

**IES**

---

INSTITUT FÜR  
ENERGIESYSTEME

 **NTB**

 **Interstaatliche Hochschule  
für Technik Buchs**

FHO Fachhochschule Ostschweiz

**Kältetechnik &  
Thermische Energiesysteme  
BACHELORARBEITEN  
2013-2017**

**IES**

**Bachelor of Science FHO in Systemtechnik**

## Inhaltsverzeichnis

<b>E-Mobilität:</b> .....	2
Systemintegration des Wärmetauschers in den elektrischen Antriebsstrang .....	2
<b>Aviatik:</b> .....	3
Klimatisierung des Swisshelicopters SKYe SH09 .....	3
<b>Kältetechnik:</b> .....	4
Elektronisches Expansionsventil im Kältekreis von Kühlschränken .....	4
<b>Energieproduktion:</b> .....	5
Stirling Stromgenerator .....	5
<b>Kältetechnik:</b> .....	6
Energierückgewinnung in der Kunststoffindustrie.....	6
<b>Kältetechnik:</b> .....	7
Kühlung eines Umrichters in einer Leistungsgeregelten Wärmepumpe .....	7
<b>Kältetechnik:</b> .....	8
Effiziente Warmwasserbereitung mittels Brauchwarmwasser-Wärmepumpe .....	8
<b>Energieeffizienz:</b> .....	9
Energieautarke Gebäude in Dakar .....	9
<b>E-Mobilität:</b> .....	10
SunCar-REX: Thermomanagement in einem Elektrofahrzeug mit Range Extender.....	10
Auswahl typischer Industriepartner .....	11

Die Elektromobilität im Automobilbereich gewinnt an Bedeutung. Elektrische Antriebsstränge geben den Automobilherstellern neue Möglichkeiten. Auch die Zulieferer haben dadurch die Möglichkeit, neue Wege zu gehen.

Der Industriepartner dieser Bachelorarbeit entwickelt hierfür ein neues Antriebsmodul mit diversen integrierten Komponenten wie Elektromotor und Getriebe. Die Aufgabe dieser Bachelorarbeit besteht darin, die Kühlung für dieses Modul zu entwerfen und in dieses Antriebsmodul zu integrieren.

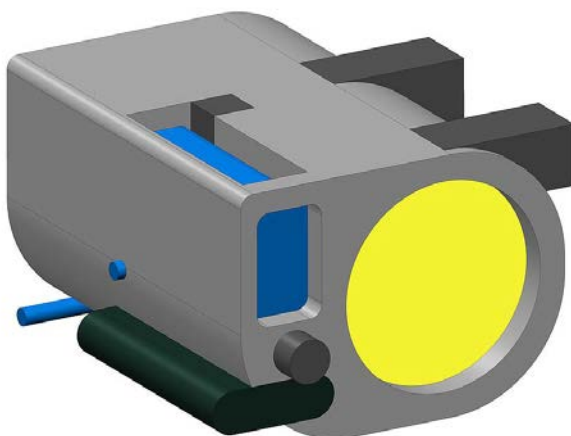
Es wurden verschiedene Konzepte auf ihre Machbarkeit untersucht und zwei davon ausgewählt: Einen konventionellen Wärmetauscher aus der Automobilindustrie an das Gehäuse des Moduls anzubringen und in Kombination mit Kühlrippen am Gehäuse die Wärme abzuführen, sowie die Wärmeabfuhr über einen offenporigen Aluminiumschaum, welcher in ungenutzte Zwischenräume eingebracht werden kann. Spezielle Aufmerksamkeit wurde der Kühlung des Systems während des Ladevorgangs gewidmet. Die entstehende Abwärme soll möglichst geräuschlos abführbar sein. Diese beiden Konzepte wurden jeweils durch einen Versuchsaufbau genauer untersucht und deren Potential festgestellt.



Raphael Hardegger



Jan Segmüller



Studierende: Raphael Hardegger & Jan Segmüller

Dozenten: Prof. Stefan Bertsch & Prof. Dr. Maximilian Stöck

Industriepartner: vertraulich

## Aviatic: Klimatisierung des Swisshelicopters SKYe SH09

Bachelorarbeit 2017

Die Firma Kopter entwickelt einen Helikopter der nächsten Generation. Dieser ist mit innovativen Technologien, wie zum Beispiel einem Kohlefaser Chassis oder einer neuartigen Ansteuerung des Hauptrotors, ausgestattet. Diese Technologien wurden noch nie bei einem Helikopter dieser Kategorie angewendet und versprechen hohe Wirtschaftlichkeit und Leistungsdaten. Ein weiterer Aspekt zur Optimierung liegt im Bereich der Klimatisierung.



Thomas Frei

Die Fragestellung dieser Arbeit besteht darin, eine Lösung zur Klimatisierung des Swisshelicopters SKYe SH09 zu finden. Dabei wird der Fokus auf das Kühlen und Entfeuchten gelegt. Es wurden Simulationen und Berechnungen der Wärmeströme rund um die Kabine durchgeführt. Des Weiteren wurde ein Prototyp für eine Wärmepumpe entwickelt, um eine Leistungsabklärung zu erstellen. Als alternative Entfeuchtungsmöglichkeit wurde für den Fall einer Fehlfunktion der Klimaanlage ein redundantes System zur Luftentfeuchtung mittels Calciumchlorid erarbeitet.



Lukas Gächter



Philipp Rohner

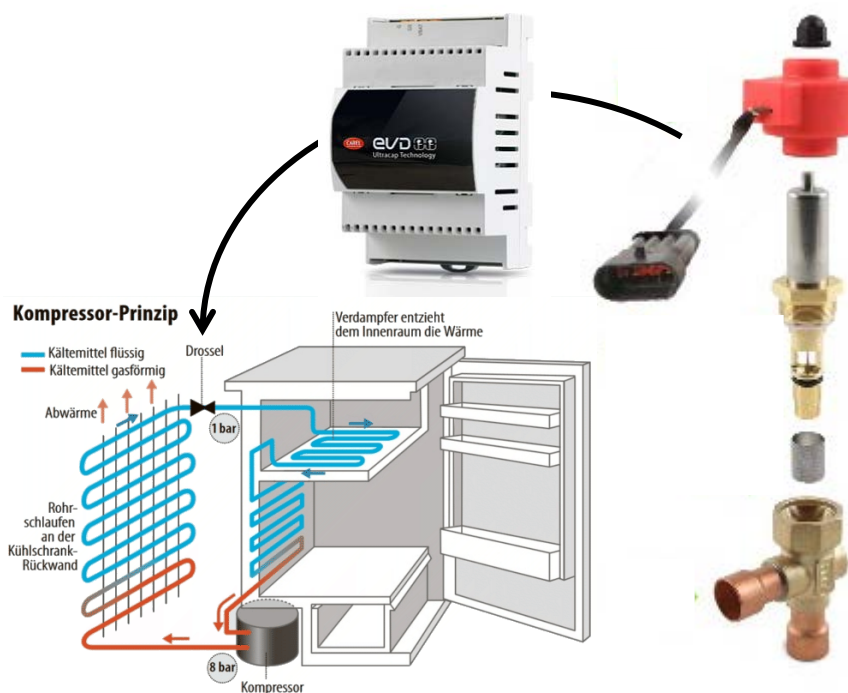
Studierende: Thomas Frei & Lukas Gächter & Philipp Rohner  
Dozenten: Prof. Stefan Bertsch & Prof. Dr. Daniel Gstöhl  
Industriepartner: Kopter AG, Mollis

V-ZUG Kühltechnik AG ist ein führender Entwickler und Produzent von hochwertigen Haushaltskühlgeräten. Um auch in Zukunft Kühlgeräte mit hoher Qualität herstellen zu können, ist es wichtig, in die Forschung neuer oder verbesserter Komponenten zu investieren.



Claudio Ernst

Aufgabe meiner Bachelorarbeit war es, einen Prüfstand zu entwickeln und aufzubauen, der elektronische Expansionsventile auf ihre Lebensdauer und Qualität in Kühlsystemen prüfen kann. Der Prüfstand simuliert die Bedingungen eines Haushaltskühlschranks, um verschiedene Szenarien zu simulieren. Es können bis zu zwölf Ventile gleichzeitig, beschleunigt gealtert werden.



Studierende: Claudio Ernst  
Dozenten: Prof. Stefan Bertsch  
Industriepartner: V-Zug Kühltechnik AG, Arbon

Das Institut für Energiesysteme IES ist Auftraggeber dieser Bachelorarbeit und stellt einen Philips Stirling Stromgenerator MP1002CA/00 zur Verfügung.

Die Ziele sind die Inbetriebnahme, die thermodynamische Simulation und die portable Live-Messung des MP1002CA/00. Durchgeführt wurde eine Revision mit anschließender Montage von vier relevanten Sensoren. Mit der Berechnungssoftware Matlab konnte ein Simulationsmodell erstellt und anhand von erfassten Messdaten verfeinert werden.

Das Ergebnis dieser Arbeit ist ein transportierbarer Aufbau welcher mit einer Messeinrichtung ausgerüstet ist. Zwei Thermoelemente, ein Drucksensor und ein Drehgeber werden zur Live-Messung eingesetzt. Der eingebaute NI myRIO-1900 erfasst und verarbeitet die Messdaten. Abschliessend wurden die gemessenen mit den simulierten Daten verglichen.



Michael Kohler



Philip Pendic



Lars Siegart



Studierende: Michael Kohler & Filip Pendic & Lars Siegart

Dozenten: Prof. Stefan Bertsch & Prof. Dr. Daniel Gstöhl

Industriepartner: NTB Interstaatliche Hochschule für Technik, Buchs



## Kältetechnik: Energierückgewinnung in der Kunststoffindustrie

Bachelorarbeit 2015

Für die Greiner Packaging AG wurde ein Dampfprozess namens Sleeveen untersucht. Beim Sleeveen wird ein dünner Kunststoffschlauch durch Erwärmen mittels Dampf auf den Becher aufgeschumpft und der Restdampf tritt nach dem Prozess an die Umgebung aus.

Ziel der Arbeit war es, die Energie des Restdampfes zu nutzen, um den Energiebedarf der Dampferzeugung zu reduzieren.

In einem ersten Schritt wurde der Prozess genauer untersucht, es wurden Messungen durchgeführt, um das Potenzial der Energierückgewinnung genauer beziffern zu können. Basierend auf den Messungen wurden Varianten erarbeitet und das Potential abgeschätzt. Obwohl sich ein Prozess mit einer Hochtemperaturwärmepumpe im Vakuum am idealsten erwies, wird aus wirtschaftlichen Gründen die Abgabe der Wärme an das Fernwärmenetz empfohlen. Die Energie des Restdampfes kann somit sinnvoll genutzt werden, jedoch wird der Energiebedarf der Anlage nicht gesenkt.



Markus Fuchs



Dominique  
Schönauer



Studierende:

Markus Fuchs & Dominique Schönauer

Dozenten:

Prof. Stefan Bertsch & Prof. Dr. Daniel Gstöhl

Industriepartner:

Greiner Packaging AG, Diepoldsau

**Kühlung eines Umrichters in einer Leistungsgeregelten Wärmepumpe**

In dieser Arbeit soll für einen Leistungsumrichter von 6 kW, eine effiziente Kühllösung erstellt werden. Der Umrichter wird in einer leistungsgeregelten Wärmepumpe verwendet.

Michael Hötzl

Das Kühlsystem soll, für moderate Zusatzkosten, die Wärmeleistung von bis zu 200 W abführen können. Im bisherigen Betrieb wird der Umrichter mittels eines Ventilators gekühlt. Dieser soll in Zukunft durch eine Fluidkühlung oder eine alternative Methode ersetzt werden.

Daniel Stadelmann

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es ein funktionierendes Kühlkonzept für den verwendeten Frequenzumrichter zu entwerfen, entwickeln und zu testen. Im Rahmen dieser Arbeit kristallisierten sich zwei Konzepte heraus, welche entworfen und getestet wurden. Es handelt sich um die Konzepte „Heatpipe, Rohr in Rohr Wärmetauscher“ und „Bypass, Lamelle parallel zum Verdampfer“.

Die Kühlfunktion der Variante Bypass funktionierte während des gesamten Testbetriebes einwandfrei. Die Variante Heatpipe funktionierte ebenfalls, jedoch schaltete sich während den Messungen der interne Ventilator des Frequenzumrichters ein. Durch Optimierung des Systems kann dies eventuell vermieden werden.



Studierende: Michael Hötzl & Daniel Stadelmann

Dozenten: Prof. Stefan Bertsch & Prof. Kurt Schenk

Industriepartner: vertraulich



**Effiziente Warmwasserbereitung mittels Brauchwarmwasser-Wärmepumpe**

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit der Entwicklung einer Brauchwarmwasser-Wärmepumpe für den Hausgebrauch. In einem weiteren Schritt werden Ansätze zur Effizienzsteigerung eines Heizkreislaufs zur Warmwasserbereitung untersucht.

Alex Eisenbart

Als effizienter Ersatz für Elektroboiler soll eine Wärmepumpe eingesetzt werden, die den Heizungsrücklauf als Wärmequelle nutzt. Als positiver Nebeneffekt wird im Sommer die Raumtemperatur abgesenkt. Um die ideale Lösung zu finden, werden Konzepte in einer Simulation gegenübergestellt und ihre Effizienz miteinander verglichen. Durch Verfeinerung der Simulationsdaten, lassen sich anschliessend die erforderlichen Bauteile auslegen.

Gökhan Kara

Bei tiefen Quellentemperaturen zeigen sich COP-Werte von 3.6. Mit optimaler Quelle lassen sich Spitzenwerte von 5.9 erzielen. Auch die geforderte Ladezeit kann dank Heizleistungen von rund 5 kW in 3.4 h deutlich unterboten werden. Ein weiterer Punkt betrifft die Effizienzsteigerung einer Heizanlage mit kombinierter Raumheizung und Warmwasseraufbereitung. Mittels Simulation werden Konzepte miteinander verglichen.



Studierende: Alex Eisenbart &amp; Gökhan Kara

Dozenten: Prof. Stefan Bertsch &amp; Prof. Dr. Jürgen Kirchhof

Industriepartner: SATAG, Arbon

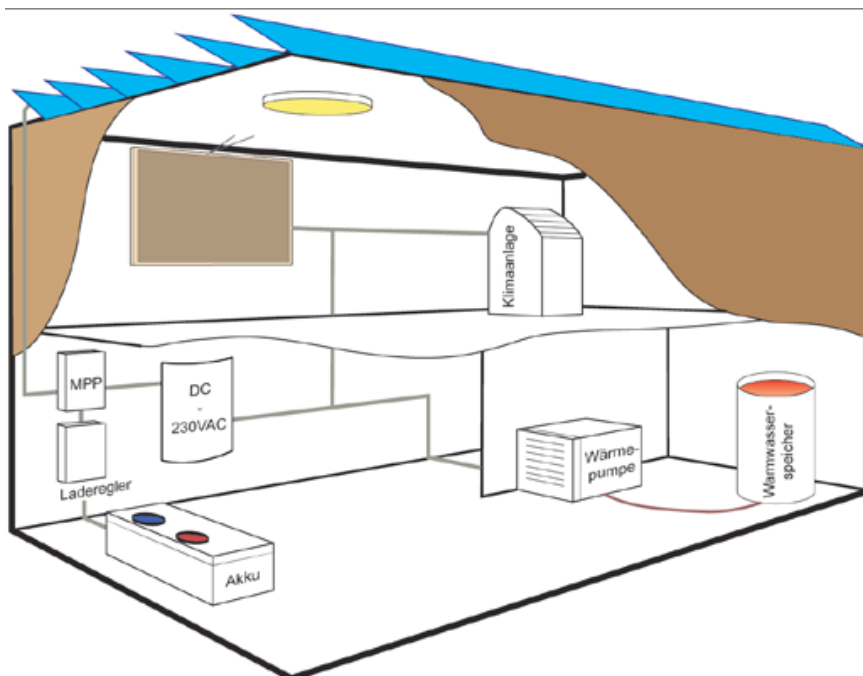
In Dakar, der Hauptstadt Senegals, kommt die Versorgung der Bürger mit Strom dem Bauboom nicht nach. Dieses Problem wird mit der Entwicklung von preiswerten Inselsystemen für neue Gebäude behoben. Damit wird den Bürgern eine Alternative zum unbeständigen elektrischen Versorgungsnetz und umweltschädlichen Dieselgeneratoren geboten.

Rico Fausch

Gabriel Feichter

Die Aufgabe besteht in der Suche und Optimierung zweier Systeme, die Strom, Warmwasser und eine Klimatisierung bereitstellen. Dabei werden die verschiedenen Konzepte simuliert und die Kosten optimiert. Daraus folgen Varianten, die modular aufgebaut sind und aus einem Photovoltaik-Generator in Verbindung mit einem Wärmepumpenboiler sowie einer Klimaanlage bestehen.

Für beide Varianten werden konkrete Komponenten vorgeschlagen. Zudem wurde ein Excel-Tool erstellt, welches die Berechnung eines Offgrid-Systems über ein Jahr ermöglicht. Dieses universell einsetzbare Werkzeug überzeugt mit präzisen Prognosen und einem einfachen Aufbau.



Studierende: Rico Fausch & Gabriel Feichter

Dozenten: Prof. Stefan Bertsch & Markus Markstaler

Industriepartner: Mandu – architecture & urbanism atelier

**SunCar-REX: Thermomanagement in einem Elektrofahrzeug mit Range Extender**

Das voranschreitende Zeitalter der Elektromobilität stellt Ingenieure der Automobilindustrie vor neue Herausforderungen. Eine davon ist die Auslegung von effizienten Lösungen für das Thermomanagement. Da bei einem Elektromotor nahezu keine Abwärme anfällt, mit der die Fahrgastzelle beheizt werden kann, müssen neue, innovative Lösungen her. Gleichzeitig müssen die Batterie und weitere Komponenten, welche die Elektromotoren mit Energie versorgen, stets auf Betriebstemperatur gehalten werden.

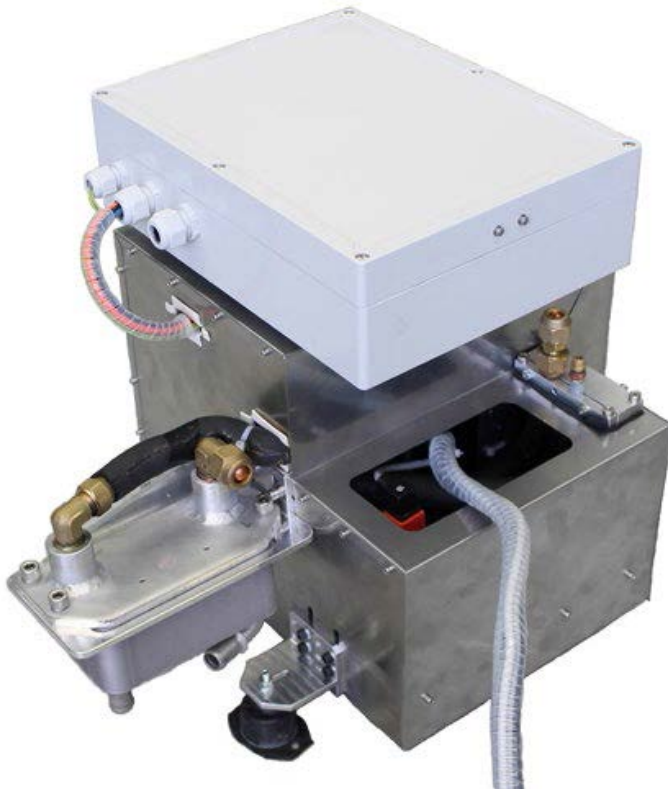
Patrick Kurer

Matthias Schawalder

Die Bachelorarbeit zeigt auf, wie im Rahmen unserer Bachelorarbeit das Thermomanagement eines auf Elektroantrieb umgebauten Skoda Octavia aufgebaut worden ist. Dabei steht der Bau einer bidirektionalen Wärmepumpe im Vordergrund, welche benötigt wird, um die Batterie vor thermischen Schäden zu schützen und die Fahrgastzelle zu klimatisieren. Die Einhaltung der vorgegebenen Temperaturwerte der einzelnen Komponenten, die Umsetzung und der beschränkte Bauraum, stellten sich für uns als Herausforderung einer neuen Art heraus.

Marcel Tobler

Im Ergebnis zeigt sich, dass wir diese Aufgaben zu unserer vollsten Zufriedenheit erfüllen konnten.



Studierende: Patrick Kurer & Matthias Schawalder & Marcel Tobler

Dozenten: Prof. Stefan Bertsch & Prof. Dr. Maximilian Stöck

Industriepartner: ETH Zürich, Zürich

## Auswahl typischer Industriepartner

### V-Zug Kühltechnik AG

Zelgstrasse 3  
CH-9320 Arbon  
<https://www.vzug.com/ch>



V-ZUG hat es sich vor über 100 Jahren zur Aufgabe gemacht, den Alltag mit qualitativ hochstehenden, innovativen Haushaltgeräten zu erleichtern. Ob beim Kochen, Spülen oder Waschen: Menschen, die von ihren Geräten mehr als Standard erwarten, sind bei V-ZUG genau richtig. Als Schweizer Marktleader leben wir Schweizer Werte – und machen sie auf der ganzen Welt erlebbar: mit einfachen, individuellen Lösungen, die ein Leben lang inspirieren und begeistern. Das meinen wir mit «Schweizer Perfektion für zuhause».

### Büchi Labortechnik AG

Meierseggstrasse 40  
CH-9230 Flawil  
<https://www.buchi.com/>



Seit 75 Jahren ist BÜCHI der weltweit führende Anbieter von Labortechnologielösungen für F & E, Qualitätssicherung und Produktion. Unser breit gefächertes Kundenspektrum umfasst Branchen wie Pharmazie, Chemie, Lebensmittel & Getränke, Futtermittel, Umweltanalytik und Hochschulen. Unsere Lösungen für Labor-, Industrie- und Parallelverdampfung, Sprühtrocknung, Schmelzpunktbestimmung, präparative Chromatographie, Extraktion, Destillation & Aufschluss, Dumas und NIR-Spektroskopie erfüllen überall auf der Welt die höchsten Anforderungen unserer anspruchsvollen Kunden

## Kopter AG

Binzstrasse 31  
CH-8620 Wetzikon  
<http://www.koptergroup.com/>



With this industrial vision, Kopter Group developed the SH09, guaranteeing to the operator superior operational performance, safety and life cycle economics that make the difference. Delivering best in class hot and high performance, the largest cabin/cargo volumes, outstanding modularity and latest generation electronic systems, the SH09 helicopter is built for the most demanding missions.

## Inspire AG

Technoparkstrasse 1  
CH-8005 Zürich  
<https://www.sun-car.ch/>



Die ETH Zürich ist eine technisch-naturwissenschaftliche Universität mit ausgezeichnetem Forschungsausweis. Sie liegt in der grössten Stadt der Schweiz, mitten in Europa und ist der Studien-, Forschungs- und Arbeitsplatz von über 18'000 Personen aus 80 Nationen. Rund 370 Professuren in sechzehn Departementen tragen die weltweit anerkannte, hochstehende Forschung und Lehre.

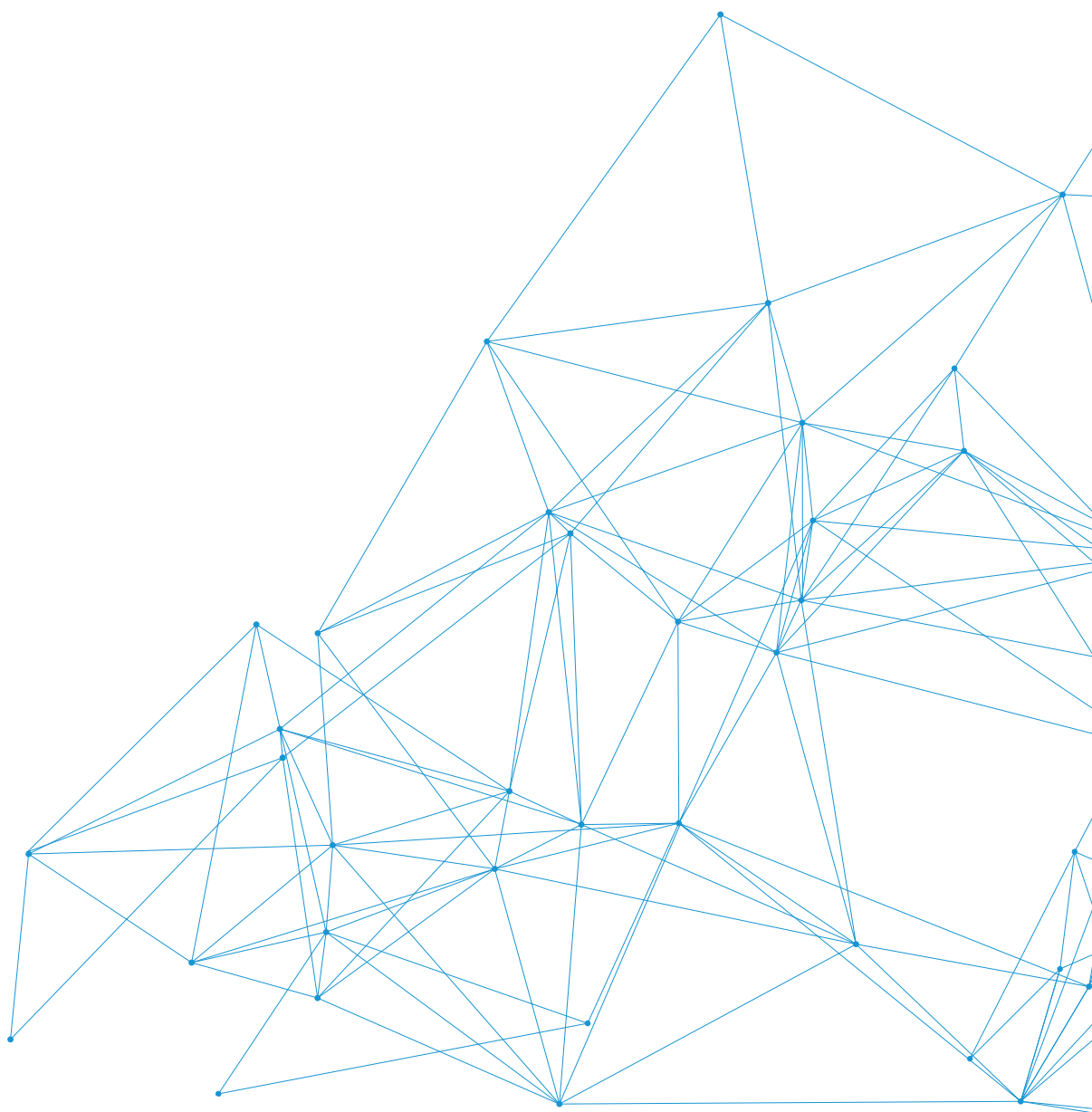
Dies erfolgt vorwiegend im technischen, mathematischen und naturwissenschaftlichen Bereich. Die ETH Zürich hat das Ziel, im internationalen Wettbewerb der Spitzenuniversitäten mitzuhaltten und neue zukunftsweisende Gebiete zu erschliessen. Sie erfüllt dieses Anliegen im Dienste der Schweiz – als national verankerte, international ausgerichtete Hochschule.

## ThyssenKrupp Presta Steering

Essanestrasse 10  
9492 Eschen  
<https://www.thyssenkrupp-system-engineering.com>



thyssenkrupp System Engineering ist ein international agierendes Tochterunternehmen der thyssenkrupp Industrial Solutions AG, ein Systempartner für alle wesentlichen Komponenten der Prozessketten Karosserie und Antriebsstrang in der Automobilindustrie. Das Leistungsspektrum beinhaltet ausserdem Automatisierungslösungen für elektrische Speicher- und Antriebssysteme, Lösungen für innovative Leichtbaukonzepte sowie Anlagen und Testsysteme für die Luftfahrtindustrie.



## **NTB Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs**

[www.ntb.ch](http://www.ntb.ch)

### **NTB Campus Buchs**

Werdenbergstrasse 4  
9471 Buchs  
[office@ntb.ch](mailto:office@ntb.ch)

### **NTB Studienzentrum St. Gallen**

Schöнауweg 4  
9013 St. Gallen  
[www.ntb.ch](http://www.ntb.ch)

### **NTB Standort Chur**

HTW Chur (Kooperationspartner)  
7004 Chur  
[www.htwchur.ch](http://www.htwchur.ch)

Mitglied der FHO Fachhochschule Ostschweiz