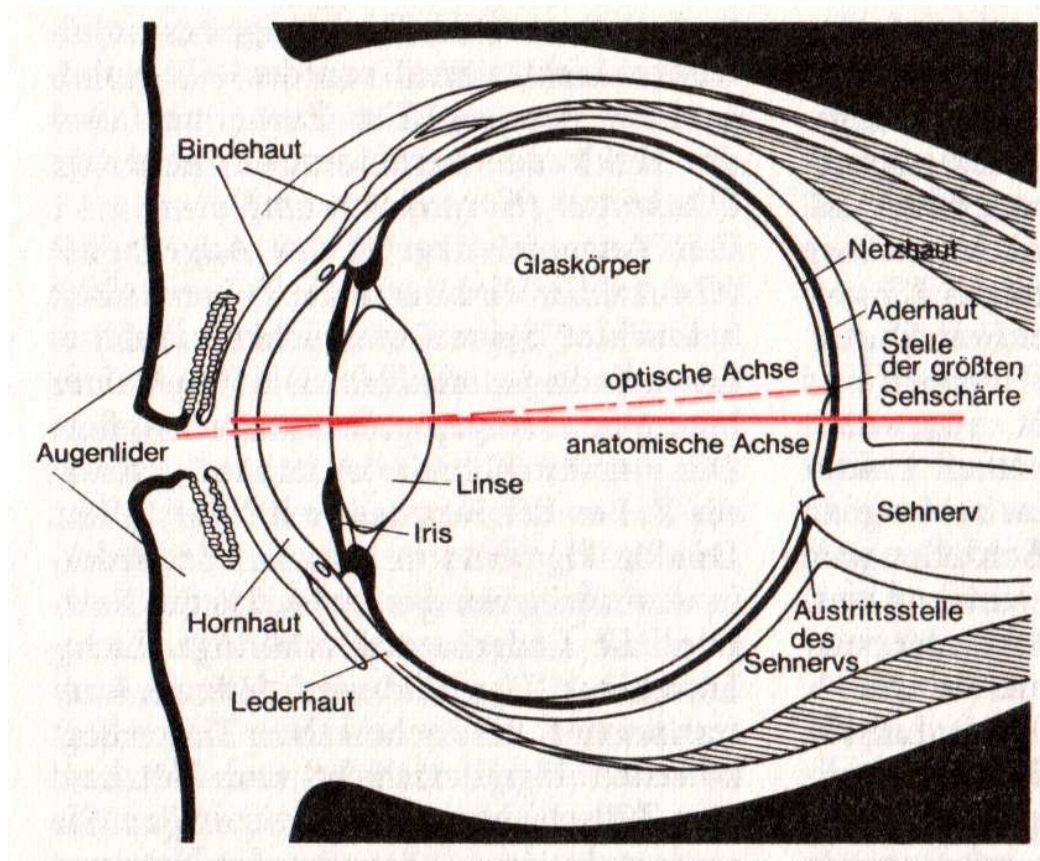


Untersuchung des „Roten-Auge-Effekt“ unter dem Einfluss von Blitzaufnahmen



Wettbewerb „Jugend forscht“ 2010

Kim von Scheidt (17 Jahre)

**Arbeitsgemeinschaft „Jugend forscht“
des Christian Gymnasium Hermannsburg
Leitung StD Thomas Biedermann**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Vorüberlegungen	3
2.1	Wie funktioniert noch mal das Sehen?	3
2.2	Was ist der „Rote-Augen-Effekt“?	4
2.3	Fragestellung	5
2.4	Die Frage um die Kamera	5
3	Versuch	
3.1	Der Weg zu den roten Augen	5
3.2	Mein erster Aufbau	6
3.3	Verfeinerung des Versuches	7
3.4	Auswertung der Ergebnisse	8
5	Beobachtungen	9
5.1	Faktorenausschließung	9
5.2	Die Farben der Augen	10
5	Zusammenfassung	11
6	Danksagung	11
7	Quellenangaben	12

1 Einleitung

In diesem Jahr starte ich das fünfte Mal bei dem Wettbewerb „Jugend forscht“. Im vergangenen Jahr beschäftigte ich mich mit der Fotographisch-Optischen Abbildung der menschlichen Netzhaut. Ich wusste schon während des vergangenen Wettbewerbes, dass ich in diesem Projekt weiter arbeiten möchte. Die Idee den eigenen Aufbau zu verbessern war das Ziel, jedoch schien es während der „Ideen-Expo“ 2009 in eine etwas andere Richtung zu gehen. Um die Besucher mit dem Thema Auge in Kontakt zu bringen entstand die Idee einen Aufbau zu gestalten, bei dem die Augen so fotografiert werden, dass man eine Überbelichtung der Netzhaut erzielen kann. Während der Aufnahmen stellte man jedoch fest, dass trotz der gleichen umliegenden Bedingungen der Effekt nicht bei jeder Person zu erkennen ist. Woran liegt das? Eine Auswertung der Daten sollte versuchen diese Frage zu beantworten.

2 Vorüberlegungen

2.1 Wie funktioniert noch mal das Sehen?

Um ein Bild wahrnehmen zu können laufen viele Prozesse ab. Zu allererst wird das Auge auf ein Bild fokussiert. Dies geschieht von unserem Körper automatisch. Dabei verändern die Zilarmuskeln die Linse so, dass das fokussierte Bild scharf auf unserer Netzhaut abgebildet wird. Auf unserer Netzhaut befinden sich zwei verschiedene Arten von Sehsinneszellen: Die Stäbchen und die Zapfen. Diese Sehsinneszellen unterscheiden sich in zwei Punkten. Die Zapfen sind für das Farbsehen verantwortlich und funktionieren nur bei Helligkeit. Anders die Stäbchen. Sie können zwar nur schwarz und weiß erkennen, funktionieren jedoch auch bei wenig Helligkeit und sind zudem 1000-mal schärfer als die Zapfen.

Alle Lichtsinneszellen enthalten lichtempfindliche Farbstoffe. In den

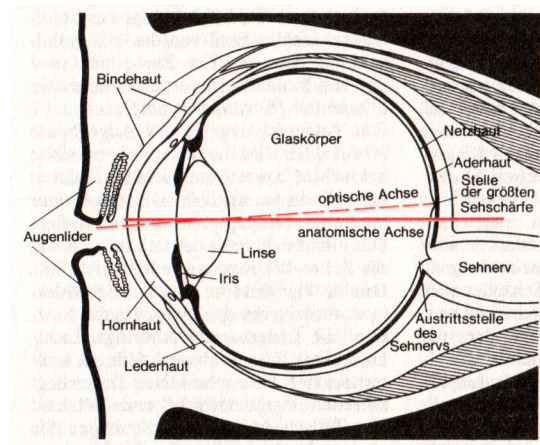


Abb. 1: Aufbau des menschlichen Auges

Stäbchen ist es Sehpurpur (Rhodopsin), für dessen Aufbau Vitamin A aus der Nahrung benötigt wird. Trifft Licht auf eine Sehsinneszelle, so wird sie gereizt: Der Sehfärbstoff absorbiert Licht und zerfällt in zwei Bestandteile. Dabei erzeugt die Zelle ein elektrisches Signal. Die Signale werden an die zweite Zellschicht, die aus Schaltzellen besteht, weitergeleitet. Diese übertragen die Signale an die dritte Schicht. In ihr liegen etwa eine Million Nervenzellen, deren lange Fortsätze sich zum Sehnerv vereinigen und elektrische Signale zum Gehirn leiten. Die Vielzahl der dort einlaufenden Nervenimpulse wird zu einem individuellen Bild unserer Umwelt verrechnet. Jede Nervenzelle liefert für ein wahrgenommenes Bild einen Bildpunkt. [1]

2.2 Was ist der „Rote-Augen-Effekt“?

Als „Rote-Augen-Effekt“, oder vielmehr bekannt auch als Rotaugeneffekt, wird die rötliche Färbung der Pupillen in fotografischen Aufnahmen bezeichnet. Dabei kommt es durch Blitzaufnahmen zu einer Überbelichtung der roten Netzhaut und das reflektierende Licht nimmt die Kamera wieder auf und setzt sie so als rötliche Färbung um. Dieser Effekt tritt genau dann auf, wenn das Objektiv so gut wie achsengleich mit dem Blitzapparat ist. Dadurch wird das Licht in den Augen direkt auf diese optische Achse in die Kamera zurück reflektiert. Der Effekt ist besonders dann deutlich ausgeprägt, wenn die Person direkt in das Objektiv blickt. Viele kennen die

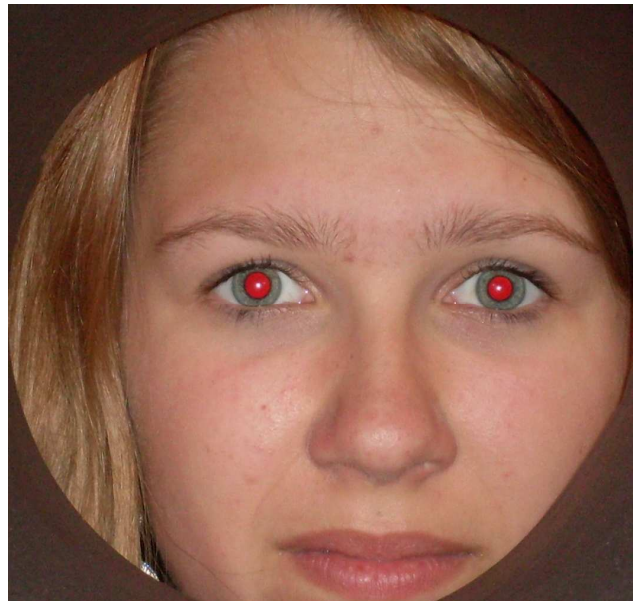


Abb. 2: Der „Rote-Augen-Effekt“

besonderen Einstellungen in den modernen Digitalkameras. Dort wird vermehrt mit einem Vorblitz gearbeitet. Dieser lässt die Pupillen der zu fotografierenden Person zusammen ziehen und verhindert somit einen große Fläche in dem das einfallende Licht reflektieren kann. Oft wird diese Art der Fotografie aber abgelehnt, weil sie zu einer deutlich unnatürlichen Verkleinerung der Pupillen führt und die abgelichteten Personen häufig nicht natürlich aussehen. Sollten doch rote Augen entstehen,

werden diese meistens durch eine nachträgliche Korrektur mit einer geeigneten Bildbearbeitungssoftware verändert und durch abdunkeln kaschiert. [2]

2.3 Fragestellung

In diesem Jahr geht die Fragestellung etwas abseits des eigentlichen physikalischen Themenbereiches der Optik hinüber zu den biologischen Zusammenhängen des Auges und ihrer Netzhaut. So soll der sogenannte „Rote-Augen-Effekt“ genauer beleuchtet werden um nähere Eigenschaften erkennen zu können.

2.4 Die Frage um die Kamera

Jeder kennt sie und fast jeder hat sie. Die Digitalkamera. Doch für meine Versuchsreihe brauchte ich eine bestimmte Kamera mit besonderen Eigenschaften. Zum einen musste sie ein ausreichendes Blitzlicht haben, damit die Überbelichtung der Netzhaut gewährleistet ist. Zum anderen durfte sie nicht die neueren Zusätze eines Vorblitzes haben, oder er müsste sich wenigstens manuell einstellen lassen. Mit einem Vorblitz wären die Pupillen zu sehr zusammen gezogen, als das man noch verwertbare Ergebnisse erzielen könnte. Viele Digitalkameras haben auch ein rötliches Licht zum fokussieren, damit auch in der Dunkelheit die Kamera automatisch scharf stellen kann. Selbst dieses rote Licht würde die Pupillen der Versuchspersonen zusammen ziehen lassen und somit schon zu einer Verminderung des Ergebnisses führen. Nach längerer Suche hat sich aber eine geeignete Digitalkamera finden lassen. Dadurch konnte ich den Versuchsaufbau auf eine bestimmte Kamera abstimmen und sie so gezielt in meinem Versuch einsetzen.

3 Versuch

3.1 Der Weg zu den roten Augen



Die Idee zu den roten Augen zu kommen stand fest. Das nächste Ziel war nun die roten Augen bei den Versuchspersonen zu er-

Abb. 3: erste Aufnahmeversuche ohne einen verwertbaren Effekt

reichen. Fotografieaufnahmen in der Dunkelheit und einem starken Blitzlicht führen sehr schnell zu dem eigentlich sehr unerfreulichen Effekt. Ich nahm mir also eine Versuchsperson und fotografierte sie mit einer Kamera in einem dunklen Raum in einer Entfernung von etwa ein bis zwei Metern. Bei einer geringeren Entfernung kam es zu kaum verwertbaren Aufnahmen, da die Kamera nicht ausreichend fokussieren konnte. Da ich mich im Voraus für eine bestimmte Kamera entschieden hatte, konnte ich ohne einen Vorblitz arbeiten. Jedoch hatte ich nur selten Erfolg. Doch woran lag es? Die Belichtung der Augen ist entweder noch zu schwach, sodass die Netzhaut nicht genügend reflektieren kann oder der Einfallswinkel des Blitzlichtes und das zurückstrahlende Licht lagen nicht mit dem Objektiv auf einer optischen Ebene. Bei mehreren Versuchen ließ sich jedoch ein kleiner Erfolg erzielen. Um ein großes Bildmaterial vergleichen zu können, brauchte ich einen gut reproduzierbaren Versuch. Es war wichtig, dass die Kamera immer in demselben Abstand zu der Versuchsperson hat und zusätzlich auch die Lichtverhältnisse im Umfeld immer gleich sind. Sonst könnte man die Bilder nicht ausreichend miteinander vergleichen. Doch wenn man viele Bilder bekommen möchte, ist es wichtig, dass der Versuch auch portabel ist.

3.2 Mein erster Aufbau

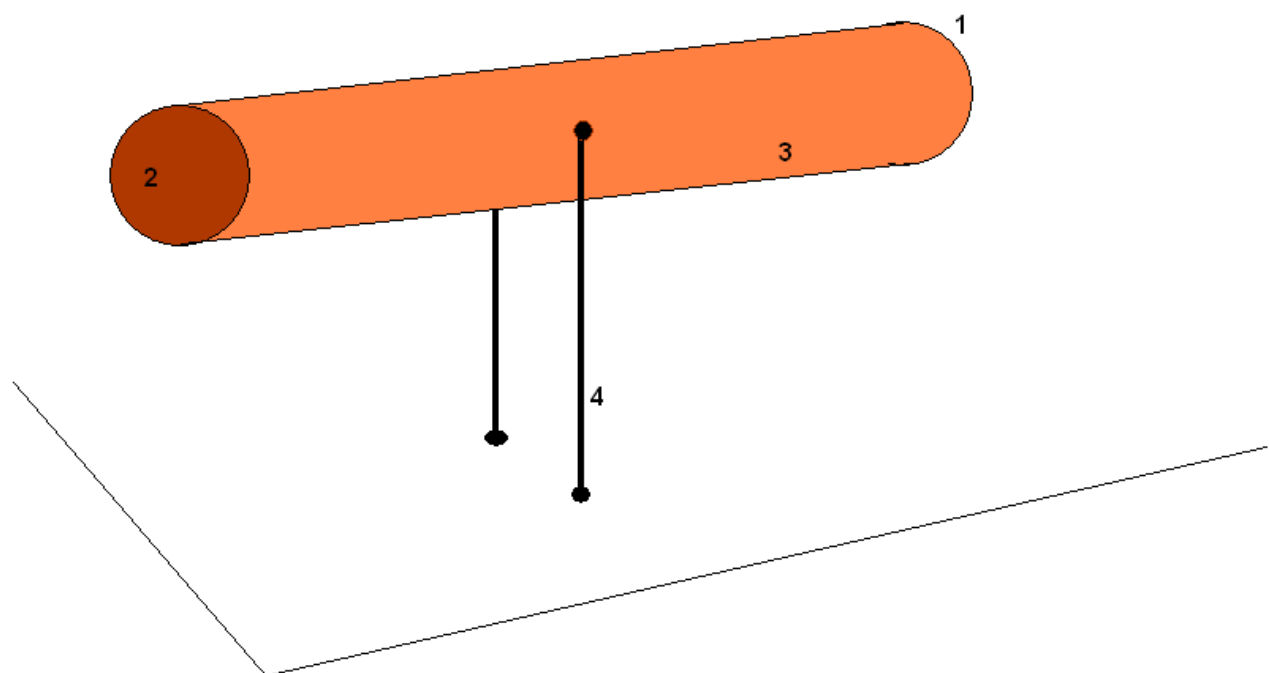


Abb. 4: Versuchsaufbau zur Abbildung der roten Augen

Nachdem ich wusste, dass ich darauf achten musste in welchem Umfeld die Probanden fotografiert werden müssten und dass ich die Kamera auf dieselbe Achse bringen musste wie das zu fotografierende Auge, konnte ich mich um die Gestaltung meines Versuchsaufbaus kümmern. Zu allererst musste ein Umfeld her das transportabel und zusätzlich auch immer etwa das gleiche Lichtumfeld hat. Dazu diente, wie in der obigen Abbildung, ein Abflussrohr (3). Dieses wurde auf etwa 1,5 m gekürzt. In der Mitte des Rohres wurde eine Stange befestigt, mit der man das Rohr an Stativmaterial befestigen konnte (4). Die Stangen hatten somit in Kombination mit dem Stativmaterial den Effekt, dass das Rohr auch variabel in seinem Einfallswinkel war. Das heißt, dass wenn man das Rohr auf einen Tisch stellen würde, große und auch kleine Menschen fotografieren könnte, ohne das man lange das Rohr in seiner Höhe verstellen müsste. An dem einen Ende wurde nun eine kleine Metallplatte montiert, an der man die Digitalkamera befestigen kann (1). Gegenüber von der Kamera, also an dem anderen Ende des Rohres (2) müssen die Versuchspersonen hineinschauen. Die Kamera kann nun die Gesichter fokussieren und durch einen Blitz die Netzhaut überbelichten.

3.3 Verfeinerung des Versuches

Während der ersten Aufnahmen war es noch recht schwerfällig reproduzierbare Ergebnisse zu erlangen. Manchmal funktionierte es, manchmal nicht. Das Innere des Rohres zum Beispiel reflektierte. Um einen dunkleren Raum schaffen zu können, kleidete ich das Rohr innen mit schwarzen Pappkarton vollständig aus. Das Licht des Blitzes konnte nun genau auf die Augen einwirken. Um eine Vielzahl an Bildern machen zu können und sie direkt auf ihre Nutzbarkeit überprüfen zu können, verkabelte ich die Kamera mit einem Bildschirm. Auf diesem konnte man alle Funktionen der Kamera sehen. Die entstandenen Bilder wurden so direkt vergrößert auf dem



Abb.5: Augenaufnahmen eines Probanden mit und ohne Brille

Bildschirm sichtbar und es konnte schnell ausgemacht werden ob der Proband einen Roten-Augen-Effekt aufwies, oder nicht.

Daraus folgte, dass ich mich während der ersten Aufnahmen entschlossen habe Probanden, die eine Brille trugen gleich zwei Mal zu fotografieren. Einmal mit ihrer Brille und einmal ohne. Der Unterschied der beiden entstandenen Bilder konnte mir vielleicht in der Auswertung ein Ergebnis zu dem Einfluss von Linsen und dem Roten-Augen-Effekt bieten.

3.4 Auswertung der Ergebnisse

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Bildnummer	Geschlecht	Rote-Augen Effekt		Augenfarbe		Alter		
2			Männlich - 1	Ja - 1		Blau - 1		0 bis 5 - 1		
3			Weiblich - 2	Nein - 2		Grün - 2		6 bis 10 - 2		
4						Braun - 3		11 bis 15 - 3		
5						Helle M. - 4		16 bis 20 - 4		
6						Dunkle M. - 5		21 bis 30 - 5		
7								31 bis 50 - 6		
8								51 und älter - 7		
9										
10		0	1		1		1			7
11		1	1		2		1			2
12		2	2		2		1			1
13		3	1		1		2			7
14		4	2		1		1			3
15		5	1		2		3			3
16		6	1		1		1			1
17		7	2		1		1			6
18		8	2		1		1			3
19		9	2		1		1			3
20		10	1		2		1			3
21		11	1		1		1			7
22		12	1		1		2			4

Abb. 6: Auszug aus der Excel-Tabelle

Insgesamt habe ich während des Projektes 644 verwertbare Bilder machen können. Manche mussten ausgesondert werden, da entweder das Bild durch Bewegungen unscharf war, oder sich die Lieder während des Bildes geschlossen hatten. Damit ich jetzt zusammenhänge zwischen dem Roten-Augen-Effekt und den Probanden erkennen konnte, habe ich zuerst von den Gesichtsbildern das jeweils rechte Auge aus dem Bild ausgeschnitten und als eine neue Datei abgespeichert. Diese Augen wurden so durchnummeriert, dass ich sie in einer Exceltabelle einfügen konnte. Anhand der Gesichter auf den Bildern konnten Daten wie Geschlecht, Alter und Augenfarbe bestimmt werden. Jeder Faktor in einer Spalte wurde mit einer Zahl versehen. So stand die Augenfarbe blau zum Beispiel für die Zahl 1. Mit den Zahlenwerten konnten nun Grafiken erstellt werden, in denen die Ergebnisse direkt miteinander in Bezug gestellt werden konnten. Durch den sehr hohen Anteil an Bildmaterial ist die Wahrscheinlichkeit den größten Teil der verschiedenen Möglichkeiten eingefangen zu haben sehr hoch. Es gibt immer Ausnahmen, jedoch ging ich eher von der Allgemeinheit aus.

Insgesamt habe ich während des Projektes 644 verwertbare Bilder machen können. Manche mussten ausgesondert werden, da entweder das Bild durch Bewegungen unscharf war, oder sich die Lieder während des Bildes geschlossen hatten. Damit ich jetzt zusammenhänge zwischen dem Roten-Augen-Effekt und den Probanden

4 Beobachtungen

4.1 Faktorenausschließung

Innerhalb der Auswertung konnte ich mehrere Faktoren in dem Zusammenhang mit dem Roten-Augen-Effekt ausschließen. Eine der Thesen die ich zu den roten Augen hatte, war das Alter. Die ersten Fotos die ich überhaupt gemacht hatte waren alles recht junge Menschen gewesen. Bei meinem „Jugend forscht“ Leiter funktionierte es dann nicht. Doch in der Gesamtheit der Fotos lässt sich erkennen, dass es völlig egal ist wie alt man ist. Ein anderer Gedanke war der Zusammenhang zwischen dem Effekt und dem Geschlecht. Aber auch dort lässt sich sehr schnell erkennen, dass hier keine Verbindung besteht. Die Verteilung des Effektes liegt fast bei 50%, also sehr gleichmäßig verteilt. Andere Faktoren die mit einspielen könnten wären die Lichtverhältnisse in der Umgebung. Die Nutzung des Abflussrohres als ein Versuchsraum lässt aber auch diesen Faktor verblassen, da ein reproduzierbares Feld geschaffen wurde, in dem die Bilder kaum spürbare Veränderung in ihrer Lichtintensität

haben. Dabei ist es auch egal, ob die Aufnahmen in einer Halle, in einem Keller oder im Freien gemacht wurden.



Abb. 7: Vergleich von Jung und Alt

Das Ergebnis bleibt im Verhältnis immer gleich. Während der Bildaufnahmen brachte mich ein Proband auf eine andere Idee. Den Einfluss von Hautfarbe und somit den Einfluss von der Pigmentanzahl in der Haut. Diese Pigmentanzahl ist auch hinter der Netzhaut vorzufinden und könnte somit die Reflexion des Lichtes beeinflussen. Bis jetzt habe ich es noch nicht geschafft diesem Punkt nachzugehen. Die Idee besteht trotzdem, die Hautfarbe der jeweiligen Personen in ihren Farbanteilen zu bestimmen um so einen Zusammenhang zwischen den roten Augen und der Hautfarbe zu bekommen. Das Problem war bisher nur, dass ein geeignetes Programm von Nöten ist um die wirklichen Farbanteile der Haut bestimmen zu können. Ein einzelner Bildpunkt würde hierbei nicht ausreichen, da es sich hierbei

auch einfach um eine Überbelichtung handeln könnte und eine Hautfarbe ist in ihren Farbanteilen nicht in der Nähe von weiß zu finden, sondern hat einen deutlich höheren Anteil von den Grundfarben in sich. Der Kontakt zu einem ehemaligen Jungforscher ist aber schon in Arbeit, da dieser sich in den letzten Jahren mit der Bestimmung der Hautfarben beschäftigt hatte. Vielleicht komme ich so dazu mit einfachen Mitteln ein eigenes Programm zu schreiben, für das die Zeit momentan leider noch nicht ausreichte. Doch ein Faktor ist mir noch besonders wichtig. Daher möchte ich ihn im nächsten Absatz einmal genauer durchleuchten: Die Farben der Augen.

4.2 Die Farben der Augen



Abb. 8: Der Effekt im Vergleich bei zwei verschiedenen Augenfarben

Die Augenfarbe der Probanden ist für mich eines der wichtigsten Faktoren geworden. Schon während der Bildaufnahmen ist mir aufgefallen,

dass vermehrt bei den blauen Augen der Effekt auftritt, bei braunen Augen er jedoch fern bleibt. Besonders deutlich wurde dies bei der Dame auf dem obigen Bild. Sie hat zwei verschiedene Augenfarben, welches nur sehr selten auftritt. Ihr rechtes Auge ist braun, das andere blau. Genau die Farben, die ich in den anderen Aufnahmen immer unterschieden habe. Bei ihrer Aufnahme ist zu sehen, dass ihr linkes Auge, somit das blaue, einen Effekt mit roten Augen hat. Ihr rechtes braunes Auge hingegen, weist diesen Effekt nicht auf. Dies würde bedeuten, dass die Augenfarbe eine wesentliche Rolle im Zusammenhang mit dem Roten-Augen-Effekt haben müsste. Auch bei den anderen Aufnahmen ist im Gesamtvergleich aufgefallen, dass die Mehrheit der Probanden mit blauen Augen einen Effekt aufweisen, die Mehrheit der Probanden mit braunen Augen jedoch keinen Effekt zeigen können. Jedoch gibt es immer noch Ausnahmen. Es gibt auch Bildmaterial mit blauen Augen und keinem erkennbaren Effekt, und braune Augen die widersprüchlich einen Effekt aufzeigen. Dies sind Ausnahmen, jedoch scheint die Augenfarbe somit nicht der einzige Faktor zu sein, der zusätzlich zu der Belichtung in

den Effekt der roten Augen mit einspielt. Woran der Unterschied in den Augenfarben genau liegt kann ich nicht sagen. In Fachbüchern habe ich keinerlei Hinweise für diesen Bereich gefunden. Es lässt sich somit nur sagen, dass die Augenfarbe ein wichtiger Faktor für die roten Augen zu sein scheint, jedoch die Ursache für dieses Phänomen noch nicht gefunden ist. In Zukunft müsste man sich also mit der Einwirkung der umliegenden Farben für die Belichtung beschäftigen und die Ursachen im Zusammenhang mit den Hautfarben genauer nachvollziehen.

5 Zusammenfassung

Der „Rote-Augen-Effekt“ ist an sich eine Überbelichtung der Netzhaut, die besonders in der digitalen Fotografie vorkommt. Man geht davon aus, dass die physikalischen Eigenschaften der Optik an diesem Effekt beteiligt sind. Doch die große Anzahl an Bildaufnahmen zeigt, dass auch noch andere Faktoren mit einspielen müssen. Einzelne Faktoren lassen sich bereits ausschließen, doch eine begründete Erklärung und ein eindeutiges Ergebnis ist noch nicht gefunden. In Zukunft müsste man noch näher auf den Einfluss der Augenfarben und den eventuellen Anteil der Hautfarben eingehen um genauer sagen zu können, warum die verschiedenen Augen in demselben Umfeld nicht alle rote Augen aufweisen.

6 Danksagung

Auch in diesem Jahr ist es mir sehr wichtig mich zum Schluss bei ein paar netten Menschen zu bedanken. Alle, die für mich über einen kurzen oder einen langen Zeitraum zur Seite standen. Zu allererst ist dies natürlich mein Jugend forscht Leiter Herr Biedermann, der mir in den ganzen Jahren schon zur Seite stand und auch in den größten Tiefpunkten immer wieder den Weg nach oben zeigte. Die gastfreundliche und fürsorgliche Pflege von Frau Biedermann ist auch nicht zu vergessen. Die Kekse, die Getränke und der leckere Kuchen waren immer dabei. In diesem Jahr möchte ich aber zusätzlich auch nicht die „Ideen-Expo“ Gruppe vergessen, die mich im September unglaublich bei meinen Bildaufnahmen unterstützt hat. Ohne sie hätte ich wahrscheinlich nie so viele Bilder zusammen bekommen. Jufo's? Danke!

7 Quellenangaben

- [1] „Fotographisch-Optische Erfassung der menschlichen Netzhaut“ Jugend forscht Projekt 2009, Kim von Scheidt
- [2] <http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Rote-Augen-Effekt.html>