



Mechatronik Trinational  
Mécatronique Trinationale



# 2013

## Visuelle Bruchüberwachung bei dynamischen Ermüdungsuntersuchungen an Zahnimplantat-Systemen

Erfahrungsbericht zur Bachelor

Thesis

**Eberhart Adrien**

Studiengang Mechatronik

Trinational

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

## Ausgangslage

Zum Abschluss des Studiums Mechatronik Trinationale ist ein ein 12wöchiges Praktikum (sog. Stage III / Industriephase III) und eine Bachelor-Arbeit von 14 Wochen vorgesehen. Diese konnte ich am Institut Straumann absolvieren. Straumann gilt als Pionier und weltweit führender Anbieter im Bereich der Dentalimplantologie. In Zusammenarbeit mit führenden Kliniken, Forschungsinstituten und Hochschulen erforscht, entwickelt und produziert Straumann Implantate, Instrumente, Prothetikkomponenten sowie Geweberegenerationsprodukte für Zahnersatz- und Zahnerhaltungslösungen sowie zur Verhinderung von Zahnverlusten. Weitere Infos zu Straumann sind unter <http://www.straumann.ch> zu finden.

Gemäss Studienordnung und den Richtlinien zur Industriephase III / Bachelorthesis wurde diese mit dem Industriephase III eingeführt. Hierbei konnte ich das Unternehmen, die Arbeitsweise und die Anwendung der Prüfmaschinen, die ich später optimieren sollte, kennenlernen. Das Ziel der dritten Industriephase ist es, die Bachelorarbeit vorzubereiten, verbunden mit dem Kennenlernen der Firma. Von ihrem theoretischen Hintergrund sollen trinationale Studierende aufgrund des Studiums in der Lage sein, in konkreten Projekten in den Gebieten Mechanik, Elektrotechnik, Informatik (Mechatronik) eingebettet zu werden und im betrieblichen Ablauf fächerübergreifend mitzuarbeiten. Dabei können jedoch auch thematische Schwerpunkte (z.B. Maschinenbau, Elektronik, Informatik) gesetzt werden und das Projekt (Industriephase III / Bachelorthesis) kann aus mehreren Teilaufgaben bestehen.

Im Rahmen meines dritten Industrieaufenthalts mit dem Thema „Ermüdungstest auf Zahnimplantaten“ zur Vorbereitung der Bachelorarbeit der trinationalen Ingenieurausbildung „Technisches Projektmanagement in Mechatronik“ war ich mit folgenden Teilaufgaben konfrontiert:

- Statische Ermüdungstests
- Dynamische Ermüdungstests
- Signalverarbeitung
- Verifikationstest
- Übertragungsteil Abzugstests

Im Rahmen meiner Bachelorarbeit ging es dann darum, eine Fertigungs- und Entwicklungsstudie durchzuführen, um das Potential und die Nützlichkeit möglicher Investitionen zu analysieren. Das Pflichtenheft ist in diesem Rahmen schon vorgeschrieben worden. Eine Voranalyse wurde also nicht mehr benötigt, wie es sonst bei einem Projekt üblich gewesen wäre.

Für die vertiefte Analyse von Beschädigungen oder Brüchen an Implantaten fehlen zum heutigen Zeitpunkt oftmals die nötigen Grundlageinformationen in Form von Bildern oder Messwerten. Der effektive Schadenauslöser kann daher oft nur vermutet werden. Zudem existieren oftmals keine eindeutigen Hinweise über die Art und Weise wie der Schaden aufgetreten ist wie z.B.:

- Hat sich im Vorfeld bereits ein Riss oder eine Beschädigung abgezeichnet?
- Gibt es eindeutige Merkmale, die unabhängig von einem effektiven Schaden auf eine Ermüdung hinweisen? (z.B. Glanz in Oberfläche, Auffällige Deformation)
- War vor dem „Endversagen“ bereits ein primärer Schaden aufgetreten?

## **Vorgehen**

Das Ziel von dieser Arbeit ist, mehr Details über das Bruchverhalten von Implantat-Systemen zu erfahren. Eine Bewertung des aktuellen Stands war nicht nötig, somit kümmerte ich mich direkt um das Pflichtenheft, da meine Aufgabe schon vorgeschrieben war. Die Idee zur Arbeit entstand von einem Mitarbeiter der Entwicklungsabteilung. Somit konnte die Gliederung des Projekts folgendermassen aufgefasst werden:

- Terminierung der Aufgaben,
- Eruiierung und Beschaffung der Hochgeschwindigkeitskamera für die Aufnahmen,
- Entwicklung des Programms für die Datenerfassung und Datenverarbeitung,
- Untersuchung der Resultate,
- Rentabilitätsanalyse.

## **Lösungsvarianten und erarbeitete Lösung**

### **Ziel der Bachelorarbeit**

- Abzeichnung im Vorfeld von Riss oder Beschädigung?
- Merkmale einer Ermüdung (Glanz in Oberfläche, Deformation...)?
- Schaden vor dem Bruch?

Es wurde ein Pflichtenheft mit den entsprechenden Kriterien erstellt, exemplarisch seien hier aufgeführt.

- Kontinuierliche Datenerfassung diverser Parameter von dynamischen Testversuchen,
- Letzte Sekunden vor dem Schaden müssen hochauflösend abgespeichert werden,
- Erkennen von Verformungen,
- DynaMess-Prüfmaschine + zusätzliche Tools

Im Rahmen der Untersuchungsphase wurden folgende Tätigkeiten durchgeführt und Entscheidungen getroffen, dies waren unter anderem:

- Auswahl eines Kamerasystems – Basler Kamera mit 100 fps
- Objektiv – Computar, Zoom x10
- Messumgebung – NI LabVIEW
- Software Konzeptarbeit – gezielte Aufnahme
- Zeichnung von der Halterung der Kamera

### **Praktische Umsetzung des Konzepts**

Bei der Umsetzung des Konzeptes wurde ein Top-Down Absatz (vom Groben zum Detail) gewählt, analog zum Systems Engineering, da sich im Studium kennenlernen konnte.

## Grobkonzept des Programms

Zunächst wurde ein Grundprogramm (Signalaufnahme) für die externe Datenerfassung erstellt. Dabei wird die Auslenkung vom Implantat System erfasst. Anschliessend wurde der Softwareblock „Bilder- / Filmaufnahme“ implementiert. In dieser Projektphase wurde das Programm manuell mit Hilfe von Start-/ Stopptasten gesteuert.

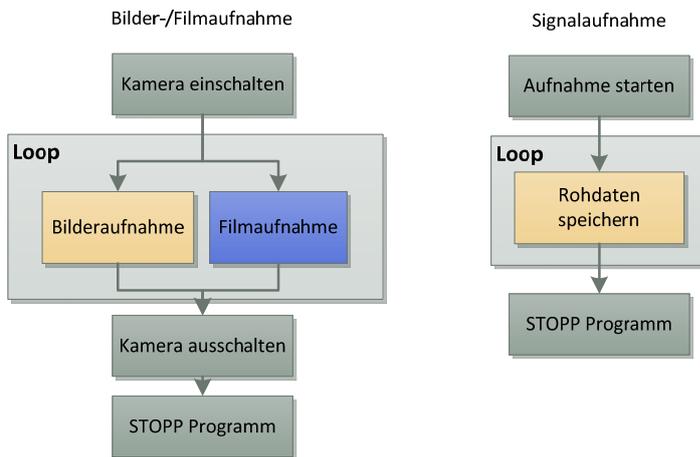


Abbildung 1: Grobkonzept

## Lösungsansätze für das Feinkonzept

Hier können verschiedene Varianten durchgespielt werden, u.a.:

- Auswahl der Frequenz, des Aufnahmetyps
- Filter, Skalierung von den erfassten Daten
- Reduktion der Ressourcen / Daten
- Zusammenführung der beiden Programme (Bild- & Datenaufbereitung)
- Automatisierte Brucherkennung (gezielte Aufnahme)
  - Merkmal für die Brucherkennung
  - Weg-Analyse Tests

## Feinkonzept

Nach dem Lösungseinsatz wird die Struktur des Programms wie in Abbildung 2 dargestellt aussehen. Es werden diverse Unterprogramme in der Hauptschleife parallel durchgeführt.

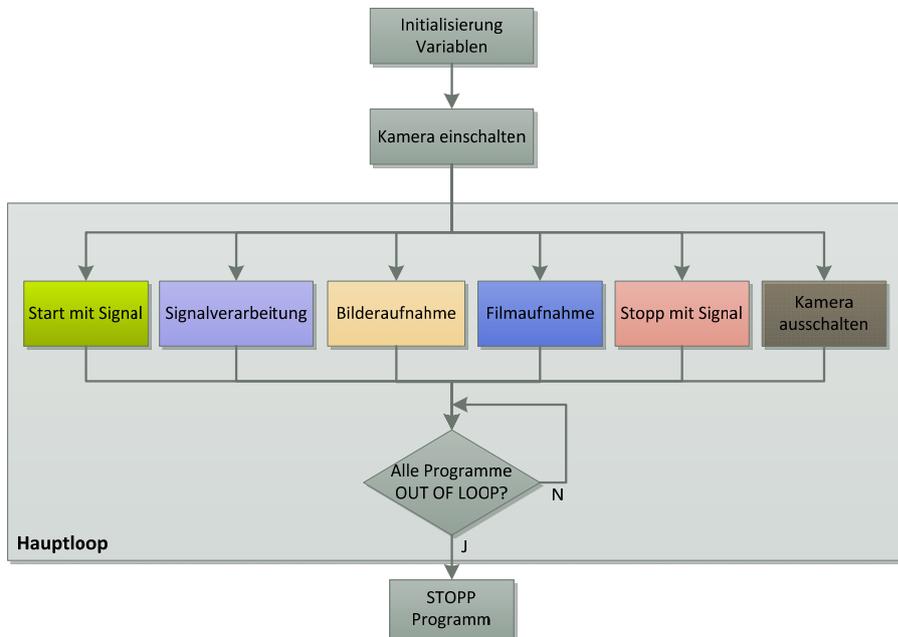


Abbildung 2: Feinkonzept

## Datenexport und Darstellung der exportierten Daten

Mit Hilfe vom gewählten Datenanalysealgorithmus wird eine Robuste Vergleichskurve gebildet. Die Transformation erlaubt eine kontinuierliche Überprüfung der aktuellen Auslenkung vom Implantatsystem. Bei der Überschreitung von einem Grenzwert (hier wurden 0.0036mm festgelegt) besteht eine grosse Wahrscheinlichkeit, dass es in naher Zukunft zu einem Bruch kommt. Aufgrund der Grenzwertüberschreitung wird die Datenerfassung gestartet. Da externe Einflüsse wie z.B. das Verrutschen vom Kraftübertragungspendel oder das Setzen von Komponenten zu einer erhöhten Auslenkung im 1/100mm Bereich führen kann, kann nicht ausgeschlossen werden, dass das System eine mögliche Brucherkennung fälschlicherweise annimmt, dies ist in Abbildung 3 dargestellt (rote Markierungen).

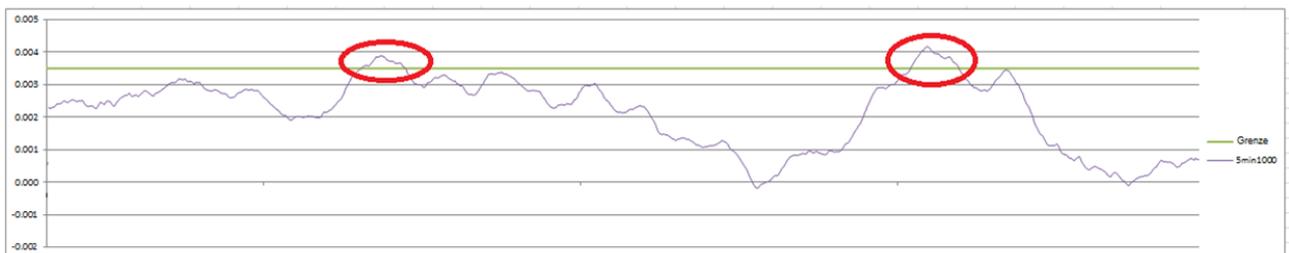


Abbildung 3: mögliche Brucherkennung

## Vergleichsbilder und Videoanalyse

Die Vergleichsbild- und die Videoanalyse geben z.B. Rückschluss auf optische Veränderungen am Implantat. Sie kann Rückschlüsse über Vorschädigungen (first-fracture) oder sonstige Veränderungen wie z.B. Oxidation geben. Mit der Videoanalyse kann ein Schaden zusätzlich genauer analysiert werden.



Abbildung 4: Videoanalyse (Auszug)

## Frontpanel des Programms

Die Programmoberfläche wurde so konzipiert, dass die wichtigsten Parametereinstellungen im Register „Einstellung“ zusammengefasst sind und eingestellt werden können.



Abbildung 5: Frontpanel des Programms

## **Zustandekommen der Arbeit**

Hier kamen verschiedene Punkte zusammen. Einerseits habe ich mich schon immer für Medizin und Medizintechnik interessiert. Andererseits finden im Rahmen des Studiums Mechatronik Trinational diverse Exkursionen statt, die den Studierenden einen Einblick in Unternehmen und deren Herausforderungen geben. Dies können mechatronische / technische Herausforderungen oder z.B. auch Herausforderungen im Bereich Innovations-, Entwicklungs-, Projekt- oder Logistikmanagement sein. Eine eintägige Exkursion erfolgt z.B. gegen Ende des zweiten Semesters im Grossraum Basel. Dann werden zwei Firmen wie z.B. Hatebur AG, Jet Aviation AG, Sauter AG oder die Bacher AG besucht und aktuelle Problemstellungen aus dem unternehmerischen Umfeld in Vorträgen erörtert. Im 5. Semester wird von der Schweizer Studiengangleitung eine weitere zwei- bis dreitägige Exkursionen organisiert, bei denen bis zu fünf Firmen besucht werden. Dies sind jeweils halbtägige Besuche, ggf. kombiniert mit einem Social Event. Diese Exkursionen können in unterschiedlichen Regionen stattfinden, z.B. Tessin, Romandie oder Nordwestschweiz. Wir haben eine Exkursion in der Romandie mit der Klasse gemacht, und haben dabei untern anderem die Firma Straumann Villeret SA nahe der französischen Grenze besucht. Diese Firma hat mir sehr gut gefallen, und ich habe mich im Anschluss an die Exkursion dort beworben. Insofern bieten die Exkursionen auch hervorragende Möglichkeiten, um gute Praktikumsplätze für die Praxisphase II, die Praxisphase III / BT erhalten, respektive den Kontakt unkompliziert herstellen zu können. Darüber hinaus stehen für die Studierenden auf der Facebookseite Mechatronik Trinational (geschlossene Gruppe, nur für Studierende und Mitglieder der Mechatronik Trinational zugänglich) auch Stellenausschreibungen zur Verfügung. Diese kommen aus den drei beteiligten Ländern und werden meist als Kurzbeschreibung dort publiziert.

## **Mein weiterer beruflicher Weg**

Ich werde meine Ausbildung noch weiter fortsetzen, weil ich mich in dem medizinischen Feld spezifizieren will. Daher werde ich einen Master in Biomedical Engineering machen.

Datum der Erstellung des Erfahrungsberichtes: Juli 2013

© Fachhochschule Nordwestschweiz, Studiengang Mechatronik Trinational, 2013

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