



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

T-S.H.I.R.T

Smarte Kleidung zur Prävention von Rückenbeschwerden

Ein Projekt im Rahmen des Cosima Wettbewerbs von Michael
Jung, Mohamed Elsayed, Emma Stolpe und Simon Leiniger



micronit



Inhaltsverzeichnis

1	Das Team	2
2	Die Idee	3
3	Überblick zur Rückengesundheit	4
3.1	Anatomie des Rückens	4
3.2	Unser Projekt	5
4	Das Produkt	7
4.1	Anforderungen	7
4.2	Lösungsvarianten & unsere Entscheidung	8
4.3	Umsetzung	9
4.4	Zukunftsausblick	12
5	Finanzen	14
6	Konkurrenz, Nachfrage & Marketing	15
7	Anhang	

1 Das Team



Michael Jung studiert seit 2019 Mechatronik an der TU Ilmenau. Im 5. Semester hat er sich für die Vertiefung Biomechatronik entschieden. Schon seit dem Gymnasium interessiert er sich für Biologie und vorallem die menschliche Anatomie. Im Projekt war Michael besonders für Marketing und Kommunikation verantwortlich.

Simon Leiniger fing gleichzeitig mit Michael sein Mechatronik Studium an der TU Ilmenau an. Besondere Interessen liegen bei ihm im Bereich der additiven Fertigung, welche ihn auch schon früh auf das Ingenieurwesen aufmerksam gemacht hat. Simon war in unserem Projekt für Technik und Realisierung zuständig.



Mohamed Elsayed studiert seit 2019 wie die anderen Mechatronik an der TU Ilmenau. Er spezialisierte sich erst auf Mechatronische Systeme, bevor auch er in das Biomechatronik Gebiet wechselte. Er interessiert sich für vieles wie Sport, Business, Roboter und Coding. Bei unserem Projekt war Mo besonders für die Programmierung verantwortlich.

Emma Stolpe studiert auch seit 2019 Mechatronik, Spezialisierung Biomechatronik an der TU Ilmenau. Sie hat sich schon seit sie klein war für technische Prozesse und das Lösen von Problemen interessiert. Mittlerweile liegen ihre Interessen größtenteils im Gebiet der Prothetik. Emma war in unserem Projekt für Planung und Theorie Grundlagen zuständig.



2 Die Idee

Rückenbeschwerden sind ein sehr prominentes Problem unserer Gesellschaft. Schmerzen im Rückenbereich können unter anderem zu Produktivitätsverlust bis zu kompletter Arbeitsunfähigkeit führen, was sowohl für die Einzelperson als auch für unsere Wirtschaft problematisch ist. Aus diesem Grund ist die Prävention solcher Beschwerden sinnvoll und wichtig. Bisherige Methoden beschäftigen sich größtenteils mit der Beugung (Ventralflexion) der Wirbelsäule. „Aus den Beinen heben“ ist ein Satz, den mittlerweile wahrscheinlich jeder öfter gehört hat. Die Rotation der Wirbelsäule ist dagegen, obwohl diese genauso wichtig ist, bisher nicht sehr oft thematisiert. Wir wollen das ändern. Anhand einer im Alltag tragbaren Vorrichtung wollen wir die Verdrehung der Wirbelsäule aufnehmen und den Nutzer über zu starke bzw. zu niedriger Belastung aufklären. Damit hoffen wir die Nutzer unseres Produktes zu einer gesünderen Bewegungsweise anregen zu können, ihren Rücken zu stärken und somit Rückenbeschwerden vorzubeugen.

Der Cosima Wettbewerb wurde uns von unserem Dozenten vorgestellt. Wir hoffen mit unserer Teilnahme ein Produkt zu kreieren, welches eine Bereicherung des bisherigen Gesundheitswesens ist und Menschen helfen kann.

3 Überblick zur Rückengesundheit

3.1 Anatomie des Rückens

Um die Ursachen von Rückenbeschwerden nachvollziehen zu können und sinnvolle Präventionsmaßnahmen für diese zu finden, ist es wichtig die Anatomie der Wirbelsäule zu verstehen.

Die Wirbelsäule besteht grundsätzlich aus 3 Hauptkomponenten, den 33 bis 34 Wirbeln, den Bandscheiben und dem Bandapparat. Die Knochen zweier benachbarter Wirbel, die Bandscheibe zwischen ihnen und die anliegenden Bänder bilden jeweils eine funktionelle Einheit, welche als Bewegungssegment bezeichnet wird. Zusätzlich unterscheidet man in Halswirbelsäule (HWS), Brustwirbelsäule (BWS), Lendenwirbelsäule (LWS), Steißbein und Kreuzbein. Jeder dieser Bereiche wird bei den Bewegungen, die wir alltäglich ausführen, unterschiedlich beansprucht.

Es wird in 3 Arten der Wirbelsäulenbewegung unterschieden:

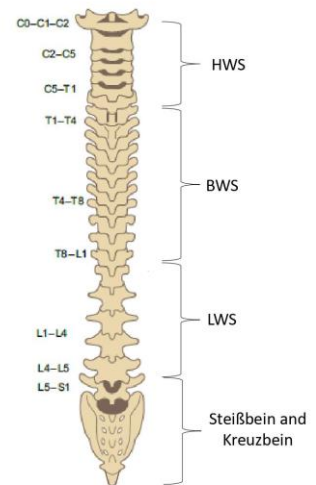


Abb. 1 Einteilung der Wirbelsäule und Bezeichnung der Wirbel

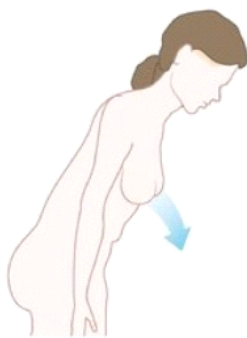


Abb. 2 Ventralflexion (Beugung) & Dorsalextension (Streckung)



Abb. 3 Lateralflexion (Seitliche Beugung)

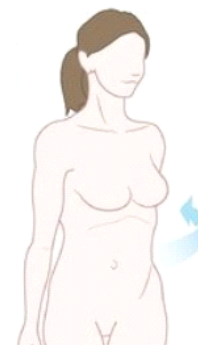


Abb. 4 Rotation (Drehung)

Zur Durchführung dieser Bewegungen wird unsere Rumpfmuskulatur beansprucht. Für unser Projekt ist besonders die Rotation interessant.

Diese wird durch die Zusammenarbeit von den im Kreuz gegenüberliegenden inneren und äußeren Bauchmuskeln verursacht. Dabei bestimmt, wie in Abb. 5 erkennbar, beispielsweise für ein Nachvornedrehen der linken Schulter der linke innere Bauchmuskel die Richtung der Verdrehung und arbeitet mit dem rechten äußeren Bauchmuskel zusammen, um diese Bewegung durchzuführen. Das gleiche Prinzip findet gespiegelt bei Drehung in die andere Richtung statt.

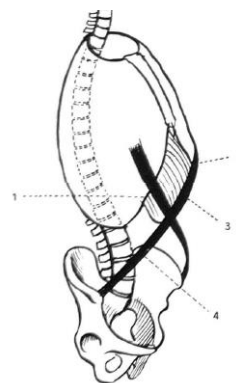


Abb. 86. Die Beteiligung der Bauchmuskulatur an der Rumpfdrehung.
 1 = Nachvornbringen der rechten Schulter
 2 = Nachvornbringen der linken Schulter
 3 = äußerer schräger Bauchmuskel der linken Seite
 4 = innerer schräger Bauchmuskel der rechten Seite

Abb. 5 Benutzung der Muskeln bei Rotation

Für die Brust- und Lendenwirbelsäule wurden von verschiedenen Forschern Bewegungsgrenzen aufgenommen für die unterschiedlichen Bewegungsarten. In der unteren Tabelle werden diese für die Rotation miteinander verglichen.

	BWS	LWS	Gesamt
Rotation in °			
Nach Adolf F., Michael S. et al.	-	-	30
Nach Michael S et al.	35	5	40
Nach Kapandji et al.	35	5	40
Nach Gerhard A et al.	30	5	35

Diese Werte sind für unser Projekt der Hauptbezugspunkt, um auf gesunde Rückennutzung zu schließen.

3.2 Unser Projekt

In unserem Projekt beschäftigen wir uns ausschließlich mit der Rotation der Wirbelsäule. Für die Rotation der Wirbelsäule ist wie vorher erwähnt die Rumpfmuskulatur zuständig. Wenn diese geschwächt ist, durch beispielsweise Fehlhaltungen oder zu wenig oder auch falsche Bewegung, ist das Risiko rotationsbedingte Rückenbeschwerden wie z.B. einen Hexenschuss zu bekommen,

deutlich erhöht. Es ist somit eine sehr gute Präventionsmaßnahme seine Rumpfmuskulatur regelmäßig richtig zu beanspruchen, um eine graduelle Stärkung der Muskeln zu gewährleisten.

Eine von uns durchgeführte Umfrage¹ hat gezeigt, dass viele Menschen noch ein falsches Bild von der richtigen Benutzung ihrer Wirbelsäule haben. Über die Hälfte der Befragten hat geantwortet das viel Schonen der Wirbelsäule hilfreich oder sogar dringend notwendig für die Prävention von Rückenbeschwerden ist. Das viele Schonen führt aber im Gegenteil zu einer schwachen Rumpfmuskulatur und ist somit sogar schädlich. Außerdem hat die Umfrage gezeigt das ca. 13% der Befragten denken, das unregelmäßige starke Belastung hilfreich für die Rückengesundheit ist. Genau gegenteilig führt dies aber zu einem großen Teil der auftretenden Rückenbeschwerden. Es ist also eindeutig, dass noch viel Aufklärung zu diesem Thema notwendig ist. 73% der Befragten haben geantwortet, dass Sie gerne beispielsweise per Handy-App mitgeteilt bekommen würden, ob sie ihre Wirbelsäule genug und richtig beanspruchen. Mit unserem Projekt wollen wir genau diese Aufklärung erreichen und den Menschen dazu verhelfen, ihre Wirbelsäulengesundheit eigenständig zu verbessern.

¹ Umfrageergebnisse im Anhang

4 Das Produkt

4.1 Anforderungen

Um ein Markfähiges Produkt zu entwickeln haben wir uns bestimmte Anforderungen überlegt, welche wir erfüllen wollen. Manche Anforderungen sind als Wunsch gekennzeichnet. Wir haben uns dazu beschossen, uns diesen zu widmen sobald wir einen Prototypen haben, welcher die Funktionsfähigkeit unser Idee bestätigt.

Funktionen:

- Messung der Rotation der menschlichen Wirbelsäule
- Das System soll tragbar sein
- Das System muss auswertbare Daten liefern
- Analyse der gemessenen Daten (Wunsch)

Technik:

- IMUs als Messtechnik
- mobile Spannungsversorgung der Messtechnik
- mobile Spannungsversorgung soll im Inselbetrieb mindestens 8h halten (Wunsch)
- IMUs werden von einem Mikrocontroller ausgelesen
- Daten werden kabellos an externe Geräte übertragen
- die mobile Spannungsversorgung muss einfach wieder aufladbar sein (Wunsch)
- das System soll über ein LED System zur Statusanzeige verfügen (Wunsch)
- das System soll auf $<3^\circ$ genau sein

Materialien:

- das System soll als Alltagskleidung realisiert werden (Wunsch)
- atmungsaktives Material (Wunsch)
- hautverträgliches Material
- dehnbares Material (Wunsch)
- Elektronik muss isoliert sein (Wunsch)
- Elektronik muss Wasserdicht verarbeitet sein (Wunsch)

Ergonomie:

- Das System muss nah am Körper anliegen, ohne den Bewegungsfreiraum einzuschränken

- die Bewegung des Oberkörpers darf durch das System nicht beeinflusst werden
- das System soll für jeden Körpertyp tragbar sein und korrekte Ergebnisse liefern (Wunsch)

Optik:

- die Messtechnik soll optisch unauffällig sein (Wunsch)

Wirtschaftliche Anforderungen:

- das Produkt soll unter 20€ in der Herstellung kosten (Wunsch)
- die Messtechnik soll einfach zugänglich & zu reparieren sein (Wunsch)

Sonstiges:

- das Produkt soll einfach zu verstehende Daten für den Endverbraucher liefern (Wunsch)

4.2 Lösungsvarianten & unsere Entscheidung

Bei der Bearbeitung unseres Projektes haben wir verschiedene Möglichkeiten der Umsetzung unseres Produktes betrachtet, um die bestmögliche Lösung zu finden. Für uns stand die Benutzung von IMUs fest, da diese klein, leicht und kostengünstig sind und gute Ergebnisse bei der Messung von Rotation liefern. Wir verwenden dafür MPU-6050 Module. Als nächstes stellte sich die Frage wie unsere Messelektronik vom Nutzer getragen werden soll. Anhand von Marktrecherche von bisherigen Bodymonitoring-Devices und eigenem Brainstorming sind wir auf folgende Varianten gekommen:

- Integriert in einem Shirt
- als Gurt
- auf der Haut festklebend

Wir haben uns für die Integration in ein enganliegendes Shirt entschieden, da diese Variante den anderen bezüglich kaum Nachteile aufweist und am alltagstauglichsten und benutzerfreundlichsten ist.

Daraufhin haben wir uns mit Befestigungsmethoden am Shirt beschäftigt. Wir wollten die Sensoren als erstes in an das Shirt angenähte Taschen stecken. Uns fiel aber schnell auf, dass dies in der Prototyping-Phase eher hinderlich ist, da erstens, das Rausnehmen/Reinstecken kompliziert ist und außerdem der Sensor in der nicht komplett an dessen Form angepassten Tasche hin und her wackelt. Wir entschieden uns deswegen dazu ein „Proof-of-concept“ Shirt zu machen, an welchem die Messtechnik nur angenäht wird. Bei einer späteren Markteinführung denken wir

trotzdem, dass das Einarbeiten der Sensoren in den Stoff bzw. in eine Stofftasche sinnvoll ist.

Außerdem war die Platzierung der Sensoren interessant. Hierzu hatten wir folgende Möglichkeiten:

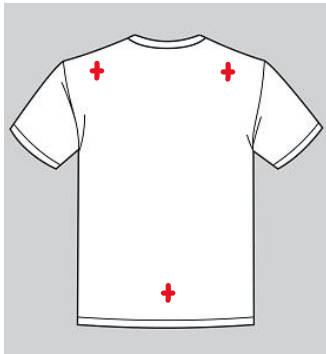


Abb. 6 Möglichkeit 1

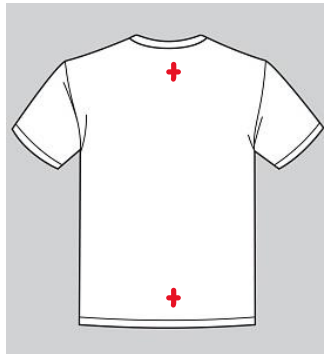


Abb. 7 Möglichkeit 2

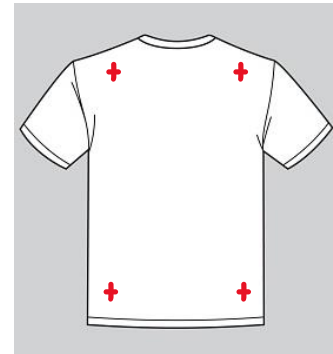


Abb. 8 Möglichkeit 3

Wir haben uns für Version 2 entschieden, da die Verrechnung, der von diesen Positionen gelieferten Daten, am einfachsten ist und diese Variante genügend genaue Ergebnisse liefert. Die Platzierung der Sensoren erfolgt dabei ca. auf Wirbel L4/5 unten und Th1/2 oben. Diese erfahren Forschungen nach die meiste Verdrehung und sind somit am besten für unseren Zweck geeignet.

4.3 Umsetzung

Die Messtechnik unseres Produktes basiert auf den Gyroskopischen Sensoren der IMUs. Diese erfassen die Winkelgeschwindigkeiten der Rotation um die x-, y- und z-Achse. Mittels Integration können wir dann die Verdrehungswinkel bezüglich eines Ausgangspunktes messen und diese Messwerte speichern. Wir benutzen einen Arduino Uno zur Ansteuerung unserer Sensoren. Um unsere gemessenen Werte zu verifizieren, haben wir eine Vorrichtung² zum Winkel einstellen gebaut und verschiedene Versuche durchgeführt. Wir haben geprüft, wie genau die IMUs die Winkel messen und ob regelmäßiges hin- und her wackeln die Messung beeinflusst. Dabei sind wir auf einige Schwierigkeiten, wie beispielsweise das Driften der Sensoren, gestoßen.

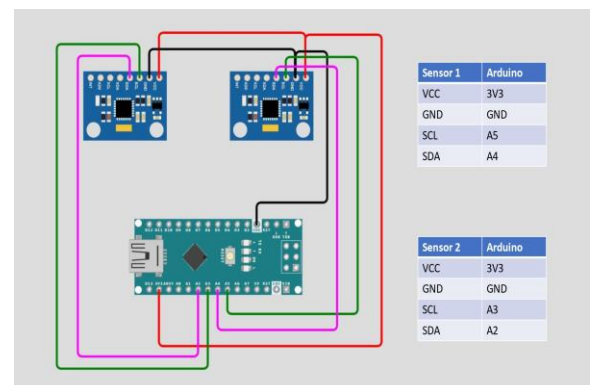


Abb. 9 Schaltprinzip mit einem Arduino Nano

² Prinzip-Beschreibung und Bild im Anhang

Um dem entgegenzuwirken, erfassen wir am Anfang unserer Messung die Steigung des Drifts in Ruhelage und schlussfolgern dadurch auf den weiteren Verlauf des Drifts. Diese geschlussfolgerten Werte subtrahieren wir dann von unseren Messwerten, um auf den tatsächlichen Winkel ohne Drift zu kommen. Nachdem wir mit dieser Methode genügend genaue Ergebnisse mit einem maximalen Fehler von 2° an unserer Testvorrichtung erreicht haben, sind wir zu Tests an einem Shirt Prototypen übergegangen. Wir wollten für die Tests am Shirt auf eine kabellose Übertragung der Daten umsteigen und haben versucht dafür vom Arduino Uno auf einen Arduino Nano mit integriertem Esp32 zu wechseln. Leider hatten wir bei 4 verschiedenen Arduino Nanos Probleme mit dem Upload unseres Codes auf den Mikrocontroller, weswegen wir uns für unser „Proof-of-concept“ Shirt erst einmal gegen eine drahtlose Verbindung entschieden haben. Der genaue Aufbau des Prototype-Shirts ist in Abb. 10 erkennbar.

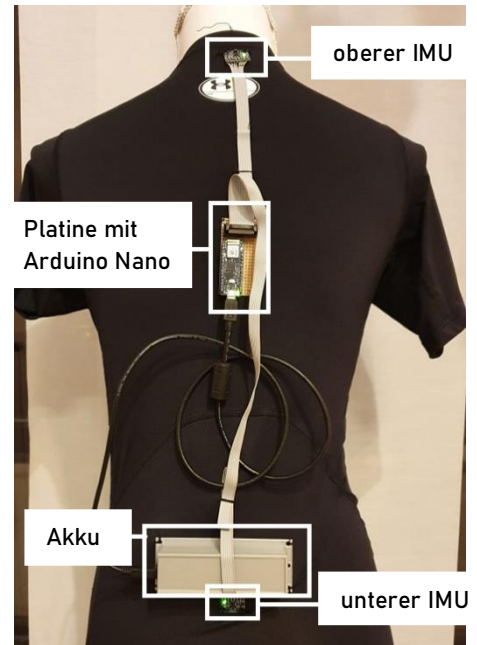


Abb. 10 Aufbau Shirt-Prototyp

Mit Hilfe von Kinovea-Software wurde mit diesem Shirt dann geprüft, ob unsere Sensoren die Bewegungsgrenzen richtig messen. Hierbei wurde jeweils die vorwärts Beugung, links/rechts Beugung und links/rechts Rotation mit den Sensoren und der Kinovea-Software erfasst. Dabei ließ sich feststellen das die einzelnen Sensorwerte bei der Rotation und seitlichen Beugung keine genaue Aussage liefern können, da jeweils eine Verrechnung der beiden gemessenen Werte notwendig ist, um die Verdrehung/Neigung beurteilen zu können. Bei der vorwärts Beugung hingegen lieferte der obere Sensor ein gutes Ergebnis. Um ein aussagekräftiges Ergebnis zu bekommen, welches für eine Ganganalyse genutzt werden kann, ist also die Differenz der beiden Sensorwerte notwendig, um auf die tatsächliche Verdrehung der Wirbelsäule zu schließen.

Mit diesen Kenntnissen haben wir dann mehrfach über eine gerade Strecke von 10m verschiedene Testreihen aufgenommen um

- a) den normalen uneingeschränkten Gang und

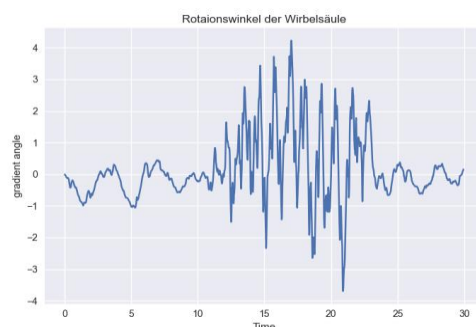


Abb. 11 Verdrehung des Rückens bei uneingeschränktem Gangverhalten

- b) den stark beeinflussten Gang mit einem 5 Kilo Gewicht in einer Hand aufzunehmen.

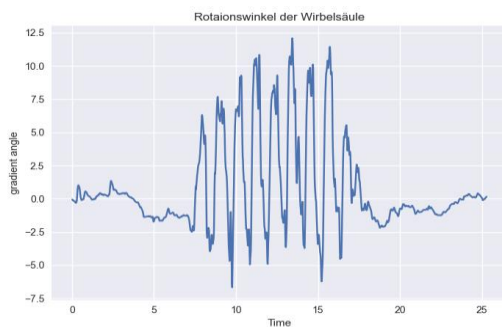


Abb. 12 Verdrehung des Rückens bei, durch ein einseitiges Gewicht, stark eingeschränktem Gangverhalten

Bei diesem Versuch wurden von beiden IMUs unabhängig die Winkelgeschwindigkeit um die x-, y- und z-Achse aufgenommen und zusammen mit der Abtastzeit durch ein Python-Programm auf einem Laptop gespeichert. Dadurch, dass bei unserer gewählten Messmethode jeder der IMUs eigene Analog-Pins zur Auswertung hat und unser Code 2 Wire-Bibliotheken benutzt, kommen wir auf eine Abtastrate von durchschnittlich 55,55 Hz. Nach dem Auslesen und Speichern filtert ein weiteres Python-Programm die aufgenommenen Werte und stellt uns die Einzelwerte der jeweiligen Sensoren sowie die Differenz aus den beiden, welche dann, wie vorher erwähnt, die tatsächliche Rotation des Rückens zeigt, graphisch dar. Die Graphen, die bei den jeweiligen Versuchen gezeigt wurden, zeigen genau diese Verdrehung des gesamten Rückens bei jeweils einer der Messungen.

Bei den beiden Versuchen ist selbst mit ungeschultem Auge ein klarer Unterschied zu erkennen. Anstatt einer gleichmäßigen Bewegung wie beim normalen Gangverhalten, kann man bei der Messung mit dem 5 Kilo Gewicht eine klare Ausgleichsbewegung zu einer Seite erkennen. Außerdem sind die Verdrehungswinkel bei der Messung mit Gewicht um einiges größer. Dieses Verhalten widerspricht der Theorie, nach welcher der Bewegungsraum bei stärkerer Belastung eigentlich eingeschränkt werden sollte. Wir konnten noch keinen Grund für dieses Phänomen finden und müssen zum Verständnis dafür noch weitere Tests durchführen. Es ist außerdem aufgefallen, dass, egal in welcher Hand der Proband das 5kg Gewicht hielt, die durchschnittliche Verschiebung des Mittelwertes in die gleiche Richtung passierte. Dies lässt, anders als erwartet, darauf schließen, dass der Proband sich bei beiden Testläufen in dieselbe Richtung zum Ausgleich bewegt hat. Um dieses Verhalten genauer zu untersuchen und beurteilen zu können werden weitere Testreihen mit verschiedenen Probanden benötigt.

Trotzdem können wir mit Hilfe der aufgenommenen Verdrehungskurve und der der seitlichen Neigung eine Figur erstellen, welche als Ansatz zu einem Muster der Ganganalyse genutzt werden kann. Wir können also, sobald genügend Vergleichswerte aufgenommen worden sind, durch unser Shirt auf das Gangverhalten des Nutzers schließen. Auch kann durch Langzeitmessung

bei zu vielen Ruhephasen in der Messung auf eine zu geringe Belastung geschlussfolgert werden. Unsere Tests haben demnach bewiesen das unser Produkt die gewünschte Funktion erfüllen kann. Eine weitere genauere Auswertung, auch von Tests, in welchen das Gangverhalten mittels Kinesio-Tape gestört wird, wird dann von einem Arzt durchgeführt. Die dadurch gewonnen Kenntnisse werden wir auf der Electronica Messe vorstellen. Außerdem bemühen wir uns, bis dahin Erklärungen für die bisher noch ungeklärten auftretenden Phänomene zu finden und weitere Tests bezüglich dieser durchzuführen.

4.4 Zukunftsausblick

Nachdem wir mit unserem „Proof-of-concept“-Shirt bewiesen haben, dass unsere Idee funktioniert, haben wir uns damit beschäftigt, wie wir das Shirt für eine Markteinführung noch verbessern sollten. Um unsere Anforderungen, die wir an das Produkt gestellt haben zu erfüllen, muss als erstes eine kabellose Datenübertragung realisiert werden. Wir denken, dass eine spezifisch für unsere Anwendung gefertigte Platine mit integriertem Mikrocontroller die beste Lösung für eine zukünftige Markteinführung ist, da diese möglichst klein und leicht gefertigt werden kann, was für unser Produkt sehr wichtig ist. Der Mikrocontroller überträgt dann per Wlan oder Bluetooth unsere gesammelten Daten an einen externen Speicher, wie beispielsweise das Smartphone des Benutzers, wo diese Daten dann gespeichert, weitergeleitet und/oder direkt ausgewertet werden. Bei einer Markteinführung wäre außerdem das Erstellen einer App oder Website notwendig über welche der Nutzer sich seine Daten anschauen kann.

Für die mobile Spannungsversorgung haben wir schon einen Akku mit 3D-gedruckter Hülle bereit, welcher aber, dadurch dass unsere kabellose Datenübertragung noch nicht funktioniert hat, noch nicht zum Einsatz gekommen ist. Wir planen dies bis zur Electronica Messe zur ändern. Eine weitere Idee für die mobile Spannungsversorgung ist Energy-Harvesting einzusetzen. Dabei würden wir die Rotation und allgemeine Bewegung der Wirbelsäule ausnutzen, um Spannung zu erzeugen, welche die Messtechnik dann ansteuern soll.

Außerdem ist für uns wichtig, dem Benutzer ein möglichst komfortables Trageerlebnis zu liefern. Aus diesem Grund sollen die IMUs und die restliche Technik möglichst klein und leicht sein. Auch hier denken wir das speziell für unseren Zweck ausgelegte Messtechnik die sinnvollste Lösung ist. Dazu sollen die Kabel genau wie die Sensoren direkt und nicht sichtbar im Shirt integriert sein. Auch den modischen Aspekt wollen wir nicht vernachlässigen. Unser Shirt soll deswegen in verschiedensten Designs gefertigt werden, wobei das einzige beschränkende Kriterium ist, das der gesamte Oberkörper enganliegend gestaltet sein muss. Wir glauben mit diesen weiteren Verbesserungen unser Produkt gut auf

den Markt bringen zu können und vielen Menschen zu einer gesunderen Nutzung ihres Rückens verhelfen zu können.

5 Finanzen

Die folgende Tabelle zeigt die Finanzierung unseres Projektes:

Kaufteil	Quelle	Stk.	Stückpreis in €
Kabel	Uni		-
Arduino Nano	Uni	1	15
IMU	Uni	2	3
Breadboard	Uni	1	1 (5 für 5)
Platine & Lötzubehör	Uni	1	-
Shirt	Persönlich	1	20
App/Auswertungstool	-	-	-
Validierungsgerät	Persönlich	1	5
Akku	Persönlich	1	-
3D- Druck Akkühülle	Uni	1	2
gesamt			49

Bei einem IndustrieEinstieg würde sich der Herstellungspreis pro Shirt um einiges verringern. In der folgenden Tabelle haben wir eine Kostenabschätzung für ein zukünftiges Massenprodukt gemacht:

Kaufteil	Stk.	Stückpreis in €
Kabel		0,1
IMUs	2	2
Platine & Mikrocontroller	1	5
Shirt	1	2
Akku + Hülle	1	3
gesamt		14,1

Aus unserer Umfrage geht heraus, dass 35% der Befragten 20€ bis 50€ für ein Smartes-Shirt ausgeben würden, welches ihnen Rückmeldung über ihre Rückennutzung gibt. 17% haben angegeben, dass sie 50€ bis 80€ bezahlen würden und weitere 17% würden auch über 80€ für ein solches Produkt zahlen. Es lässt sich also feststellen, dass unser Produkt gewinnbringend vermarktet werden kann.

6 Konkurrenz, Nachfrage & Marketing

Bisherige „Smarte-Shirts“ auf dem Markt dienen größtenteils der Kontrolle der Vitalwerte beim Sport wie beispielsweise der Herzrate oder der Körpertemperatur. Es wurde auch schon bezüglich der Nutzung von Wearable Devices zur Prävention von Rückenbeschwerden geforscht. 2020 veröffentlichen beispielsweise A. G. Patiño, M. Khoshnam und C. Menon ein Paper³ welches Rückenbewegungen mittels eines Induktivem Textil Sensor erfassen sollte. Sie schafften ein sehr gutes Ergebnis bezüglich der Beugung und Streckung zu erzielen, aber die seitliche Neigung und Rotation konnten sie mit ihrer Methode nicht zuverlässig messen.

Unser Produkt ist nicht das Einzige, was interpretierbare Ergebnisse für die Rotation und seitliche Beugung liefert, aber wir sind die ersten die nur 2 Sensoren in Form von IMUs verwenden. Andere Devices benutzen zwischen 5 und 21 Sensoren der verschiedensten Art und viele der Wearables können nicht kabellos betrieben werden. Unser Shirt ist also das erste, durch welches mit einem sehr einfachen Messprinzip interessante Aussagen über das richtige Nutzungsverhalten des Rückens getätigt werden können.



Abb. 13 Flyer Auslage in der Turnschule „Fliegende Sachsen“



Abb. 14 Flyer Auslage im Sanitätshaus Pudimat

Die von unserem Shirt aufgenommen Daten liefern interessante und wichtige Aussagen, welche dafür genutzt werden, dem Nutzer ein richtiges Gehverhalten zu vermitteln und eine ausgeglichene Beanspruchung der Rumpfmuskulatur herbeizuführen. Wie vorher schon erwähnt, ist bei einer Umfrage von uns bei über 73% der Befragten die Nachfrage nach einer solchen Anwendung vorhanden gewesen. 50% haben geantwortet das sie wahrscheinlich oder sehr sicher für ihre Wirbelsäulengesundheit regelmäßig ein „Smartes-Shirt“ tragen würden. Wir denken, dass dies ein sehr positives Ergebnis ist, da erstens immer noch viele

³ García Patiño A, Khoshnam M, Menon C. Wearable Device to Monitor Back Movements Using an Inductive Textile Sensor. Sensors (Basel). 2020 Feb 8;20(3):905. doi: 10.3390/s20030905. PMID: 32046237; PMCID: PMC7038988.

Menschen smarten Devices kritisch gegenüber eingestellt sind und zweitens das regelmäßige Tragen eines Smarten-Shirts manche Personen in dem Ausleben ihrer Mode-Stile vielleicht beeinträchtigt.

Wir streben dennoch danach, diese Prozentwerte zu erhöhen. Aus diesem Grund haben wir angefangen in verschiedenen Einrichtungen Flyer für unser Projekt auszulegen (Abb. 13,14 und 15) um den Leuten unsere Idee näher zu bringen und sie für die Nutzung Smarter-Shirts zu begeistern.

Außerdem wurde unser Projekt in einem Online-Artikel vorgestellt. Die Website UniOnline veröffentlichte am 3.November einen Artikel⁴ über das Forschungsprojekt S.H.I.R.T. und unsere Teilnahme an dem Cosima Wettbewerb.

Wir hoffen damit viele Leute von unserem Projekt und dem Cosima Wettbewerb, durch welchen dieses entstanden ist, begeistern zu können und außerdem viele potenzielle Kunden für unser Produkt zu gewinnen.

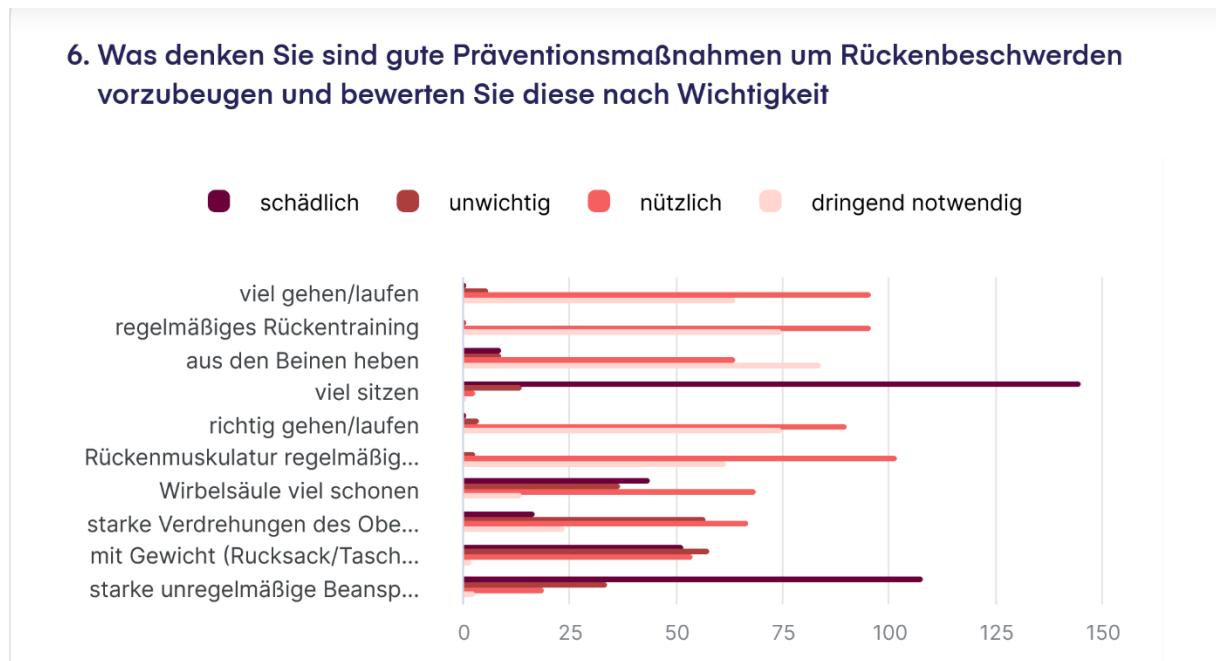


Abb. 15 Flyer Auslage in der Physiotherapie Bretschneider

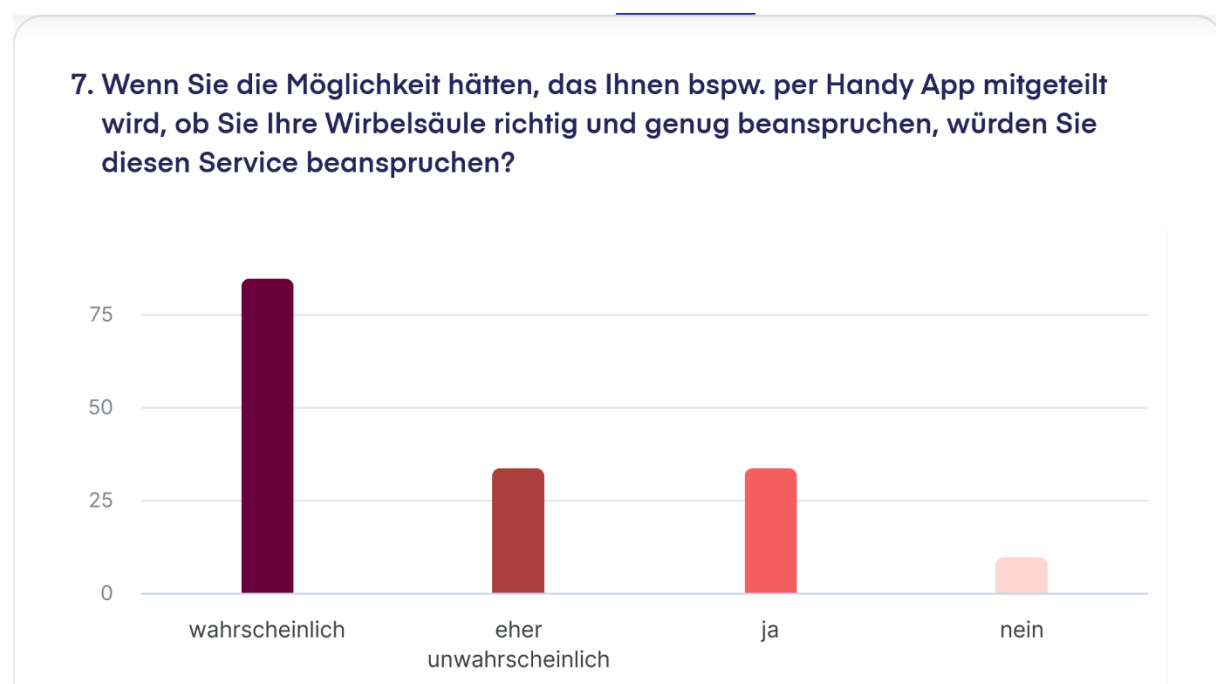
⁴ <https://www.tu-ilmeneau.de/unionline/studium/details/studierende-entwickeln-ein-intelligentes-t-shirt-991>

7 Anhang

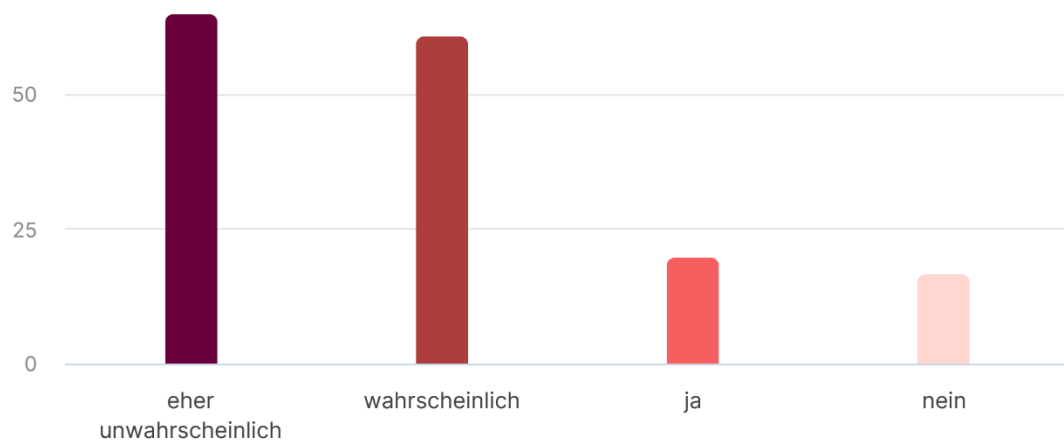
Erwähnte Umfrage Ergebnisse:



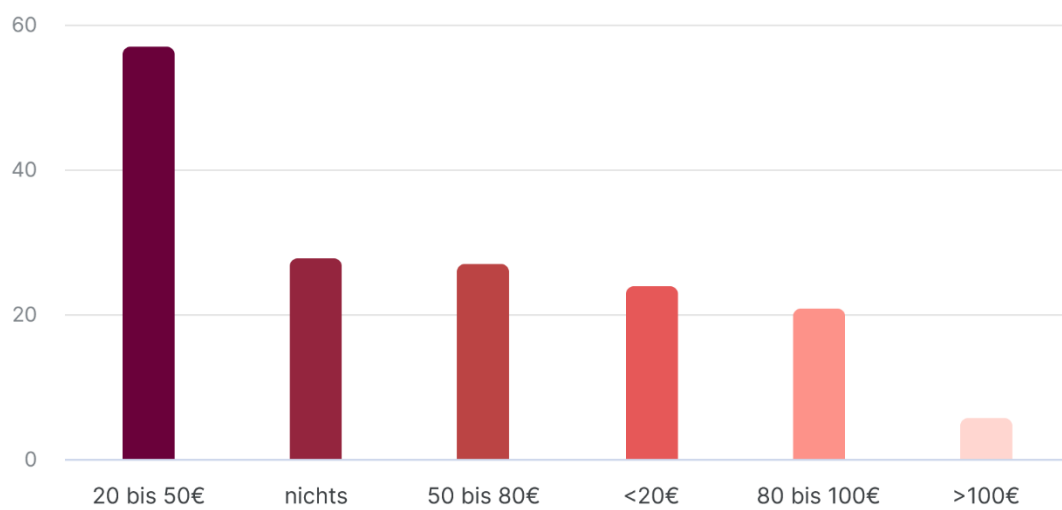
Unvollständige Maßnahmen: Rückenmuskulatur regelmäßig dehnen, starke Verdrehungen des Oberkörpers vermeiden, mit Gewicht (Rucksack/Tasche) gehen/laufen um Muskulatur aufzubauen, starke unregelmäßige Beanspruchung um Rückenmuskulatur zu stärken



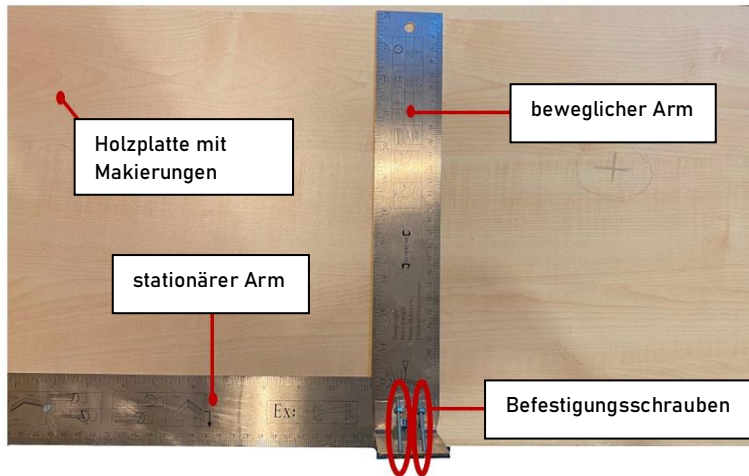
8. Würden Sie für Ihre Wirbelsäulen-Gesundheit regelmäßig ein "Smartes T-Shirt" tragen?



9. Wie viel wären Sie bereit für so eine Funktion zu zahlen (Einmalkauf)?



Vorrichtung zum Winkel einstellen:



Prinzip:

Der IMU wird an den 2 Schrauben befestigt und so in Position gehalten. Dann kann ein beliebiger Winkel am Gerät eingestellt werden und mit dem vom IMU aufgenommenen Wert verglichen werden.

Flyer:

Vorderseite:

th
TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

THW

**Falsch bewegt?
Rückenschmerzen?**

Wir entwickeln eine Lösung für Sie!

Interessiert? Dann finden Sie weitere Informationen auf der Rückseite!

Rückseite:

COSIMA '22

„Ich habe wieder Rückenschmerzen!“ - Dies oder Ähnliches hören Sie bestimmt öfter in Ihrem Umkreis. Oder Sie sind selbst von Rückenschmerzen geplagt.

Hallo! Wir sind Emma, Simon, Mo und Michael vom Team S.H.I.R.T. Wir sind Studenten der Biomechatronik an der TU Ilmenau und wollen die Diagnose von Rückenproblemen vereinfachen! Unser Ziel ist es ein „smartes“ T-Shirt zu erstellen. Mit zwei Sensoren wird die Verdrehung der Wirbelsäule gemessen. Mithilfe dieser Daten kann ein Bewegungsprofil erstellt werden und zum Beispiel von einem Arzt ausgewertet werden. Dieses System kann dann einfach in bereits bestehende Fitnessapps als Unterstützung zu Smartwatches o.ä. eingebunden werden. Somit können ungesunde Körperhaltungen und Bewegungen frühzeitig erkannt und im besten Fall vermieden werden. Im Rahmen des Wettbewerbs COSIMA stellen wir unser Projekt der Industrievor.

Jetzt sind Sie gefragt! Wir haben eine kleine Umfrage erstellt, bei der wir Sie bitten, kurz einige Fragen zu Ihrer Rückengesundheit zu beantworten. Scannen Sie dazu einfach den QR-Code. Keine Angst, Ihre Daten bleiben anonym! Außerdem können Sie uns gerne Fragen stellen oder Feedback zu unserer Idee geben. Schreiben Sie uns gerne unter teamshirt2022@gmail.com

Vielen Dank!

micronit

electronica 2022

VDE

mecha
Bio
tronik

th
TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU