Der verbesserte Sturzhelm

Jugend forscht 2009

Benjamin Nöke

Der verbesserte Sturzhelm

1.Kurzfassung 2

2.Zielsetzung 2

3.Ergebnisse der letzten Arbeit 2

4.Der Beschleunigungssensor JW24F8 4

5.Der verbesserte Helm 5

6.Sturzversuche 6

7.Ergebnisse 7

8.Ausblick 9

1. Kurzfassung

Jährlich sterben viele Fahrradfahrer bei Unfällen. Oft ist das Tragen eines schlechten Helms, oder das Fahren ohne Helm an den schlimmen Folgen schuld. Schon im letzten Jahr hatte ich es mir deswegen zum Ziel gemacht einen besseren Helm zu entwickeln. Damals testete ich verschiedene Materialien und fand dabei heraus, dass sich Zucker am besten dazu eignete den Stoß abzudämpfen. Was mir in kleinem gelang, wollte ich dieses Jahr im großen Maßstab schaffen. Mein Ziel war es auf den Grundlagen der letzten Arbeit einen verbesserten Sturzhelm zu bauen. Um ihn zu testen benutzte ich einen Beschleunigungssensor. Die Ergebnisse des Sensors sollten mir zeigen ob ich auf dem richtigen Weg bin.

2. Zielsetzung

Ich will einen verbesserten Sturzhelm bauen, der viel besser schützt als ein normaler Sturzhelm. Er soll besser abbremsen und nicht viel mehr wiegen als der normale Helm. Mit einem Sensor kann ich die Daten beim Aufprall messen und dann miteinander vergleichen. So habe ich Ergebnisse, die mir helfen einen besseren Helm zu bauen.

3. Ergebnisse der letzten Arbeit

Im letzten Jahr testete ich verschiedene Materialien. Dabei stellten sch heraus, dass Zucker und Salz den Sturz am besten abbremsten. Daraufhin entwickelte ich folgende Theorie: Durch die Reibung der Zuckerkristalle untereinander wird die Energie sehr gleichmäßig entwertet. Dies scheint ein sehr entscheidender Faktor zu sein.

Abb. 3.1 Das rohe Ei hat dem Fall aus 10m Höhe überstanden

Um herauszufinden, warum genau der Zucker und das Salz die Eier trotz der enormen Höhe vor dem Zerbrechen zu schützten, entschied ich mich beide Stoffe unter dem Mikroskop näher zu betrachten. Hierfür benutzte ich ein Dunkelfeldmikrosop.

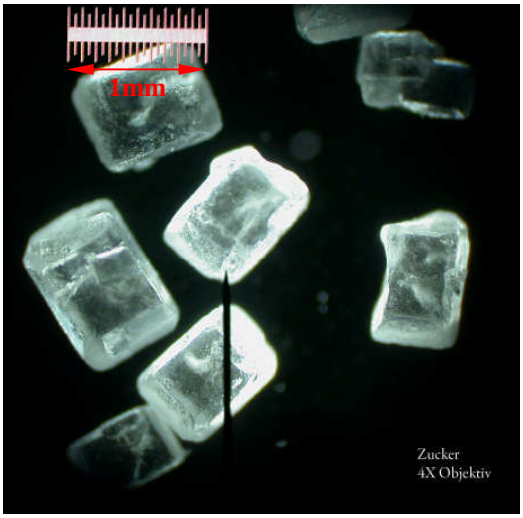

Abb. 3.2 Zucker unter dem Dunkelfeldmikroskop

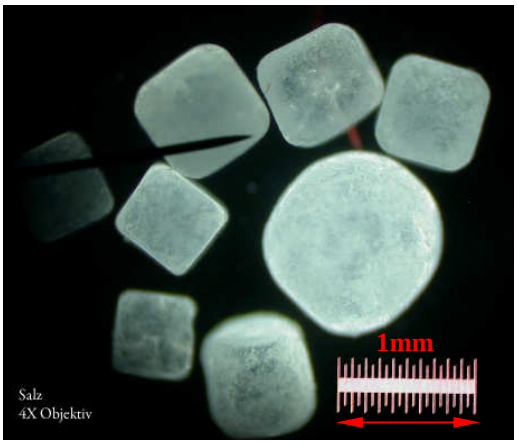

Abb. 3.3 Salz unter dem Dunkelfeldmikroskop

Das Besondere an diesem Mikroskop ist, dass das einfallende Licht der Lampe am Objektiv vorbeigeleitet wird und nur der Lichtstrahl, welcher am zu untersuchenden Stoff gestreut oder gebrochen wird in das Objektiv einfällt und so sichtbar wird. So lassen sich feine Strukturen besser erkennen und untersuchen. Die Aufnahmen unter dem Mikroskop zeigen die typische Kandiszuckerform der einzelnen Zuckerteilchen. Im Gegensatz zum Zucker sind die Ecken des Salz eher abgerundet. Da beide, Zucker und Salz, das Zerbrechen des Eis aus 10m Höhe verhinderten, wird klar, dass die unterschiedliche Form in diesem Fall eher unbedeutend ist.
Wichtig ist, dass die Zuckerkörner aneinander vorbei gleiten können und was besonders wichtig ist, dass die Bewegungsenergie des Eis durch die hierbei auftretenden Reibunskräfte ganz gleichmäßig abgebremst wird. D.h.: Dass das Ei überlebt hängt nicht nur von der Abremszeit Δt ab, sondern wie in dieser Zeit die Abbremsung erfolgt. Wie man der Abbildung 3.4 entnehmen kann, geht bei gleicher Abbremszeit Δt das Ei bei der Abbremsfunktion 1 im Bereich A kaputt und bei der Abbremsfunktion 2 im Bereich C. Nur bei der Abbremsfunktion 2 würde das Ei überleben. Deswegen musste ich einen Helm bauen der darauf basiert.

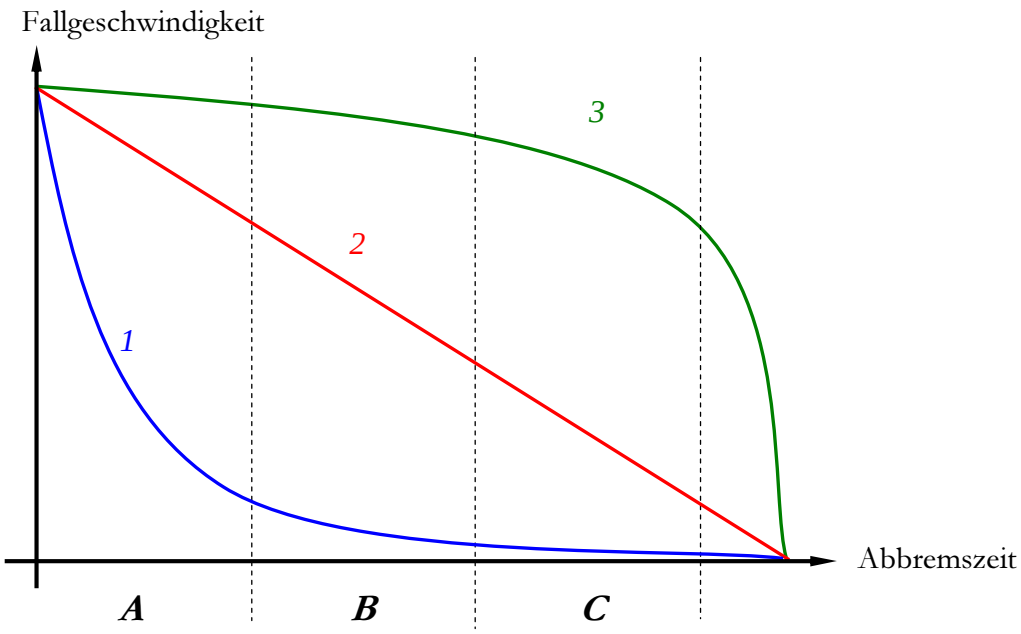

Abb. 3.4 Änderung der Fallgeschwindigkeit während der Abbremszeit

4. Der Beschleunigungssensor JW24F8

Bei meinen Versuchen im Vorjahr testete ich die Helme indem ich ein Ei hineintat. Wenn es kaputtging, war der Helm zu schlecht. Um dieses Jahr seriösere Messergebnisse zu haben, wollte ich die Beschleunigung messen. Vorher musste ich sie immer berechnen, hatte aber keine richtigen Daten. Um die Beschleunigung beim Aufprall zu messen, brauchte ich ein Messinstrument. Deswegen besorgte ich mir den Joy Warrior 24F8 von Code Mercenaries. Dieser besitzt 3 Achsen (x, y, z). Jede der Achsen hat 10 bit. Der Sensor kann auf verschiedene Stufen eingestellt werden. (2g, 4g, 8g). Die Daten werden über einen USB Ausgang übertragen und können so am Computer ausgewertet werden. Über ein selbst angelötetes USB- Kabel kann ich ihn anschließen. Mit der Software aus dem Internet, kann ich die Daten auswerten. Mit dem Sensor will ich die verschiedenen Helme auswerten. Über ein Programm kann ich die Sensibilität des Sensors und die Frequenz einstellen. Mit den anderen Programmen kann man ihn kalibrieren und auswerten. Die Daten kann ich dann zum Beispiel in Excel auswerten. Vor den Versuchen ist es natürlich wichtig zu wissen, welcher Wert einem g entspricht. Da der Sensor hohe Stürze aushalten muss, musste ich ihn natürlich schützen. Dazu baute ich ein Kästchen das den Sender bei einem Aufprall schützt. Der Sender wird zwischen dem Helm und dem Kopf eingesetzt. So konnte ich den Sturz am besten

messen und auswerten. Um zu ermitteln wie viel ein g ist, benutzte ich eine einfache Methode, ich drehte den Sensor um 90º die Werte von den zwei Achsen entsprechen dann 1g.

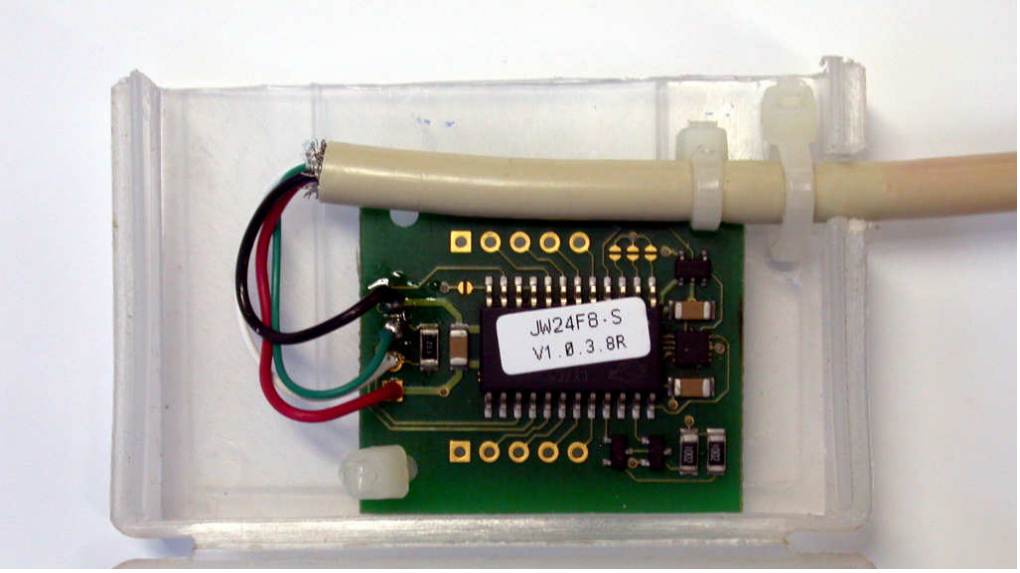

Abb 4.1 Der Beschleunigungssensor in der offenen Schutzhülle

5. Der verbesserte Helm

Im Vorjahr hatte sich der Zucker als bester Stoff für ein Polster erwiesen. Deswegen wollte ich ihn auch für einen Helm in Originalgröße verwenden. Dabei gab es allerdings ein Problem: Der Zucker war zu schwer für einen Helm. Ich musste also einen leichteren Stoff finden. Styropor war ein leichter Stoff, aber meine Versuche mit ihm hatten gezeigt, dass er schlechter als der Zucker war.

Abb. 5.1 Mit Zuckerwatte geklebtes Styropor

Deswegen kam mir die Idee, dass, wenn ich das Styropor klein breche und es in ein Polster einarbeite, es sich frei bewegen kann. Die Reibung sollte den gleichen Effekt wie bei dem Zucker haben und konstant abbremsen. Natürlich wusste ich nicht. ob der Effekt beim Styropor der gleiche ist, aber das würde sich bei den Versuchen herausstellen. Dann musste ich natürlich das Styropor in einem Polster unterbringen. Mein erster Versuch war es, das Styropor mit Zuckerwatte zu kleben so dass es bei einem Sturz auseinander bricht. Dieser Versuch scheiterte allerdings, so dass ich einen anderen Weg gehen musste.
Ich schweißte stattdessen die Styroporstücke in Kammern ein. So konnten die Styroporstücke nicht hin und herrutschen waren aber frei beweglich. Dieses Polster klebte ich dann in den Helm. Mit diesem Helm konnte ich meine Versuche beginnen.

Abb. 5.2 Normaler Helm mit Luftballonkopf

Abb. 5.3 Verbesserter Helm mit Melonenkopf

6. Sturzversuche

Um den normalen Helm und den verbesserten Helm zu testen musste ich Fallversuche machen. Zur Erfassung der Messwerte befestigte ich den Beschleunigungssensor zwischen den Helm und den „Kopf“. Als Kopf diente eine Melone. Als Sturzhöhe nahm ich 1m, 1,5m und 2m. Der Sensor war an den Computer angeschlossen. Jeden Helm ließ ich dreimal bei der gleichen Höhe fallen. So konnte ich Mittelwerte bilden. Die Mittelwerte von der höchsten Fallhöhe sind in Kapitel 7 dargestellt.

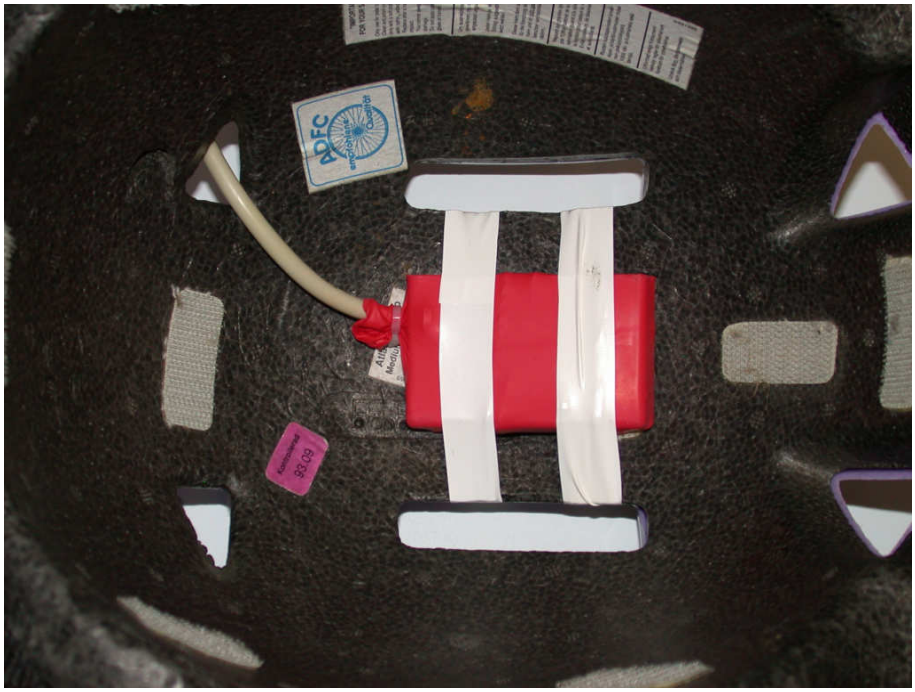

Abb. 6.1 Der Sensor ist im Helm befestigt

7. Ergebnisse

Wie man Abbildung 7 entnehmen kann, ist der normale Helm doch noch besser als mein „verbesserter“ Helm 1. Die Erkenntnisse von den Versuchen mit Zucker lassen sich also nicht 1:1 auf Styropor übertragen. Styropor ist schließlich ein anderer Stoff als Zucker. Deswegen muss ich auch einen Stoff finden, der eine ähnliche Struktur wie Zucker aufweist, aber leichter als Zucker ist. Denn bis jetzt hatte ich nur die Theorie, dass Zucker so gut war, weil er durch die kristalline Form bei einem Sturz aneinander reibt und so konstant abbremst. Styropor hat diese Struktur aber nicht.

Außerdem ist Styropor durch pressen hart geworden und hat nicht eine Granulatstruktur bei der die einzelnen Teilchen hart sind. Dadurch hat das Aneinanderreiben nicht den gleichen Effekt wie beim Zucker. Es entsteht nicht so ein konstanter Energieverlust wie bei der Reibung von Zucker an Zucker. Dadurch wird auch nicht konstant abgebremst, sondern eher wie beim normalen Helm ruckartig. Damit der Helm aber besser wird, muss ich ein Polster

bauen, dass konstant abbremst und nicht ruckartig wie beim normalen Helm. Ich musste das Polster also noch einmal überarbeiten.
Ich verwendete nun ein Kunststoffgranulat mit der Bezeichnung „HF500N“. HF500N hat in etwa die gleiche Struktur wie sie Zucker hat. Es war aber leichter als der Zucker. Ich bastelte nun ein Polster in dem ich dieses Granulat einbauen konnte. Dieses Polster ist über dem Styroporpolster eingebaut und ziemlich dünn. Es soll einen Großteil des Stoßes abfangen. Natürlich musste ich diesen Helm auch noch testen. Die Messergebnisse von dem normalen Helm hatte ich ja schon. Deswegen musste ich nur eine Versuchsreihe mit diesem Helm machen und dann nur die Ergebnisse vergleichen. Als Sturzhöhe nahm ich wieder 1m, 1,5m und 2m. Ich ließ ihn wieder bei jeder Höhe dreimal fallen um die gleiche Sicherheit wie bei den anderen zu haben. Die Messergebnisse dieses Helmes waren besser als die Ergebnisse vom normalen Helm und dem „verbesserten“ Helm 1.

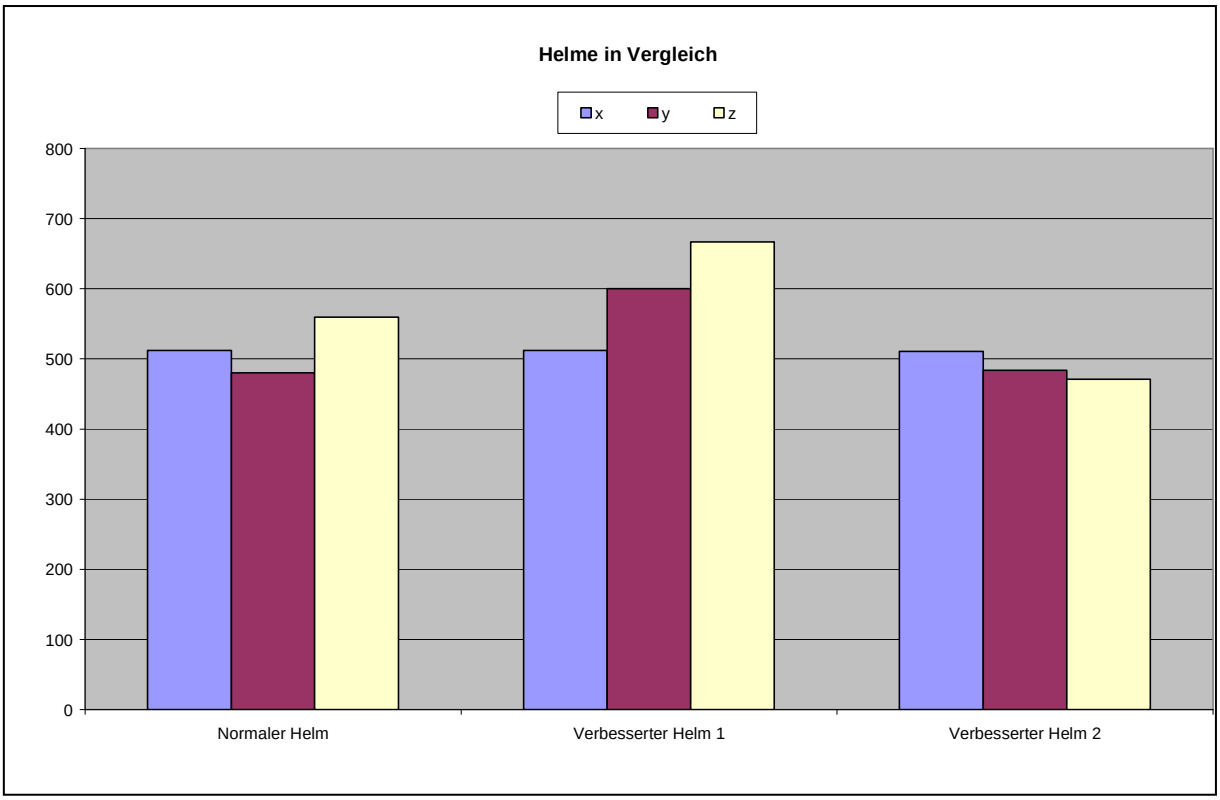

Abb.7.1 Helme in Vergleich
Hochwertachse: Beschleunigungswerte des Sensors beim Aufprall

Die Versuche haben gezeigt, dass der Verbesserte Helm 2 am besten war. Wie in der Grafik zu sehen ist, sind die Werte bei der z-Achse um 90 besser als beim normalen Helm und um 190 besser beim „Verbesserten“ Helm 1. Die Versuche zeigen mir, dass ich Fortschritte mache und auf dem richtigen Weg bin. Außerdem zeigt es, dass die Körner im neuen Polster wie vermutet einen wichtigen Teil der Abbremsung übernehmen. Ich bin mir allerdings sicher, dass ich den Helm noch mehr verbessern kann. Die Styroporstücke allein hatten sich dagegen als Fehlschlag erwiesen. Trotzdem bin ich meinen Ziel, einen besseren Helm zu entwickeln, entscheidend näher gekommen.

8. Ausblick

Mein letzter Prototyp war zwar besser als der normale Helm, aber noch nicht so gut wie ich erhofft habe. Deswegen will ich ihn weiter verbessern. Meine Versuche zeigten aber, dass meine Theorie wahrscheinlich stimmt, denn mit dem kristallinen Stoff waren die Ergebnisse besser als mit dem Helm der nur das Styroporpolster hatte.