

# Bewerbung zum BVT-Award 2022

TECHNIKER ABSCHLUSSPROJEKT:  
PLANUNG UND REALISIERUNG EINES  
PEELPRÜFSTANDES

**Tobias Bräuer**  
**Jan Niklas Eckhardt**  
**Gerry Ghawami**  
**Lukas May**

## 1. VORWORT

Im folgenden Dokument beschreiben wir das Ergebnis unseres Abschlussprojektes „Planung und Realisierung eines Peel-Prüfstands“. Dieses Projekt stellte einen zentralen Punkt in unserer Weiterbildung zum Staatlich geprüften Techniker dar, denn es verband nahezu alle erlernten Weiterbildungsinhalte und stellte uns gleichzeitig vor die realen Herausforderungen der Projektbearbeitung als Techniker. Im Interesse der Rahmenbedingungen dieser Bewerbung, konzentrieren wir uns auf die technischen Tätigkeiten unserer Planungs- und Realisierungsarbeit.

Während der Arbeit am Projekt waren alle Projektmitglieder gleichberechtigt und erledigten Arbeiten in allen Bereichen. Dennoch hatte jedes Mitglied einen Verantwortungsbereich zugeteilt bekommen, welche sich wie folgt gliederten:

Tobias Bräuer	–	Projektleiter
Gerry Ghawami	–	Mechanische Konstruktion
Jan Niklas Eckhardt	–	Kalkulation und Dokumentation
Lukas May	–	Elektrische Konstruktion und Programmierung

Unterstützung seitens der staatlichen Technikakademie Weilburg erhielt die Gruppe durch:

Stefan Fischer als Projektbetreuer  
und  
Wolfgang Schmidt als technischer Betreuer.

---

### 1.1. Kurzbeschreibung des technischen Auftrags

In der Anwendungstechnischen Abteilung gibt es momentan keinen Prüfstand zur Bestimmung der Siegelnahtfestigkeit (auch Peel genannt). Bisher wird die Siegelnahtfestigkeit qualitativ und händisch beurteilt. Um zukünftig bei Packstofftests und der Erstellung von Verpackungsmustern die Siegelnaht quantitativ zu beurteilen, soll in die Anschaffung eines Prüfstandes investiert werden.

Das Projektziel ist die Auslegung, Konstruktion, Montage und Inbetriebnahme eines Prüfstandes, mit welchem die Siegelnahtfestigkeit einer starren Verpackung mit flexibler Deckfolie geprüft werden kann. Der Prüfstand soll die Siegelnahtfestigkeit aller auf Hassia-Maschinen produzierten Becherformate prüfen und der Wert der Siegelnahtfestigkeit soll am Prüfstand ablesbar sein.

Der Winkel, mit welchem die Siegelfolie gelöst wird, muss während des gesamten Prüfvorganges 135° betragen. Die Geschwindigkeiten aller Bewegungsabläufe müssen konstant bleiben.

Das gesamte Prüfverfahren soll in Übereinstimmung zur DIN 55409-2 durchführbar sein.

Der Prüfstand muss ortsflexibel einsetzbar sein und sollte ein Gewicht von 10kg nicht überschreiten. Die Sachmittelkosten der verbauten Komponenten sollen das Budget von 2000 € nicht überschreiten.

## 2. FUNKTION

### 2.1. Technische Funktionsbeschreibung

Bei dem Prüfstand handelt es sich um einen Prüfstand für die Verpackungsindustrie im Bereich der Lebensmittel. Die Verpackungen müssen nach den Anforderungen des Produktherstellers als auch die des Verbrauchers entsprechend gestaltet werden. Um dies umzusetzen, greifen Hersteller auf Peel-Prüfstände zurück.

Der zu prüfende Becher wird in eine Aufnahmeeinheit eingespannt und der Peel-Vorgang wird über ein Bedienfeld gestartet. Am Ende des Prüfvorgangs sind alle benötigten Informationen am Prüfstand ablesbar.

Der Prüfstand besteht im Wesentlichen aus zwei Lineareinheiten, einem Kraftaufnehmer und einer Klemmvorrichtung. Die zwei Lineareinheiten sind in einem 45° Winkel zueinander an dem Gestell und der Montageplatte befestigt. Während des Peels verfahren die Lineareinheiten mit einer gleichbleibenden Bewegung und Geschwindigkeit, um einen konstanten Abziehwinkel während des gesamten Vorgangs garantieren.

Auf der oberen Lineareinheit ist eine Messzelle zum Erfassen der anliegenden Kräfte angebracht. Diese wird durch eine Klemme mit der Deckelfolie des Bechers verbunden.

Auf der unteren Lineareinheit befindet sich eine Klemmvorrichtung, um verschiedene Becherformate in den Prüfstand einspannen und prüfen zu können.

### 2.2. Funktionsablauf

Der Prüfstand steht auf einem festen Untergrund und ist gerade ausgerichtet. Der Becher wird in die Klemmvorrichtung gestellt und per Hand eingespannt. Die Spannbacken werden durch zwei Klemmhebel fixiert. Nachdem der Becher eingespannt ist, müssen die Schlitten der Lineareinheiten auf eine bestimmte Position gefahren werden, um den Becher mit der Abzieheinheit zu verbinden. Nachdem die Schlitten auf Position gebracht worden sind, wird

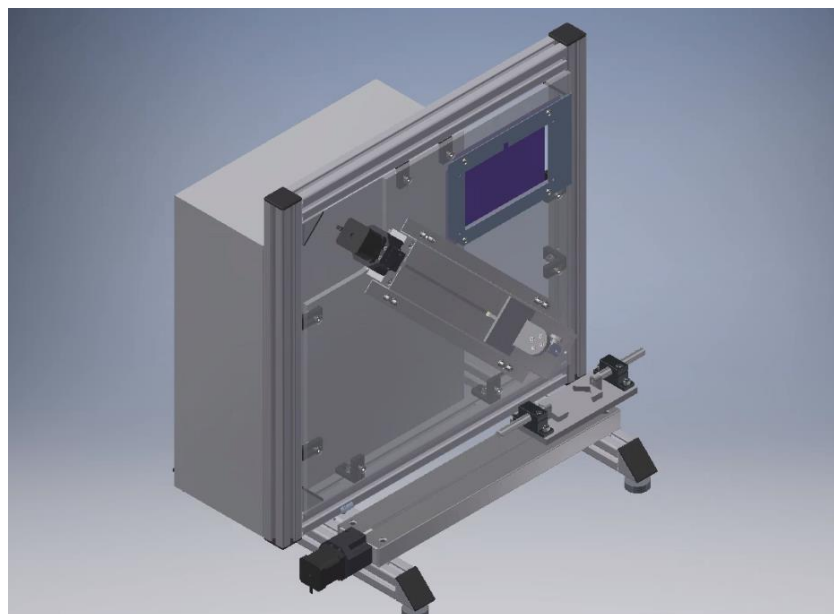


Abbildung 1: 3D-Modell Peelprüfstand

die Deckelfolie an der Lasche durch eine Deckelklemme mit der Messzelle verbunden.

Der Prüfvorgang wird über das Bedienpanel gestartet und der Peel-Vorgang läuft automatisch. Um den Abziehwinkel über den kompletten Vorgang konstant zu halten, verfahren die beiden Lineareinheiten in Abhängigkeit zueinander. Die zu messende Zugkraft wird über die Deckelklemme übertragen und durch die Messzelle aufgenommen. Die Messwerte werden in der Steuerung verarbeitet und können am Display abgelesen werden.

### 3. KRAFTMESSUNG

#### 3.1. Physikalische Kraftaufnahme

Um die Peelkraft der Deckelfolie zu messen, wurde eine Sauter CO-Y3 Messzelle mit einer Nennlast von 5kg ( $\approx 50N$ ) verbaut. Aufgrund ihrer kompakten Bauart und hohen Präzision (comprehensive Error 0,1%) eignet sie sich sehr gut für eine Zugkraftmessung auf dem Peelprüfstand. Für die geradlinige Messung im erforderlichen Prüfwinkel von  $135^\circ$ , wurde die sogenannte Peel-Einheit konstruiert. Diese verfügt über eine starre Aufnahme für die Messzelle und wird auf den schräg montierten Lineartriebsschlitten gesetzt. Die Peel-Einheit für sich wurde aus festen „Tough Resin“ 3D-gedruckt. Das starre Material verhindert ein Wackeln oder Abknicken der Messzelle bei einwirkenden Gegenkräften während des Peels. Die zu prüfende Deckelfolie wird mit einer eigens angefertigten Klemme gehalten. Die hier verbaute Gummilippe sorgt für einen festen Halt der Folie, ohne dass die Gefahr eines Abrisses besteht.

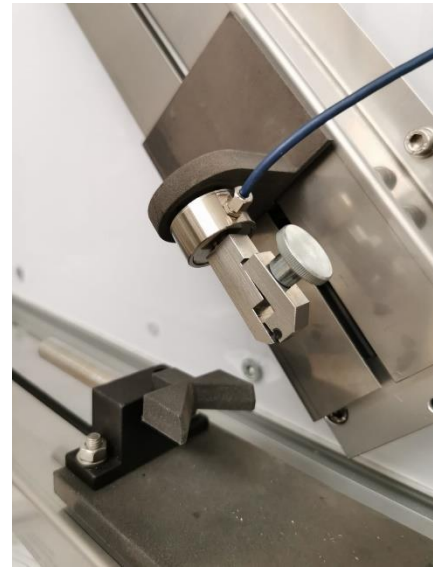


Abbildung 2: Peeleinheit in vorderer Endposition

#### 3.2. Verarbeitung des Messwertes

Die Verstärkung der Messsignale des Kraftaufnehmers wird durch den Einsatz der Auswerteelektronik TLB 485 RS von Althen realisiert. Der Auswerter mit 16-Bit Auflösung (65535 Teilungen) arbeitet mit 6-Draht-Technik. Auf dem Bauteil selbst befinden sich ein 6-Ziffern semi-Alphanumerisches LED-Display sowie vier Knöpfe für die interne Konfiguration. Hier können Alarmer und Grenzbereiche definiert, sowie eine erste Interpretation der aufgenommenen Kräfte werden.

Die Präzision der Auswerteeinheit wurde rechnerisch überprüft:

Lastaufnehmer:		Sauter CO-Y3	
Emax=		5 kg	Auf Druck und Zug
Genauigkeit (theoretisch)		0,1 %	0,005 kg
<b>Auswerteelektronik:</b>		<b>TLB-RS485</b>	
Schnittstelle		0..10V	
A-D-Converter		16 Bit	
D-A Wandler (analoge Schnittstelle 0..10V)		16 Bit	
<b>Probe:</b>			
Welche Teilung in g und V kann der Analog-Ausgang 0..10V bei Emax auflösen?			
Teilung in g	7,6294E-05	kg	0,076 g
Teilung in V	0,00015259	V	0,15 mV

Mit einer Mindestauflösung von 0,076 g / 0,15 mV lag die Leistungsfähigkeit des Auswerters sogar über unseren Anforderungen.

## 4. STEUERUNG UND BEDIENPANEL

### 4.1. PiXtend Steuerung

Die Sichtung einer Steuerung, welche die Anforderungen für den Einsatz in dem Prüfstand erfüllt, war auch aus wirtschaftlicher Sicht herausfordernd. Als beste Lösung stellte sich ein Erweiterungsmodul für einen RaspberryPi heraus. Der Einplatinencomputer wird in dieses Modul eingebaut und ergibt eine voll funktionsfähige PLC nach IEC 61131.

Die PiXtend-PLC bietet neben einer Anzahl von digitalen und Analogen auch Schaltrelais, PWM/Servo-Ausgänge, serielle Schnittstellen, als auch Temperatur- und Luftfeuchtesensoren.



Abbildung 3: HMI im Handbetrieb

Das Programm wurde mit der Automatisierungssoftware Codesys in strukturiertem Text (ST) erstellt. Zudem ist das Programm in die drei Hauptaufgaben Messung, Motoransteuerung und Einstellung der PWM-Frequenz gegliedert. Während sich die ersten beiden Programmabschnitte durch logische oder mathematische Überlegungen entwickeln ließen, musste die benötigte Frequenz in einer Testreihe ermittelt werden.

### 4.2. HMI

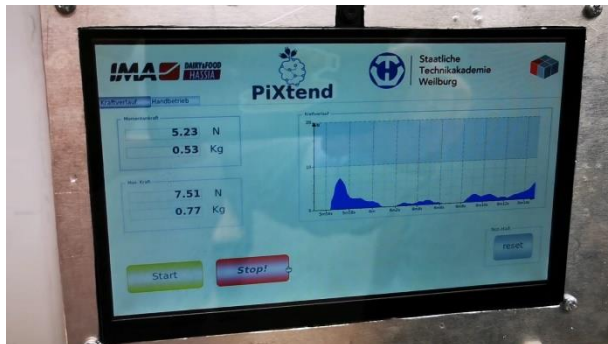


Abbildung 4: HMI mit Messwerten

Das HMI (Human Machine Interface) dient zum Steuern der Antriebe und zur Anzeige der aktuellen Messwerte, welche diese auch in einem Kraft/Zeit-Diagramm visualisiert. Der Bediener hat die Möglichkeit zwischen einem Stellbetrieb und automatischen Prüfverfahren zu wählen.

Im Stellbetrieb können die Antriebe einzeln und frei, oder gemeinsam in Relation verfahren werden. Da der Prüfstand die

unterschiedlichsten Becherformate prüfen kann, muss die Grundstellung vor jedem Peelttest händisch angefahren werden.

Im Automatikmodus kann nur die synchronisierte Fahrt der Linearantriebe eingeschaltet werden. Sobald der Start-Button betätigt wurde, startet auch die Messung. Diese wird über Zahlenwerte und eine Live-Visualisierung ausgegeben. Zusätzlich wird der gemessene Höchstwert der Prüfung, welcher beim Peelttest die wichtigste Messgröße darstellt, angezeigt.

Der Prüfer kann somit die Abreißkraft ablesen und erhält wichtige Informationen zum Kraftverlauf während des Peels. Anhand dieser Daten können fundierte Aussagen über die Qualität der Siegelnaht getroffen werden, sowie wichtige Erkenntnisse im Test mit verschiedenen Werkstoffen gewonnen.



## 5. FAZIT

### 5.1. Persönliches Fazit

Während der Bearbeitung des Abschlussprojektes wurden wir immer wieder mit Problemen konfrontiert, welche wir durch Anwendung der in der Weiterbildung erlernten Fachkenntnisse, lösen konnten. Hierdurch wurde die bereits bekannte Theorie mit der Praxis verknüpft.

Zusätzlich zu den technischen Fähigkeiten entwickelten wir weitere Fach- und Sozialkompetenzen, die den Projektverlauf positiv beeinflussten. Das Projekt schaffte Selbstvertrauen in unsere Arbeit und stellte eine abschließende Vorbereitung auf das Berufsleben als Techniker da. Etliche Kenntnisse aus der Weiterbildung und vor allem aus dem Projekt verhelfen uns nun täglich zu einem routinierten und erfolgreichen Arbeitsalltag.

Neben den technischen Problemstellungen konnten wir ebenso die Herausforderungen des Projektmanagements in organisationsübergreifender Zusammenarbeit gut meistern. Verzögerungen und Lieferschwierigkeiten konnten durch geschickte Projektsteuerung abgefangen werden.

Die bestehende Teamfähigkeit konnte durch koordinierte Absprachen, regelmäßigen Informationsaustausch und klar definierte Verantwortungsbereiche weiter ausgebaut werden. Hierbei erarbeiteten wir uns Kompetenzen und Herangehensweisen, welche nahtlos ins Berufsleben übernommen werden konnten. Dies äußert sich vor allem darin, dass alle Projektmitglieder nun vergleichbare Aufgaben hinsichtlich der Projektverantwortungsbereiche in ihren jetzigen Tätigkeiten übernehmen.

Wir freuen uns, dass wir den Peelprüfstand erfolgreich konstruieren und realisieren konnten, sodass er vom Projektauftragsgeber für die vorgesehenen Anwendungen verwendet wird.

Das Projektergebnis wurde von allen Stakeholdern als voller Erfolg wahrgenommen.

Das Projektteam arbeitete mit Spaß und Leidenschaft an dem Projekt.



Abbildung 5: Der Peelprüfstand an seinem Einsatzort