

Haare aus der Sicht des Chemikers

Julia Gallert, SS 06; Miriam Engelhardt, WS 09/10; Bahar Süslü, SS 16

Gliederung

1	Haare in Zahlen	2
2	Aufbau und Struktur der Haare.....	2
2.1	Grob-Gliederung des Haares	2
2.1.1	Cuticula - Schuppen-Schicht.....	2
2.1.2	Cortex - Faserstamm	3
2.1.3	Medulla - Mark	3
2.1.4	Wurzel.....	3
2.2	Chemischer Aufbau des Haares.....	3
2.2.1	Die unterschiedlichen Quervernetzungen	4
2.2.2	Eigenschaften der Haare	5
3	Natürliche Haarfarbe	5
4	Haar-Kosmetik.....	6
4.1	Färben der Haare	6
4.1.1	Natürliche Färbemittel.....	6
4.1.2	Tönen.....	6
4.1.3	Echte Haarfarben.....	6
4.2	Blondierung	6
4.3	Dauerwelle	6

Einstieg 1: Schon immer wurde, vor allem bei Frauen, spezielle Aufmerksamkeit auf die Haare gelegt, denn nicht nur Kleider machen Leute, sondern auch Haare (!), da diese extrem viel Persönlichkeit ausdrücken. Der Examensball steht bevor und Mann/Frau geht zum Friseur. Dort liegen einige Bücher aus, worin die aktuellen Haartrends beschrieben werden. Der Friseur kann vieles mit den Haaren anstellen - einiges davon wird im Folgenden genauer unter die Lupe genommen.

Einstieg 2: Frisieren ist die Kunst, das Haar zu arrangieren. Für Frauen und Männer ist die Frisur, ebenso wie die Kleidung, seit der Antike ein wesentlicher Teil der Garderobe. Heutzutage werden die Frisuren durch Modetrends beeinflusst und werden global durch die Massenmedien verbreitet. Interessant ist, dass Personen mit lockigen Haaren oft glatte Haare möchten und umgekehrt. Damit der Wunsch von vieler Personen verwirklicht werden kann, wird das Haar hier genauer betrachtet.

1 Haare in Zahlen

- Jeder Mensch hat durchschnittlich 150.000 Haare auf dem Kopf und insgesamt ca. 5 Millionen Haaranlagen, die jedoch nicht alle aktiv sind.
- Die Dicke der Haare liegt zwischen 0,03 mm (extrem dünn) und 0,15 mm (sehr dick).
- Blondes Haar ist dünner als dunkles Haar.
- Die Lebensdauer eines Haares beträgt 2 - 7 Jahre.
- Es können ca. 70 - 100 Haare am Tag ausfallen.
- Ein Haar wächst täglich ca. 0,35 mm (1 cm im Monat).
- Im Sommer und während dem Schlafen wächst das Haar schneller.
- Zwischen dem 16. und dem 24. Lebensjahr wächst das Haar am schnellsten.
- Der Mensch besitzt 25.000 Körper-Haare; bei den Kopf-Haaren ist die Anzahl von der Haarfarbe abhängig: Bei roten Haaren liegen 90.000, bei blonden Haaren 140.000 und bei brünetten Haaren ca. 100.000 vor.
- Der Rekord der längsten Haare der Welt beträgt über 6 Meter [1,2].

2 Aufbau und Struktur der Haare

2.1 Grob-Gliederung des Haares

Das Haar kann in zwei verschiedene Abschnitte eingeteilt werden: Die Haarwurzel und der Haarschaft. Der Haarschaft ist der abgestorbene Teil des Haares und besteht aus folgenden Bestandteilen:

2.1.1 Cuticula - Schuppen-Schicht

Die Cuticula ist die äußerste Schicht des Haares, sie umgibt und schützt das Haar vor äußeren Einflüssen. Sie besteht aus mehreren Lagen winziger Schutzschilder, die sich zu einer Barriere verbinden. Das heißt die flachen, abgestorbenen und verhornten Zellen (= Schuppen) liegen dachziegelartig übereinander. Diese Schuppen sind Indikatoren für gesundes bzw. auch für krankes Haar. Liegen diese flach an, glänzt das Haar lebendig und natürlich. Wird das Haar geschädigt, stehen sie ab. Vergleichen kann man dies mit einem Zapfen (Abb. 1 und Abb. 2). Die Cuticula ist mit einer Fett-Schicht aus der Talg-Drüse der Kopfhaut überzogen (= Talg-Schicht).



Abb. 1: geschlossener Zapfen (vergleichbar mit gesundem Haar) [3]



Abb. 2: geöffneter Zapfen (vergleichbar mit krankem Haar) [3]

2.1.2 Cortex - Faserstamm

Der Cortex liegt unterhalb der Cuticula. Diese Faser-Schicht besteht aus vielen, dünnen Zell-Strängen, die zu einem dicken „Seil“ gebündelt sind (= Keratin). Diese verleiht dem Haar Stärke, Elastizität und Farbe. Sie ist für den Friseur die entscheidende Schicht. Liegt die Cuticula perfekt an, ist der Cortex vor äußeren Einflüssen geschützt.

2.1.3 Medulla - Mark

Das Mark liegt direkt unter dem Cortex. Es variiert je nach Haardicke und ist nicht bei allen Menschen vorhanden. Das Mark wird auch als „Geheimnis“ bezeichnet, da sein genauer Zweck nicht bekannt ist. Jedoch wird davon ausgegangen, dass seine faserige Struktur dem Haar einen gewissen Halt verleiht. [7,10]

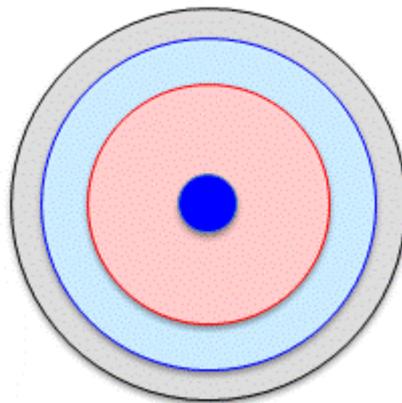


Abb. 3: Schematischer Aufbau eines Haares im Querschnitt:
grau: Talg-Schicht
hell-blau: Cuticula
rosa: Cortex
dunkel-blau: Medulla

2.1.4 Wurzel

In der Wurzel befindet sich der Haar-Follikel, in dem das Haar entsteht und durch die Kopfhaut stößt. Die Matrix (= Mutterzellen-Schicht) ist ein einschichtiges Epithel im Inneren und produziert Keratin bildende Zellen in den Keranocyten und pigmentbildende Zellen in den Eu- und Phäomelanocyten. Die Papille ist der unterste Bereich der Wurzel und besteht aus Bindegewebe. Sie wird von feinen Gefäßen versorgt und Nervenbahnen enden hier. Zusätzlich ist ein Haarbalgmuskel an jedem Haar befestigt.

2.2 Chemischer Aufbau des Haares

Hauptelemente des Haares sind: Kohlenstoff (C), Sauerstoff (O), Stickstoff (N), Wasserstoff (H) und Schwefel (S). Sie setzen sich zu Aminosäuren zusammen. Hierbei sind v. a. die hydrophoben Aminosäuren, wie z. B. Cystein wichtig. Diese wiederum bilden durch Polymerisation ein Polypeptid. Das Polypeptid bildet durch sogenannte Querverbindungen eine α -Helix (Sekundär-Struktur). Als Tertiär-Struktur liegt eine sogenannte Superhelix vor, die aus zwei α -Helices besteht. Die nächstgrößere Einheit wird als Protofilament bezeichnet. Die Protofibrille liegt in einer 9+2 Struktur vor (zwei zentrale Protofilamente in der Mitte und neun weitere außen herum angeordnet). Die größere Struktur-Einheit wird Mikrofibrille genannt, die folgende Makrofibrille. Viele Makrofibrillen setzen sich zum Cortex zusammen. [7,10]

ELEMENTE	Keratin [%]
Kohlenstoff	50
Sauerstoff	23
Stickstoff	17
Wasserstoff	6
Schwefel	4

Tab. 1: prozentuale Angabe der Elemente in Keratin

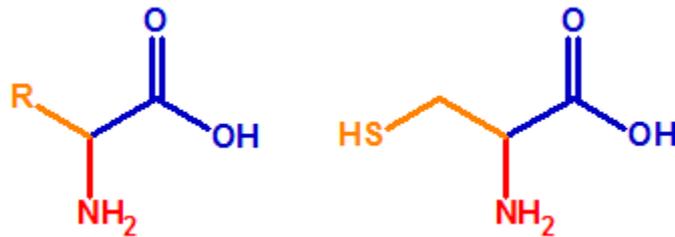


Abb. 4: links: allgemeine Darstellung einer Aminosäure, rechts: hydrophobe Aminosäure Cystein

2.2.1 Die unterschiedlichen Quervernetzungen

2.2.1.1 Die Wasserstoff-Brücken

Sie sind mit verantwortlich für die Elastizität des Haares. Diese Brücken sind hauptsächlich Längsverbindungen innerhalb der Molekül-Gitter des Haares. Sie lösen sich durch den Einfluss von Wasser, so ist es möglich die Haare kurzzeitig zu locken.

2.2.1.2 Die Salz-Brücken

Sie sind noch teilweise wasserlöslich und werden aber besonders von Säuren und Laugen gelockert. Beim Trocknen des Haares bilden sich die Salz-Brücken neu. Diese Brücken sind hauptsächlich Querverbindungen innerhalb der Molekül-Gitter des Haares.

2.2.1.3 Die Disulfid-Brücken

Diese starken Brücken stellen recht stabile Querverbindungen zwischen den Peptidspiralen her. [4]

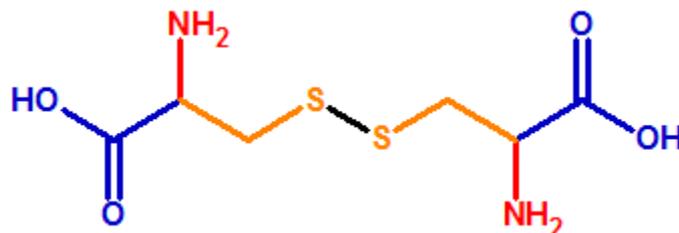


Abb. 5: Disulfid-Brücke (schwarz zwischen Schwefel-Atomen)

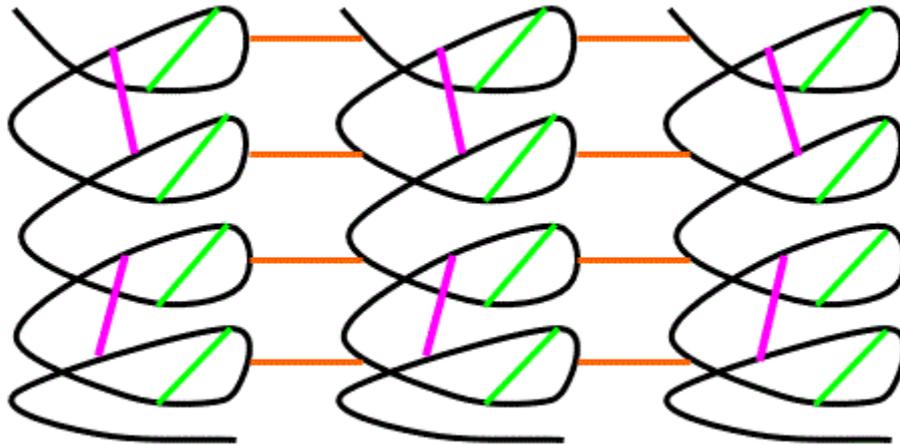


Abb. 6: Schematische Darstellungen der verschiedenen Bindungen innerhalb der Helices des Haarkeratins; magenta: Wasserstoffbrücken, grün: Ionenbindungen, orange: Disulfidbrücken

2.2.2 Eigenschaften der Haare

Haare haben spezifische Eigenschaften. Zum einen zeigen diese eine spezielle Reaktion auf Säuren und Basen. Wenn das Haar mit sauren Substanzen in Kontakt gebracht wird, entquillt das Haar und die Schuppen-Schicht schließt sich. Wird das Haar hingegen in Kontakt mit einer Base gebracht, quillt das Haar auf und die Cuticula stellt die Schuppen auf. Somit ist das Haar nun angreifbar. Des Weiteren ist das Haar hydrophob, zum einen durch die hydrophoben Reste der Aminosäuren und zum anderen durch die zusätzliche Talg-Schicht auf dem Haar. Trotzdem ist das Haar aber hygroskopisch und kann somit Wasser aufnehmen. Hierbei wird vom „Benetzbarkeitsparadoxon“ gesprochen. Zusätzlich sind vor allem noch chemisch unbehandelte Haare sehr reißfest und belastbar. Je mehr Disulfid-Brücken das Haar hat, desto belastbarer.

3 Natürliche Haarfarbe

Die Gene bestimmen die Farbe des Haares. Der Melanin-Gehalt bestimmt die individuelle Haarfarbe. Es gibt zwei verschiedene Typen von Melanin, die für die verschiedenen Farbvarianten des Haares verantwortlich sind. Somit ergeben sich 11 bzw. 12 verschiedene Tontiefen, die von Schwarz bis Helllichtblond reichen. Das natürliche Erscheinungsbild der Haare hängt eng zusammen mit dem Hautton und der Augenfarbe und ist deshalb ein Hauptbestandteil der Farbtypenlehre. Das Eumelanin ist das Schwarz-Braun-Pigment. Es entscheidet hauptsächlich über die Farbtiefe des Haares. In braunem und schwarzem Haar kommt es in deutlich erkennbaren Körnchen vor. Das Phaeomelanin ist das Rot-Pigment. Es ist verantwortlich für hellblonde, blonde und rote Haare. Dieses Melanin ist von seiner Struktur her sehr viel feiner und kleiner als das Eumelanin. Durch das Mischungsverhältnis entstehen unterschiedliche Haarfarben. Bei blondem Haar ist wenig Eumelanin und viel Phaeomelanin enthalten im Gegensatz zu dunklem Haar, welches viel Eumelanin und wenig Phaeomelanin besitzt. Rotes Haar enthält viel Phaeomelanin, aber sehr wenig Eumelanin. [5, 6]

4 Haar-Kosmetik

4.1 Färben der Haare

4.1.1 Natürliche Färbemittel

Schon früh färbten Frauen ihre Haare. Im Orient verwendeten sie Henna und Indigo. Die Römerinnen bleichten ihre Haare mit Kalk und färbten sie dann mit Buchsbaumholz gelb. In Nordeuropa färbten sie mit Efeu und Holunderbeeren, wodurch warme Töne erzielt werden konnten. Die Pflanzenfarbstoffe werden jedoch von synthetischen Farbstoffen weitgehend verdrängt.

4.1.2 Tönen

Fertigfarbstoffe färben das Haar an und sind Hauptbestandteile der Tönungen. Sie dringen in das Haar ein und haften an den Molekülen der Schuppenschicht (Farbanlagerung an die Cortex).

4.1.3 Echte Haarfarben

Dieser Vorgang wird auch als chemische additive Farbeenlagerung genannt. Alkalien (Ammoniak) in der Färbepaste lassen das Haar quellen. Die Schuppenschicht öffnet sich und lässt die Wirkstoffe in das Haarinnere passieren. Wasserstoffperoxid zerstört die eigenen Pigmente. Dies führt zu einer Aufhellung und ermöglicht erst die direkte Färbung von dunklen Haaren (Blondierung). Nun dringen die kleinen farblosen Farbstoffvorstufen in das Haar ein und verteilen sich. Sie werden vom Wasserstoffperoxid oxidiert, blähen sich dabei auf, bekommen ihre Farbe verliehen und verankern sich im Haar und sind deshalb permanent und nicht mehr auswaschbar (Farbeenlagerung in die Cortex).

4.2 Blondierung

Schon früh war blondes Haar bei den Frauen begehrt. Früher versuchte man, die Haare mit alkalischen Lösungen aus Holzasche, Kalk, Soda oder mit Hilfe der Sonne aufzuhellen. Es wurden auch Kräuterauszüge verwendet. Wer es sich leisten konnte, bestäubte das Haar mit Gold-, Silber- oder Kupferpulver, um es heller erscheinen zu lassen. All diese Methoden konnten die Leute natürlich nicht befriedigen. Die modernen Blondierverfahren gehen auf den Franzosen E. H. Thiellay zurück. Er verwendete im Jahre 1876 erstmals eine Blondierungslösung, die Wasserstoffperoxid $w=3\%$ enthielt. Durch das alkalisch reagierende Ammoniak im Blondiermittel wird das Haar aufnahmefähig. Das Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid zerstört die natürlichen Pigmente und hellt das Haar dabei auf. Beim Blondieren von braunen, dunklen oder rotbraunen Haaren kommt es leicht zu einem Rot- oder Orange-Ton. Beim Abbau der Pigmente im Haar entstehen neue Verbindungen, die das Haar rötlich erscheinen lassen. [6, 9]

4.3 Dauerwelle

Die Kaltdauerwelle auf der Basis von Chemikalien wurde 1940 eingesetzt.

Chemische Vorgänge bei der Kalt-Dauerwelle: Im glatten Haar kann man sich die Proteinstränge so wie in Abb. 1 vorstellen: Mehrere Proteinstränge sind untereinander durch sogenannte Schwefelbrücken zu einer Keratinfaser verbunden. Nun werden die Haare über einen Lockenwickler zurecht gelegt. Durch Reduktionsmittel/Wellmittel öffnet sich ein Teil der Schwefelbrücken. Das Haar passt sich der Form der Lockenwickler an. Damit die neuen Locken stabil sind, muss diese Krümmung noch fixiert werden. Dafür werden neue Schwefelbrücken mit dem Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid gebildet. Es kehrt die oben erwähnte Reaktion um. Die geöffneten Schwefelbrücken sind wieder geschlossen. [11, 12]

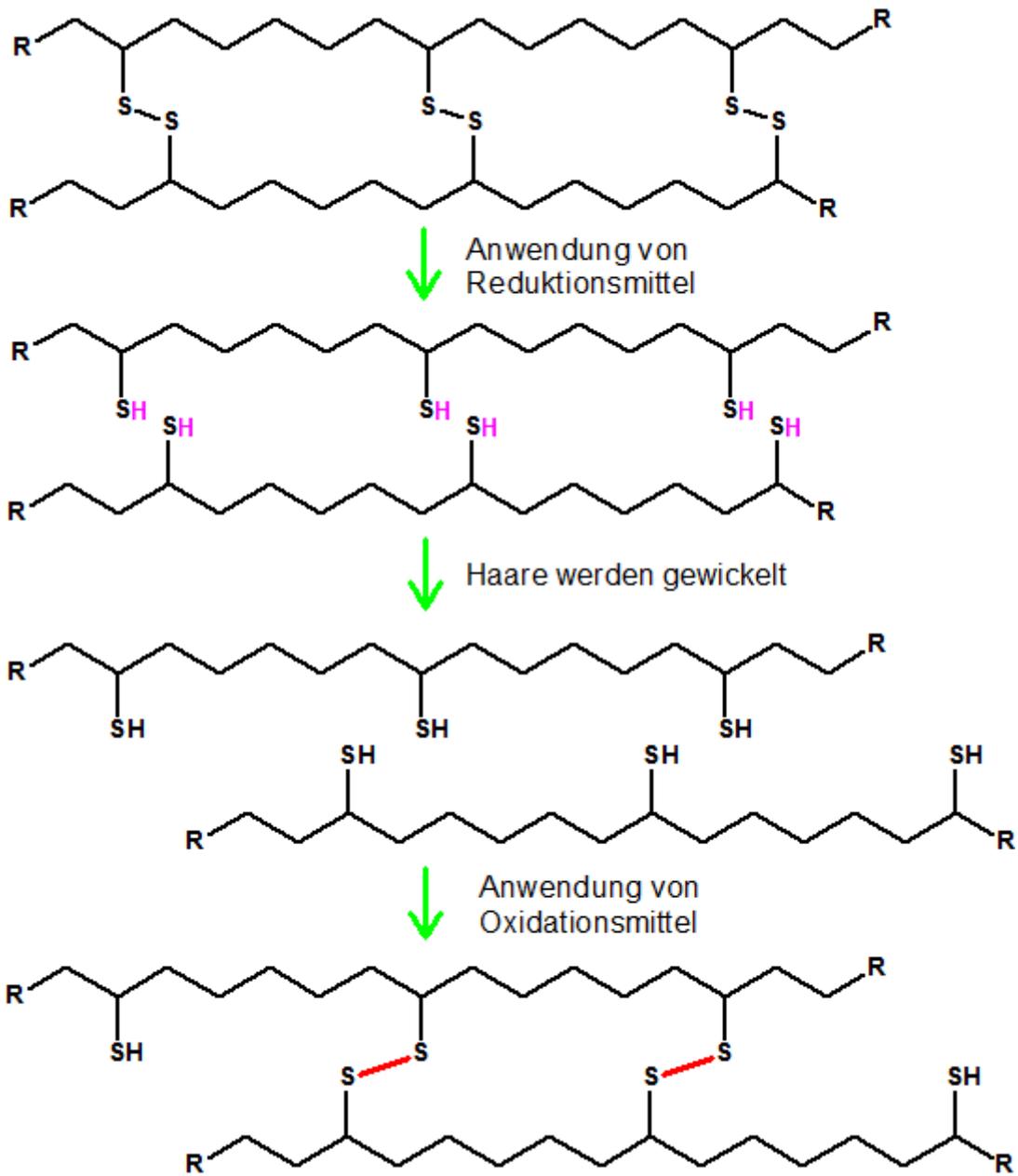


Abb. 7: Vorgänge bei der Dauerwelle

Zusammenfassung. Der Hauptbestandteil des Haares ist das Protein Keratin. Dieses weist vor allem Disulfid-Bindungen auf, welche durch jeweils zwei Cystein-Aminosäuren gebildet werden. Eine Dauerwelle im Haar kann durch Aufspaltung dieser Disulfid-Brücken erreicht werden. Die Naturhaarfarbe wird durch den Gehalt von Eu-/Phäomelanin beeinflusst. Die Blondierung ist eine chemische Pigmentzerstörung während die Färbung eine chemische Farbinlagerung ist.

Abschluss 2: *Mit Chemie kann viel erreicht werden. Vor allem kann der Wunsch nach einer bestimmten Haarfarbe oder Frisur erfüllt werden. Durch einfache Umkehrreaktionen mit gleichen chemischen Substanzen können glatte Haare in Lockige und Lockige wiederum in glatte Haare umgewandelt werden. Der Wunsch nach perfekten Haaren nimmt in der Gesellschaft einen immer höheren Stellenwert ein. Diesen Grund wird sich die Industrie zu Nutze machen und stetig weitere Haarkosmetika auf den Markt bringen.*

Quellen:

1. http://download.merz.de/merz-de/files/broschueren/de/brosch_haar_2.pdf (22.05.2007, nicht verfügbar)
2. <http://www.haarausfall-mittel.de/aufgaben-des-haares.html> (22.05.2007)
3. <http://www.faszination-wildkraeuter.de/c/index.php/wilde-waldsafari.html> (01.09.2017)
4. <http://schule.vienna.at/kosmetik/pdf/OS-BIO-HAAR-A3.pdf> (22.05.2007, nicht verfügbar)
5. Zahn, Helmut: Das Haar aus der Sicht des Chemikers. CHIUZ 23 , Heft 5 , 1989, S. 141 - 150
6. http://www.wella-training-online.com/reference/tronl_de_06_download_5005_0_sl.pdf (22.05.2007, nicht verfügbar)
7. <http://www.figaro-claus.de/forum/messages/100.html> (22.05.2007)
8. [http://www.tu-darmstadt.de/fb/ch/Fachgebiete/OC/AKSchmidt/TUD%20Boris%](http://www.tu-darmstadt.de/fb/ch/Fachgebiete/OC/AKSchmidt/TUD%20Boris%20)(22.05.2007, nicht verfügbar)
9. http://www.haarpflege-versand.de/Haaraufbau-46_222_de.html (22.05.2007)
10. <http://www.seilnacht.com/referate/haare1.html> (10.12.2011)
11. <http://www.quarks.de/haare/haare.pdf> (22.05.2007)
12. http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/proteine/strukturproteine.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/proteine/funktion_v_prot/struktur/dauerwelle.vscml.html (01.09.2017)
13. dc2.uni-bielefeld.de/dc2/grundsch/versuche/gv-v-085.htm (22.05.2007, nicht mehr verfügbar)
14. http://www.epea.com/pdf_files/Technology_Review_Holger_Fu%DF_Maerz (22.05.2007, nicht verfügbar)