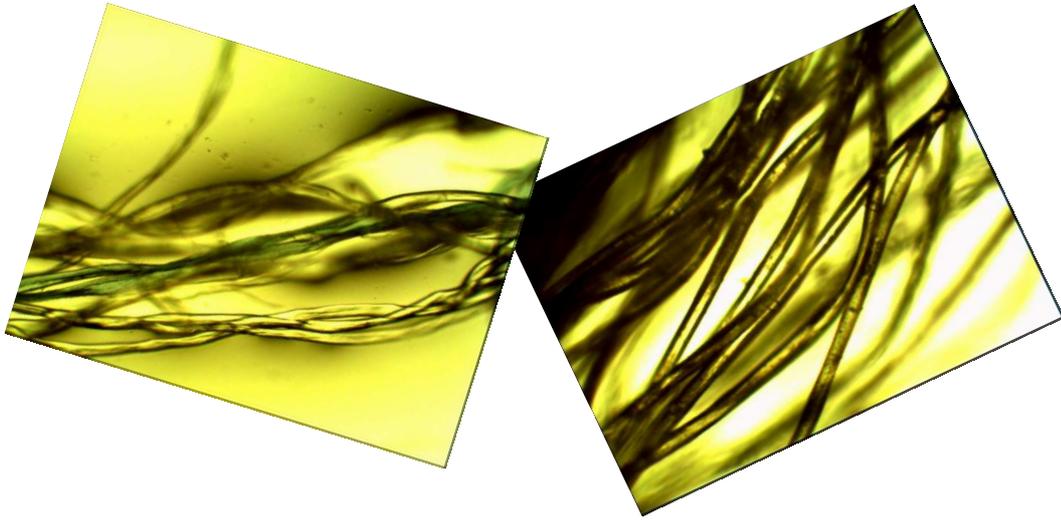


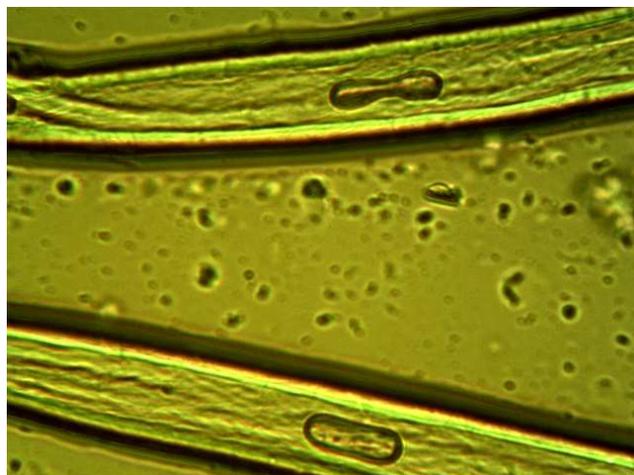
Untersuchung der Auswirkung von Feuchtigkeit und Wärme auf Baumwollfasern



Wettbewerb „Jugend forscht“ 2013

Josephin Elisabeth Fender (15)

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



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Allgemeines.....	4
2.1. Bügeln.....	4
2.2. Baumwolle	5
3. Physikalische Einwirkungen	6
4. Die Auswertung.....	7
4.1. Schritte zur Auswertung	7
4.2. Auswertung der Bilder.....	8
5. Fehleranalyse.....	13
6. Zusammenfassung	14
7. Weiterführung des Projektes	15
8. Danksagung	15
9. Quellennachweise.....	16

1. Einleitung

Ein großes Thema ist zurzeit der Atomausstieg und wie viele andere auch, habe ich überlegt, wie man elektrischen Strom einsparen könnte. Mir fiel auf, dass man viele Stunden in der Woche damit zu bringt seine Wäsche glatt zu bügeln, dies ist ein Vorgang, den die Menschen schon eine sehr lange Zeit praktizieren. Ich kam unter anderem auf die Idee, dass man vielleicht ohne Wärme, also ohne elektrischen Strom, bügeln könnte. Dazu wollte ich erst einmal herausfinden, was mit dem Stoff beim Bügeln überhaupt passiert und mache deshalb Versuche, bei denen ich einzelne Baumwollfasern bügelähnlichen Zuständen aussetze, wobei ich die Veränderungen der Fasern, während dieser Versuche, unter dem Mikroskop beobachte. Ich sehe sie mir zum Beispiel zuerst in trockenem Zustand und in Verbindung mit kaltem Wasser an, danach trockne ich sie wieder und prüfe, ob sich im Vergleich zu der Ausgangssituation etwas verändert hat. Außerdem lege ich sie in heißes Wasser und wiederhole den Vorgang. Mit Hilfe von Kontrollversuchen kann man dann Schlüsse ziehen, was die „Bügelphysik“ mit einem Stoff genauer betrachtet macht und so kann man Überlegungen für Alternativen zum elektrischen Bügeleisen anstellen.



Abbildung 1: Verdrehte Baumwollfaser in kaltem Wasser

2. Allgemeines

2.1. Bügeln

Bereits im 15. Jahrhundert waren Bügeleisen bekannt, darunter verstand man eine Metallplatte mit Griff, die auf der Herdplatte erhitzt wurde. Heute werden Bügeleisen meistens elektrisch erhitzt und sind weitaus moderner. Zum Beispiel kann man bei den neueren Bügeleisen verschiedene Temperaturen einstellen, normalerweise gehen diese bis ca. 220°C. Außerdem gibt es oft Wassertanks in den Bügeleisen, damit auch Wasserdampf eingesetzt werden kann, was das Bügeln erleichtern soll. Bügeln, ob mit Bügeleisen aus dem 15. Jahrhundert oder den neusten Geräten, bedeutet Textilien mit Druck, Wärme und heute auch Feuchtigkeit, also Wasser, zu glätten. Beim Bügeln streicht man mit der heißen Platte des Bügeleisens, Bügelsohle genannt, über den Stoff und wiederholt diesen Vorgang bis der Stoff die gewünschte Form erhält, bzw. bis er möglichst von Falten befreit ist.



Abbildung 2: Altmodisches Bügeleisen

(http://www.antikworkshop.com/images/product_images/popup_images/60_0.JPG)

2.2. Baumwolle



Abbildung 3: Baumwollsträucher (http://www.thomas-studio.de/images/1_baumwolle.jpg)

Die Naturfaser Baumwolle, oder Gossypium, ist ein Malvengewächs (Pflanzen, deren Samen bedeckt sind), das in den Tropen und Subtropen vorkommt. Die Samen des Strauches bilden am Ende ihrer Epidermis lange Haare, die man Lint nennt, sie sind normalerweise weiß- grau, 1,5- 6 cm lang und haben einen Durchmesser von 10- 35 μm . Die Fasern bestehen aus einer gedrehten Zellulose Struktur. Außerdem haben die Fasern noch viele weitere Eigenschaften, weshalb sie sich besonders gut für Textilien, Fischernetze und Ähnliches eignen. Diese Eigenschaften sind:

- starke Saugfähigkeit, geben das Wasser aber schlecht wieder ab
- nehmen Schmutz und Öl auf, geben diese jedoch gut wieder ab
- haben wenig Allergiepotehtial und schmeicheln der Haut
- widerstandsfähig gegenüber Hitze, alkalischen Laugen und Salzen, Insekten und Abrieb
- verhältnismäßig dehnbar
- in nassem Zustand vergleichsweise reißfest
- leicht entflammbar, kann aber gekocht werden ohne Schaden davon zu tragen

- recht langlebig, auch bei starker physikalischer Beanspruchung

Auch wenn Baumwolle veredelt wird, verliert sie diese Eigenschaften nicht.

3. Physikalische Grundlagen

Da ich auch die Wärmeeinwirkungen eines Bügeleisens auf die Fasern untersuche, muss erst einmal geklärt werden was aus physikalischer Sicht mit den Baumwollfasern passiert, wenn sie durch ein Bügeleisen (oder in meinen Versuchen durch ein Glätteisen) erhitzt werden.

Körper (in diesem Fall die Baumwollfasern) haben eine innere Energie und wenn sich ihre Temperatur nur durch den Kontakt mit einem anderen Körper (hier das Glätteisen) ändert, dann findet eine Energieübertragung durch Wärme statt.

Die Wärme Q wird in Joule gemessen und die Einheit beträgt 1J. Wärme bewirkt eine Energieänderung ΔE_{innere}

Es gilt:

$$Q = \Delta E_{\text{innere}}$$

4. Die Auswertung

4.1. Schritte zur Auswertung

Um den Stoff der Kleidung zu simulieren, nehme ich Fasern von Wattestäbchen, die aus 100% Baumwolle bestehen und den Vorteil haben nicht stark behandelt, verfärbt, verformt, usw. zu sein. Nachdem einzelne Fasern extrahiert wurden, sehe ich sie mir zunächst in diesem unbehandelten Zustand unter dem Mikroskop (Modell: Bresser Bioscience Trino) an und mache Fotos davon, um später einen Vorher- Nachher Vergleich machen zu können. Das dient auch als Kontrollversuch, denn es ist wichtig immer nur einen Parameter zu ändern, damit man genau weiß, was die möglichen Veränderungen der Baumwollfaser hervorgerufen hat.



Abbildung 4: Ende einer abgerissenen Baumwollfaser

Um die Wärme eines Bügeleisens zu simulieren, verwende ich ein Glätteisen (Marke: Bellissima), das 200°C heiß wird. Die Fotos, die dann ausgewertet werden, mache ich mit einer speziellen Kamera (Modell: Bresser MikroCam 5.0), die auf dem Mikroskop sitzt. Bei allen Versuchen wähle ich die gleiche Vergrößerung (400- fache Vergrößerung).

4.2. Auswertung der Bilder

Abbildung 5:

Zunächst lege ich mit Hilfe der Kapillarkräfte eine Faser direkt unter dem Mikroskop in ca. 10°C warmes Wasser (auf dem Bild oben rechts) und beobachte fünf Minuten lang was passiert (unten links). Ich kann dabei sehr gut sehen, dass die Faser das Wasser schnell aufsaugt und sie sich auch sichtbar ausdehnt (auf dem Bild ist der Umfang der einen Faser hier nicht ganz detailgetreu), was bedeutet, dass das Wasser entweder in noch intakte Zellen eindringt oder in Hohlräume im Innern der Faser eindringt. Für beide Varianten gibt es Anzeichen, denn in Abbildung 4 erkennt man, dass die Fasern, die ich extrahiere, auch wieder aus Fasersträngen bestehen und man an manchen Stellen die Arbeitsfläche, auf der die Faser liegt, durch diese Stränge hindurch sehen kann, was auf Hohlräume schließen lässt. Auf intakte Zellen/Faserstränge komme ich später zurück.

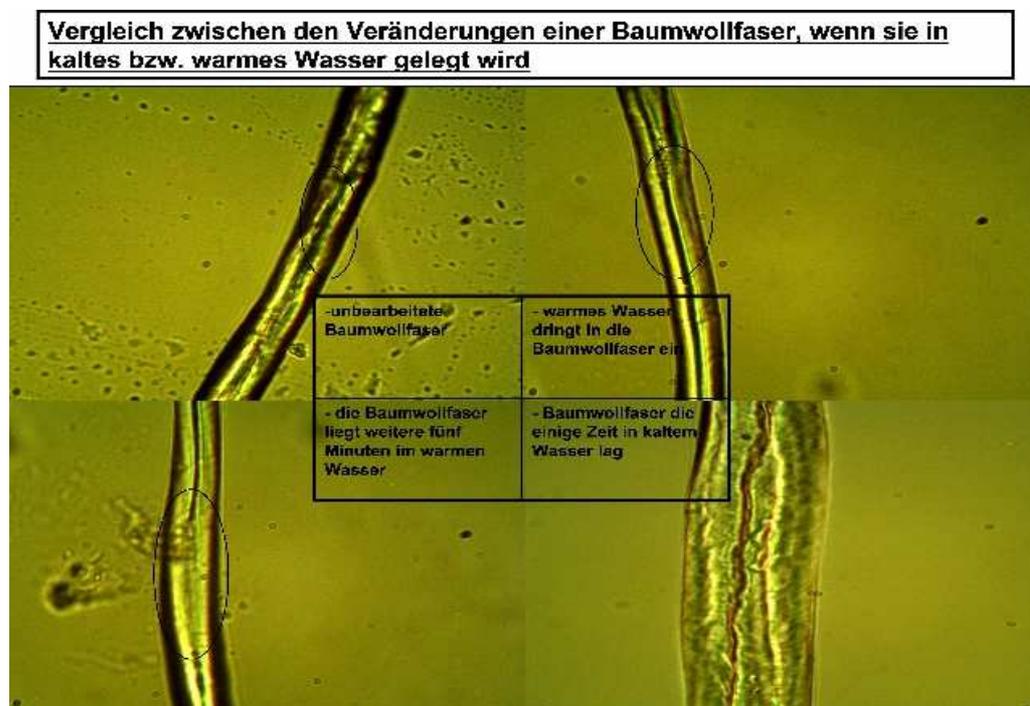


Abbildung 5: Versuch 1

Einen Unterschied bei der Temperatur des Wassers gibt es allerdings im Bezug auf die Veränderungen an den Fasern. Während sich die Faser in Verbindung mit kaltem Wasser (unten rechts), soweit man mit der von mir gewählten Vergrößerung sehen kann, „nur“ ausdehnt, scheint es als löst sich der mittlere dunkle „Strang“ aus der Faser und verbindet sich mit dem Wasser, also findet eine Diffusion statt, wenn die Baumwollfaser für einige Minuten ca. 80°C warmen Wasser ausgesetzt ist (dieser Strang könnte allerdings auch Staub sein, der sich an die Faser gesetzt hat und sich durch das warme Wasser löst).

Abbildung 6:

Wie schon erwähnt gibt es in meinen Versuchsfasern auch Anzeichen für noch intakte Zellen, in Abbildung 5 im eingekreisten Bereich sieht der Rand der Faser wie eine äußere Membran und Zellwand eines Faserstrangs aus und die Einkerbungen könnten sogenannte Tüpfel sein, die für den Stoffaustausch sorgen. Vereinzelt sind auch Zellabgrenzungen, also ganze Zellen zu erkennen. Dies führt mich zu der Annahme, dass auch in den Baumwollfasern an Wattestäbchen noch Wasser enthalten sein muss und somit ist auch in Kleidern noch eine Art „Grundfeuchtigkeit“ vorhanden, die in den Zellen/Faserstränge eingeschlossen ist.



Abbildung 6: Außenwand einer Baumwollfaser

Abbildung 7:

In diesem Versuch zeige ich erst wie die Fasern aussehen, wenn sie am Wattestäbchen hängen und dann wie sie aussehen nachdem sie in 10°C und 80°C warmen Wasser lagen und danach wieder mit Hilfe der Wärme des Glätteisens getrocknet wurden.

Ich lege den Objektträger mit den nassen Fasern auf die 200°C warme Glätteisenplatte bis das Wasser unter dem Deckgläschen verdampft ist. Sehr auffällig ist, dass die wieder getrockneten Fasern einen sichtbar kleineren Durchmesser haben als die unbehandelten, ich habe dies auf dem Bildschirm nachgemessen. Wie oben erklärt kann man von einer „Grundfeuchtigkeit“ der Fasern ausgehen, die durch die Hitze des Glätteisens mitverdampft, deshalb ziehen sich die Fasern noch weiter zusammen und sind dann dünner als vorher.

Vergleich zwischen den von mir unbehandelten Baumwollfasern und den getrockneten Baumwollfasern, nachdem sie im Wasser (kalt und warm) gelegen haben

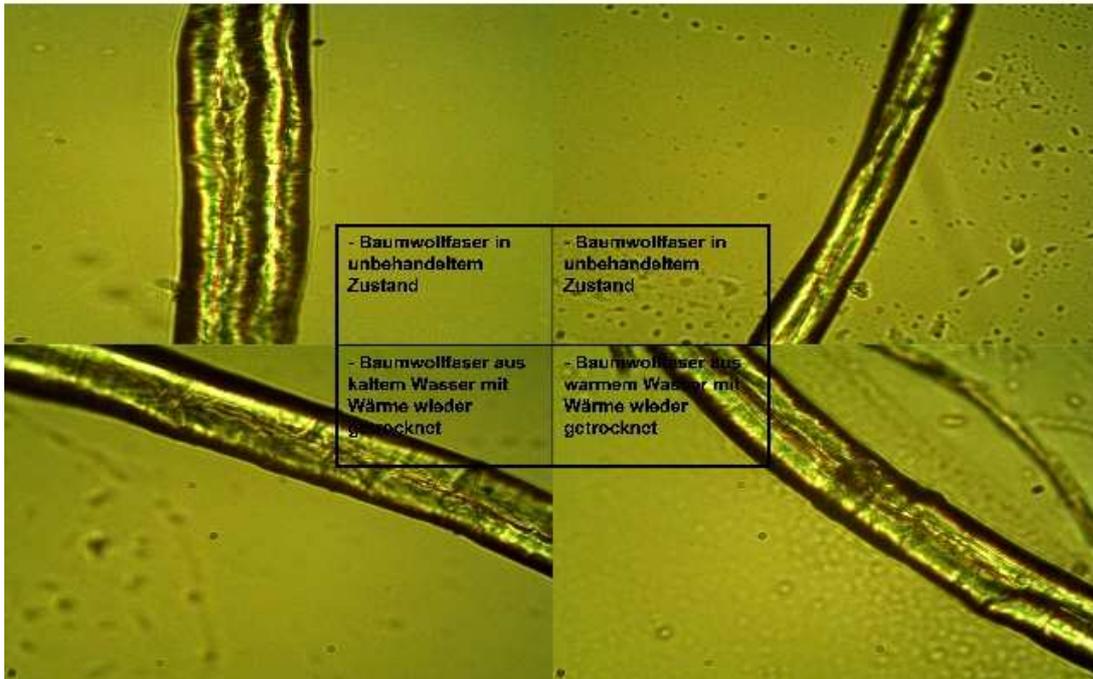


Abbildung 7: Versuch 2

Abbildung 8:

Ich nehme eine Faser, die einmal spiralförmig (Stelle auf dem Bild eingekreist) verdreht ist, lege sie auf einen Objektträger, den ich etwa mit 45° Steigung schräg aufstelle, und lasse dann ca. 1 Liter Wasser (Zimmertemperatur) von oben an über den Objektträger laufen. Die Faser ist danach nicht mehr verdreht und bleibt nach dem Trocknen an der Luft (48 Stunden) auch in dieser Form.

Vergleich der „Glätte“ einer Baumwollfaser bevor und nachdem sie in fließendes Wasser gehängt wurde

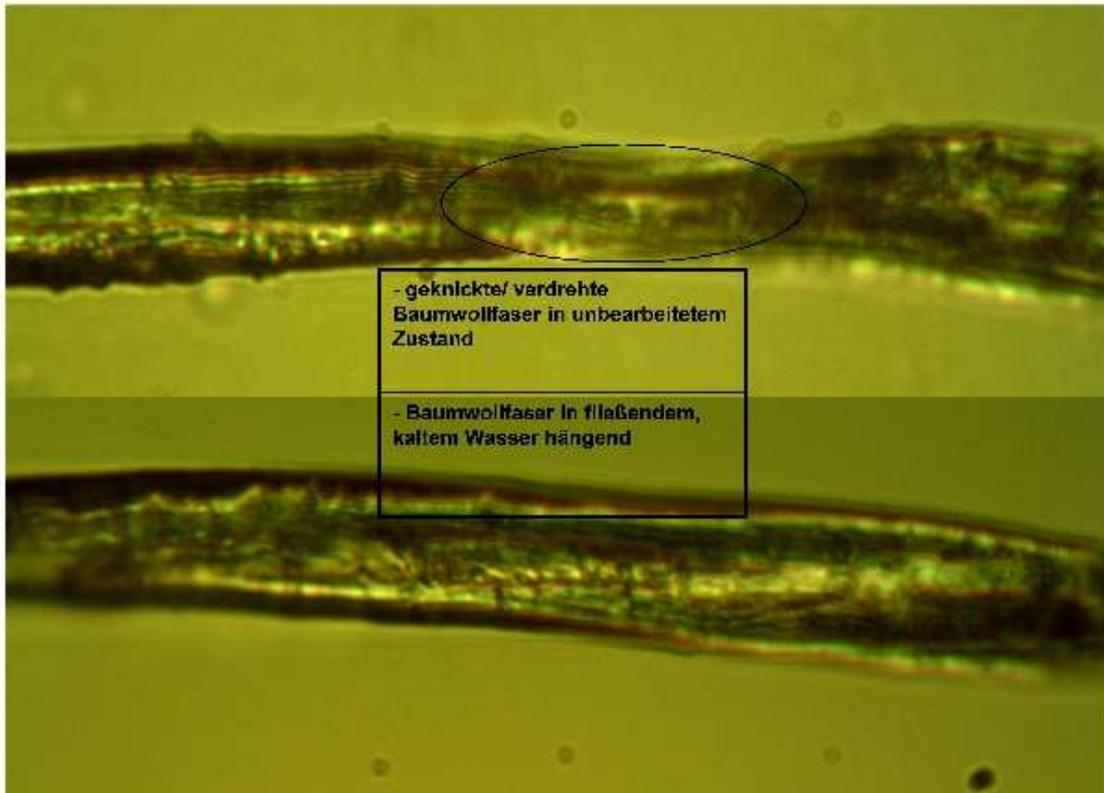


Abbildung 8: Versuch 3

Bügelersatz:

Aufgrund dieser Ergebnisse entwickelte ich einen vorerst theoretischen Bügelersatz. Mein „Bügelersetzgerät“ ist eine Kammer, in der eine waagerechte Stange zum Aufhängen der Wäsche ist, darunter befindet sich ein Auffangbecken, das das Wasser, das aus Kanistern, die über der Wäsche angebracht sind, fließt, auffangen soll, damit es nicht verloren geht. In den fünf Kanistern ist genau 1 Liter Wasser. Die Wäsche wird beregnet und wenn das ganze Wasser unten angekommen ist, lässt man die nasse Wäsche trocknen, dann ist sie geglättet (siehe Abbildung 8). Leider dauert dieses Verfahren insgesamt deutlich länger als das Bügeln, aber es hat auch ein paar Vorteile: Man muss nur das Wasser aus dem Auffangbecken in die Kanister zurückfüllen und die Wäsche

aufhängen und kann die restliche Zeit andere Sachen erledigen, man benötigt keinen elektrischen Strom und hat trotzdem faltenfreie Wäsche und die Wäsche wird sogar noch ein wenig gründlicher gereinigt. Um dies weiterhin zu gewährleisten, wäre es sinnvoll einen Filter für das Wasser, das im Auffangbecken landet, einzubauen.

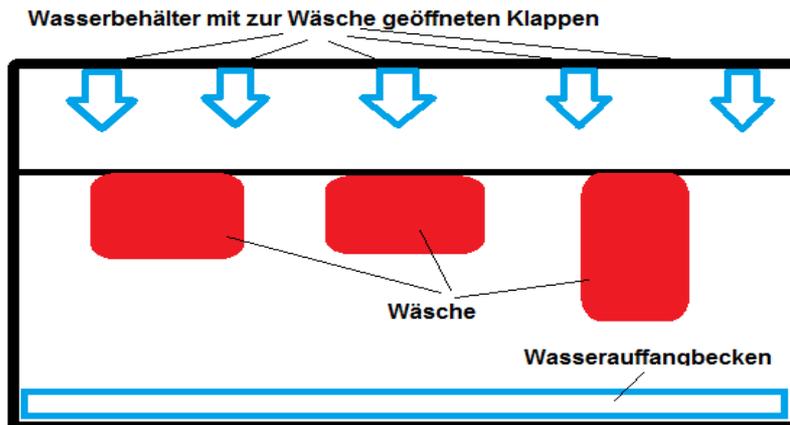


Abbildung 9: Selbstentwickeltes "Bügelersatzgerät"

5. Fehleranalyse

Das Ergebnis meiner Untersuchungen kann durch verschiedene Abweichungen verfälscht worden sein. Folgende Abweichungen scheinen mir möglich zu sein:

- bei der Zugabe von Wasser zu den Fasern unter dem Mikroskop wurde das Licht anders gebrochen als vorher, dadurch könnten die Veränderungen, die beobachtet wurden, eine Täuschung gewesen sein
- bei den Messungen des Durchmessers der Fasern könnten grobe Messfehler aufgetreten sein, die einerseits durch die verschiedenen Vergrößerungen von

Mikroskop und Kamera oder der leichten Verschiebung der Fasern entstanden sein können, andererseits durch Messungenauigkeit meinerseits.

- die verwendeten Fasern waren trotz Aufschrift nicht zu 100% unbehandelte Baumwollfasern

usw.

6. Zusammenfassung

Baumwollfasern bestehen aus weiteren Fasern, nehmen Wasser in ihre Fasern und Hohlräume auf und geben es unter Wärmeeinwirkung wieder ab, wobei ein Teil des Wassers, das schon vor der Befeuchtung in der Faser war, mit austritt. Baumwollfasern werden durch kochendes Wasser nicht beschädigt (denaturiert), dadurch können sich aber Stoffe lösen, die an den Fasern hafteten, wie zum Beispiel Staub (siehe Abbildung 5). Verdrehte Baumwollfasern glätten sich, wenn sie in Wasserströme gehalten werden und bleiben nach dem Trocknen glatt. Würde man Baumwollkleidung aufhängen, von oben beregnen lassen und dann aufgehängt trocknen lassen, blieben die Kleider glatt. Also gibt es die Möglichkeit ohne elektrischen Strom Wäsche glätten, allerdings dauert dieser Prozess bis zu 24 Stunden länger, da Baumwolle Wasser schlecht wieder abgibt (siehe 2.2. Baumwolle).

7. Weiterführung des Projektes

Man lernt niemals aus. Ausgehend von diesem alten Sprichwort habe ich mir schon überlegt wie man das Projekt weiterführen könnte. Zwei Ideen faszinieren mich besonders: Man könnte erstens Überprüfungsversuche zu meinem „Bügelersatzgerät“ (siehe 4. Auswertung) machen, indem man ein solches Gerät baut und überlegt wie man es schneller und effizienter machen kann (z.B. indem die optimale Wassermenge gefunden wird). Und zweitens könnte man untersuchen was mit Kunstfasern und Mischgeweben unter dem Bügeleisen geschieht und Vergleiche anstellen (es gibt ja z.B. schon bügelfreie Baumwollhemden und es wäre interessant zu untersuchen, wie die verändert wurden, sodass man sie nicht bügeln muss). Mit Hilfe dieser Vergleiche kann man dann auch „Glättungsgeräte“ perfektionieren, also auf die verschiedenen Stoffarten abstimmen.

8. Danksagung

Für die Unterstützung, die ich selbst in schwierigen Zeiten erhielt, möchte ich meiner gesamten Jugend forscht Gemeinschaft einen herzlichen Dank aussprechen und möchte auch an dieser Stelle meine Hoffnungen hinzufügen, dass auch noch in den kommenden Jahren eine so tolle Gemeinschaft bestehen bleibt. Ein weiterer ganz besonderer Dank geht an meine Familie, die in allen Situationen an mich geglaubt hat und mich auch in meiner Begeisterung für die Naturwissenschaften unterstützt, obwohl nicht alle diese Begeisterung nachvollziehen oder bei sich selbst entdecken können. Gesondert möchte ich meinen Eltern danken, weil sie diejenigen sind, die mich zum Forschen brachten. ...

9. Quellennachweise

- [1] http://de.wikipedia.org/wiki/Baumwolle#Eigenschaften_der_Faser
- [2] <http://de.wikipedia.org/wiki/B%C3%BCgeleisen>
- [3] ImpulsePhysik 9/10 Verlag Klett