

# Forschungspraxis

**TITEL:** Nachhaltigkeitsuntersuchung der USB-Mauskabel  
für die Fair-Maus

Name: Lu Cong

Matr.-Nr.: 03652472

**BETREUER:** Susanne Jordan

Tag der Ausgabe:

Tag der Abgabe: 26.10.2015

# Katalog

1 Einleitung.....	3
2 Ziel.....	4
3 Marktforschung.....	5
4 Kabelkonstruktion.....	8
Länge.....	8
Knickschutz.....	9
Kabelmantel.....	10
Abschirmung.....	11
Adern.....	12
5 Kabel für Fair-Maus.....	13
Länge und Durchmesser.....	13
Material.....	13
Abschirmung.....	14
Adern.....	14
6 Konstruktion der Maus.....	16
7 Zusammenfassung.....	18
Partnern.....	19
Literaturverzeichnis.....	21

# 1 Einleitung

In dieser Forschungspraxis wird eine verbesserte Konstruktion eines USB-Kabels zum Einsatz in der Fair-Maus und eine nachhaltige Materialalternative für das Kabel untersucht. NagerIT will mit der Fairen Computermaus in der Elektronikindustrie eine ähnliche Entwicklung anstoßen, wie sie bereits bei Kaffee, Kakao oder Kleidung zu beobachten ist. Da eine komplett faire Maus für einen Verein nicht in einem Zuge umsetzbar ist, beginnt NagerIT mit einer „teil-fairen“ Maus, der immer fairere Versionen folgen, bis das Ziel der 100% Fairen Maus erreicht ist.

Nachhaltigkeit heißt, Umweltgesichtspunkte gleichberechtigt mit sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu berücksichtigen. Die Folgen dieser Einstellung sind zum Beispiel:

- Ohne Raubbau
- Ohne Kinder-/Gefangenearbeit
- Ohne Menschenunwürdige Arbeits- und Lebensverhältnisse
- Ohne Verschmutzung der Umwelt

Die größte Herausforderung war die Zusammenarbeit mit asiatischen Lieferanten. NagerIT verlangte Informationen zu Arbeitsbedingungen, Zulieferern, Rohstoffen – für lächerlich kleine Mengen von LEDs und Scrollrädern. Ein Lieferant aus Malaysia sprang ab. NagerIT musste umschwenken auf die Philippinen, ein Rückschritt bei den Arbeitsbedingungen. Recycelte Metalle bekommt man aus Belgien, aber keine Komponenten mit diesen Metallen, sodass vorerst ein USB-Kabel mit Kupfer unbekannter Herkunft verwendet werden musste. <sup>[CW12] [FME]</sup>

## 2 Ziel

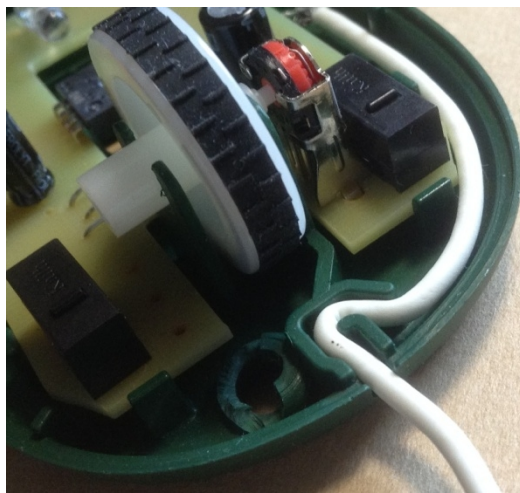
Nach Kundenfeedback wird ein Konstruktionsproblem der Mausekabel gefunden. Manchmal brechen die Kabeladern ziemlich nahe an der Maus oder am USB-Stecker. Dieses Problem tritt selten auf, aber NagerIT nimmt den Ruf und die Qualität des Produkts und die Kundenanforderungen als wichtigsten Wert für die Firma. Das Gehäuse der Maus kann man jetzt nicht mehr verändern. Deswegen sucht NagerIT ein neues Kabel, das bessere physikalische und elektrische Fähigkeit besitzt und gleichzeitig ohne Ausbeutung, Kinderarbeit und erzwungene Überstunden bei der kompletten Herstellung auskommt.

In dieser Arbeit soll untersucht werden, wie genau die Komponenten der Kabel zusammenarbeiten, welche Komponenten notwendig sind, was haben andere Hersteller gemacht und welche Konstruktionen für die Fair-Maus am besten sind. Aus der Literatur des optischen Sensors kann die Datenrate errechnet werden. Um den Zusammenhang zwischen der theoretische Konstruktion der Kabel und der Genauigkeit der Datenübertragung zu bestimmen, soll dies mit elektronischen Ingenieuren und wissenschaftlichen Mitarbeitern von professionellen Lehrstühlen befragt und diskutiert werden.

Außerdem wird ein Material gesucht, um die Umweltfreundlichkeit zu erhöhen. Diese Arbeit soll mit dem chemischen Lehrstuhl diskutiert werden. Danach wird ein nachhaltiges Material des Kabels bestimmt, das evtl. auch Einfluss auf finanzielle Faktoren haben wird. <sup>[FML]</sup>

### 3 Marktforschung

Das Gehäuse der Maus wurde von den Dambacher Werkstätten im Jahr 2014 hergestellt. Der alte Hersteller der Maus kabel ist Hentek, eine elektrische Firma aus China, die die genaue Materialquelle und die Produktsituation nicht preisgibt. Deshalb ist es, für eine passgenaue Lösung für die bestehenden Gehäuse besser, ein komplett neues Kabel für die Maus zu suchen .



Schnittbild der Fair-Maus

Auf dem Meßschieber ist der Durchmesser der alte Kabel <sup>2.1</sup> mm und der Durchmesser dem Loch in der Gehäuse ist <sup>2.4</sup> mm. Mit Pressen kann ein Kabel mit maximal <sup>2.6</sup> mm verwendet werden. Eine Marktforschung wird gemacht, um den Durchmesser von anderen Mausherstellern zu untersuchen und den Zusammenhang zwischen Durchmesser der Kabel und den physikalische Eigenschaften zu analysieren.

Mit Erlaubnis des Verkäufer werden die Mäuse in Mediamarkt, Saturn und Technomarkt gemessen. Die unterere Daten stammen von einer chinesischen Computer BBS. <sup>[NC11]</sup>

Marke	Mode	Preis	Beschreibung des Kabelmanteltes	KNICKSCHUTZ	Material	Durchmesser
-------	------	-------	---------------------------------	-------------	----------	-------------

Aus Deutschland (von Saturn, Mediamarkt und Technomarkt)

Razer	TAIPAN	67.00 €	7 Zoll leichte geflochtenen Fasern		Geflecht Nylon	
TRUST	GXT 152 ILLUMINATED	28.99 €	Robustes Nylon-Kable für geringere Zugkräfte		Geflecht Nylon	
LOGITECH	G402 Hyperion Fury	49.95 €	Kabel mit Zwei <b>Strain Relief</b>	ja	Gummi(ähnlich)	
SPEEDLINK	LEDOS	19.99 €	Schwarz und rot.	ja	Geflecht Nylon	3.4mm
SPEEDLINK	PRIME Z-DW	29.99 €	Geflochtenen Fasern(ähnlich	ja	Geflecht Nylon	3.4mm
SPEEDLINK	DECUS	37.99 €	Nylon).	ja	Geflecht Nylon	3.4mm
SPEEDLINK	Kudos z-9	49.99 €	Durchmesser der Biegung ist groß.	ja	Geflecht Nylon	3.4mm
HAMA	uRage MMORPG	59.99 €	Schwarz und Blau. Geflochtenen Fasern. dicker als SPEEDLINK.	ja	Geflecht Nylon	3.5mm
MAD CATZ	MMO	99.99 €	Schwarz. Gleich Durchmesser wie SPEEDLINK. dichter gedrängt. weicher als SPEEDLINK. Ohne KNICKSCHUTZ, kurze Verbindung.	nein	Geflecht Nylon	3.1mm
MAD CATZ	RAT5	69.99 €	Schwarz. Gleich Durchmesser wie SPEEDLINK. dichter gedrängt. weicher als SPEEDLINK. Ohne KNICKSCHUTZ, kurze Verbindung.	nein	Geflecht Nylon	3.1mm
ROCCAT	Roccat Kone Pure	69.99 €	Schwarz. Geflochtenen Fasern. Kurz Verbindung.	nein	Geflecht Nylon	2.8mm
ROCCAT	Roccat Kone All Action	99.99 €	Schwarz. Geflochtenen Fasern. Kurz verbindung.	nein	Geflecht Nylon	2.8mm
STEELSERIES	Sensei	89.99 €	Geflochtenen Fasern. Ohne KNICKSCHUTZ, Ohne Verbindung.	nein	Geflecht Nylon	3.2mm

Aus China

Fühlen	G100	100 ¥	Nylonkabel, Geflochtenen Fasern.	Ja	Geflecht Nylon	2.5mm
--------	------	-------	----------------------------------	----	----------------	-------

			Zwei KNICKSCHUTZ.			
A4TECH	N-500F	50 ¥	Gummi. Zwei KNICKSCHUTZ.	Ja	Gummi(ähnlich)	2.5mm
Rapoo	V15		Gummi. Zwei KNICKSCHUTZ.	Ja	Gummi(ähnlich)	2.5mm
Microsoft	Optical Mouse by S+APCK	129.99 \$	Durchsichtig Mantel, Siberfolie Inhalt Mantel. Ohne KNICKSCHUTZ. Luxurios.	Nein	Durchsichtig oberfläche Mantel, Siberfolie Inhalt Mantel	2.0mm
Razer	Abyssus	..	Gummi. Zwei KNICKSCHUTZ. Sehr weicht.	Ja	Gummi(ähnlich)	2.5mm
Razer	Krait	..	Gummi. KNICKSCHUTZ bei Maus.	bei einer Seite	Gummi(ähnlich)	2.5mm
LOGITECH	G1	..	Gummi.	nein	Gummi(ähnlich)	3.5mm
Microsoft	IntelliMouse Optical 1.1A weiß	..	Ohne KNICKSCHUTZ, Verbindung. mit Ferritkern.	nein	Gummi(ähnlich)	3.3mm
Microsoft	IntelliMouse Optical 1.1A schwarz	..		nein	Gummi(ähnlich)	3.0mm
Microsoft	IntelliMouse Explorer 3.0	..		Gummi. Ohne KNICKSCHUTZ, Verbindung.	Nein	Gummi(ähnlich)
LOGITECH	G500	..	Nylonkabel, Geflochtenen Fasern. KNICKSCHUTZ bei USB.	bei einer Seite	Geflecht Nylon	3.0mm
Razer	Naga	..	Nylonkabel, Geflochtenen Fasern. Zwei KNICKSCHUTZ.	ja	Geflecht Nylon	3.0mm
STEELSERIES	World of Warcraft gaming maus	..	Gummi. Zwei KNICKSCHUTZ.	ja	Gummi(ähnlich)	3.3mm

Die analysierten Mäuse sind meistens Gaming-Mäuse. Die Funktionen der Gaming-Maus liegt sich auf die Spitze des Mausbereich. Von die Konstruktion dieser Maus kabel kann Nager IT sich am meisten anschauen.

Die bisher verwendeten Kabel von Hentek sind sehr weich. Es gibt fast keine Gegenkraft, wenn man die Fair-Maus benutzt. Der 2.1mm Durchmesser ist zu dünn für das Maus-Kabel. Aus der Marktforschung kann man sehen: Meistens sind Maus kabel dicker als 3.0mm. Die Kabel, die dünner als 3.0mm, sind z.B. geflochtene Nylonkabel oder besitzen einen Knickschutz an die Verbindung zwischen Maus und Kabel. Vergleicht man den Preis mit der Konstruktion, kann man deutlich sehen, dass

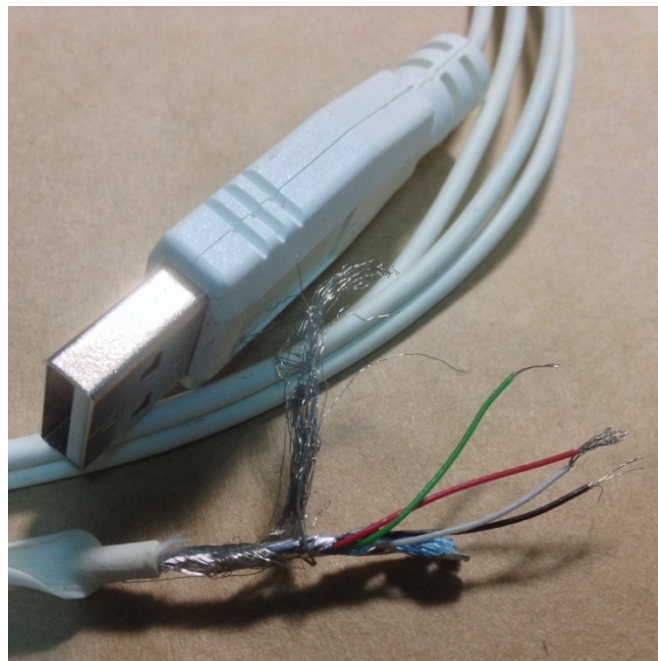
das Material und die Konstruktion der Kabel keine wichtige Rolle auf bei den Kosten spielen. <sup>[DU15]</sup>

Ich diskutiere die Marktforschung und die Kabel der Fair-Maus mit Dipl.-Ing. Walter Wirths und Dipl.-Chem.Christoph Zuleger, wissenschaftliche Mitarbeiter von Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik. Herr Wirths empfiehlt einen Knickschutz für die Fair-Maus, mit der die die Zugkraft auf die Verbindung verkleinert werden kann. Herr Zuleger empfiehlt eine andere Lösung: ein neues Material finden, das mehr physikalische Stabilität besitzen. Kontakte vom Lehrstuhl für makromolekulare Chemie werden von Herr Zuleger angeboten.

Der Hersteller der alten Kabel (Hentek) hat keine Lust, auf die Kooperation mit NagerIT. Der Kabelhändler Lindy empfiehlt uns einen neuen potentiellen Kabelproduzenten: GSN GREATECS, einen deutschen Kabelhersteller mit Sitz in Singapur. Das Kabel könnte evtl. von GSN nach unseren Anforderungen hergestellt werden.

## 4 Kabelkonstruktion

Die alte Kabel von Hentek ist 150 cm lang und er besitzt vier Adern mit 7 Drähte, geflecht Abschirmung, eine Folie und eine Knickschutz zwischen der Maus und dem USB-Strecker. Das Material der Drähte ist Kupfer mit Zinn-Decke.



Kabel von Fair-Maus



Diese Konstruktion der Mausekabel ist ähnlich wie ein USB-Daten-Kabel. Nach einem Vergleich der Konstruktion der USB-Kabel, der XLR-Kabel und der Audio-Signalkabel wird die Anforderung der Mausekabel untersucht. Aus der Werbung des Kabelverkäufers kann man auf wichtige Eigenschaften der Kabel schließen. Nach vielem Bearbeiten bekommt man folgende Konstruktionstabelle: <sup>[SOS15] [PM15] [NU15]</sup>

Länge	Knickschutz		Kabelmantel		Abschirmung	Adern				
	Position	Modell	Dicke	Material		Zahl	AWG	Draht-Material	Mantel-Material	Twisted-Pair (J/N)

## Länge

Bei der Wahl des Kabels spielen viele Aspekte eine Rolle. Zum einen soll die Übertragung zuverlässig funktionieren, zum anderen soll es aber auch möglichst flexibel sein, damit es beim Bewegen der Maus nicht stört, und wenig kostet. Die Länge des Kabels spielt beim Design eines USB Kabels auch eine Rolle. Wenn USB 2.0 Kabel bei externer Festplatte verwendet wird und es die erweiterte Bandbreite nutzt ist die maximale Kabellänge 3m, sonst 5m. Um längere Übertragungsdistanzen zu erreichen und gleichzeitig die Qualität des Signals zu halten, wird ein Signalverstärker gebaut. Je länger die Kabellänge, desto größer der Widerstand und desto mehr Störung der Datenadern.

## Knickschutz

Der Knickschutz ist eine Vorrichtung, welche ein flexibles Bauteil oder eine Verbindung vor zu starker Beanspruchung, insbesondere dem Abknicken oder Abreißen schützen soll. Durch eine schützende, mit Gewebe verstärkte Umhüllung der Zuleitung wird ein Quetschen, starkes Einknicken oder Abbrechen der Verbindung vermieden. Die Umhüllung ist in der Regel elastisch genug, so dass sie Stauchungen und Biegungen der Verbindung bis zu einem gewissen Grad dennoch aufnehmen kann. <sup>[AMS15] [KW]</sup>



90° Nuten



180° Nuten



360° Nuten



180° Nuten gekreuzt

Es gibt unterschiedliche Designs des Knickschutzes, um die verschiedenen Schutzrichtungen und Lenkwinkel zu erreichen. Dicke Kabel für Mehrfachsteckdosen, Computer und Tischlampen sind keine flexiblen Kabel. Solche Geräte werden auf die Steckdose festgelegt. Dabei wird Knickschutz mit 90° Nuten benutzt, der eine stabilere Konstruktion besitzt. Dünne Kabel für Kopfhörer, Computermäuse oder Handy-Ladekabel werden häufig bewegt und sollen Beanspruchungen in alle Richtungen ertragen. Mit dem 360°-Nuten-Knickschutz oder der gekreuzt 180°-Nuten-Knickschutz besitzen die Kabel größere Lenkwinkel und eignen sich für die Arbeit. <sup>[AMD15]</sup>



Hier ist ein gutes Beispiel für der Knickschutz zwischen Kabel und Maus. G402 von Logitech hat einen lange Knickschutz mit zehn gekreuzt 180° Nuten. <sup>[LG402]</sup>

## Kabelmantel

Der Kabelmantel ist ein äußerer Schutz für die Kabeladern. Er ist eng mit der Kabeladern verbunden und schützt das Kabelinnere vor mechanische Beanspruchungen, Umwelteinflüsse oder Korrosion und vor Zerstörung durch chemische Substanzen. Zudem bietet er Berührungsschutz, damit Personen nicht in Kontakt mit dem elektrischen Leiter kommen. <sup>[TD15] [YG03] [KM ITW]</sup>

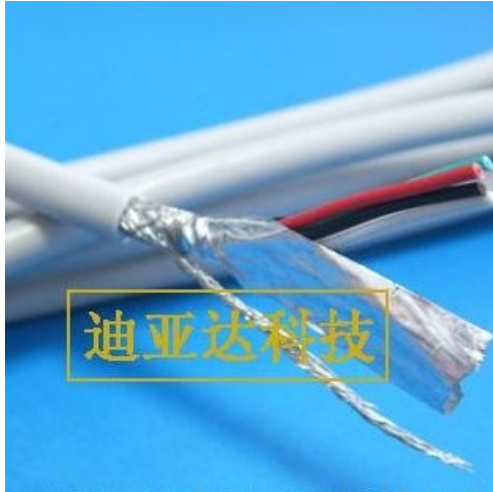
Polyvinylchlorid, PVC, wird sehr häufig als isolierender Kabelmantel verwendet, damit muss es plastifiziert werden. Im Brandfall kann PVC im Kabelmantel Chlorwasserstoffdämpfe bilden, das Chlor dient dazu Radikale zu fangen und es dient als Feuerhemmung. Aber Chlorwasserstoffdämpfe sind schädlich für den menschlichen Körper. Es ist auch nicht umweltfreundlich für Luft und Boden. <sup>[PVC ITW]</sup>

Polyethylene, PE, ist auch ein beliebtes Material für Kabelmäntel. Es kann theoretisch wieder verwertet werden, ist aber 100% ölbasiert. Das PE-LLD, lineares Polyethylen niedriger Dichte, wird vor allem in der Folienproduktion eingesetzt. Es wird als Dielektrikum in Kabeln genützt. <sup>[PE ITW]</sup>

Silicon ist per se nicht entflammbar. Natural silicon gibt es nicht, genauso wenig wie natural PE. Silicon kann man nicht recyceln, da es vernetzt ist. Man kann es bei hohen Temperaturen zersetzen und im Prinzip wieder die Ausgangsverbindungen für Silicone zurückgewinnen.

## Abschirmung

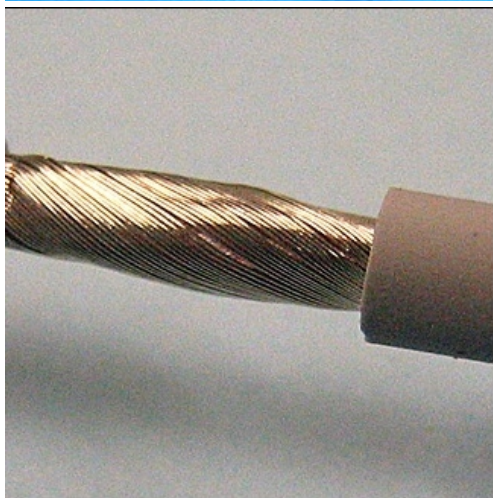
Die Abschirmung der Kabel dient dazu, elektrische und magnetische Felder von diesen fernzuhalten oder umgekehrt die Umgebung des Kabels vor ausgehenden Feldern zu schützen. Die Abschirmung der Kabel hat grundsätzlich drei Form: Geflecht, Wendel und Folien: <sup>[NE11] [MB11] [TD15] [PM12]</sup>



### **Folienabschirmung**(Mylarfolie):

Eine Aluminiumseite und eine Plastikseite.

Zylinder form des Kabel bleibt.  
Kabelseele bleibt stabil.  
Billige Abschirmung



### **Wendelschirmung**

(Drahtumspinnungen):

Eignet sich für Niedrigfrequenzkabel mit kleinem Durchmesser und weichem Material.

Billiger als Geflecht (s.u.).  
Winden auf eine Richtung.



### **Geflechtabschirmung**

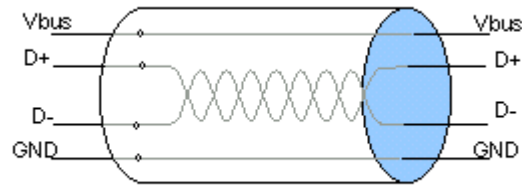
(Geflechte aus Kupferdrähten):

Eignet sich für Hochfrequenzkabel mit größerem Durchmesser und hartem Material, zB HDMI.

Dicker als Wendelschirmung.

## Adern

Ein Mauskabel besitzt vier Adern. Zwei Adern arbeiten als Datenkabel, eine ist GND und eine verbindet sich mit +5V als Spannungsquelle. Manche Hersteller nützen Twisted-Pair-Kabel für die zwei Datenkabel. Diese verdrehte Konstruktion spielt eine große Rolle auf Gegenstörung. <sup>[UMS15][UCQ15]</sup>



Der Durchmesser der Kabel wird technisch AWG genannt. American Wire Gauge, abgekürzt AWG, ist eine Kodierung für Drahtdurchmesser. Sie kennzeichnet elektrische Leitungen aus Litzen und massivem Draht und wird vor allem in der Elektronik zur Bezeichnung des Querschnitts von Adern verwendet. Mit dem spezifische Widerstand von Kupfer wurde der Widerstand der Kabel von AWG errechnet. <sup>[AW]</sup>

Mit verschiedenem Material des Leiters wird das Kabel in verschiedenen Situationen benutzt:

Material des Leiters	Eigenschaft
Silber	leitet von allen Metallen Wärme und Elektrizität am besten. Relativ reaktionsträge. Normalerweise als Beschichtung.
Kupfer	Elektrische Leitfähigkeit ist wenig schlechter als Silber. Metallen Wärme ist wenig schlechter als Gold. Ohne Magnetismus. Leicht verformbar. Einfach zu schweißen
Glocke	Elektrische Leitfähigkeit ist wenig schlechter als Silber, Gold und Nickel. Gute Metallen Wärme. Leicht verformbar. Mechanische Festigkeit schlecht. Als Legierungskabel.
Gold, Nickel	Als hitzebeständiges Kabel
Eisen	Als zusätzliche Material für Kabel
Zink	Als Beschichtung gegen zerfressen.
Osmium	Als Beschichtung gegen zerfressen. Einfach zu schweißen

# 5 Kabel für Fair-Maus

Durch die Daten-Analyse wird eine theoretisch beste Konstruktion für die Fair Maus bekommen. Die folgende Tabelle ist eine Anforderung, die wir dem Hersteller anbieten sollten: <sup>[JU13]</sup> <sup>[JP10]</sup>

Länge	Durchmesser	Mantelmaterial	Abschirmung	Adern				
				Zahl	AWG	Draht-Material	Mantel-Material	Twisted-Pair-Kabel
<b>150cm</b>	<b>2.5mm</b>	<b>PE</b>	<b>Folie</b>	<b>4</b>	<b>&lt;28</b>	<b>Kupfer (Zinn)</b>	<b>PE</b>	<b>Datenkabel</b>

## Länge und Durchmesser

Die Länge der Kabel ist 150cm. Nach der Marktforschung haben viele die Gaming-Mäuse 200cm lange Kabel. Bei die Fair-Maus ist 150cm-Länge Kabel genug. Diese Distanz entspricht der Distanz zwischen der Maus und dem USB-Stecker am Notebook. Ein kurzes Kabel erzeugt weniger Störung bei der Datenübertragung, das kann Kosten sparen. Wie oben beschrieben, darf der Durchmesser der Kabel nicht mehr als 2.6mm sein. Um ein dickeres und stabileres Kabel zu bekommen, schlage ich als Durchmesser 2.5mm mit elastischem Kabelmantel vor, damit es gut einfach durch das Loch der Mausgehäuse passt.

## Material

Dr. Carsten Troll vom WACKER-Lehrstuhle für Makromolekure Chemie und Dr. Johanna Wurbs vom Umweltbundesamt würden Polyethylen als Kabelmaterial empfehlen, wenn es nicht mit problematischen Additiven versetzt ist. Vergleichen mit Silikon und Naturkautschuk, kann Polyethylen theoretisch wieder verwertet werden, ist aber 100% erdölbasiert. Solange Erdöl immer noch in großen Mengen einfach als Heizöl oder Kraftstoff verbrannt wird, ist die Verwendung als recyclingfähiges Material vergleichsweise weniger problematisch zu sehen. Die Entwickler, Hersteller und Anwender biologisch abbaubarer Kunststoffe sind bisher den Nachweis schuldig geblieben, dass ihre Produkte eine mindestens gleichwertige Umweltverträglichkeit wie Erzeugnisse aus traditionellen Kunststoffen besitzen. Die Kriterien „Verwendung nachwachsender Rohstoffe“ und „bioabbaubar“ allein reichen nicht aus, um von vornherein eine generelle Umweltüberlegenheit dieser Materialien zu begründen. <sup>[BAK]</sup>

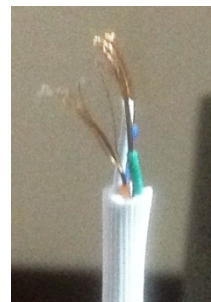
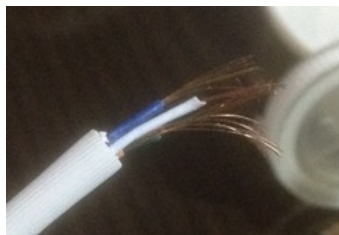
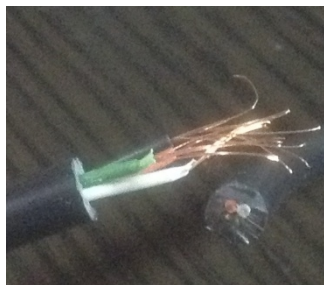
Herr Liu vom Oilchem.net zeigt ein Kunststoff-Preisvergleichen. Am 22 Mai sind PVC zwischen 5.800-6.000 ¥ pro Tonnen. PE ist 10.100-10.200 ¥ pro Tonnen. In China ist PE also doppelt so teuer wie PVC. Dieser Preis auf die 5000 Fair-Maus-Kabel ist nur ganz wenig Geld. Das heißt, von Kosten ist PE Material kein Problem für die Fair-Maus-Herstellung.

## Abschirmung

Auch die Abschirmung spielt eine Rolle bei der Konstruktion. Der optische Sensor von der Fair-Maus ist ADNS-2700 von PixArt, ein taiwanesischer Hersteller. Das Datenblatt zeigt, dass der Sensor 12 bits Datenübertragung pro Sekunde besitzt. Die Übertragungsfrequenz von eine Luxusgamingmaus ist 1000Hz. Dann wird die maximal Datenrate  $12\text{bit} \cdot 1000\text{Hz} = 12\text{Kbps}$  sein. Die Maus kabel sowie USB erlaubt es einem Gerät, Daten mit 1.5Mbps für Maus und Tastatur. <sup>[DD10]</sup>

Herr Hans H. Brunner vom Lehrstuhl für Netzwerktheorie und Signalverarbeitung glaubt: Im USB Standard sind verschiedene Datenraten bei der Übertragung festgelegt. Bei einer niedrigen Datenrate ist die Übertragung über das Kabel weniger störungsanfällig und es wird daher keine Schirmung benötigt. Bei einer hohen Datenrate werden geschirmte Kabel verwendet, damit die Übertragung vor Störeinflüsse von außen geschützt ist. Eine Folien-Abschirmung ist genug für die Fair-Maus. Bei einem Twisted-Pair-Adern – Kabel dient die Abschirm-Folie zudem der runden Formgebung des Kabels.

## Adern



Das Kabel der Fair-Maus soll vier Adern besitzen. Zwei Adern arbeiten als Datenkabel, eine ist GND und eine verbindet sich mit +5V als Spannungsquelle. Das günstigste Material des Leiters ist verzinnter Kupferleiter mit 7 Drähte. Die Leitfähigkeit von Kupfer ist  $58.1 \times 10^6 \text{ A}/(\text{V} \cdot \text{m})$  und wird als Stromleiter meist verwendet. Mit Zinn bekommen die Adern Korrosionsschutz. Vergleicht man verschiedene USB Kabel (s.o.), erweist sich dies als gängige Praxis: die Maus Kabel in China, das alte Fair-Maus Kabel und das GSN Probe-Kabel haben 7 Drähte haben.

Laut Datenblatt des Sensors ist der maximale Strom  $I_{DDT}$  60 mA. Die AWG-Tabelle für Kupferkabel beschreibt den Widerstand der Kabel:

AWG	mOhm/m
20	33.31
22	52.96
24	84.22
26	133.9
28	212.9

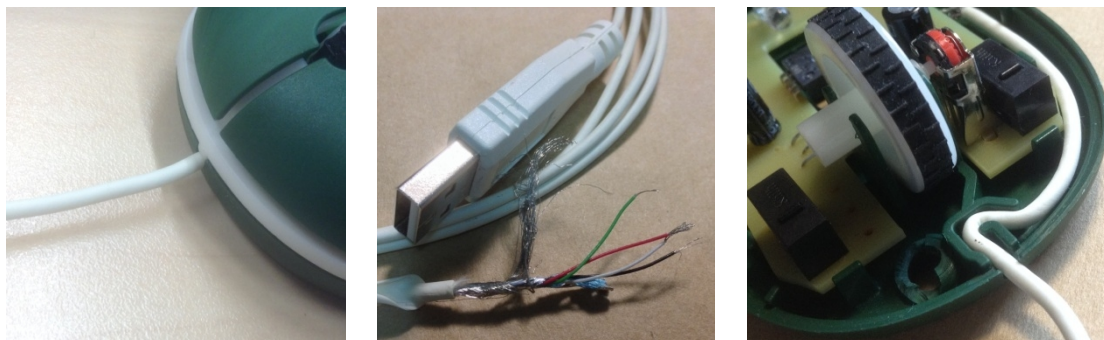
Wenn die Ausgangsspannung des USB 5V ist, darf die Spannungverlust 5% sein. Das heißt, wenn die Spannungverlust auf die Kabel 0.25V ist, kann die Fair-Maus normal arbeiten.

AWG	Voltage Drop at 500mA					
	15cm	50cm	1m	2m	3m	5m
20	0.004997	0.016655	0.03331	0.06662	0.09993	0.16655
22	0.007944	0.02648	0.05296	0.10592	0.15888	0.2648
24	0.012633	0.04211	0.08422	0.16844	0.25266	0.4211
26	0.020085	0.06695	0.1339	0.2678	0.4017	0.6695
28	0.031935	0.10645	0.2129	0.4258	0.6387	1.0645

Diese Tabelle beschreibt die Beziehung zwischen die Länge des Kabel, der AWG sowie die Spannungverluste. In der Tabelle wird der Strom der ganzen Leiterplatte mit 500mA genommen. Das AWG der Fair-Maus soll nicht mehr als 28 AWG sein. <sup>[LG14]</sup>  
[AW]

## 6 Konstruktion der Maus

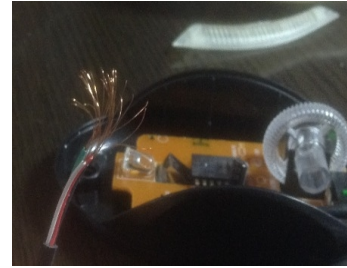
Fair-Maus



Heutige Konstruktion von Fair-Maus

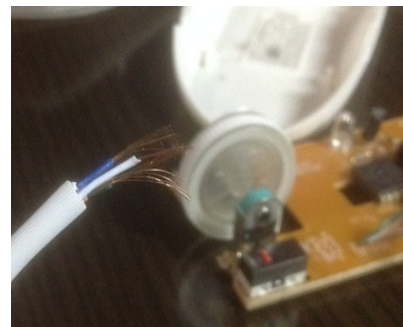
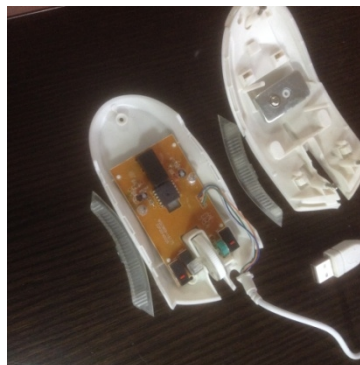
Billige Maus von HP





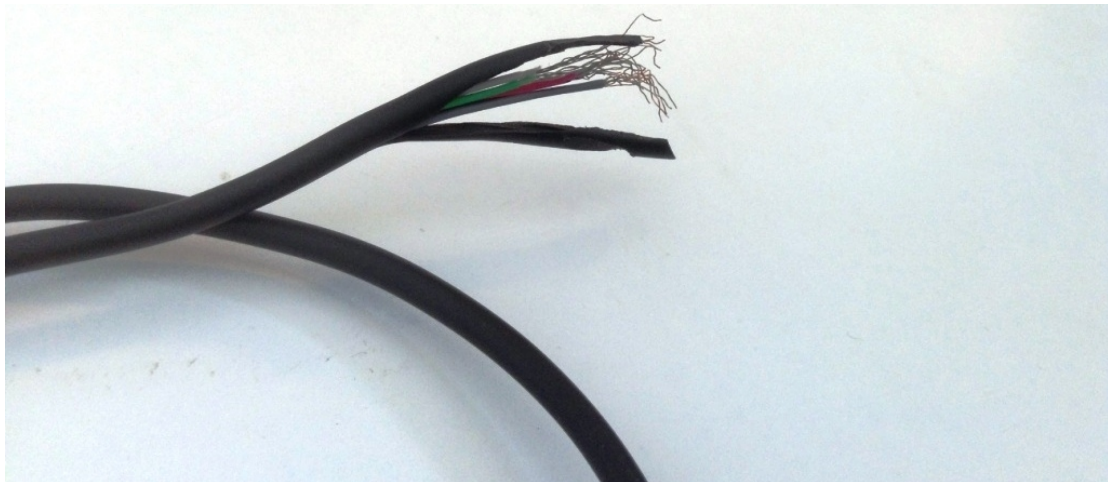
1Euro HP Maus von China gekauft, um die Konstruktion der Kabel zu Untersuchen

Ungenannte billige Maus von Chinamarkt



1 Euro ungenannte Maus in China gekauft, um die Konstruktion der Kabel zu untersuchen

Probekabel von GSN



2.6mm Mauskabel von GSN

Ungenannte billige USB-Kabel von Chinamarkt



1 Euro USB-Kabel in China gekauft, um die Konstruktion der Kabel zu untersuchen.

# 7 Zusammenfassung / Ausblick

In dieser Arbeit wurde untersucht: Erstens Funktion und Rohstoffe aller Bauteile des Mausekabels und zweitens die beste Konstruktion des Kabels für die Fair-Maus.

Zunächst wurden die Definition von Nachhaltigkeit und Fairtrade bei Herstellung von Elektronikgeräten untersucht. Aus den Kundenfeedbacks gibt es eine schwache Stelle an der Verbindung zwischen der Maus und dem Kabel. Dazu wird eine Untersuchung der Konstruktion der Maus und eine Marktforschung von anderen Mäusen gemacht. Dadurch wird die gängige Konstruktion und der annähernde Preis bestimmt.

Die Konstruktion des Mausekabels ist ähnlich wie eines USB Kabels, die stabilere mechanische Elastizität und weniger Datenübertragung besitzt. Nach dem Vorschlag der elektronischen Ingenieure und Materialingenieure wird als Material des Kabelmantels PE gewählt und die Konstruktion eines Kabel mit besserer Datenübertragung bestimmt. Die Kosten der Kabel spielen auch große Rolle in der Herstellung. Aus dieser Untersuchung ergeben sich weitere Fragestellungen die näher untersucht werden sollten:

Wird dieses theoretische Kabel den Zweck in der Praxis vollkommen erfüllen?  
Wie kann man ein Kabel mit Nachhaltigkeit und Fairtrade, aber auch erschwinglichem Preis konzipieren?

# Partner

## **Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik:**

Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Wolf

Dr. rer. nat. Martin Brischwein

Dr.-Ing. Johannes Clauss

Vorschlag der Abschirmung und der Zugentlastung

Dipl.-Chem. Christoph Zuleger

Empfehlen WACKER-Lehrstuhl für Makromolekulare Chemie

Vorschlag des Material von Kabelmantel

Dipl.-Ing. Walter Wirths

Vorschlag der Abschirmung und der Zugentlastung

## **WACKER-Lehrstuhl für Makromolekulare Chemie**

Dr. Carsten Troll

Vorschlag des Kabelmantels

Kenntnis über PVC, PE, Silicone und Kautschuk

## **Lehrstuhl für Netzwerktheorie und Signalverarbeitung**

Dipl.-Ing. Hans H. Brunner

Vorschlag der Abschirmung

Kenntnis über USB Datenübertragungsraten

## **Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie**

Klaus Wiesen

Vorschlag des Kabelmaterials

Vorschlag der Nachhaltigkeit

Potentielle weitere Partner

## **Umweltbundesamt**

Dr. Johanna Wurbs

PE analysieren und empfehlen

Material über problematische Biokunststoffe anbieten

Material über Ökobilanz anbieten

## **QUST Lehrstuhl für feine Chemie**

Wei Bi

Potentielle neue Material anbieten

Potentielle makromolekulare Mischung

**Heise**

Christian Wölbart

Wuppertal Institut empfehlen

Benjamin Benz

Kenntnis über USB-Kabel

Vorschlag der Abschirmung

**Oilchem**

Herr Liu

Internationale Preis von PVC und PE anbieten

**Lindy**

Zwischenhändler der Kabel

GSN und Hentek Kabelhersteller anbieten

**GSN**

Mai Duong

Elke Fuchs

**Hentek**

Herr Gao

**A4TECH**

Candy

Asia Maushersteller

Potentielle weitere Partner

# Literaturverzeichnis

- [CW12] Christian Wölbart. *Hier kommt die faire Maus*, In heise.de  
URL:<http://www.heise.de/ct/ausgabe/2013-1-Nachhaltige-Elektronik-schwierig-aber-moeglich-2331906.html> (erschieden am 15.12.2012)
- [FMF] Fair-Maus Flyer. URL: <https://www.nager-it.de/static/pdf/FaireMausFlyer.pdf>
- [FML] Fair-Maus Lieferkette. URL:  
<https://www.nager-it.de/static/pdf/lieferkette.pdf>
- [NC11] Ningning Cui. *The detail you never know, fifteen mice analysis*, In zol.com.cn URL: <http://mouse.zol.com.cn/222/2226798.html>  
(erschieden am 28.03.2011)
- [NE11] NetworkRech Expert. *Protecting Video Signals from EMI When Using CATx Extenders In NTI* URL: <http://www.networktechinc.com/blog/protecting-video-signals-from-emi-when-using-catx-extenders/133/>  
(erschieden am 19.01.2011)
- [SOS15] Soundonsound SOS BBS. URL:  
<http://www.soundonsound.com/forum/showflat.php?Cat=&Number=1109782&Main=1081168> (letzter Abruf am 01.07.2015)
- [UCQ15] USB Cable Quality Test. URL: <http://usbcables.gpio.dk/> (letzter Abruf am 01.07.2015)
- [DU15] Diamond USB URL:  
<http://www.audioquest.com/usb-digital-audio/diamond>(letzter Abruf am 01.07.2015)
- [DD10] Maus DPI und USB Datenübertragungsraten URL:  
<http://input.yesky.com/273/11512273.shtml>(erschieden am 31.08.2010)
- [MB11] Mikrocontroller BBS. *Muss man Schirm eines geschirmten Kabels auf Masse verbinden?* URL:  
<http://www.mikrocontroller.net/topic/220929>(erschieden im 06 .2011)

- [TD15] Technische Daten von SHENZHEN DAYODA Technology co.,LTD  
URL: <http://detail.1688.com/offer/1268176000.html> (letzter Abruf am 01.07.2015)
- [LG14] Lui Gough *USB Cable Resistance: Why your phone/tablet might be charging slow* URL:  
<http://goughlui.com/2014/10/01/usb-cable-resistance-why-your-phonetablet-might-be-charging-slow/> (erschieden am 01.10.2014)
- [UMS15] USB Made Simple. URL: [http://www.usbmadesimple.co.uk/ums\\_2.htm](http://www.usbmadesimple.co.uk/ums_2.htm)  
(letzter Abruf am 01.07.2015)
- [AMS15] AFFINITY MEDICAL *Strain Relief Design Options*  
URL: <http://www.affinitymed.com/news/2011/march.aspx>(letzter Abruf am 01.07.2015)
- [AMD15] AFFINITY MEDICAL *Designing Cables for Increased Flexibility*  
URL: <http://www.affinitymed.com/news/2011/april.aspx>(letzter Abruf am 01.07.2015)
- [PM12] Peter McNeil *How To Determine When Shielded Network Cabling Is Required* URL: <http://electronicdesign.com/components/how-determine-when-shielded-network-cabling-required> (erschieden am 21.03.2012)
- [JU13] Jurek Ugarow *An XLR Cable is Just a Cable, Right?* URL:  
<http://www.bhphotovideo.com/explora/audio/buying-guide/xlr-cable-just-cable-right%3F> (erschieden im 2013)
- [PM15] PROCAB MUM112 Kabelkonstruktion. URL:  
<http://www.procab.be/Producten/ProductDetail?prodId=1922> (letzter Abruf am 01.07.2015)
- [NU15] Nizing UL2464 Kabelkonstruktion. URL:  
<http://www.nizing.com.tw/p1-UL2464.html> (letzter Abruf am 01.07.2015)
- [YG03] YIMSAN GAU: *SPRING ICC. "POLYETHYLENE JACKET PROPERTIES AND PERFORMANCE"* April 28-30,2003
- [JP10] Jürgen Plate: *Twisted-Pair-Verkabelung*. In: *Grundlagen Computernetze*. FH München, FB 04; netzmafia.de, 2. April 2008, abgerufen am 10. März 2010(ausführliche Beschreibung der Verkabelungstechnik mit Twisted-Pairs, bebildert

Belegungsillustrationen, Fehlersuche).

- [PVC ITW] Polyvinylchlorid ITWissen. URL:  
<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Polyvinylchlorid-PVC-polyvinyl-chloride.html>
- [PE ITW] Polyethylen ITWissen. URL:  
<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Polyaethylen-PE-polyethylene.html>
- [FR ITW] FRNC ITWissen. URL:  
<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/flame-retardant-non-corrosive-FRNC.html>
- [AW] American-Wire-Gauge Wikipedia. URL:  
[http://de.wikipedia.org/wiki/American\\_Wire\\_Gauge](http://de.wikipedia.org/wiki/American_Wire_Gauge)
- [EW] Electrical-Insulation-Paper Wikipedia. URL:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical\\_insulation\\_paper](http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_insulation_paper)
- [TW] Twisted-Pair-Kabel Wikipedia. URL:  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Twisted-Pair-Kabel>
- [LG402] Logitech G402 Gaming Maus. URL:  
<http://gaming.logitech.com/en-us/product/g402-hyperion-fury-fps-gaming-mouse>
- [KM ITW] Kabelmantel ITWissen. URL:  
<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Kabelmantel-cable-jacket.html>
- [BAK] UBA *Biologisch abbaubare Kunststoffe*. URL:  
<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3834.pdf>
- [KW] Knickschutz Wikipedia. URL:  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Knickschutz>



Marktforschung in München:

SATURN  
Neuhauser Str. 39  
80331 München

Media Markt München-  
Haidhausen  
Einsteinstraße 130  
81675 München

expert TechnoMarkt  
Nordheide GmbH & Co.  
KG  
MIRA - Einkaufszentrum  
Schleißheimer Str. 506  
80933 München

In China gekaufte Proben:

Qisaikejicheng  
Xibeiliu str.  
255000 Zibo