

Thema: KMU- innovativ – Verbundvorhaben Ressourceneffizienz:
Rekon- IBC – Rohstoff- und ressourceneffiziente Rekonditionierung
von IBC.

Förderkennzeichen: 033RK089

Schlussbericht

Teil 1

Vorhabenbeschreibung

Gesamtziel des Vorhabens ist die rohstoff- und ressourceneffiziente Rekonditionierung von IBC mit Hilfe einer ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft.

Das bedeutet, dass der Stoffzyklus beendet wird und wertvolle Rohstoffe (HDPE) verbrannt werden, anstatt diese wieder in den Stoffstrom einer neuen Verpackung einzubringen. Nicht nur werden wertvolle Ressourcen vernichtet, auch wird die Umwelt durch erhöhte CO₂ Emissionen belastet.

Aufgabenstellung

Wir wollen mit Hilfe einer Datenbank und einer permanenten Nachverfolgbarkeit bei der Rekonditionierung von IBC in unserem Werk, die Produktivität steigern und gleichzeitig die Ressourcen weiter reduzieren.

Dies soll über eine automatisierte Markierung der IBC im Eingang und anschließender Auswertung über eine Datenbank erfolgen. Die Anlage soll durch diese Datenbank automatisiert auf individualisierte Programmabläufe zugreifen. Somit können Ressourcen eingespart werden und die Zykluszeiten durch automatisierte Prozesse verkürzt werden. Die Rekonditionierung von IBC ist die Nachhaltigste Form des Recyclings und somit eine große Co2 Einsparung.

Ablauf des Vorhabens

1. Etikettendrucker zur permanenten Markierung der IBC
2. Prüflinge zum Überprüfen der Dichtigkeit beim Auslaufhahn
3. Greifer am Roboter zum Greifen der Werkzeuge
4. Kamerasysteme zum optischen erkennen der Auslaufhähne und Barcodes
5. Vision Software zur Verarbeitung der Daten
6. Roboter zum Handling der Werkzeuge
7. Deckelmagazin zur Lagerung und zur Entnahme der unterschiedlichen Schraubkappen
8. Werkzeug zum Verschweißen der Siegelfolie
9. Werkzeug zum Greifen der Schraubkappen
10. Magazin für die Siegelfolie

Die IBC erhalten alle eine permanente Markierung in Form eines QR-Codes. Dieser wird automatisiert am IBC Käfig montiert, im Laufe des Prozesses abgelesen und mit Hilfe einer hinterlegten Datenbank abgefragt.

Hierdurch ergeben sich individuelle Bearbeitungsprozesse. Diese werden mit Hilfe von Speziellen Werkzeugen, Robotern, Kameras und Vision Programmen automatisiert bearbeitet. Es erfolgt im ersten Schritt eine Vakuumprüfung auf Dichtigkeit des Auslaufhahnes. Anschließend wird der Auslaufhahn über ein Werkzeug am Roboter mit einer Siegelkappe verschweißt. Danach wird automatisch für den jeweiligen IBC die richtige Schraubkappe über ein Deckelmagazin zugefahren. Die Schraubkappe wird vom Roboter aufgenommen und anschließend am Auslaufhahn montiert/verschraubt.

Wesentliche Ergebnisse

Man kann sagen, dass mit Hilfe einer Datenbank und einer permanenten Markierung am IBC, viele nachgeschaltete Prozessschritte individuell auf den einzelnen IBC abgestimmt werden können. Dies kann voll automatisiert passieren und ermöglicht deutlich kürzere Zykluszeiten bei ebenfalls weiteren Einsparungen von Ressourcen. Es ist jedoch bei einem Produkt, wie dem gebrauchten IBC, nicht einfach, die genaue Positionierung zu finden. Jeder IBC hat leicht andere Maße, weil sich der Kunststoff über die Zeit leicht verändert. Deshalb ist es zwingend notwendig hier mit einem Vision Programm und hochauflösenden Kameras zu arbeiten. Sobald das Vision Programm optimal auf die Gegebenheiten parametrier ist, kann eine präzise Position immer gefunden werden.

Ist dieser Schritt einmal automatisiert, haben wir die Möglichkeit hohe Stückzahlen pro Woche zu fahren und weitere Kunden zu beliefern.

Dies ermöglicht eine massive Einsparung von CO2 auf den IBC Verpackungssektor.

Teil 2

Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse

1. Etikettendrucker zur permanenten Markierung der IBC
2. Prüflinge zum Überprüfen der Dichtigkeit beim Auslaufhahn
3. Greifer am Roboter zum Greifen der Werkzeuge
4. Kamerasysteme zum optischen Erkennen der Auslaufhähne und Barcodes
5. Vision Software zur Verarbeitung der Daten
6. Roboter zum Handling der Werkzeuge
7. Deckelmagazin zur Lagerung und zur Entnahme der unterschiedlichen Schraubkappen
8. Werkzeug zum Verschweißen der Siegelfolie
9. Werkzeug zum Greifen der Schraubkappen
10. Magazin für die Siegelfolie
11. Schnittstelle zwischen Visionsoftware, SPS und Robotern

1. Etikettendrucker zur permanenten Markierung der IBC:

Das wichtigste Bauteil, um weitere Ressourcen einzusparen und noch nachhaltiger produzieren zu können, ist die Markierung der IBC mit einem Barcode. Dieser ist entscheidend, um in den nachgeschalteten Prozessen spezifisch auf das letzte Füllgut einzugehen. Das alles funktioniert aber nur, wenn eine dauerhafte Lesbarkeit der Markierung in allen Prozessen gewährleistet ist. Deshalb haben wir uns lange mit der genauen Positionierung und automatischen Anbringung des Etikettes beschäftigt. Ziel war es eine Position am IBC zu finden, welches uns in keiner der weiteren Produktionsabläufe stört und auch bei jedem Bearbeitungsschritt gut zu erkennen ist. Des Weiteren haben wir geprüft, was für eine Art Barcode oder RFID-Tag für uns praktikabel ist. Zum Tragen ist ein numerischer Barcode gekommen, dieser ist am kostengünstigsten und gleichzeitig am prozesssichersten abzulesen. RFID-Tags waren leider sehr störungsanfällig bei den Metallgittern der IBC und konnten nicht immer prozesssicher gelesen werden. Numerische Barcodes können selbst bei Beschädigungen am Etikett gut abgelesen werden und sind auch bei höheren Transportgeschwindigkeiten des IBC immer prozesssicher abzulesen. Wir hatten hier bereits Tests durchgeführt und uns dann letztendlich für einen numerischen Barcode entschieden. Für die Positionierung des Etikettes konnten wir eine Position am oberen Rahmen des IBC Käfigs finden, der bei keinem der weiteren Bearbeitungsprozesse stört. Die genaue Positionierung des Etikettes am IBC Rahmen war in der Praxis leider doch nicht so einfach. Wir haben hier lange Zeit gebraucht, um die Positionierung optimal auszuwählen. Dies hat uns in Bezug auf den Zeitplan auch deutlich zurückgeworfen, weil wir weitere Prozesse immer nur basierend auf dem Barcode durchführen konnten.

2. Prüflinge zum Überprüfen der Dichtigkeit beim Auslaufhahn

Wir haben hier eine Lösung gesucht, die es uns ermöglicht, ein Vakuum im Bereich des Auslaufhahnes automatisch zu erzeugen. Hierzu mussten wir erstmal eine Reihe an Tests durchführen, um herauszufinden, welches die richtigen Durchmesser und Dichtungen zum Abdichten des Auslaufhahnes gewährleisten. Eine Vakuumprüfung stand zur Überprüfung der Dichtigkeit an oberster Stelle, denn ein Vakuum ist deutlich genauer, als mit Überdruck zu prüfen. Leider ist es aber auch deutlich schwieriger ein gutes Vakuum zu erzeugen, hierzu muss eine sehr gute Abdichtung erzeugt werden. Wir haben die Herstellung der Prüflinge, gemäß unseren Spezifikationen in Auftrag gegeben. Die Prüflinge sind bereits angefertigt und werden bei uns im Werk aktuell händisch eingesetzt, um die genauen Parameter für die kommende Automatisierung zu erproben.

Später haben wir diese dann von unseren Greifern, welche am Roboter installiert waren, über spezielle Adapterplatten aufgenommen. Wir konnten nun den automatisierten Betrieb testen. Die Prüflinge haben eine gute Abdichtung nachweisen können.

Lediglich die genaue Positionierung in der X, Y und Z-Achse war doch komplizierter als gedacht. Hier mussten wir mit Hilfe der Vision Technology weitere Anpassungen durchführen, um zu gewährleisten, dass die Prüflinge auch immer genau im Auslaufhahn des IBC positioniert wurden.

3. Greifer am Roboter zum Greifen der Werkzeuge

Wir haben nach einem Greifer gesucht, der alle unterschiedlichen Werkzeuge greifen und auch die unterschiedlichen Schraubkappen des Auslaufhahnes aus dem Deckelmagazin entnehmen und montieren kann. Wir wollten hier für die Flexibilität nicht auf ein festes Werkzeug pro Roboter gehen, um bei Störungen oder Wartungsarbeiten immer mit mindestens einem Roboter arbeiten zu können.

Ein Greifer zu finden, der genügend Hub hat, um die unterschiedlichen Schraubkappen zu greifen und parallel auch genügend Kraft entwickelt, um die bis zu 6 Kg schweren Werkzeuge prozesssicher zu halten, war leider nicht ganz einfach. Hinzu kommt, dass der Greifer die Schraubkappen nicht durch zu viel Verschleißkraft zerstören darf.

Wir haben uns deshalb für einen elektrischen Greifer mit 3 Fingern entschieden, welchen wir entsprechend pro Aufgabe mit der Verschleißkraft einstellen können.

Es hat sich in der Praxis herausgestellt, dass die Greifer für unsere Anwendungen sehr gut geeignet sind. Wir haben jede Möglichkeit die Kräfte pro Arbeitsgang anzupassen.

Es wurden bereits erfolgreich viele Tests durchgeführt und simuliert. Wir haben uns für die Greifer selbst Finger aus Aluminium gedreht, um die genauen Positionen optimal zu greifen.

4. Kamerasysteme zum optischen Erkennen der Auslaufhähne und Barcodes

Die Erkennung und die damit verbundene Positionierung des Roboters mit dem entsprechenden Werkzeug, war eine der schwierigsten Aufgaben. Deshalb haben wir unterschiedlichste Kamerasysteme getestet.

Nach ausgiebigen Tests haben wir uns nur für eine hochauflösende 2D Kamera entschieden in Kombination mit einem Force Torque Sensor, welche wir am Roboter montiert haben. Die Kamera dient lediglich zur Bestimmung der X und Y-Achse, um die Position des Auslaufhahnes ca. zu definieren. Danach erfolgt die genaue Bestimmung der Position über das Pin-in-the-Hole Verfahren des Force Torque Sensors am Roboterarm. Wir haben uns hier für den Force Torque

Sensor entschieden, weil wir mit diesem auch die genaue Bestimmung des Winkels des Auslaufhahnes definieren können. Des Weiteren ermöglicht uns dieser Sensor eine definiertes Anzugsmoment für die Verschraubung der Schraubkappe am Auslaufhahn. Aktuell sind wir im Testbetrieb und die Positionierung wird immer wieder optimiert. Viele IBC Modelle konnten schon erfolgreich eingelernt werden, allerdings dauert dies bis wirklich jedes Modell über die Anlage gefahren wurde.

Der Barcode am IBC wird bereits über einen Infrarotsensor gelesen und erkannt. Die Positionierung war hier recht einfach, weil sich das Etikett immer an der gleichen Stelle befindet.

5. Vision Software zur Verarbeitung der Daten

Zur korrekten Verarbeitung der aufgenommenen Bilder und Daten und der damit verbundenen Auswertung für die weiteren Verarbeitungsschritte, ist eine Bildverarbeitungssoftware zwingend erforderlich und ein sehr wichtiger Bestandteil.

Wir haben hier schon länger mit einem Bildverarbeitungsprogramm in anderen Bereichen Erfahrungen gesammelt. Aktuell sind wir dabei die für uns notwendigen Parameter aus Musterbildern auszuwerten und hier die Programmierung vorzunehmen. Das Thema Programmierung läuft parallel zu den anderen Bestandteilen. Die Daten werden auf einem Industrierechner vor Ort verarbeitet und die genaue Position wird mittels der Software an den Roboter weitergeben. Die genaue Positionierung des Auslaufhahnes ist jedoch nicht über die Kamera möglich. Es gibt hier gewisse Grenzen in der optischen Erkennung, deshalb haben wir uns dazu entschieden hier einen Force Torque Sensor zusätzlich einzusetzen. Das Problem ist, dass die Auslaufhähne nie im 90 Grad Winkel stehen und wir somit immer wieder die genaue Positionierung mittels Sensors korrigieren. Die Tests haben gezeigt, dass die Kombination einer hochauflösenden 2D Kamera in Verbindung mit dem Force Torque Sensor, es uns ermöglicht, sehr präzise die Position zu ermitteln und anzufahren.

6. Roboter zum Handling der Werkzeuge

Nachdem wir fast alle Werkzeuge vom Gewicht abschätzen konnten und auch die unterschiedlichen Arbeitsbereiche grob vordefiniert hatten, konnten wir uns mit der Projektierung des richtigen Robotertyps beschäftigen. Vorgabe war ein Roboter Typ mit mindestens 11-12 Kg Traglast und einer Reichweite von min 2,2m. Um die Zykluszeit von min. 60 Sekunden an dem Arbeitsplatz sicherzustellen, müssen wir 2 Roboter einsetzen.

Nachdem die Roboter als Testeinheit aufgebaut wurden, konnten wir die beiden Greifer an die Arme montieren. Anschließend haben wir viele Tests durchlaufen lassen, die Roboter funktionieren aber einwandfrei für unsere Anwendungen. Es wurden noch diverse Anpassungen an der Software der Roboter durchgeführt, weil der Force Torque Sensor die Werte korrekt an die Robotersteuerung melden musste.

7. Deckelmagazin zur Lagerung und zur Entnahme der unterschiedlichen Schraubkappen

Um zu gewährleisten, dass wir am Arbeitsplatz zur Montage der Schraubkappen immer genügend Deckel vorrätig haben, mussten wir uns um den Bau eines Magazins kümmern.

Dieses Magazin muss die unterschiedlichsten Schraubkappen lagern und vorhalten können.

Des Weiteren muss das Magazin an einen definierten Punkt die Schraubkappen fördern, damit der Roboter mit seinem Greifer, diese entnehmen kann. Unsere ersten Ideen waren leider etwas zu einfach, sodass wir nur mit der Schwerkraft und dem Rutschen der Deckel in einer Führung nach unten, nicht das gewünschte Ziel erreichten. Wir sind nun in der letzten Testphase die Schraubkappen mit Hilfe von Schwerkraft und Vibration prozesssicher permanent zu einem definierten Punkt im Magazin zu fördern. Leider war aber auch dieser Ansatz nicht von Erfolg gekrönt. Nach vielen gescheiterten Tests die Deckel in einem Magazin mit Schwerkraft oder auch in Kombination mit Vibration zu einem definierten Punkt zu führen, mussten wir komplett umdecken.

Wir haben uns letztendlich für eine deutlich komplexere und aufwendigeres Lagersystem entschieden. Die Lagerung erfolgt auf einzelnen Trays, auf dem die Deckel liegen. Die Trays sind alle übereinander gelagert und werden mittels einer Linearführung in X und Z-Achse gefördert und positioniert. Der Roboter fährt pro Tray die entsprechenden Deckel an und nimmt diese selbst raus. Die Deckel sind bereits so gelagert, dass der Roboter mit dem Greifer die Deckel direkt entnehmen kann. Die Steuerung hierfür hat leider auch sehr viel Zeit in Anspruch genommen.

8. Werkzeug zum Verschweißen der Siegelfolien

Wir haben uns hier selbst ein Werkzeug gebaut, welches mit einer Heizplatte sowie einem Pneumatikzylinder die Siegelfolien ansaugen kann und danach auf den Auslaufhahn verschweißt. Die Tests hierzu sind positiv verlaufen und wir haben das Werkzeug bereits in die Anlage integriert. Die Positionierung ist mittlerweile auch schon gut vorangeschritten und wir können einige Modelle fehlerfrei verschweißen. Es ist jetzt im Testbetrieb noch weiter zu optimieren.

9. Werkzeug zum Greifen der Schraubkappen

Wir hatten Probleme die Schraubkappe per Greifer direkt auf den Auslaufhahn anzubringen. Wir müssen leider 2-mal umgreifen, bis die Schraubkappe komplett auf den Auslaufhahn aufgeschraubt ist. Es gab immer wieder Probleme die Schraubkappe korrekt zu greifen. Wir haben uns deshalb dazu entschlossen einen Adapter zu entwerfen in dem die Schraubkappe gelagert ist. Der Greifer nimmt jetzt nicht mehr direkt die Schraubkappe auf, sondern hält nur noch den Adapter. Somit ist ein Umgreifen während des Aufschraubens problemlos möglich. Wir haben für den NW 50 sowie NW 80 Auslauf beide Adapter angefertigt. Diese werden aktuell im Probetrieb direkt an der Anlage getestet und es läuft schon recht prozesssicher.

10. Magazin für die Siegelfolie

Für das Siegelfolienmagazin haben wir uns bereits 2 unterschiedliche Lösungen einfallen lassen. Die Siegelfolie können wir auf kleinem Raum sehr platzsparend unterbringen. Nach ausgiebigen Tests haben wir uns für die einfachere Lösung entschieden. Die Siegel liegen hier in einem Tray übereinander und können per Vakuumsauger des Verschweißwerkzeugs entnommen werden. Das

Nachfüllen der Siegelfolie muss nicht während der Produktion erfolgen, da wir genügend Siegel in einem Magazin lagern können.

11. Schnittstelle zwischen Visionsoftware, SPS und Roboter

Die Schnittstelle zwischen der Visionsoftware, der SPS-Steuerung sowie dem Roboter wurde von uns komplett selbst entwickelt. Wir haben hier die komplette Kommunikation zwischen den einzelnen Bausteinen aufbauen können. Auch der Force Torque Sensor ist bereits mit der Schnittstelle ansteuerbar. Die Schnittstelle wurde von uns fertiggestellt und ist nun in der Erprobungsphase. Wir haben hierfür auch eine extra Datenbank programmiert und alle Inhalte abgespeichert, um die Befehle an die einzelnen Komponenten dementsprechend weiterzugeben. Das ganze System befindet sich in der Testphase mit allen Komponenten.

Notwendigkeit und Angemessenheit der Projektarbeit

Die Projektarbeit wurde immer erstmal mit den möglichst einfachsten Schritten projiziert und anschließend getestet. Umso einfacher die einzelnen Prozesse aufgebaut sind, umso stabiler und weniger anfällig sind diese später im laufenden Prozess. Es hat sich jedoch in einzelnen Tests und Prüfungen dann leider doch ergeben, dass wir teilweise deutlich aufwendigere Konstruktionen ausarbeiten mussten, um den prozesssicheren Ablauf zu gewährleisten. Es musste zum einen das Deckelmagazin deutlich aufwendiger konzipiert werden, da sich leider in den Test ergeben hat, dass die von uns angestrebte Konstruktion nicht prozesssicher funktioniert hat. Zum anderen mussten wir das Werkzeug zur Montage der Schraubkappen am Auslaufhahn mehrmals anpassen und mussten schlussendlich sogar für jede Nennweite einen Adapter anfertigen. Dieser wird nun vom Greifer jeweils aufgenommen und muss während des Verschraubprozesses 1-mal umgreifen.

Voraussichtliche Nutzung

Die Prototypanlage wird für das Projekt zur Erreichung der angestrebten Ziele genutzt. Die einzelnen Komponenten der Anlage wurde alle bereits im Einzelnen ausgiebig getestet, sodass wir zum jetzigen Zeitpunkt davon ausgehen, dass wir die angestrebten Ziele erreichen. Aus den Erkenntnissen kann dann eine produktionstaugliche Anlage konzipiert werden. Bei Bedarf werden unter Umständen mehr als eine Anlage notwendig sein.

Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Über Fortschritte auf dem Gebiet an anderen Stellen, ist uns nicht bekannt. Wir arbeiten hier in einer absoluten Nische, sodass wir keine vergleichbaren Projekte kennen.

Leider sind wir mit dem Projekt bis jetzt nicht abschließend fertig geworden und wir befinden uns mit dem System immer noch in der Testphase. Wir sind uns jedoch sicher, dass wir mit dem Projekt die angestrebten Ziele erreichen werden.

Teil 3

Wirtschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens

Zum jetzigen Zeitpunkt haben wir bereits sehr viele Ergebnisse erreicht, die im wesentlichen folgende Punkte darstellen:

1. Etikettendrucker zur permanenten Markierung der IBC
2. Prüflinge zum Überprüfen der Dichtigkeit beim Auslaufhahn
3. Greifer am Roboter zum Greifen der Werkzeuge
4. Kamerasysteme zum optischen Erkennen der Auslaufhähne und Barcodes
5. Vision Software zur Verarbeitung der Daten
6. Roboter zum Handling der Werkzeuge
7. Deckelmagazin zur Lagerung und zur Entnahme der unterschiedlichen Schraubkappen
8. Werkzeug zum Verschweißen der Siegelfolie
9. Werkzeug zum Greifen der Schraubkappen
10. Magazin für die Siegelfolie
11. Schnittstelle zwischen Visionsoftware, SPS und Robotern

Wir haben hier alle Einzelkomponenten bereits ausgiebig getestet, sowie auch schon im Dauertestbetrieb laufen lassen. Die wissenschaftliche Arbeit hierzu vorab, hat viel Zeit in Anspruch genommen, weil es leider zu vielen unserer Anwendungsbereiche keine bereits vorhandene Lösung gab. Wir mussten fast jeden Schritt selbst herleiten und ausprobieren.

Erfindungen/Schutzrechtanmeldungen

Wir haben bis jetzt keine Schutzrechtsanmeldungen oder Patenanmeldungen geplant. Die von uns eingesetzten Prozessschritte sind nicht relevant für eine Anmeldung.

Wirtschaftliche/technische Erfolgsaussichten

Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten sind durch die verkürzten Zykluszeiten und dem damit geplanten höheren Ausschuss an IBC pro Schicht gegeben. Technisch konnten wir alle Abläufe bereits in einzelnen Testphasen simulieren, auch hier sehen wir keine Probleme, das geplante Ziel am Ende zu erreichen. Durch den höheren Ausschuss an IBC pro Schicht, werden wir die geplante Co2 Einsparung auch definitiv einhalten. Durch die individualisierten Prozesse können wir die eingesetzten Ressourcen deutlich reduzieren, in Verbindung mit dem höheren Ausschuss an IBC pro Tag, wird das geplante Ziel erreicht.

Angaben zu Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Unter Punkt 7. Deckelmagazin mussten wir viel Zeit investieren. Am Ende des Tages hat unsere erste doch relativ einfache Idee nicht zu einem Ziel geführt. Wir mussten deshalb das gesamte Konzept nochmal überarbeiten und mussten am Ende eine deutlich aufwendigere Lösung nehmen. Diese hat dann allerdings zu dem notwendigen Erfolg geführt, sodass wir jetzt eine Lösung haben, die uns eine permanente Prozesssicherheit ermöglicht.

Angaben über die Einhaltung der Ausgaben und der Zeit

Bezüglich der Ausgaben sind wir mit dem geplanten Budget ausgekommen und hatten am Ende deutlich weniger Ausgaben als ursprünglich geplant. Dies lag zum einen an doch recht simplen Lösungen, die wir durch eine gute anfängliche Planung/ Forschung erreicht haben. Zum anderen haben wir viele Komponenten durch Eigenleistung geplant/erstellt, was die Kosten auch nochmal deutlich gemindert hat.

Was den Zeitplan betrifft, mussten wir leider feststellen, dass sich das Projekt deutlich in die Länge gezogen hat und wir mit dem angegebenen Zeitplan nicht ausreichend Zeit hatten. Das Projekt final mit allen Komponenten zu verbinden und die Steuerung/Software zu erstellen, war ein erheblicher Aufwand. Diesen hatten wir zeitlich so nicht gesehen. Aktuell sind wir leider mit diesem Projekt noch nicht fertig.

Die Kosten für die Verzögerungen im Zeitplan über das beantragte Projektende hinaus, werden wir bis zum Abschluss des Projekts aus eigenen Mittel ohne Förderung tragen.

Die Material- und Sachkosten sind als reine Projektkosten verbucht worden und nur für die Prototypenanlage, um das Projekt zum Abschluss zu bringen.