen.

7.1.3. Aktivität der smart.card

Profileinstellungen

Icon, Ton, Sprache, Farbe: Es ist nur innerhalb der Ausstellung möglich die Profileinstellungen zu ändern. Seit der Aufzeichnung der Profilaktivität haben 256 von 923 (aktiven)

7. Ergebnisse

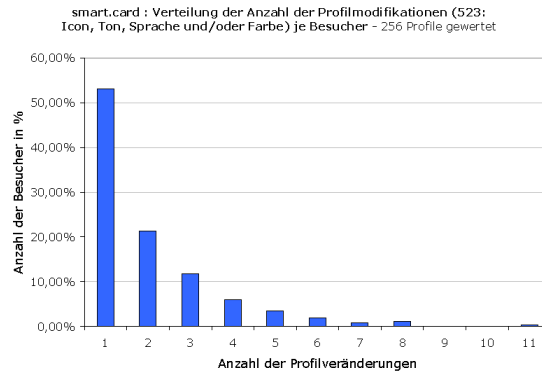


Abbildung 7.13.: smart.card - Profileinstellungen (Icon, Ton, Sprache, Farbe)

Profilen ihre Profileinstellungen verändert, das sind *27,7%* der Besucher. Ohne Spezialveranstaltungen: *49,5%* der Besucher (256 von 517 Profilen).

Das Diagramm 7.13 zeigt die Verteilung der Anzahl der Modifikationen (eines oder mehrere folgender Einstellungen: Icon, Ton, Sprache und/oder Farbe). Die Hälfte der Besucher modifizieren die zufälligen Standardeinstellungen, auf diese bezieht sich die Prozentangabe des Diagramms.

Interpretation: Ungefähr die Hälfte jener Besucher die ihr Profil individualisieren, ändern ihre Identitäten öfters als einmal.

Benutzername: Etwa *23%* der Besucher (inklusive Spezialveranstaltungen) ändern ihren Namen und *41,0%* der regulären Besucher (2 von 5 Besuchern mit smart.card).

Speichern und Löschen

Im Zeitraum der Aktivitätsauswertung (Start der Interaktionserfassung) vom 10. August 2003 bis zum 15. Februar 2004 wurden folgende Aktivitäten der Profilinhalte aufgezeichnet:

Dateien: Es wurden 1334 Dateien in den Profilen gespeichert. Die momentane Anzahl der gespeicherten Dateien beläuft sich auf 1168. Rund *87,6%* der erzeugten Dateien bleiben dauerhaft gespeichert.

Botschaften: Es wurden 632 Botschaften versendet. Die momentane Anzahl der gespeicherten Botschaften beläuft sich auf 357, das sind rund *56,5%* aller versendeten Botschaften. Von den gespeicherten Botschaften sind *66,1%* ungeöffnet, daraus ergibt sich der Gesamtanteil von *37,7%* ungeöffneten Botschaften.

Lesezeichen: Die Anzahl der erzeugten Lesezeichen entspricht ziemlich genau der Anzahl der momentan gespeicherten Lesezeichen. Fast alle der erzeugten Lesezeichen sind nach wie vor in den Profilen gespeichert.

Empfehlungen des Leitsystems

Die Empfehlungen können über den Digitalen Rucksack an jeder Station, von Kartenbesitzern, angefordert werden. Die Empfehlungen sind von der Ausstellung und der medien.matrix verfügbar.

Arten der Empfehlungen:

- „Das Interessanteste für mich“ – für die Ausstellung sowie für die medien.matrix
- „Die Besucherstatistik“ – für die Ausstellung sowie für die medien.matrix
- „Die populärsten Ausstellungsthemen“ – ermittelt aus dem Voting, nur für die Ausstellung

„Das *Interessanteste für mich*“: Die Abbildung 7.14 zeigt die, aus dem individuellen Besucherverhalten (Besuch der Stationen) ermittelten Empfehlungen für weitere Stationsbesuche. Die Gewichtung ist durch den Kontrast und die Transparenz kodiert.

Interpretation: Die graphisch kodierten Empfehlungen des Digitalen Rucksacks für die Ausstellung stimmen mit den ermittelten statistischen Auswertungen der Sitzungen (siehe Diagramm 7.23) überein.

Die Empfehlungen für die medien.matrix korrespondieren mit der Zugriffsstatistik der smart.card Besitzer auf die Zellen der medien.matrix siehe B.1. Die in der medien.matrix verzerrte Empfehlung der Antike LINIE ist durch Testprofile (Techniker) entstanden und wurde bei der Auswertung der Zugriffe auf die medien.matrix Zellen (für alle Besucher) herausgefiltert.

Verteilung der Empfehlungsanfragen pro Stationsklasse: Das Diagramm 7.15 zeigt die Verteilung der Empfehlungsanfragen⁴ (396 gesamt) pro Stationsklasse in Prozent. Ganz rechts zu sehen ist die Stationsklasse Internet, zu dieser Stationsklasse werden alle Empfehlungsanfragen aus dem Web summiert.

Interpretation: Man kann klar den Digitalen Raum (10 Stationen) als Stationsklasse mit den meisten Anfragen innerhalb der Ausstellung erkennen. Auffallend ist auch der 2. Rang der Klasse Leitsystem, mit seiner anteilig geringen Anzahl von Stationen.

Die Anzahl der Stationen je Stationsklasse ist nicht gleich, die Anfrageverteilung muss im nächsten Schritt auf die Anzahl der Stationen bezogen werden.

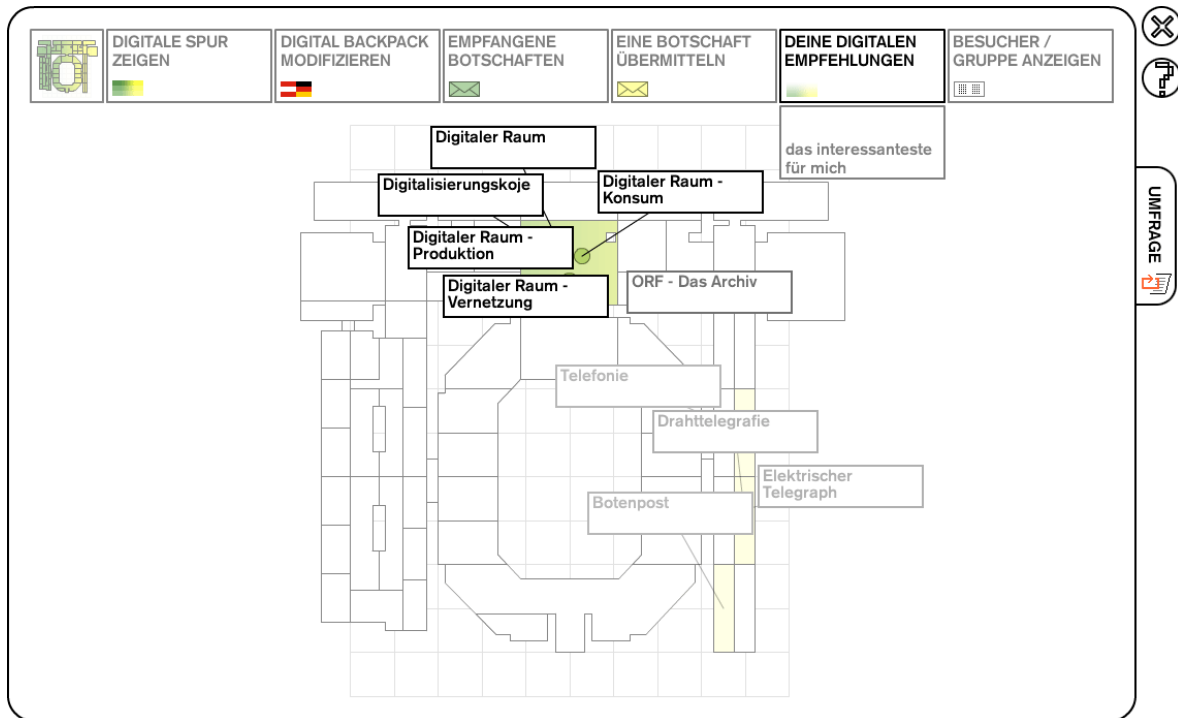
Verteilung der Empfehlungsanfragen gemittelt für eine Station pro Stationsklasse: Das Diagramm 7.16 zeigt die Verteilung der Empfehlungsanfragen, gemittelt für *eine* Station einer Stationsklasse (Anfragen via Web von außerhalb der Ausstellung wird hier nicht dargestellt). Siehe Anzahl der Stationen pro Stationsklasse 1.2 auf Seite 15.

Interpretation: Ein Drittel aller Empfehlungsanfragen der Ausstellung werden von einer Station des Leitsystems angefordert.

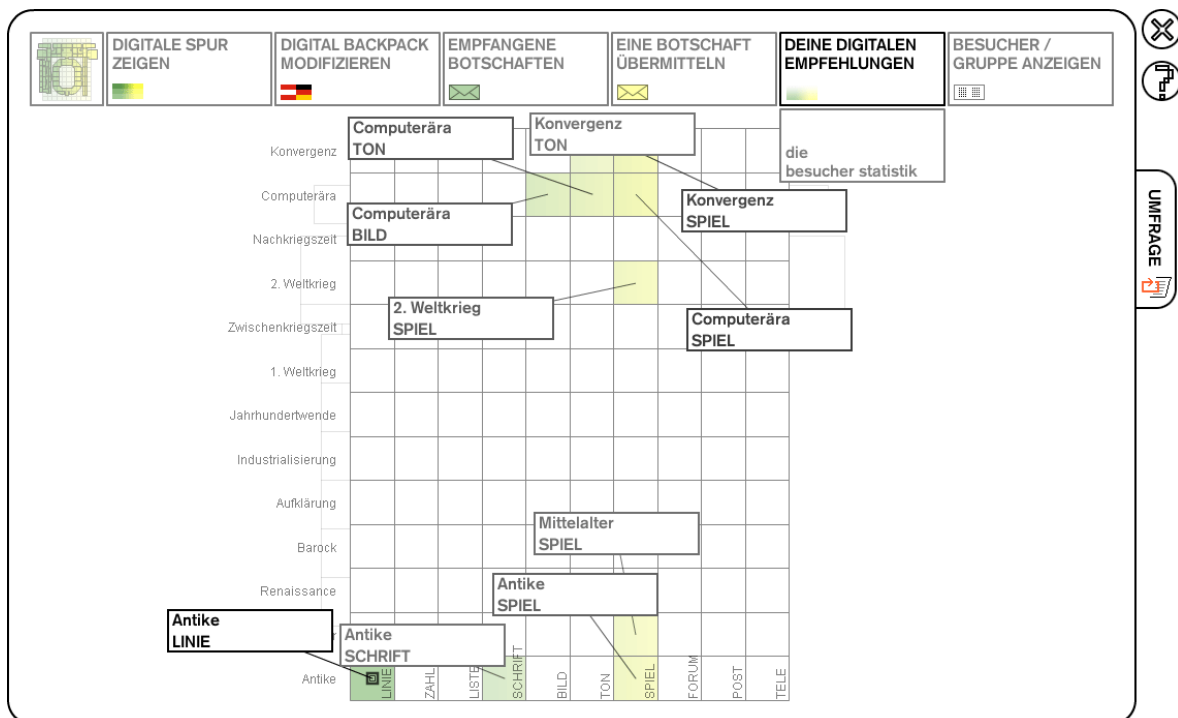
Profileintrag der Empfehlungen – zuletzt angefragte Empfehlung: Etwa 24,6% der smart.card Besitzer haben die Funktion Empfehlung verwendet (im Zeitraum vom 21. Oktober 2003

⁴Im Folgenden wird auf die Frage nach dem Ursprung der Empfehlungsanfragen eingegangen, d.h. von welcher Station aus die Empfehlung angefragt wurde (Empfehlungsanfrage).

7. Ergebnisse



(a) Individuelle Empfehlung



(b) Statistik der Zugriffe auf die Zellen der medien.matrix

Abbildung 7.14.: smart.card - Ansicht der Empfehlung des Leitsystems im Digitalen Rucksack

7.1. Nutzung der smart.card

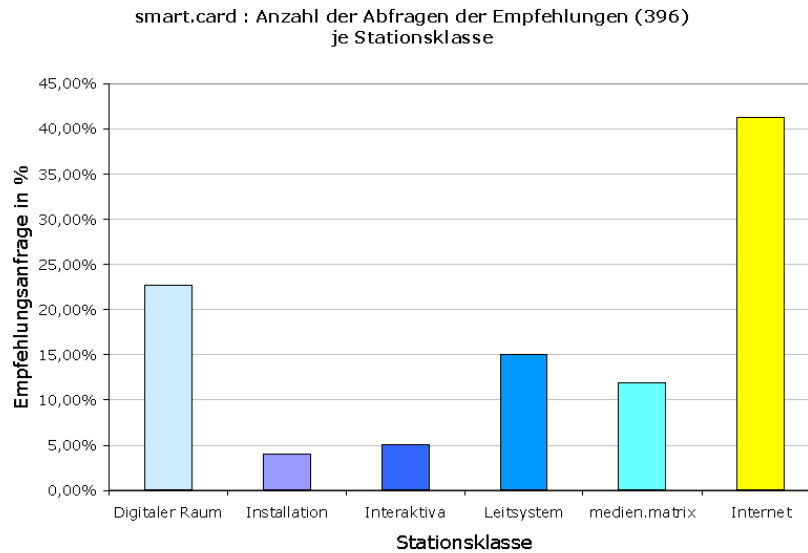


Abbildung 7.15.: smart.card - Empfehlungsanfragen pro Stationsklasse

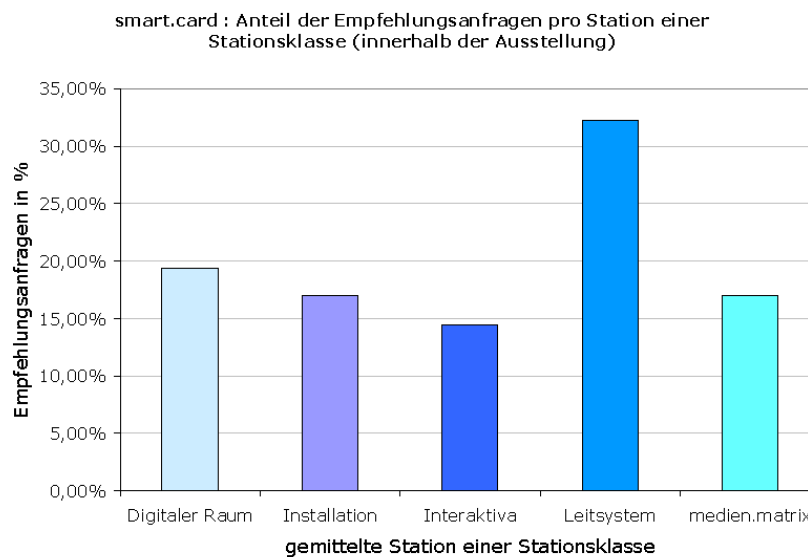


Abbildung 7.16.: smart.card - Empfehlungsanfragen gemittelt für eine Station pro Stationsklasse

7. Ergebnisse

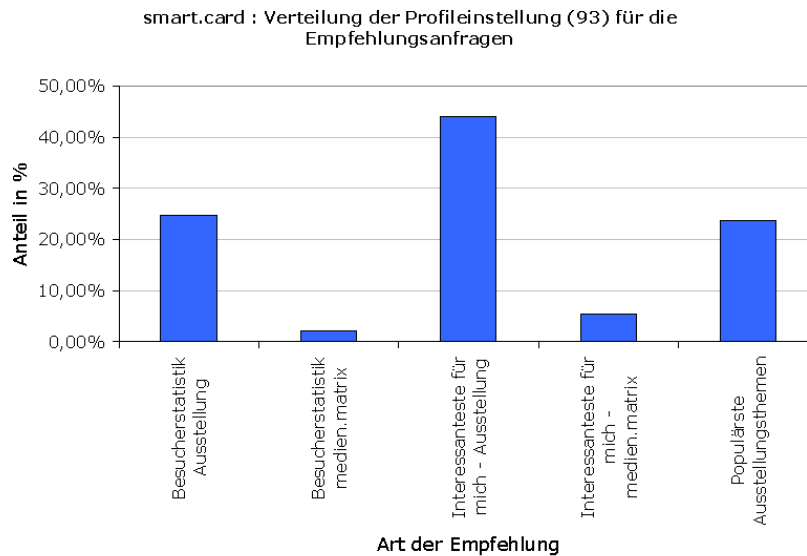


Abbildung 7.17.: smart.card - Profileintrag der Empfehlungen

bis 15. Februar 2004). Das Diagramm 7.17 zeigt die prozentuelle Verteilung der im Profil gespeicherten (zuletzt angefragten) Empfehlung⁵.

Interpretation: Die Art der Empfehlung wird beim Aufruf der Empfehlungsfunktion bei allen Terminals standardmäßig für die Ausstellung dargestellt (außer bei den Infoterminals, hier wird die Empfehlung für die medien.matrix dargestellt). Damit ergibt sich eine Verzerrung der Datenbasis zugunsten der Empfehlungsanfragen für den Ausstellungsbereich. Um den exakten Anteil der Empfehlungen für die Ausstellung und für die medien.matrix zu ermitteln, müssen die Anfragen aus den Protokolldateien ermittelt werden und nicht der Profileintrag für die zuletzt angefragte Empfehlung.

Voting – Abstimmen für das Lieblingsthema

Das Voting ist unabhängig von der smart.card für jeden Besucher innerhalb des Digitalen Raums zugänglich. Durch das Wählen der beliebtesten Ausstellungsthemengebiete werden die populärsten Themengebiete ermittelt und über die Empfehlungsfunktion anderen Besuchern weiter empfohlen.

Die Gesamtanzahl der Besucher die sich an der Abstimmung beteiligt haben, beläuft sich auf 143. Etwa 80% der Beteiligten sind anonyme Besucher und 20% der Beteiligten sind Besucher mit smart.card.

Interpretation: Auf die absolute Besucherzahl bezogen, ist der Anteil der Kartenbesitzer an der Abstimmung höher als der Anteil der anonymen Besucher. Die Kartenbesitzer neigen eher dazu, über die Ausstellung abzustimmen.

⁵Anderer Auswertungszeitraum durch Software Anpassung: 21 Oktober 2003 bis 15.Februar 2004

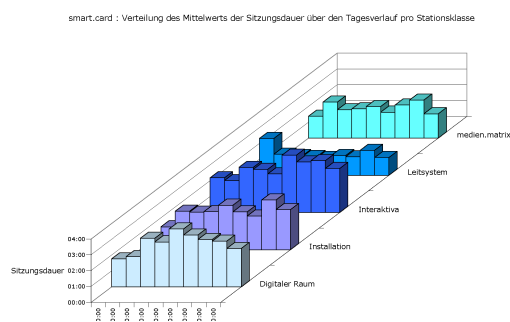


Abbildung 7.18.: smart.card - Tagesverlauf der mittleren Sitzungsdauer einer Stationsklasse

7.1.4. Sitzungsdauer

Jede Sitzung⁶ wird durch den Zeitpunkt der Erfassung des An- und Abmeldens mittels Karte in der Systemdatenbank festgehalten. Für die Auswertung der Sitzungen werden mögliche aufeinander folgende Sitzungen (Sequenzen) hier *nicht* betrachtet. Für die Auswertung der erfassten Interaktionen (Interaktionssitzungen) an den Stationen werden auch die Sitzungssequenzen untersucht. Siehe 7.2.2 auf Seite 123.

Tagesverlauf der mittleren Sitzungsdauer einer Stationsklasse Mittelwert der Stationen einer Klasse: Das Diagramm 7.18 zeigt die durchschnittliche Dauer der Sitzungen pro Stationsklasse während des Tagesverlaufes (in Stunden Schritten eingeteilt). Die Ausstellung ist von 9 Uhr morgens bis 18 Uhr abends zugänglich. Sitzungen die außerhalb dieser Öffnungszeiten stattgefunden haben werden nicht dargestellt.

Interpretation: Die Stationen des Digitalen Raumes sind zur Mittagszeit beliebter, wahrscheinlich wegen den hier anzutreffenden Sitzmöglichkeiten. Der Nachmittag ist demnach die am meisten besuchte Tageszeit.

Mittlere Sitzungsdauer pro Stationsklasse: Das Diagramm 7.19 zeigt die mittlere Sitzungsdauer einer Stationsklasse.

Interpretation: Die Art der Anwendung der verschiedenen Stationen bedingt unterschiedliche Nutzungsverhalten und somit auch eine unterschiedliche Sitzungsdauer. Eine Korrelation zwischen dem Umfang der angebotenen Information und der Dauer der

⁶Die Anzahl der Sitzungen (Stichprobe) der folgenden Auswertungen beträgt 8277.

7. Ergebnisse

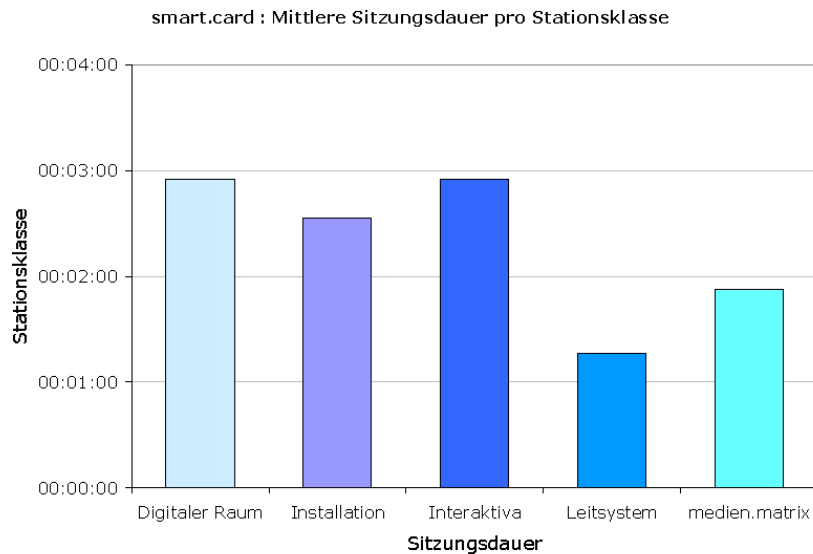


Abbildung 7.19.: smart.card - Mittlere Sitzungsdauer pro Stationsklasse

Sitzung ist allerdings nicht erkennbar. Vielmehr scheint es, dass Stationen mit interaktiven Inhalten intensiver genutzt werden. Die Sitzungsdauer hängt jedoch von vielen Parametern ab, wie die Anzahl der Stationen oder die Sitzmöglichkeiten. Die Interaktiva sind immer nur einmal vorhanden, im Gegensatz zur medien.matrix, die sechsmal (Leitsystem fünfmal) vorhanden ist und deshalb die Gesamtsitzungsdauer zwischen den Stationen aufgeteilt ist.

Gesamtsumme der Sitzungsdauer pro Stationsklasse: Im Diagramm 7.20 ist die Verteilung der Summe der Sitzungsdauer aller Sitzungen pro Stationsklasse in Prozent dargestellt.

Interpretation: Die Verteilung der Summe der Sitzungsdauer folgt nicht unmittelbar aus der mittleren Sitzungsdauer. Das bestätigt die Annahme, dass unterschiedlichen Stationen auch unterschiedliches Verhalten in der Nutzungsdauer bedingen. Auch hier sei darauf hingewiesen, dass die Anzahl der Stationen im Digitalen Raum höher ist als bei anderen Stationsklassen. Interaktiva und Installationen sind einzelne unterschiedliche Anwendungen im Gegensatz zur medien.matrix und Leitsystem. Die Stationsklasse der Interaktiva besteht aus 4, die der Installationen aus 6 und die des Digitalen Raumes aus 9 (3 Kategorien) unterschiedlichen Anwendungen⁷. Das impliziert eine nicht ad hoc vergleichbare Nutzungsdauer der Stationsklassen.

Mittlere Sitzungsdauer pro Station: Das Diagramm 7.21 zeigt die mittlere Sitzungsdauer pro Station gemittelt über alle Besucher mit smart.card.

Interpretation: Die Sitzungen an den Stationen des Digitalen Raumes dauern im Mittel

⁷Das Ergebnis heißt also nicht, dass z.B. eine Installation zweimal solange benutzt wird wie die Station medien.matrix, sondern die Nutzungsdauer der Installationen müsste auf 6 unterschiedliche Stationen, im Gegensatz zum Infoterminal/medien.matrix - 6 gleiche Stationen - aufgeteilt werden.

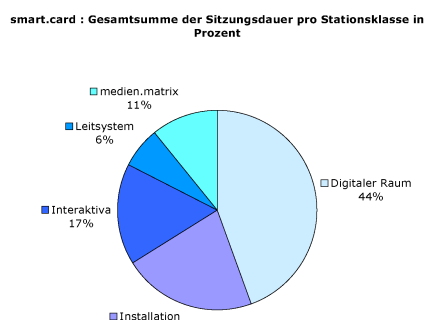


Abbildung 7.20.: smart.card - Gesamtsumme der Sitzungsdauer pro Stationsklasse

länger als die Sitzungen an den Stationen der Interaktiva, der Infoterminals und der des Leitsystems.

Summe der Sitzungen pro Station: Das Diagramm 7.22 zeigt die Aufteilung der Gesamtsumme aller Sitzungen der Besucher, pro Station in Prozent.

Interpretation: Die Anwendung der Installation Newsroom bedingt eine hohe Nutzungsdauer durch das Aufzeichnen und Abspielen von Videos. Die hohe Summe der Sitzungsdauer bei dieser Installation ist ein Indiz für ihre große Popularität.

Anzahl der Sitzungen pro Station: Das Diagramm 7.23 zeigt die Verteilung der Anzahl der Sitzungen gemittelt über alle Besucher, pro Station in Prozent.

Interpretation: Es lässt sich deutlich die Popularität der Installation Newsroom erkennen. Die Anzahl der Sitzungen an den Portalterminals zeigt, dass die Besucher mit smart.card diese oft nutzen, um ihren Digitalen Rucksack zu öffnen. Siehe 7.1.3 auf Seite 111.

7.1.5. Startbereich der Besucherpfade

Wir gehen von der Annahme aus, dass die erstmalige Erfassung der Karte am Beginn der Ausstellung, an einen der drei mögliche Zutrittsbereiche, stattfindet (linker Trakt die Speicherung, in der Mitte die Galerie und rechter Trakt die Übermittlung).

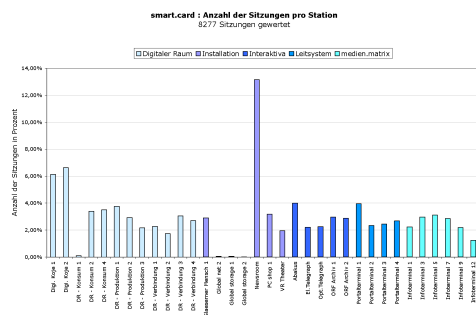


Abbildung 7.23.: smart.card - Anzahl der Sitzungen pro Station

Anfangsstation des Besucherpfades: Dargestellt ist die prozentuelle Verteilung der Anzahl der Besucher auf die Stationen, an denen die Karte zum ersten Mal erfasst wurde. Siehe Abbildung 7.24 auf der nächsten Seite.

Interpretation: Die Annahme erweist sich als nicht richtig. Zwar benützt ein großer Teil der Besucher die Karte an den Stationen Abakus Portalterminal 1 und Infoterminal 1 (am Eingang Speicherung), aber die Hälfte aller Karten werden im hinteren Teil der Ausstellung zum ersten Mal erfasst⁸.

Anfangsbereich des Besucherpfades: Dargestellt ist die prozentuelle Verteilung der Besucheranzahl auf jene Bereiche der Ausstellung, in denen die Karte zum ersten Mal erfasst wurde. Siehe Abbildung 7.25 auf der nächsten Seite

Interpretation: An erster Stelle ist der Bereich der Konvergenz, im hinteren Bereich der Ausstellung. Erst an zweiter Stelle wird im vorderen, linken Trakt (Bereich der Speicherung) die Karte zum ersten Mal verwendet. Ein Drittel aller Besucher verwenden ihre Karte am Beginn der Ausstellung zum ersten Mal und die Hälfte aller Besucher verwendet ihre Karten zum ersten Mal im rückwärtigen Bereich der Ausstellung.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 86] Konstellationen des Aufenthalts von Besuchern

Bei der Konzeption der Ausstellung wurde davon ausgegangen, dass diese durch den mittleren Eingang betreten wird. Es zeigt sich aber, dass die meisten Besucher mit dem Aufzug hochfahren oder die Treppe nehmen und durch die meist offen stehenden Türen der Seitentrakte in die Ausstellung gehen. Zudem

⁸Der geringe Anteil der Erstnutzung am Zutritt beim rechten Gang (Übermittlung) folgt daraus, dass ein Umbau vor der Ausstellung diesen Eingang lange Zeit blockiert hat.

7. Ergebnisse

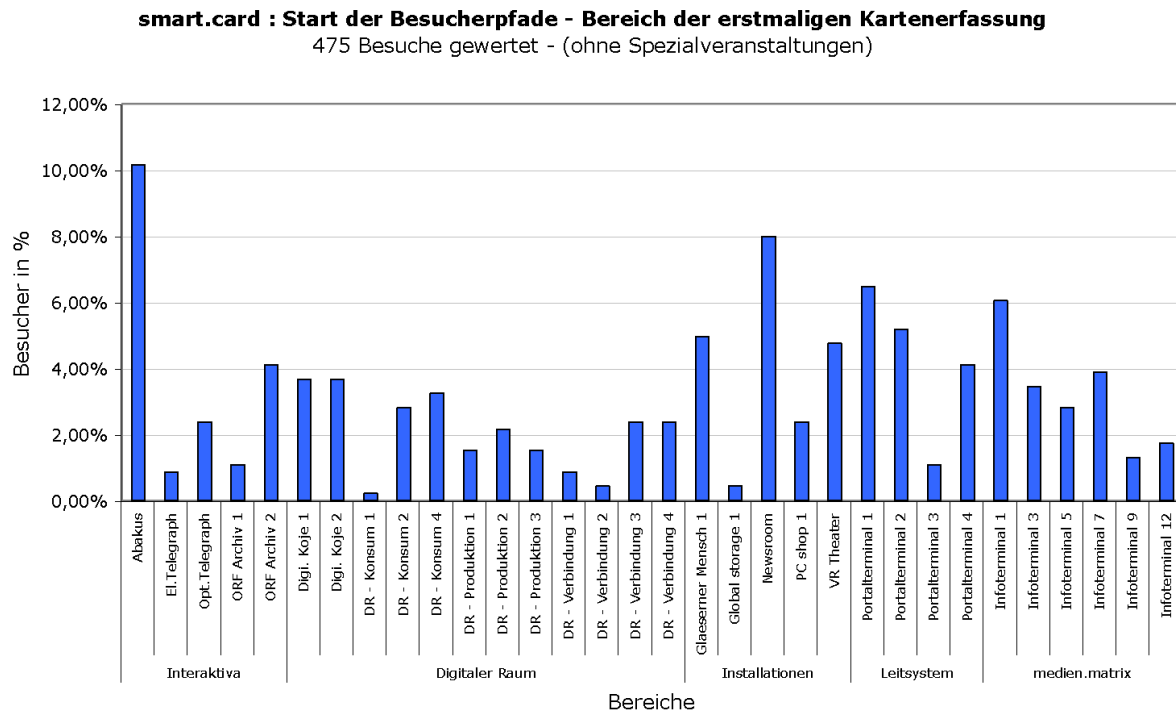


Abbildung 7.24.: smart.card - Häufigkeitsverteilung der Anfangsstation der Besucherpfade

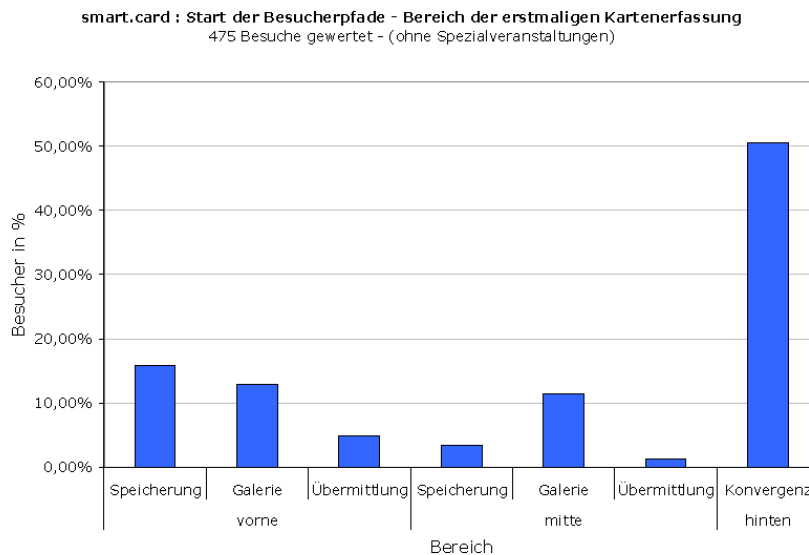


Abbildung 7.25.: smart.card - Häufigkeitsverteilung des Anfangsbereich der Besucherpfade

war durch Umbauarbeiten über längere Zeit einer der Aufgänge versperrt. Dies hat den Effekt, dass die meisten Besucher die Ausstellung durch den linken Trakt betreten.

7.2. Interaktionsverhalten der Besucherklassen

In diesem Abschnitt werden die Daten der anonymen Interaktionserfassung, also der Besucherklasse ohne *smart.card*, mit den Interaktionsdaten der Besucherklasse der Kartenbesitzer verglichen⁹.

Die mittlere Nutzungsdauer lässt sich unmittelbar zwischen den Besucherklassen vergleichen. Die Sitzungsdauer (oder Sequenzdauer) hängt jedoch von vielen Parametern ab, wie die Anzahl der Stationen der Stationsklasse oder die Sitzmöglichkeiten. So ist jedes Interaktiva nur einmal vorhanden, im Gegensatz zur *medien.matrix*, die sechsmal (Leitsystem fünfmal) vorhanden ist und sich die Nutzungszeit unter den gleichen Stationen einer Stationsklasse aufteilt.

Wichtig: Es darf beim Vergleich der Ergebnisse der „prozentuellen Verteilung der Gesamtsumme“ und der „Anzahl der Sitzungen“ kein absoluter Vergleichswert zwischen den beiden Besucherklassen berechnet werden (Differenz der Zahlenwerte), da sich beide Besucherklassen auf einen *unterschiedlichen* Stichprobenumfang beziehen.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 85] Zu den Stationen

„Einen genauen Aufschluss darüber, ob bei bestimmten Stationen die Mehrzahl der Sitzungen in etwa die Länge der mittleren Sitzungsdauer hat, ob die Dauer der Sitzungen streut und welches Verhältnis von kurzen zu langen Sitzungen besteht, könnten Graphiken der statistischen Verteilung der Sitzungsdauer für diese Stationen geben. Die uns zur Verfügung stehenden Daten sagen jedoch nur etwas über die Dauer der überhaupt stattfindenden Sitzungen aus, da wir Besucher, die das Ausstellungsobjekt ignorieren, nicht erfassen. Dass einzelne Geräte und Kunstobjekte in Museen oft nur kurze Aufmerksamkeit (12 Sekunden bis 27 Sekunden, typischerweise unter einer Minute Zahlen vermutlich gemittelt über alle Besucher) erhalten, zeigen eine Vielzahl von Studien (vgl. Berkovich et al 2003, Harrison, Minneman und Balsamo 2001).“

7.2.1. Interaktionssitzungen - Übersicht

Größe der Stichprobe Insgesamt wurden 223501 Interaktionssitzungen von anonymen Besuchern und 10836 Interaktionssitzungen von Besuchern mit *smart.card*, bis zum 15. Februar 2004 protokolliert.

Nur für Kartenbesitzer erfolgte die Erfassung für die Stationen: Elektrischer und Optischer Telegraph. *Keine* Erfassung erfolgte bei den Stationen: Digitalisierungskoje 1+2, Gläserner Mensch, Global Net und Global Storage, VR Theater. Stationen bei denen keine Auswertung erfolgte, sind zwecks Vollständigkeit aufgeführt (Wert Null).

Definition der Interaktionssitzung Siehe 4.3 auf Seite 55. Aus den unterschiedlichen Definitionen ergibt sich, dass sich die Anzahl der Interaktionssitzungen nicht zwischen den Stationsklassen vergleichen lässt, sondern in diesem Fall ein Vergleich der Sequenzen notwendig ist (konsekutive Interaktionssitzungen eines Besuchers werden zu seiner Gesamtinteraktionszeit zusammengefasst).

⁹Die *Interaktionssitzungen* die hier ausgewertet werden, dürfen nicht mit den *smart.card* Sitzungen (An- und Abmelden der Karte) verwechselt werden.

7. Ergebnisse

Übersicht aller Stationen

Mittlere Interaktionssitzungsdauer pro Station: Das Diagramm 7.26 zeigt die mittlere Dauer einer Sitzung pro Station. Die Fortsetzung einer Sitzung durch *verschiedene* Besucher können das Ergebnis beeinflussen.

Interpretation: Wie die Gesamtsumme der Sitzungsdauer pro Stationsklasse für die Kartenbesitzer (Abbildung 7.19) zeigt, ist der Anteil der Verweildauer im Digitalen Raum hoch. Es ist wahrscheinlich, dass die Kartenbesitzer die Stationen des Digitalen Raumes öfters wechseln, da sie als drei Stationskategorien im Profil aufscheinen. Das würde eine längere Verweilzeit der smart.card Besitzer im Digitalen Raum bedeuten und den Unterschied der Sitzungsdauer zwischen den beiden Besuchergruppen erklären.

Wie die nachfolgende Auswertung der Nutzungsdauer der Anwendungen des Digitalen Raumes zeigt, ist der Unterschied der Interaktionssitzungsdauer zwischen den Besuchergruppen bei der Anwendung KONSUM: PC (Surfen im Internet) sehr stark ausgeprägt. Das wirkt sich auf die mittlere Interaktionszeit pro Station des Digitalen Raumes aus.

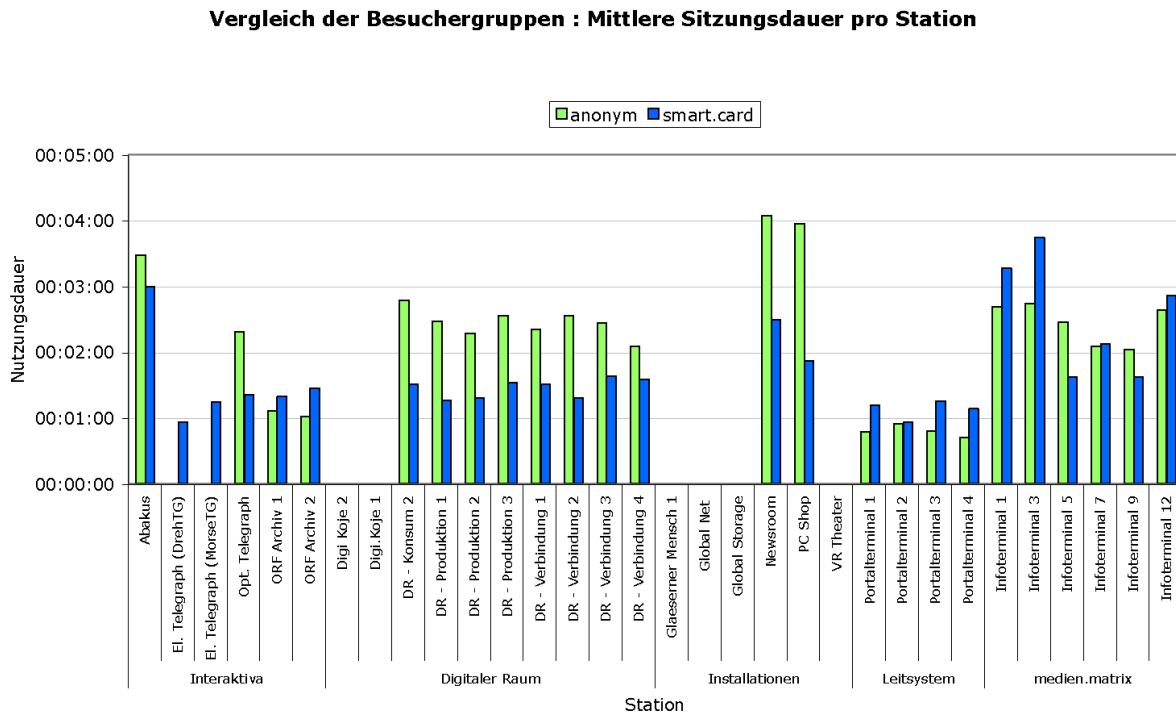


Abbildung 7.26.: Besucherverhalten - Mittlere Interaktionssitzungsdauer pro Station.

Summe der Interaktionssitzungen pro Station: Das Diagramm B.3 auf Seite 174 zeigt die prozentuelle Verteilung der Gesamtsumme der Sitzungsdauer pro Station (100% entspricht der Gesamtsumme der Interaktionssitzungsdauer).

Interpretation: Die Besucherklasse mit smart.card verbringt einen prozentuell größeren Anteil ihrer Interaktionszeit an den Stationen des Leitsystems und der medien.matrix, als die anonymen Besucher.

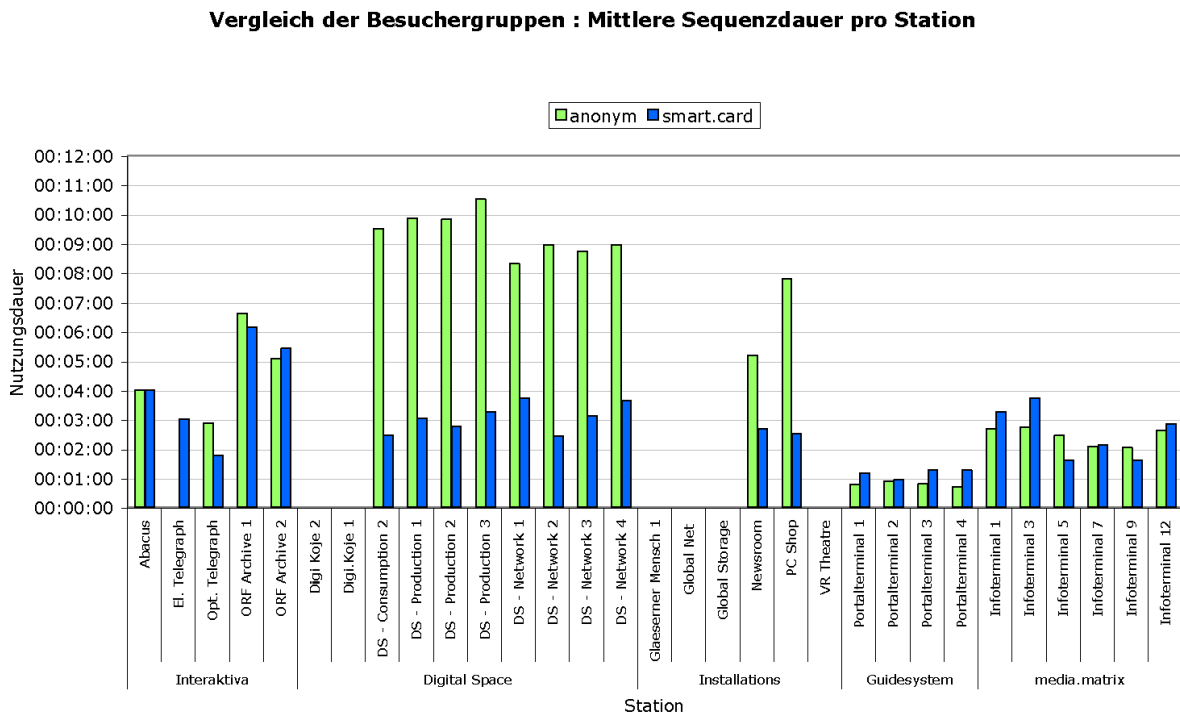


Abbildung 7.27.: Besucherverhalten - Mittlere Sequenzdauer pro Station

Anzahl der Interaktionssitzungen pro Station: Das Diagramm B.3 auf Seite 174 zeigt die prozentuelle Verteilung der Gesamtanzahl der Sitzungen pro Station (100% entspricht der Gesamtanzahl der Interaktionssitzungen).

Interpretation: Die Besucherklasse mit Karte hat einen größeren Anteil ihrer Interaktionen an den Stationen des Leitsystems und der media.matrix als die anonymen Besucher. Besucher ohne smart.card haben einen größeren Anteil der Gesamtanzahl ihrer Interaktionssitzungen im Digitalen Raum.

7.2.2. Sequenzen von Interaktionssitzungen - Übersicht

Größe der Stichprobe Insgesamt wurden 35120 Sequenzen von anonymen Besuchern und 2253 Sequenzen von Besuchern mit smart.card aus den Interaktionssitzungen berechnet.

Übersicht aller Stationen

Mittlere Sequenzdauer pro Station: Das Diagramm 7.27 zeigt die mittlere Dauer einer Sitzungssequenz pro Station. Unmittelbar aufeinander folgende Sitzungen durch *verschiedene* Besucher können das Ergebnis beeinflussen.

Interpretation: Am größten ist der Unterschied der Nutzungsdauer zwischen den Besucherklassen an den Stationen des Digitalen Raumes und an den Installationen Newsroom und PC Shop. Die Analyse der Nutzung des Digitalen Raumes (7.2.7) zeigt, dass anonyme Besucher mehr Zeit mit dem Surfen im Internet verbringen.

7. Ergebnisse

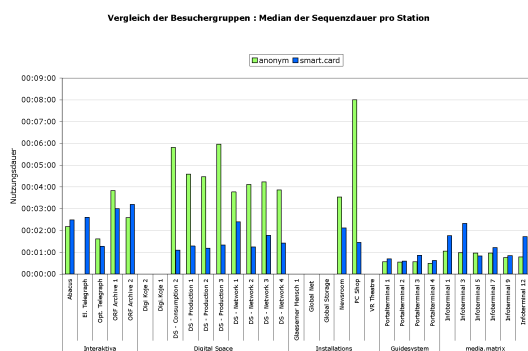


Abbildung 7.28.: Besucherverhalten - Median der Sequenzdauer pro Station

Summe der Sequenzdauer pro Station: Das Diagramm B.4 auf Seite 175 zeigt die prozentuelle Verteilung der Gesamtsumme der Sequenzdauer pro Station (100% entspricht der Gesamtsumme der Sequenzdauer).

Interpretation: Der prozentuelle Anteil der Sitzungssequenzdauer an den Stationen des Leitsystems und der medien.matrix ist bei der Besucherklasse mit smart.card höher als bei anonymen Besuchern.

Anzahl der Sequenzen pro Station: Das Diagramm B.4 auf Seite 175 zeigt die prozentuelle Verteilung der Gesamtanzahl der Sitzungssequenzen pro Station (100% entspricht der Gesamtanzahl aller Interaktionssequenzen).

Interpretation: Die Gruppe der smart.card Besitzer hat im Mittel an den Stationen des Leitsystems und der medien.matrix einen höheren Anteil ihrer Sequenzanzahl als anonyme Besucher.

Median Sequenzdauer pro Station: Das Diagramm 7.28 zeigt den Median¹⁰ der Sequenzdauer pro Station.

Interpretation: Der Median ist dem Mittelwert der Sequenzdauer einer Station ähnlich, aber wie erwartet, aufgrund der Exponentialverteilung, meistens geringer.

¹⁰Der Mittelwert ist anfällig auf ungleichmäßige Verteilungen der beobachteten Daten. Besonders bei asymmetrischen Verteilungen ist der Mittelwert stark durch die Extremwerte beeinflusst.

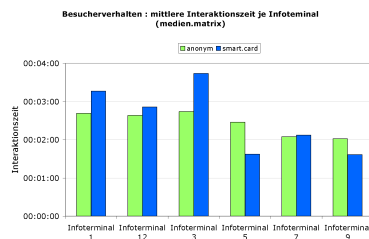


Abbildung 7.29.: Besucherverhalten an den Infoterminals: Mittlere Interaktionszeiten

7.2.3. Nutzung der Infoterminals (medien.matrix)

Mittlere Sequenzdauer je Station: Das Diagramm 7.29 zeigt die mittlere Sequenzdauer (der Mittelwert aufeinander folgender, zusammenhängender Sitzungen je Station), für beide Besucherklassen.

Interpretation: Die mittlere Nutzungsdauer beider Besucherklassen ist sehr ähnlich. Die beiden parameterfreien Hypothesentests, ob beide Besucherklassen aus der gleichen Grundgesamtheit stammen, ist für 4 von 6 Stationen nicht zu verwerfen. Siehe Tabelle A.4 auf Seite 161.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 99] Die medien.matrix

„Die medien.matrix wird offenbar *eher von jüngeren Personen* genutzt. Die *Initiative* bei Paaren mit jüngeren und älteren Personen ging immer von der deutlich jüngeren Person aus. Es waren nur wenige Personen über 40 Jahren (geschätztes Alter) an der medien.matrix zu beobachten.“

„Auch *Grundschul Kinder* (oftmals im Klassenverband) zeigen Interesse, lesen aber selten intensiv und länger.“

„Auffallend war das *Desinteresse älterer Besucher*. Einige schienen geradezu einen Bogen um alle Touchscreens zu machen. Andere zeigen zwar eine gewisse Neugierde, nähern sich den Touchscreens aber nicht. Sie machten meist einen ebensolchen Bogen um die medien.matrix wie um die PCs im digitalen Raum.“

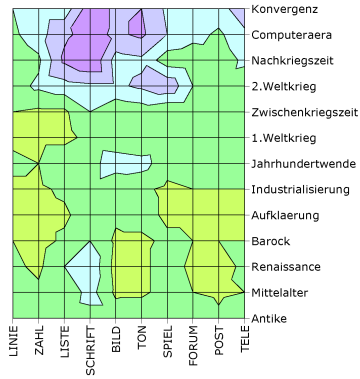
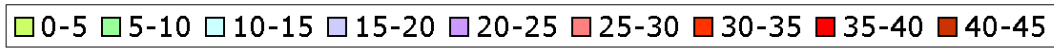
„Vermutlich wirkt der Touchscreen zu *computerartig*, was bei Menschen mit wenig Vorerfahrung in dieser Hinsicht oder solchen mit Technikdistanz Hemmungen auslöst.“

Zugriff auf die medien.matrix je Zelle und Station: Die beiden Diagramme 7.30 und 7.31 zeigen die prozentuelle Verteilung der Zugriffshäufigkeit der Besucher mit smart.card und der anonymen Besucher, je Zelle und Station der medien.matrix. Siehe auch die beiden Diagramme B.1 und B.2.

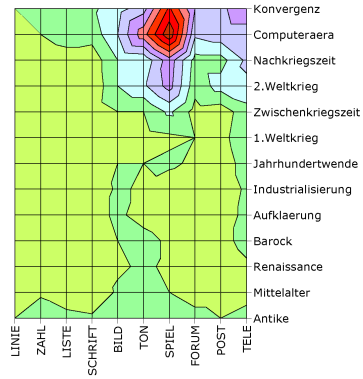
Interpretation: Die Häufungspunkte der Stationen sind im Bereich um den Kontext-Schwerpunkt¹¹ angesiedelt.

¹¹Die Stationen sind in 6 thematische und zeitliche Bereiche gegliedert, im Kontext mit der realen Ausstellung.

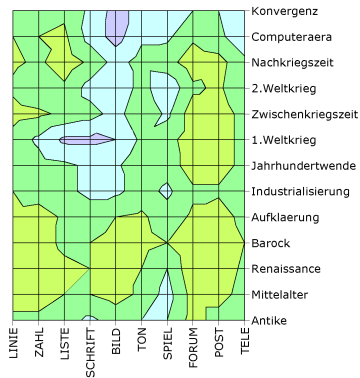
7. Ergebnisse



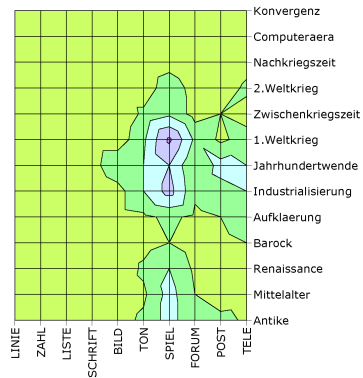
(a) Infoterminal 5



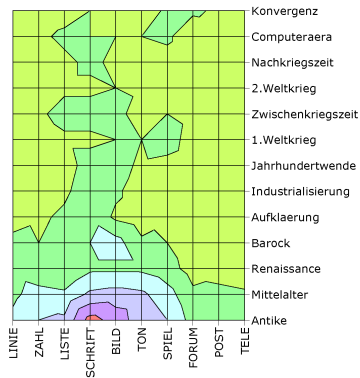
(b) Infoterminal 7



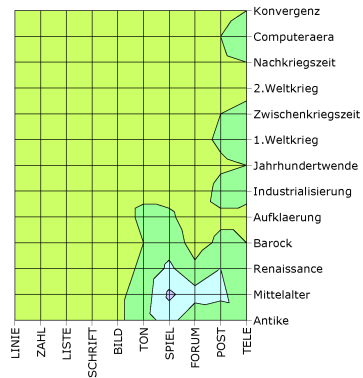
(c) Infoterminal 3



(d) Infoterminal 9



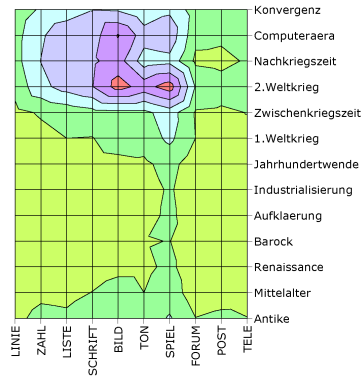
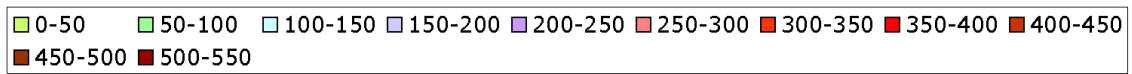
(e) Infoterminal 1



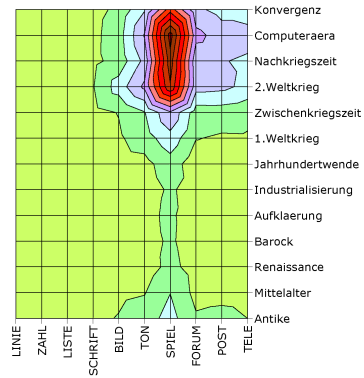
(f) Infoterminal 12

Abbildung 7.30.: Infoterminal: Zugriff auf die medien.matrix - Besucher mit smart.card

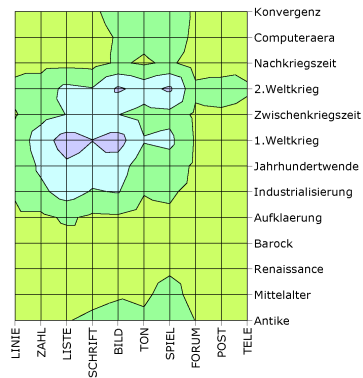
7.2. Interaktionsverhalten der Besucherklassen



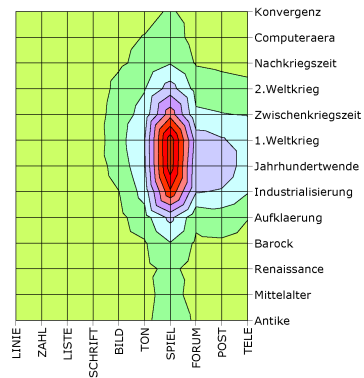
(a) Infoterminal 5



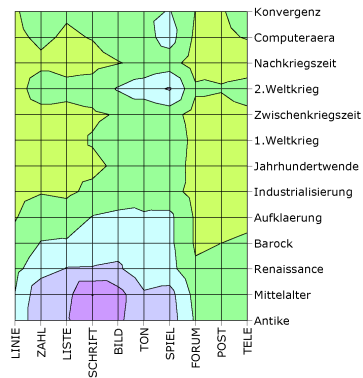
(b) Infoterminal 7



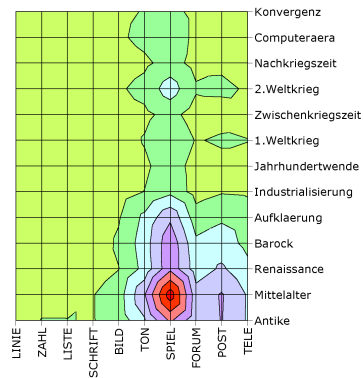
(c) Infoterminal 3



(d) Infoterminal 9



(e) Infoterminal 1



(f) Infoterminal 12

Abbildung 7.31.: Infoterminal: Zugriff auf die medien.matrix - anonyme Besucher

7. Ergebnisse

Zugriffe auf die medien.matrix je Zelle: Die beiden Diagramme 7.32 und 7.33 zeigen die prozentuelle Verteilung der Zugriffshäufigkeit der Besucher mit smart.card und der anonymen Besucher, je Zelle der medien.matrix, über alle Stationen summiert.

Interpretation: Es zeichnet sich deutlich ein Maximum im Thema SPIEL ab. Das Zugriffsverhalten der Kartenbesitzer unterscheidet sich von den anonymen Besuchern. Es ist breiter verteilt und es bildet sich ein zweites Maximum im Thema TELE/Konvergenz. Ein Indiz dafür, dass das Interessensprofil der beiden Besucherklassen unterschiedlich ist.

Ein Muster im Nutzungsverhalten lässt sich, bei beiden Besucherklassen, klar erkennen. Die Akkumulierung der Zugriffe an einer Station rund um den Kontext der Ausstellung, ist Bestandteil und Intention des Konzeptes und wird durch diese Ergebnisse bestätigt. Auffällig ist die Häufung der Zugriffe auf das Thema SPIEL. Im Zusammenhang mit dem Besucherprofil der Ausstellung medien.welten und der Besuchergruppen (mit und ohne Karte) ist zu erkennen, dass der hohe Anteil des jüngeren Publikums (Schülergruppen - meist ohne Karte) sehr an dieser Thematik interessiert ist.

Mittlere Nutzungsdauer der Texte: Die Diagramme in Abbildung 7.34 zeigen die *mittlere Nutzungsdauer* und die *prozentuelle Verteilung der Aufrufe pro Text*¹² der medien.matrix über alle Stationen, alle Zellen und für beide Benutzergruppen, gemittelt. Basis der Auswertung sind die einzelnen Interaktionssitzungen der Besucher (Sitzungssequenzen verlieren die Information über die einzelnen Textzugriffe).

Interpretation: Mit realistischen Interaktionszeiten (größer als 5 Sekunden und kleiner als 30 Minuten pro Text) ist die mittlere Nutzungsdauer, pro Text für beide Besucherklassen, in etwa gleich groß. Der erste Text einer medien.matrix Zelle ist immer der Text 1, dies bedingt die starke Konzentration der Aufrufe des ersten Textes. Etwa zwei Drittel der Benutzer blättern nicht zu den weiteren Texten (2,3 und 4) der Zelle, in der sie sich gerade befinden.

7.2.4. Nutzung des Leitsystems

Mittlere Sequenzdauer pro Portalterminal: Das Diagramm 7.35 zeigt die mittlere Dauer der Sitzungssequenzen je Portalterminal für beide Besucherklassen.

Interpretation: Die Analyse der Serverprotokolldateien zeigt, dass die Besucherklasse der smart.card Besitzer diese Stationen für den Zugriff auf das Benutzerprofil (Digitaler Datenrucksack) nützt.

Auslastung des Leitsystems: Das Diagramm 7.36 zeigt die Summe der Nutzungsdauer der vier Stationen des Leitsystems in Prozent von 9 Stunden Gesamtzeit, pro Tag des Ausstellungsbetriebes.

Interpretation: Eine theoretische Auslastung von 100% (9 Stunden) ist sehr unrealistisch und würde bedeuten, dass die Station den ganzen Tag kontinuierlich benutzt wird. Tage an denen die Station nicht benutzt wurde, hat das Museum nicht geöffnet oder die Station war aufgrund eines technischen Gebrechens nicht nutzbar. Der hohe Anteil der Besucher mit smart.card ist erkennbar.

¹²Jede Zelle der medien.matrix hat vier Texte, die hier kurz mit 1, 2, 3 und 4 bezeichnet werden.

7.2. Interaktionsverhalten der Besucherklassen

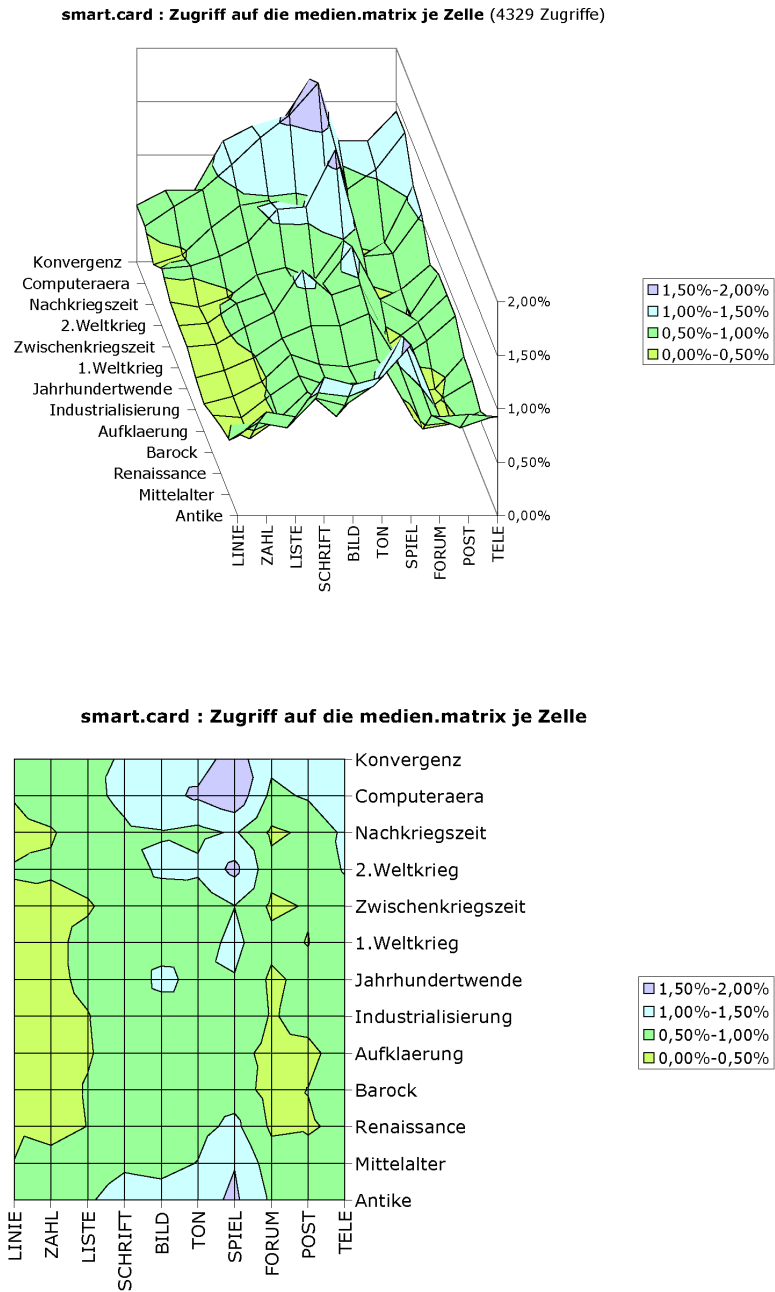


Abbildung 7.32.: Infoterminal - Zugriff auf die medien.matrix - smart.card Besitzer

7. Ergebnisse

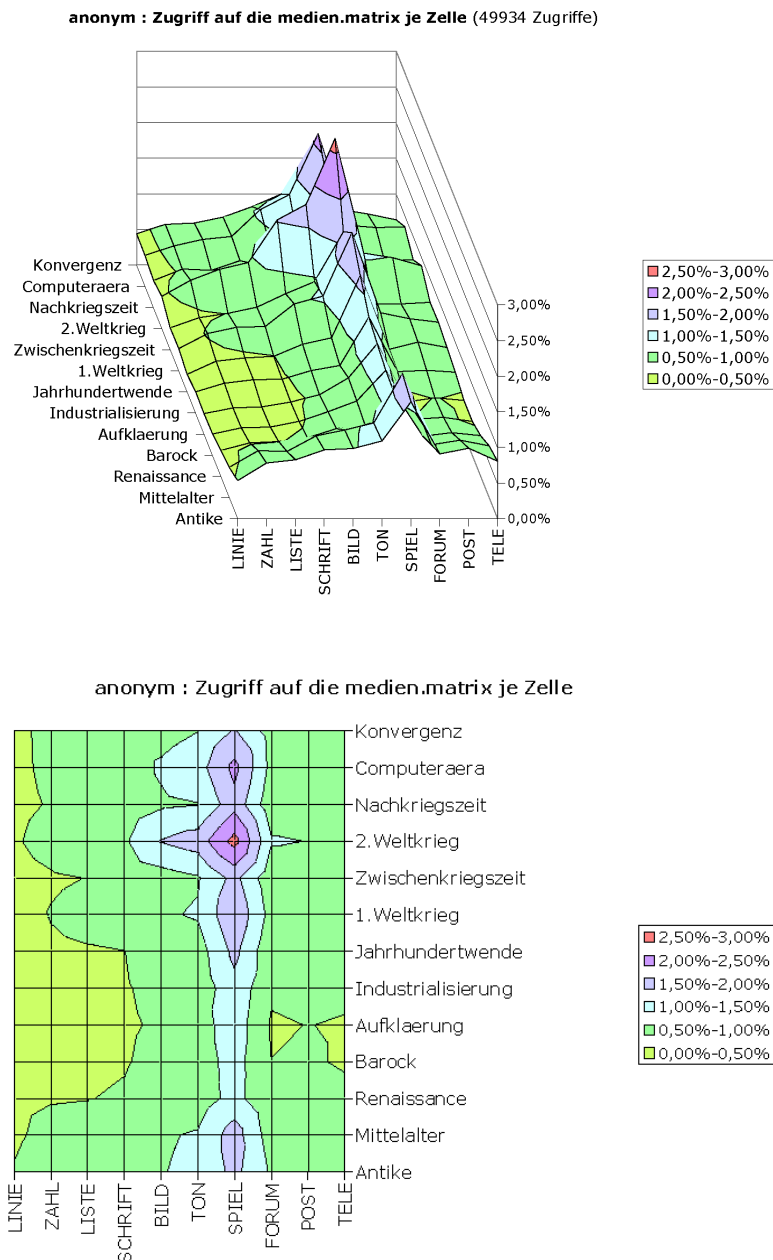
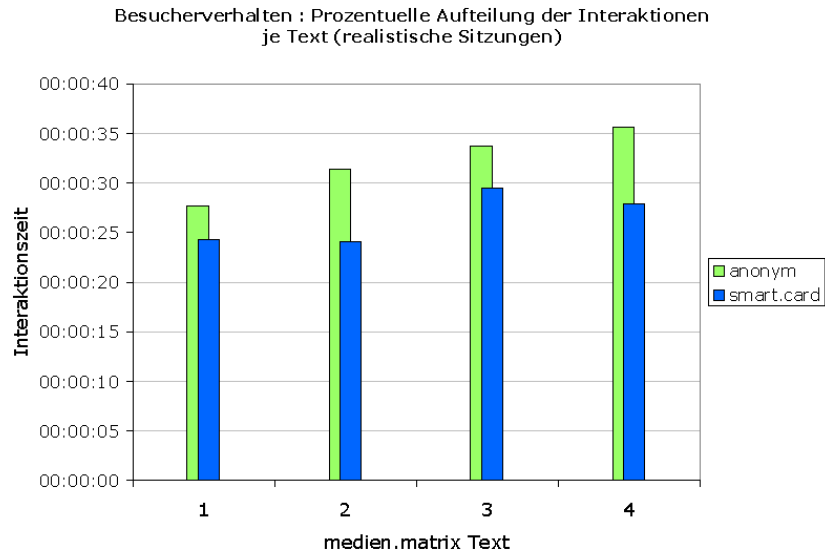
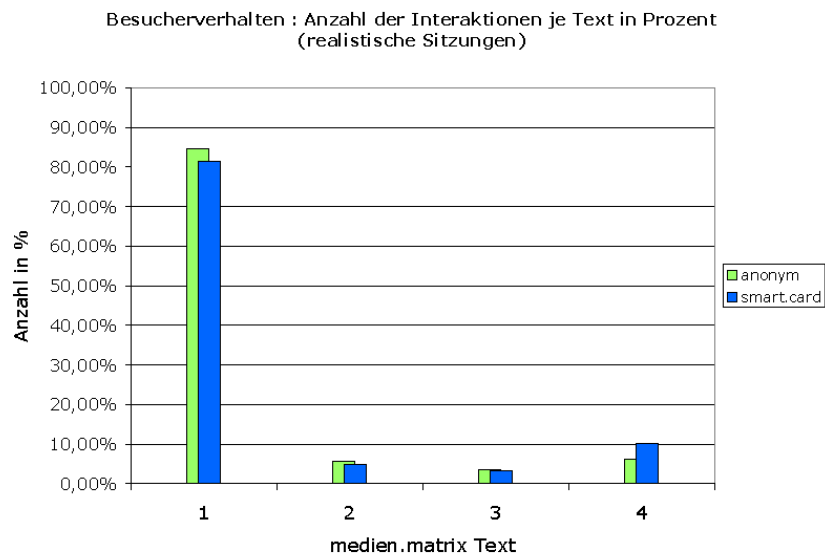


Abbildung 7.33.: Infoterminal - Zugriff auf die medien.matrix - anonyme Besucher

7.2. Interaktionsverhalten der Besucherklassen



(a) mittlere Nutzungsdauer



(b) Anzahl der Nutzungen

Abbildung 7.34.: Infoterminal - Nutzungsverhalten der medien.matrix Texte

7. Ergebnisse

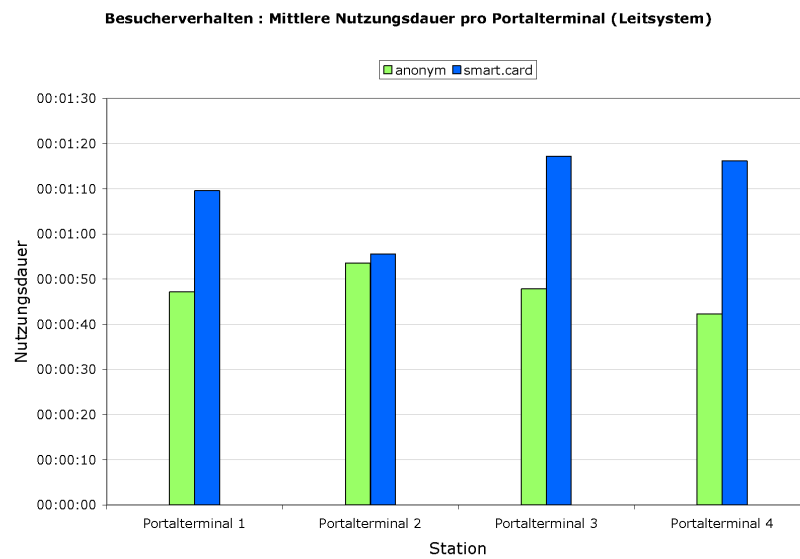


Abbildung 7.35.: Leitsystem - Mittlere Sequenzdauer

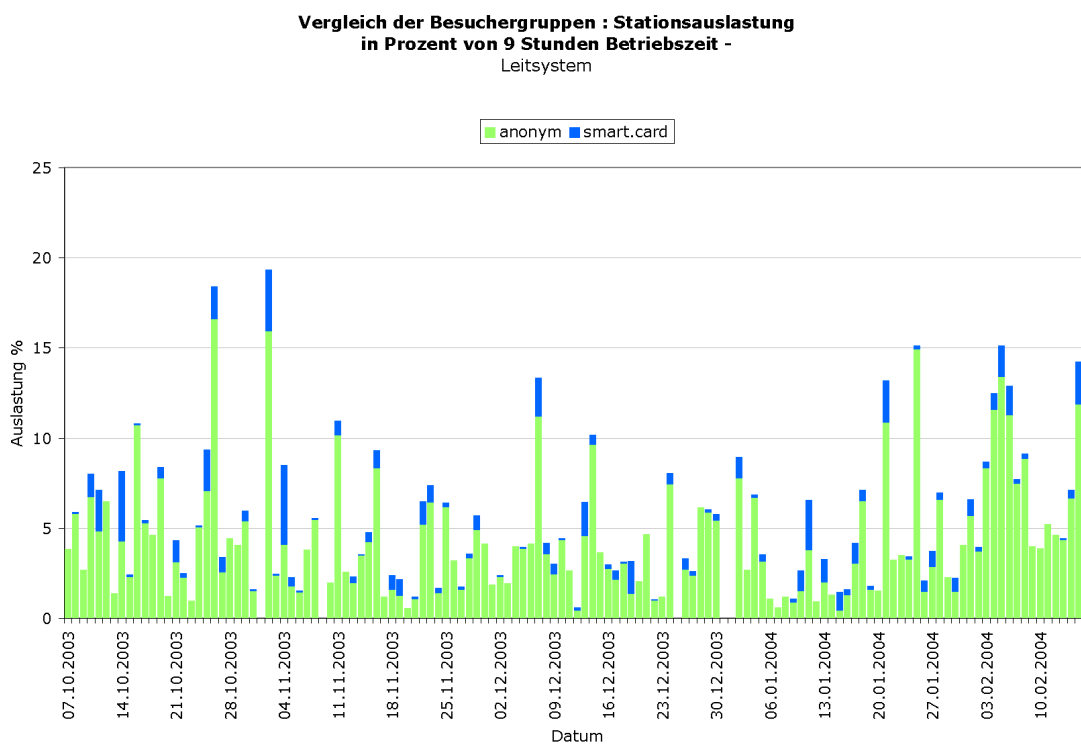


Abbildung 7.36.: Leitsystem - Stationsauslastung pro Tag

7.2. Interaktionsverhalten der Besucherklassen

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 98] Das Leitsystem

„Eine Erklärung (bzgl. Nutzungsdauer) liefern die Interviews. Viele Besucher haben nicht nach einem Leitsystem gesucht, es nicht bemerkt, nutzen den Ausstellungsprospekt oder lassen sich bewusst treiben (vgl. auch die Befragungsergebnisse von Berkovich et al. 2003).“

„Die meisten haben es *gar nicht bemerkt* oder *nicht nach etwas derartigem gesucht* und lassen sich bewusst treiben.“

„Dennoch wird zum Teil *Orientierung* vermisst“

„Das Leitsystem erfüllt folglich seine eigentliche Aufgabe nur selten. Dies liegt jedoch mehr am fehlenden Bedarf der Besucher als an seiner Gestaltung. Nützlich ist es vor allem *zum Erkunden der smart.card*. Relativ häufig werden an den Portalterminals auch *Mails an andere Besucher verfasst*.“

7.2.5. Nutzung der Interaktiva

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 105] Gruppenverhalten (Beobachtung)

„*Hands-On Geräte* wie Abakus und Telegraphen werden von Einzelpersonen intensiv genutzt und oft von Kleingruppen verschiedener Größe umringt, die gemeinsam die Rechenaufgaben durchgehen. Die maximale Gruppengröße wird primär durch den Platz zum Sich-Aufstellen und die Sichtbarkeit der Installation begrenzt. Am Abakus wurden bis zu fünf Personen beobachtet, die gemeinsam Rechenaufgaben durchgehen.“

Abakus

Siehe 6.1 auf Seite 79.

Optischer und Elektrischer Telegraph

Die Nutzungszeiten für die Station Elektrischer Telegraph der anonymen Besucher stehen nicht zur Verfügung.

Mittlere Interaktionssitzungsdauer: Siehe Tabelle A.1 auf Seite 158.

<i>mittlere Sitzungsdauer</i>	<i>anonym</i>	<i>smart.card</i>
Optischer Telegraph	2:18 min	1:21 min
Elektrischer Telegraph (DrehTG)		0:56 min
Elektrischer Telegraph (MorseTG)		1:14 min

Mittlere Sequenzdauer: Siehe Tabelle A.2 auf Seite 159.

<i>mittlere Sequenzdauer</i>	<i>anonym</i>	<i>smart.card</i>
Optischer Telegraph	2:52 min	1:46 min
Elektrischer Telegraph		3:00 min

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 89] Hands-On Interaktiva: Telegraphie

Etliche Personen geben rasch auf, weil sie das Telegraphieprinzip nicht sofort verstehen. Solange Besucher erfolgreich mit den Geräten interagieren, machen sie weiter. Folgen einige Fehlermeldungen kurz hintereinander, brechen sie zumeist bald ab. Die Beobachtung zeigt zudem, dass auch der manuelle Umschalter zum Wechsel zwischen den beiden Arten elektrischer Telegraphie nicht sofort verstanden wird. Ähnlich wie schon beim Abakus, ist eine intensive Beschäftigung mit dem Gerät und seinem Funktionsprinzip notwendig.

7. Ergebnisse

Digitalisierungskoje

Durch einen Fehler in der Implementierung der Interaktionsprotokollierung erfolgten keine Aufzeichnungen des Sitzungsbeginns.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 105] Gruppenverhalten (Beobachtung)

„Die *Digitalisierungskojen* werden von Einzelpersonen, Pärchen (intime Paarbilder) und Kindern sowie Jugendlichen für spaßige Gruppenbilder genutzt. Familien und eng zusammenarbeitende Gruppen mit Karte besetzen zudem einen der angrenzenden PCs zur Bildbearbeitung und wechseln mehrfach die Plätze zwischen Koje und PC oder reichen die Karte weiter.“

ORF Archiv

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 105] Gruppenverhalten (Beobachtung)

„Am *ORF-Archiv* ist häufiger ein kooperatives Fernsehgucken (zu zweit, bedingt durch die Sitze) zu beobachten. Der Monitor wäre für eine größere Gruppe vermutlich zu klein. Paare, die sich gemeinsam auf die Sitzbank setzen, wirken sehr vertraut miteinander. Mindestens ebenso häufig sitzen aber auch Einzelpersonen hier.“

Mittlere Interaktionssitzungsdauer pro Station und Beitragstyp: Das Diagramm 7.37 zeigt die mittlere Nutzungsdauer aller Interaktionssitzungen pro Station und Beitragstyp.

Interpretation: Der *smart.card* Besitzer hat eine längere Sitzungsdauer pro Beitrag. Die Interaktionssitzungen der Besucher mit einer *smart.card* werden exakt protokolliert (Abmeldung durch Kartenentnahme). Hingegen wird das Zeitlimit für eine Zeitüberschreitung und automatische Abmeldung der anonymen Besucherklasse, zur Hälfte zur Nutzungsdauer addiert. Auch bei einer hypothetischen, vollständigen Anwesenheit des anonymen Besuchers während der Dauer der Zeitüberschreitung, würde die mittlere Sitzungsdauer nicht größer sein, als die des *smart.card* Besitzers. Damit steht fest, der Kartenbesitzer sieht sich einzelne Beiträge länger an.

Mittlere Sequenzdauer pro Station: Die anonymen Besucher verbringen durchschnittlich 6 Minuten und die Besucher mit *smart.card* durchschnittlich 5:49 Minuten an den ORF Archiv Stationen. Siehe Tabelle A.2 auf Seite 159.

Interpretation: Man sieht, dass die anonymen Besucher dazu neigen, sich länger an diesen Stationen aufzuhalten. Da Sitzungen der anonymen Besucher nur durch Zeitüberschreitungen beendet werden können, kann es sein, dass durch das Verlängern von Sitzungsfolgen, durch verschiedene Besucher innerhalb der Zeitüberschreitung, das Ergebnis beeinflusst wird.

<i>mittlere Sequenzdauer</i>	<i>anonym</i>	<i>smart.card</i>	<i>Gesamtergebnis</i>
ORF Archiv 1	6:37 min	6:09 min	6:35 min
ORF Archiv 2	5:04 min	5:25 min	5:05 min
<i>Gesamtergebnis</i>	6:00 min	5:49 min	5:59 min

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 93] ORF-Archiv

Das ORF-Archiv war tendenziell die einzige digitale Installation im digitalen Raum, die *auch von älteren Besuchern genutzt* wurde, da sie viele Clips mit Lokalbezug aus der ORF-Geschichte enthält. Ein gemeinsames Betrachten der Clips ist relativ häufig. Dass die Clips sich auf die Lebenswelt der Besucher beziehen und aus bekannten Sendungen stammen, regt offenbar zur Kommunikation an. Das ORF-Archiv wurde auch von Einzelpersonen lange genutzt.

7.2. Interaktionsverhalten der Besucherklassen

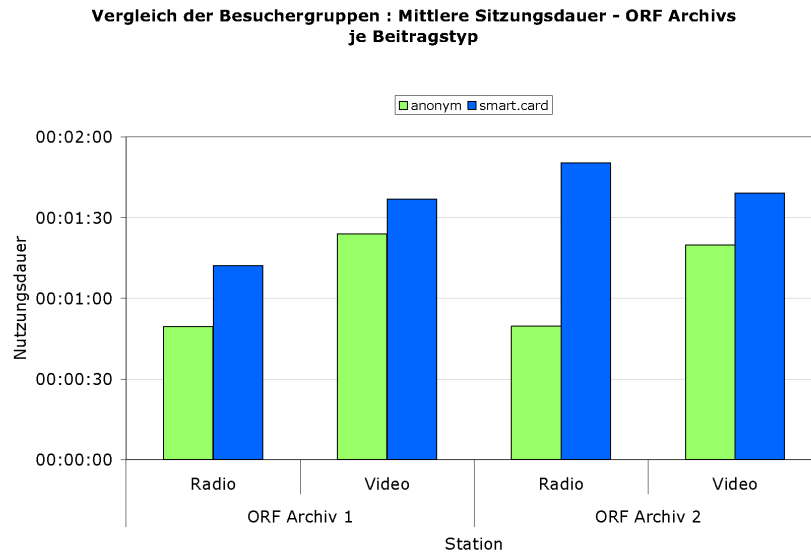


Abbildung 7.37.: ORF Archiv - Mittlere Interaktionssitzungsdauer pro Station und Beitragstyp

Rangfolge der Beiträge in Prozent der Gesamtnutzungszeit: Das Diagramm 7.38 zeigt die Rangfolge der Beiträge (die 10 beliebtesten für Fernsehen und Radio) in Prozent der Gesamtnutzungszeit aller Beiträge. Die Reihung erfolgte für die Anzahl der anonymen Zugriffe (größerer Stichprobenumfang).

Interpretation: Die beliebtesten 10 Radiobeiträge machen in etwa 24% der Gesamtdauer von über 70 Radiobeiträgen aus. Bei den Fernsehbeiträgen machen diese 10 beliebtesten sogar etwa 76% der Gesamtdauer, von über 200 Beiträgen aus. Erkennbar ist auch, dass die beiden Besucherklassen nicht dieselben Vorlieben für die Beiträge haben. Das ist ein Indiz für den Unterschied zwischen den Besucherklassen.

7.2.6. Nutzung der Installationen

Newsroom und PC Shop

Mittlere Interaktionssitzungsdauer: Siehe Tabelle A.1 auf Seite 158.

<i>mittlere Sitzungsdauer</i>	<i>anonym</i>	<i>smart.card</i>
Newsroom	4:04 min	2:29 min
PC Shop	3:57 min	1:52 min

Mittlere Sequenzdauer: Siehe Tabelle A.2 auf Seite 159.

<i>mittlere Sequenzdauer</i>	<i>anonym</i>	<i>smart.card</i>
Newsroom	5:11 min	2:40 min
PC Shop	7:48 min	2:31 min

7. Ergebnisse

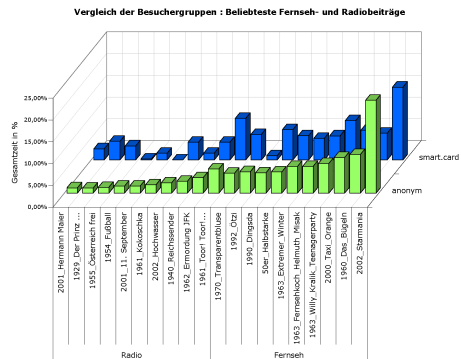


Abbildung 7.38.: ORF Archiv - Rangfolge der Beiträge in Prozent der Gesamtnutzungszeit

7.2. Interaktionsverhalten der Besucherklassen

Interpretation: Die anonymen Besucher halten sich länger an diesen beiden Installationen auf, aber die Nutzungsdauer der anonymen Besucher lässt sich aufgrund der Zeitüberschreitung nicht exakt feststellen. Durch die hohe Frequentierung dieser Stationen ist es wahrscheinlich, dass die Sitzungsdauer (und Sequenzdauer) eines einzelnen Besuchers tatsächlich kürzer ist als hier ermittelt wurde.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 95] TV-Studio / Newsroom

„Neben der Digitalisierungskoje ist das TV-Studio eine der wenigen Installationen, die von größeren Gruppen genutzt wird. . . . Einzelne Besucher scheinen das TV-Studio weniger zu benutzen als Gruppen. Sie sehen sich oft das Studio nur an ohne es aktiv zu nutzen. Ist eine Gruppe anwesend, „so ermutigt diese sich gegenseitig, eine Aufnahme zu machen.“

„Besonders interessant an dieser Station erscheint, dass sie *Kontakte zwischen den Besuchern* erzeugt und einen *Performance-Aspekt* hat. Es lassen sich genug Besucher auf die explizit öffentliche Situation ein. Dies zieht wiederum andere Besucher an, bietet einen Mehrwert für Beobachter und regt Nachahmer an. Keine der anderen Stationen führt zu einer Interaktion zwischen verschiedenen Gruppen und ist für derart große Gruppen zugänglich.“

Global Net und Global Storage

Die Interaktionsprotokollierung wurde hier nicht vollständig implementiert, die Anzahl der zur Verfügung stehenden Datensätze reichen nicht aus um eine quantitative Auswertung durchzuführen.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 102] Auffallendes Nutzungsmuster von Global Net und Global Storage

„Während die durchschnittliche Nutzungszeit von Global Net und Global Storage durch *smart.card*-Besitzer laut statistischer Datenanalyse relativ hoch ist, sind nur wenige Sitzungen und eine kurze Totaldauer festzustellen. Im Inhalt der Digital Backpacks machen Global Net und Global Storage zusammen nur ca. ein Prozent aus. Dies bestätigt die Beobachtung, dass diese in der Innengalerie angesiedelten Installationen nur von wenigen Besuchern bemerkt werden und dass *einige Zeit notwendig* ist, sie zu verstehen. Dann jedoch kommt es zu *langen Interaktionszeiten*.“

7.2.7. Nutzung des Digitalen Raumes

Nutzung der Stationen

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 91] Im Digitalen Raum

„Die Beobachtung zeigt, dass der digitale Raum äußerst beliebt ist. Er wird vor allem von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen genutzt.“

„Ältere Besucher machen dagegen häufig *einen Bogen* um den Kernbereich des Digitalen Raums und *wandern entlang des Schaufensters*, um dann direkt zu den ausgestellten Volksempfängern zu gehen.“

Mittlere Interaktionssitzungsdauer pro Station: Das Diagramm 7.39 zeigt die mittlere Interaktionssitzungsdauer der Stationen des Digitalen Raumes.

Interpretation: Die anonymen Besucher verbringen in der Regel mehr Zeit mit den Anwendungen des Digitalen Raumes als die Besucher mit *smart.card*. Im Folgenden werden die bevorzugten Anwendungen ermittelt.

Mittlere Sequenzdauer pro Station: Das Diagramm 7.40 zeigt die mittlere Sequenzdauer der Stationen des Digitalen Raumes.

7. Ergebnisse

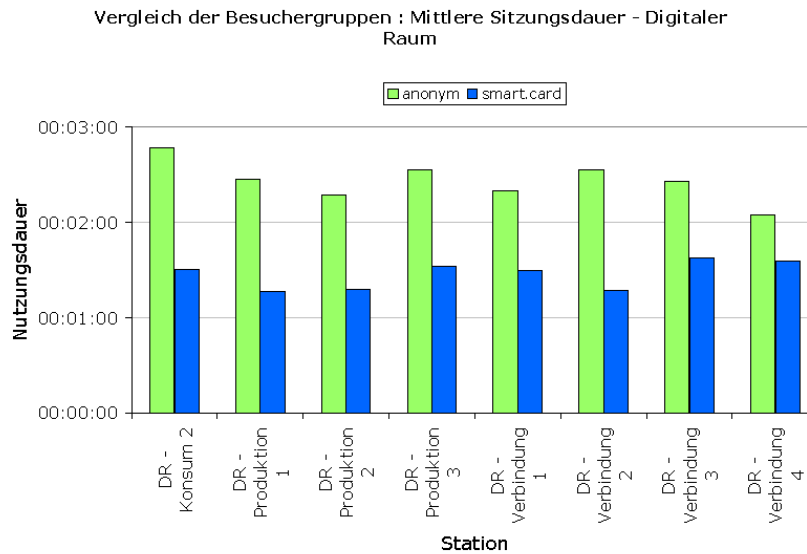


Abbildung 7.39.: Digitaler Raum - Mittlere Interaktionssitzungsdauer

Interpretation: Insgesamt verbringen die anonymen Besucher mehr Zeit an einer Station des Digitalen Raumes. Aufgrund der ungenauen Aussage über den genauen Beginn und das Ende einer anonymen Sitzung (Ende durch Zeitüberschreitung oder kein Ende wegen Fortsetzung der Sitzung durch den nächsten anonymen Besucher) ist die Angabe über die Nutzungsdauer bei stark frequentierten Stationen nicht so zuverlässig, wie bei schwach frequentierten Stationen.

Nutzung der Anwendungen

Die Anwendungen sind alphabetisch gelistet. Anwendungen in Großbuchstaben sind Einleitungen von Kapitel. Siehe Tabelle A.9 auf Seite 166.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 91] Im Digitalen Raum

„Kinder und Jugendliche verbringen oft viel Zeit mit den *interaktiven Spielen*. Die Attraktivität der Spiele zeigt sich u.a. daran, dass die Spielstände 24% des Inhalts der Digital Backpacks ausmachen.“

„Jugendliche und Erwachsene nutzen die Gelegenheit, im *Internet zu surfen*. Malen nach Zahlen bietet Eltern mit sehr kleinen Kindern eine Gelegenheit, diese an den Computer heranzuführen (es wurden mehrmals Eltern mit Kleinkindern dabei beobachtet).“

Mittlere Interaktionssitzungsdauer je Anwendung: Das Diagramm 7.41 zeigt die mittlere Interaktionssitzungsdauer¹³ je Anwendung, für die Besucher mit und ohne *smart.card*, gemittelt über alle Stationen des Digitalen Raumes.

Prozentuelle Verteilung der Summe der Interaktionssitzungen je Anwendung: Das Diagramm 7.42 zeigt die prozentuelle Aufteilung der Gesamtsumme der Interaktionssitzungsdauer der

¹³Sequenzen verlieren die Information über die einzelnen Anwendungen.

7.2. Interaktionsverhalten der Besucherklassen

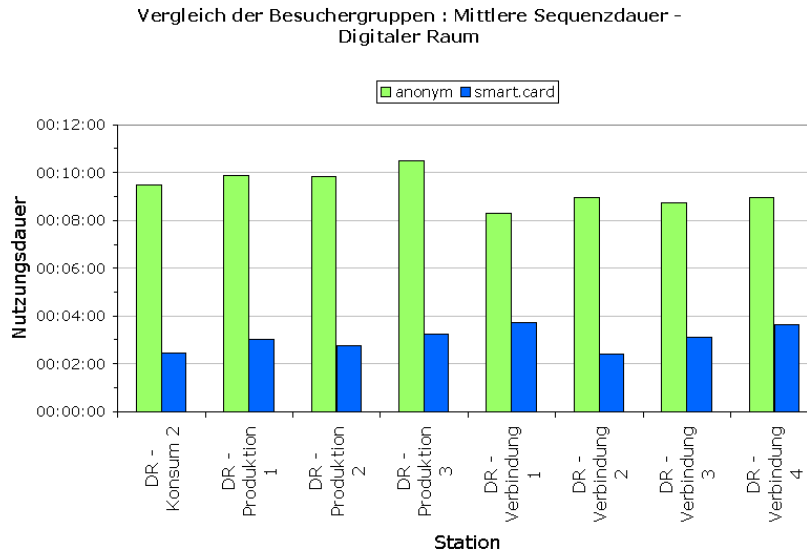


Abbildung 7.40.: Digitaler Raum - Mittlere Sequenzdauer

Besucher mit und ohne *smart.card* je Anwendung, summiert über alle Stationen des Digitalen Raumes. Durch die Darstellung der Gesamtinteraktionszeit als prozentuelle Aufteilung, lässt sich das Besucherverhalten beider Klassen vergleichen, aber keine Differenzen der Zeiten einzelner Anwendungen zwischen den Klassen bilden. Siehe Tabelle A.10 auf Seite 167.

Prozentuelle Verteilung der Anzahl der Interaktionssitzungen je Anwendung: Das Diagramm 7.43 zeigt die prozentuelle Aufteilung der Anzahl der Interaktionssitzungen der Besucher mit und ohne *smart.card* je Anwendung, summiert über alle Stationen des Digitalen Raumes. Siehe Tabelle A.11 auf Seite 168.

7. Ergebnisse

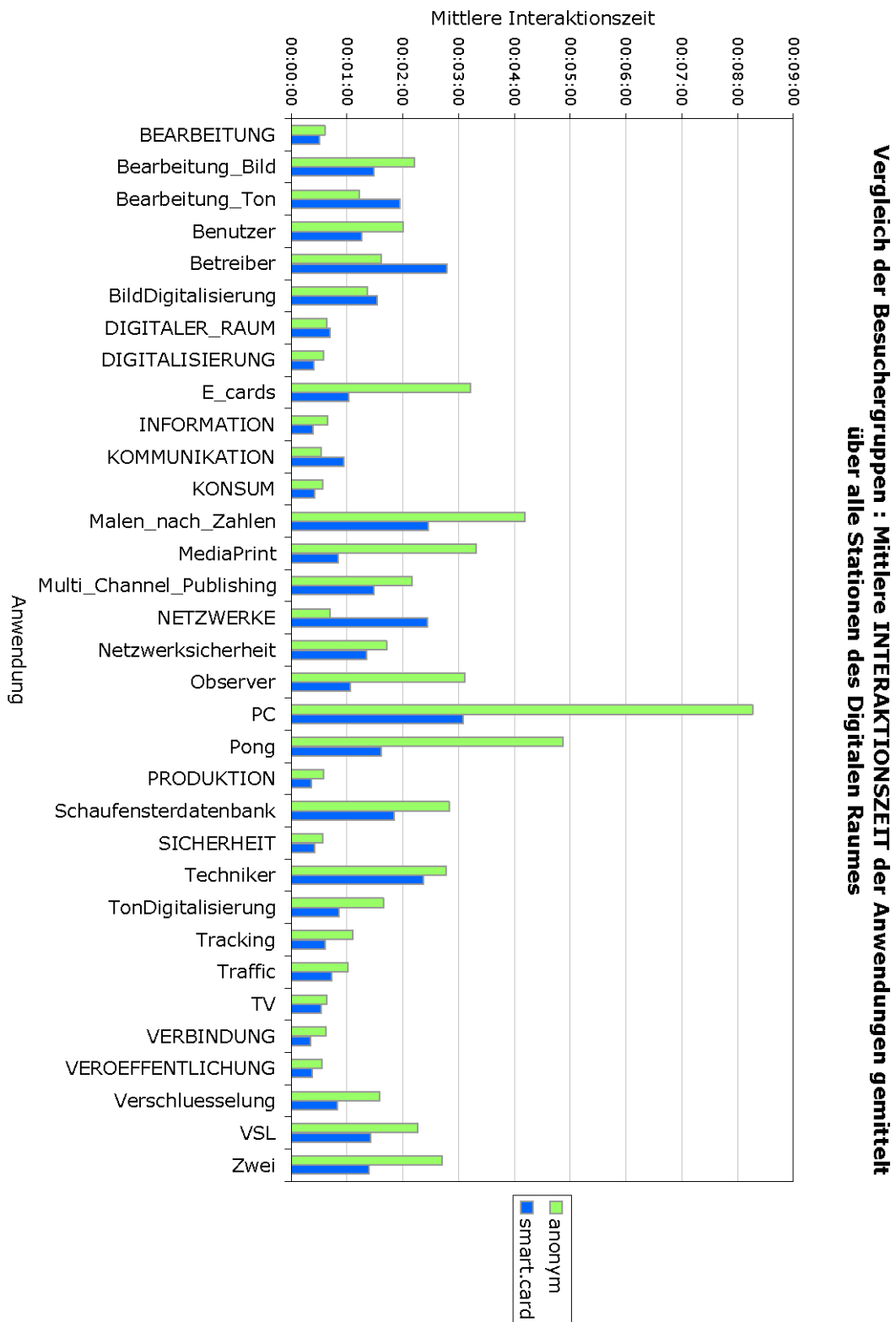


Abbildung 7.41.: Digitaler Raum - Mittlere Interaktionssitzungszeit je Anwendung

7.2. Interaktionsverhalten der Besucherklassen

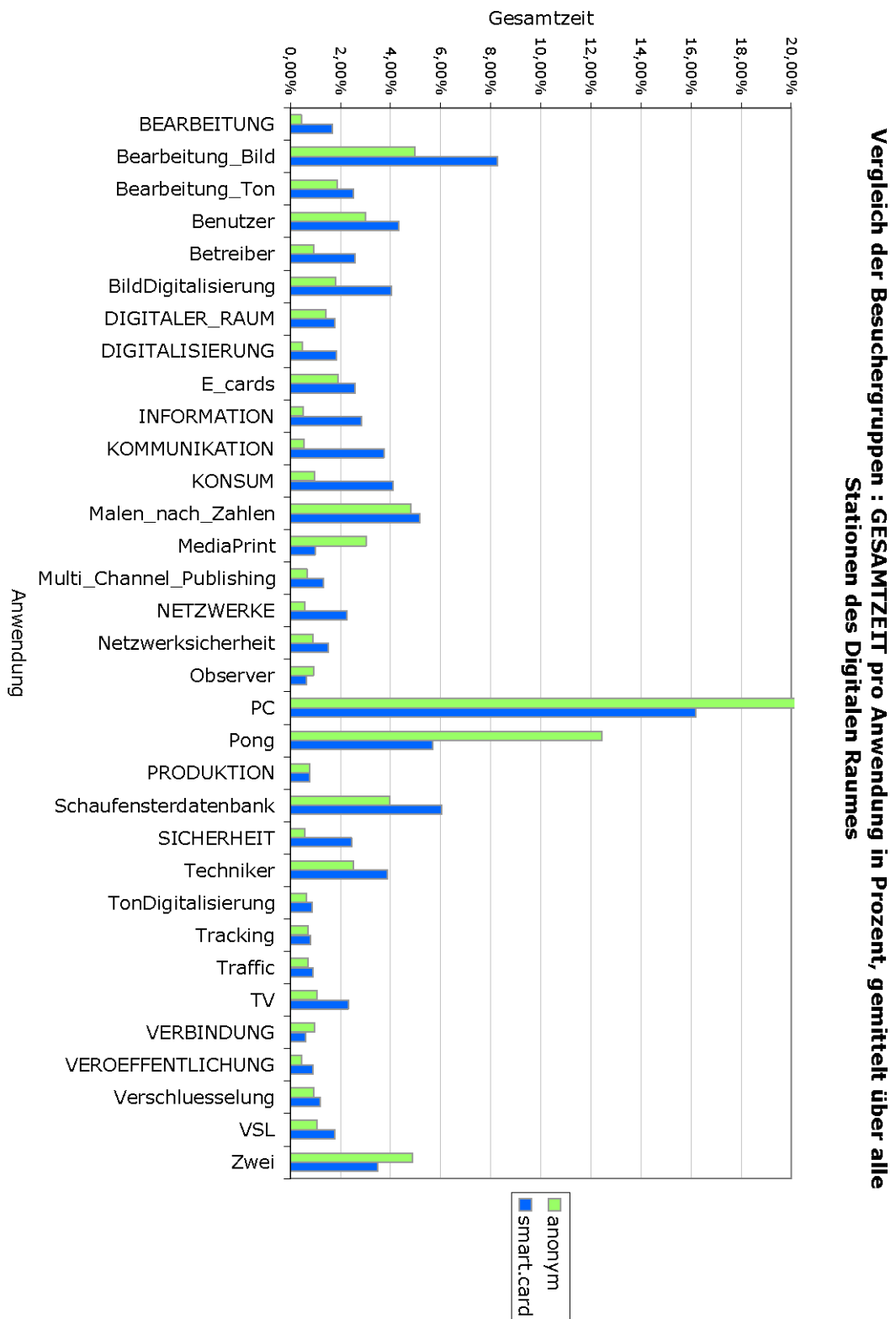


Abbildung 7.42.: Digitaler Raum - Gesamte Nutzungszeit in Prozent

7. Ergebnisse

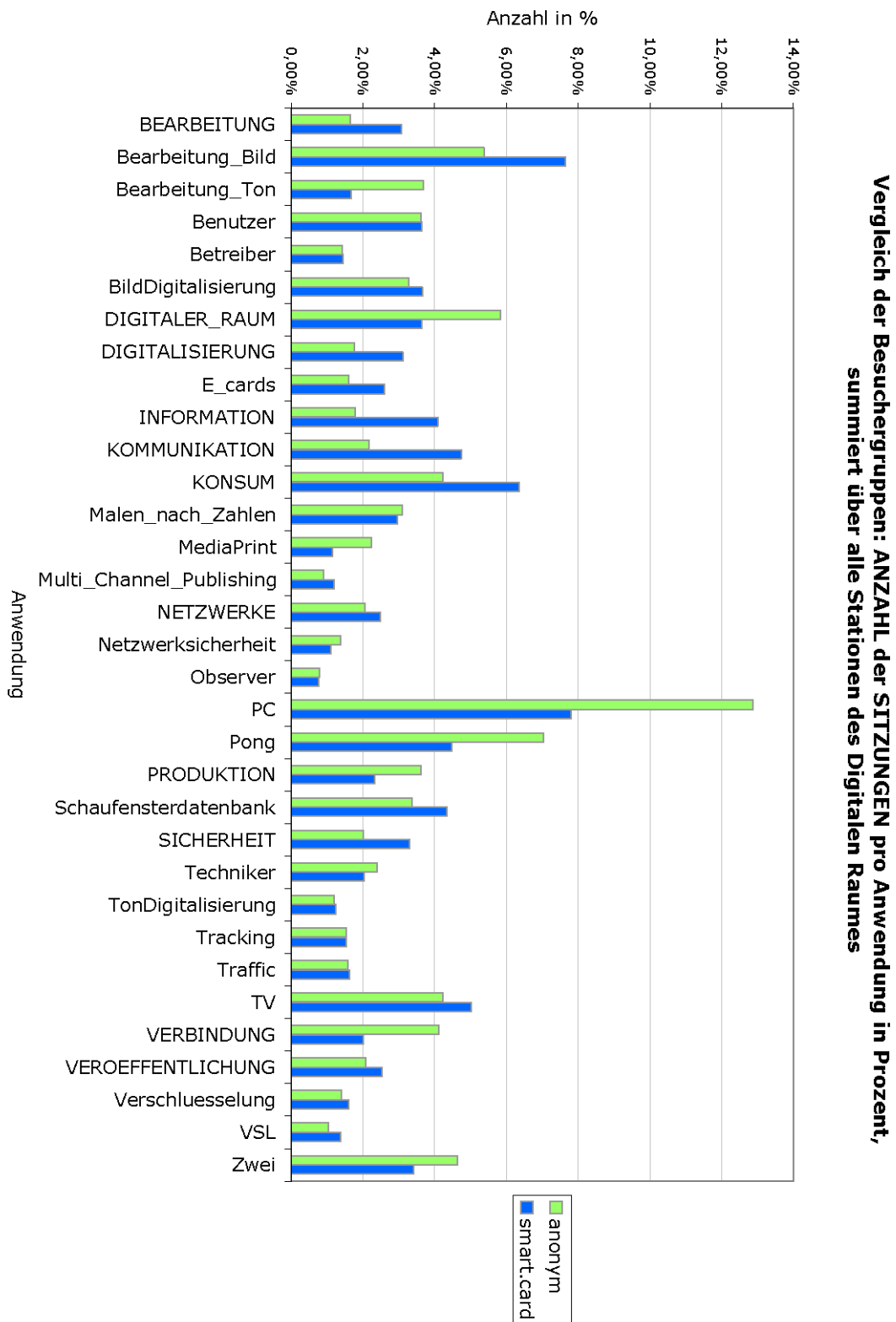


Abbildung 7.43.: Digitaler Raum: Aufteilung der Anzahl der Interaktionssitzungen in Prozent

8. Zusammenfassung und Ausblick

8.1. Besucherverhalten

Unterschiede und Gemeinsamkeiten beider Besucherklassen

Das *Interaktionsverhalten* der beiden Besucherklassen (Besucher mit und ohne Karte) an den Medienstationen, ist für einen großen Teil der Anwendungen und Stationen signifikant verschieden. Die Ergebnisse der Auswertung zeigen aber, dass die Verhaltensunterschiede nicht immer nur auf den unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten oder zusätzlichen Anwendungsfunktionen der smart.card beruhen.

Umfrage - Demographische Merkmale Das Ergebnis der quantitativen Auswertung der Umfrage zeigt, dass an der Nullhypothese – die beiden Besucherklassen stammen aus der selben Besucherpopulation (Grundgesamtheit) – bis auf das Merkmal des Alters, festzuhalten ist. D.h.: es existieren bis auf das Besucheralter keine signifikanten Unterschiede zwischen den Klassenmerkmalen beider Besucherklassen.

Die *Plausibilität* des Altersunterschieds zwischen den Besucherklassen, lässt sich aufgrund der hohen Anzahl von Besuchern unter 18 Jahren¹ (Schülergruppen) in Frage stellen. Es sind vor allem die jungen Besucher, die sich im Digitalen Raum mit den dortigen Anwendungen (auch der Umfrage) auseinandersetzen. Respektive dazu sind es vor allem die älteren (anonymen) Besucher, die die Computerterminals vermeiden.

Trotz dieser Diskrepanz steht auf der einen Seite die Nullhypothese, es handle sich bei den Besuchern mit smart.card und den anonymen, um Besucher aus der *gleichen* Besucherpopulation. Es wurde beobachtet, dass nicht nur der junge, technisch interessierte und mit Computern versierte Teil der Besucher die smart.card verwendet, sondern das gesamte Spektrum der Besucher der Ausstellung medien.welten². Andererseits könnten die unterschiedlichen beliebtesten ORF Beiträge beider Klassen, oder die Einschätzung eines besseren Umgangs mit dem Computer der Kartenbesitzer ein Indiz dafür sein, dass beide Besucherklassen unterschiedliche Interessensmerkmale aufweisen. Fest steht, dass weder die Nullhypothese noch die Alternativhypothese sicher verworfen werden kann. Eine genauere Untersuchung ist erforderlich.

smart.card

Die smart.card verändert das Besucherverhalten in Bezug auf die Nutzungsdauer und Nutzungsart der Stationen. Das liegt zum Teil an der Nutzung der Funktionalität des *Digitalen Rucksacks*, die durch die Karte zur Verfügung steht. Die Studie zeigt, dass sich die Besucher mit einer smart.card mit den Inhalten der Ausstellung im Mittel intensiver und auch länger beschäftigen.

¹Circa 50% aller Besucher sind *unter* 18 Jahre alt. Siehe 6.2.3 auf Seite 96.

²Allerdings besteht das Besucherspektrum der Ausstellung zu einem größeren Anteil aus besonders an der Ausstellungsthematik Interessierten.

8. Zusammenfassung und Ausblick

- ⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 76] Nachträgliche Bewertung der smart.card (30 Besucher wurden befragt)

„Die *Grundidee der Karte* sowie das *Preis-Leistungsverhältnis* werden positiv bewertet, auch wenn kein persönliches Interesse an ihr besteht. Hervorgehoben werden die Interaktivität sowie das Abspeichern von Daten“

„Nach dem Besuch der Ausstellung äußert eine Mehrzahl der Befragten Interesse an der Karte“

„Für vier Personen ist die Karte *in ihrer jetzigen Form uninteressant*, weil sie nur wenig Zeit in der Ausstellung verbringen oder kein Geld ausgeben wollen. Ihr Interesse ist mit starken Einschränkungen verbunden.“

„Drei Personen zeigten *völliges Desinteresse* und bereuen den Nicht-Kauf nicht“

Die Besucher verwenden häufig die Funktion des *Digitalen Rucksacks* zum Individualisieren ihres Benutzerprofils (Icon, Farbe, usw.), auch die Empfehlungen werden häufig aufgerufen. Ob der Besucher den persönlichen oder statistischen Empfehlungen folgt, wurde nicht analysiert.

Besucherkommunikation Es wurde eine rege Kommunikation zwischen untereinander bekannten und nicht bekannten Besuchern verfolgt (Austausch von Botschaften und Medieninhalte wie Portraitbilder). Diese Beobachtung beruht auf der qualitativen Bewertung des Inhalts der gespeicherten Botschaften und ist nicht expliziter Bestandteil der quantitativen Untersuchung. Aufgrund der erfassten Daten ist es jedoch möglich, die Besucherkommunikation und die sich daraus verknüpfenden sozialen Netze, innerhalb einer Ausstellung automatisiert zu analysieren. Interessante Fragen sind unter anderem: Wie hoch ist die Anzahl von Dialogen zwischen den Besuchern (Botschaft und Antwort Paaren)? Wie lange dauert der Verlauf der Dialoge (Entwicklung des Gesprächs)? Kommunikation zwischen Internet-Besuchern und Besuchern Vorort in der Ausstellung?

- ⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 105] Gruppenverhalten (Beobachtung)

„Ein interessante Frage zur Weiterentwicklung der Ausstellung wäre daher, die Vernetzung durch Medien auch innerhalb der Ausstellung stärker erfahrbar zu machen und eine Interaktion der Besucher untereinander anzuregen bzw. zu unterstützen (siehe z.B. Gorbet, Orth und Ishii 1998) (vgl. Heath et al. 2002, Ciolfi und Bannon 2002, Aoki et al 2002, Fraser et al 2003). Dabei sollten Gruppen unterschiedlichster Größe ebenso wie Einzelpersonen unterstützt werden (Fraser et al 2003). Obwohl die Forschung zu Gruppenverhalten in Museen begonnen hat, ist es jedoch noch eine offene Forschungsfrage, was genau Besucher gemeinsam in Museen tun und welche Bedürfnisse sie dabei haben, bzw. wie man dies unterstützen kann (Grinter et al 2002, Heath et al. 2002).“

Eine Anekdote³ zeigt, wie die Kommunikationsfunktion (Senden von Botschaften und Inhalten des Digitalen Rucksacks) eine *Interaktion zwischen den Besuchern* anregen und unterstützen kann. Ein anderes Beispiel einer Diskussion über das Internet, mit dem Autor und einer Besucherin der Ausstellung, wurde auch genutzt um fachliche und technische Fragen (über den Abakus und den Digitalen Rucksack im Internet) zu diskutieren.

Die Einrichtung eines öffentlichen Diskussionsforums (*newsgroup*) für das Museum und die Ausstellung könnte daher zusätzlich, als ein wichtiger Bestandteil für die Bildung von Interessensgemeinschaften und für den Austausch von Erfahrungen, geschichtlichen Fakten und Anregungen, zum Erlebnis des Besuchs beitragen.

³Siehe Abschnitt 7.1.2 auf Seite 109.

Besucherpfad Die visuelle Darstellung der Besucherpfade ist sicherlich ein nützliches Instrument zur Evaluierung von Bereichen im öffentlichen Raum, wie Ausstellungen und ihren Besuch. Die graphische Repräsentation der Aufzeichnungsdaten in Echtzeit oder Zusammenfassung von Besucherpfeilen, ermöglicht die Beobachtung und gibt Einblick in soziale Verhaltensstrukturen.

Für den Prototyp zur Visualisierung der Besucherpfade wurde nur ein einfaches Modell entwickelt: der durch punktweise Erfassung ermittelte Pfad (Reihenfolge der Stationen) wurde mittels Splines miteinander verbunden. Parameter wie Verweilzeiten und Wegzeiten zwischen den Stationen werden in der Animation zwar berücksichtigt, jedoch nicht in der graphischen Repräsentation des Pfades. Die Entwicklung eines geeigneten Modells, auf Grundlage der mathematischen Graphentheorie (Paarung von Graphen), fällt mitunter in den Bereich der Informationsvisualisierung und gestaltete sich zu umfangreich für diese Arbeit.

Anforderungen an die Weiterentwicklung des Prototyps zur Visualisierung der Besucherpfade müssten sein: Überlagerung einzelner und Summierung aller Besucherpfade, Interaktionsarten und -verhalten an den Stationen, Kommunikation zwischen den Besuchern und Fluktuation der Besucher in den Ausstellungsbereichen. Dazu ist eine, auch im Hinblick für die exakte Ermittlung der Besuchsdauer, Erfassung der Besucher beim Eintritt und Verlassen der Ausstellung, notwendig. Eine exakte Analyse der Besucherpfade ist nur mittels lückenloser, flächendeckender Erfassung (z.B.: WLAN, Netz von Infrarot- oder Ultraschallsensoren) möglich.

Internetzugang Die Nutzung des Internetzugangs des Digitalen Rucksacks jedes zweiten smart.card Besitzer zeigt, dass diese Funktion ein wichtiger Bestandteil für die Nachbereitung des Besuchs ist. Diese Besucher sind an den von ihnen erzeugten digitalen Spuren/Andenken aus der Ausstellung hoch interessiert. Der Digitale Rucksack bietet allerdings über die Darstellung der Kartenbesitzerpositionen in der Ausstellung und die Möglichkeit Botschaften zu senden hinaus, keine Funktionen die das Interesse laufend neu wecken. So besteht, nach lokalem Abspeichern der Inhalte kein Bedarf an neuerlichem Öffnen des digitalen Rucksacks. Der Wunsch nach mehr didaktischen Inhalten (historische Informationen, ORF-Archiv Beiträge) wurde bei den Befragungen geäußert.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 77] Vorstellbare Zusatzfunktionen

„Als Erweiterung der Funktionalität wurde z.B. gewünscht, *weitere Informationen* zu erhalten, für die während des Besuchs keine Zeit ist oder auf das komplette ORF-Archiv zugreifen zu können.“

„Einige nennen eine *Wertkartenfunktion* als vorstellbare Zusatzfunktion, die *Ausweitung der Kartenutzung* auf das ganze Museum oder die Möglichkeit, sich seine Daten an der Kasse für einen Unkostenbeitrag *direkt auf CD* brennen zu lassen. Auf diese Frage gab es insgesamt jedoch nur wenige Antworten, den Interviewten fehlte sichtlich eine Vorstellung möglicher weiterer Nutzungsmöglichkeiten solch einer Karte.“

„Karte nicht auf Gruppennutzung eingestellt. Vorschlag mehr zu speichern“

Generelles Besucherverhalten

Gruppenverhalten Über die Anzahl der Besucher die gleichzeitig an einer Station interagieren kann keine Aussage getroffen werden, da es sich hier um einen nicht beobachtbaren Aspekt – einen „blinden Fleck“ bei der automatischen Erfassung handelt. Mit dem implementierten Interaktionserfassungssystem ist es nicht möglich simultane Multi-Interaktion mehrerer Besucher zu erfassen. Es wird in der Datenbank des Informationssystems nur die simultane

8. Zusammenfassung und Ausblick

Mehrfach-Präsenz verschiedener *smart.cards* erfasst. Besuchergruppen sind nur durch qualitative Methoden wie Beobachtung (Videoaufzeichnung) sinnvoll zu zählen und zu erfassen.

Die wenigen Installationen, die über Kartenlesesysteme verfügen, die auch mehrere Kartenträger simultan erfassen können, lieferten zuwenig Daten für eine sinnvolle Auswertung (Global Net und Global Storage), bzw. es wurde für diese keine Interaktionserfassung implementiert (Gläserner Mensch).

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 105] Gruppenverhalten (Beobachtung)

„Auffallend ist, dass verschiedene Arten von Ausstellungsstücken unterschiedliche Gruppengrößen und Interaktionsmuster anziehen. *Alle Installationen werden von Einzelpersonen genutzt.* Viele werden auch von *kleinen Kleingruppen* (Paare, Dreiergruppen) gemeinsam genutzt. Eine kleinere Anzahl an Installationen wird auch von *größeren Kleingruppen* (mehr als drei Personen) gemeinsam genutzt. Nur ganz wenige Stationen eignen sich dagegen für *Großgruppen*.“

Nutzungsdauer Die populärsten Stationen sind die interaktiven Hands-On Installationen mit haptischen Benutzerschnittstellen. Hohe Nutzungsdauer und laufende Fluktuationen zeigen den ORF-Newsroom und den PC-Shop (Spiele, Videos und Funktionsprinzip rund um den PC), sowie den Abakus und das ORF-Archiv als beliebteste Stationen. Die Stationen des Digitalen Raums werden vor allem von den anonymen Besuchern für das Surfen im Internet und zum (vernetzten) Spielen häufig verwendet.

Als weiteres Ergebnis der Studie ist die Bestätigung der *exponentiellen Nutzungsdauer* von interaktiven Computerstationen. Unabhängig vom Inhalt der Medienstation – sei es ein Video mit bestimmter Dauer, textueller Inhalt oder interaktive Medieninstallationen und Spiele – nimmt die Aufmerksamkeit der Benutzer und somit die Attraktion einer Station *exponentiell* ab. Auch die beobachtete Verteilungsfunktion der Zeitspanne zwischen erst- und letztmaliger Verwendung der Karte gehorcht einer Exponentialverteilung.

Infoterminals Die mittlere Nutzungsdauer eines Informationsterminals, das den historisch-multimedialen Inhalt der Ausstellung in der Form der *medien.matrix* präsentiert, liegt hinter der mittleren Nutzungsdauer der Interaktivas. Die Nutzung selbst konzentriert sich auf die Betrachtung der Medieninhalte (Abbildungen, Videos, Animationen) sowie auf den Haupttext der jeweiligen Zelle, die folgenden drei weiteren Texte werden nur von wenigen Benutzern länger betrachtet. Der Inhalt gliedert sich in Längsrichtung nach Themen und in Querrichtung nach Epochen und wird in Abhängigkeit des Kontext-Schwerpunkts jeder Station rezipiert.

Elektronischer Museumsführer Die Verknüpfung der *Besucherpfade und Besucherinteressen* – auf Basis der Reihenfolge der einzelnen Stationsbesuche und Nutzungsdauer im Zusammenhang mit dem rezipierten Inhalt und den Interaktionen – ergibt ein „*intelligentes*“ *interaktives Leitsystem*, das sich dynamisch auf die Anforderungen des Besuchers und dem Kontext seiner Interessen adaptiert. Ob elektronische Museumsführer / Touristenführer in Zukunft verstärkt angenommen werden und Verwendung finden, werden zukünftige Evaluierungen zeigen.

Zusätzliche persönliche Angaben zum eigenen Interessensprofil könnten die Empfehlungen präzisieren, erfordern jedoch ein höheres Maß an Bereitschaft durch den Benutzer.

Bewertung & Besucherkritik Aus der Umfrage ermittelte Notendurchschnitt der Ausstellung ergibt für die Besucher mit einer *smart.card* 1,79 (Median - „*sehr gut*“) und bei den

Besucher ohne Karte 2,18 (Median - „gut“). Auch in der qualitativen Auswertung der Interviews ergibt sich eine etwas bessere Beurteilung der Ausstellung durch die Besucher mit einer Karte.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 107] Bewertung der Ausstellung durch die Befragten

„Die Bewertung der Ausstellung ist sehr unterschiedlich. Kinder nennen v.a. die Spiele als Highlight andere fanden den Mix Neu-Alt interessant, manche nennen explizit die smart.card, etliche sprechen direkt / indirekt die Interaktivität an, andere interessierten sich v.a. für bestimmte historische Themen. Unklar bleibt in den Interviews leider oft, welche Ausstellungsobjekte warum gefielen, was gute Geräte sind, etc.“

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 109] Kritiken

„Geräte funktionieren nicht immer alle, fehlende Daten im Digital Backpack“

„Zu wenige echte Highlights, Aufstellung fokussiert nicht“

„Fehlende Orientierung, keine optische Lenkung“

„Fehlende Sitzgelegenheiten (außer im Digitalen Raum)“

„Schaukästen, Große und kleine Menschen benachteiligt“

8.2. Nutzen der Studie

Änderung der Digitalen Raum Anwendungen Aufgrund der *Ergebnisse der Evaluierung* wurden die Navigation und das Informationsangebot des *Digitalen Raums* geändert. Die Anwendungen sind jetzt ohne hierarchische Struktur direkt auswählbar und zusätzlich wurden die Anwendungen um das Leitsystem (Anwendung Portalterminal) und die medien.matrix (Anwendung des Infoterminals) erweitert. Die Auswirkungen der günstigeren Lage und der Sitzmöglichkeiten im Digitalen Raum auf das Nutzungsverhalten, können nun, aufgrund der bereits erhobenen Daten und der laufend generierten Daten des implementierten Protokollierungssystems, empirisch verglichen werden. Ziel ist die laufende Verbesserung der Anwendungen und deren didaktische Zugänge zugunsten der Besucher.

Demonstration des Digitalen Datenrucksacks Es wurde zusätzlich ein Demonstrationsprofil implementiert, dass *jedem* Besucher die Möglichkeit gibt, den Digitalen Rucksack, auch ohne Kauf einer smart.card, eingeschränkt zu nutzen. Die Funktionalität des Speicherns und Löschen (fix vorgegebener Marketing Inhalt geplant) fehlt diesem Demoprofil, jedoch sind die Bild-, Ton- und Video-Inhalte immer die zehn aktuellsten (letzten), direkt aus der Ausstellung (der Besucher findet seine soeben durchgeführte Nachrichtenansage als Video in dem anonymen Digitalen Rucksack). Zurzeit arbeitet das Museum an zusätzlichem Informationsmaterial (Marketing und Bedienungshinweise), damit dieses Demoprofil aktiviert wird und dem Museumsbesucher zur Verfügung steht. Die automatische Erfassung der Aktivitäten wird zeigen, ob dies die *Akzeptanz* und die *Popularität* der smart.card erhöht.

Gleichzeitig wurde eine *erweiterte Hilfefunktion* für den Gebrauch der smart.card konzipiert und implementiert. Bei erstmaliger Verwendung gelangt der Benutzer, nach einer einleitenden Hilfestellung zur Bedienung, direkt zu den Einstellungen für das Profil zur Namensgebung, Icon, Farbe und Ton Auswahl.

8. Zusammenfassung und Ausblick

Benutzerfreundlichkeit (usability) Die Studie zielt primär darauf, das Besucherverhalten zu analysieren und zu erforschen. Die vor allem in der qualitativen Beobachtung der Stationen auffallenden Mängel und Rückstände in der Benutzerfreundlichkeit zeigen, dass umfangreiche und verstärkte *usability* Studien (*formative* und *remedial evaluation*) die Akzeptanz und den Zugang für den Besucher verbessern können.

8.3. Empfehlungen für Folgestudien

Erfassung Die Ungenauigkeiten bei der Erfassung beeinflussen die Zuverlässigkeit und das Ergebnis der Auswertung. Um die Messung des *exakten* Zeitpunktes zu Beginn und am Ende der Interaktion eines Besuchers zu ermöglichen, ist es notwendig die Erfassung zu verbessern. Die Umsetzung einer qualitativen Beobachtung des Besuchers an einer Station könnte mittels Bilderkennung durch Videoüberwachung oder durch lückenlose Erfassung durch Sensoren anhand eines Senders (*beacons*), den der Besucher am Körper trägt, erfolgen. Insbesondere ist es wichtig den Beginn des Ausstellungsbesuchs mit dem Eintritt und das Ende mit dem Verlassen der Ausstellung zu erfassen, um die Besuchsdauer ermitteln zu können.

Die Verbesserung der Erfassung ist auch die Voraussetzung dafür, das *Gruppenverhalten* zu analysieren. Kann man die Gruppenanzahl, die mit der Station interagiert mittels Bilderkennung und Sensorauswertung noch extrahieren, so ist es sehr schwierig die gleichzeitige Interaktion von verschiedenen Besuchern automatisch zu erfassen.

Die *soziale Interaktion* von Besuchern kann automatisch kaum erfasst werden, es sei denn die Besucher verwenden das Medium Computer (oder ein anderes elektronisches Medium) als Kommunikationskanal. Beispiel: Senden von Botschaften, Videokonferenz, Multi-Benutzer Interaktions-Schnittstellen (*multiuser interaction*).

Für die Evaluierung der Wirksamkeit und Nützlichkeit der *Empfehlungen des Leitsystems* ist ebenfalls eine lückenlose Erfassung notwendig. Aufgrund der dynamischen Anpassung an die Besucherinteressen, müsste der gesamte Besuchsverlauf vollständig protokolliert werden. Qualitativen Methoden sollten hier zielführender sein.

Protokollierung Es existieren verschiedene Ansätze für die Protokollierung von Interaktionen (GOMS Model [Kie04]). Je nach Ziel und Zweck der Evaluierung erfasst die Protokollierung Eigenschaften der Benutzerfreundlichkeit (*usability*), der Schnittstellengestaltung (*user interface design*) oder des Nutzungsverhaltens (*user interaction behaviour*). Der Vorteil Standards zu verwenden oder gegebenenfalls zu erweitern, bringt die Möglichkeiten des Vergleichs mit anderen Studien und Untersuchungen.

Auswertung Der für die Auswertung notwendige Umfang der Datenbasis sollte vorab festgelegt sein. Trotzdem kann es passieren, dass das zu untersuchende Ereignis nicht häufig genug auftritt, um eine quantitative Untersuchung zu ermöglichen. Die Erhebung sollte laufend beobachtet werden um Änderungen in der Häufigkeit der Ereignisse zu berücksichtigen. Die Datenbasis und die Methoden (Statistik, Signifikanztests) für die Auswertung sollten vor der Erhebungsphase definiert werden, damit keine wichtigen Merkmale der Variablen übersehen werden. Das Vortesten der Evaluierungsinstrumente (Erfassungssystem, Interviews, Beobachtungsdaten) hilft Irrwege und unnötige oder unzureichende Beobachtungen zu vermeiden.

Weitere Anregungen

Vorschläge für *Erweiterungen des interaktiven Leit- und Informationssystems* medien.welten:

- Zusätzlich zu der quantitativen Rückführung des Nutzungsverhaltens (Inhalt, Dauer und Reihenfolge der Stationsbesuche) die Möglichkeit das Leitsystem auf individuelle Interessensprofile zu personalisieren.
- Ausdehnung und Integration des Informationsraumes unter Verwendung von portablen PocketPCs um kontextuelle Informationen zu den Exponaten gezielt, lokal verortet und nach Interesse abrufbar zu machen.
- Rückkopplung des von den Besuchern rezipierten und erlernten Inhaltes zur Verbesserung der persönlichen Empfehlungen und Vertiefung der Inhalte, möglichst unbewusst durch Tests, Spiele und Abfragen in Anwendungen oder mittels Interaktiva.

⊕ **Qualitatives Komplement** [HS04, Seite 82] Schlussfolgerung und Anregungen

„Anzuraten wäre daher, die *Funktionalität der Karte so zu erweitern*, dass diese für historisch sowie speziell an Computerhistorie interessierte Besucher attraktiver wird.“

„Insbesondere sollte der Inhalt des digital backpacks eine Nachbereitung des Museumsbesuchs ermöglichen. Dass Museumsbesucher an zusätzlicher Information nach dem Besuch Interesse haben, zeigt auch eine Befragung von Opperman und Specht (1999) wonach fast Zweidrittel den Museumsbesuch nachbereiten und dazu Informationsmedien (Kataloge, Reiseführer) nutzen.“

„Auffallend war, dass die *computerähnlichen Geräte* (medien.matrix, digitaler Raum) beinahe nur von jüngeren Besuchern genutzt wurden und diese von älteren Besuchern oft regelrecht gemieden wurden.“

„Zudem zeigte die Beobachtung, dass Besucher in Bezug darauf, welche Exponate sie betrachten, klare Interessensprofile zeigen. Der Erfolg der *Interaktiva* (insbesondere der *Hands-On* Mischmedien), mit denen Besucher aller Altersklassen und Interessensprofile interagieren, ist bemerkenswert.“

„Erfahrungen in anderen Bereichen deuten darauf hin, dass es einen nicht zu unterschätzenden Anteil an Menschen gibt, die sich zwar für Technik interessieren, aber von den gängigen Computern, ihrer Interaktionslogik und Ästhetik genug haben (Hornecker, Malmborg, Eden 2002).“

„*Kinder* sind generell besonders an Hands-On Interaktiva und körperbetonter Interaktion interessiert, wie der Erfolg von Hands-On Wissenschaftsmuseen zeigt.“

8.4. Fazit

Eine Evaluierung des Interaktionsverhaltens sollte *bereits in der Planungsphase* der Anwendungen berücksichtigt werden, damit die notwendigen Schnittstellen, Protokolle und Mechanismen mit in die Implementierungsphase einfließen können. Ein einheitliches, *standardisiertes Interaktionsaufzeichnungsverfahren* ist unbedingt notwendig, um anwendungs- und stationsübergreifende Vergleiche treffen zu können. Ein nachträgliches Einfügen der Aufzeichnungsmechanismen ist nur unter hohem Aufwand durchführbar. Das gilt im Besonderen für größere Projekte, an denen mehrere Entwickler arbeiten. Ein nichtstandardisierte Definition, von den Anwendungen der Stationen abhängige Interaktionsaufzeichnung, führt zu schwer vergleichbaren Einzelergebnissen, die ohne weitere Berechnungsschritte keine summativen und vergleichende Aussagen zulassen.

Die hier vorliegenden Zahlenwerte sind *weder umfassend noch exakt*. Sieht man von den Unsicherheiten und Fehler bei der Erfassung ab, dann sind sie für Vergleiche zwischen den Stationen und als Referenzwerte für weitere folgende Berechnungen als Anhaltspunkt für

8. Zusammenfassung und Ausblick

Veränderungen der Nutzung verwendbar. Mit der Reduzierung von absoluten Zahlenwerten auf prozentuelle Verteilungen, lassen sich vergleichende Aussagen über Nutzungsveränderungen in Abhängigkeit verschiedener Parameter, wie Wochentage, Tageszeit oder Stationen, treffen.

Die hier erarbeiteten Ergebnisse repräsentieren jenes *Verhaltensmuster* der Besucher, die *innerhalb des Erfassungszeitraums mit den Stationen der Interaktionserfassung* interagierten. Sie sind nur eine Teilmenge der Besucher, die das Museum, die Ausstellung, die Station besuchen. Die Interaktionen, die automatisch aufgezeichnet werden, sind zwar *nicht-reaktiv*, aber doch einfach und sehr beschränkt. Die Arbeit stellt keinen deduktiven Schluss auf einen Durchschnittsbesucher dar, wie sie vielleicht suggeriert, sondern repräsentiert in Wahrheit die Nutzung der interaktiven Terminals mit ihren Anwendungen. Der „automatisierte Beobachter“ der die Interaktionen erfasst sitzt hinter dem Schirm, der den Besucher von der Anwendung trennt, und „sieht“ nur die Ereignisse auf seiner Seite, die ihm „zu sehen“ beigebracht wurden. Die Ursache des Interaktionsereignisses – ein oder zwei Besucher, eine Gruppe (oder ein Schmetterlingsflügelschlag) – bleibt unbeobachtbar und ist nur angenommen.

Diese Arbeit ermöglichte mir persönlich eine präzise und detaillierte Evaluierung der Konzepte und Anwendungen, die ich für die Multimediastationen der Ausstellung *medien.welten* implementierte und kreierte. Die Aufgabe der Beobachtung, Interviews und Erfassung der Anwender brachten mir einen *großen Gewinn an persönlicher Erfahrung* im Hinblick auf Benutzerfreundlichkeit, Stabilität und Funktionalität von (interaktiven) Anwendungen und ihren Benutzerschnittstellen. Zusätzlich konnte ich während des Zeitraums dieser Evaluation laufend kleinere Mängel korrigieren und Verbesserungen hinzufügen, für die keine Zeit in der Implementierungsphase blieben.

Verbunden mit einem Museumsbesuchs ist das Erlebnis und damit eng gekoppelt die Erfahrung, Verständnis und Einsicht in die gezeigten Phänomene und für das kulturelle Erbe unserer Gesellschaft. Die Evaluierung und Analyse des Besucherverhaltens dient als Instrument zum Einblick in die *Ausstellungserfahrung* und das *Besuchserlebnis* des Besuchers.

Literaturverzeichnis

- [AK88] Kap. Forschungsmethoden, Methodenkritik In: ASCHENBACH, Günter ; KRIZ, Jürgen: *Handwörterbuch Psychologie*. Beltz Psychologie Verlags Union, 1988, S. 184ff, 454ff
- [BBM⁺99] BENELLI, Giuliano ; BIANCHI, Alberto ; MARTI, P. ; NOT, E. ; SENNATI, D.: HIPS Hyper-Interaction within Physical Space. In: *IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems*. Florence, Italy : IEEE Press, June 1999. – www.media.unisi.it/hips/, S. 1075–1078
- [BMC⁺03] BROWN, Barry ; MACCOLL, Ian ; CHALMERS, Matthew ; GALANI, Areti ; RANDELL, Cliff ; STEED, Anthony: Lessons From The Lighthouse: Collaboration In A Shared Mixed Reality System. In: *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*. Florida, USA : ACM Press, April 5-10 2003. – www.equator.ac.uk/PublicationStore/2002-brown-4.pdf, S. 577–584
- [Bor84] BORTZ, Jürgen: *Lehrbuch der empirischen Forschung für Sozialwissenschaftler*. 1. Auflage. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 1984. – ISBN 3–540–12852–2
- [Bru04] BRUSSELARS, Adrienne: Invention at Play - Summative Evaluation / Randi Korn & Associates Inc. 2004. – Forschungsbericht. The Lemelson Center for the Study of Invention and Innovation
- [BZ99] BIANCHI, Alberto ; ZANCANARO, Massimo: Tracking users' movements in an artistic physical space. In: *Proceedings of the i3 Annual Conference (1999)*, October 20-22, S. 103–106. – tcc.itc.it/people/zancanaro/papers/i3-99.pdf
- [CDM⁺00] CHEVERST, Keith ; DAVIES, Nigel ; MITCHELL, Keith ; FRIDAY, Adrian ; EFSTRATIOU, Christos: Developing a Context-aware Electronic Tourist Guide: Some Issues and Experiences. In: *Human Factors in Computing Systems CHI 2000 (2000)*, April, S. 17–24. – <http://www.guide.lancs.ac.uk/CHIpaper.pdf>
- [COO99] COX, R. ; O'DONNELL, M. ; OBERLANDER, J.: Dynamic versus static hypermedia in museum education: an evaluation of ILEX, the intelligent labelling explorer. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Artificial Intelligence and Education (1999)*, July 19-23, S. 181–188. – www.hcrc.ed.ac.uk/Site/ILEXINTE.html

Literaturverzeichnis

- [CT01] CEAPARU, Irina ; THAKKAR, Pankai: Logging & Automated Metrics. In: *CHARM - Human-Computer Interaction (HCI) Appropriate Research Methods* (2001), October. – www.otal.umd.edu/hci-rm/logmetric.html
- [DeG01a] *Standards für Evaluation*. Deutsche Gesellschaft für Evaluation e.V. - Broschüre. Oktober 2001. – www.degeval.de/standards/Broschuere.pdf
- [Deg01b] DEGENHARDT, Marion: Möglichkeiten empirischer Erfassung der Computernutzung von Schüler/innen im Unterricht. In: *MedienPädagogik - Online-Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* (2001), Juni, S. www.medienpaed.com/00--2/degenhardt1.pdf. – Fallstudie
- [Els03] ELSNER, Frank: *Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows*. Osnabrück: Rechenzentrum, Oktober 2003. – www.rz.uni-osnabrueck.de
- [Exp04] EXPLORATORIUM. *Electronic Guidebook Research Project*. San Francisco <http://www.exploratorium.edu/guidebook/index.html>. 2004
- [Faß99] FASSLER, Manfred: *cyber-moderne. medienevolution, globale netzwerke und die künste der kommunikation*. Wien : Springer, 1999 (Ästhetik und Naturwissenschaften - Medienkultur)
- [FFKOS02] FLECK, Margaret ; FRID, Marcos ; KINDBERG, Tim ; O'BRIEN-STRAIN, Eamonn: Rememberer: A Tool for Capturing Museum Visits. In: *UbiComp* (2002), September, S. 48–55. – www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-187.pdf
- [Foe93] VON FOERSTER, Heinz ; WEIBEL, Peter (Hrsg.): *KybernEthik*. Perspektiven der Technokultur. Berlin : Merve, 1993 (Internationaler Merve-Diskurs). – ISBN 3-88396-111-6
- [GAH⁺02] GRINTER, Rebecca E. ; AOKI, Paul M. ; HURST, Amy ; SZYMANSKI, Margaret H. ; THORNTON, James D. ; WOODRUFF, Allison: Revisiting the visit: understanding how technology can shape the museum visit. In: *Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work*. New York : ACM Press, 2002, S. 146 – 155
- [GB03] GAFFKE, Norbert ; BRÜCKNER, Karsten: *Statistik II für Wirtschaftswissenschaften - Eine Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und mathematische Statistik*. Vorlesungsskript - Universität Magdeburg. Oktober 2002/03. – www.math.uni-magdeburg.de/institute/imst/aggaffke
- [GC02] GALANI, A. ; CHALMERS, M.: Can You See Me? Exploring Co-Visiting Between Physical and Virtual Visitors. In: *Museums and the Web 2002* (2002). – University of Glasgow - Department of Computing Science, www.dcs.gla.ac.uk/equator/city.html
- [GS67] GLASER, Barney G. ; STRAUSS, Anselm L.: *The Discovery of grounded theory: Strategies for Qualitative Research*. London : Aldine Publishing Company, 1967

- [Hei95] HEINECKE, Andreas M.: Evaluation of Hypermedia Systems in Museums. In: *3rd International Conference on Hypermedia and Interactivity in Museums ICHIM'95 / MCN'95*. Pittsburgh : David Bearman, 1995. – <http://www.drheinecke.de/pubs/ichim95.pdf>
- [HMS04] HORNECKER, Eva ; MORITSCH, Otmar ; STIFTER, Matthias: Mit einem digitalen Rucksack in den medien.welten. In: KEIL-SLAWIK, R. (Hrsg.) ; SELKE, H. (Hrsg.) ; SZWILLUS, G. (Hrsg.): *Poster in Mensch & Computer 2004 - Allgegenwärtige Interaktion* Universität Paderborn, Oldenbourg Verlag, September 2004. – www.media.tuwien.ac.at/e.hornecker/Papers/MC-medienwelten.pdf
- [HS04] HORNECKER, Eva ; STIFTER, Matthias: *Evaluationsstudie: Ausstellung medien.welten. Interaktives Leitsystem medien.welten - Qualitative und Quantitative Auswertung*. März 2004. – TU Wien und Technisches Museum Wien
- [HSM04] HORNECKER, Eva ; STIFTER, Matthias ; MORITSCH, Otmar: Assessing Visitor Behavior and Attitudes in the medien.welten Exhibition. In: *CHI - Conference on Human Factors in Computing Systems: Interactive Posters - Entertainment* ACM, 2004. – www.rz.rwth-aachen.de/mata/veranstaltungen/statistik.php
- [HSS92] HERZ, Raimund ; SCHLICHER, Hans G. ; SIEGENER, Wilfried: *Angewandte Statistik für Verkehrs- und Regionalplanung*. 2. Auflage. Düsseldorf, Deutschland : Werner-Verlag, 1992. – ISBN 3-8041-1971-9
- [Jel98] JELITTO, Marc: *Einbau eines Protokollierungssystem in ein bestehendes Multimedia-System*. Universität Lüneburg. Mai 1998. – <http://ausstellungsmediumcomputer.de/material/sealife/>
- [Kel00] KELLY, L.: *Use of Computer Interactives in Museum Exhibitions: Literature Review*. AMARC - Australian Museum Audience Research Centre. November 2000. – www.amonline.net.au/amarc/pdf/about/complitreview.pdf
- [Kel02a] KELLY, L.: *Exhibition Evaluation*. AMARC - Australian Museum Audience Research Centre. June 2002. – www.amonline.net.au/amarc/pdf/research/exhibition_evaluation.pdf
- [Kel02b] KELLY, L.: *Tracking & Observation Studies*. AMARC - Australian Museum Audience Research Centre. March 2002. – www.amonline.net.au/amarc/pdf/research/tracking_studies.pdf
- [Kel02c] KELLY, L.: *What Do People Do When They Visit A Museum?* AMARC - Australian Museum Audience Research Centre. June 2002. – www.amonline.net.au/amarc/pdf/research/visitorbehaviour.pdf
- [Kel03] Kap. 12. Schätztheorie und 13. Testtheorie In: KELLER, Klaus: *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik*. Vorlesungsskript - Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen RWTH, Juni 2003, S. 319ff. – www.rz.rwth-aachen.de/mata/veranstaltungen/statistik.php

Literaturverzeichnis

- [Kie04] KIERAS, David E.: *GOMS Models: An Approach to Rapid Usability Evaluation*. Webseite. Oktober 2004. – www.eecs.umich.edu/~kieras/goms.html
- [Kön03] KÖNIG, M.: *Austria Card - Karten, die weit mehr als Karten sind*. www.austriacard.at/austriacard/pics/startseite_popup/pop.html. März 2003. – Austria Card, Plastikkarten und Ausweissysteme GmbH
- [LAAA96] LONG, Sue ; AUST, Dietmar ; ABOWD, Gregory D. ; ATKESON, Chris: *Cyberguide: Prototyping Context-Aware Mobile Applications*. In: *Short Paper in Proc. of Conference on Human Factors in Computing Systems* (1996)
- [LM04] LUDWIG-MAYERHOFER, Wolfgang. *ILMES - Internet-Lexikon der Methoden der empirischen Sozialforschung*. www.lrz-muenchen.de/~wlm/ilmes.htm. März 2004
- [Mor01] MORITSCH, Otmar: *Projektantrag - Ein intelligentes interaktives Leitsystem für Museumsbesucher*. 2001. – Technisches Museum Wien
- [NDP01] NICKS, John ; DAUSCHEK, Anja ; PIACENTE, Maria: *Konzeptevaluation der Ausstellung medien.welten für das Technische Museum Wien / LORD Cultural Resources Planning & Management GmgH*. 2001. – Forschungsbericht
- [Pat96] PATZELT, Rupert ; SCHWEINZER, Herbert (Hrsg.): *Elektrische Meßtechnik*. Zweite, neubearbeitete Auflage. Wien : Springer, 1996 (LehrbuchTechnik). – ISBN 3-211-82873-7
- [RFI04] Association for Automatic Identification and Mobility: *Radio Frequency IDentification*. Association for Automatic Identification and Mobility - Webseite. September 2004. – www.rfid.org
- [Run00] RUNKLER, Thomas A.: *Information Mining - Methoden, Algorithmen und Anwendungen intelligenter Datenanalyse*. Computational Intelligence. Vieweg Verlagsgesellschaft, April 2000. – ISBN 3-528-05741-6
- [SCA03] SCALEX: *Scalable Exhibition Server - EU Project*. 2003. – www.scalex.info
- [Sch03] SCHMIDT, Pia K.: *Naturwissenschaft begreifen - die interaktiven Ausstellungen der Science Center*. Universität Flensburg. 2003. – www2.hu-berlin.de/ffz/pdf-files/schmidt.pdf
- [SS02] SEMPER, Rob ; SPASOJEVIC, Mirjana: *The Electronic Guidebook: Using Portable Devices and a Wireless Web-based Network to Extend the Museum Experience*. In: *Museums and the Web 2002* (2002), March 29. – www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-76.pdf
- [SS03] SEINITZER, Reinhard ; STIFTER, Matthias: *Digital Backpack Communication Protocol - Communication Protocol and Security Mechanisms of User Profile*. Wien: Imagination Computerservices GesmbH, August 2003
- [Sti03a] STIFTER, Matthias: *Digital Backpack API - Software Interface Specification*. Wien: Imagination Computerservices GesmbH, März 2003

- [Sti03b] STIFTER, Matthias: *Studie Interaktives Leitsystem medien.welten - Bestandsaufnahme des Informationssystem Cyberspace*. TU Wien, TMW. September 2003. – Dokumentation
- [Sti03c] STIFTER, Matthias: *Studie Interaktives Leitsystem medien.welten - Besucherstammdatenerfassung*. TU Wien, TMW. Jänner 2003. – Dokumentation
- [Sti03d] STIFTER, Matthias: *Studie Interaktives Leitsystem medien.welten - Konzept quantitative Evaluierung*. TU Wien, TMW. Oktober 2003. – Dokumentation
- [Sti04a] STIFTER, Matthias: *Studie Interaktives Leitsystem medien.welten - Interaktionserfassung und Protokolldatenextrahierung*. TU Wien, TMW. Mai 2004. – Dokumentation
- [Sti04b] STIFTER, Matthias: *Studie Interaktives Leitsystem medien.welten - Survey Data Analysis*. TU Wien, TMW. Mai 2004. – Dokumentation
- [VL83] VERON, E. ; LEVASSEUR, M.: Ethnographie de l'exposition. In: *Bibliothèque publique d'Information, Centre Georges Pompidou* (1983)
- [WAHS01] WOODRUFF, A. ; AOKI, P. M. ; HURST, A. ; SZYMANSKI, M. H.: Electronic Guidebooks and Visitor Attention. In: *6th International Cultural Heritage Informatics Meeting*. Milan, Italy : A&MI Publishing, Pittsburgh, September 2001, S. 437–454
- [Wik04] WIKIPEDIA. *Die freie Enzyklopädie*. de.wikipedia.org. September 2004

Literaturverzeichnis

A. Tabellen

Tabelle A.1: Mittlere Interaktionssitzungsdauer

Tabelle A.2: Mittlere Interaktionssequenzdauer

Tabelle A.3: Umfrage - Datenfelder und Antwortauswahl

Tabelle A.4: Übersicht - Test auf Exponentialverteilung der *Sequenzdauer*

Tabelle A.5 Übersicht - Test auf gleiche Besucherpopulation (Grundgesamtheit GG) beider Besucherklassen

Tabelle A.6: Klassifizierung der Stationsstandorte

Tabelle A.7: Beliebteste Fernseh- und Radiobeiträge

Tabelle A.8: Stationen und Navigationsstruktur

Tabelle A.9: Mittlere Interaktionssitzungsdauer pro Anwendung

Tabelle A.10: Verteilung der Gesamtsequenzdauer pro Anwendung in Prozent

Tabelle A.11: Verteilung der Anzahl der Sitzungssequenzen pro Anwendung in Prozent

Tabelle A.13: Historie der Ausstellung medien.welten / relevante und interessante Ereignisse

A. Tabellen

Stationsklasse	Stationsname	anonym	smart.card	Gesamtergebnis	
Interaktiva	Abakus	03:28	02:59	03:14	
	El. Telegraph (DrehTG)		00:56	00:56	
	El. Telegraph (MorseTG)		01:14	01:14	
	Opt. Telegraph	02:18	01:21	01:49	
	ORF Archiv 1	01:06	01:19	01:12	
	ORF Archiv 2	01:01	01:27	01:14	
Digitaler Raum	Digi Koje 2				
	Digi.Koje 1				
	DR - Konsum 2	02:47	01:30	02:08	
	DR - Produktion 1	02:28	01:16	01:52	
	DR - Produktion 2	02:17	01:18	01:47	
	DR - Produktion 3	02:33	01:32	02:02	
	DR - Verbindung 1	02:20	01:30	01:55	
	DR - Verbindung 2	02:33	01:18	01:56	
	DR - Verbindung 3	02:26	01:38	02:02	
	DR - Verbindung 4	02:05	01:35	01:50	
	Installationen	Gläserner Mensch 1			
		Global Net			
		Global Storage			
Newsroom		04:04	02:29	03:17	
PC Shop		03:57	01:52	02:55	
VR Theater					
Leitsystem	Portalterminal 1	00:47	01:11	00:59	
	Portalterminal 2	00:54	00:56	00:55	
	Portalterminal 3	00:48	01:15	01:01	
	Portalterminal 4	00:42	01:08	00:55	
medien.matrix	Infoterminal 1	02:41	03:16	02:59	
	Infoterminal 3	02:44	03:44	03:14	
	Infoterminal 5	02:27	01:37	02:02	
	Infoterminal 7	02:05	02:07	02:06	
	Infoterminal 9	02:02	01:37	01:49	
	Infoterminal 12	02:38	02:51	02:45	
<i>Gesamtergebnis</i>		02:13	01:44	01:58	

Tabelle A.1.: Mittlere Interaktionssitzungsdauer

Stationsklasse	Stationsname	anonym	smart.card	Gesamtergebnis
Interaktiva	Abacus	04:00	03:59	04:00
	El. Telegraph		03:00	03:00
	Opt. Telegraph	02:52	01:46	02:19
	ORF Archive 1	06:37	06:09	06:23
	ORF Archive 2	05:04	05:25	05:15
Digitaler Raum	Digi Koje 2			
	Digi.Koje 1			
	DS - Consumption 2	09:29	02:27	05:58
	DS - Production 1	09:51	03:02	06:26
	DS - Production 2	09:49	02:46	06:17
	DS - Production 3	10:30	03:15	06:52
	DS - Network 1	08:18	03:44	06:01
	DS - Network 2	08:57	02:25	05:41
	DS - Network 3	08:44	03:07	05:55
DS - Network 4	08:57	03:39	06:18	
Installationen	Glaeserner Mensch 1			
	Global Net			
	Global Storage			
	Newsroom	05:11	02:40	03:56
	PC Shop	07:48	02:31	05:10
	VR Theatre			
Leitsystem	Portalterminal 1	00:47	01:10	00:59
	Portalterminal 2	00:54	00:56	00:55
	Portalterminal 3	00:48	01:17	01:02
	Portalterminal 4	00:42	01:16	00:59
Infoterminals	Infoterminal 1	02:41	03:16	02:59
	Infoterminal 3	02:44	03:44	03:14
	Infoterminal 5	02:27	01:37	02:02
	Infoterminal 7	02:05	02:07	02:06
	Infoterminal 9	02:02	01:37	01:49
	Infoterminal 12	02:38	02:51	02:45
<i>Gesamtergebnis</i>		05:10	02:47	03:57

Tabelle A.2.: Mittlere Interaktionssequenzdauer

A. Tabellen

Feld	Typ und Bereich	Bemerkung
Formularsprache	English / German	Formular Spracheinstellung
Alter	< 14 15 - 29 30 - 49 > 50	Einteilung in Altersgruppen
Geschlecht	weiblich / männlich	
Herkunft	WIEN NIEDERÖSTERREICH, BURGENLAND STEIERMARK, KÄRNTEN OBERÖSTERREICH, SALZBURG TIROL, VORARLBERG ----- EUROPA AFRIKA ASIA AUSTRALIA SOUTH AMERIKA NORTH AMERIKA	Genauere Landeszuordnung oder Einteilung in Kontinente
Muttersprache	Deutsch englisch spanisch italienisch französisch tschechisch slowakisch ungarisch russisch slowenisch kroatisch polnisch sonstige	Erhebung der Muttersprache
Beruf	Schüler Student Lehrer Selbständig Angestellter, Beamter Arbeiter Hausfrau Pensionist	
Besuch als Gruppe	JA / NEIN	
Gruppenbesuch	Zu zweit, Familie, Schulklasse, sonstige	Gruppenkategorie
Gruppenanzahl	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 11-20 21-30 >30	Anzahl der Gruppenmitglieder
Geübt im Umgang mit Computer:	Ja eher ja eher nein nein	
TMW zuletzt besucht	noch nie zuletzt vor Umbau 1992 zuletzt nach Umbau 1999	
Wegen medien.welten hier?	JA / NEIN	
aufmerksam geworden durch :	Empfehlung, Werbung, Medien Schule, andere	
Note	(1) sehr gut (2) gut (3) befriedigend (4) genügend (5) nicht genügend	Bewertung
Kommentar		255 Zeichen

Tabelle A.3.: Umfrage - Datenfelder und Antwortauswahl

Station	exp. Verteilung - smart.card	exp. Verteilung - anonym
Portalterminal 1	ja	abgelehnt
Portalterminal 2	ja	abgelehnt
Portalterminal 3	ja	abgelehnt
Portalterminal 4	abgelehnt	abgelehnt
Infoterminal 1	ja	abgelehnt
Infoterminal 3	ja	abgelehnt
Infoterminal 5	ja	abgelehnt
Infoterminal 7	ja	abgelehnt
Infoterminal 9	ja	abgelehnt
Infoterminal 12	ja	abgelehnt
PC Shop	ja	abgelehnt
Newsroom	abgelehnt	abgelehnt
ORF Archiv 1	ja	abgelehnt
ORF Archiv 2	ja	abgelehnt
DR Konsum 2	abgelehnt	abgelehnt
DR Produktion 1	abgelehnt	abgelehnt
DR Produktion 2	abgelehnt	abgelehnt
DR Produktion 3	abgelehnt	abgelehnt
DR Verbindung 1	ja	abgelehnt
DR Verbindung 2	ja	abgelehnt
DR Verbindung 3	ja	abgelehnt
DR Verbindung 4	abgelehnt	abgelehnt
opt. Telegraph	abgelehnt	abgelehnt
el. Telegraph	abgelehnt	abgelehnt
Abakus	ja	abgelehnt

Tabelle A.4.: Übersicht - Test auf Exponentialverteilung der *Sequenzdauer*

A. Tabellen

Station	gleiche GG (K-S Test)	gleiche GG (M-W Test)
Portalterminal 1	abgelehnt	abgelehnt
Portalterminal 2	ja	ja
Portalterminal 3	abgelehnt	abgelehnt
Portalterminal 4	ja	ja
Infoterminal 1	ja	abgelehnt
Infoterminal 3	abgelehnt	abgelehnt
Infoterminal 5	abgelehnt	ja
Infoterminal 7	ja	ja
Infoterminal 9	ja	ja
Infoterminal 12	ja	ja
PC Shop	abgelehnt	abgelehnt
Newsroom	abgelehnt	abgelehnt
ORF Archiv 1	abgelehnt	ja
ORF Archiv 2	abgelehnt	ja
DR Konsum 2	abgelehnt	abgelehnt
DR Produktion 1	abgelehnt	abgelehnt
DR Produktion 2	abgelehnt	abgelehnt
DR Produktion 3	abgelehnt	abgelehnt
DR Verbindung 1	abgelehnt	abgelehnt
DR Verbindung 2	abgelehnt	abgelehnt
DR Verbindung 3	abgelehnt	abgelehnt
DR Verbindung 4	abgelehnt	abgelehnt
opt. Telegraph	abgelehnt	ja
el. Telegraph	-	-
Abakus	abgelehnt	ja

Tabelle A.5.: Übersicht - Test auf gleiche Besucherpopulation (Grundgesamtheit GG) beider Besucherklassen

Stationsname	Bereich	Tiefe	Seite
Abakus	Speicherung	vorne	links
Infoterminal 1	Speicherung	vorne	links
Infoterminal 3	Speicherung	Mitte	links
Gläserner Mensch 1	Galerie	Mitte	Mitte
Global storage 1	Galerie	Mitte	Mitte
Kassa	Galerie	vorne	Mitte
Mapterminal	Galerie	vorne	Mitte
Portalterminal 1	Galerie	vorne	links
Portalterminal 2	Galerie	Mitte	links
Portalterminal 3	Galerie	Mitte	links
Portalterminal 4	Galerie	vorne	rechts
El. Telegraph	Übermittlung	vorne	rechts
Infoterminal 9	Übermittlung	Mitte	rechts
Infoterminal 12	Übermittlung	vorne	rechts
Opt. Telegraph	Übermittlung	vorne	rechts
Digi. Koje 1	Konvergenz	hinten	Mitte
Digi. Koje 2	Konvergenz	hinten	Mitte
DR - Konsum 1	Konvergenz	hinten	Mitte
DR - Konsum 2	Konvergenz	hinten	Mitte
DR - Konsum 4	Konvergenz	hinten	Mitte
DR - Produktion 1	Konvergenz	hinten	Mitte
DR - Produktion 2	Konvergenz	hinten	Mitte
DR - Produktion 3	Konvergenz	hinten	Mitte
DR - Verbindung 1	Konvergenz	hinten	Mitte
DR - Verbindung 2	Konvergenz	hinten	Mitte
DR - Verbindung 3	Konvergenz	hinten	Mitte
DR - Verbindung 4	Konvergenz	hinten	Mitte
Infoterminal 5	Konvergenz	hinten	links
Infoterminal 7	Konvergenz	hinten	rechts
Newsroom	Konvergenz	hinten	rechts
ORF Archiv 1	Konvergenz	hinten	rechts
ORF Archiv 2	Konvergenz	hinten	rechts
PC Shop 1	Konvergenz	hinten	links
VR Theater	Konvergenz	hinten	links

Tabelle A.6.: Klassifizierung der Stationsstandorte

A. Tabellen

Beitragstyp	Beitrag	anonym	smart.card	Gesamtergebnis
Radio	2001_Hermann Maier	1,23%	2,57%	1,29%
	1929_Der Prinz ...	1,17%	4,29%	1,30%
	1955_Österreich frei	1,37%	3,24%	1,45%
	1954_Fußball	1,64%	0,25%	1,58%
	2001_11. September	1,67%	1,56%	1,67%
	1961_Kokoschka	1,94%	0,00%	1,85%
	2002_Hochwasser	2,39%	4,11%	2,47%
	1940_Reichssender	2,76%	1,60%	2,71%
	1962_Ermordung JFK	3,56%	4,11%	3,59%
	1961_Toor! Toor!...	5,57%	9,55%	5,75%
Radio Ergebnis		23,31%	31,28%	23,66%
Video	1970 Transparentbluse	4,61%	5,89%	4,66%
	1992 Ötzi	4,94%	0,99%	4,76%
	1990 Dingsda	4,70%	6,98%	4,80%
	50er Halbstarke	4,87%	5,57%	4,90%
	1963 Extremer_Winter	6,15%	4,98%	6,09%
	1963 Fernsehkoch_Helmuth_Misak	6,18%	5,54%	6,15%
	1963 Willy_Kralik_Teenagerparty	6,85%	9,06%	6,95%
	2000 Taxi_Orange	8,19%	6,86%	8,13%
	1960 Das_Bügeln	8,88%	6,14%	8,76%
	1902 Starmania	21,33%	16,71%	21,13%
Video Ergebnis		76,69%	68,72%	76,34%

Tabelle A.7.: ORF Archiv - Rangfolge der Beiträge in Prozent der Gesamtnutzungszeit

**Stationen,
Anwendungen
und Hierarchie**

Die übergeordnete Hierarchie (Navigationsstruktur) ist die Einführung in das jeweilige Themengebiet und wird durch die Schreibweise in Grossbuchstaben gekennzeichnet.

DIGITALER RAUM	
PRODUKTION	
(RECORDBOX)	
DIGITALISIERUNG	<i>Station : Produktion 1</i>
Bilddigitalisierung	
Tondigitalisierung	
Malen nach Zahlen	
BEARBEITUNG	<i>Station : Produktion 2</i>
Bearbeitung Bild – Bildmanipulation	
Bearbeitung Ton – Tonmanipulation	
VERÖFFENTLICHUNG	<i>Station : Produktion 3</i>
Multi-Channel Publishing	
E-Card	
VERBINDUNG	
NETZWERKE	<i>Station : Verbindung 1</i>
Techniker – Netzwerkaufbau	
Betreiber – Netzwerkdienste	
Benutzer – Netzwerk Operation	
INFORMATION	<i>Station : Verbindung 2</i>
Schaufensterdatenbank	
Traffic – Verkehrszählung	
KOMMUNIKATION	<i>Station : Verbindung 3</i>
Pong	
Zwei	
SICHERHEIT	<i>Station : Verbindung 4</i>
Netzwerksicherheit	
Verschlüsselung	
Tracking	
KONSUM	
PC	<i>Station : Konsum 2</i>
TV	
EXTERNE ANWENDUNGEN	
MediaPrint	
VSL	
Observer	

Tabelle A.8.: Digitaler Raum - Stationen und Navigationsstruktur

A. Tabellen

Anwendung	anonym	smart.card	Gesamtergebnis
BEARBEITUNG	00:00:36	00:00:30	00:00:34
Bearbeitung_Bild	00:02:12	00:01:29	00:01:50
Bearbeitung_Ton	00:01:13	00:01:57	00:01:32
Benutzer	00:02:00	00:01:16	00:01:38
Betreiber	00:01:36	00:02:47	00:02:07
BildDigitalisierung	00:01:22	00:01:33	00:01:27
DIGITALER_RAUM	00:00:38	00:00:42	00:00:40
DIGITALISIERUNG	00:00:35	00:00:24	00:00:31
E_cards	00:03:13	00:01:02	00:02:12
INFORMATION	00:00:40	00:00:23	00:00:34
KOMMUNIKATION	00:00:32	00:00:57	00:00:43
KONSUM	00:00:34	00:00:25	00:00:30
Malen_nach_Zahlen	00:04:12	00:02:27	00:03:19
MediaPrint	00:03:19	00:00:51	00:02:22
Multi_Channel_Publishing	00:02:10	00:01:29	00:01:56
NETZWERKE	00:00:42	00:02:27	00:01:17
Netzwerksicherheit	00:01:42	00:01:21	00:01:34
Observer	00:03:06	00:01:04	00:02:33
PC	00:08:16	00:03:05	00:05:41
Pong	00:04:52	00:01:37	00:03:21
PRODUKTION	00:00:35	00:00:22	00:00:29
Schaufensterdatenbank	00:02:50	00:01:51	00:02:20
SICHERHEIT	00:00:34	00:00:26	00:00:31
Techniker	00:02:47	00:02:22	00:02:35
TonDigitalisierung	00:01:39	00:00:52	00:01:23
Tracking	00:01:06	00:00:37	00:00:55
Traffic	00:01:01	00:00:44	00:00:54
TV	00:00:38	00:00:32	00:00:35
VERBINDUNG	00:00:37	00:00:21	00:00:29
VEROEFFENTLICHUNG	00:00:33	00:00:22	00:00:30
Verschlusselung	00:01:35	00:00:49	00:01:20
VSL	00:02:16	00:01:25	00:01:57
Zwei	00:02:42	00:01:23	00:02:03
BEARBEITUNG	00:01:53	00:01:16	00:01:37

Tabelle A.9.: Digitaler Raum - mittlere Interaktionssitzungszeit pro Anwendung

Anwendung	anonym	smart.card	Gesamtergebnis
BEARBEITUNG	0,44%	1,68%	1,06%
Bearbeitung_Bild	4,98%	8,27%	6,62%
Bearbeitung_Ton	1,89%	2,53%	2,21%
Benutzer	3,01%	4,32%	3,67%
Betreiber	0,93%	2,58%	1,75%
BildDigitalisierung	1,82%	4,04%	2,93%
DIGITALER_RAUM	1,41%	1,77%	1,59%
DIGITALISIERUNG	0,50%	1,84%	1,17%
E.cards	1,90%	2,58%	2,24%
INFORMATION	0,50%	2,83%	1,67%
KOMMUNIKATION	0,54%	3,73%	2,14%
KONSUM	0,96%	4,10%	2,53%
Malen_nach_Zahlen	4,82%	5,17%	4,99%
MediaPrint	3,03%	0,98%	2,01%
Multi_Channel_Publishing	0,66%	1,31%	0,99%
NETZWERKE	0,57%	2,26%	1,41%
Netzwerksicherheit	0,92%	1,51%	1,21%
Observer	0,92%	0,63%	0,78%
PC	38,49%	16,21%	27,35%
Pong	12,45%	5,68%	9,06%
PRODUKTION	0,78%	0,76%	0,77%
Schaufensterdatenbank	3,97%	6,04%	5,01%
SICHERHEIT	0,58%	2,45%	1,51%
Techniker	2,51%	3,88%	3,20%
TonDigitalisierung	0,64%	0,87%	0,76%
Tracking	0,72%	0,80%	0,76%
Traffic	0,71%	0,90%	0,81%
TV	1,05%	2,31%	1,68%
VERBINDUNG	0,97%	0,61%	0,79%
VEROEFFENTLICHUNG	0,45%	0,90%	0,67%
Verschlusselung	0,93%	1,18%	1,06%
VSL	1,07%	1,78%	1,43%
Zwei	4,88%	3,48%	4,18%
Gesamtergebnis	100,00%	100,00%	100,00%

Tabelle A.10.: Digitaler Raum - Aufteilung der Gesamtsumme der Nutzungszeiten in Prozent

A. Tabellen

Anwendung	anonym	smart.card	Gesamtergebnis
BEARBEITUNG	1,65%	3,07%	2,36%
Bearbeitung_Bild	5,37%	7,65%	6,51%
Bearbeitung_Ton	3,68%	1,66%	2,67%
Benutzer	3,62%	3,64%	3,63%
Betreiber	1,43%	1,45%	1,44%
BildDigitalisierung	3,27%	3,66%	3,47%
DIGITALER_RAUM	5,84%	3,64%	4,74%
DIGITALISIERUNG	1,75%	3,11%	2,43%
E_cards	1,61%	2,60%	2,11%
INFORMATION	1,79%	4,09%	2,94%
KOMMUNIKATION	2,18%	4,74%	3,46%
KONSUM	4,23%	6,36%	5,29%
Malen_nach_Zahlen	3,10%	2,96%	3,03%
MediaPrint	2,24%	1,16%	1,70%
Multi_Channel_Publishing	0,90%	1,20%	1,05%
NETZWERKE	2,06%	2,48%	2,27%
Netzwerksicherheit	1,38%	1,10%	1,24%
Observer	0,79%	0,76%	0,77%
PC	12,87%	7,80%	10,34%
Pong	7,04%	4,49%	5,76%
PRODUKTION	3,62%	2,33%	2,97%
Schaufensterdatenbank	3,37%	4,34%	3,85%
SICHERHEIT	2,00%	3,30%	2,65%
Techniker	2,39%	2,04%	2,22%
TonDigitalisierung	1,20%	1,25%	1,22%
Tracking	1,52%	1,54%	1,53%
Traffic	1,57%	1,62%	1,60%
TV	4,23%	5,02%	4,63%
VERBINDUNG	4,12%	2,02%	3,07%
VEROEFFENTLICHUNG	2,09%	2,53%	2,31%
Verschlusselung	1,40%	1,61%	1,50%
VSL	1,05%	1,38%	1,21%
Zwei	4,63%	3,41%	4,02%
Gesamtergebnis	100,00%	100,00%	100,00%

Tabelle A.11.: Digitaler Raum - Aufteilung der Anzahl der Sitzungssequenzen in Prozent

Datum	Event	Beschreibung
8. März 2003	ERÖFFNUNG	Testbetrieb der smart.card
1. Mai 2003	TMW geschlossen	
13. Mai 2003	Wassereinbruch Serverraum	
14. Mai 2003	TMW geschlossen	Wassereinbruch
1. Juli 2003	smart.card Verkauf	offizieller Beginn des Verkaufs der smart.card
10. August 2003	Server Protokoll Dateien	Start der Serverkommunikationsaufzeichnung
29. August 2003	Sonderveranstaltung	Austria Card
3. September 2003	Änderung der Öffnungszeiten	bis 18h geöffnet, bis dato donnerstags 20h
4. September 2003	VR-Theater Eröffnung	Abendveranstaltung
5. September 2003	Sonderveranstaltung	Austria Card
6. September 2003	Sonderveranstaltung	Telekom Austria
20. September 2003	lange Nacht der Museen	TMW bis 24 Uhr geöffnet
26. September 2003	Start der Umfrage	Erhebung der demographischen Daten mittels elektronischem Eingabeformular
30. September 2003	Digital Backpack Erweiterung	zusätzlicher Inhalt: Gläserner Mensch, Global Storage, Global Net, VR-Theater, ORF-Archiv
1. Oktober 2003	Sonderveranstaltung	Symposium der Wirtschaftskammer
7. Oktober 2003	Start der Interaktions-Aufzeichnung	Aufzeichnung des Stationsmodus (aktiv, idle) und der Empfehlung
15. Oktober 2003	Sonderveranstaltung	Philips
16. Oktober 2003	Virus Attacke	startet und stoppt ab ca. 14h alle Stationen
17. Oktober 2003	Sonderveranstaltung	top talent - Festival
23. Oktober 2003	Interview	Besucherbefragung 1. Tag (eva.hornecker, matthias.stifter)
1. November 2003	TMW geschlossen	
13. November 2003	Interview	Besucherbefragung 2. Tag (matthias.stifter)
14. November 2003	Interview	Besucherbefragung 3. Tag (matthias.stifter, kornelia.kopf)
25. Dezember 2003	TMW geschlossen	
31. Dezember 2003	TMW geschlossen	
1. Jänner 2004	TMW geschlossen	
16. Jänner 2004	Update der Umfrage - Web	Umstellung des Fragebogens
18. Jänner 2004	Update der Umfrage - Ausstellung	Umstellung des Fragebogens
15. Februar 2004	Datenstand der Auswertung	Dump der Datenbank

Tabelle A.13.: Historie der Ausstellung medien.welten

A. Tabellen

B. Abbildungen und Diagramme

Abbildung B.1: Zugriff auf die medien.matrix je Zelle und Station - smart.card

Abbildung B.2: Zugriff auf die medien.matrix je Zelle und Station - anonyme Besucher

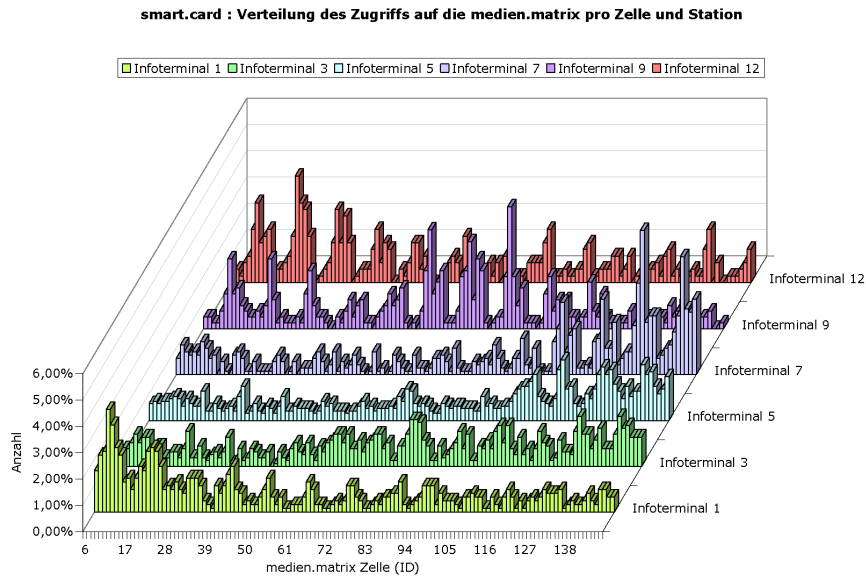
Abbildung B.3: Übersicht - Mittlere Interaktionssitzungsdauer

Abbildung B.4: Übersicht - Interaktionssequenzen

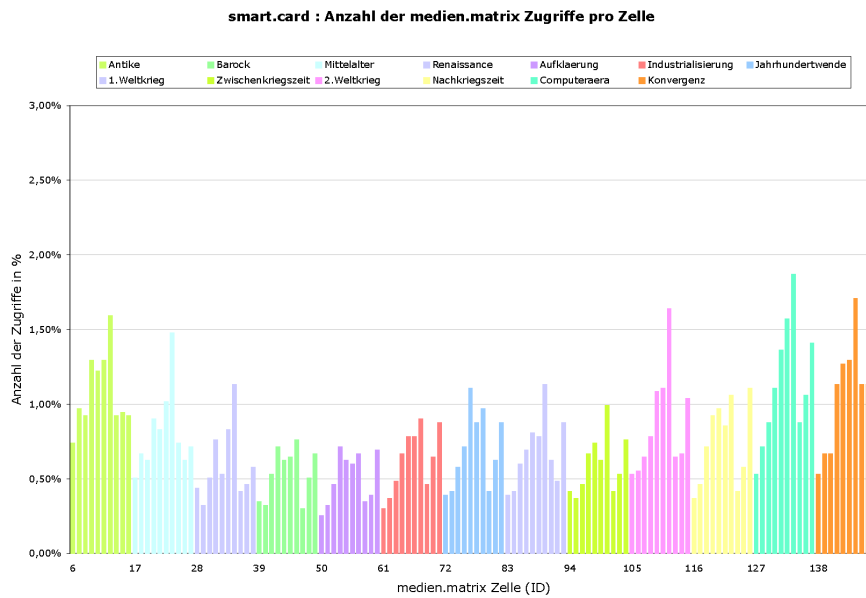
Abbildung B.5: HCI Poster

Abbildung B.6, B.7, B.8: Medienstationen und Ausstellung

B. Abbildungen und Diagramme



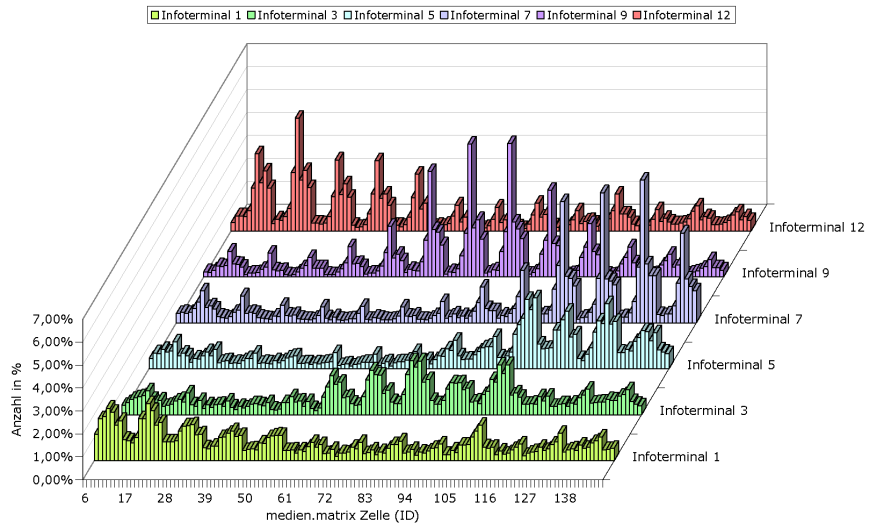
(a) Verteilung je Zelle und Station



(b) Verteilung je Zelle

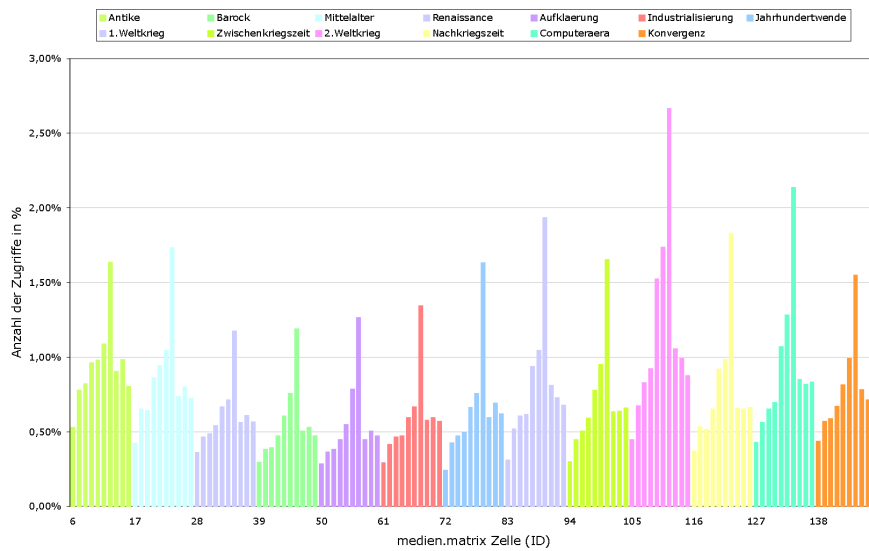
Abbildung B.1.: Infoterminal - Zugriffsverhalten der Besucherklasse mit smart.card

anonym : Verteilung der Zugriff auf die medien.matrix pro Zelle und Station



(a) Verteilung je Zelle und Station

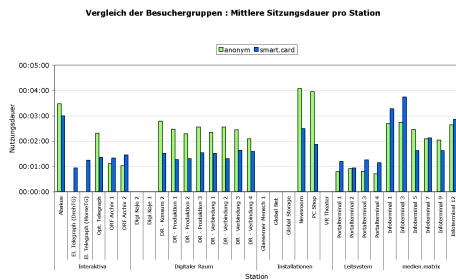
anonym : Anzahl der medien.matrix Zugriffe pro Zelle



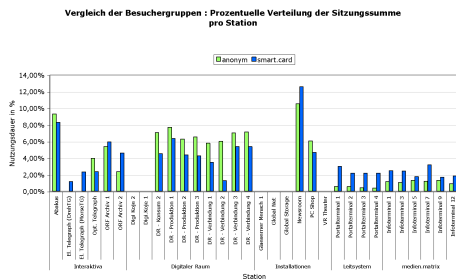
(b) Verteilung je Zelle

Abbildung B.2.: Infoterminal - Zugriffsverhalten der anonymen Besucherklasse

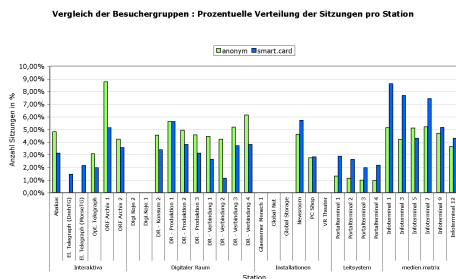
B. Abbildungen und Diagramme



(a) Verteilung der Interaktionssitzungen pro Station

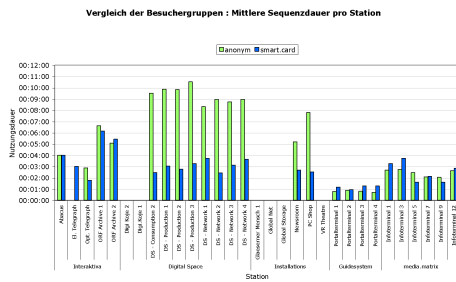


(b) Verteilung der Summe der Interaktionszeiten pro Station

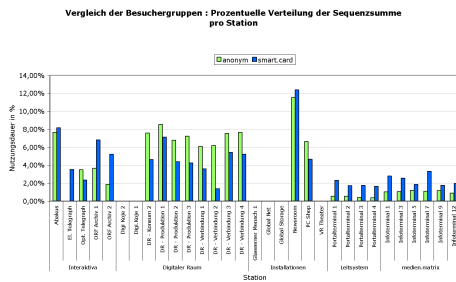


(c) Anzahl der Interaktionssitzungen pro Station

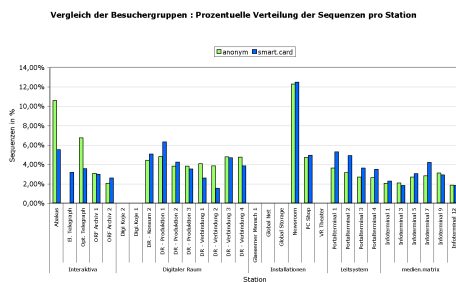
Abbildung B.3.: Übersicht - Interaktionssitzungen



(a) Verteilung der Interaktionssequenzen pro Station



(b) Verteilung der Summe der Gesamtinteraktionszeiten pro Station



(c) Anzahl der Interaktionssequenzen pro Station

Abbildung B.4.: Übersicht - Interaktionssequenzen

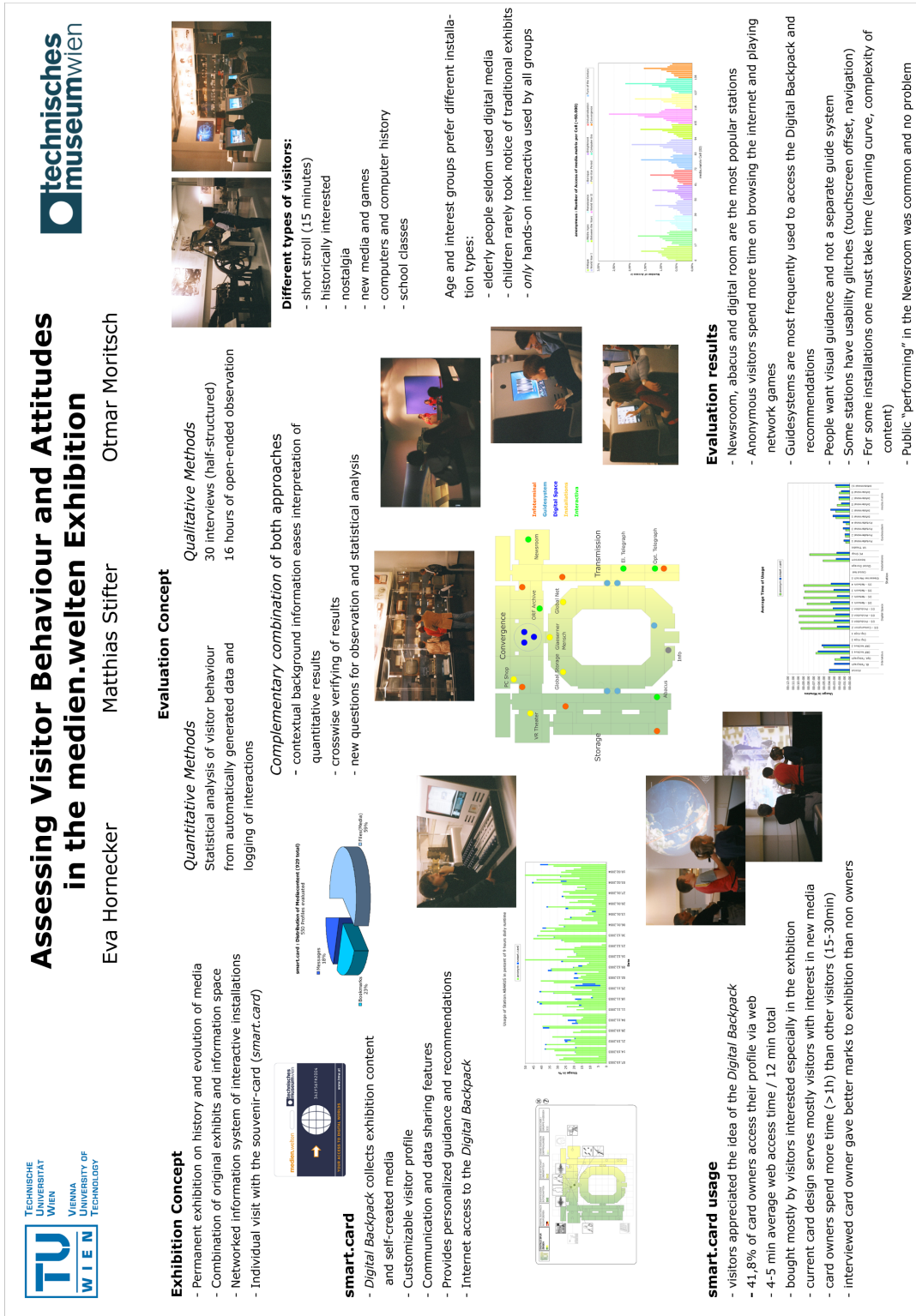
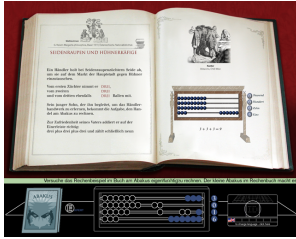
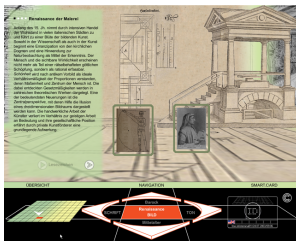


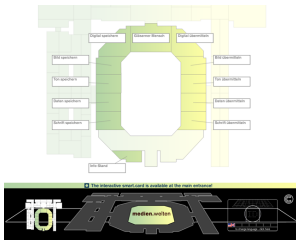
Abbildung B.5.: HCI Poster



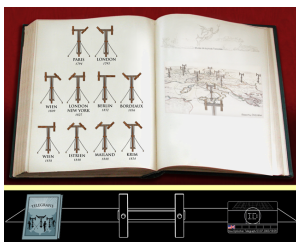
Station *Abakus*



Station *medien.matrix*



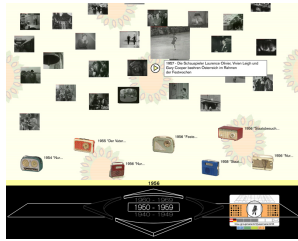
Station *Leitsystem*



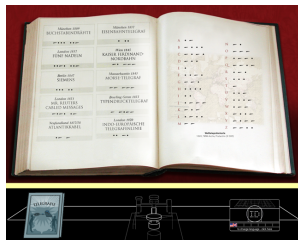
Station *Optischer Telegraph*

Abbildung B.6.: Stationen in der Ausstellung

B. Abbildungen und Diagramme



Station *ORF Archiv*



Station *Elektrischer Telegraph*



Station *PC Shop*

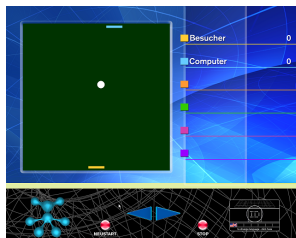


Station *Newsroom*

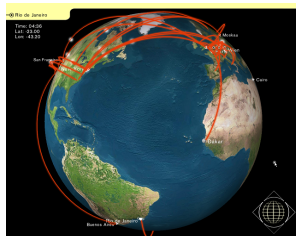
Abbildung B.7.: Stationen in der Ausstellung (2)



Station *Digitaler Raum und Ringprojektion*



Station *Digitaler Raum - Produktion*



Station *Global Net*



Station *Global Storage*

Abbildung B.8.: Stationen in der Ausstellung (3)