

Universität zu Lübeck
Institut für Neuro- und Bioinformatik

Studienarbeit

Analyse des Unterschieds fixierter und nichtfixierter Bereiche
in natürlichen Bildsequenzen

von
Selin Kahya

Aufgabenstellung und Betreuung:

PD Dr.-Ing. Erhardt Barth
Dipl.-Inf. Michael Dorr

September 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Methoden	3
2.1	Filme	3
2.1.1	E-Film	3
2.1.2	H-Film	5
2.2	Einlesen der Filme	5
2.3	Ermittlung der zu extrahierenden Bereiche	6
2.4	Extraktion	6
2.5	Principal Component Analysis	7
2.6	Darstellungsmethoden der Ergebnisse der PCA	9
2.6.1	Darstellung der Ergebnisse als Film	9
2.6.2	Darstellung der zeitlichen Veränderungen von fixierten und nichtfixierten Regionen	10
2.6.3	Darstellung der Gesamtvarianz	10
2.6.4	Darstellung der gemittelten Differenzen	10
3	Resultate	13
3.1	Dynamik in fixierten und nicht fixierten Regionen	13
3.2	Struktur in fixierten und nicht fixierten Regionen	13
4	Zusammenfassung	15
	Literaturverzeichnis	17
A	Zur Verfügung gestelltes Material	19
A.1	Eigenschaften der Filme	19

A.2 Filmmaterial	20
B Diagramme	21

Kapitel 1

Einleitung

Die Art und Weise, wie unser visuelles System die Umwelt wahrnimmt, ist zeitlich wie auch räumlich beschränkt. Durch verschiedene Faktoren wie z.B. die Anatomie des Auges ist es unserem visuellen System unmöglich alle Einzelheiten unserer komplexen Umwelt zu erfassen. Viele der visuellen Gegebenheiten während unserer alltäglichen Aktivitäten werden von uns nicht wahrgenommen [TBG03].

Augenbewegungen sind sehr individuell und können selbst bei der selben Person unter verschiedenen Bedingungen sehr unterschiedlich ausfallen. Fixationen und Sakkaden machen den größten Teil der Augenbewegungen aus, wobei die Informationsaufnahme durch das Auge nur während einer Fixation möglich ist.

Bei der Betrachtung eines Bildes ist die visuelle Komplexität stark reduziert. Das Bild ist zweidimensional und räumlich begrenzt. Trotz dieser vereinfachten Gegebenheiten ist die visuelle Abtastung nie komplett oder uniform. Einige Regionen werden öfter fixiert und andere weniger.

Es stellt sich also die Frage, wodurch sich fixierte Regionen von denen unterscheiden, die nicht fixiert werden. Um diese Frage zu beantworten, wurden im Rahmen dieser Studienarbeit Daten zu Augenbewegungen auf natürlichen Filmen untersucht.

Die vorliegende Arbeit beschreibt das Ausschneiden von dreidimensionalen Ausschnitten (Ort und Zeit) um die fixierten Punkte und den Vergleich mit Ausschnitten um nichtfixierte Punkte auf verschiedenen Auflösungsstufen. In Kapitel zwei werden die verwendeten Methoden zum Ausschneiden und Bearbeiten des Filmmaterials beschrieben. Die Analyse und Auswertung der Ergebnisse wird in Kapitel drei betrachtet. Dabei wurden Eigenschaften wie mittlere Helligkeit, Kontrast, Dynamik und Struktur mit einbezogen. In Kapitel vier werden die Ergebnisse der Arbeit diskutiert.

Kapitel 2

Methoden

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die zur Verfügung gestellten Materialien, die Bearbeitung dieses Materials und die Darstellung der Ergebnisse.

2.1 Filme

Als Grundlage für die Aufgabenstellung stehen Filme mit unterschiedlichen Inhalten und verschiedenen Auflösungen (siehe Tabellen A.1 und A.2 auf Seite 19) zur Verfügung. Um die verschiedenen Auflösungsstufen zu erzeugen wurde eine Gaußpyramide verwendet. Sie zerlegt ein Bild in mehrere Stufen, von denen jede horizontal und vertikal halbiert wird und insgesamt ein Viertel der Größe der vorhergehenden besitzt. Erreicht wird dies durch eine Tiefpassfilterung mit anschließender Unterabtastung. Zu jedem Originalfilm gibt es zwei weitere Filme, die in Kapitel 2.1.1 und 2.1.2 auf den Seiten 3 bis 5 genauer erläutert werden. Ein Ausschnitt eines Originalfilms ist in Abbildung 2.1(a) auf Seite 4 zu sehen.

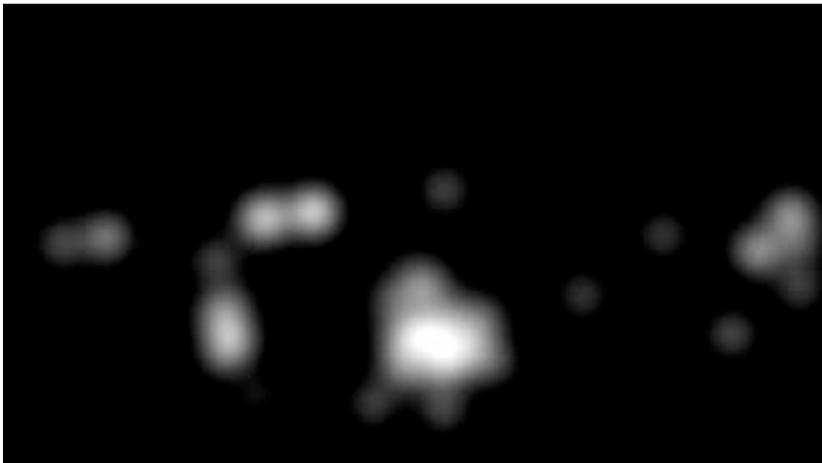
2.1.1 E-Film

Das "E" steht für *empirical saliency* und ist ein Maß für die "visuelle Aufmerksamkeit" des Betrachters. Visuelle Aufmerksamkeit beschreibt Regionen in Bildern, welche das Interesse des Betrachters auf sich ziehen. Zunächst wird das Blickverhalten von Probanden beim Betrachten der Originalfilme mittels eines *Eyetrackers*¹ aufgezeichnet. Mit den auf diese Weise ermittelten "Aufmerksamkeitskarten", die eine Helligkeitsmodulation der Fixationsmaxima wiedergeben, werden die E-Filme erzeugt. Der gleiche Ausschnitt des Originalfilms als E-Film Darstellung ist in Abbildung 2.1(b) auf Seite 4 zu sehen.

¹Beim Eye Tracking (Blickbewegungsregistrierung) wird die Augen- bzw. Blickbewegung einer Person aufgezeichnet.



(a) Szene aus dem Originalfilm



(b) E-Film zur Szene in Abbildung 2.1(a)



(c) H-Film zur Szene in Abbildung 2.1(a)

Abbildung 2.1: Ausschnitte aus dem Film Travemünde Strand

2.1.2 H-Film

Der H-Film gibt ein Maß für die im Originalfilm vorhandene Struktur wieder. Um Regionen mit Struktur zu ermitteln, wird der Strukturtensor J berechnet (ω : Tiefpass, $f_k f_l = \frac{\partial f}{\partial k} \frac{\partial f}{\partial l}$).

$$J = \omega * \begin{pmatrix} f_x f_x & f_x f_y & f_x f_t \\ f_x f_y & f_y f_y & f_y f_t \\ f_x f_t & f_y f_t & f_t f_t \end{pmatrix}$$

Anhand der Eigenwerte λ_i des Strukturtensor J können nicht homogene von homogenen Regionen unterschieden werden. Bei einem Wert

$$\text{trace}(J) = \sum_{i=1}^n \lambda_i > 0$$

handelt es sich um eine nicht homogene Region, wie z.B. eine Kante oder Ecke. Bei einem Wert gleich null handelt es sich um eine homogene Region, d.h. es liegt keine Struktur vor. Der gleiche Ausschnitt des Originalfilms als H-Film Darstellung ist in Abbildung 2.1(c) auf Seite 4 zu sehen.

2.2 Einlesen der Filme

Um mit diesem Material arbeiten zu können, müssen die Daten zunächst in Matlab [Mat07] eingelesen werden. Da das Grafikformat MPEG (Motion Pictures Expert Group) nicht von Matlab unterstützt wird, werden die zur Verfügung stehenden Dateien in ein entsprechendes Format umgewandelt. Eine der von Matlab unterstützten Grafikformate ist das Grafikformat JPEG (Joint Photographics Experts Group). Um die Dateien in Matlab einlesen zu können, werden diese in einzelne JPEG Dateien zerlegt und mit dem Befehl

```
I=imread('filename')
```

in Matlab eingelesen. Der Befehl weist der Variable I den Inhalt der Datei mit der Bezeichnung *filename* zu. Im Falle eines Grauwertbildes ist I eine $m \times n$ -Matrix mit m Zeilen und n Spalten. Falls die Datei als RGB-Farbbild vorliegt, hat die Matrix die Größe $m \times n \times 3$ (drei Ebenen für den Rot-, Grün- und Blauanteil). Die so eingelesenen Dateien werden nacheinander in einem *Cell Array* abgelegt. Mit dem Befehl

```
C = cell(m, n)
```

wird ein $m \times n$ Cell Array C mit leeren Matrizen erzeugt. Mit dem Befehl

```
C{m,n}=I
```

wird die in I eingelesene Datei in die m . Zeile und n . Spalte des Cell Arrays C geschrieben.

Wenn alle Dateien in das Cell Array eingelesen wurden, wird das Cell Array C mit dem Befehl

```
save('Film.mat','C')
```

als *Film.mat* Datei gespeichert. Möchte man auf die Daten zugreifen, lädt man die Daten mit dem Befehl

```
load 'film.mat'
```

in den Workspace von Matlab und kann mit den Daten weiterarbeiten. Auf diese Weise werden alle zur Verfügung gestellten Filme unterschiedlicher Größe bildweise in Matlab eingelesen und gespeichert.

2.3 Ermittlung der zu extrahierenden Bereiche

In diesem Schritt werden die zuvor eingelesenen E- und H-Filme benötigt, um zwei Listen zu erzeugen. In einer der Listen werden die Daten von Pixeln gespeichert, die zu fixierten Bildbereichen gehören, und in der anderen die Daten der Pixel, die zu nichtfixierten Bildbereichen gehören.

Um entscheiden zu können, ab welchem Bildwert Pixel zu einem fixierten oder zu einem nichtfixierten Bildbereich gehören, wird ein Histogramm erstellt. Hierfür werden die einzelnen Bilder des H-Films durchlaufen und zufällige Pixel ausgewählt. Da nur Bildbereiche mit vergleichbar viel Struktur von Interesse sind, werden aus dem H-Film nur Pixel mit einem Bildwert ≥ 50 betrachtet und der korrespondierende Pixelwert aus dem zugehörigen E-Film ermittelt und abgespeichert. Anschließend werden die Ergebnisse in einer Grafik zusammengefasst, bei der auf der waagerechten Achse alle möglichen Pixelwerte aufgetragen sind (0 bis 255) und auf der senkrechten Achse die Häufigkeit, mit der die Pixelwerte im Bild vorkommen. Diese Grafik wird als Histogramm bezeichnet und ist in Abbildung 2.2 auf Seite 7 dargestellt. Anhand des Histogramms ist zu erkennen, dass die im E-Film am häufigsten auftretenden Pixelwerte in dem Bereich null (schwarz) bis zwei liegen. In der Abbildung 2.1(b) auf Seite 4 ist zu erkennen, dass dies die Regionen sind, die nicht fixiert werden. Daraus ergibt sich, dass alle Pixelwerte kleiner drei zu den nichtfixierten und alle anderen zu den fixierten Bildbereichen gehören. Da alle Daten in Form von Matrizen vorliegen, entsprechen die gespeicherten Koordinaten jeweils der Zeile, Spalte und der Bildnummer des Pixels. Die für jeden Originalfilm auf diese Weise ermittelten Koordinaten werden als *fix.mat* und *nonfix.mat* Dateien gespeichert.

2.4 Extraktion

Es sollen nun Blöcke der Größe $16 \times 16 \times 8$ aus dem Film extrahiert werden. Hierzu werden die im vorherigen Schritt erstellten *fix.mat* und *nonfix.mat* Dateien in den Workspace von Matlab geladen. Der Originalfilm hat z.B. eine Größe von $1280 \times 720 \times 600$. Es soll nun um (x,y,t) herum ein Bereich $K \times L \times T$ extrahiert werden, wobei (x,y,t) jeweils einer Koordinate

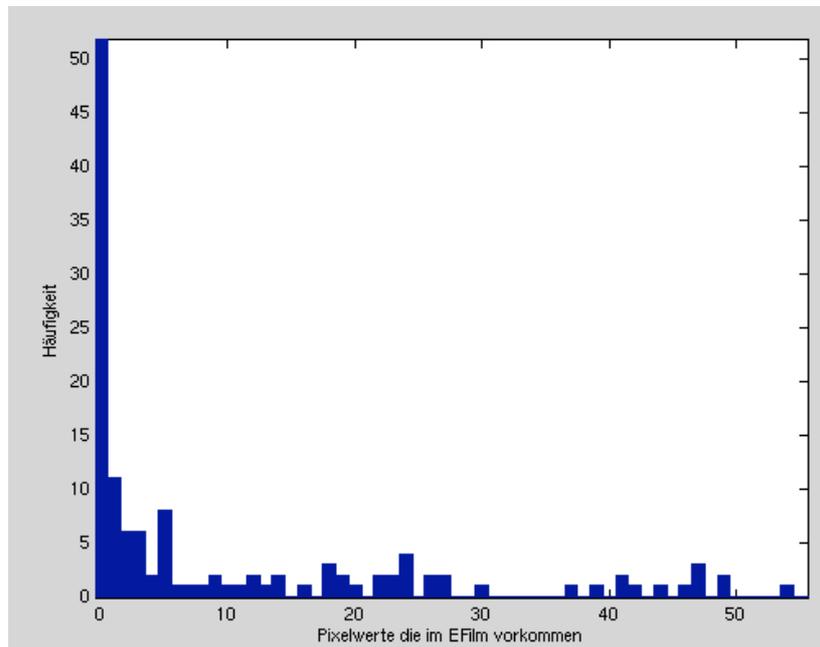


Abbildung 2.2: Ausschnitt eines Histogramms

aus den *fix.mat* und *nonfix.mat* Dateien entspricht. t bestimmt, ab welchem Frame des Films der zu extrahierende Bereich anfängt. Die einzelnen extrahierten Blöcke werden als *iNF.mat* und *iF.mat* Dateien gespeichert.

2.5 Principal Component Analysis

PCA ist eine Methode, um eine Dimensionsreduktion von großen Datenmengen durchzuführen. Man kann die Funktion *princomp* der Matlab Statistic Toolbox verwenden, um die Hauptkomponenten eines gegebenen Datensatzes zu berechnen. Der Befehl in Matlab sieht wie folgt aus:

$$[COEFF, SCORE, LATENT] = \text{princomp}(X).$$

Dieser Befehl erwartet als Eingabe eine Matrix X der Größe $n \times p$. Als Ausgabe wird einmal die Matrix **COEFF** der Größe $p \times p$ zurückgegeben, in der die Eigenvektoren spaltenweise mit abnehmender Varianz stehen, dann die Werte **SCORE**, die X im neuen Koordinatensystem repräsentieren, und die Eigenwerte **LATENT** der Kovarianzmatrix von X . Im folgenden wird die Funktionsweise des Befehls anhand eines Beispiels genauer erklärt. Hierzu werden zunächst Zufallswerte x, y erzeugt, die in Abbildung 2.3 auf Seite 8 zu sehen sind. Die Daten liegen als Punktwolke in dem zweidimensionalen Koordinatensystem vor. Es wird nun ein

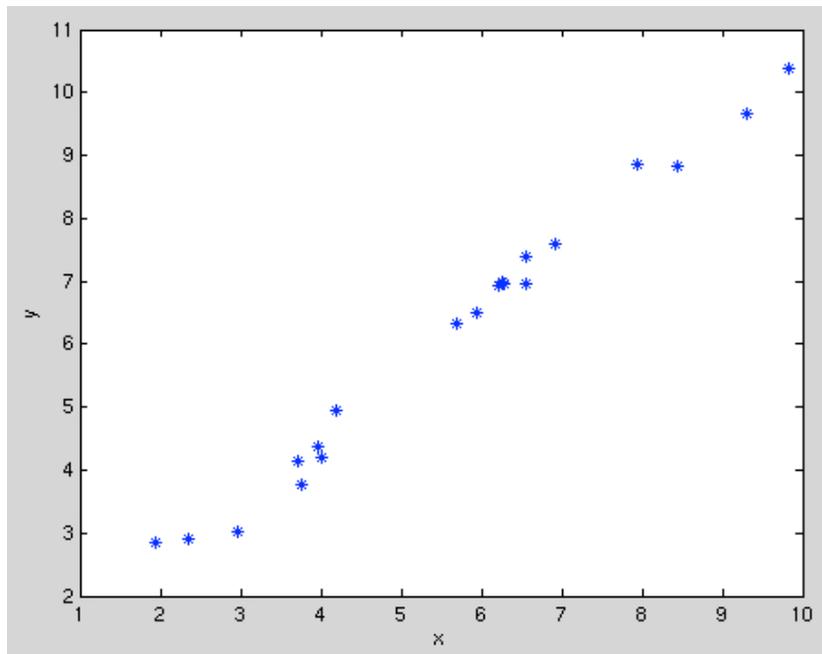


Abbildung 2.3: Darstellung der Daten vor der PCA

neues Koordinatensystem in die Punktwolke gelegt und so rotiert, dass die Varianz der Daten in dieser Richtung maximal wird.

Ruft man nun die Funktion *princomp* mit diesem Datensatz auf und plottet das Ergebnis, erhält man folgenden Plot wie in Abbildung 2.4 auf Seite 9 zu sehen ist, wobei die roten Punkte das Ergebnis der PCA darstellen. Man kann sehen, daß die Punktwolke (rot) nun auf der x-Achse liegt, was zu erwarten war. Um die Funktion *princomp* verwenden zu können, müssen die vorliegenden Daten zunächst in die entsprechende Form gebracht werden. Da der Befehl als Eingabe eine Matrix erwartet, müssen die Informationen der vorliegenden ausgeschnittenen Blöcke in eine Matrix umgeschrieben werden. Diese Blöcke liegen in der Form $16 \times 16 \times 8$ vor, d.h. es sind je 8 hintereinander abgepeicherte Bilder der Größe 16×16 . Für eine bessere Handhabung im weiteren Verlauf der Berechnungen werden mit der Matlab Funktion *rgb2gray* die RGB-Farbbilder in Grauwertbilder konvertiert. Diese acht Bilder eines Blocks werden bildweise in einen Vektor überführt und hintereinander in die jeweilige Zeile einer Matrix geschrieben. Als Ergebnis erhält man eine Matrix, in der zeilenweise die ausgeschnittenen Blöcke stehen. Mit dieser Matrix kann dann die Funktion *princomp* aufgerufen werden. Die Ergebnisse der Berechnung werden als *ergPCAFix.mat* und *ergPCANFix.mat* Dateien gespeichert.

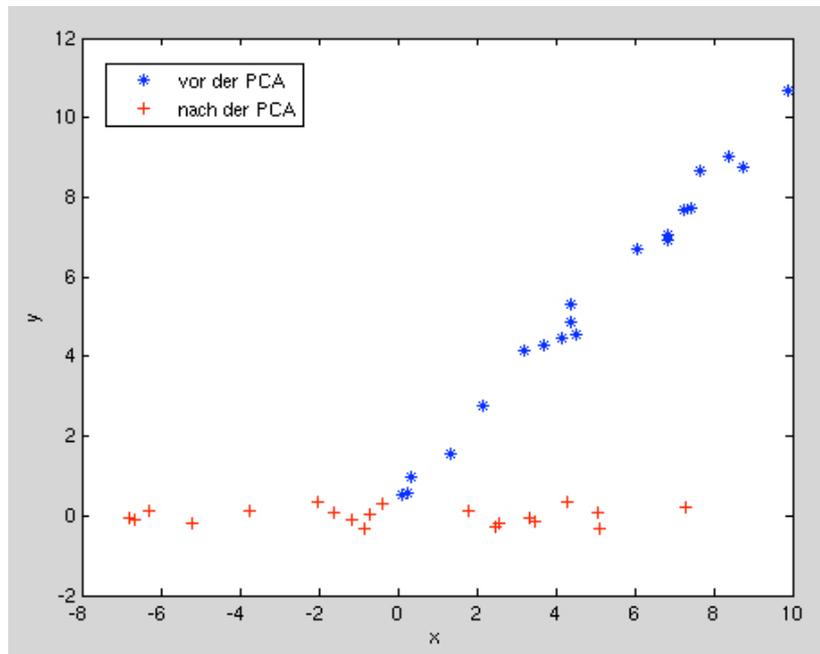


Abbildung 2.4: Darstellung der Daten vor und nach der PCA

2.6 Darstellungsmethoden der Ergebnisse der PCA

Für die Auswertung müssen die Ergebnisse der PCA zunächst in eine entsprechende Form gebracht werden. Hierzu werden die Ergebnisse in vier verschiedene Darstellungen überführt, die im folgenden beschrieben werden.

2.6.1 Darstellung der Ergebnisse als Film

Von den vorliegenden Ergebnissen der PCA ist zunächst einmal nur die COEFF Matrix mit den Hauptkomponenten von Interesse. Diese Matrix wird spaltenweise in Matrizen der Größe 16×16 umgeschrieben und hintereinander zu einem Block zusammengefügt. So entsteht aus jeder Spalte der COEFF Matrix ein Block der Größe $16 \times 16 \times 8$. Diese Blöcke werden als *iBlockF.mat* und *iBlockNF.mat* gespeichert.

Um diese vielen kleinen Blöcke eines Films nicht einzeln analysieren zu müssen, werden diese zu einem großen Block zusammengefügt, der dann mit der Matlab Funktion *im2frame* in ein Filmformat konvertiert wird und mit dem Befehl *movie* abgespielt werden kann. In Abbildung 2.5 auf Seite 10 ist ein Ausschnitt aus so einem Film zu sehen. Im oberen Bereich sind die Ergebnisse der PCA von den fixierten Regionen und im unteren Bereich die von den nichtfixierten Regionen zu sehen. Um mehr Einzelheiten erkennen zu können wurden die einzelnen Blöcke vor dem Zusammenfügen vergrößert. Nach Überprüfung einzelner Ergebnisse konnten aus dieser Darstellung keine eindeutigen Aussagen gefolgert werden.



Abbildung 2.5: Darstellung der Ergebnisse als Film (hier jeweils erstes Frame zu sehen). Oben: Ergebnisse der PCA von den fixierten Regionen, unten: Ergebnisse der PCA von den nicht fixierten Regionen.

2.6.2 Darstellung der zeitlichen Veränderungen von fixierten und nichtfixierten Regionen

Für diese Darstellung werden die im vorherigen Abschnitt abgespeicherten Blöcke verwendet. Es wird für jeden Pixel eines Blocks die zeitliche Veränderung betrachtet. Das heißt, für jeden Block wird über die einzelnen Pixel ein Mittelwert berechnet und die Ergebnisse wie in Abbildung 2.6 auf Seite 11 dargestellt. Auf der x-Achse ist die Anzahl der betrachteten Blöcke, also die Anzahl der betrachteten Eigenvektoren eines Films aufgetragen und auf der y-Achse die Veränderung der Eigenvektoren während eines betrachteten Zeitraums. Mit dieser Grafik wird die in fixierten und nichtfixierten Regionen vorhandene Dynamik bzw. Bewegung dargestellt.

2.6.3 Darstellung der Gesamtvarianz

Von den vorliegenden Ergebnissen der PCA wird für diese Darstellung die LATENT Matrix benötigt. Es wird ermittelt wieviele Eigenwerte benötigt werden um 10, 20, 30,..., 90% der Gesamtvarianz einer fixierten und nichtfixierten Region darzustellen. Dies wird mit folgender Formel berechnet:

$$\arg \min_n \left(\frac{\sum_{i=0}^{n-1} l_i}{\sum_{i=0}^{N-1} l_i} \geq 0.1 \right)$$

Das Ergebnis dieser Berechnung ist in Abbildung 2.7 auf Seite 11 zu sehen. Anhand dieser Darstellung soll eine Aussage darüber getroffen werden, ob in den fixierten Regionen mehr Struktur vorhanden ist im Vergleich zu nichtfixierten Regionen.

2.6.4 Darstellung der gemittelten Differenzen

Wie in Abbildung 2.8 auf Seite 12 zu sehen ist, wird bei 70% der Abstand auf der x-Achse zwischen den beiden Kurven (fixiert, nichtfixiert) ermittelt. Diese Berechnung wird jeweils für alle Filme einer Größe, d.h. mit den gleichen Eigenschaften s und t (siehe Tabelle A.1 und A.2 auf Seite 19) durchgeführt und dann der Mittelwert gebildet. Die Ergebnisse dieser Berechnung werden in einer Grafik zusammengefasst, die in Abbildung 2.9 auf Seite 12 zu sehen ist.

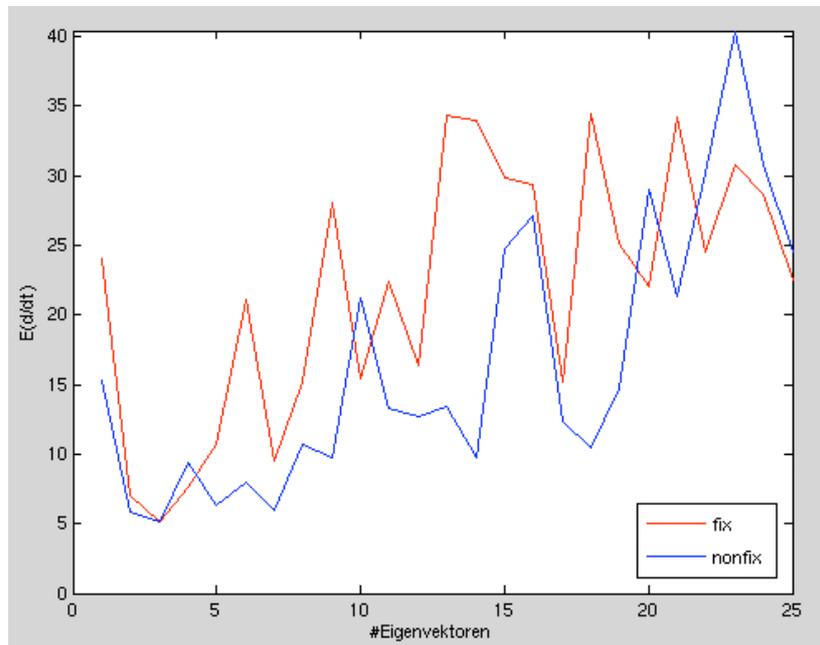


Abbildung 2.6: Darstellung der zeitlichen Veränderungen von fixierten und nichtfixierten Regionen

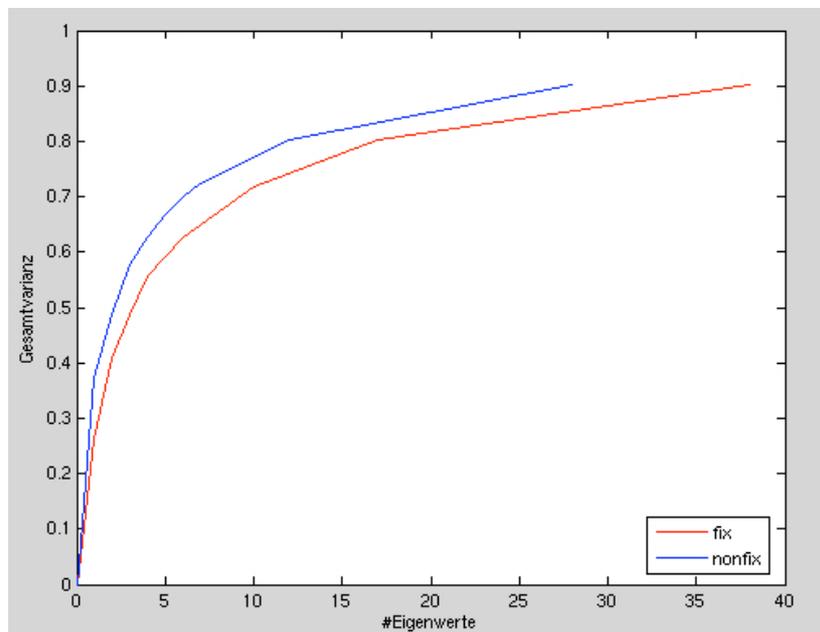


Abbildung 2.7: Darstellung der Gesamtvarianz

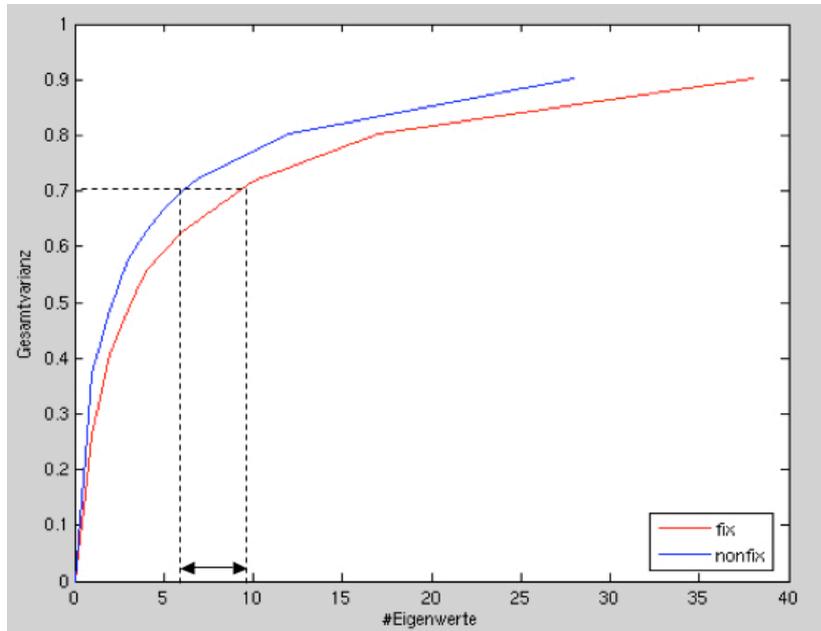


Abbildung 2.8: Differenz zwischen "fix" und "nonfix" berechnen

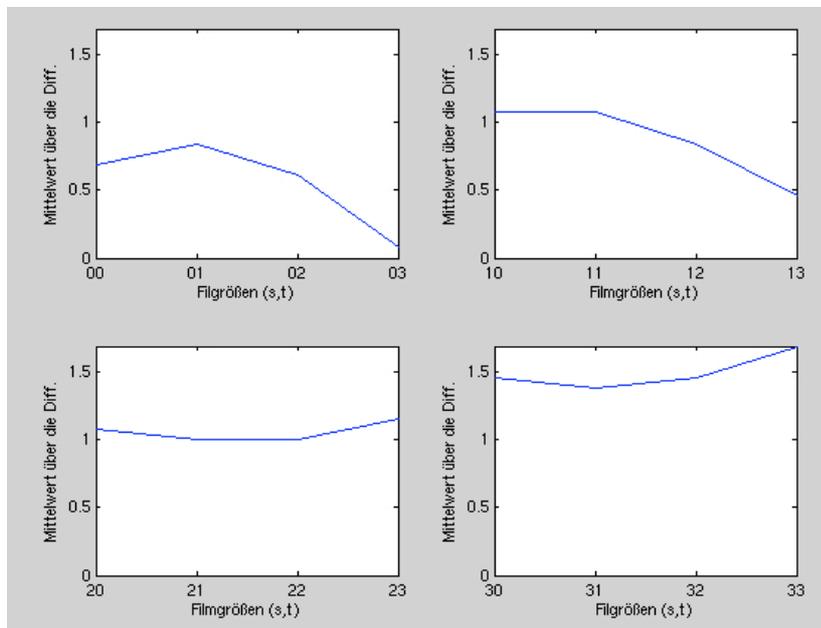


Abbildung 2.9: Darstellung der gemittelten Differenzen

Kapitel 3

Resultate

3.1 Dynamik in fixierten und nicht fixierten Regionen

Wie in Kapitel 2.6.2 auf Seite 10 beschrieben, stellt die Grafik in Abbildung 2.6 auf Seite 11 die in fixierten und nichtfixierten Regionen vorhandene Dynamik bzw. Bewegung dar. Auf der x-Achse ist die Anzahl der betrachteten Eigenvektoren eines Films aufgetragen und auf der y-Achse die Veränderung der Eigenvektoren während eines betrachteten Zeitraums.

Beide Kurven haben einen zackigen Verlauf, der mit zunehmender Anzahl der Eigenvektoren steigt. Die "fix"-Kurve verläuft oberhalb der "nonfix"-Kurve wobei sich die Kurven an einigen Stellen überschneiden. In der Abbildung B.3 auf Seite 24 sind die Grafiken für alle Filmgrößen dargestellt. Bei allen Grafiken ist der zuvor beschriebene Kurvenverlauf zu erkennen. Die "fix"-Kurven liegen eindeutig über den "nonfix"-Kurven, wobei der Abstand zwischen den beiden Kurven kleiner wird, je geringer die Auflösung ist. In Bezug auf die Bildfrequenz kann kein Muster festgestellt werden.

Da diese Grafiken die in fixierten und nichtfixierten Regionen vorhandene Dynamik darstellen, kann daraus gefolgert werden, dass in fixierten Regionen mehr Dynamik bzw. Bewegung vorhanden ist als in nicht fixierten Regionen.

3.2 Struktur in fixierten und nicht fixierten Regionen

Die vorliegende Grafik in Abbildung 2.7 auf Seite 11 stellt dar, wieviele Eigenwerte benötigt werden um einen bestimmten prozentualen Anteil der Gesamtvarianz von fixierten und nichtfixierten Ausschnitten darzustellen. Bei dieser Grafik ist auf der x-Achse die Anzahl der Eigenwerte aufgetragen und auf der y-Achse die Gesamtvarianz.

Beide Kurven haben einen ähnlichen Kurvenverlauf. Zunächst steigen beide Kurven steil an, wobei die "fix"-Kurve ab einer Gesamtvarianz von 25% im Anstieg langsamer wird als die "nonfix"-Kurve und im weiteren Verlauf unterhalb dieser Kurve bleibt. Die "nonfix"-Kurve erreicht zwischen 25 und 30 Eigenwerten 90% der Gesamtvarianz während die "fix"-Kurve erst

bei etwa 38 Eigenwerten 90% der Gesamtvarianz erreicht. Betrachtet man nun die Grafiken für den gleichen Film aber für unterschiedliche Filmgrößen, ist bei allen Grafiken der zuvor beschriebene Kurvenverlauf zu erkennen. Sie unterscheiden sich lediglich in der Anzahl der benötigten Eigenwerte um einen bestimmten prozentualen Anteil der Gesamtvarianz darzustellen. In Bezug auf die Auflösung oder Bildfrequenz kann jedoch kein Muster festgestellt werden. In der Abbildung 2.7 auf Seite 11 sind die Grafiken für alle Filme der Größe 00 dargestellt. Bei 12 von 18 Filmen ist ein ähnlicher Kurvenverlauf wie zuvor beschrieben wiederzufinden. Um eine allgemeine Aussage treffen zu können wurden wie in Kapitel 2.6.4 auf Seite 10 beschrieben die Ergebnisse in einer Grafik zusammengefasst, die in Abbildung 2.9 auf Seite 12 zu sehen ist. Auf der x-Achse sind die verschiedenen Filmgrößen aufgetragen und auf der y-Achse die Mittelwerte über die Differenzen. Der Kurvenverlauf ist positiv und hat den höchsten Wert bei der Filmgröße 33. Bei der Berechnung der Mittelwerte wurde jeweils die Differenz zwischen "nonfix" und "fix"-Kurve gebildet. Da diese Werte im positiven Bereich liegen, wird damit der zuvor beschriebene Kurvenverlauf bestätigt und zwar, dass die "fix"-Kurven unterhalb der "nonfix"-Kurven verlaufen.

Diese Grafiken zeigen, dass weniger Eigenwerte benötigt werden um die Gesamtvarianz in nicht fixierten Ausschnitten darzustellen, als in fixierten. Daraus ergibt sich, dass in nichtfixierten Regionen weniger Struktur und somit weniger Information vorhanden ist als in fixierten Regionen.

Kapitel 4

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde untersucht, wodurch sich fixierte Regionen von denen unterscheiden, die nicht fixiert werden.

Es wurde ausführlich auf die verwendeten Methoden eingegangen und die Auswertung der Ergebnisse anhand der erstellten Grafiken erläutert. Anhand dieser Analyse konnte festgestellt werden, dass in fixierten Regionen mehr Dynamik und Struktur vorhanden ist als in nicht fixierten Regionen. In Bezug auf die verschiedenen Auflösungen oder Bildfrequenzen konnte jedoch kein Muster festgestellt werden.

Literaturverzeichnis

- [Mat07] The MathWorks. Matlab. <http://www.mathworks.de/>, 2007.
- [TBG03] Benjamin W. Tatler, Roland J. Baddeley, and Ian D. Gilchrist. Visual correlates of fixation selection: effects of scale and time. *Vision Research*, (45):643–659, June 2003.
- [TBV05] Benjamin W. Tatler, Roland J. Baddeley, and Benjamin T. Vincent. The long and the short of it: Spatial statistics at fixation vary with saccade amplitude and task. *Vision Research*, (46):1857–1862, June 2005.

Anhang A

Zur Verfügung gestelltes Material

A.1 Eigenschaften der Filme

t	Bildfrequenz ¹
0	30 fps
1	15 fps
2	7.5 fps
3	3.75 fps

Tabelle A.1: Übersicht der Bildfrequenzen

s	Filmgröße
0	1280x720
1	640x360
2	320x180
3	160x90

Tabelle A.2: Übersicht der Filmgrößen

¹Die Bildfrequenz gibt die Anzahl der pro Sekunde wiedergegebenen Bilder von Filmen an (frames per second).

A.2 Filmmaterial

Nr.	Filme
1	breite_strasse
2	breite_strasse_tauben
3	bruecke_1
4	bruecke_4
5	enten_kinder
6	enten_kutter
7	golf
8	holstentor_front
9	koenigsstrasse
10	keisverkehr
11	st_petri_holstentor
12	st_petri_markt
13	st_petri_mcdonalds
14	strasse
15	travemuende_strand
16	travemuende_wasser
17	wald
18	welpen

Tabelle A.3: Übersicht über die Filme

Anhang B

Diagramme

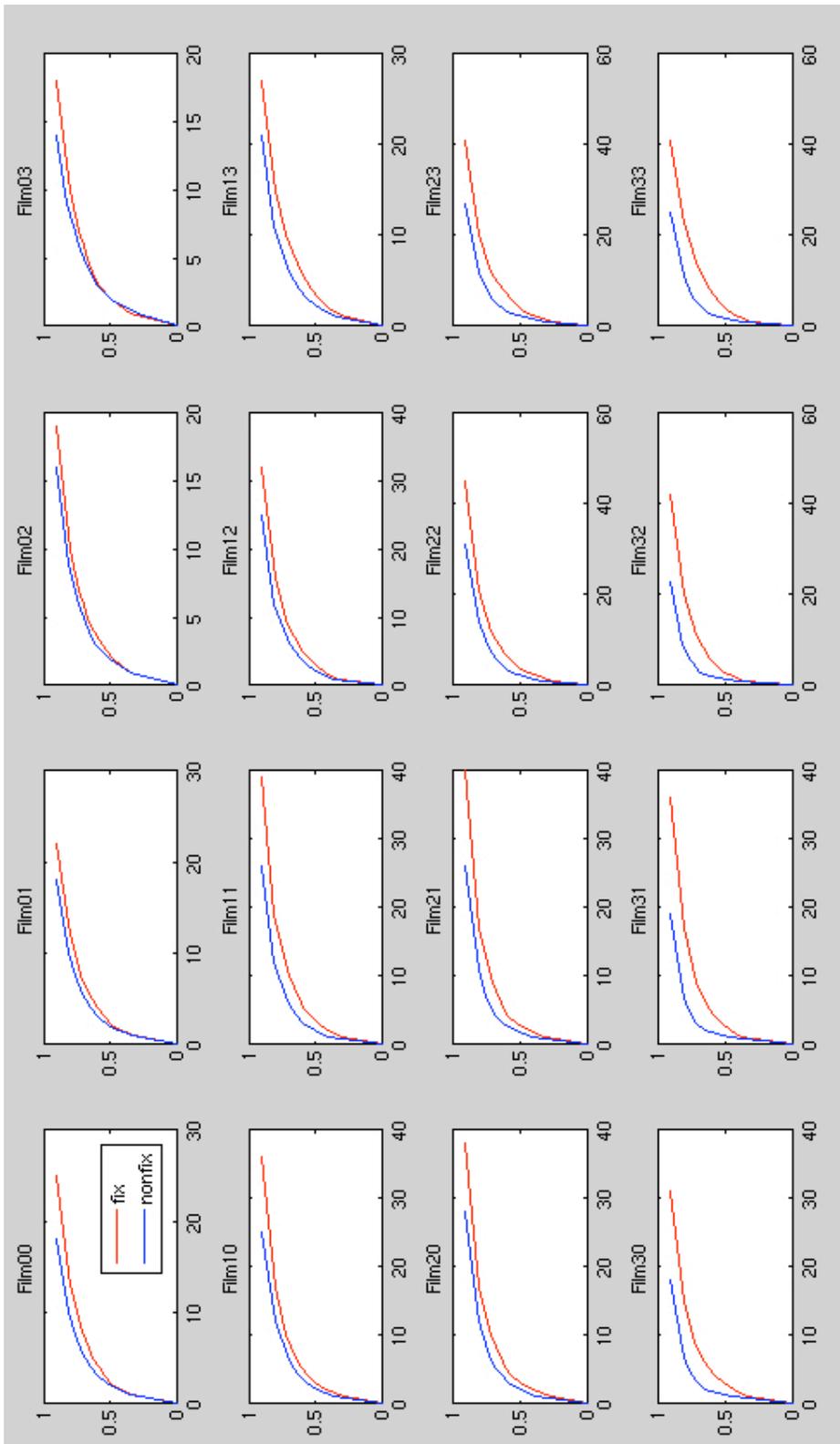


Abbildung B.1: Darstellung der Gesamtvarianz für den Film Travemünde Strand für alle Filmgrößen, wobei auf der x-Achse die Anzahl der Eigenwerte aufgetragen ist und auf der y-Achse die Gesamtvarianz.

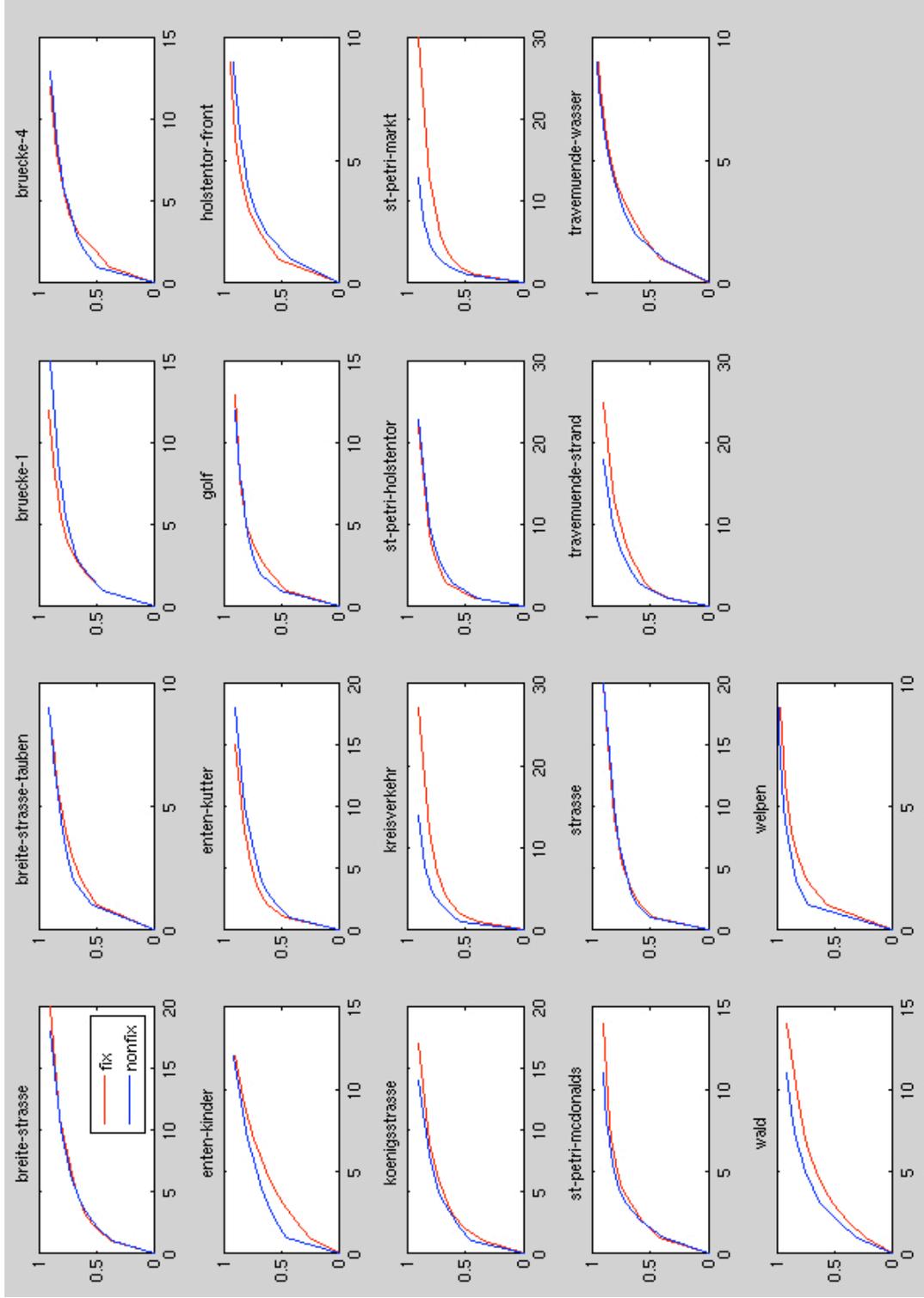


Abbildung B.2: Darstellung der Gesamtvarianz für alle Filme der gleichen Größe, wobei auf der x-Achse die Anzahl der Eigenwerte aufgetragen ist und auf der y-Achse die Gesamtvarianz.

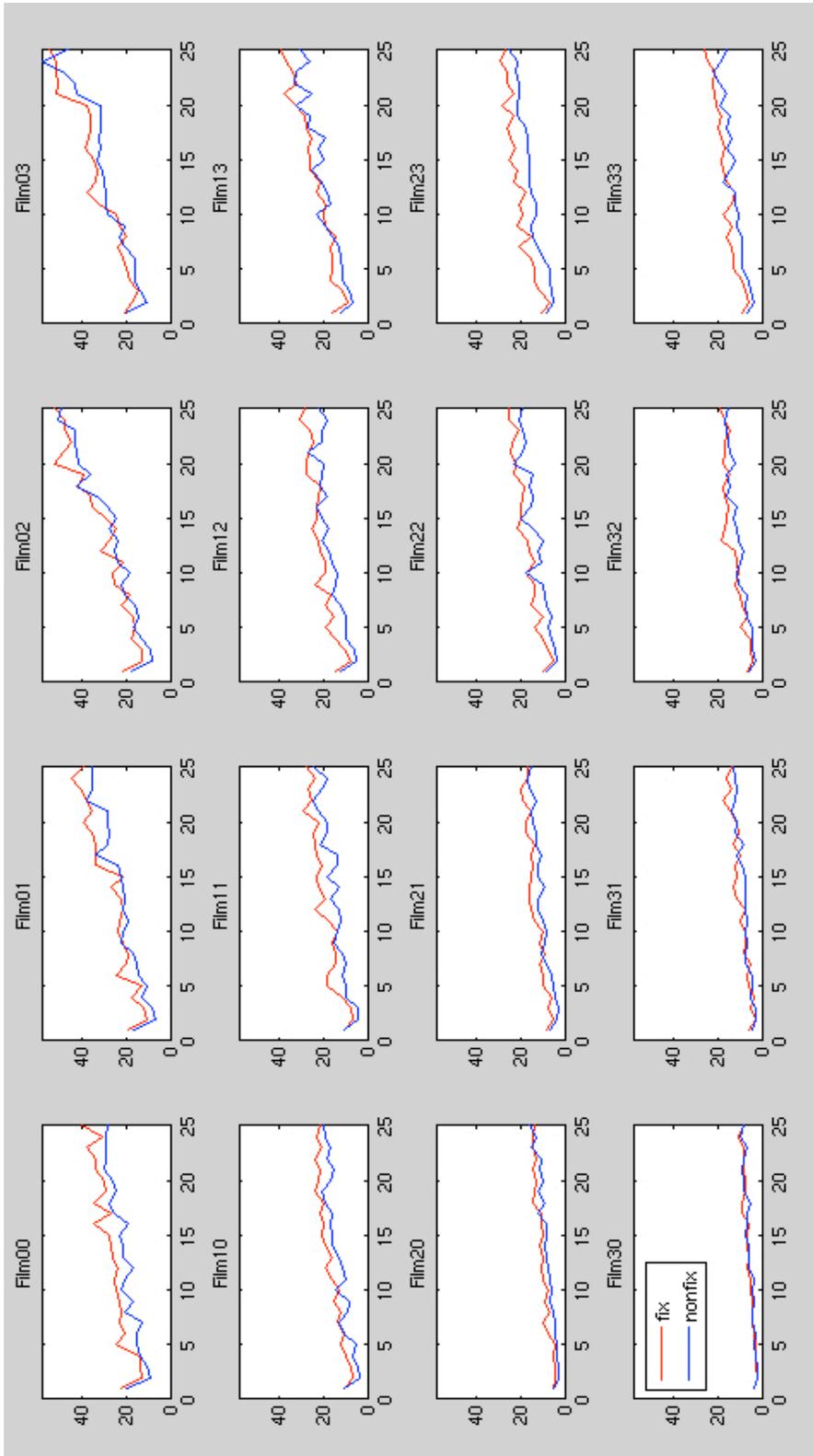


Abbildung B.3: Darstellung der zeitlichen Veränderungen von fixierten und nichtfixierten Regionen für alle Filmgrößen. Auf der x-Achse ist die Anzahl der betrachteten Eigenvektoren eines Films aufgetragen und auf der y-Achse die Veränderung der Eigenvektoren während eines betrachteten Zeitraums.