

EPK-Varianten auf dem Prüfstand: Explorative Studie zur Gebrauchstauglichkeit von eEPK und oEPK

Frank Hogrebe¹; Alexander Jürgens²; Sven Pagel²; Markus Nüttgens³

¹Landeshauptstadt Düsseldorf
Organisations-, Personal-, IT- und Wirtschaftsförderungsdezernat
Burgplatz 1, D-40213 Düsseldorf
frank.hogrebe@stadt.duesseldorf.de

²Fachhochschule Düsseldorf
Betriebswirtschaftslehre, insb. Kommunikation und Multimedia
Forschungsschwerpunkt Kommunikationsforschung
Universitätsstraße, Gebäude 23.32, D-40225 Düsseldorf
alexander.juergens|sven.pagel@fh-duesseldorf.de

³Universität Hamburg
Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Von-Melle-Park 5, D-20146 Hamburg
markus.nuettgens@wiso.uni-hamburg.de

Zusammenfassung: Der Schwerpunkt bisheriger Arbeiten zur Gebrauchstauglichkeit semiformaler Modellierungssprachen in der Wirtschaftsinformatik liegt im Anwendungsbereich der Softwareentwicklung, mit der Folge, dass maschinenbezogene Anforderungen regelmäßig im Vordergrund stehen. Gleichwohl dienen semiformale Modellierungssprachen auch zur Erfassung und Beschreibung von Informationsmodellen als Instrumente einer „Mensch-zu-Mensch“-Kommunikation. Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse einer explorativen Studie zur Gebrauchstauglichkeit (engl. Usability) von EPK-Varianten vor, die sowohl Ersteller als auch Nutzer von Informationsmodellen einbezieht. Als Grundlage zur Messung und Bewertung der Usability der EPK-Varianten wird ein Untersuchungsrahmen zugrunde gelegt, der Konzepte der Wirtschaftsinformatik mit Konzepten der Kommunikationsforschung kombiniert. Dabei werden sowohl einschlägige Teile der Usability-Norm EN ISO 9241 einbezogen als auch die Methode des Eyetrackings (Blickbewegungsregistrierung). Die Ergebnisse der Arbeit adressieren sowohl die wissenschaftliche Forschung als auch die Praxis.

1 Motivation und Untersuchungsgegenstand

Zur Beurteilung von Informationssystemen haben sich zwei wesentliche Forschungsströme herausgebildet [WiTo05, S. 85]. Der Erste stellt die „Benutzerzufriedenheit (user satisfaction)“ bei der Erstellung und Nutzung von Informationssystemen in den Vordergrund [Se97], [Me90], [IOB83], [BaPe83]. Die zweite Forschungsrichtung legt den Schwerpunkt auf die „Technikakzeptanz (technology acceptance)“ bei der Erstellung und Nutzung von Informationssystemen [VMD03], [Sz96], [HaBa94], [Da89]. Semiformale Modellierungssprachen sind der Ausgangspunkt zur Visualisierung betrieblicher Strukturen und Abläufe in Unternehmen und Verwaltungen und bilden damit die Grundlage für die Beschreibung von Informationsmodellen, die grundlegend für die Entwicklung von Informationssystemen sind. Die vorliegende Untersuchung legt den Fokus auf die Benutzerzufriedenheit (user satisfaction) bei der Messung und Bewertung semiformaler Modellierungssprachen und ihrer Modelle (Untersuchungsgegenstand). Die Gebrauchstauglichkeit (engl. Usability) hängt von den Anforderungen ihrer Benutzer ab. Systematische Untersuchungen zur Usability sind unter anderem ein Forschungsfeld der Kommunikationsforschung. Es handelt sich dabei um die empirische Sozialforschung innerhalb der Kommunikationswissenschaft. Der vorliegende Beitrag bewegt sich somit an der Schnittstelle von Wirtschaftsinformatik und Kommunikationswissenschaft. Arbeiten zur Usabilityforschung finden sich bei [CHL06], [RoPu07], [HSS02], [SSD02], [HaSc00]. Einschlägige Normen zur Usability finden sich in den Teilen 11, 12 und 110 der Europäischen Usability-Norm EN ISO 9241 [ISO99], [ISO00], [ISO08].

Usability-Untersuchungen zur Messung und Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von Modellierungssprachen und ihren Modellen sind bisher nicht publiziert. Zur Vorbereitung einer solchen Betrachtung wird ein Untersuchungsrahmen entwickelt, der sowohl Erkenntnisse der Wirtschaftsinformatik als auch der Kommunikationsforschung einbezieht. Als Instrumentarium wird neben (klassischen) Befragungstechniken auch die Eyetracking-Methode (Blickbewegungsregistrierung) eingesetzt, um neben qualitativen Indikatoren (wie Zufriedenheit mit einer Modellierungssprache bzw. ihrer Modelle) auch quantitative Indikatoren (wie Einfluss von Blickbewegungen auf die Zeitdauer der Modellierung oder Fixierungsinformationen bei der Modellnutzung) untersuchen zu können.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Im zweiten Abschnitt werden zunächst die verschiedenen Benutzergruppen von Modellierungssprachen und Informationsmodellen näher betrachtet. Der dritte Abschnitt befasst sich mit der Usability-Norm EN ISO 9241 als Ausgangspunkt zur Evaluation der Usability von Modellierungssprachen. In diesem Kontext wird auch die Eyetracking-Methode (Blickbewegungsregistrierung) einbezogen. Im vierten Abschnitt wird ein Untersuchungsrahmen zur Messung und Bewertung der Usability von Modellierungssprachen vorgestellt, der als Grundlage für Usability-Eyetracking-Studien dient. Dieser wird im Abschnitt 4 auf einen Vergleich von zwei EPK-Varianten exemplarisch angewandt. Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung, Hinweisen zur Limitation der Ergebnisse und einem Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf.

2 Benutzer von Modellierungssprachen und Informationsmodellen

Urheber und Adressaten modellierungssprachiger Äußerungen können Menschen oder Maschinen sein. Maschinen sind automatische formale Systeme, die mittels einer gegebenen Menge endlich vieler Operationen eine ebenfalls gegebene Menge von Objekten manipulieren [Pa06, S. 167]. Dabei sind Maschinen als physische Geräte (Rechner) dynamisch äquivalent zu Automaten. Menschen, die sich aufgrund derselben Schriftsprache verständigen, bilden eine soziolinguistische Sprachgemeinschaft. Urheber und Adressaten können in der betrieblichen Praxis zu Personengruppen zusammengefasst werden, bei denen ein ähnliches Interesse an der Art der Modellerstellung /-nutzung besteht [BSG99, S. 6f.]:

	Urheber	Adressaten
Menschen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Konstrukteure</i>, als Entwickler von Modellierungssprachen ▪ <i>Ersteller</i> (Modellierer) von Informationsmodellen (wie Fachanwender, Organisationsgestalter und Unternehmensberater) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Programmierer</i>, die aus Modellinhalten Programme erzeugen ▪ <i>Nutzer</i> (wie Mitarbeiter in Fachbereichen, Organisationsabteilungen und DV-Abteilungen), die Informationsmodelle als Arbeits- und Entscheidungsgrundlage einsetzen; gleiches gilt für Controller, Unternehmensberater oder Mitarbeiter von Zertifizierungsstellen
Maschinen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Maschinen</i>, bei der automatischen Generierung von Programmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Maschinen</i>, die Programme ausführen

Tabelle 1: Urheber und Adressaten von Modellierungssprachen /-modellen

Tabelle 1 zeigt in Anlehnung an [BSG99, S. 7f.], [Pa06, S. 116] und [Du01, S.64] exemplarisch Gruppen von Urhebern und Adressaten von Modellierungssprachen /-modellen. *Mitarbeiter in DV-Abteilungen* (Datenverarbeitungsabteilungen) setzen vor allem Modelle zur Informationssystemgestaltung ein. Der Fokus der DV-Abteilungen liegt in der Betrachtung des gesamten Informationsmodells einer Unternehmung. Dabei stehen die Informationsflüsse in den Prozessen im Vordergrund. Aufgrund der im Regelfall geringeren Methodenkompetenz von *Mitarbeitern in Fachbereichen* sind für diesen Adressatenkreis leicht verständliche grafische Modelle hilfreich. Für die Nutzenden steht dabei die intuitive Nachvollziehbarkeit im Vordergrund. Mitarbeiter von Fachabteilungen erwarten von Informationsmodellen eine detaillierte Beschreibung ihrer Prozesse; dabei stehen weniger die systemrelevanten, als die sachlogischen Zusammenhänge im Vordergrund [BSG99, S. 30]. *Mitarbeiter in Organisationsabteilungen* erstellen und nutzen Informationsmodelle zur Beschreibung von Aufbau- und Ablauforganisationen. Sie besitzen ein vorrangiges Interesse an Organisations-, Funktions- und Prozessmodellen.

3 Normen zur Usability und Eyetracking-Methode

3.1 Usability-Norm EN ISO 9241

Untersuchungen zur Usability von Informationssystemen finden sich bei [SND05], [TM04], [PI04], [GKP03], [Ku03]. Solche Untersuchungen sind unter anderem ein Untersuchungsfeld in Kommunikationsforschung. Arbeiten finden sich in den Bereichen der Web-Usability ([CHL06], [RoPu07], [HSS02], [SSD02], [HaSc00]), Usability mobiler Systeme [KjSt04] und TV-Usability ([OBB07], [Ca06], [PeGr03]). Dabei wird im Bereich von Web-Angeboten die Usability nicht nur als ein kritischer Erfolgsfaktor im e-Business angesehen, sondern bildet ein wesentliches Qualitätskriterium für Web-Angebote kommerzieller wie nicht-kommerzieller Organisationen und Institutionen [Ni99, S. 9]. Das Methodenspektrum zur Evaluation von Usability ist vielschichtig, vgl. [Pe00], [ST02], [HaSc00]. Einschlägige Normen finden sich in den Teilen 11, 12 und 110 der DIN EN ISO 9241:

- Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten, Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze; EN ISO 9241-11:1998 [ISO99],
- Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten, Teil 12: Informationsdarstellung; EN ISO 9241-12:1998 [ISO00],
- Ergonomie der Mensch-System-Interaktion, Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung; EN ISO 9241-110: 2006 [ISO08].

Die Teile 12 und 110 unterstützen das Konzept der Gebrauchstauglichkeit, das Inhalt von Teil 11 der DIN EN 9241 ist [ISO99]. Gebrauchstauglichkeit wird definiert als das „Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzenkontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“ [ISO99, S. 4]. Die ISO 9241-12 definiert charakteristische Eigenschaften dargestellter Informationen und gibt Empfehlungen zur Darstellung als Teil des Dialoges (Informationsdesign). Dargestellte Informationen sind aus einer technikbezogenen Betrachtung zwangsläufig in Dialogen enthalten, die auf den Grundsätzen vom Teil 110 von ISO 9241 basieren. Diese unterstützen wiederum vorrangig die Gestaltung des dynamischen Verhaltens eines interaktiven Systems (Interaktionsdesign). Die charakteristischen Eigenschaften der dargestellten Informationen aus ISO 9241-12 unterstützen insbesondere die Selbstbeschreibungsfähigkeit und Erwartungskonformität des Dialogs [ISO08, S. 21]. Bei der Untersuchung von benutzerbezogenen Anforderungen an die Usability von Modellierungssprachen und deren Modellen sind zwei Aspekte zu unterscheiden:

- Eigenschaften der Informationsdarstellung [ISO00] adressieren direkt die Benutzer von Modellierungssprachen und Informationsmodellen,
- Grundsätze der Dialoggestaltung [ISO08] adressieren hingegen primär technische Aspekte der (software)technischen Realisierung durch Modellierungstools.

Die Anwendung der Grundsätze aus den Teilen ISO 9241-110 und ISO 9241-12 unterstützen insgesamt die Gebrauchstauglichkeit, d. h. Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung aus ISO 9241-11 [ISO98, S. 4]. Im Rahmen der pilotierten Anwendung des Untersuchungsrahmens (Abschnitt 4) werden alle drei Teile der DIN EN ISO 9241 berücksichtigt.

3.2 Eyetracking-Methode

Eyetracking oder Blickbewegungsregistrierung bezeichnet eine Methode, mit der Blickverläufe einer Person beim Betrachten eines Gegenstandes oder einer Anwendung gemessen werden [RDD08], [Du03]. Diese Methode soll auf die Messung und Bewertung der Usability von Modellierungssprachen und deren Modellen angewandt werden. Bei der Kombination von Eyetracking- und Usability-Tests [BPW07], [GoWi03], [JaKa03], [PGJ08] werden die qualitativen Ergebnisse aus den Usability-Untersuchungen durch quantitative Eyetracking-Daten ergänzt. Der Eyetracking-Test wird dabei aufgabengestützt von den Probanden ohne Eingreifen eines Testleiters durchgeführt und im Anschluss durch eine strukturierte Befragung ergänzt (qualitativer Aspekt). Zusätzlich wird bei der Eyetracking-Methode der Blickverlauf des Probanden mit einer entsprechenden Software aufgezeichnet und gemessen (quantitativer Aspekt). Unterschiedliche Fragestellungen können so untersucht werden: Was sehen Benutzer und was nehmen sie wirklich wahr? Welche Text-/Modellteile werden betrachtet, welche werden wirklich gelesen? Welche Reihenfolge wählt ein Benutzer bei der Betrachtung und wie lange benötigt dieser zur Erfassung von Sachverhalten? Welche Text-/Modellteile entgehen der Aufmerksamkeit völlig (sog. dead zones, [St02, S. 188])? Durch die Einbeziehung der Eyetracking-Methode in die Messung und Bewertung der Usability von Modellierungssprachen und deren Modellen bieten sich unterschiedliche Anwendungsaspekte:

- So kann das subjektive Empfinden von Benutzern über die Modellierungsdauer bei der Verwendung unterschiedlicher Modellierungssprachen mit den Blickbewegungs- und zeitlichen Messwerten aus den Eyetracking-Daten verglichen werden,
- Modellierungswege der Ersteller von Modellen können nachverfolgt und ausgewertet werden,
- zudem kann die Usability von eingesetzten Modellierungstools gleichermaßen in einer Untersuchung Berücksichtigung finden.

4 Untersuchungsrahmen zur Usability von Modellierungssprachen

4.1 Kernelemente und Rahmenkonzept

Der Untersuchungsrahmen hat das Ziel, die Messung und Bewertung der Usability von Modellierungssprachen und deren Modellen durch eine Kombination von Usability-Testelementen (wie Befragungstechniken) und der Eyetracking-Methode zu strukturieren. Der Untersuchungsrahmen ist ein Rahmenkonzept zur Planung und Durchführung zweck- und adressatenspezifischer Usability-Eyetracking-Studien [HoNü09]. Das Rahmenkonzept umfasst sechs Kernelemente, die schrittweise das Untersuchungsdesign konkretisieren. Dabei kann die Reihenfolge und Ausprägung der Vorgehensschritte abhängig vom Untersuchungsziel / -kontext und den spezifischen Rahmenbedingungen variieren. Durch die Anwendung des Untersuchungsrahmens wird sukzessive ein validiertes Vorgehensmodell zur Evaluation der Usability von Modellierungssprachen und ihrer Modelle entwickelt:

Schritt 1: Festlegung des Modellierungszwecks

Informationsmodelle dienen regelmäßig der Erreichung und Unterstützung von Unternehmenszielen [FrvL03, S. 51 - 60]. Je nach Modellierungszweck sind unterschiedliche Ausprägungen des Untersuchungsdesigns erforderlich. Die Qualität eines Informationsmodells bestimmt sich dabei wesentlich durch den jeweiligen Verwendungszweck des Modells [BSG99, S. 22]. Da der Modellierungszweck die Grundlage für die Auswahl der zu untersuchenden Einheiten darstellt, sollte dieser ausreichend detailliert beschrieben werden.

Schritt 2: Auswahl der Untersuchungseinheiten (Modellierungssprachen /-tools)

Das Angebot am Markt existierender Modellierungstools, die regelmäßig mehrere Modellierungsnotationen unterstützen, ist umfangreich. In einer Marktstudie aus dem Jahr 2008 werden allein im Bereich des Business Process Management für den deutschsprachigen Raum 160 Modellierungstools gezählt [IAO08, S. 27]. Bei der Notwendigkeit, das Anwendungswissen von den Anwendern zu erhalten bzw. nach Erfassung zu kommunizieren, gewinnen anschauliche Modelle an Bedeutung [BSG99, S. 7]. Die Sprache, mit der ein Modell entwickelt wird, sollte daher nicht nur hinsichtlich des Modellierungszwecks, sondern auch für den Nutzerkreis geeignet sein [Le06, S. 295]. Nach [BSG99, S. 25] sind anschauliche Prozessmodelle existentiell, damit sich bestehende Schwachstellen schnell erschließen lassen. Die Auswahl der zu untersuchenden Einheiten orientiert sich folglich am Modellierungszweck, dem Benutzerkreis und ggf. weiteren projektbezogenen Anforderungen.

Schritt 3: Bildung von Hypothesen und korrespondierender Aufgaben / Fragestellungen

Hypothesen sind korrigierbare Aussagen über den Wahrheitsgehalt einer Aussage; sie können durch Induktion, Deduktion und Spekulation gewonnen werden [Bu02, S. 277ff., Op02, S. 56, Po73, S. 7]:

- Bei induktiv gewonnenen Hypothesen werden Aussagen mit neuem, erweitertem Gehalt aus singulären Beobachtungen gebildet.
- Bei deduktiv gewonnenen Hypothesen werden Aussagen aus bereits existierenden überprüften Hypothesen (wie Gesetzmäßigkeiten vorhandener Theorien) abgeleitet.
- Bei spekulativ gewonnenen Hypothesen werden Aussagen ohne Beobachtung und ohne sonstige Vorbilder erzeugt. Induktive Fehlschüsse treten damit nicht auf, jedoch ist Spekulation auf Intuition angewiesen und entzieht sich einer Planbarkeit.

Die Art und Weise der Hypothesenbildung ist abhängig vom Modellierungszweck und den angestrebten Zielsetzungen. Hypothesen sind durch geeignete Aufgaben und Fragestellungen zu überprüfen. Dabei ist darauf zu achten, dass diese ausreichend verständlich und eindeutig interpretierbar sind. In wie weit Aufgaben und Fragestellungen geeignet sind, sollte in Voruntersuchungen überprüft werden. Auch in der qualitativen Sozialforschung wird deshalb mit Hypothesen im Sinne von ‚Forschungsfragen‘ gearbeitet. [Fl09, S.139]. Darüber hinaus kann „auch im qualitativen Forschungsprogramm das Testen von Hypothesen einen legitimen Platz einnehmen“ [Me00, S. 274].

Schritt 4: Auswahl der Evaluationstechniken und Instrumente

Unterschiede zwischen Modellierungssprachen lassen sich i.d.R. nicht direkt beobachten, sondern müssen in geeigneter Weise gemessen werden. Messung bedeutet dabei, skalenabhängige Werte von Größen unter genau festgelegten Bedingungen nach be-

stimmten Kriterien zu ermitteln [HKS92, S, 25ff.]. Mit Blick auf die Zielsetzung des Untersuchungsrahmens und der in der Usability-Eyetracking-Forschung regelmäßig eingesetzten Techniken und Instrumente bieten sich Befragungstechniken (z.B. strukturierte Fragebögen) sowie der Einsatz eines Eyetracking-Labors an. Welche Mess- und Bewertungsinstrumente konkret geeignet sind, ist projektspezifisch zu entscheiden. Einschlägige Instrumentarien finden sich bei [Yo03], [RDD08], [Du03], [BPW07], [GoWi03] und [JaKa03].

Schritt 5: Akquirierung der Probanden / Untersuchungsgruppen

Bei der Frage der Usability von Modellierungssprachen und ihrer Modelle stehen zwei Zielgruppen im Fokus: Die Ersteller von Informationsmodellen, die eine Modellierungssprache zur Modellierung einsetzen sowie die Nutzer der erzeugten Informationsmodelle (vgl. Kap. 2). Wenngleich die Meinung vorherrscht, dass 3-8 Probanden genügen, um die meisten Aspekte zu erforschen [SaBr06, S. 167], [Ho05, S. 25f.], [DuRe94, S. 128], [NiLa93, S.206ff.] wird in der nachfolgenden Usability-Eyetracking-Untersuchung eine wesentlich größere Anzahl gewählt, da ein großes Interesse daran besteht möglichst viele Aspekte beurteilen zu können. Gleichwohl ist die Anzahl projektindividuell zu bestimmen. Im prototypischen Anwendungsfall (Abschnitt 4.2) wird die Usability-Eyetracking-Untersuchung mit 24 Probanden durchgeführt.

Schritt 6: Durchführung der Usability-Eyetracking-Untersuchung. Auswertung der Untersuchungsergebnisse und Ableitung von Handlungsempfehlungen

Dieser Schritt bildet die letzte Stufe des Untersuchungsrahmens. Die Usability-Eyetracking-Studie ist durchzuführen und auszuwerten. Die aufgestellten Hypothesen (Schritt 3) werden anhand des gewonnenen empirischen Datenmaterials bewertet. Um eine weitestgehende Neutralität und Objektivität bei den Untersuchungsergebnissen zu erreichen, sollten die Adressaten der Ergebnisse bei der Durchführung und Auswertung der Usability-Eyetracking-Untersuchung möglichst nicht direkt einbezogen werden. Gleiches gilt für die Konstrukteure der Modellierungssprachen und -tools, die als Untersuchungseinheiten ausgewählt werden. Untersuchungsergebnisse und Handlungsempfehlungen sind adressatenspezifisch aufzubereiten.

4.2 Prototypische Anwendung des Untersuchungsrahmens

Die Anzahl der in der Informatik entwickelten Modellierungssprachen verlangt eine Eingrenzung dessen, was in einer Studie zur Usability von Modellierungssprachen untersucht werden kann. Im prototypischen Anwendungsfall werden daher zwei Untersuchungseinheiten für die Durchführung eines Usability-Eyetracking-Vergleiches bewusst ausgewählt. Die Auswahl basiert auf folgenden Kriterien:

- Die Modellierungssprache muss für den geplanten Einsatzzweck einschlägig sein, d.h. mit Blick auf den domänenspezifischen Anwendungsfall geeignet sein, Prozessbeschreibungen grafisch modellieren zu können (Zweckeignung).
- Vor dem Hintergrund praktisch verwertbarer Forschungsergebnisse, werden nur solche Modellierungssprachen in die Überlegungen einbezogen, die in Modellierungstools auch technisch realisiert sind (Toolunterstützung).

Im Rahmen einer pilotierten Usability-Eyetracking-Untersuchung werden, aufgrund ihrer weiten Verbreitung [IAO08], zwei Varianten der Ereignisgesteuerten Prozesskette

(EPK) ausgewählt: die erweiterte EPK (eEPK) und die objektorientierte EPK (oEPK). Arbeiten zu den Varianten finden sich bei [NüRu02], [KNS92], [NüZi98], [SNZ97]. Als Modellierungswerkzeug wird die Bflow* Toolbox [Bfl09] eingesetzt, die beide EPK-Varianten unterstützt. Da für beide Varianten die gleiche Software eingesetzt werden konnte, ist ein Einfluss durch die Softwarewahl auf das Messergebnis zwar möglich, aufgrund der vergleichenden Betrachtung aber zu vernachlässigen. Als Domänebereich dient der öffentliche Sektor. Die Auswahl erfolgt vor dem Hintergrund, dass dieser traditionell durch (teil-)redundante papierbasierte Formulare geprägt ist. Grundvoraussetzung für die Digitalisierung, Bündelung und Virtualisierung der Dienstleistungen ist die Schaffung eines gemeinsamen Modellverständnisses bei allen Beteiligten, sowohl der Ersteller (wie IT-Berater und Organisatoren) als auch der Nutzer (wie Sachbearbeiter und Führungskräfte). Weiterhin kommt der Modellierung im Rahmen der Schaffung der Voraussetzungen zur Umsetzung der EU-Dienstleistungsrichtlinie [EU06] eine besondere Bedeutung zu. Arbeiten hierzu finden sich bei [AlIn08], [BIT08], [DO08], [Gü08], [HoNü08]. In Tabelle 2 werden die Kernelemente des Untersuchungsrahmens bezogen auf den prototypischen Anwendungsfall im Domänebereich des öffentlichen Sektors konkretisiert. Der Anwendungsfall dient einerseits der prototypischen Evaluierung der EPK-Varianten zur Frage der Gebrauchstauglichkeit bei der Modellierung von Verwaltungsprozessen. Andererseits wird der Untersuchungsrahmen für die Durchführung von Usability-Eyetracking-Untersuchungen einer ersten praktischen Validierung unterzogen. Die wiederholte Anwendung bei der Durchführung unterschiedlicher Untersuchungen hat insgesamt ein Vorgehensmodell zur Evaluation der Usability von Modellierungssprachen auf Basis von Usability-Eyetracking-Untersuchungen zum Ziel.

<u>Rahmenkonzept</u> Kernelemente für Usability-Eyetracking-Studien	<u>Anwendungsfall</u> Usability-Eyetracking-Studie zu eEPK/oEPK
<u>Schritt 1:</u> Festlegung des Modellierungszwecks	Modellierung unternehmensbezogener Verwaltungsprozesse zur Umsetzung der EU-Dienstleistungsrichtlinie.
<u>Schritt 2:</u> Auswahl der Untersuchungseinheiten (Modellierungssprachen /-tools)	Vergleich der EPK-Varianten, eEPK und oEPK, technisch unterstützt durch die Bflow* Toolbox als Modellierungswerkzeug.
<u>Schritt 3:</u> Bildung von Hypothesen und korrespondierender Aufgaben / Fragestellungen	Eine Übersicht über die aufgestellten Hypothesen erfolgt in Abschnitt 4.3; die Aufgaben und Fragestellungen finden sich bei [PJN09].
<u>Schritt 4:</u> Auswahl der Evaluationstechniken und Instrumente	Die Usability-Eyetracking-Untersuchung erfolgt auf Basis strukturierter Befragungen und dem Einsatz eines Eyetracking-Labors.
<u>Schritt 5:</u> Akquirierung der Probanden / Untersuchungsgruppen	Die Untersuchung erfolgt auf Basis von 24 Probanden (12 Verwaltungsmitarbeiter und 12 Studenten als Kontrollgruppe). Jeweils die Hälfte beider Gruppen wird als „Ersteller“ eingesetzt; analoges gilt für die „Nutzer“. Die Vergleichbarkeit der Probanden wird durch eine identische Schulung aller Teilnehmer sichergestellt.
<u>Schritt 6:</u> Durchführung der Usability-Eyetracking-Untersuchung, Auswertung und Ableitung von Handlungsempfehlungen	Die Durchführung, Auswertung und Ableitung von Handlungsempfehlungen erfolgt auf Basis der Schritte 1 bis 5. Zu den Kernergebnissen siehe Abschnitt 4.3.

Tabelle 2: Anwendungsfall zum Usability-Eyetracking-Untersuchungsrahmen

4.3 Durchführung der Usability-Eyetracking-Untersuchung

Die Durchführung der Untersuchung (Schritt 6 des Untersuchungsrahmens) folgt dem Schema des Usability Testings nach Rubin [Ru94, S. 79ff.], Dumas und Redish [DuRe94, S. 105ff.]:

- Entwicklung des Testplans (Developing the test plan)
- Akquirierung und Auswahl der Testpersonen (Acquiring and selecting participants)
- Vorbereitung des Tests (Preparing the test materials)
- Durchführung des Tests (Conducting the test)
- Nachbesprechung mit den Probanden (Debriefing the participants)
- Datenanalyse und Auswertung (Transforming data into findings and recommendations).

Für die Untersuchung wurde das Eyetracking-Labor des Forschungsschwerpunktes Kommunikationsforschung an der Fachhochschule Düsseldorf genutzt. Hierbei kam ein Tobii T60 als Eyetracking-System zum Einsatz. Zur Anwendung des Untersuchungsrahmens beim Vergleich der EPK-Varianten, eEPK und oEPK, werden acht Hypothesen (H1 bis H8) formuliert. Diese sind das Ergebnis eines mehrstufigen iterativen Entwicklungsprozesses eines interdisziplinären Projektteams, bestehend aus je drei Experten aus dem Bereich der Kommunikationswissenschaften und der Wirtschaftsinformatik sowie vier Experten aus der öffentlichen Verwaltung. Im Sinne der wissenssoziologischen Definition kennzeichnen sich Experten, z.B. gegenüber spezialisierten Laien, durch ein Sonderwissen, das sie vielfach im Berufszusammenhang erworben haben [Bo05, S. 33ff.]. Alle Experten zeichneten sich durch mehrjährige Erfahrung in ihren Forschungsgebieten und die Durchführung einer Vielzahl von Projekten aus.

Gruppe Ersteller

- H.1: Ein vorgegebener Prozess kann von den Probanden mittels der EPK-Varianten, eEPK und oEPK, dargestellt werden (Fokus: Effektivität – grundsätzliche Eignung).
- H.2: Ein mittels oEPK aufgezeichneter Prozess enthält weniger Fehler als ein mittels eEPK dargestellter Prozess (Fokus: Effektivität - Output im Informationsverarbeitungsprozess).
- H.3: Ein textlich vorgegebener Prozess kann mittels oEPK schneller modelliert werden als mittels eEPK (Fokus: Effizienz - Prozessmodellierung).
- H.4: Die Probanden geben in der Befragung an, dass die Darstellung eines Prozesses mittels oEPK schneller durchgeführt werden kann als ein eEPK-Prozess (Fokus: Effizienz - Methodik).
- H.5: Die Probanden haben nach dem Test eine positivere Einstellung zur oEPK-Notation als zur eEPK-Notation (Fokus: Zufriedenheit - Methodik).

Gruppe Nutzer

- H.6: Ein mittels oEPK dargestellter Prozess wird von Probanden besser verstanden als ein mittels eEPK dargestellter Prozess (Fokus: Effektivität - Input im Informationsverarbeitungsprozess).
- H.7: Ein mittels oEPK dargestellter Prozess kann von den Probanden mit weniger

Aufwand verarbeitet werden als ein eEPK-Prozess (Fokus: Effizienz - Informationsverarbeitung).

H.8: Ein mittels oEPK dargestellter Prozess wird von den Probanden positiver wahrgenommen als ein eEPK-Prozess (Fokus: Zufriedenheit - Prozessdarstellung).

Ad. H.1: Alle Probanden konnten sowohl mit der eEPK als auch der oEPK den vorgegebenen Prozess (einen Teilprozess aus dem Verwaltungsverfahren zur Gewerbe-Anmeldung) darstellen. Hypothese 1 ist damit vorläufig bestätigt. Aufgrund der kleinen Stichprobe wurde auf die Durchführung statistischer Hypothesentests verzichtet. Für eine quantitative Modell- und Hypothesenbildung sind weitere Untersuchungen mit einer größeren Anzahl von Probanden notwendig. Die Hypothese kann folglich nur „vorläufig“ bestätigt werden. Dies gilt auch für alle folgenden Hypothesen im oben dargestellten Sinne von qualitativen Forschungsfragen.

Ad. H.2: Bei der Modellierung mittels eEPK traten insgesamt 121 Fehler auf (vgl. Tabelle 3), bei der Modellierung mittels oEPK 31 Fehler. Basis für die Analyse bildete ein strukturierter Bewertungsrahmen mit 22 Fehlerkategorien [PJN09, S. 111]. Auch ein Vergleich zwischen den beiden Gruppen zeigt eine vergleichbare Tendenz, wobei die Studenten insgesamt deutlich weniger Fehler machten als die Verwaltungsmitarbeiter. Hinsichtlich der dokumentierten Fehleranzahl ergibt sich folglich ein deutlicher Unterschied zwischen eEPK und oEPK. Die Hypothese 2 wird damit vorläufig angenommen.

	Anzahl Fehler eEPK	Anzahl Fehler oEPK
Verwaltungsmitarbeiter	99	24
Studierende	22	7
Gesamt	121	31

Tabelle 3: Fehler bei der Modellierung mit eEPK im Vergleich zu oEPK (Ersteller)

Ad. H.3: Mit Blick auf Tabelle 4 wird ein Prozess im Durchschnitt mittels oEPK im Test ca. 32% schneller modelliert als der identische Prozess mittels eEPK. Die Differenz fällt dabei bei der Kontrollgruppe „Studenten“ mit rd. 46% deutlicher aus als bei der Gruppe der „Mitarbeiter“ mit rd. 18%. Die Hypothese kann damit bestätigt werden.

	eEPK Dauer (in Min.)	oEPK Dauer (in Min.)	Differenz (Min.)	Differenz (in Prozent)
Verwaltungsmitarbeiter	9,4	7,7	-1,7	-18,06%
Studenten	9,5	5,1	-4,4	-46,27%
Gesamt	9,4	6,4	-3,0	-32,24%

Tabelle 4: Vergleich der Modellierungsdauer eEPK zu oEPK (Ersteller)

Ad. H.4: Zur Überprüfung der Hypothese 4 wurden die Ersteller nach erfolgter Modellierung befragt, mit welcher EPK-Variante sie den Prozess schneller modellieren konnten. Zur Modellierungsvariante eEPK äußerte dies keiner der Probanden. Elf der Ersteller bestätigten dies hingegen bezogen auf die oEPK; einer machte keine Angaben (Tabelle 5).

le 5). Das subjektive Empfinden deckt sich demnach mit den objektiven Zeitmessungen (Tabelle 4). Die Hypothese 4 wird vorläufig angenommen.

Ersteller	eEPK	oEPK	k.A.	Gesamt
Mit welcher EPK-Variante haben Sie den Prozess schneller modelliert?	0	11	1	12
in Prozent	0%	91,67%	8,33%	100%

Tabelle 5: Vergleich der Modellierungsdauer eEPK zu oEPK (Ersteller)

Ad. H.5: Zur Beurteilung der Hypothese 5 (zur Frage, zu welcher EPK-Variante die Probanden nach dem Test eine positivere Einstellung haben), wurden vier Teilfragen gestellt, was eine differenzierte Bewertung ermöglicht. Im Ergebnis erhält die oEPK bezogen auf alle vier Teilfragen eine höhere Zustimmung der Probanden als die eEPK (vgl. Tabelle 6). Die Hypothese wird damit vorläufig angenommen.

Weiterempfehlungsquote	eEPK	oEPK	k.A.	Gesamt
Teilfrage 5.1: Welche Modellierungssprache würden Sie weiterempfehlen?	4	18	2	24
Ersteller u. Nutzer	17%	75%	8%	100%
Wiederbenutzungsquote	eEPK	oEPK	k.A.	Gesamt
Teilfrage 5.2: Welche Modellierungssprache würden Sie wieder benutzen?	5	15	4	24
Ersteller u. Nutzer	21%	63%	17%	100%
Verständlichkeitsgrad	eEPK	oEPK	k.A.	Gesamt
Teilfrage 5.3: Welche Modellierungssprache finden Sie besser verständlich?	6	16	2	24
Ersteller u. Nutzer	25%	67%	8%	100%
Nutzbarkeitsgrad	eEPK	oEPK	k.A.	Gesamt
Teilfrage 5.4: Mit welcher Modellierungssprache kamen Sie bei der Umsetzung der textlichen Prozessbeschreibung besser zurecht?	3	6	3	12
Ersteller	25%	50%	25%	100%

Tabelle 6: Subjektive Einstellung zu eEPK und oEPK (Ersteller und Nutzer)

Ad. H.6: Zur Beurteilung der Hypothese 6 wurden den Nutzern, auf Grundlage von zwei modellierten Prozessausschnitten, in eEPK und oEPK, Verständnisfragen gestellt [PJN09, S. 92-100]. Es waren jeweils vier Antwortmöglichkeiten vorgegeben, von denen nur zwei zutrafen. Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse dieses Testes. Der Vergleich zeigt, dass bei der eEPK etwas mehr richtige Antworten als bei der oEPK gegeben wurden (66>61). Die Hypothese 6 wird vorläufig nicht angenommen. Der Unterschied zur oEPK ist aber marginal. Das Ergebnis aus der Verständnisüberprüfung deckt sich dabei nicht mit den

Ergebnissen zur Frage nach dem subjektiven Empfinden zur Verständlichkeit (vgl. Hypothese 5).

Verständnisfragen zum eEPK-Prozessmodell	richtige Antworten	falsche Antworten	keine Entscheidung	gesamt
Mitarbeiter	33	10	5	48
Studenten	33	13	2	48
gesamt	66	23	7	96
Verständnisfragen zum oEPK-Prozessmodell	richtige Antworten	falsche Antworten	keine Entscheidung	gesamt
Mitarbeiter	29	18	1	48
Studenten	32	14	2	48
gesamt	61	32	3	96

Tabelle 7: Verständnisüberprüfung eEPK zu oEPK (Nutzer)

Ad. H.7: Die Hypothese 7 beschäftigt sich mit der Frage, bei welcher EPK-Variante der Proband die Informationen mit weniger Aufwand verarbeiten kann. Um wissenschaftliche Erkenntnisse über die „unsichtbare“ menschliche Informationsverarbeitung zu gewinnen, legt die Kognitionspsychologie beobachtbare Hilfsgrößen fest, die in einer Wahrscheinlichkeit mit dem eigentlichen Erkenntnisobjekt, den kognitiven Prozess, korrelieren [Pa06, S. 126]. Zur Beurteilung dieser Hypothese wird das Instrumentarium der Blickbewegungsregistrierung eingesetzt. Für die Nutzer erfolgt die Auswertung des Informationsverarbeitungsaufwands sowohl anhand von sog. Heatmap-Darstellungen, als auch mittels Zeit- und Fixationsmessungen [HNP09]. Bei der Anwendung von Heatmaps werden Aufmerksamkeitsschwerpunkte der Probanden auf die Elemente der Modelle visualisiert. Grundlage für die ausgewählten Darstellungen war eine Aufgabe an die Probanden, einen relevanten Prozessteil zu finden und für mindestens 3 Sekunden darauf zu schauen. Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Heatmaps am Ende der Betrachtungsphase (letzten 30 Sek.). Hierbei handelt es sich um automatisch generierte Abbildungen der Auswertungssoftware Tobii Studio 1.5 und eine kumulierte Darstellung der Fixationsverteilung. Das gesuchte Element ist jeweils blau hervorgehoben. Im Gegensatz zur oEPK-Darstellung ist beim eEPK-Modell deutlich zu erkennen, dass die Aufmerksamkeitsschwerpunkte länger im mittleren Teil des Modells verbleiben (rot umkreist). Dies ist ein Indiz aus der grafischen Analyse, dass bei der oEPK ein geringerer Aufwand bei der Informationsverarbeitung auftritt als bei der eEPK, was durch die objektiven Zeit- und Fixationsmessungen (Tabelle 8) bestätigt wird. Die Hypothese 7 wird damit vorläufig angenommen. Die Ergebnisse für die Ersteller zeigen ein vergleichbares Ergebnis [HNP09], [PJN09].

Aufgabe 7.1: Schauen Sie bitte für mindestens 3 Sekunden auf den eEPK-Prozesseil, wo die Mitteilung an den Antragsteller gesendet wird!

Gruppe Nutzer	Ø Dauer bis Symbol angesehen (Sek.)	Ø Länge der Fixationen (in Sek.)	Ø Anzahl der Fixationen
Verwaltungsmitarbeiter	35,99	1,45	3,50
Studenten	42,13	4,32	8,00
Ø Gesamt	39,02	2,86	5,75

Aufgabe 7.2: Schauen Sie bitte für mindestens 3 Sekunden auf den oEPK-Prozesseil, wo die Mitteilung an den Antragsteller gesendet wird!

Gruppe Nutzer	Ø Dauer bis Symbol angesehen (Sek.)	Ø Länge der Fixationen (in Sek.)	Ø Anzahl der Fixationen
Verwaltungsmitarbeiter	26,04	0,68	1,8
Studenten	28,52	2,85	5,3
Ø Gesamt	27,28	1,77	3,55

Tabelle 8: Zeit- und Fixationsmessung eEPK und oEPK (Nutzer)

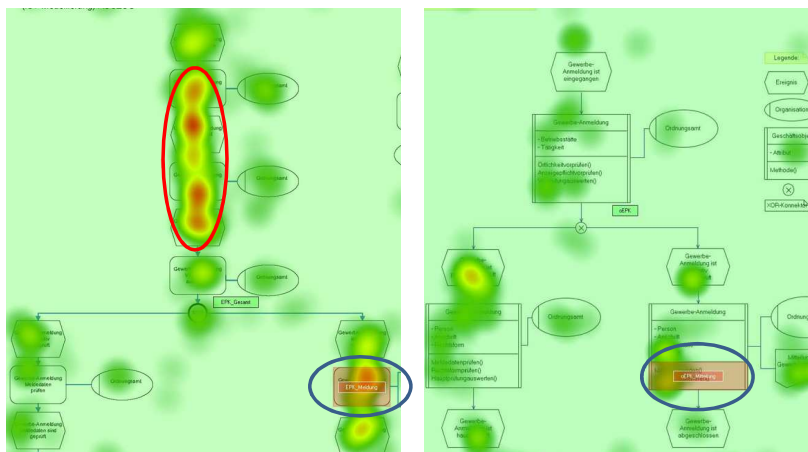


Abbildung 1: Heatmaps Nutzer - Zeichnung eEPK (links) und oEPK (letzten 30 Sek.)

Ad. H.8: Hypothese 8 beschäftigt sich mit der Frage, bei welcher EPK-Variante der Proband die Informationsdarstellung im Prozessmodell positiver wahrnimmt. Als Indikator dient hier der Grad der Zufriedenheit, welchen die Probanden bewerten konnten. Der Vergleich in Tabelle 9 zeigt, dass diese in ihrer subjektiven Einschätzung insgesamt etwas zufriedener mit der oEPK als mit der eEPK sind (oEPK: 33% sehr zufrieden und 50% zufrieden; eEPK: 0% sehr zufrieden und 83,3% zufrieden). Vier der Probanden sind mit der oEPK „sehr zufrieden“ und sechs „zufrieden“, wohingegen mit der eEPK insgesamt zehn „zufrieden“ sind. Die Hypothese wird vorläufig angenommen. In einer Untersuchung zu B2B-Websites stellt Nielsen et al. [NLN07, S.25] eine positive Korrelation zwischen dem (objektiven) Grad der Aufgabenerfüllung und der (subjektiven) Zufrie-

denheit von Testteilnehmern fest. Ob dies auf die Usability von Modellierungssprachen übertragbar ist, bleibt weiteren Studien vorbehalten, die Ergebnisse dieser Untersuchung geben hierzu erste Hinweise.

Frage 8.1: Wie zufrieden sind sie mit der Darstellung des Prozessablaufs in eEPK?

Nutzergruppe	sehr zufrieden	zufrieden	unzufrieden	sehr unzufrieden	keine Angaben
Mitarbeiter	0	6	0	0	0
Studenten	0	4	2	0	0
Gesamt	0	10	2	0	0
in %	0%	83,3%	16,7%	0%	0%

Frage 8.2: Wie zufrieden sind sie mit der Darstellung des Prozessablaufs in oEPK?

Nutzergruppe	sehr zufrieden	zufrieden	unzufrieden	sehr unzufrieden	keine Angaben
Mitarbeiter	2	3	1	0	0
Studenten	2	3	1	0	0
Gesamt	4	6	2	0	0
in %	33,3%	50%	16,7%	0%	0%

Tabelle 9: Zufriedenheitsgrad eEPK zu oEPK (Nutzer)

5 Erkenntnisse und weiterer Forschungsbedarf

5.1 Erkenntnisse

Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse einer explorativen Studie zur Gebrauchstauglichkeit von EPK-Varianten vor, die sowohl auf Ersteller als auch auf Nutzer von Modellierungssprachen fokussiert. Als Grundlage zur Messung und Bewertung der Usability der EPK-Varianten, eEPK und oEPK, wird ein Untersuchungsrahmen zugrunde gelegt, der Konzepte der Wirtschaftsinformatik mit Konzepten der Kommunikationsforschung kombiniert. Dabei werden sowohl einschlägige Teile der Usability-Norm EN ISO 9241 einbezogen, als auch die Methode des Eyetrackings (Blickbewegungsregistrierung). Die Durchführung der Usability-Eyetracking-Untersuchung erfolgt in Form eines explorativen Experimentes, wobei der Vergleich der EPK-Varianten technisch durch das Open Source-Modellierungswerkzeug der Bflow* Toolbox unterstützt wird. Von acht zugrunde gelegten Hypothesen werden sieben vorläufig bestätigt. Die Hypothese H6 (Verständnisüberprüfung) kann als einzige nicht eindeutig beurteilt werden, hier waren die Ergebnisse zwischen eEPK und oEPK gleichtendierend. Insgesamt wurde der Test mit 24 Probanden in zwei Gruppen durchgeführt, jeweils eingeteilt in Verwaltungsmitarbeiter und Studierende als Kontrollgruppe. Deutliche Unterschiede gab es zugunsten der Gruppe der Studierenden bei der geringeren Anzahl von Modellierungsfehlern (Hypothese 3) und der geringeren Modellierungsdauer (Hypothese 4). Die Gruppe der Verwaltungsmitarbeiter schloss hingegen bei der Orientierung in den Prozessmodellen besser ab (Hypothese 7). Insgesamt sprechen die Ergebnisse dafür, die oEPK-Notation der eEPK-Notation bei der Modellierung von Verwaltungsprozessen vorzuziehen.

5.2 Limitationen und weiterer Forschungsbedarf

Der dargestellte Untersuchungsrahmen wird auf Basis der EPK-Varianten, eEPK und oEPK, erstmals prototypisch angewandt. In wie weit andere Modellierungssprachen / -tools für die Zielsetzung geeignet sind, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Die Ergebnisse der Usability-Eyetracking-Untersuchung geben Hinweise zur Usability von eEPK- und oEPK-Notationen für den Einsatz in der öffentlichen Verwaltung, diese sind im Rahmen weiterer Untersuchungen zu validieren. Durch die Anwendung des Untersuchungsrahmens bei der Durchführung unterschiedlicher Usability-Eyetracking-Studien wird sukzessive ein Vorgehensmodell zur Usability von Modellierungssprachen und ihren Modellen entwickelt. Diese und weitere wissenschaftliche Fragestellungen werden im Rahmen zukünftiger Arbeiten zu untersuchen sein. Hier stellt sich eine Vielzahl weiterer Forschungsansätze, die in Form von disziplinübergreifenden Kooperationsprojekten zwischen Vertretern der Integrationsdisziplin Wirtschaftsinformatik und der Kommunikationsforschung realisiert werden können.

Literatur

- [Alln08] Algermissen, L.; Instinsky, M. (2008): Prozessmanagement für Verwaltungen als Grundlage verbesserter Dienstleistungen – Motivation einer prozessorientierten Umsetzung der EU-Dienstleistungsrichtlinie, in: Stember, J.; Göbel, A. (Hrsg.): *Verwaltungsmanagement für Unternehmen: Zwischen EU-Dienstleistungsrichtlinie, Bürokratieabbau und Wirtschaftsförderung*. Münster 2008, S. 277-298.
- [BaPe83] Bailey, J. E.; Pearson, S. W.: Development of a Tool for Measuring and Analysing Computer User Satisfaction, in: *Management Science*, Vol. 29, No. 5, May 1983, S. 530 – 545.
- [Bfl09] Bflow Toolbox. Online verfügbar unter: <http://sourceforge.net/projects/bflowtoolbox/>, zuletzt geprüft am 09.09.2009.
- [BIT08] BITCOM (2008): Empfehlungen zur Umsetzung der EU-Dienstleistungsrichtlinie (20.03.2008): Online verfügbar unter: http://213.216.17.150/DOL/Anlagen/Anlage_A2_BITKOM-Empfehlungen.pdf, zuletzt geprüft am 08.09.2009.
- [Bo05] Bogner, A.; Menz, W. (2005): Das theoriegenerierende Experteninterview – Erkenntnisinteresse, Wissensformen und Interaktion., in: Bogner, A.; Littig, B.; Menz, W. (Hrsg.): *Das Experteninterview – Theorie, Methode, Anwendung*, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2005; S. 33-70.
- [BPW07] Bernhaupt, R.; Palanque, P.; Winckler, M.; Navarre, D.: Usability Study of Multi-modal Interfaces Using Eye-Tracking, in: Baranauskas, C. et al. (Eds.): *IFIP International Federation for Information Processing (INTERACT 2007)*, 2007, S. 412 – 424.
- [BSG99] Becker, J.; Schütte, R.; Geib, T.; Ibershoff, H.: Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung (GoM). Abschlussbericht, 1999. Online verfügbar unter: <http://emedien.sub.uni-hamburg.de/han/gvk-plus/edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e001/303489413.pdf>, zuletzt geprüft 07.09.2009).
- [Bu02] Bunge, M.: *Philosophy of Science: From Problem to Theory (Vol. I)*. Transaction Publ., London, 2002.
- [Ca06] Carmichael, A.: *Style Guide for the Design of Interactive Television Services for Elderly Viewers*. 2006
<http://www.computing.dundee.ac.uk/projects/UTOPIA/publications/Carmichael%20-%20DesignStyleGuideFinal.pdf>, zuletzt geprüft am 07.09.2009.

- [CHL06] Cyr, D.; Head, M.; Larios, H.; Pan, B.: Exploring Human Images in Website Design Across Cultures: A Multi-Method Approach, in: Proceedings of Special Interest Group on Human-Computer Interaction (SIGHCI 2006), 2006, S. 55 – 59.
- [Da89] Davis, F.: Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, Vol. 13, No. 3, 1989, S. 319 – 339.
- [DO08] Deutschland Online (2008): Deutschland-Online-Vorhaben: IT-Umsetzung der Europäischen Dienstleistungsrichtlinie. Projektbericht (24.09.2008). Online verfügbar unter: http://www.deutschland-online.de/DOL_Internet/binarywriterservlet?imgUId=49e386de-b9fc-c11d-88ef-1ac0c2f214a8&uBasVariant=22222222-2222-2222-2222-222222222222, geprüft am 08.09.2009.
- [DuRe94]Dumas, J. S.; Redish, J. G.: A practical guide to usability testing. Ablex Publ. Norwood NJ, 1994.
- [Du03] Duchowski, A. T.: Eye Tracking Methodology: Theory and Practice. Springer, London, 2003.
- [Du01] Dumke, R.: Software Engineering: Eine Einführung für Informatiker und Ingenieure: Systeme, Erfahrungen, Methoden, Tools. Vieweg Verlag, Braunschweig/Wiesbaden, 1993.
- [EU06] Europäisches Parlament und Europäischer Rat (2006): Richtlinie 2006/123/EG über Dienstleistungen im Binnenmarkt (EU-Dienstleistungsrichtlinie). 2006/123/EG, vom 12.12.2006. In: Amtsblatt der Europäischen Union, Brüssel.
- [Fl09] Flick, U. (2009): Qualitative Sozialforschung – Eine Einführung; Rowohlt Verlag, Reinbeck bei Hamburg.
- [FrvL03] Frank, U.; van Laak, B. L.: Anforderungen an Sprachen zur Modellierung von Geschäftsprozessen, Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Nr. 34, Universität Koblenz/Landau, 2003.
- [Ga07] Gartner Research Group (eds.): Magic Quadrant for Business Process Analysis Tools, M. J. Blechar.
- [GoWi03]Goldberg, H. J., Wichansky, A. M.: Eye tracking in usability evaluation: A practitioner's guide, in: HyÖna, J., Radach, R., Deubel, H. (eds.): The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movements research, Elsevier, Amsterdam, 2003, S. 493 – 516.
- [Gü08] Günther, O.: Forschungsprojekt "Prozess-Blaupause für die EU-Dienstleistungsrichtlinie", Institut für Wirtschaftsinformatik, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.prozessbibliothek.de/results.php?detail=fachprozesse>, 2008, geprüft am 08.09.2009.
- [HaBa94] Hartwick, J.; Barki, H.: Explaining the role of user participation in information system use, in: Management Science, Vol. 40, No. 4, 1994, S. 440 – 465.
- [HaSc00]Harms, I.; Schweibenz, W.: Usability Engineering Methods for the Web. Results from a Usability Study, in: Knorz, G.; Kuhlen, R. (Hrsg.): Informationskompetenz - Basiskompetenz in der Informationsgesellschaft, Proceedings des 7. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI 2000, Dieburg 8.-10.11.2000). Schriften zur Informationswissenschaft 38, Konstanz, 2000, 17-30.
- [HKS92] Hellmund, U.; Klitzsch, W.; Schumann, K.: Grundlagen der Statistik. Moderne Industrie, Landsberg/Lech, 1992.
- [HNP09] Hoglebe, F.; Nüttgens, M.; Pagel, S. (2009): Einsatz von Eyetracking zur Messung und Bewertung der Usability von Modellierungssprachen für das Prozessmanagement. Ergebnisse eines Experimentes zum praktischen Nutzen von Heatmaps und Gazeplots. ERP Management, Schwerpunktheft Usability, Nr. 4/2009. [im Druck]
- [HoNü09]Hoglebe, F.; Nüttgens, M. (2009): Rahmenkonzept zur Messung und Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von Modellierungssprachen: Literaturlauswertung und Untersuchungsrahmen für Usability-Eyetracking-Studien, in Nüttgens, M. (Hrsg.): Arbeitsberichte zur Wirtschaftsinformatik der Universität Hamburg Nr. 7, 04/2009, Hamburg 2009.

- [HoNü08]Hogrebe, F.; Nüttgens, M. (2008): Integrierte Produkt- und Prozessmodellierung: Rahmenkonzept und Anwendungsfall zur EU-Dienstleistungsrichtlinie, in: Loos, P.; Nüttgens, M.; Turowski, K.; Werth, D. (Hrsg.): MobIs 2008 - Modellierung betrieblicher Informationssysteme: Modellierung zwischen SOA und Compliance Management, Proceedings GI-Tagung, Saarbrücken, 2008, S. 239-252.
- [Ho05] Holzinger, A.: Usability Engineering Methods for Software Developers, in *Communications of the ACM*, 48(1), 2005, 71–74.
- [HSS02] Harms, I.; Schweibenz, W.; Strobel, J.: Usability Evaluation von Web-Angeboten mit dem Web Usability Index, in: *Proceedings der 24. DGI-Online-Tagung 2002 - Content in Context*. Frankfurt am Main 4.-6. Juni 2002. Frankfurt/Main: DGI, 2002, 283-292.
- [IAO08] Institut Arbeitswirtschaft und Organisation, Fraunhofer IAO. Spath, D.; Weisbecker, A. (Hrsg.): *Business Process Management Tools 2008 – Eine evaluierende Marktstudie zu aktuellen Werkzeugen*, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2008.
- [IOB83] Ives, B.; Olson, M. H.; Baroudi, J. J.: The Measurement of User Information Satisfaction, in: *Communications of the ACM*, Vol. 26, No. 10, October 1983, S. 785 - 793.
- [ISO08] Europäische Norm EN ISO 9241-110: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion, Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung, 2006.
- [ISO00] Europäische Norm EN ISO 9241-12: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 12: Informationsdarstellung. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 2000.
- [ISO99] Europäische Norm EN ISO 9241-11: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 1999.
- [JaKa03] Jacob, R.J.K., Karn, K. S.: Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises, in: Hyona, J. (ed.): *The Mind's Eyes: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movements*, Elsevier, Oxford, 2003.
- [KNS92] Keller, G.; Nüttgens, M.; Scheer, A.W.: Semantische Prozessmodellierung auf der Grundlage Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK). 1992. http://www.wiso.uni-hamburg.de/fileadmin/WISO_FS_WI/Team/Mitarbeiter/Prof._Dr._Markus_Nuettgens/Publikationen/oEPK.pdf, zuletzt geprüft am 08.09.2009.
- [KjSt04] Kjeldskov, J., Stage, J.: New Techniques for Usability Evaluation of mobile systems. *International Journal on Human-Computer Studies* 60(5), 2004, 599 – 620.
- [Le06] Leist-Galanos, S.: *Methoden zur Unternehmensmodellierung. Vergleich, Anwendungen und Integrationspotenziale*. Logos Verlag Berlin 2006.
- [Me00] Meinefeld, W. (2000): Hypothesen und Vorwissen in der qualitativen Sozialforschung, in: Flick, U.; von Kardorff, E.; Steinke, I. (Hrsg.): *Qualitative Forschung – Ein Handbuch*, S. 265-275, Rowohlt Verlag, Reinbeck bei Hamburg.
- [Me90] Melone, N.: A theoretical assessment of the user-satisfaction construct in information system research, in: *Management Science* Vol. 36, No. 1, 1990, S. 76 – 91.
- [Ni99] Nielsen, J.: *Designing Web Usability*. Indianapolis, Indiana: New Riders Publishing, 1999.
- [NiLa93] Nielsen, J.; Landauer, T. K.: A mathematical model of the finding of usability problems," *Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference*, Amsterdam, 1993, S. 206-213.
- [NLN07] Nielsen, J.; Loranger, H.; Nodder C.: *B2B Website Usability: Design Guidelines for Converting Business Users into Leads and Customers*. Nielsen Norman Group, Fremont CA, USA, 2007.
- [NüRu02]Nüttgens, M.; Rump, F. J.: Syntax und Semantik Ereignisgesteuerter Prozessketten. 2002. http://www.wiso.uni-hamburg.de/fileadmin/WISO_FS_WI/EPK-Community/Promise2002_Nuettgens_Rump.pdf, zuletzt geprüft am: 08.09.2009.

- [NüZi98] Nüttgens, M.; Zimmermann, V. (1998): Geschäftsprozeßmodellierung mit der objektorientierten Ereignisgesteuerten Prozeßkette (oEPK). In: Maicher, M.; Scheruhn, H.-J (Hg.): Informationsmodellierung - Branchen, Software- und Vorgehensreferenzmodelle und Werkzeuge, S. 23-36. Wiesbaden.
- [OBB07] Obrist, M.; Bernhaupt, R.; Beck, E.; Tscheligi, M.: Focusing on Elderly: An iTV Usability Evaluation Study with Eye-Tracking, in: Cesar, P. et al. (Eds.): EuroITV 2007, Springer, Berlin, 2007, S. 66 – 75.
- [Op02] Opp, K.-D.: Methodologie der Sozialwissenschaften: Einführung in Probleme ihrer Theoriebildung und praktischen Anwendung. Westdeutscher Verlag, Wiesbaden, 2002.
- [Pa06] Patig, S.: Die Evolution von Modellierungssprachen (Habil.). Frank & Timme Verlag, Berlin, 2006.
- [PeGr03] Pemberton, L., Griffiths, R.: Usability Evaluation Techniques for Interactive Television, in: Stephanidis, C. (Ed.). Proceedings of HCI International 2003 (4), Universal Access in HCI, 2003, S. 882–886.
- [PJN09] Pagel, S.; Jürgens, A.; Nüttgens, M.; Adelskamp, P.; Hogrebe, F.; Lange, R.; van Kempen, B. (2009): Usability-Analyse von Prozessmodellierungsmethoden. Abschlussbericht. Verbundprojekt der Fachhochschule Düsseldorf, Universität Hamburg, Landeshauptstadt Düsseldorf, Düsseldorf, 07/2009. [*im Druck*].
- [PGJ08] Pagel, S.; Goldstein, S.; Jürgens, A.: Erste methodische Erkenntnisse zur Usability-Analyse von Video-Inhalten auf Websites mittels Eyetracking, in: Brau, Henning; Diefenbach, Sarah; Hassenzahl, Marc; Koller, Franz; Peissner, Matthias; Röse, Kerstin (Hrsg.): Usability Professionals 2008, Stuttgart 2008, S. 177-181.
- [Po73] Popper, K. P.: Logik der Forschung. Mohr, Tübingen, 1973.
- [RDD08] Ramanauskas, N.; Daunys, G.; Dervinis, D.: Investigation of Calibration Techniques in Video Based Eye Tracking System, in: Miesenberger, K. et al. (Eds.): ICCHP 2008, LNCS 5105, Springer, Berlin, Heidelberg, 2008, S. 1208–1215.
- [RoPu07] Rosen, D. E.; Purinton, E.: Website Design: Viewing the Web as a Cognitive Landscape, Journal of Business Research, 57 (7), 2007, 787 – 794.
- [Ru94] Rubin, J.: Handbook of usability testing. How to plan, design, and conduct effective tests. Wiley, New York, 1994.
- [SaBr06] Sarodnick, F.; Brau, H.: Methoden der Usability Evaluation. Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendungen. Huber, Bern., 2006.
- [Se97] Seddon, P.: A respecification and extension of the DeLone and McLean model of IS success, in: Information Systems Research, Vol. 8, No. 3, 1997, S. 240 – 253.
- [SNZ97] Scheer, A.W.; Nüttgens, M.; Zimmermann, V. (1997): Objektorientierte Ereignisgesteuerte Prozeßketten (oEPK) – Methode und Anwendung. Institut für Wirtschaftsinformatik, Heft 141, Universität des Saarlandes. Saarbrücken.
- [SSD02] Steinbrück, U.; Schaumburg, H.; Duda S.; Krüger, T.: A Picture Says More than a Thousand Words: Photographs as Trust Builders in E-commerce Websites, CHI '02, Human factors in computing systems, Minneapolis, Minnesota, 2002.
- [St02] Sterne, J.: Web Metrics: Proven Methods for Measuring Web Site Success, Wiley, 2002.
- [Sz96] Szajna, B.: Empirical evaluation of the revised technology acceptance model, in: Management Science, Vol. 42, No. 1, 1996, S. 85 – 92.
- [VMD03] Venkatesh, V.; Morris, M.; Davis, G.; Davis, F.: User acceptance of information technology: Towards a unified view, in: MIS Quarterly, Vol. 27, No. 3, 2003, S. 425 – 478.
- [WiTo05] Wixom, B. H.; Todd, P. A.: A Theoretical Integration of User Satisfaction and Technology Acceptance, in: Information System Research, Vol. 16, No. 1, 2005, S. 85 - 102.
- [Yo03] Yom, Miriam: Web usability von Online-Shops. Better-Solutions-Verl. Gierspeck, Göttingen, 2003.