



Mechatronik Trinational  
Mécatronique Trinationale



# 2014

## Trinatrobekeeper



Semesterarbeit / Promotion Hertz

**Erfahrungsbericht Semesterarbeit**

Gruppe A. Baptendier-Santiquet, C.

Eklinger, S. Gasser

Studiengang Mechatronik Trinational

[www.trinat.net](http://www.trinat.net)

## **Ausgangslage**

Im Rahmen unserer Semesterarbeit im sechsten Semester wollten wir einen automatisierten Einzeltischkicker entwickeln. Folgende Arbeiten mussten erledigt werden:

- Systems Engineering inkl. Zielkatalog
- Mechanischer Aufbau
- Verdrahtung und Programmierung

Das System musste folgende Grundeigenschaften beinhalten:

- Detektion der Schussbahn des Balles
- Berechnung des Einschlagpunktes auf Höhe des Torhüters
- Automatische Positionierung des Torhüters

## **Vorgehen**

Wir sind nach dem Ansatz des System Engineerings vorgegangen. Dadurch erhielten wir einen aussagekräftigen Zielkatalog, nach welchem wir geplant haben.

Unser Prinzip beim Planen war: " So grob wie möglich, so fein wie nötig." Wir sind sehr agil vorgegangen. Am Anfang des Arbeitstages haben wir immer unsere Tagesziele und Zuständigkeiten festgelegt. Die Tagesziele waren Bestandteile der Grobziele, die wir uns gesetzt hatten.

## **Lösungsvarianten und erarbeitete Lösung**

Unser Trinatrobokicker besteht aus mehreren funktionalen Hauptteilen:

- Der Spielkasten: Innerhalb dessen befindet sich die gesamte Elektronik, Sensorik sowie die ganzen Spielmittel. Es war uns wichtig, dass unser System den Standardmaßen eines normalen Tischkickers entsprach.
- Das Torwartsystem: Mit diesem können wir unseren automatisierten Torhüter ansteuern.
- Die Sensorik: Diese ermöglicht die Ballerkennung, d.h. ob ein Ball vorhanden ist und wenn ja, an welcher Position.
- Die Elektronik und Informatik: Dadurch können die Daten verarbeitet werden.

Damit wir die optimale Lösung für unsere Semesterarbeit herausfinden konnten, haben wir verschiedene Lösungsvarianten untersucht.

In der nachfolgenden Tabelle ist ein Überblick der Lösungsvarianten zu sehen:

Variante	Kosten (K)	Bearbeitungszeit (B)	Simplicité d'utilisation Anpassbarkeit (A)	Bewertungspunkte			
				K	B	A	G
Kamera	≈ 300€	≈ 80 ips	Man muss mit LabVIEW oder OpenCV programmieren können, und die richtigen Libraries verwenden. Gute Anpassbarkeit, aber sehr von dem Umgebungslicht sowie von der Distanz abhängig.	6	2	9	17
Infrarotsensor	≈ 10 – 20€ / Stück ≈ 100 – 200 €	1 – 80 ms	Relativ einfach in der Anwendung, jedoch muss man die Blinde Zone und den Konus beachten.	10	7	7	24
Laser	= 0,91€ / Stück	Bearbeitungszeit vom Empfänger abhängig	Sehr einfach in der Anwendung. Die Empfänger müssen sehr präzise positioniert werden, sie müssen gegenüber der Sender liegen.	8	8	7	23
Ultraschall	≈ 10 – 15€ / Stück Wenn 15 Stück: ≈ 150 – 225€	50 ms	Nicht sehr einfach in der Anwendung. Nicht Wertstabil, zu dem kennen wir die Distanz aber nicht die exakte Position. Die runde Form des Balles ermöglicht nicht die exakte Position des Objektes zu determinieren.	7	1	2	10
Touchscreen resistiv	Bis zu 200 € / Panel	≤ 12 ms	Simplem Anwendungsprinzip, der resistive Wert des Touchscreens wird geändert. Der Kontaktpunkt wird mit Druck oder an einer deutlich heißeren Stelle ermittelt.	5	4	3	12
Touchscreen capacitiv	Bis zu 300 € / Panel	≤ 15 ms	Sehr einfach in der Anwendung. Man muss die Oberfläche des Touchscreens nur leicht berühren. Dies sendet uns dann die Koordinaten in x und y.	4	3	4	11
Touchscreen Infrarot	≈ 300 € / Panel	≈ 7 – 15 ms	Das einfachste System in der Anwendung, da die x und y Koordinate direkt ermittelt werden.	3	5	6	14
Touchscreen Ultraschall	≈ 600 – 700 € / Panel	≈ 10 ms	Schwierig in der Anwendung, man braucht eine große Fläche um präzise zu sein, zu dem muss das Feld immer sauber sein.	1	6	1	8
Netzwerk	Fotodiode: 0,15€ / Stück	≈ 400 μs	Einfach in der Anwendung, jedoch hängt er von dem Ambiente Licht. Man muss dieses Netzwerk auf dem ganzen Spielfeld platzieren, was wiederum sehr viele In / Outputs mit sich bringt und den Preis in die Höhe treibt (Mehr als 700 € bei einem Rechteck von 800mm x 700mm)	2	8	5	15
Fotodiode mit Fototransistor	Fototransistor: 0,29€ / Stück						
Kombination aus Netzwerk und Gitter	Fototransistor: 0,29€ / Stück Laser: 0,91€ / Stück 72,5€+91 € = 163,5€	≈ 400 μs	Kombiniert 2 Verfahren. Weniger Verkabelung als das Netzwerk bestehend aus Fotodiode und Fototransistor. Aber verlangt ein extrem präzises Halterungssystem für die Laser.	9	8	8	25

Tabelle 1 - Bewertung der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten (Sensorik)

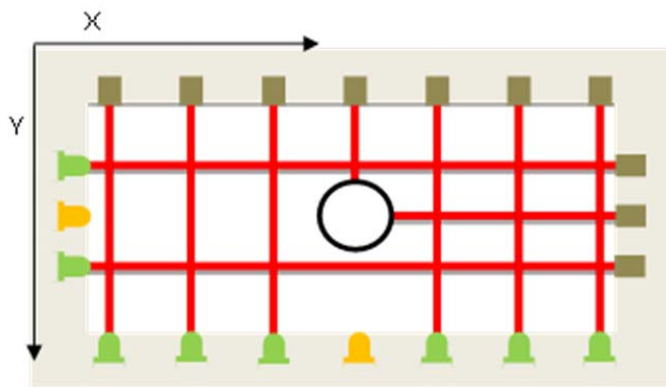


Abbildung 2 - Prinzip des Lasergitters

Wir haben uns schlussendlich für eine Kombination aus Fototransistoren-Netzwerk und Laser-Gitter entschieden. Das Zusammenspiel von Laser und Fototransistoren ist eine optimale Detektionsvariante. Mit Hilfe des Gitters sind wir in der Lage, ein Mapping des ganzen Spielfeldes zu machen. Da wir im Bereich des Tores jedoch keine Laser

anordnen konnten, weil der Torwart die Ergebnisse verfälschen würde, haben wir

uns entschieden in diesem Bereich Fototransistorenplatinen zu platzieren. Die Ballposition wird detektiert, wenn entweder ein Laserstrahl geschnitten wird oder wenn eine der Fototransistoren durch den Ball verdeckt wird. Die Ballposition gibt die Koordinaten in x und y Richtung an. Sobald wir zwei Ballpositionen vorhanden sind, ist das System in der Lage eine Gerade zu berechnen.

Nach Erkennen der bestmöglichen Lösung, haben wir diese getestet: Wir haben uns dabei folgende Fragen gestellt:

- Welche Laser passen am besten?

- Welche Fototransistoren geben uns das beste Ausgangssignal?
- Welche Bedingungen sind dazu nötig?

Schritt für Schritt haben wir die definitive Lösung erarbeitet. Bei der Auswahl der Lösung für die Aktorik, sowie für die Softwarebearbeitung, sind wir genau so vorgegangen. Zur Auswahl stand ein Linearmotor, ein Schrittmotor und ein Druckschlittensystem.

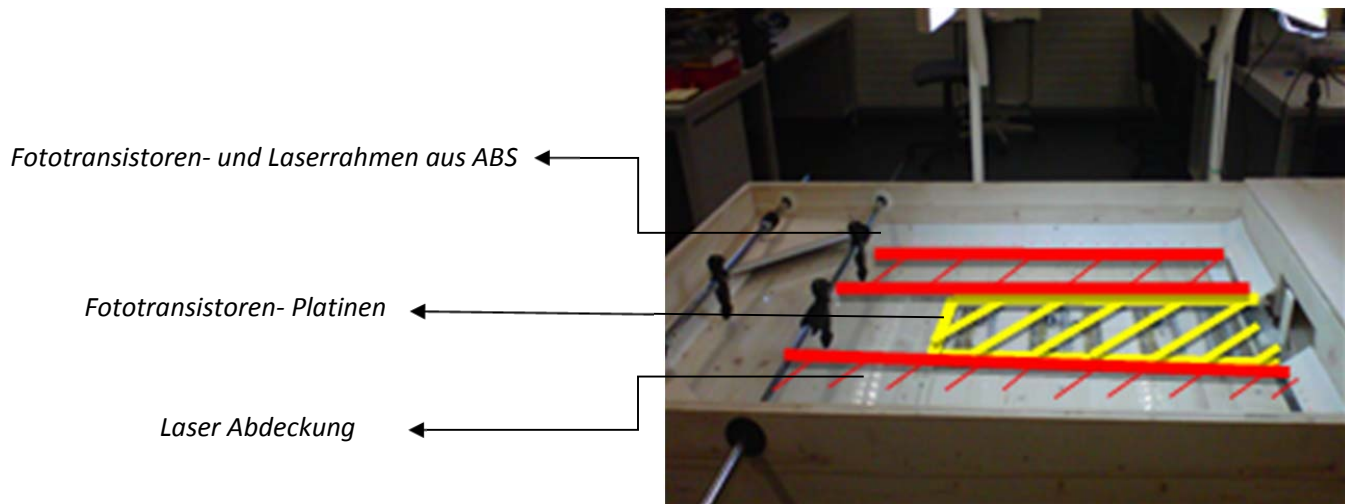


Abbildung 3 - Kombination zwischen Netzwerk und Lasergitter

## Verteilte Systeme

Für die Elektronik mussten wir uns überlegen, wie wir die vielen Eingänge sinnvoll verarbeiten könnten. Dabei sind wir auf folgende Lösung gestossen:

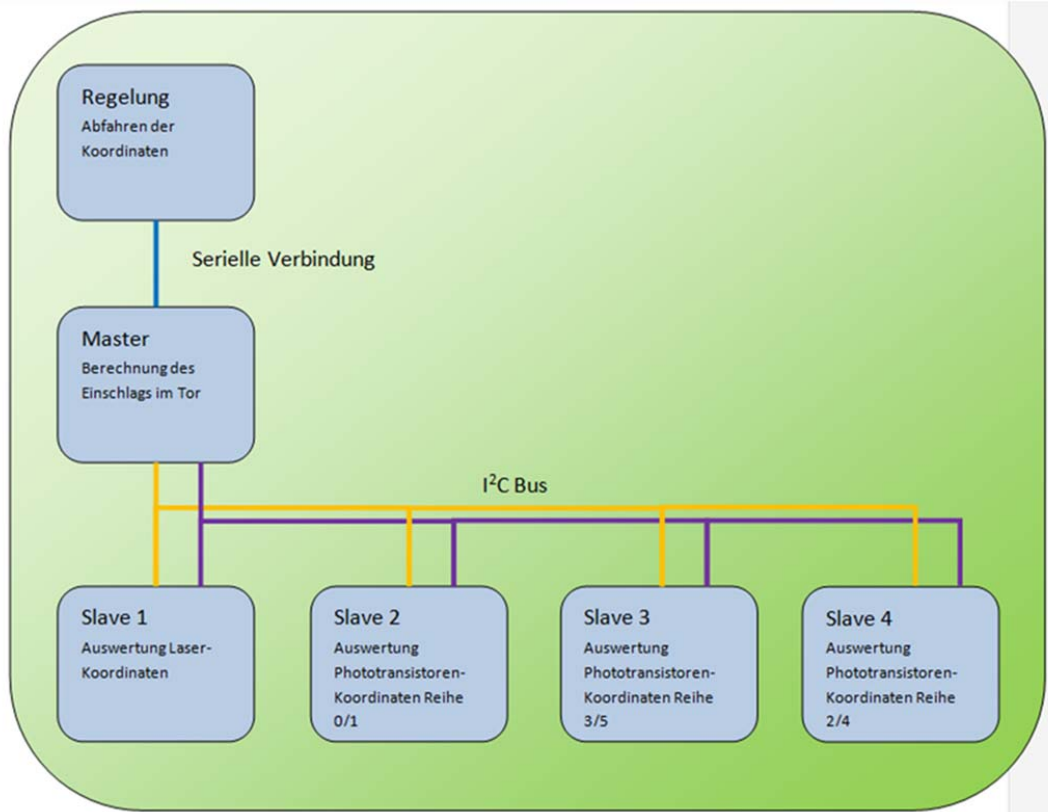


Abbildung 4 - Master-Slave-Prinzip

Die Eingänge der einzelnen Sensoren werden auf die verschiedenen Slaves verteilt. Vorteil davon ist, dass die Eingänge parallel abgefragt werden. Dadurch wird das Risiko gesenkt, dass eine Koordinate eines Balles „verloren“ geht. Die Slaves sind mit dem Master via I<sup>2</sup>C Bus verbunden. Der Slave 1 ist für die Laserkoordinaten zuständig. Die weiteren Slaves fragen die Fototransistoren ab. Der Master erhält von den Slaves die Koordinaten des Balles. Der Master berechnet den Einschlag in das Tor und die Regelung steuert den Torhüter an. Die Kommunikation Master zu Regelung wird via Serieller Verbindung hergestellt.

### Aktor (Torhüter)

Um alle Torschüsse erfolgssicher halten zu können, muss der Torhüter eine sehr kurze Reaktionszeit in der Größenordnung von 200ms besitzen. Damit diese Reaktionszeit erfüllt werden kann, haben wir ein Druckschlittensystem eingesetzt. Vorteil von dieser Variante sind vor allem die präzise Linearführung des Torwartes und die bestehende Mechanik sowie Antriebstechnik.

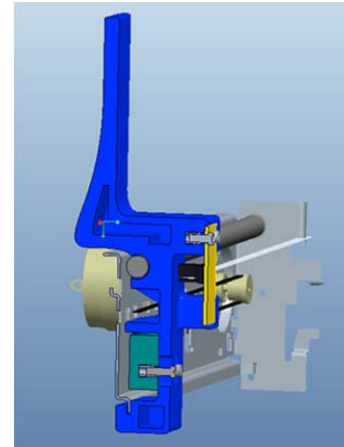
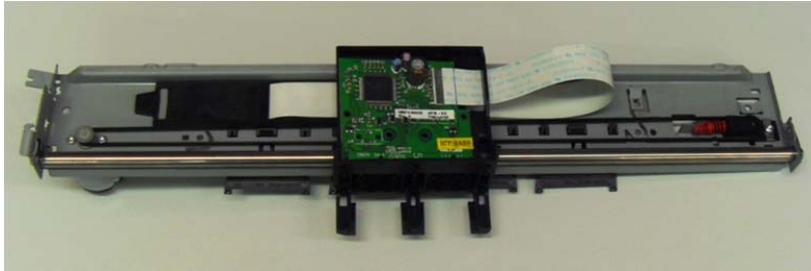


Abbildung 5 – Druckschlittensystem - Torwart

Alle mechanischen Lösungen wurden erst per CAD gezeichnet und weiterentwickelt, um Fehler vorzubeugen. Für die Realisierung des Torwarts und des Laserrahmens haben wir ABS benutzt. Dieser Kunststoff ist angesichts der Technologie sehr belastbar und trotzdem günstig. Der Spielkasten wurde einheitlich aus Holz konstruiert und hat abnehmbare Tischfüße aus Aluprofil.

#### **Zustandekommen der Arbeit**

Auf das Thema der Semesterarbeit sind wir eher zufällig gestossen. Wir haben auf youtube ein Video gesehen, in dem ein Fussball-Torhüter mithilfe von Kameras automatisiert wurde. Wir haben uns dann entschlossen, dieselbe Aufgabenstellung für einen Tischkicker zu machen.

Damit wir ein genügendes Anfangskapital hatten, haben wir uns bei Novatris beworben. Diese Stiftung arbeitet für die deutsch-französische Kooperation zwischen Unternehmen und Hochschulen im Rheingebiet. Jedes Jahr bewilligt Novatris ein bestimmtes Budget für grenzüberschreitende Projekte. Die verschiedenen ausgestellten Angebote in der IUT Mulhouse hat uns diese Institution bekanntgegeben.

#### **Zusammenhang zum Studium Mechatronik Trinational**

Amélie Bapendier-Santiquet: "Die Semesterarbeit hat mir noch einmal vor Augen gehalten wie eng die erlernte Theorie und die Praxis verbunden sind. Durch die verschiedenen Praktikumsphasen habe ich die dort erlernten Arbeitsmethoden in der Semesterarbeit anwenden können. Die erlernten Grundlagen der Mechatronik (Mechanik, Elektronik und Informatik) waren wichtig um die Semesterarbeit zu meistern."

Christopher Eklinger: "Theorie und Praxis sind sehr eng miteinander verbunden. Ohne mechanische, elektronische und informatische Vorkenntnisse wäre dieses Projekt nicht machbar gewesen. Die Praxisphasen während des Studiums waren auch für mich hilfreich, denn ich konnte Arbeitsmethoden besonders Ideen weiterverwenden. Natürlich bleiben die Sprachkenntnisse ein wesentlicher Punkt in unserer trinationalen Gruppe: Ohne Kommunikation kann kein Team funktionieren."

Stefan Gasser: "Die Semesterarbeit hat uns gezeigt, dass wir im Stande sind, ein relativ großes Projekt in kurzer Zeit zu meistern. Durch das Studium Mechatronik trinational habe ich mir einen riesigen "Werkzeugkasten" aneignen können, der mir das ermöglicht hat."

## **Empfehlungen**

Um ein gutes Projekt zu führen ist es wichtig, ein klares Ziel zu bestimmen. Das Ziel sollte für alle Teammitglieder interessant und umfassend sein, aber es darf nicht zu gross und ehrgeizig gesteckt werden. Außerdem ist das Zeitmanagement sehr wichtig: Je früher die Ziele bekannt sind, desto einfacher wird die Organisation der Teamarbeit.

Die Kommunikation zwischen den Personen bleibt fundamental. Die Aufgabenverteilung muss vor allen bekannt und anerkannt sein. Interne Konflikte, sowie Missverständnisse sollten möglichst schnell angesprochen und geklärt werden.

## **Mein weiterer beruflicher Weg**

Amélie Baptendier-Santiquet: Während meiner Praktikumsphase III und der Bachelor Thesis arbeite ich bei der Firma Kostal GmbH & Co. KG im Bereich der Automobil Elektrik.

Nach dem Bachelor möchte ich weiter studieren, ich könnte mir entweder ein Master in Deutschland oder eine Ingenieurschule in Frankreich vorstellen. Mein Master würde ich gerne in der Fachrichtung Mechatronik machen.

Christopher Eklinger: Während der dritten und letzten Praxisphase werde ich bei Boschung Mecatronic AG arbeiten. Dieses schweizerische Unternehmen ist im Bereich Wetterstationen für Strassenwartung tätig und stellt Schneepflüge und Schneefräsen her. Ich hoffe, dass ich dieses Abschlusspraktikum erfolgreich durchführen kann. Nach dem Studium Mechatronik trinational möchte ich weiterstudieren (an einer Master- oder Ingenieurschule). Mikrotechnik und Mikromechanik bleiben zurzeit gute Optionen.

Stefan Gasser: Bei maxon motor AG werde ich ab Sommer mein Stage III + Bachelor Thesis absolvieren. Nach dem Mechatronik Studium werde ich ein berufsbegleitendes Masterstudium im Bereich Industrial Technologies starten.

Datum der Erstellung des Erfahrungsberichtes: Juni 2014

© Fachhochschule Nordwestschweiz, Studiengang Mechatronik Trinational, 2014

[www.trinat.net](http://www.trinat.net)