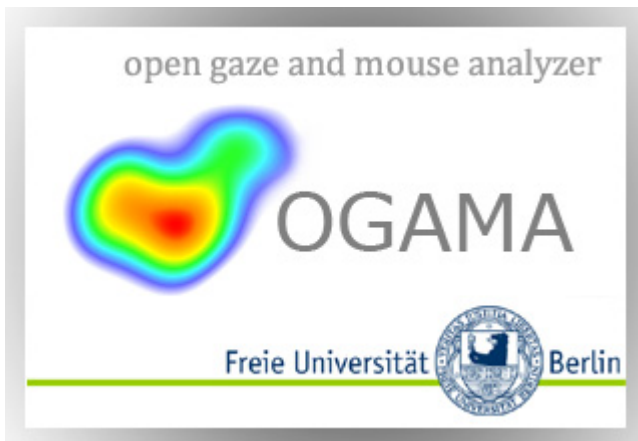


OGAMA Beschreibung (Stand für Version 2.5)

Software zur Aufzeichnung, Analyse und Visualisierung von Blick- und Mausbewegungen.



www.ogama.net

Dr. Adrian Voßkühler

Freie Universität Berlin
Fachbereich Physik
Didaktik der Physik
Arnimallee 14
14195 Berlin
Germany

adrian.vosskuehler@fu-berlin.de
<http://didaktik.physik.fu-berlin.de>

1 Software zur Aufzeichnung und Analyse von Blick- und Mausdaten

The available software is “*usually proprietary, nonextensible (...) and nonmodifiable in the sense that the user cannot add additional analyses or modify the algorithms*”

Darren Gitelman

In den vergangenen Jahren hat die Forschung auf dem Gebiet des Eyetracking davon profitiert, dass die zur Verfügung stehende Hardware und die dazugehörigen Anwendungen immer besser aufeinander abgestimmt wurden. Aber das Zitat von Gitelman verweist auf die Problematik der mangelnden Adaptionsmöglichkeit der Analyseverfahren für empirische Forschung. Teure Softwarepakete sind in der Regel auf den großen Markt der Usabilityforschung zugeschnitten, bieten aber der akademischen Forschung zu wenig Hilfsmittel.

Diese Feststellung bildete den Ausgangspunkt dafür, im Rahmen dieser Arbeit eine *open source* Blickbewegungsanalysesoftware zu entwickeln. Nur *open source* Software kann dabei die Bedürfnisse und Fähigkeiten verschiedener Forschergruppen und Forschungsinteressen umfassen, da durch die Offenlegung des Quellcodes auf der einen Seite jede Gruppe ihre eigenen speziellen Analysen oder Algorithmen implementieren kann, ohne das Grundgerüst für Aufzeichnung und Visualisierung der Daten neu konzipieren zu müssen. Auf der anderen Seite können alle Gruppen durch die Optimierung von Grundbausteinen profitieren. Die Software ist so außerdem frei verfügbar. In einem solchen Projekt sollten etablierte Visualisierungsverfahren für Blickbewegungen wie *Attention Maps*, *Areas of Interest* (AOI) und Echtzeitwiedergabe der Rohdaten in einer nach dem heutigen Stand der Technik zeitgemäßen grafischen Benutzeroberfläche realisiert sein. Da Blickbewegungsdaten je nach Samplingrate enorm umfangreich werden können, soll die Software die Daten auf vielfältige Art und Weise visualisieren und so die menschliche Bildverarbeitungsfähigkeit in den Mittelpunkt rücken, um entscheidende Aspekte für weitergehende statistische Analysen identifizieren zu können. Grafische Repräsentationen sind dabei ein Schlüssel für die Blickbewegungsforschung, gerade um sogenannte *Data-Mining* Prozesse zu vereinfachen (siehe z. B. Tan et al. 2005). Diese Rahmenbedingungen erfordern eine mächtige Programmiersprache, die in der Lage ist, große Datenbanken zu verarbeiten, flexible grafische Module zur Verfügung stellt und für die Entwickler leicht zu erlernen bzw. anzupassen ist, um bspw. neue sakkadenbasierte Variablen in die Analyse mit einzubeziehen.

Diese Arbeit hat sich zusätzlich das Ziel gesetzt, das Arbeiten mit Interaktiven Bildschirmexperimenten (IBE, Kirstein & Nordmeier 2007) näher zu untersuchen, sodass ein solches Tool auch die Aufzeichnung und Analyse von Mausbewegungen ermöglichen soll. Es ist aus der Usabilityforschung beim Webseitensurfen bekannt, dass Augen- und Mausdaten in einem engen Verhältnis stehen (siehe Chen et al. 2001). Gelten diese Erkenntnisse auch für direkt manipulative Medien (Shneiderman & Plaisant 2004) wie die IBE, wenn diese in Lernzusammenhängen eingesetzt werden? Um diese und andere Fragen beantworten zu können, muss die Software Blickbewegungsdaten und Mausbewegungsdaten aufzeichnen und zusammen auswerten können.

Das im Folgenden beschriebene Computerprogramm ist auf diesen Zweck zugeschnitten. Es hat den Namen OGAMA – OPENGAZEANDMOUSEANALYZER und ist für experimentelle Designs mit bildschirmbasierten Folienpräsentationen geeignet.

Die folgenden Ziele standen bei der Entwicklung von OGAMA im Vordergrund:

- Gemeinsame Aufzeichnung und Analyse von Blick- und Mausdaten
- Veröffentlichung unter *open source* Lizenz, damit die Erweiterbarkeit und Nutzbarkeit durch andere Forschungsgruppen gewährleistet ist
- Implementierung von allgemein üblichen Blickbewegungsanalysen wie Echtzeitwiedergabe, *Areas of Interest*, Aufmerksamkeitsverteilungen (*Attention maps*, *Heat maps*) in einem Benutzerinterface auf dem aktuellen Stand der Technik
- Visuelles Data-Mining durch verschiedene Visualisierungsmöglichkeiten
- Softwaredesign mit Datenbankanbindung für große Datenmengen

Das Kapitel besteht aus zwei großen Abschnitten. Im ersten Teil des Anwendungsdesigns (Kapitel 1.1) werden die Softwarestruktur, die zugrunde liegende Datenbank und der Fixationsdetektionsalgorithmus beschrieben. Der zweite Teil (Kapitel 1.2) besteht aus der genauen Beschreibung der implementierten Aufzeichnungs-, Visualisierungs- und Analysemodule von Datenimport bzw. Generierung bis zur Berechnung von statistischen Variablen.

1.1. Anwendungsdesign

OGAMA ist mit Hilfe der Microsoft® Visual Studio® Entwicklungsumgebung und der Programmiersprache C#™.NET programmiert worden. Damit standen die volle Freiheit in der Entwicklung von Analysealgorithmen und ihrer schnellen Implementierung (bis hin zu reinem C Quelltext) und auf der anderen Seite die große Bandbreite an Elementen für die grafische Benutzeroberfläche der .NET Umgebung zur Verfügung. C#™.NET ermöglicht damit nahezu Echtzeitberechnungen und außerdem eine komfortable und schnelle Datenbankanbindung. Leider steht mit dieser Entscheidung aber auch die Beschränkung auf Microsoft Betriebssysteme fest. Unter Macintosh, Linux oder ähnlichen Betriebssystemen ist die Software nur in einer virtuellen Maschine lauffähig.

1.1.1. Dateien

OGAMA erstellt im Ordner „Eigene Dokumente“ des aktuellen Benutzers einen Unterordner mit der Bezeichnung „OgamaExperiments“. Jedes Experiment wird dort in einem eigenen Unterverzeichnis mit drei Unterordnern abgelegt. Die XML-basierte Experimentdatei mit der Endung *.oga* beinhaltet die wesentlichen Parameter für jedes Experiment wie die Bezeichnung der verwendeten Datenbankdateien, das Verzeichnis der Stimuli, Samplingraten für Augen- und Mausbewegungen, die Auflösung des Präsentationsmonitors, Fixationsberechnungsparameter und eine komplette Beschreibung der präsentierten Folien des Experiments. Mit einem Doppelklick auf diese Experimentdatei kann OGAMA gestartet werden. Der „Database“ Unterordner enthält die beiden Microsoft SQL Datenbankdateien. Sie sind im Standardformat abgelegt, sodass auf sie auch von anderen SQL fähigen Programmen zugegriffen werden kann wie z. B. Microsoft® Access. Die für die gezeigte Folienpräsentation verwendeten Stimuli des Experiments befinden sich im Unterverzeichnis „SlideResources“. Im dritten Unterordner „Thumbs“ werden Versuchspersonenvideos und Videos von dynamischen Folieninhalten abgelegt.

1.1.2. Aufbau der Präsentationen

Jedes Experiment besteht aus einer Folienpräsentation mit den Folien, die während der Aufzeichnung den Versuchspersonen gezeigt wurden. Die kleinste Analyseeinheit ist dabei ein sogenannter *Trial*, der im Normalfall aus einer Folie besteht, aber auch, wenn mehrere Folien zu einer Analyseeinheit zusammengefasst werden müssen, aus mehreren Folien bestehen kann. Wenn beispielsweise eine Bildergeschichte aus fünf Bildern zusammengesetzt wer-

den soll, die den Versuchspersonen hintereinander gezeigt werden, aber von Folie zu Folie verschobene AOI haben, dann kann man auf diese Weise einen Trial aus fünf Folien erstellen, der in seiner Gesamtheit zu einer statistischen Analyse verwendet wird, aber die AOI dabei Folie für Folie definiert sein können. Auch im Wiedergabemodul wird dadurch die Wiedergabe nach dem ersten Bild nicht unterbrochen, sondern läuft bis zum Ende der fünften Bildfolie.

1.1.3. Datenbanklayout

OGAMA speichert Blick- und Mausdaten in einer Microsoft SQL-Datenbank Datei (.mdf) die für jedes Experiment erstellt wird. Den zugrunde liegenden Datenbankaufbau zeigt Abbildung 1-1. Die Datenbank besteht aus neun Tabellen, die im Folgenden detailliert beschrieben werden.

Die Tabelle mit den Versuchspersonen (*Subjects*) beinhaltet die Liste der Versuchspersonen und ihre (optional verwendbaren) Standardeigenschaften Kategorie, Alter, Geschlecht, Händigkeit und Kommentar. Diese vordefinierten Eigenschaften können beliebig ergänzt werden durch benutzerdefinierte Versuchspersonenvariablen, die in der Tabelle *SubjectParameters* mit den Einträgen Versuchspersonenname, Schlüssel und Wert abgelegt werden.

Die Tabelle mit den Versuchsabschnitten (*Trials*) beinhaltet Metainformationen für jede

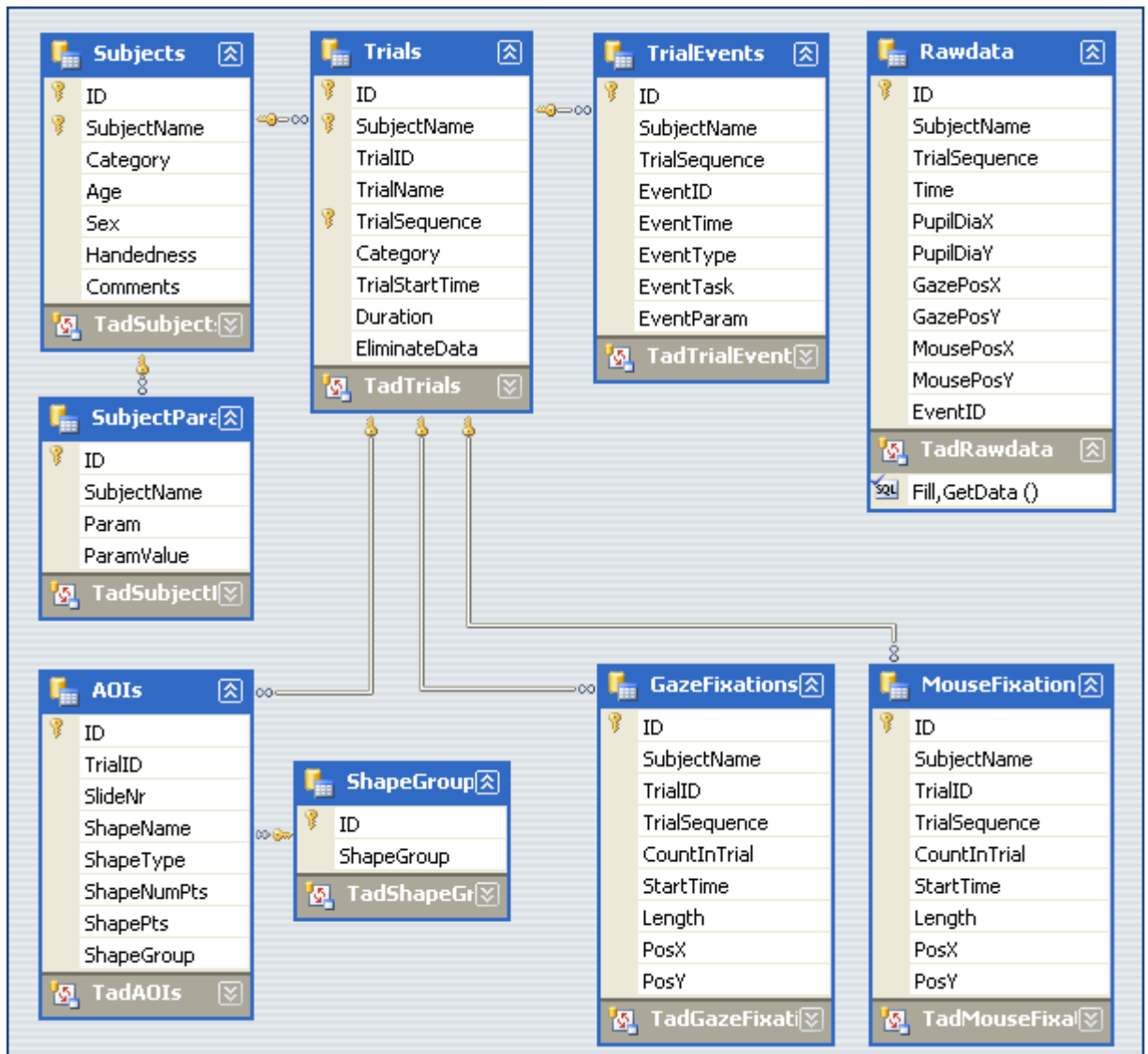


Abbildung 1-1: Datenbankdesign der OGAMA SQL Vorlagendatei mit Tabellen und Bedingungen

Versuchsperson für alle Trials bestehend aus ID, Name, Reihenfolge, Startzeit, Dauer und Kategorie sowie einer Spalte für die Gültigkeit der Daten. Für jede Versuchsperson wird eine Rohdatentabelle angelegt, die die importierten oder aufgezeichneten Blick- und Mausdaten mit dazugehörigem Zeitstempel enthält. Zu jedem Zeitstempel können bis zu zwei Pupillendurchmesser (*PupilDiaX*, *PupilDiaY*), zwei Blickpositionsdaten (*GazePosX*, *GazePosY*), zwei Mauspositionsdaten (*MousePosX*, *MousePosY*) und ein Eintrag für eine Ereignis-ID abgelegt werden.

Alle Ereignisse während eines Trials werden mit ihrer ID in den Rohdaten abgelegt, die Eigenschaften Zeitstempel, Typ, Aufgabe und Parameter in der Ereignistabelle (*TrialEvents*). OGAMA zeichnet Maus-, Tastatur-, Auditive-, Video-, Versuchspersonenkamera-, Marker- und Eingabeereignisse auf. Diese Ereignisse strukturieren jeden Trial und können während der Wiedergabe in einer Zeitleiste visualisiert werden. Das kann bspw. dazu dienen zu während der Aufzeichnung von der Versuchsleitung gesetzten Markern zu springen, was beim Stimulated Recall hilfreich ist (siehe Hyrskykari et al. 2008).

Werden während der Analyse der Daten für die Folien AOI definiert, dann werden diese in der AOI-Tabelle (*AOIs*) abgelegt. AOI dienen zur Analyse von Unterregionen der gezeigten Stimuli. So kann z. B. die durchschnittliche Fixationsdauer auf einem speziellen Objekt einer Folie berechnet werden. OGAMA stellt dafür rechteckige, ellipsoide und polygonale Formen zur Verfügung (siehe Abschnitt 1.2.3). Jede Form wird mit Name (*ShapeName*), dem zugehörigen Trial bzw. der Folie (*TrialID* und *SlideNr*), dem Typ (*ShapeType*), der Position und Größe (*ShapePts*) und einer Spalte zur Kategorisierung der Formen (*ShapeGroup*) in der Datenbank abgelegt. Die dabei verwendeten Kategorien werden in der Tabelle *ShapeGroups* gespeichert. Vordefiniert sind die beiden Kategorien Zielobjekt (*Target*) und Suchbereich (*SearchRect*), die häufig für statistische Zwecke benötigt werden. Die Kategorien dienen dazu, verschiedene Gruppen von Bereichen auf den präsentierten Folien zu bilden und voneinander zu differenzieren. Wenn es bspw. darum geht, die Dauer bis zur ersten Fixation auf einem zu suchenden Objekt zu ermitteln, dann werden alle diese Objekte Folie für Folie in die Gruppe *Target* eingeteilt, können im Einzelnen jedoch in verschiedenen Bereichen liegen bzw. unterschiedliche Formen haben.

In den letzten beiden Tabellen *GazeFixations* und *MouseFixations* sind die für jede Versuchsperson und jeden Trial berechneten Fixationen für Blick- und Mausdaten getrennt gespeichert. Die Fixationen werden mit der Reihenfolge (*CountInTrial*), der Startzeit (*StartTime*), Fixationsdauer (*Length*) und Position (*PosX*, *PosY*) in den Tabellen angelegt.

Alle neun Tabellen und die dazugehörigen Daten sind in den beiden Datenbankdateien für jedes Experiment lokal gespeichert. Die Integrität der Daten wird über Beziehungen und Fremdschlüssel sichergestellt. Das Layout und die Beziehungen sind noch einmal in Abbildung 1-1 dargestellt.

1.1.4. Fixationsberechnung

Für die Fixationsberechnung wird ein von LC Technologies veröffentlichter Algorithmus verwendet, der auf einem *moving window* Verfahren beruht (LC Technologies 2006, siehe auch Salvucci & Goldberg 2000 für andere Verfahren). Er wurde nach C#TM portiert und mit einer zusätzlichen Zeitstempelinformation erweitert, im Berechnungsprinzip jedoch komplett übernommen. Das Verfahren wird in der Dokumentation zum Quellcode von LC Technologies wie folgt erläutert: Die Funktion ermittelt Fixationen, indem sie Blickpositionsfolgen sucht, die örtlich relativ konstant bleiben. Wenn ein neuer Messpunkt innerhalb einer kreisrunden Fläche um einen Durchschnittsmittelpunkt einer vorangehenden Fixation liegt, wird die Fixation um diesen Messpunkt erweitert, dabei kann der Radius der Kreisfläche vom Benutzer in Pixeleinheiten spezifiziert werden. Um dabei verrauschte Aufzeichnungen auszu-

gleichem, wird ein Messpunkt, der außerhalb der Kreisfläche liegt in die Fixation trotzdem mit aufgenommen, wenn der darauffolgende Messpunkt wieder innerhalb der Kreisfläche liegt. Wenn ein Messpunkt nicht ermittelt werden kann, z. B. während die Versuchsperson blinzelt, dann wird die Fixation verlängert wenn:

- 1) der nächste gültige Messpunkt innerhalb der Kreisfläche liegt und
- 2) weniger als die mindestens erforderliche Menge an Messpunkten für eine Fixation mit ungültigen Messpunkten aufgetreten sind.

Andernfalls wird davon ausgegangen, dass die Fixation mit dem letzten gültigen Messpunkt beendet wurde und mit dem nächsten gültigen Messpunkt eine neue Fixation begonnen wird.

Vor der eigentlichen Fixationsberechnung durch den beschriebenen Algorithmus wird ein zweistufiger Filter auf die Daten angewandt, der zuerst leere Datenzellen (wenn z. B. Blick- und Mausdaten unterschiedliche Samplingraten haben) und im zweiten Schritt Daten mit x- und y-Koordinaten, die außerhalb des Präsentationsmonitors liegen bzw. null gesetzt sind (ungültige Eyetrackerdaten) herausfiltert.

Aus dieser Beschreibung wird ersichtlich, dass die Möglichkeit besteht, dass der Algorithmus durch lange Blinzelzeiten oder einfach fehlende Detektion durch den Eyetracker aufeinanderfolgende Fixationen am selben Ort generiert. Dieses Artefakt kann mit einem Post-Prozessor optional ausgeglichen werden.

Die beiden Parameter für den Algorithmus werden in der xml basierten Experimentdatei gespeichert. Das sind erstens der maximale Abstand in Pixeln den ein Messpunkt von dem durchschnittlichen momentanen Fixationsmittelpunkt abweichen darf und trotzdem noch zur Fixation hinzugerechnet werden soll und zweitens die minimale Anzahl an Messpunkten, aus denen eine Fixation bestehen muss (daraus ergibt sich auch direkt die untere Grenze der minimal messbaren Fixationsdauer). Je nach Datenrate und Forschungsgebiet müssen diese beiden Parameter sorgfältig gewählt werden (für eine Diskussion der Parameter siehe Karsh & Breitenbach 1983).

1.2. Module

Der folgende Abschnitt beinhaltet eine detaillierte Beschreibung der Softwarefunktionalität. Bei der Benutzung von OGAMA wird dabei empfohlen dem Workflow der Abbildung 1-2 zu folgen. Ein neues Projekt kann entweder durch die Erstellung einer Präsentation (siehe Abschnitt 1.2.1.1) und Aufzeichnung von Daten (Kapitel 1.2.1.2) erfolgen oder durch den Import von bereits anderweitig generierten Experimentdaten mit dem Importassistenten (Kapitel 1.2.1.3). Sind Blick- und Mausdaten aufgezeichnet oder importiert wird der Analyseprozess durch acht verschiedene Module unterstützt. Diese werden gruppiert in fünf Module zur visuellen Datenanalyse bestehend aus dem *Wiedergabemodul* (1.2.2.1), dem *Fixationsmodul* (1.2.2.2), dem *Salienzmodul* (1.2.2.3), dem *Scannpfadmodul* (1.2.2.4), und dem *Attention Map Modul* (1.2.2.5), zwei Modulen zur statistischen Datenauswertung, namentlich dem *Areas of Interest Modul* (1.2.3.1) und dem *Statistikmodul* (1.2.3.2) und dem *Datenbankmodul* (1.2.1.4), das für die Kontrolle der zugrunde liegenden Daten verwendet wird.

Alle Module sind Bestandteile eines Hauptfensters mit Menü, Iconleiste, Statusleiste und Kontextbereich. Das Menü beinhaltet die Standardfunktionalität einer Windowsanwendung wie Öffnen, Speichern, Schließen, Kopieren, etc. Erstellung und Aktivierung der verschiedenen Module, Bearbeitung der Experiment- und Anwendungsoptionen sowie der Datenbank-anbindung und einer Hilfefunktion. Über die Iconleiste werden die Module direkt angesteuert, die Statusleiste zeigt Workflowinformationen und Fortschrittsbalken.

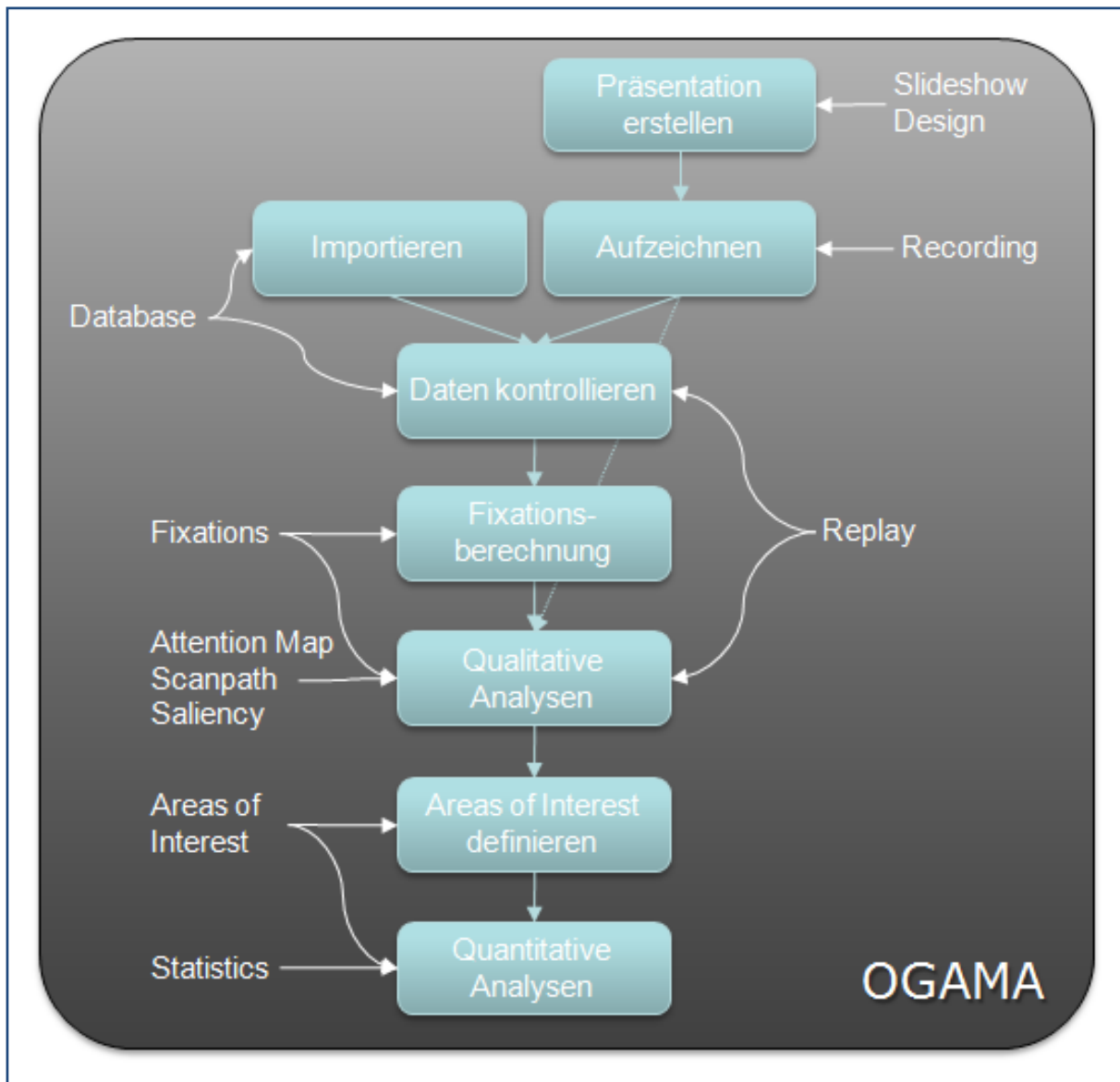


Abbildung 1-2: OGAMAS Workflow mit den dazugehörigen Modulen

Der Kontextbereich enthält eine Liste von Versuchspersonen und die Präsentationsfolien, sodass diese schnell für die aktivierten Module zur Analyse ausgewählt werden können. Daneben wird hier ein optional aufgezeichnetes Video der Versuchsperson eingeblendet und die Modulhilfe auf Anforderung angezeigt.

Die Bildschirmfotos der folgenden Modulbeschreibungen wurden mit dem auf der zu OGAMA gehörenden Website verfügbaren Demoprojekt erstellt.

1.2.1. Erstellen und Aufzeichnen

1.2.1.1. Präsentation erstellen

Die während einer Präsentation gezeigten Folien werden mit dem Präsentationsdesignmodul erstellt. Es können sechs verschiedene Typen von Folien angelegt werden. Textuelle Folien mit Instruktionen, Folien aus Grundformen wie Rechteck, Polygon, Kreuz, Linie, Ellipse, Folien mit auditiven Stimuli, Flash Movie Folien, leere Folien und Kombinationen von allen Bausteinen. Die neu erstellte Foliensequenz ist in einer Baumstruktur und auf einem Zeitstrahl im Modul abgebildet. Bei Auswahl einer Folie wird eine Vorschau angezeigt (siehe Abbildung 1-3).

In der Iconleiste sind die verschiedenen Folientypen auswählbar und es steht ein automatisierter Verzeichnisimport zur Verfügung. Dieser dient zur erleichterten Erstellung von vielen Folien aus z. B. Bildern eines Verzeichnisses. Dazu werden für alle Folien geltende Bedingungen und Bestandteile definiert (z. B. Hintergrundfarbe, Mauszeigerposition und -anzeige) und dann für jede Datei im ausgewählten Verzeichnis eine Folie mit diesen Eigenschaften und dem Dateielement erzeugt. Diese Folien werden in die Präsentation eingefügt und können anschließend über Modifikationsdialoge angepasst werden.

In der Baumstruktur können die Folien gruppiert und in ihrer Anordnung verändert werden. Das dient bspw. dazu nur bestimmte Untergruppen von Folien zu randomisieren oder zu strukturieren (siehe Abbildung 1-3). Zwischen den Folien wird im Zeitstrahlbereich ein Icon eingblendet, was bei einer Kette die unveränderliche und bei einem Würfel die randomisierte Reihenfolge der Folien anzeigt. Ein Kontextmenü stellt weitere Möglichkeiten der Strukturie-

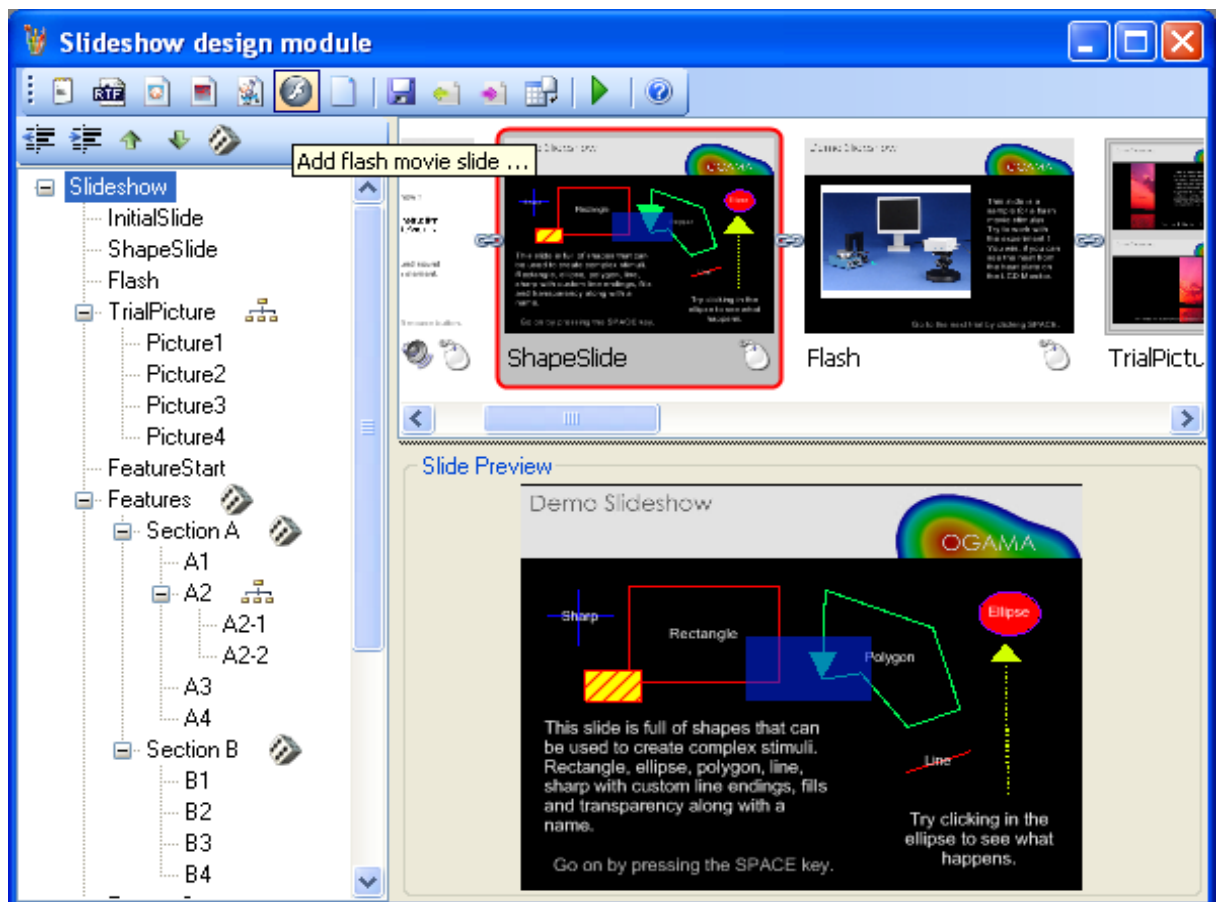


Abbildung 1-3: Bildschirmfoto des *Slideshow Design Moduls* mit Präsentationszweig, Zeitleiste und Folienvorschau (Windows XP Stil)

zung zur Verfügung, z. B. die randomisierte Auswahl an Folien auf drei von 20 für jede Versuchsperson zu reduzieren.

Wird eine Folie doppelt angeklickt, öffnet sich ein Dialogfenster zur Einstellung der Eigenschaften der spezifischen Folie. Dieser besteht aus den folgenden vier Bereichen (siehe Bildschirmfoto in Abbildung 1-4).

Stimuluserstellung und -änderung

Der im oberen linken Bereich des Dialogs befindliche Teil dient zur Erstellung von neuen Folienelementen. Soll eine neue Instruktion erstellt werden, wird der Button „Add instruction“ betätigt und ein Dialog mit Optionen für die Instruktion wie Farbe, Schriftart, Inhalt etc. wird geöffnet. Ist die Instruktion fertig erstellt, wird ihre Position auf der Folie durch das Aufziehen eines Rechtecks im Vorschaufenster festgelegt. Durch das Anklicken eines bereits erstellten Elements werden Felder zur schnellen Änderung der Parameter (wie z. B. dem Text) eingeblendet bzw. nach Doppelklick wieder der ursprüngliche Erstellungsdialog des entsprechend ausgewählten Elements eingeblendet.

INSTRUKTIONEN können entweder als reine Textinstruktionen in hoher Qualität mit einer Schriftart, Orientierung und Farbe definiert werden oder als RichText Format, wo für jeden Buchstaben die Formatierungsoptionen einzeln festgelegt werden können. Die RichText Instruktionen sind allerdings nicht so geglättet in der Bildschirmdarstellung. Layout und Textumbruch können nach dem Einfügen in die Folie über visuelle Haltegriffe des Umfassungsrechtecks verändert werden.

BILDER können aus den Formaten bmp, jpg, gif, png, ico und wmf eingefügt werden. Als Layoutoptionen stehen dabei *Center*, *None* (dort wird die Bildposition und Größe über das aufgezoogene Umfassungsrechteck definiert), *Stretch* (hier wird das Bild in das Umfassungsrechteck eingepasst und ggf. verzerrt), *Tile* (das Bild wird auf der angegebenen Fläche gekachelt), oder *Zoom* (das Bild wird proportional im Umfassungsrechteck eingepasst) zur Verfü-

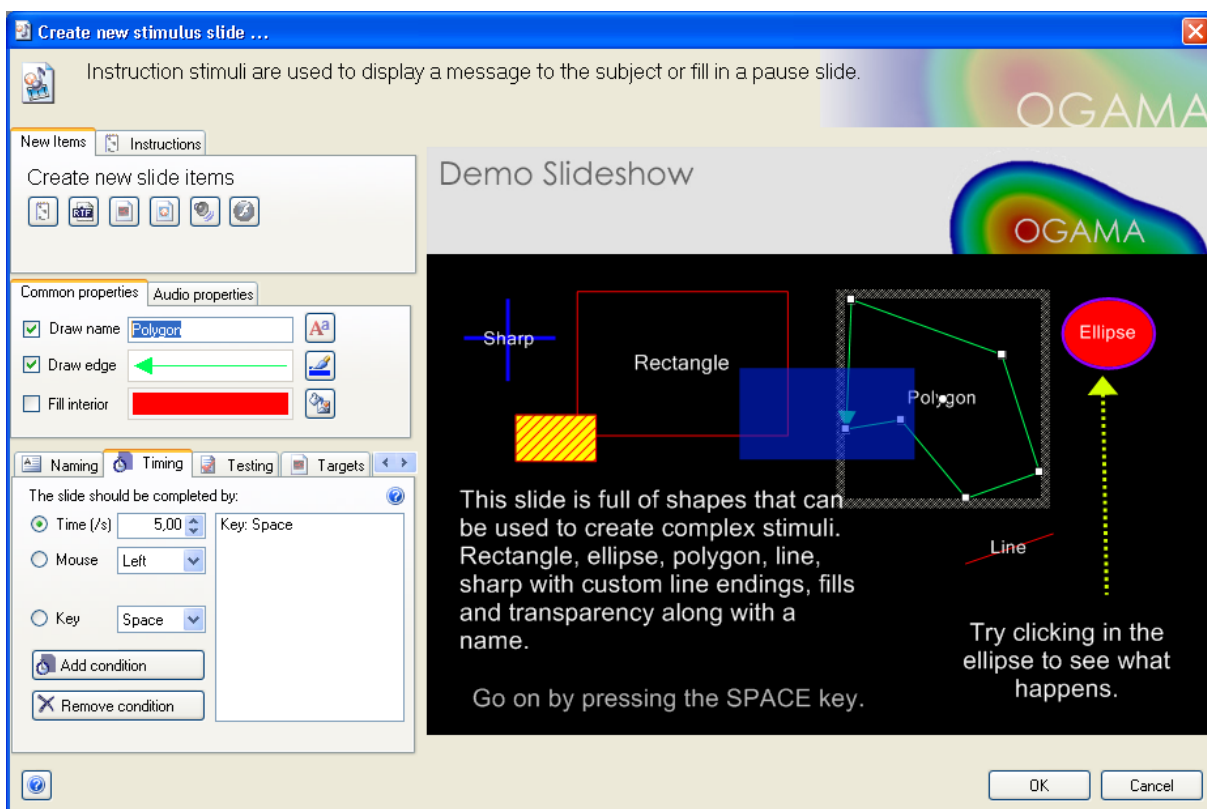


Abbildung 1-4: Bildschirmfoto des Eigenschaftsdialogs für Präsentationsfolien (Windows XP Stil)

gung. Auch Bilder können noch mit einem bspw. transparenten Füllstil versehen werden, der das Bild dann überlagert.

An FORMEN sind Rechtecke, Ellipse, Polygone, Linien und Kreuze verfügbar. Jede Form kann wie alle anderen Folienelemente auch mit Rand, Füllung und Bezeichnung versehen werden sowie mit einer Audiodatei. Alle Formen werden über ein Umfassungsrechteck auf der Voransicht angeordnet mit Ausnahme der Polygone, die punktweise definiert werden. Wenn der Mauscursor den ersten Punkt des Polygons erreicht, wechselt er, um die Möglichkeit des Schließens anzuzeigen. Auch offene Polygone erscheinen mit einer Füllung allerdings geschlossen.

AUDIOFILES bestehen aus einer Musikdatei, die entweder bei Erscheinen oder nach dem Anklicken abgespielt werden kann. Sie haben standardmäßig keine visuelle Repräsentation, während der Erstellung dient aber ein Umfassungsrechteck zur Definition der Klickzone.

FLASH MOVIE ELEMENTE bestehen aus .swf Dateien, die abgespielt werden, sobald die Folie in der Präsentation gezeigt wird. Sie können schon während der Erstellung wie normale Flashanimationen bedient werden, da das entsprechende ActiveX Objekt auf der Voransicht erstellt wird. Während der Aufzeichnung wird für Folien mit Flashinhalten ein Bildschirmvideo aufgezeichnet. Das kann bei großen Präsentationsbildschirmen sehr CPU aufwendig sein, sodass in solchen Situationen mindestens eine Dual-Core Rechner empfohlen wird.

Allgemeine Stimuluseigenschaften

Der im Dialog darunterliegende Bereich dient zur Modifikation von Elementeigenschaften, die für alle Elemente verfügbar sind wie Name, Umfassungslinie, Füllung und Audioeigenschaften. Wird ein Element ausgewählt, kann die Sichtbarkeit seiner Beschriftung, der Randlinie oder der Innenfüllung sowie die Einstellungen zum Abspielen von Musik auf Klick oder bei Erscheinen eingestellt werden. Hier steht eine Vielzahl von Möglichkeiten für die Gestaltung der Linien und Füllungen über Dialoge zur Auswahl wie Texturen, Schraffuren, transparente Füllungen sowie Muster, Stärke und Endformen der Linien.

Folienoptionen

Im linken unteren Bereich des Dialogs ist eine Reihe von Reitern angeordnet, auf denen die allgemeinen Folienoptionen eingestellt werden.

BEZEICHNUNG: Name und Kategorie der Folie werden hier festgelegt, wobei der Name möglichst eindeutig sein sollte. OGAMA vergibt allerdings intern zusätzlich eindeutige IDs. Mithilfe der Kategorie wie z. B. *Instruktion* können die Folien gruppiert werden, um statistische Auswertungen für bestimmte Foliengruppen zu erleichtern.

ZEITSTEUERUNG: Auf diesem Reiter werden die Bedingungen definiert, nach denen die Folienanzeige beendet wird. Das kann nach einer bestimmten Zeitspanne, durch einen bestimmten oder einen beliebigen Tastendruck oder durch eine bestimmte oder eine beliebige Maustaste erfolgen. Auch mehrere konkurrierende Bedingungen können definiert werden (Wenn z. B. auf einen Mausklick gewartet, aber spätestens nach 30 Sekunden zur nächsten Folie weitergegangen werden soll). Es gibt zwei Tasten mit besonderer Bedeutung, die für normale Bedingungen nicht verwendet werden sollten. Die ESC-Taste bricht die Präsentation ab und die F12 Taste setzt einen Zeitmarker, sie sind reserviert für den Experimentator.

TESTS: Hier können Folienbereiche und/oder Bedingungen definiert werden, die korrekte Antworten für diese Folie beschreiben und so in der Auswertung die Möglichkeit bieten automatisiert richtige von falschen Antworten auf z. B. multiple choice Fragen zu. Das sind z. B. ein bestimmtes Objekt, welches aus mehreren Objekten ausgewählt werden muss, oder eine bestimmte Taste, die korrekterweise gedrückt werden muss. Richtige Mausklicks können also auch auf Teilbereiche der Folie eingeschränkt werden.

ZIELOBJEKTE: Dieser Reiter bietet die Möglichkeit mit den bekannten Formen Teilbereiche der Folie zu definieren, die in der vorher beschriebenen Testsektion verwendet werden können. Die üblichste Einsatzweise ist hier verschiedene multiple choice Antworten als Targets zu definieren, damit der Experimentator die Auswahl der Versuchspersonen präzise nachvollziehen kann. So sind z. B. alle MC-Antwortbereiche als Felder definiert um zur nächsten Folie zu gelangen, aber nur ein Antwortbereich ist als richtige Antwort der Folie definiert.

LINKS: In einigen Präsentationen ist es erforderlich Sprünge zwischen Folien zu ermöglichen, da eine lineare Abfolge der Folien nicht erwünscht ist, bspw. um Teilbereiche der Präsentation unter bestimmten Bedingungen zu überspringen. Dazu dient dieser Reiter. Hier wird die entsprechende Bedingung zur Beendigung der Folie mit einer ID der Folie, zu der gesprungen werden soll, verknüpft. Diese Möglichkeit hat zur Folge, dass für jede Versuchsperson die Reihenfolge der Folien verschieden sein kann.

HINTERGRUND: Auf diesem Reiter werden Hintergrundfarbe oder -bild festgelegt und es besteht die Möglichkeit Hintergrundmusik für die Folie anzugeben.

MAUS: Während der Präsentation muss der Mauscursor unter Umständen ausgeblendet oder an einer bestimmten Position auf der Folie eingeblendet werden. Dieser Reiter bietet daher die Möglichkeit die Sichtbarkeit und die Startposition des Mausursors anzugeben. Außerdem besteht die Möglichkeit den Mauscursor beim Folienübergang nicht explizit zu verschieben.

TRIGGER: Wenn die Aufnahme mit anderen Geräten synchronisiert werden soll, wie EEG oder NIRS¹, dann wird hier das Empfangsgerät mit seiner Empfangsadresse, einem 8-bit (0-255) Triggersignalwert und der Signalzeit angegeben. Ist im Aufzeichnungsmodul das Senden von Triggern aktiviert, wird, sobald die Folie auf dem Präsentationsmonitor erscheint, der Trigger mit dem angegebenen Wert für die Dauer der angegebenen Zeit auf den angegebenen Geräteport gesendet. Dafür steht bisher nur der LPT-Ausgang zur Verfügung.

Vorschaufenster

Der Entwurfsprozess ist WYSIWYG, d. h., jede Änderung wird sofort im Vorschaufenster angezeigt. Die Anordnung der verschiedenen Elemente in Ebenen lässt sich analog zu Powerpoint mit den Tasten +, -, Bild-Auf, Bild-Ab verändern und verdeckte Elemente können mit der ALT-Taste ausgewählt werden. Auch ein Kontextmenü für Anordnungs- und Zentrierfunktionen steht zur Verfügung.

Ist die Präsentation fertig erstellt, werden die Folien in OGAMAS xml Format in der .oga Experimentdatei gesichert. Die Präsentationen können dabei auch separat exportiert und in einem anderen Experiment wieder importiert werden (.ogs- Format). Verwendete Bilder und Flash Dateien werden in den *SlideResources* Ordner kopiert. Eine Vorschaufunktion zeigt die momentane Präsentationsversion, um sie zu testen, ohne eine Aufnahme machen zu müssen.

¹ NIRS (Near infrared spectroscopy) ist ein optisches Tomografiesystem, siehe z. B. www.nirx.net (Stand 01/2010)

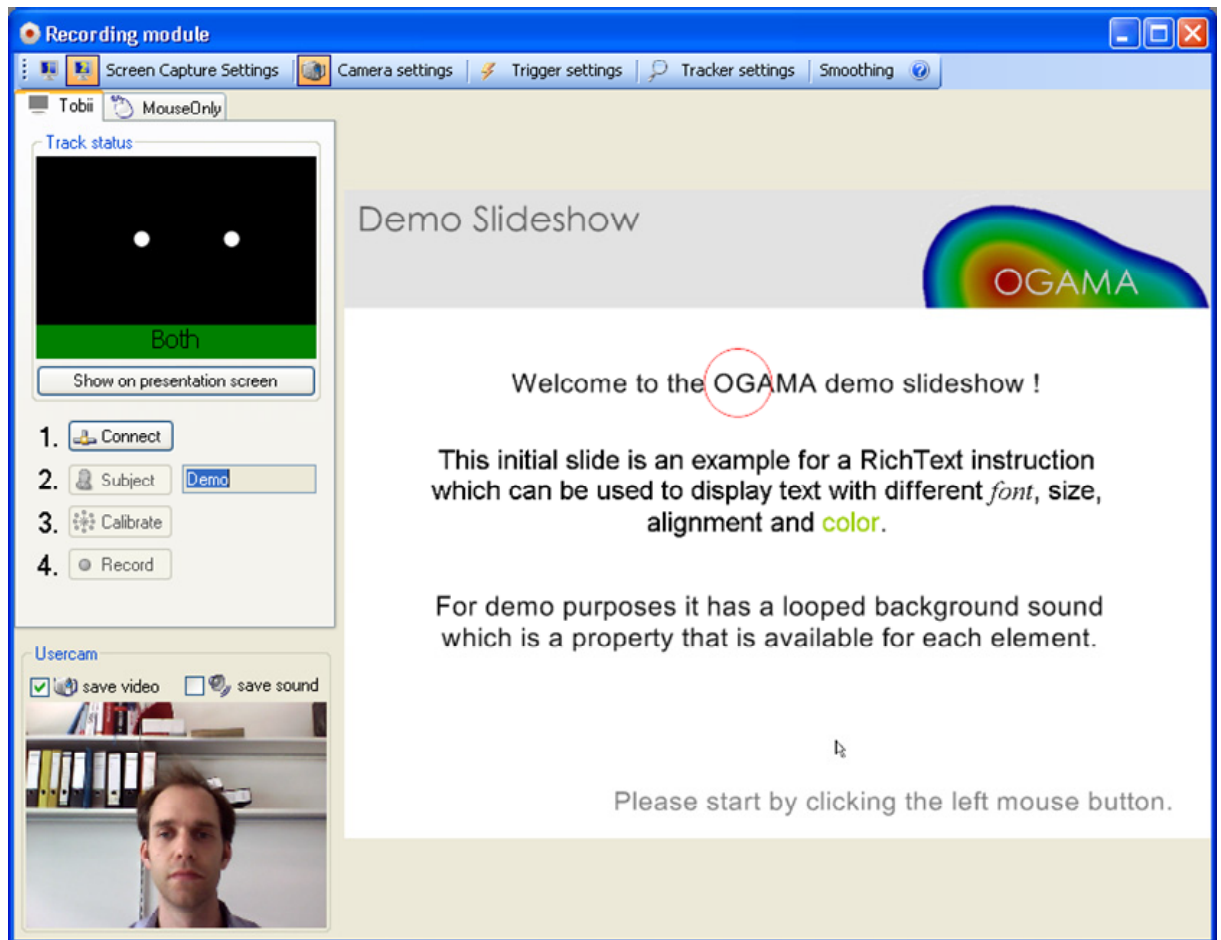


Abbildung 1-5: Bildschirmfoto des Aufzeichnungsmoduls während der Aufnahme mit Versuchspersonenvideo (Windows XP Style)

1.2.1.2. Aufzeichnung

Mit dem Aufzeichnungsmodul werden von den Versuchspersonen Blick- und/oder Mausdaten während der Präsentation der Folien aufgezeichnet. Dafür sind momentan vier Hardwaresysteme implementiert, es existieren Schnittstellen zu den Geräten der Firma Tobii technology², zum IG-30 System der Firma Alea Technologies³, zu iViewX basierten Geräten der Firma SMI⁴ und ein Software basierter Mastracker (Abbildung 1-5 zeigt einen Bildschirmfoto des Moduls).

Zum Starten der Aufzeichnung sind vier Schritte erforderlich:

- 1) *Verbindung*: Starten der Kommunikation zwischen Hardware und OGAMA.
- 2) *Versuchsperson*: Eingabe der Versuchspersonendaten wie Bezeichnung, Alter, etc.
- 3) *Kalibrierung*: Starten der gerätespezifischen Kalibrierungsroutine.
- 4) *Aufzeichnung*: Starten der Datenaufzeichnung und der Präsentation.

Für jeden Eyetracker sind spezielle Eigenschaftsdialoge verfügbar in denen die Optionen des jeweiligen Geräts wie IP Adresse und Anzahl, Farbe und Größe der Kalibrierpunkte eingestellt werden können. Während des ersten Starts des Aufzeichnungsmoduls wird der Computer auf verfügbare Eyetracker untersucht und in einem Auswahldialog zur weiteren Ver-

² Tobii Technology AB, www.tobii.com (Stand 01/2010)

³ alea technologies, www.alea-technologies.de (Stand 01/2010). Die Firma hat die Schnittstelle für ihr Gerät auf eigene Kosten zur Verfügung gestellt und die OGAMA Anbindung dafür programmiert.

⁴ SensoMotoric Instruments GmbH, www.smivision.com (Stand 01/2010).

wendung zur Auswahl gestellt. Die so initialisierten Geräte stehen zur Aufzeichnung von Blickdaten zur Verfügung. Auch angeschlossene Webcams und weitere Monitore werden erkannt und entsprechende Optionen wie Versuchspersonenvideo und Dual-Monitor Setup in der Benutzeroberfläche verfügbar gemacht. In der Iconleiste kann darüber hinaus das Senden von Triggern zur Synchronisation der OGAMA Daten aktiviert oder deaktiviert werden. Sind in der Präsentation Flash Filme, so kann die Komprimierung der erstellten Bildschirmvideos über einen eigenen Dialog eingestellt werden⁵.

Ist ein weiterer Monitor angeschlossen, wird während der Aufnahme auf dem Kontrollbildschirm das Benutzervideo sowie die Präsentation mit überlagertem Maus- und Blickcursor sowie ein *Trackstatus* angezeigt, sodass der Experimentator jederzeit Informationen über die momentane Aufnahmesituation erhält. Während der Aufnahme können mit der F12 Taste Marker gesetzt werden, um bestimmte Ereignisse in der Aufzeichnung später leichter wieder ansteuern zu können, die ESC-Taste beendet die Präsentation vorzeitig.

Nach Abschluss der Aufzeichnung werden die Rohdaten in der Datenbank gesichert und Blick- und Mausfixationen berechnet.

1.2.1.3. Datenimport

Es gibt eine Reihe weiterer Eyetracker für die noch keine Schnittstelle zu OGAMA existiert. Damit die Aufzeichnungen dieser Geräte auch zur Visualisierung und Analyse in OGAMA zur Verfügung stehen, wurde ein *Import Assistent* realisiert, der flexibel die verschiedenen Datenformate anderer Eyetracker lesen und in OGAMAs Datenbanksystem einspeisen kann (Die Abbildung 1-6 zeigt die Dialogabfolge des Assistenten während des Imports einer Logdatei eines SMI Geräts).

Der Datenimport-Assistent besteht aus sechs Schritten:

A) AUSWAHL DER LOGDATEI MIT AUGEN- UND/ODER MAUSDATEN.

OGAMA kann ASCII Dateien lesen, deren Daten in Spalten angeordnet sind, das Trennzeichen kann eingestellt werden. Die Logdatei sollte dabei alle Rohdaten einer oder mehrerer Versuchspersonen beinhalten.

B) FESTLEGEN DER EINLESEOPTIONEN

Um eine Logdatei erfolgreich einlesen zu können, muss der Spaltenseparator (z. B. Semikolon oder Tabulator), das Dezimaltrennzeichen und eine Zeichenfolge (die zu ignorierende Kommentare in der Datei identifiziert), angegeben werden. Optional können Zeilen ignoriert werden, die nicht mit einer Zahl beginnen oder eine bestimmte Zeichenfolge enthalten (um bspw. alle Zeilen mit Tastaturereignissen herauszufiltern) bzw. nur Zeilen eingelesen werden, die mit einer bestimmten Zeichenfolge beginnen (um z. B. nur die Fixationszeilen einzulesen die in den EyeLink Dateien mit der Zeichenfolge EFIX beginnen). Zusätzlich wird abgefragt, ob die erste einzulesende Zeile die Spaltennamen enthält. Nach jeder Änderung der Parameter werden in einer Vorschautabelle die unter diesen Bedingungen eingelesenen Daten angezeigt. Hier können auch die Spaltenbezeichnungen erstellt oder angepasst werden, wenn auf die Spaltenüberschriften geklickt wird.

⁵ OGAMA verwendet für die Bildschirmvideos die freie Software „VH Screen Capture driver“ von Hmelyoff Labs, www.hmelyoff.com (Stand 01/2010)

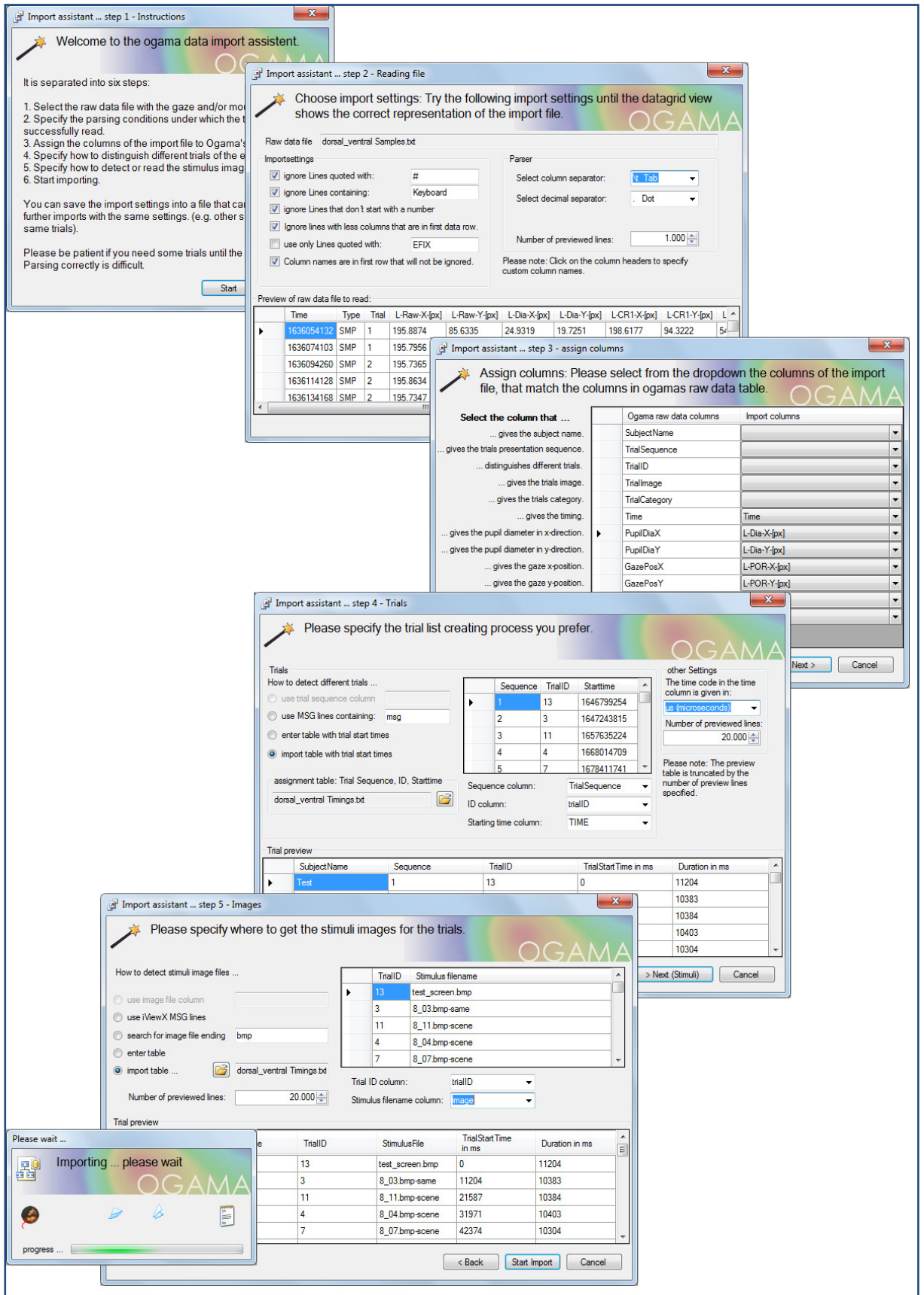


Abbildung 1-6: Die Dialoge des Importassistenten während des Imports eines SMI-Logfiles mit benutzerdefinierten Startzeiten, Folien IDs und Stimuli (Windows 7 Stil)

C) ZUORDNUNG DER SPALTEN

In diesem Schritt wird die korrekte Zuordnung der Spalten der Logdatei zu den Spalten von OGAMAS Datenbank zu abgefragt. Wenn man beispielsweise eine Tobii 1750 EFD Logdatei mit den Spalten *Timestamp*, *Found*, *GazepointX* and *GazepointY* einlesen will werden diese den OGAMA Spalten *Time*, *GazePosX*, *GazePosY* zugeordnet und die *Found* Spalte weggelassen. In diesem Dialog sind für jede OGAMA Spalte alle Spalten der eingelesenen Textdatei als *DropDownAuswahlbutton* verfügbar und können so eindeutig zugeordnet werden (siehe Abbildung 1-6). Wird dem Versuchspersonennamen keine Spalte zugewiesen, so wird angenommen, dass die gesamte Rohdatendatei zu einer Versuchsperson gehört und deren Name in einem nachfolgenden Dialog abgefragt.

D) EINLESEN DER TRIALS DES IMPORTIERTEN EXPERIMENTS

OGAMA stellt drei verschiedene Methoden zur Verfügung aus der Logdatei die zugehörigen Trials auszulesen und die Rohdaten korrekt zuzuordnen:

- Es existiert eine Spalte im Logfile mit der zu jedem Rohdatensatz gehörigen Trialnummer (Ein aufsteigender Zähler wie bspw. beim iViewX System von SMI).
- Es sind in der Logdatei Zeilen mit eindeutig identifizierbare Zeichenketten vorhanden, die aufeinanderfolgende Trials voneinander trennen (z. B. „MSG“ beim iViewX System von SMI oder „TRIALID“ beim EyeLink System von SR Research).
- Es wird eine Tabelle angegeben indem bestimmten Zeitstempeln die Trialnummern zugeordnet sind und die per Hand eingegeben oder aus einer zusätzlichen Logdatei eingelesen werden kann (wie z. B. die Tobii 1750 EVD Datei).

In diesem Schritt muss außerdem die Zeiteinheit angegeben werden, in der die Zeitstempel der Logdatei abgelegt sind (*Sekunden*, *Millisekunden*, *Mikrosekunden*).

E) EINLESEN DER ZU DEN TRIALS GEHÖRIGEN STIMULI BZW. BILDDATEIEN.

Im vorletzten Schritt wird versucht die Dateinamen der Stimuli zu extrahieren, die während der Trials gezeigt wurden. Das verläuft analog zu Schritt D mit Hilfe von eindeutigen Zeichenketten oder Tabellen. Jede Änderung wird auch hier in einem Vorschaufenster mit der generierten *Trialtabelle* angezeigt, sodass die gemachten Änderungen sofort kontrolliert werden können. Mitunter muss die Anzahl der für die Voransicht verwendeten Zeilen erhöht werden.

F) START DES IMPORTS

Um den Import gleichartig aufgebauter Logdateien zu vereinfachen, können vor Beginn des Imports die Einstellungen für die momentane Logdatei in einer *xml* Datei gespeichert werden. Beim nächsten Import kann durch Verwendung dieser *Import Settings* der Prozess deutlich beschleunigt werden.

Während des Imports werden alle Rohdaten ungefiltert in die Datenbank übertragen, also auch leere Werte, Null-Werte und Messpunkte außerhalb der Bildschirmfläche. Diese werden dann erst durch die Fixationsberechnung benutzerdefiniert gefiltert.

1.2.1.4. Datenbankmodul

Das Datenbankmodul (Bildschirmfoto in Abbildung 1-7) dient zur Ansicht und Kontrolle aller Datenbanktabellen des Experiments (siehe Abbildung 1-1). Die Einträge können überarbeitet und revidiert werden, wobei die Anzeige wegen der großen Datenmengen nach Versuchspersonen und Trial gefiltert wird. Zur Ansicht der gesamten Datenmenge kann der Filter in der Iconleiste deaktiviert werden. In der Iconleiste wird außerdem der Importassistent (siehe 1.2.1.3) und der Export von ausgewählten Tabellen aufgerufen.

The screenshot shows the 'Database Module' window with a table of event data. The table has the following columns: ID, SubjectName, TrialSequence, EventID, EventTime, Event Type, Event Task, and EventParam. The data rows are as follows:

ID	SubjectName	TrialSequence	EventID	EventTime	Event Type	Event Task	EventParam
5636	VPN02	66	5635	29496	Response	SlideChange	Mouse: Left (712,457), at target: Target1. Co...
5637	VPN02	67	5636	1997	Response	SlideChange	Time: 2000 ms
11376	VPN02	68	338	3491	Mouse	Down	Mouse: Left (410,430)
5638	VPN02	68	5637	3541	Response	SlideChange	Mouse: Left (410,430). Wrong response to th...
11377	VPN02	69	339	4273	Mouse	Down	Mouse: Left (246,251), at target: Target1
5639	VPN02	69	5638	4382	Response	SlideChange	Mouse: Left (246,251), at target: Target1. Co...
5640	VPN02	70	5639	2005	Response	SlideChange	Time: 2000 ms
11378	VPN02	71	340	3248	Mouse	Down	Mouse: Left (398,388), at target: Target1
5641	VPN02	71	5640	3303	Response	SlideChange	Mouse: Left (398,388), at target: Target1. Co...
11379	VPN02	72	341	1272	Mouse	Down	Mouse: Left (447,528)
11380	VPN02	72	342	3428	Mouse	Down	Mouse: Left (567,685), at target: Target1
5642	VPN02	72	5641	3524	Response	SlideChange	Mouse: Left (567,685), at target: Target1. Co...
5643	VPN02	73	5642	1997	Response	SlideChange	Time: 2000 ms
11381	VPN02	74	343	3825	Mouse	Down	Mouse: Left (636,346), at target: Target1
1738	VPN02	74	1737	3872	Response	SlideChange	Mouse: Left (636,346), at target: Target1. Co...
11382	VPN02	75	344	1402	Mouse	Down	Mouse: Left (747,506)
11383	VPN02	75	345	1971	Mouse	Down	Mouse: Left (750,330)
11384	VPN02	75	346	3984	Mouse	Down	Mouse: Left (285,542)
11385	VPN02	75	347	4596	Mouse	Down	Mouse: Left (245,559)
11386	VPN02	75	348	5370	Mouse	Down	Mouse: Left (273,443)
11387	VPN02	75	349	6249	Mouse	Down	Mouse: Left (539,236)
11388	VPN02	75	350	6940	Mouse	Down	Mouse: Left (549,391)
11389	VPN02	75	351	7659	Mouse	Down	Mouse: Left (551,300)
11390	VPN02	75	352	8413	Mouse	Down	Mouse: Left (756,185), at target: Target1
1739	VPN02	75	1738	8517	Response	SlideChange	Mouse: Left (756,185), at target: Target1. Co...

Abbildung 1-7: Bildschirmfoto von OGAMAS Datenbankmodul (Windows 7 Stil)

1.2.2. Visuelle Datenexploration

Sobald die Datenbank gefüllt ist, entweder durch Import oder Aufzeichnung können die Daten in einer ersten Explorationsphase analog zum Workflow in Abbildung 1-2 mit dem Wiedergabemodul angesehen werden.

1.2.2.1. Wiedergabe

Das *Wiedergabemodul* hat die Aufgabe exakt die Daten, die aufgezeichnet wurden wieder abzuspielen und ggf. verschiedenartig zu visualisieren (Bildschirmfoto in Abbildung 1-8). Es wird dazu verwendet einzelne Trials von einzelnen Versuchspersonen anzusehen. Dazu stehen mehrere Visualisierungsmethoden für Augen und/oder Mausdaten zur Verfügung. Je nach Bedarf können diese beliebig miteinander kombiniert werden.

- *Cursor* – Ein Cursor wird am Messpunkt zum aktuellen Zeitstempel angezeigt.
- *Pfad* – Ein Polygonzug verbindet alle Messpunkte bis zum aktuellen Zeitstempel.
- *Fixationen* – Kreise repräsentieren Ort und Dauer der Fixationen.
- *Verbindungen* – Linien verbinden die Fixationspositionen.
- *Scheinwerfer* – Am Messpunkt zum aktuellen Zeitstempel wird ein kreisrunder Scheinwerferspot auf der ansonsten abgedunkelten Folie angezeigt.

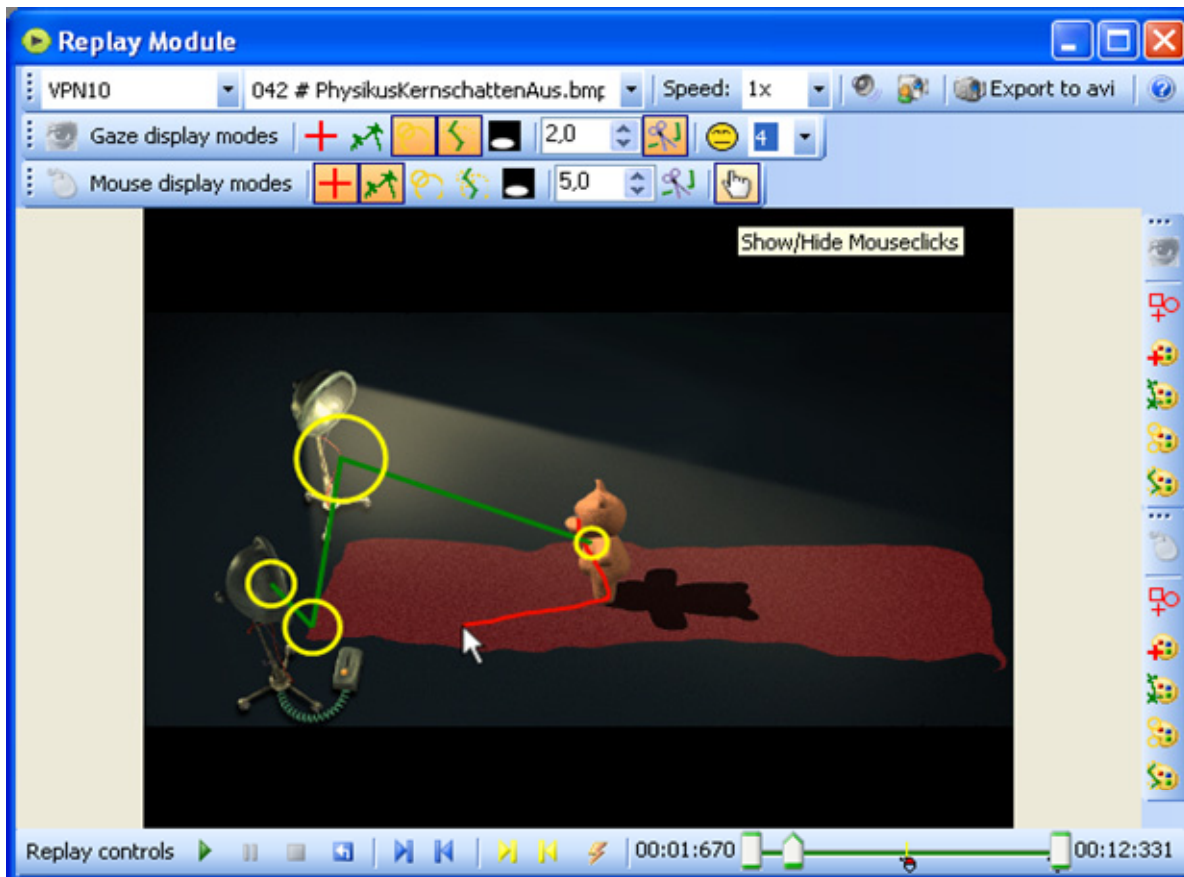


Abbildung 1-8: Bildschirmfoto von OGAMAs Wiedergabemodul (Windows XP Stil)

Um eine bestimmte Aufnahme wiederzugeben, können die Versuchsperson und der Trial über *Drop Down Buttons* ausgewählt werden bzw. im Kontextbereich des Hauptfensters ausgewählt werden. Weitere Elemente der Iconleiste steuern das Wiedergabetempo (Echtzeit, oder langsamer bzw. schneller), den Visualisierungsmodus für Blick und Mausdaten, die Größe und Form der Cursor und den Linienstil aller Zeichnungselemente wie Fixationskreisen und Pfadlinien. Sind Videoaufzeichnungen von Versuchspersonen vorhanden, kann die Anzeige derselben mit evtl. dazugehörigem Audiosignal an oder ausgeschaltet werden.

Die zeitliche Steuerung der Wiedergabe erfolgt über die im unteren Fensterbereich angeordnete Zeitleiste mit *Start, Pause, Stopp* und *Reset* buttons. Um zu einer bestimmten Zeitposition zu springen, kann der mittlere Zeiger der Zeitleiste mit der Maus verschoben werden. Die Zeitleiste wird unterteilt durch Marker der aufgetretenen Ereignisse wie Mausklicks, Tastendruck oder Steuermarker. Diese können auch über Sprungmarkenbuttons direkt eingestellt werden. Während der Analyse können weitere Marker gesetzt werden, um bspw. längere Trials zu strukturieren. Sind zu viele Events in einem längeren Trial aufgetreten, sodass die Zeitleiste unübersichtlich wird, können die Events per Rechtsklick auf der Zeitleiste gefiltert werden, sodass bspw. nur noch Marker angezeigt werden.

Zur Verwendung in Vorträgen steht ein Videoexport mit benutzerdefinierter Größe und Kompressionsfilter zur Verfügung, der aus dem aktuell ausgewählten Trial mit den momentanen Einstellungen einen AVI-Film erzeugt.

Das *Wiedergabemodul* berechnet bei der Wiedergabe die Fixationen in Echtzeit aus den Rohdaten unabhängig von den im Fixationsmodul berechneten und in der Datenbank abgelegten Fixationen (siehe 1.2.2.2). Dadurch können die in Abschnitt 1.1.4 erläuterten Berechnungsparameter schnell auf Tauglichkeit untersucht werden.

1.2.2.2. Fixationen

Dieses Modul berechnet, speichert und visualisiert die Fixationen der Versuchspersonen sowohl für Blick- als auch für Mausdaten (ein Bildschirmfoto zeigt Abbildung 1-9). Sowohl nach dem Datenimport als auch nach den Aufzeichnungen durch OGAMA werden die Fixationen aus den Rohdaten automatisch berechnet. Werden die Berechnungsparameter aber geändert, können die Fixationen für alle Versuchspersonen in diesem Modul aus den Rohdaten neu errechnet werden. Sie werden in OGAMAs Datenbank abgelegt und für die Berechnung von *Attention Maps* und statistische Auswertungen verwendet.

Das Fixationsmodul besteht im Wesentlichen aus zwei Bereichen, einer Zeichenfläche zur Visualisierung und einer Tabelle zur Anzeige der Blick- und/oder Mausfixationen. Die dargestellten Daten beziehen sich immer auf die in der Iconleiste ausgewählte Versuchsperson und den ausgewählten Trial. Es sind fünf verschiedene Visualisierungsmethoden für die Fixationen verfügbar, die jeweils ergänzt werden können durch die Anzeige von Fixationsverbindungen und/oder Fixationsnummern.

- *Punkte* – Zeichnet an jedem Fixationsort einen gefüllten Kreis einer festen Größe.
- *Kreise* – Zeichnet die Fixationen als Kreise mit zur Länge proportionalem Durchmesser.
- *Scheinwerfer* – An jedem Fixationsort wird das Originalbild in einem der Fixationslänge proportionalen Kreisdurchmesser freigestellt gegenüber abgedunkeltem Hintergrund.
- *Attention Map* – Die Fixationen werden als farbige Heatmap gezeichnet, d.h. überlagerte Gaussglocken, die mit Hilfe eines Farbgradienten dem Originalbild überlagert werden (Abschnitt 1.2.2.3 enthält eine Beschreibung des Algorithmus).
- *Ohne* – In diesem Modus werden nur Fixationsverbindungen und –nummern angezeigt.

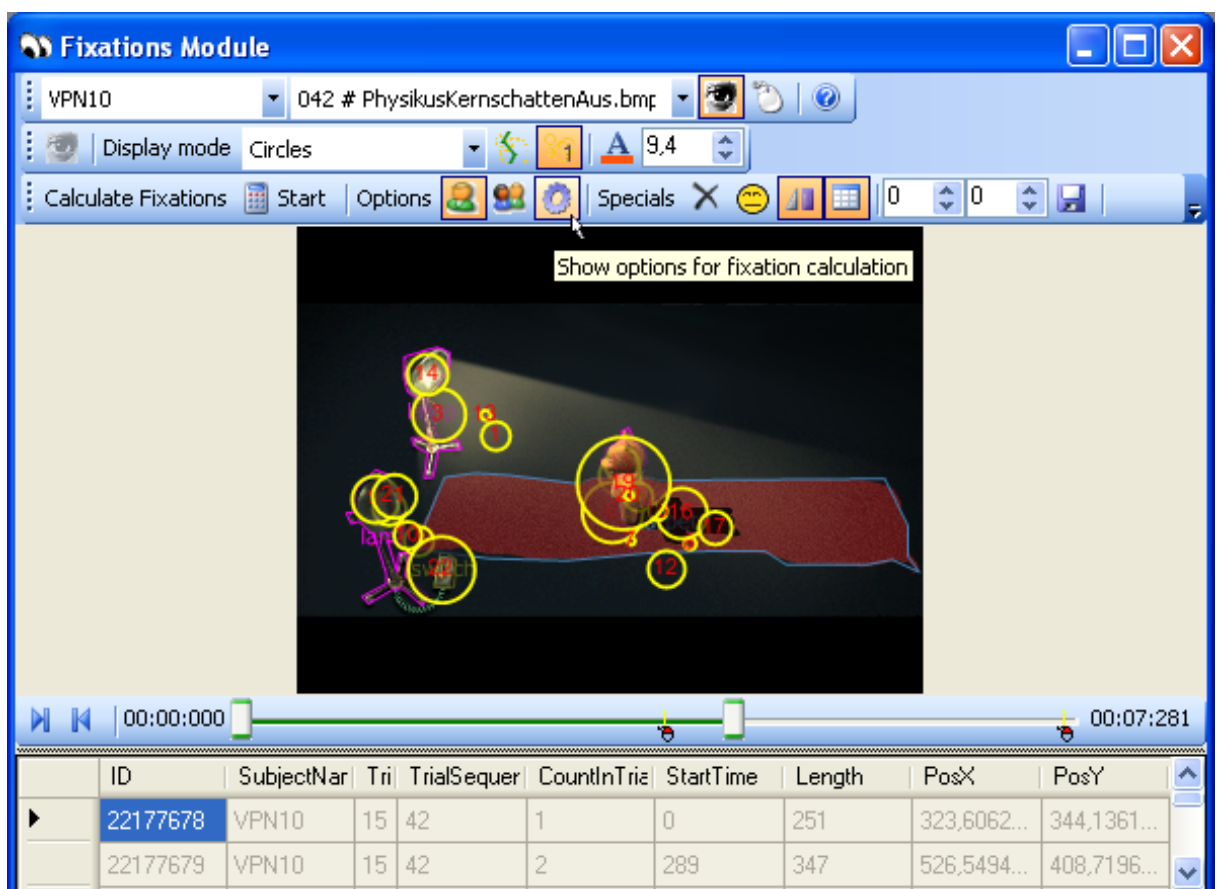


Abbildung 1-9: Bildschirmfoto von OGAMAs Fixationsmodul (Windows XP Stil)

In der Tabelle sind die zugehörigen Datenbankeinträge der Fixationen zu sehen. Um die Analyse zu vereinfachen, können über die Iconleiste die *Areas of Interest* eingeblendet werden (siehe 1.2.3.1).

Die Parameter der Fixationsberechnung sind für jedes Experiment eindeutig festgelegt, können aber über den Experimenteigenschaftendialog des Hauptfensters angepasst werden.

Weitere Einstellmöglichkeiten betreffen das Löschen von Fixationen und das Eliminieren von Trials für die statistische Auswertung, falls z. B. die Drift des Trials zu groß ist, die Änderung von Linien- und Schrifttypen der grafischen Elemente und ein Button zum Verstecken der Tabelle. Analog zum *Wiedergabemodul* (siehe 1.2.2.1) ist am unteren Rand der Zeichenfläche eine Zeitleiste verfügbar an der der zeitliche Ausschnitt der dargestellten Fixationen aus dem Trial eingestellt werden kann.

1.2.2.3. Salienz

Für den Vergleich eines Computermodells des menschlichen Wahrnehmungsapparats und den tatsächlichen aufgezeichneten Fixationen von Versuchspersonen ist das *Salienzmodul* konzipiert (Bildschirmfoto in Abbildung 1-10). Es verwendet im Hintergrund den Quellcode des *ilab Toolkits* für die Berechnung von *bottom-up Salienzkarten* der ausgewählten Folien (siehe Itti & Koch 2001⁶). Es kann eine benutzerdefinierte Anzahl von modellierten Fixationen berechnet und dargestellt werden, die die Orte größter Salienz beschreiben. Das zugrunde liegende Modell bietet eine Reihe von Parametern wie z. B. verschiedene Verarbeitungskanäle und ihre Gewichtung, die über OGAMAS Interface ansteuerbar sind. Im Grunde handelt es sich bei diesem Modul um eine möglichst einfach zu bedienende Benutzeroberfläche für das

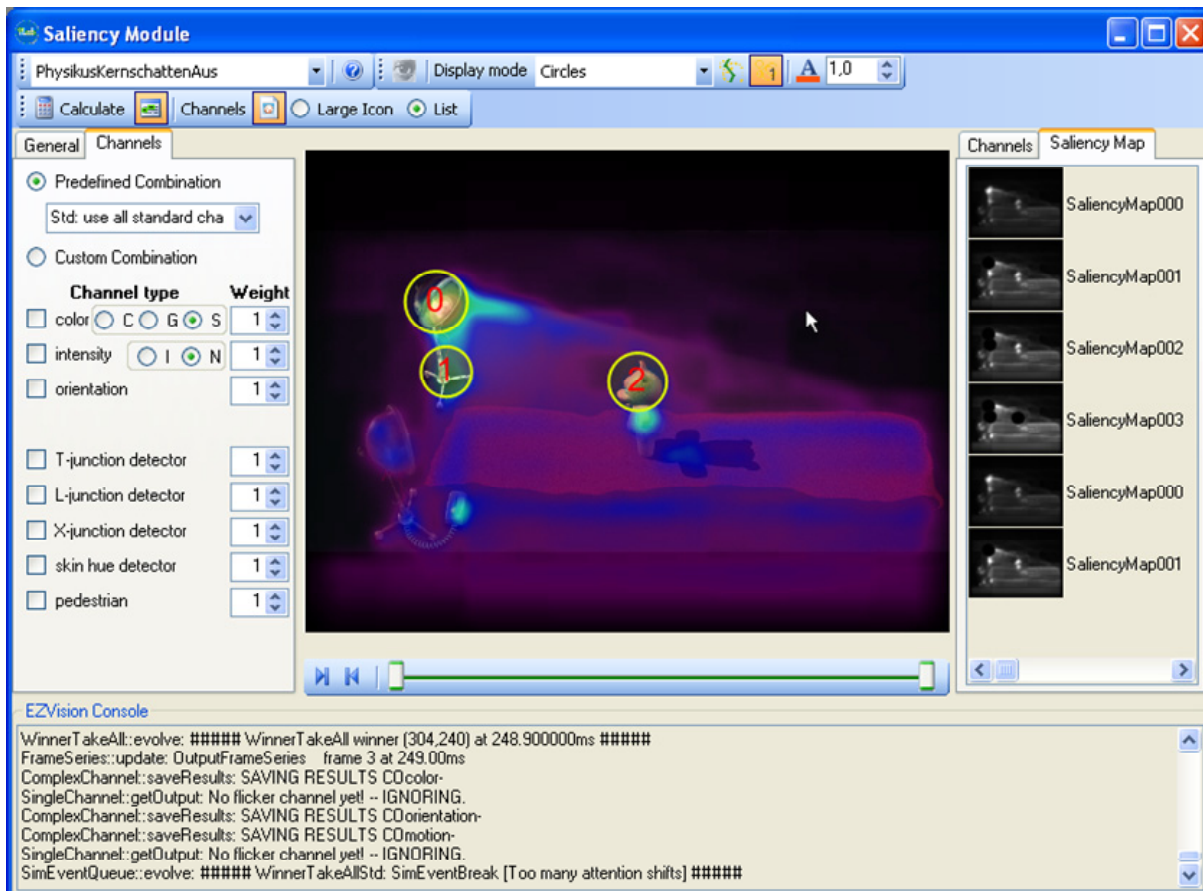


Abbildung 1-10: Bildschirmfoto von OGAMAS Salienzmodul (Windows XP Stil)

⁶ sowie <http://ilab.usc.edu/toolkit> (Stand 10/2010)

Kommandozeilenprogramm *ezvision* aus dem *iLab Toolkit*. Als Ergebnis werden die Orte der größten Salienz in einen Scanpfad aus Fixationen transformiert und mit den Visualisierungsmethoden des Fixationsmoduls dargestellt. Daneben sind sowohl die Salienzkarten als auch die Karten der einzelnen Verarbeitungskanäle verfügbar und können als *Attention Maps* über dem Originalbild angezeigt werden. In Abbildung 1-10 sieht man im rechten Bereich des Fensters die Folge von Salienzkarten, die sehr deutlich die Umsetzung der *Inhibition of Return* im Modell als schwarze Kreise zeigen.

Die Salienzkarte ist unabhängig von den aufgezeichneten Versuchspersonendaten für jede Folie verfügbar, daher gibt es in der Iconleiste auch nur die Möglichkeit einzelne Folien aus der Präsentation auszuwählen.

1.2.2.4. Scanpfad

Das *Scanpfadmodul* ist im Workflow das erste Modul, welches die Möglichkeit bietet, Daten mehrerer Versuchspersonen gleichzeitig darzustellen (Bildschirmfoto in Abbildung 1-11). Es basiert auf den berechneten und in der Datenbank gespeicherten Fixationsdaten. Auf der linken Seite sind die Versuchspersonen, nach Kategorien sortiert, auswählbar. Jeder Gruppe oder jeder Versuchsperson ist dabei eine Farbe zugeordnet. Wird ein bestimmter Trial in der Iconleiste ausgewählt, so werden die Fixationen der ausgewählten Versuchspersonen in den festgelegten Farben und mit den Darstellungsmodi des Fixationsmoduls angezeigt (siehe 1.2.2.2). Die Farbgestaltung kann dabei auf zwei mögliche Arten zugeteilt werden:

- 1) *Personenbezogen* – Jede Versuchsperson erhält eine eigene Farbe, die standardmäßig über einen Farbgradienten für alle Versuchspersonen festgelegt wird.

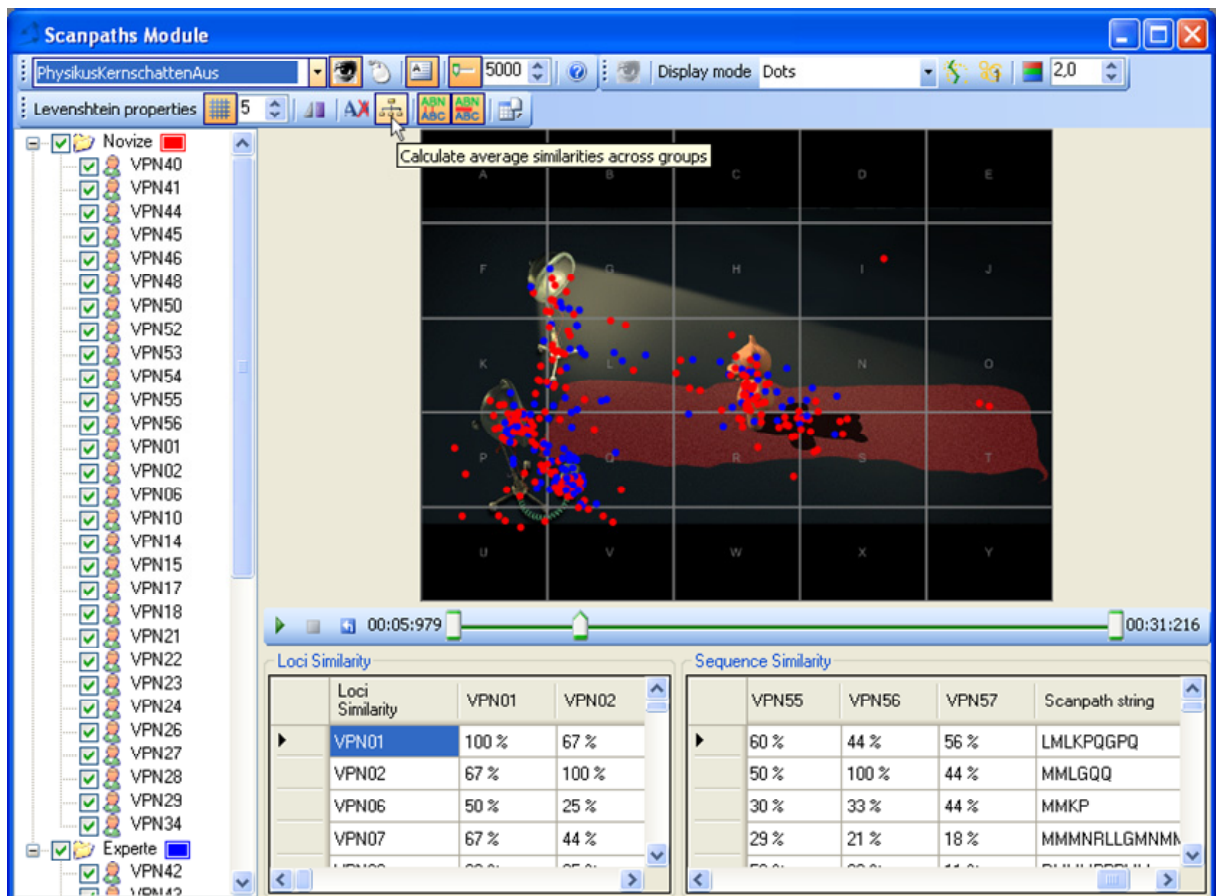


Abbildung 1-11: Bildschirmfoto von OGAMAS Scanpfadmodul (Windows XP Stil)

2) *Gruppenbezogen* – Jede Gruppe erhält eine eigene Farbe, sodass alle Fixationen von Versuchspersonen derselben Gruppe ununterscheidbar werden.

Dieses Verfahren ermöglicht Scanpfadvergleiche auf Versuchspersonen- oder Gruppenebene. Auch Wiedergabefunktionalität kann aktiviert werden, die Analog zum Wiedergabemodul funktioniert (bei einigen kommerziellen Herstellern wird dies *Bee-Swarm* genannt).

OGAMA bietet in diesem Modul außerdem die Möglichkeit des numerischen Scanpfadvergleichs über die Berechnung von *Levenshteindistanzen*. Es werden zwei Parametermatrizen berechnet, die sich in der Art und Weise des Vergleichs unterscheiden. Die *Loci Similarity* also Ortsübereinstimmung und die *Sequence Similarity* also Pfadähnlichkeit werden für jede Versuchsperson im Vergleich zu allen anderen Versuchspersonen berechnet und ggf. nach Gruppen zusammengefasst. Um die Scanpfade zu parametrisieren, kann entweder die Folie in ein Gitter aus gleichgroßen Bereichen unterteilt, oder können bereits definierte AOI verwendet werden. Diese werden mit eindeutigen Buchstabenfolgen versehen und jedem Scanpfad so eine Zeichenkette zugeordnet. Dabei werden für jede Fixation in einem Bereich die Buchstaben des Bereichs an die Zeichenkette angehängt (siehe Malsburg & Vasishth 2007 oder Malsburg & Vasishth 2008 für eine Beschreibung des Verfahrens). Aufeinanderfolgende Fixationen im selben AOI oder Gitterfeld können optional ignoriert oder mit einbezogen werden.

Die Ortsübereinstimmung ist dann der Prozentsatz an Buchstaben, der in beiden zu vergleichenden Zeichenketten übereinstimmt. Das bedeutet in Scanpfaden für Blickbewegungen zu wie viel Prozent die Fixationsorte übereinstimmen. Ein Wert von 100% bedeutet hier komplette Übereinstimmung der fixierten Folienbereiche.

Die Pfadähnlichkeit ist die *Levenshteindistanz* beider Zeichenketten, die aus der Anzahl an Operationen berechnet wird, die nötig sind eine Zeichenkette in die andere zu überführen (siehe Brandt & Stark 1997; Levenshtein 1966). Ein Wert von 100% bedeutet hier komplette Übereinstimmung der Blickpfade in Ort und Abfolge⁷.

Weitere Einstellungen des Moduls betreffen Eigenschaften für die Visualisierung der Scanpfade, die Möglichkeit des Exports der Parametermatrizen und Buttons zur Vereinfachung der Benutzeroberfläche.

1.2.2.5. Attention Maps

Dieses Modul visualisiert die zusammengefassten Fixationen aller ausgewählten Versuchspersonen (Bildschirmfoto in Abbildung 1-12). Diese Darstellung wird in der Regel dazu verwendet besonders prominente Bereiche einzelner Folien zu identifizieren. Während die *Attention Maps* des Fixationsmoduls nur für einzelne Versuchspersonen berechnet sind, besteht hier die Möglichkeit, spezifisch oder gruppenweise, Fixationen mehrerer Versuchspersonen zusammenzufassen.

Die *Attention Maps* bestehen aus aggregierten Gaußverteilungen (für jede Fixation eine zweidimensionale Gaußglocke mit einer festen Standardabweichung oder proportional zur Länge der Fixation). Die Gaußverteilungen werden addiert und normalisiert und dann mithilfe eines Farbgradienten in Farben umgerechnet, die dann der Originalfolie semi-transparent überlagert werden. Das ermöglicht eine schnelle Visualisierung der Landschaft von betrachteten und unbetrachteten Orten der Folie (Spakov & Miniotas 2007).

⁷ Es sind viele weitere Algorithmen für den Zeichenkettenvergleich vorgeschlagen worden (siehe Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). OGAMA berechnet aber nur die genannten Parameter. Die *Malsburgdistanz* existiert zwar schon im Quellcode, ist aber noch nicht von der Benutzeroberfläche aus verfügbar. Auch auf der ECEM 2009 sind weiter verfeinerte Verfahren vorgestellt worden.

Zur Berechnung wird eine zweidimensionale Gaußverteilung von benutzerdefinierter Breite s zugrunde gelegt. Sie hat einen Mittelwert von $\mu = 0$, eine Standardabweichung von $\sigma = s/5$ und eine isotrope Verteilung nach der Gleichung:

$$f(x, y) = \frac{e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}}{2\pi\sigma^2} \quad x, y \in [-s, s] \quad [1]$$

Wenn ausgewählt, wird jeder Wert dieser Basisverteilung mit einem Faktor proportional zur Länge der Fixation multipliziert, damit gewichtet und dann auf einem Array von der Größe der Präsentationsauflösung an der Stelle der Fixation addiert. Zum Schluss wird das gesamte Array normalisiert, sodass ein Wert von eins der maximalen Fixationsdauer und der Wert von null keiner Fixationsdauer entspricht. Das Ergebnis ist eine sogenannte Höhenkarte oder Landkarte (Spakov & Miniotas 2007). Diese wird dann mit einem vordefinierten oder benutzerdefinierten Gradienten in eine Farbkarte umgerechnet. Abbildung 1-12 zeigt ein Beispiel mit dem vordefinierten *Ampelgradienten* wo die Orte mit der höchsten Fixationsdichte rot erscheinen. Ein Alternativgradient heißt *Schwarze Maske* und hat die Wirkung, dass nicht fixierte Bereiche der Folie von einer schwarzen Maske verdeckt werden.

Es lassen sich einzelne oder Gruppen von Versuchspersonen mit einbeziehen und die Berechnung auf eine spezifische (z. B. die Erste) oder alle Fixationen beschränken. Die Breite der Gaußverteilungen kann zur Steuerung der Visualisierung verändert werden. Das Modul ist also dafür konzipiert, Antworten auf Fragen wie ‚Wo sieht die durchschnittliche Versuchsperson zuerst hin‘ oder ‚Welche Bereiche wurden nicht betrachtet‘ zu finden und entsprechende Grafiken zu erzeugen.

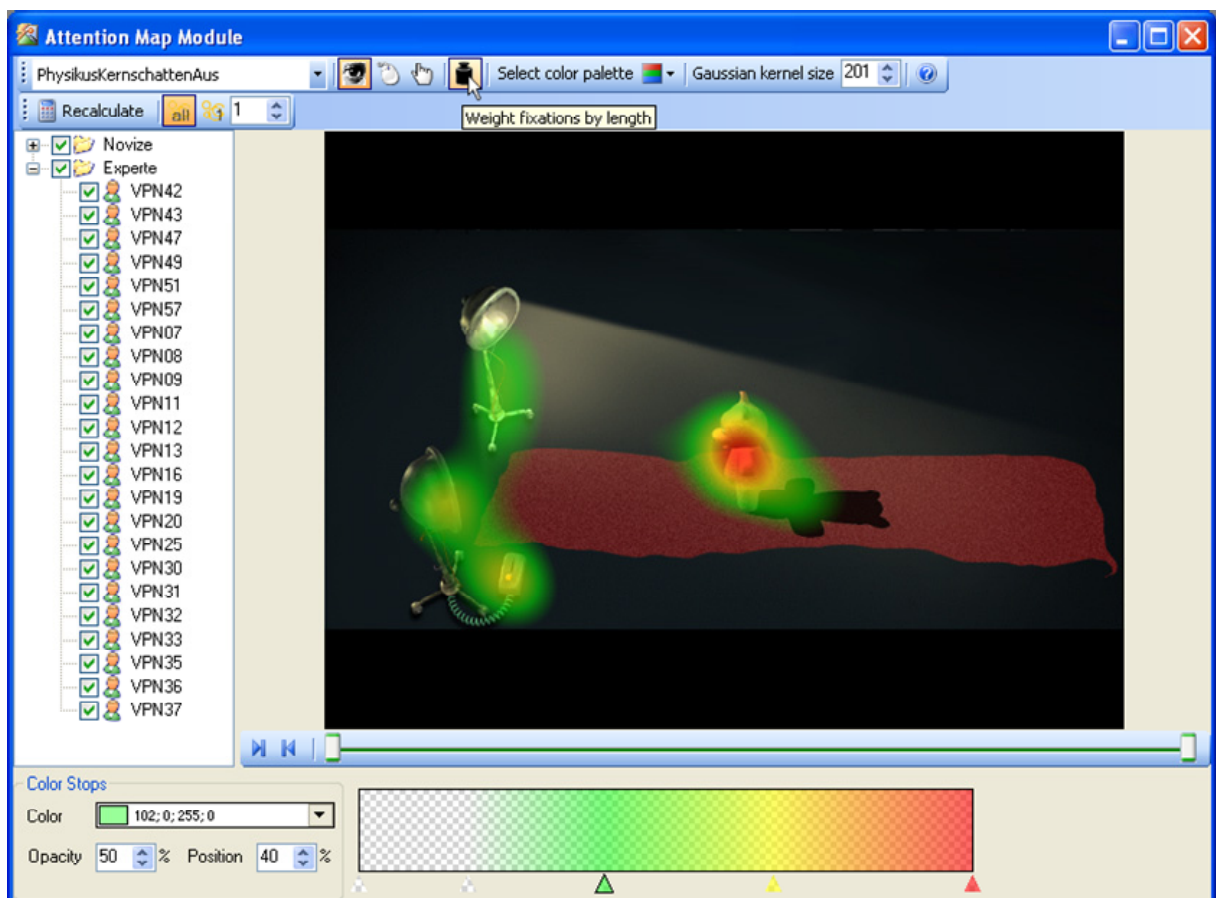


Abbildung 1-12: Bildschirmfoto von OGAMAS Attention Map Modul (Windows XP Stil)

1.2.3. Statistische Datenauswertung

Die vorangegangenen Module dienen in erster Linie dazu, den Datensatz qualitativ zu durchdringen und aufzuarbeiten. Wiedergabevideos, *Heatmaps*, Fixationsverteilungen geben erste Einblicke in das Experiment, geben Hinweise auf Usability Probleme und zeigen Wege für erfolgreiche statistische Auswertungen auf. Diese können mit den Modulen im nun folgenden Abschnitt erzeugt werden.

1.2.3.1. Areas of Interest

Mit dem Modul für *Areas of Interest* werden Teilbereiche der Folien für weitergehende Analysen erstellt und benannt (Bildschirmfoto in Abbildung 1-13). Ist zum Beispiel die Dauer bis zum ersten Blick auf den Schalter in einem Experiment von Bedeutung, wird dieser Schalter als AOI definiert. Dafür stehen drei verschiedene Typen zur Verfügung, Rechtecke, Ellipsen und Polygone. In der Iconleiste kann man den Typ auswählen, dann wird das Element auf der Folie mit der Maus aufgezogen. Alternativ können die *Target* Bereiche der Präsentation importiert werden. Die Größe und Position der AOI kann dann über ‚Griffe‘ am Auswahlrechteck jederzeit nachträglich verändert werden.

Die Daten der AOI werden in einer eigenen Datenbanktabelle abgelegt zusammen mit der ID des Trials und der Nummer der Folie, zu der sie zugeordnet sind. Diese Tabelle ist im unteren Bereich des Moduls angeordnet. Dort kann man auch die AOI umbenennen, löschen oder zu Kategorien zuordnen. Diese sind für die Statistik wichtig. Zwei vordefinierte Werte *Target* und *SearchRect* dienen bspw. zur Berechnung von Variablen wie „Dauer bis zur ersten Fixation auf einem AOI der Kategorie *Target*“ oder „Anzahl der Fixationen in AOIs der Kategorie *SearchRect*“.

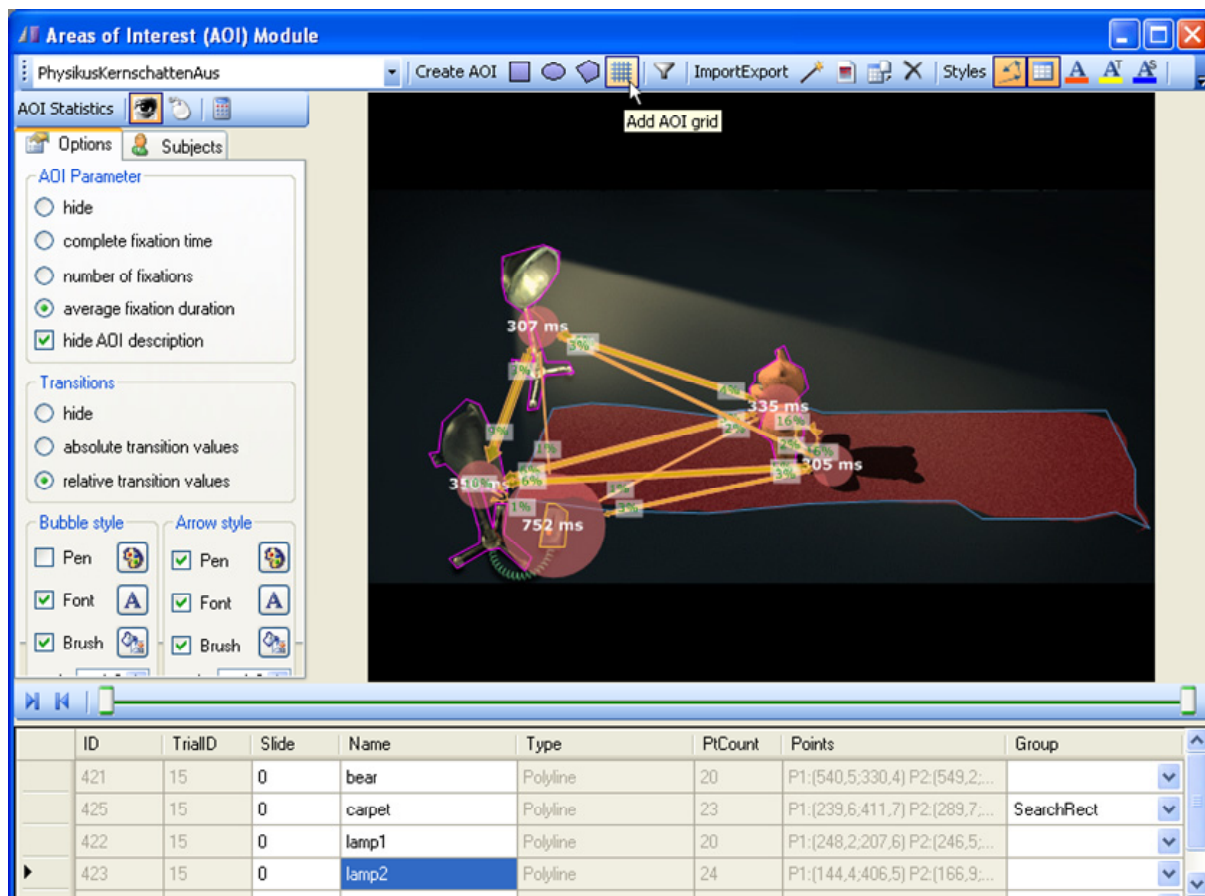


Abbildung 1-13: Bildschirmfoto von OGAMAS Areas of Interest Modul (Windows XP Stil)

Analog zu den bisher beschriebenen Modulen können Linienstile definiert und verändert werden um die verschiedenen vordefinierten Kategorien visuell voneinander zu differenzieren, aber auch eigene Kategorien sind möglich. Die Iconleiste stellt außerdem die Möglichkeit zum Import und Export von AOIs zur Verfügung. Das Kopieren zwischen verschiedenen gleich aufgebauten Folien erfolgt über Strg-C und Strg-V der Datensätze in der Tabelle oder des selektierten AOI im Bild.

Sind AOI definiert, ist am linken Modulrand ein Bereich zur Berechnung von AOI bezogener Statistik sichtbar. Dort können wie auch im *Attention Map Modul* die zu berücksichtigten Versuchspersonen ausgewählt werden. Dann stehen drei Parameter für jedes AOI zur Berechnung zur Verfügung:

- *Komplette Fixationszeit* – Das ist die Summe aller Fixationsdauern der ausgewählten Versuchspersonen auf dem betreffenden AOI.
- *Anzahl der Fixationen* – Die Anzahl aller Fixationen der ausgewählten Versuchspersonen auf dem betreffenden AOI.
- *Durchschnittliche Fixationsdauer* – Die Summe aller Fixationsdauern geteilt durch die Anzahl aller Fixationen der ausgewählten Versuchspersonen auf dem betreffenden AOI.

Die Ergebnisse werden im Mittelpunkt des AOI als halbtransparente Kreise mit einem Durchmesser proportional zu ihrem Wert und mit dem Wert beschriftet über die Folie gelegt (Abbildung 1-13 zeigt dafür ein Beispiel).

Zusätzlich können Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen verschiedenen AOI derselben Folie als Pfeile mit Anzahl der Übergänge oder relativem Prozentsatz der Übergänge visualisiert werden. Dabei sind Übergänge in undefinierte Bereiche oder Refixationen in das selbe AOI nicht sichtbar. Diese können im Statistikmodul berechnet werden.

Eine Reihe von Formatierungsoptionen erleichtert die Lesbarkeit der Statistik, die immer auf eine bestimmte Folie bezogen ist. In diesem Modul wie auch in allen anderen kann über die Tastenkombination Strg-C der Inhalt des Moduls als Grafik in die Zwischenablage kopiert werden, um in anderen Anwendungen zur Verfügung zu stehen. Die Auflösung der Grafik entspricht dabei immer der Originalauflösung während der Aufnahme, überlagert mit der zusätzlichen Information der AOI-Statistik.

1.2.3.2. Statistik

Im Statistikmodul können die Variablen ausgewählt und berechnet werden, die für die empirische Auswertung des Experiments von Bedeutung sind (Bildschirmfoto in Abbildung 1-14). Vier verschiedene Variablengruppen stehen zur Verfügung: *Versuchspersonenvariablen*, *Trialvariablen*, *Blickvariablen* und *Mausvariablen*. Mit Hilfe von Selektionskästchen werden sie anhand ihrer Beschreibung für die Berechnung ausgewählt und als Spalten in die Ergebnistabelle eingefügt. Durch den Button „Start Calculation“ wird die in der Regel mehrere Minuten andauernde Berechnung im Hintergrund gestartet und die Ergebnistabelle sukzessive gefüllt. Sie kann anschließend in ein ASCII-Textfile exportiert werden, welches dann zur statistischen Analyse in Softwarepakete wie SPSS, R oder SAS eingelesen wird.

A) VERSUCHSPERSONENVARIABLEN

Diese Gruppe von Variablen sind objektive also unabhängige Variablen die Eigenschaften der Versuchspersonen beschreiben. Sie sind vordefiniert und entsprechen den Spalten in den Datenbanktabellen *Subjects* und *SubjectParameters*. Im einzelnen sind das eine eindeutige Versuchspersonenbezeichnung (z. B. AZ012), eine Kategorie (z. B. *Physiker*), Alter, Geschlecht, Händigkeit, die benutzerdefinierten Beschreibungen, die vom Experimentator vergeben wurden und eine Spalte für Kommentare.

B) TRIALVARIABLEN

Diese Gruppe von Variablen beschreibt die verschiedenen Trials. Sie ist in die Bereiche *Identifikation*, *Zeiten*, *Areas of Interest*, *Datenverlust* und *andere Optionen* eingeteilt.

Der Bereich *Identifikation* besteht aus der eindeutigen ID für den Trial und die Trialreihenfolgennummer, einer Bezeichnung für den Trial und einer Beschreibung der Trialkategorie.

Der Bereich *Zeiten* enthält die Triallänge und die Startzeit des Trials in Millisekunden von Beginn des gesamten Experiments an.

Areas of interest beinhaltet die Summe aller AOI-Flächen in Prozent relativ zur Präsentationsfläche und die relative Größe der ‚Target AOI‘ in Prozent relativ zur Präsentationsfläche, um zum Beispiel Parameter für das Fitts’sche Gesetz zu berechnen (Accot & Zhai 2003). Außerdem kann hier das AOI ausgegeben werden, welches bei Beendigung der Folie eventuell angeklickt wurde.

Der vierte Bereich *Datenverlust* bietet die Angabe der Anzahl durch Blinzeln oder misslungenes Tracking oder außerhalb des Monitors liegende Messpunkte.

Der letzte Bereich *andere Optionen* gibt das Ereignis an, welches zur Beendigung der Folie führte (Mausklick, Zeitlimit) und evtl. die Korrektheit der Eingabe (wenn eine solche im Folientwurf angegeben wurde (siehe 1.2.1.1). Sind im Fixationsmodul einige Trials wegen Dekalibrierung oder zu großer Drift von der Analyse ausgeschlossen worden, so kann hier diese Angabe mit ausgegeben werden. Die Spalte enthält ein „yes“ wenn diese Trials bezüglich der Blickdaten herausgefiltert werden sollten.

C) AUGENVARIABLEN

Diese Gruppe ist in fünf Untergruppen eingeteilt: Fixationen allgemein, Blickpfad,

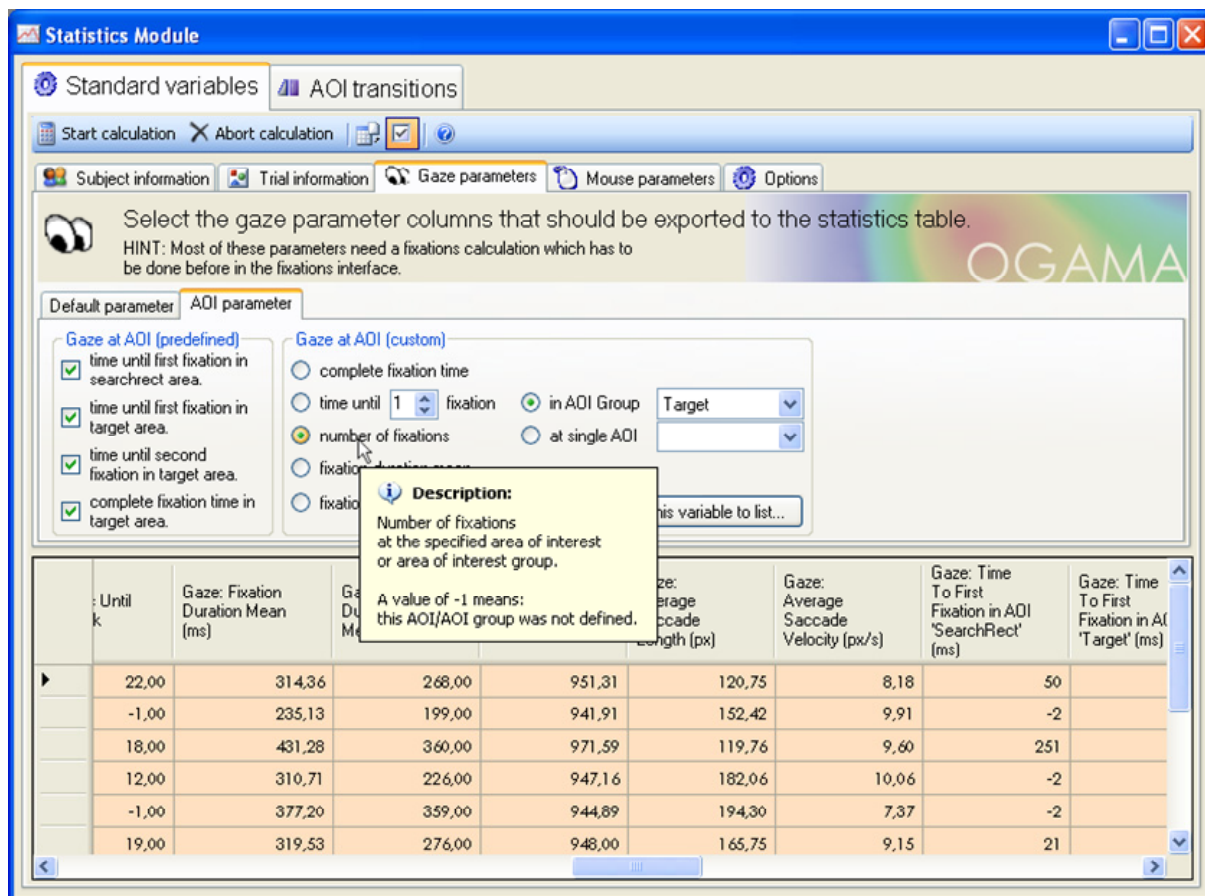


Abbildung 1-14: Bildschirmfoto von OGAMAs Statistikmodul (Windows XP Stil)

Blick/Mausinteraktion, Blick auf AOI (vordefiniert) und Blick auf AOI (benutzerdefiniert).

Allgemeine Fixationsparameter sind die Anzahl der Fixationen, die Anzahl pro Sekunde, die durchschnittliche Fixationsdauer und das Verhältnis von Fixationsdauern zu Sakkadenzeiten.

Die Blickpfadparameter beziehen sich auf die Blickpfadlänge des Trials, die aus der Summe der geradlinigen Fixationsmittelpunktverbindungen ermittelt wird und nicht aus den Rohdaten. Dadurch werden für die Blickpfadlänge Mikrosakkaden und Datenrauschen herausgefiltert. Damit kann dann die Länge des Blickpfads in Pixeln und die Geschwindigkeit in Pixeln pro Sekunde ermittelt werden.

Im Abschnitt Blick/Mausinteraktion können die Variablen Anzahl der Fixationen bis zum ersten Mausklick und durchschnittlicher Abstand des Blick- und Mauspfads zur Berechnung ausgewählt werden.

Die vordefinierten AOI-Parameter betreffen die Zeit bis die Versuchsperson das erste Mal AOI der Gruppe *Target* bzw. *SearchRect* fixiert haben und die Gesamtzeit der Fixationsdauern der entsprechenden Gruppe. Die benutzerdefinierten Variablen können aus den Bereichen *Komplette Fixationszeit*, *Zeit bis zur N.ten Fixation*, *Anzahl der Fixationen* und *Durchschnittliche Fixationsdauer* ausgewählt und entweder für einzelne oder Gruppen von AOIs zur Berechnung vorgesehen werden. Das ermöglicht auch artifizielle Statistiken wie z. B. die Berechnung der Zeit bis zur dritten Fixation auf dem AOI mit der Bezeichnung „Leinwand“.

D) MAUSVARIABLEN

Dieser Abschnitt ist fast identisch zur Berechnung der Blickdaten. Für Mausdaten stehen alle Variablen, die auch für Blickdaten berechnet werden können, zur Verfügung. Zusätzlich können Klickraten für linke und rechte Maustaste und die Zeit bis zum ersten Mausklick ausgewählt werden. Daher ist auch der Bereich der benutzerdefinierten Variablen um die Option *Klicks von Taste: X* erweitert. Damit sind Variablenberechnungen möglich wie „Anzahl der Klicks mit der linken Maustaste auf dem AOI *KlickMich*“.

1.3. Zusammenfassung

OGAMA wurde entwickelt, um die gleichzeitige Aufzeichnung von Blick- und Mausbewegungsdaten und spezielle Auswerteroutinen und Variablen für die empirische Datenauswertung zu ermöglichen. Die Software ist als open source Lösung konzipiert, damit sie anderen Forschungseinrichtungen zur Verfügung gestellt und zur Anpassung freigegeben werden kann. Dabei ist sie für eine große Vielfalt an Paradigmen aus Psychologie und Usabilityforschung, die auf bildschirmbasierten Präsentationen beruhen, konzipiert. Als Analysebasis dienen Bildschirmfolien ähnlich denen von Powerpoint sowie Flash Applikationen (wie bspw. IBE). Der Einsatz ist auf Computer der Microsoft® Windows® Plattform beschränkt.

Mausbewegungen werden exakt so behandelt wie Augenbewegungen und können sowohl parallel als auch im Zusammenhang analysiert werden. OGAMA stellt dabei die Standardfunktionalität für qualitative Analysen im Bereich der Blickbewegungsforschung wie Wiedergabe, Attention Maps, Salienzkarten und Areas of Interest zur Verfügung, ergänzt durch die Berechnung einer umfangreichen statistischen Datenbasis.