

Bescherung 4.0

Smarte Helferlein am nördlichen Polarkreis

Wie hat der Weihnachtsmann die ganze Arbeit
auch dieses Jahr wieder geschafft?

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



UNI
FREIBURG

Tobias Schubert, Sabrina Reinshagen
Lehrstuhl für Rechnerarchitektur
Institut für Informatik
Technische Fakultät

Weihnachts-Wertschöpfungskette



- Wunschzettel-Dilemma
- Next Generation Rentierschlitten
- Rentierschlitten-Packstation
- Hermes der Weihnachtsbote
- Smarte Häuser für die optimale Bescherung
- Heute schon an Ostern denken

Wunschzettel-Dilemma



Einmal geschah dem Weihnachtsmann etwas Seltsames. Von Annika bekam er einen Wunschzettel, der ganz anders war als alle Wunschzettel, die er bisher bekommen hatte. Sein Problem: **Er verstand Annikas Wünsche nicht!**

Da war guter Rat teuer...

[Angelehnt an X. Jiang & A. Clausing, WWU Münster]

Annikas Wunschzettel (Teil 1)



Lieber Weihnachtsmann!

Wenn ich zum Fest von Dir ein **Netflix Abo** bekomme, dann möchte ich nicht das neue **Silbermond-Album** haben. Und wenn Du mir ein **iPhone 6s** bringst, dann möchte ich keine weißen **Adidas Superstar** bekommen. Doch bringst Du mir den dritten **Tribute von Panem** Band, dann wünsche ich mir dazu ein **Netflix Abo** und **Tickets für Justin Bieber**.

Wenn Du mich nicht mit weißen **Adidas Superstar** beschenkst, dann möchte ich entweder den dritten **Tribute von Panem** Band oder einen **Selfie-Stick** bekommen. Wenn Du mir aber keinen **Selfie-Stick** auf den Gabentisch legst, dann bitte ich Dich, sofern ich ein **Glätteisen** bekommen sollte, ein **iPhone 6s** beizulegen.

Annikas Wunschzettel (Teil 2)



Bringst Du mir ein **Glätteisen**, dann möchte ich bitte keinen **Selfie-Stick** bekommen. Wenn Du mir entweder ein **Netflix Abo** oder weiße **Adidas Superstar** schenkst (also genau eins von beiden), dann möchte ich, falls ich nicht das neue **Silbermond-Album** kriege, auch keine **Tickets für Justin Bieber** geschenkt bekommen.

Wenn Du mir meinen Wunsch, ein **Netflix Abo** zum Fest zu erhalten, erfüllst, dann möchte ich, sofern ich nicht ein **iPhone 6s**, wohl aber **Tickets für Justin Bieber** bekomme, keinen **Selfie-Stick** zu Weihnachten haben. Und wenn Du mir nicht den dritten **Tribute von Panem** Band schenken magst, dann lege mir bitte ein **Glätteisen** unter den Weihnachtsbaum.

Mehr Wünsche habe ich nicht!

Deine Annika

Wunschzettel-Dilemma



In seiner Not wandte sich der Weihnachtsmann an eine(n) Informatiker*in seines Vertrauens, der/die im sogleich erklärte:



„Das kann man mit einem SAT-Algorithmus lösen!“

Boolean Satisfiability Problem (SAT)



Given

- A Boolean formula φ in Conjunctive Normal Form (CNF)
 - A CNF is a conjunction of clauses: $C_1 \wedge \dots \wedge C_m$
 - A clause is a disjunction of literals: $(l_1 \vee \dots \vee l_k)$
 - A literal l is a Boolean variable or its negation: l or $\neg l$

Question

- Is there a valuation of the variables that satisfies φ ?

Example

$$\begin{aligned} & (1) \wedge (1) = 1 \\ \rightarrow & \underline{x_1 = x_2 = 0, x_3 = 1} \text{ satisfies} \\ & \varphi = (\underline{\neg x_1 \vee x_2 \vee x_3}) \wedge (\underline{x_1 \vee \neg x_2 \vee \neg x_3}) \end{aligned}$$

- Techniques for solving instances of the SAT problem are called **SAT algorithms** or **SAT solvers**
- Complexity of the “general” SAT problem: **NP-complete** (S.A. Cook, 1971)

Boolean Satisfiability Problem (SAT)



Focus here is on complete methods

- Due to a systematic procedure complete solvers are able to prove the unsatisfiability of a CNF formula
- DP algorithm
 - M. Davis, H. Putnam, 1960
 - Based on resolution
- DLL algorithm
 - M. Davis, G. Logemann, D. Loveland, 1962
 - Based on depth-first search
- Modern SAT algorithms
 - Based on the DLL algorithm, but enriched with efficient data structures and several acceleration & optimization techniques
 - zChaff, MiniSat, MiraXT, lingeling, antom, Glucose

Annikas Wunschzettel als SAT-Instanz



$F(x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) =$

$$\begin{aligned} & \underline{(x_0 \rightarrow \neg x_1)} * \underline{(x_2 \rightarrow \neg x_3)} * \underline{(x_4 \rightarrow (x_0 * x_5))} * \\ & (\neg x_3 \rightarrow (x_4 + x_6)) * (\neg x_6 \rightarrow (x_7 \rightarrow x_2)) * (x_7 \rightarrow \neg x_6) * \\ & ((x_0 \text{ xor } x_3) \rightarrow (\neg x_1 \rightarrow \neg x_5)) * \\ & (x_0 \rightarrow ((\neg x_2 * x_5) \rightarrow \neg x_6)) * (\neg x_4 \rightarrow x_7) \end{aligned}$$

Mit

$x_0 = \underline{\text{Netflix Abo}}$	$x_1 = \underline{\text{Silbermond-Album}}$
$x_2 = \underline{\text{iPhone 6s}}$	$x_3 = \underline{\text{Adidas Superstar}}$
$x_4 = \underline{\text{Tribute von Panem}}$	$x_5 = \underline{\text{Tickets Justin Bieber}}$
$x_6 = \underline{\text{Selfie-Stick}}$	$x_7 = \underline{\text{Glätteisen}}$

sowie $\rightarrow = \underline{\text{Implikation}}$
 $+ = \text{ODER}$

$* = \text{UND}$
 $\neg = \text{Negation}$

Wunschzettel-Dilemma



Jetzt fiel es dem Weihnachtsmann wie Schuppen von den Augen: „Noch schnell die Formel in CNF transformiert, an einen SAT-Solver zum Lösen weitergegeben und schon weiß ich, welche Geschenke zu Annikas Wunschzettel passen!“

Annikas Wunschzettel als SAT-Instanz



$F(x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) =$

$$(x_0 \rightarrow \neg x_1) * (x_2 \rightarrow \neg x_3) * (x_4 \rightarrow (x_0 * x_5)) *$$

$$(\neg x_3 \rightarrow (x_4 + x_6)) * (\neg x_6 \rightarrow (x_7 \rightarrow x_2)) * (x_7 \rightarrow \neg x_6) *$$

$$((x_0 \text{ xor } x_3) \rightarrow (\neg x_1 \rightarrow \neg x_5)) *$$

$$(x_0 \rightarrow ((\neg x_2 * x_5) \rightarrow \neg x_6)) * (\neg x_4 \rightarrow x_7)$$

$$\Rightarrow F(\dots) = 1$$

Eine erfüllende Belegung (Menge „passender“ Geschenke) lautet:

Netflix Abo ($x_0 = \text{true}$),

Adidas Superstar ($x_3 = \text{true}$),

Tribute von Panem Band 3 ($x_4 = \text{true}$),

Tickets für Justin Bieber ($x_5 = \text{true}$).

Für die restlichen Variablen gilt: $x_1 = x_2 = x_6 = x_7 = \text{false}$

Weihnachts-Wertschöpfungskette



- Wunschzettel-Dilemma
- **Next Generation Rentierschlitten**
- Rentierschlitten-Packstation
- Hermes der Weihnachtsbote
- Smarte Häuser für die optimale Bescherung
- Heute schon an Ostern denken

Next Generation Rentierschlitten



Vorbei sind die guten alten Zeiten...



Next Generation Rentierschlitten



UNI
FREIBURG

Vorbei sind die guten alten Zeiten...



...der Rentierschlitten von heute ist vollgepackt mit modernster Technik!

Next Generation Rentierschlitten



Vorbei sind die guten alten Zeiten...



...der Rentierschlitten von heute ist vollgepackt mit modernster Technik!

→ Sicherheitskritische Komponenten, die es vor dem Einsatz zu verifizieren gilt (dem Weihnachtsmann soll ja nichts passieren!)

Welche HW-Probleme können auftreten?

Entwurfsfehler

- Fehler, die bei der Umsetzung einer Spezifikation in die zu fertigende integrierte Schaltung entstehen
- Liegt ein Entwurfsfehler vor, sind alle gefertigten Chips dieses Entwurfs fehlerhaft
- Einsatz formaler Methoden wie etwa Combinational Equivalence Checking (CEC)

Welche HW-Probleme können auftreten?

Entwurfsfehler

- Fehler, die bei der Umsetzung einer Spezifikation in die zu fertigende integrierte Schaltung entstehen
 - Liegt ein Entwurfsfehler vor, sind alle gefertigten Chips dieses Entwurfs fehlerhaft
- Einsatz formaler Methoden wie etwa Combinational Equivalence Checking (CEC)

Fertigungsfehler

- Defekte, die bei der physikalischen Fertigung einzelner Chips entstehen und deren Funktionsweise ändern
 - Ursachen können bspw. Verunreinigungen, verschobene Belichtungsmasken, Staubkörner, falsche Dotierung sein
- Einsatz formaler Methoden für z.B. Automatic Test Pattern Generation (ATPG)

Combinational Equivalence Checking



Gegeben

- Spezifikation und Implementierung eines kombinatorischen Schaltkreises

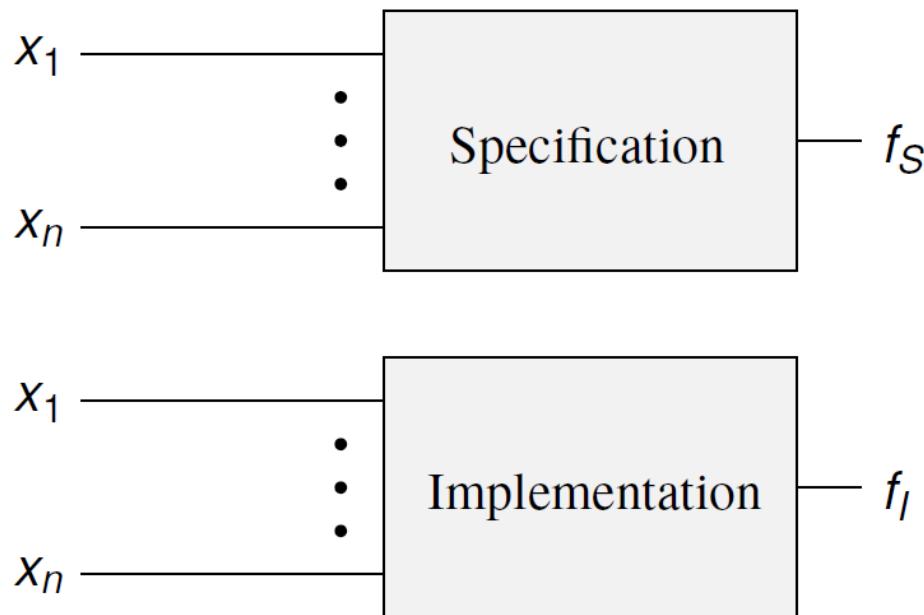
Gefragt

- Sind Spezifikation und Implementierung äquivalent?

SAT-basiertes Vorgehen

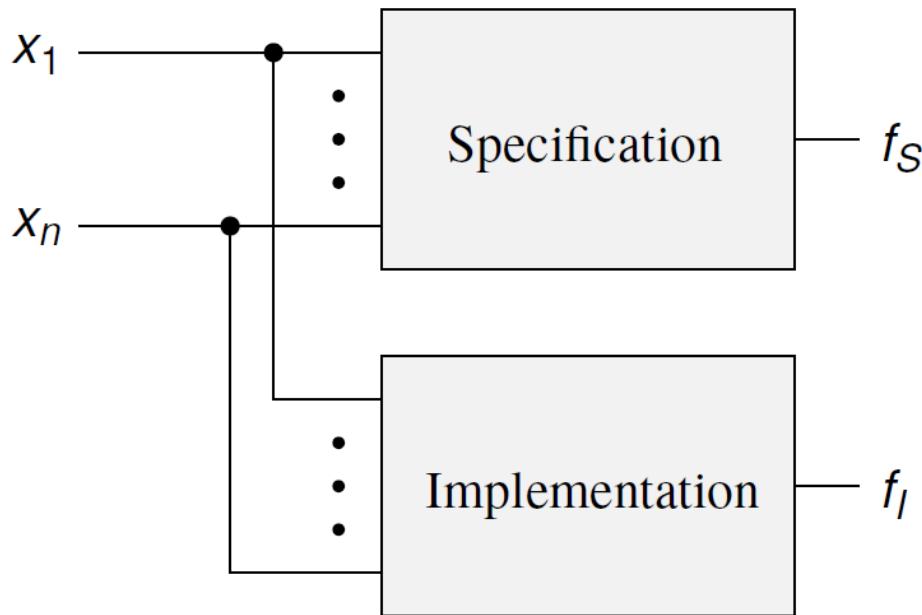
- Bilde aus Spezifikation und Implementierung einen Miter-Schaltkreis
- Erzeuge aus dem Miter eine CNF
- Löse die CNF mit einem SAT-Solver
- Spezifikation und Implementierung äquivalent gdw. die zuvor generierte CNF unerfüllbar ist

Combinational Equivalence Checking



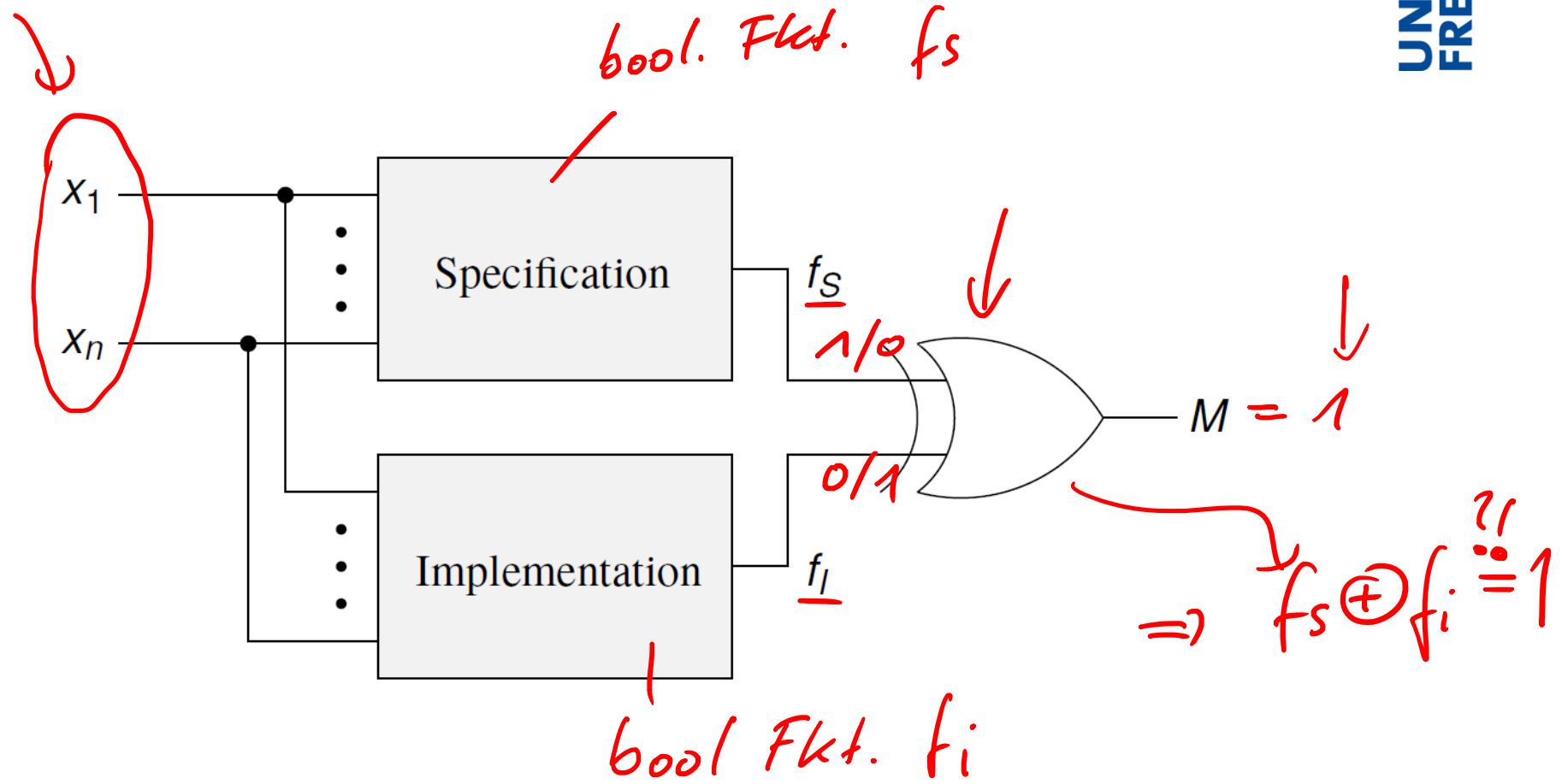
→ Verbinde korrespondierende Eingänge

Combinational Equivalence Checking



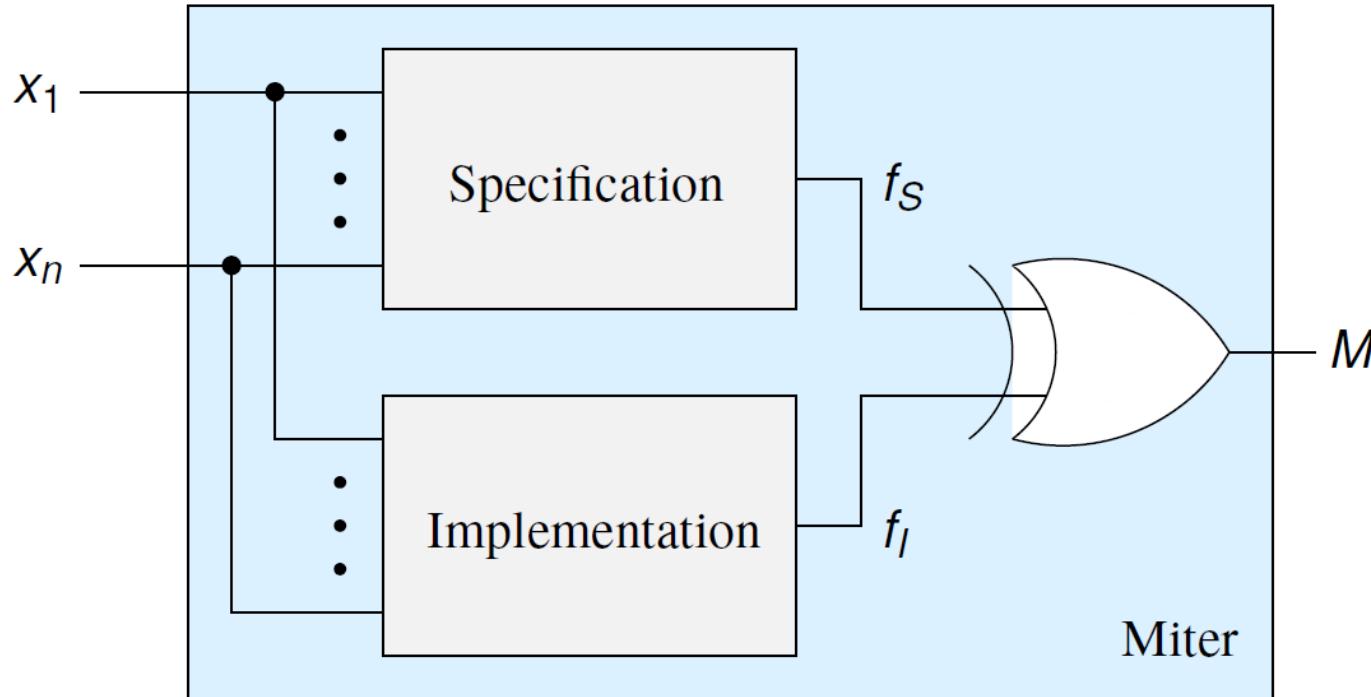
→ Verknüpfen korrespondierende Ausgänge per XOR-Gatter

Combinational Equivalence Checking



→ Miter-Schaltkreis

Combinational Equivalence Checking



→ $M = 1$ gdw. Spezifikation & Implementierung nicht äquivalent!

Automatic Test Pattern Generation



Gegeben

- Kombinatorischer Schaltkreis sowie das gewünschte Fehlermodell (bspw. „single stuck-at“), bzgl. dessen der Schaltkreis geprüft werden soll

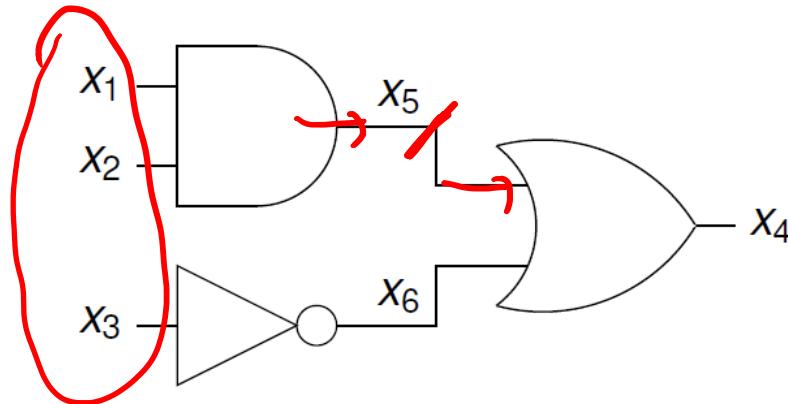
Gefragt

- Finde für alle theoretisch möglichen Stellen innerhalb des Schaltkreises, an denen ein Fehler des betrachteten Fehlermodells auftreten kann, jeweils min. ein Testmuster

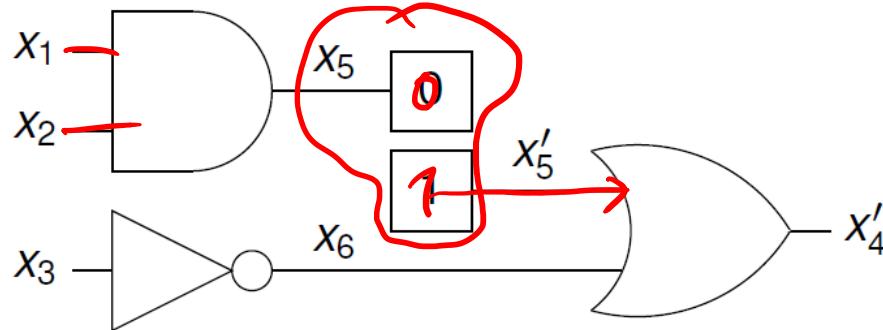
SAT-basiertes Vorgehen

- Ähnlich zu CEC, bilde Miter aus fehlerhaftem und korrektem Schaltkreis, erzeuge entsprechende CNF und löse die Instanz mit einem SAT-Solver
- Fehler detektierbar gdw. CNF erfüllbar

Automatic Test Pattern Generation



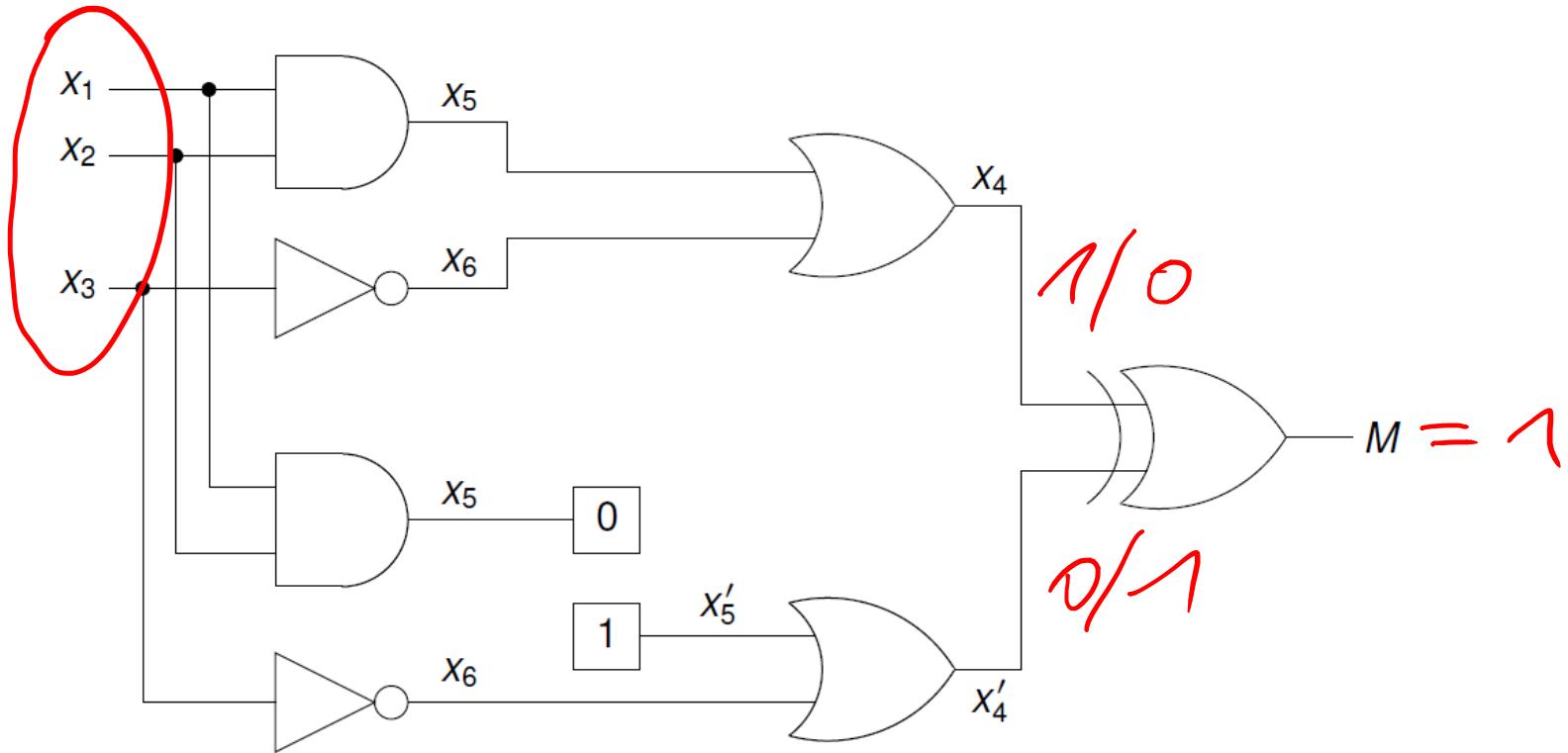
(a) Correct circuit



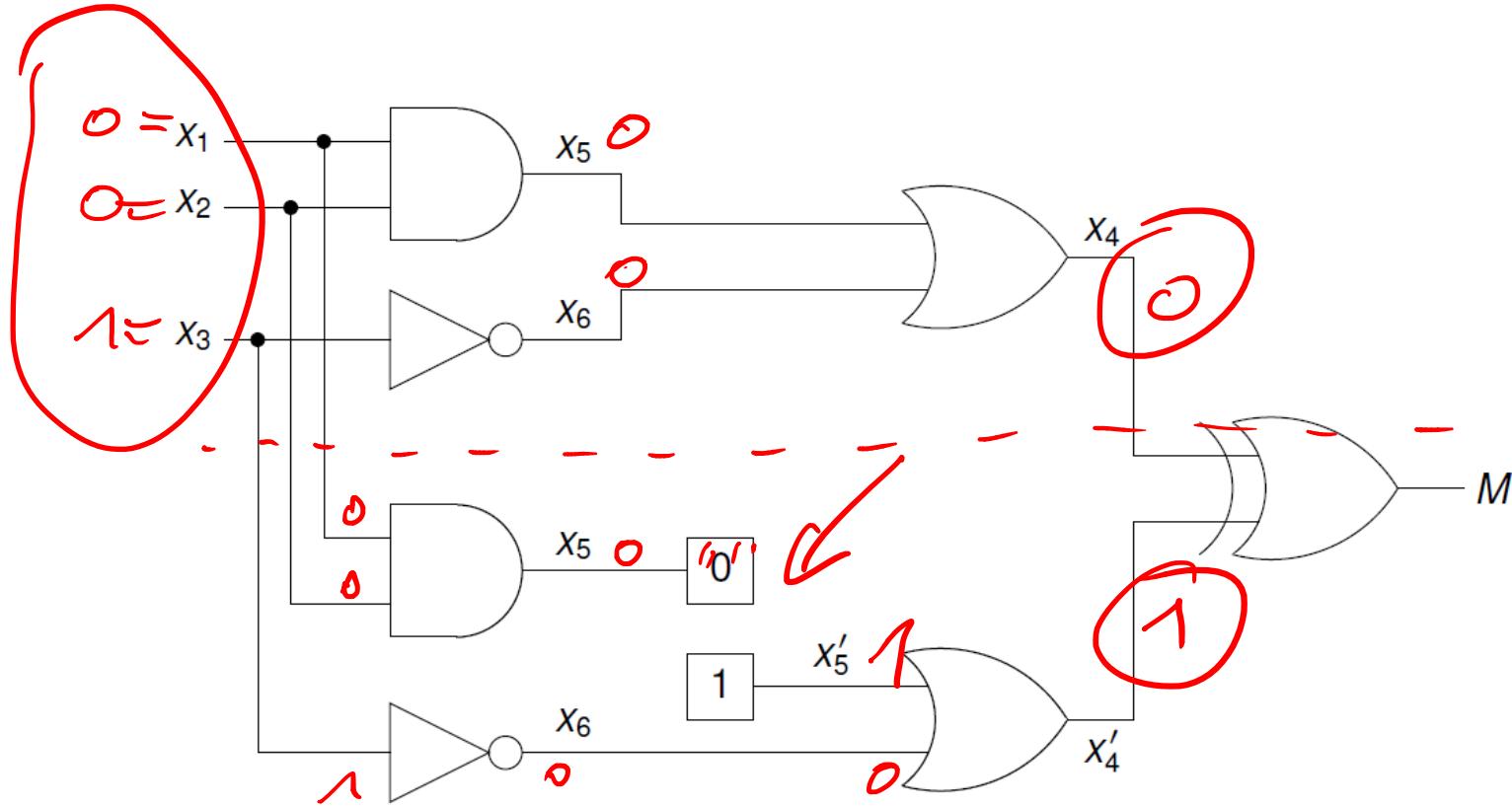
(b) Faulty circuit, $s@1$ -error at x_5

*stuck at 1 - Fehle, d.h.
Leitung kaputt immer "1"
weiter geleitet*

Automatic Test Pattern Generation



Automatic Test Pattern Generation



Testmuster: $(x_1, x_2, x_3) = \{ (0, 0, 1), (\underline{1}, 0, 1), (0, 1, 1) \}$

Zuvor skizzierte Problemstellungen...



...decken nur einen Bruchteil möglicher Einsatzgebiete von SAT und Co. im Bereich „Test und Verifikation integrierter Schaltkreise“ ab!

Anwendungen wie etwa

- (Bounded) Model Checking,
- Black Box Checking,
- Hybrid System Verification,
- Delay Fault Testing, ...

erfordern in der Regel über „reines“ SAT hinausgehende Techniken wie bspw.

- MaxSAT,
- #SAT,
- (Dependency) QBF,
- SAT Modulo Theory.

Next Generation Rentierschlitten



...all der Aufwand, damit dem Weihnachtsmann u.a. nicht folgendes passiert:



Weihnachts-Wertschöpfungskette



- Wunschzettel-Dilemma
- Next Generation Rentierschlitten
- **Rentierschlitten-Packstation**
- Hermes der Weihnachtsbote
- Smarte Häuser für die optimale Bescherung
- Heute schon an Ostern denken

Industrie 4.0

- „Informatisierung der Fertigungstechnik hin zu einer stark individualisierten Smart Production“ auf Basis intelligenter, miteinander vernetzter Maschinen (Internet der Dinge, Cyber-Physical Systems, Losgröße 1, vorausschauende Wartung, neuartige Geschäftsmodelle, ...)

Smart MiniFab (SMF)

- Geeigneter Demonstrator, um...
 - Studierenden der Technischen Fakultät Herausforderungen auf dem Gebiet „Industrie 4.0“ näher zu bringen
 - Fragestellungen zu bearbeiten, die Unternehmen „auf den Nägeln brennen“ (und diese mitunter aktuell auch daran hindern, stärker ins Thema „Industrie 4.0“ einzusteigen)

SMF als Rentierschlitten-Packstation



UNI
FREIBURG



Themenspektrum

- Vielfältige Kommunikationsschnittstellen
 - Anbindung an Rechner/ Server/ Smartphone
 - M2M-Kommunikation
 - Diverse Funkmodule (WLAN, RFID, ...)
- Programmieren & Testen der diversen Stationen
- Condition Monitoring
- Power Management
- Dynamische Routenplanung mit Echtzeitbedingungen
- Model-Driven Development
- Safety & Security
- Augmented Reality
- Big Data (ja, auch in einer Mini-Fab kann Big Data entstehen, ☺)

Weihnachts-Wertschöpfungskette



- Wunschzettel-Dilemma
- Next Generation Rentierschlitten
- Rentierschlitten-Packstation
- **Hermes der Weihnachtsbote**
- Smarte Häuser für die optimale Bescherung
- Heute schon an Ostern denken

Hermes der Weihnachtsbote



Aufgrund der Vielzahl an Auslieferungen bittet der Weihnachtsmann einen Subunternehmer um Hilfe:



Nun ist der Weihnachtsmann ein kritischer Zeitgenosse und fragt sich...

- wie der Zustand der ausgelieferten Güter zuverlässig über den gesamten Transportweg protokolliert und überwacht werden kann?
- wie im Schadensfall die Schuldfrage geklärt werden kann?

Hermes der Götterbote



UNI
FREIBURG

Paketsensor 4.0

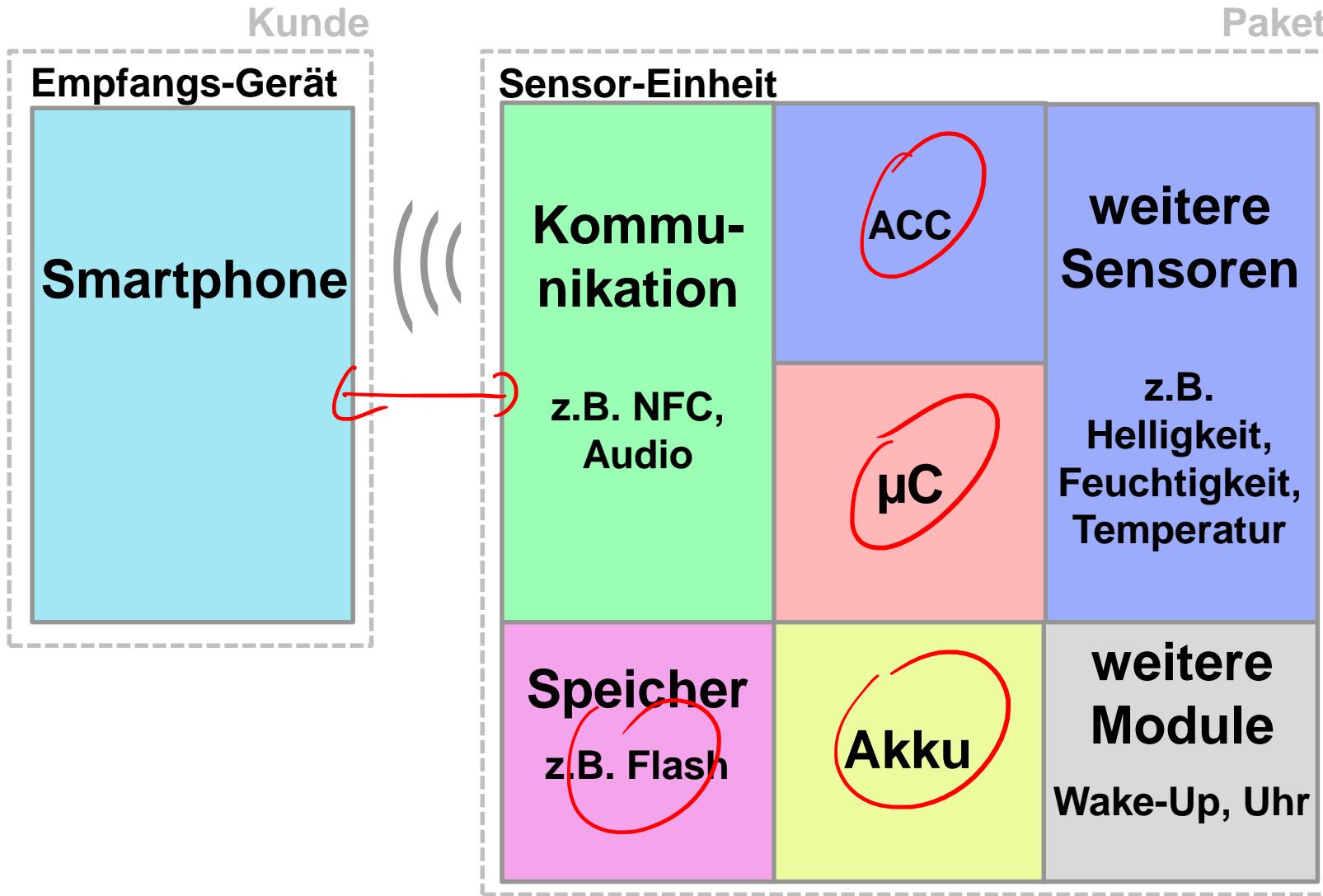
- Einfache, sichere, lückenlose und kostengünstige Transport- bzw. Zustandsüberwachung von Gütern mittels eines wiederverwendbaren „Embedded System“
- In der hier angedachten Form noch nicht erhältlich
- Masterarbeit Marc Pfeifer, WS15/16



Reale Anwendungsgebiete

- Transportüberwachung „sensibler“ und teurer Güter
 - Kunstgegenstände
 - Medizinprodukte (dürfen z.T. nicht einmal gekippt werden)
 - Elektronik
- Überwachung von Kühlketten bei Lebensmitteln

Gesamtsystem



Herausforderungen



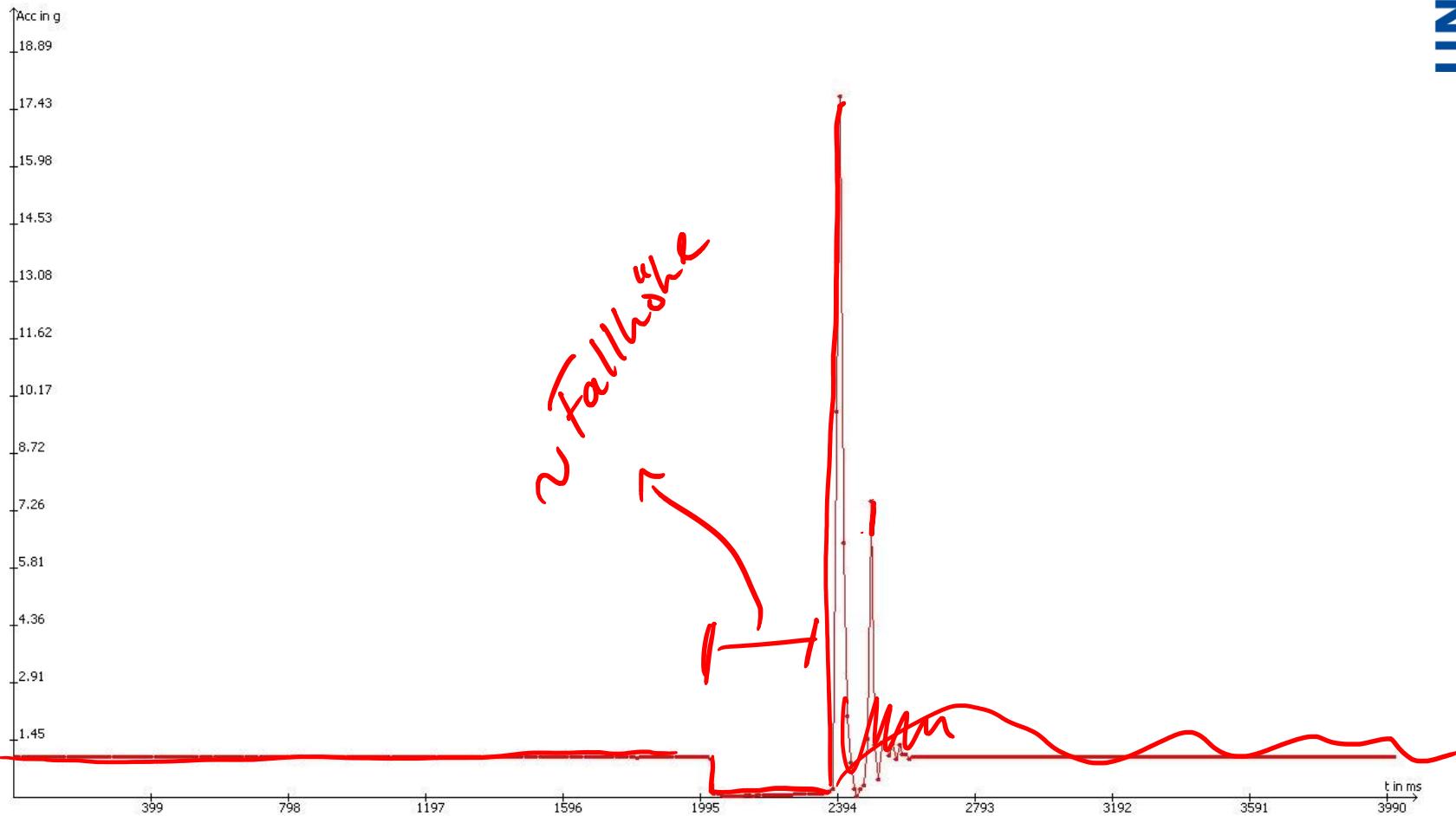
Hardware

- Auswahl der System-Komponenten: Trade-Off zwischen Funktionalität und Stromverbrauch/ Größe/ Preis
- Drahtgebundenes Laden des Akkus
- Funkkommunikation zum Konfigurieren, Aktivieren und Auslesen des Sensorsystems

Software

- Erkennen kritischer Fallhöhen
- Unterscheiden zwischen Aufprall auf dem Boden und einem möglichen „Auffangen“
- „Wake Up“-Funktionalität zum Speichern von kritischen Zuständen (bspw. hinsichtlich Temperatur oder Feuchtigkeit)

Fallversuche



Beschleunigungsverlauf bei freiem Fall mit Aufprallen auf dem Boden

Weitere Aspekte



Security

- Software-Manipulation
 - Aktivieren nur per Pin-Code möglich
 - Einmal aktiviert nur noch Lesezugriffe erlaubt
 - Verschlüsselung der gespeicherten Daten
- Hardware-Manipulation
 - Entfernen des Systems vom Paket protokollieren
 - Öffnen des Gehäuses protokollieren

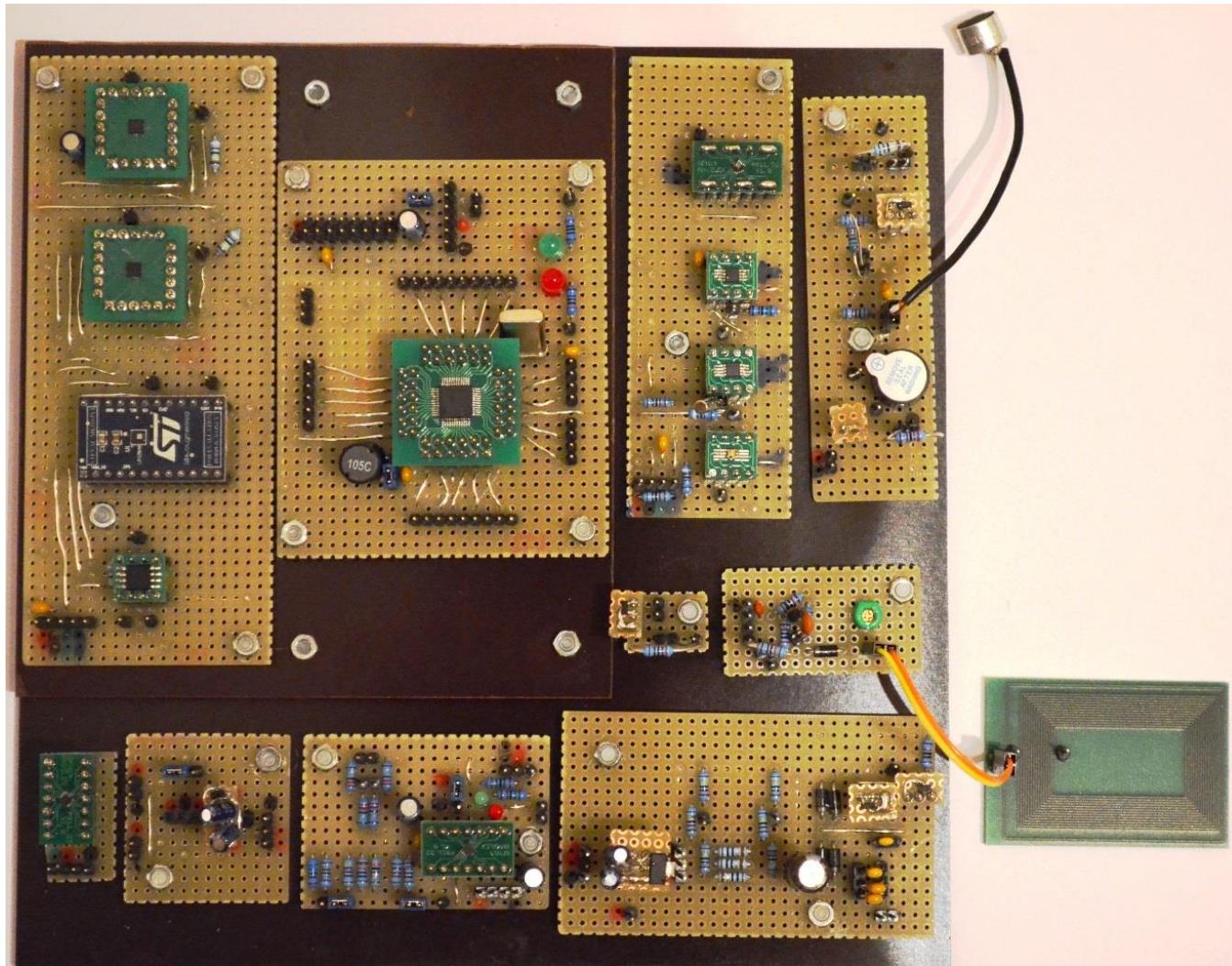
Auf dem Weg zur Serienproduktion...

- Rechtliche Fragen
- Nachweis der Korrektheit des Systems
- Feldversuche über einen längeren Zeitraum

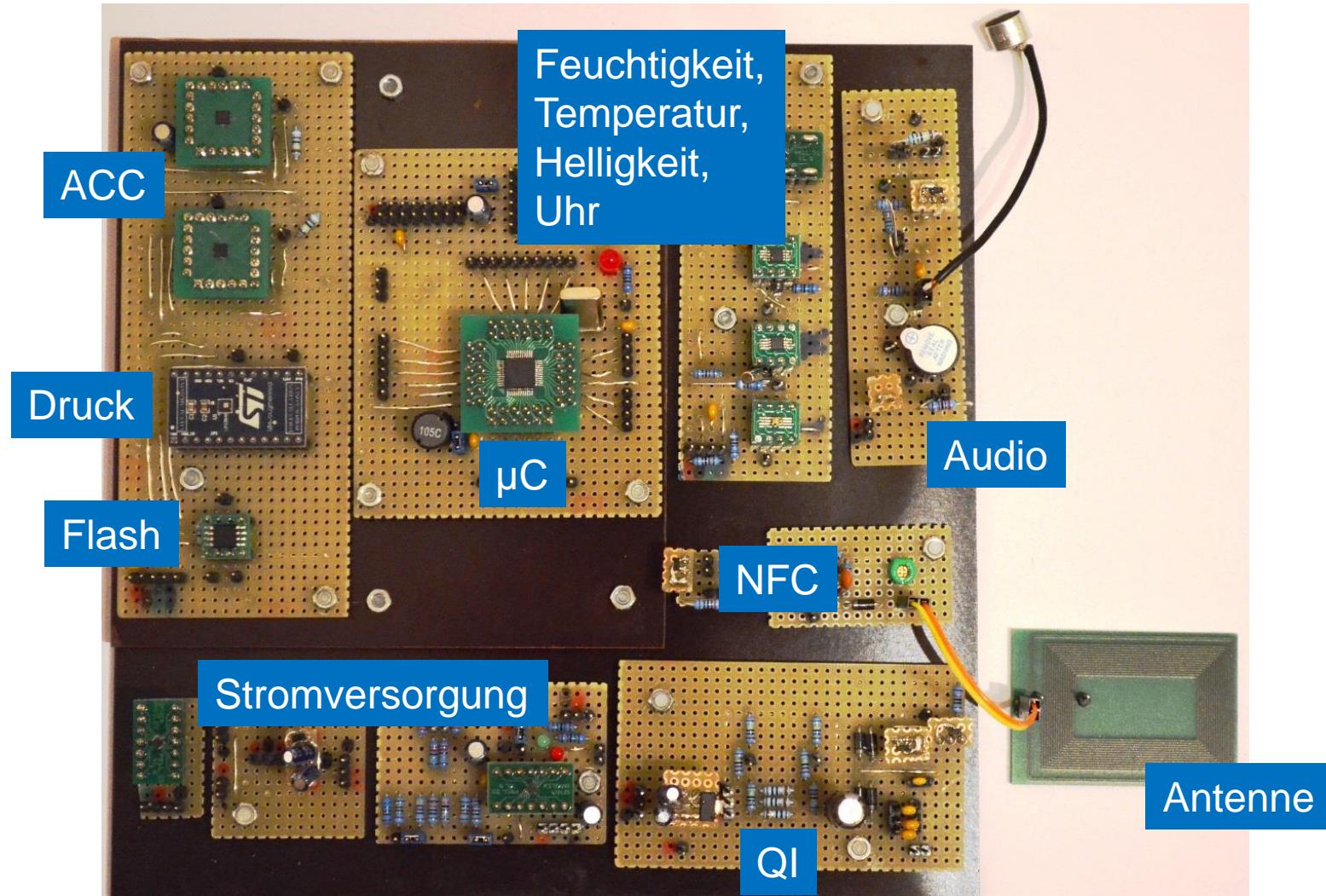
Prototyp Gesamtsystem



UNI
FREIBURG



Prototyp Gesamtsystem



Weihnachts-Wertschöpfungskette



- Wunschzettel-Dilemma
- Next Generation Rentierschlitten
- Rentierschlitten-Packstation
- Hermes der Weihnachtsbote
- **Smarte Häuser für die optimale Bescherung**
- Heute schon an Ostern denken

Smarte Häuser für die Bescherung



Vision: In einem intelligenten Haus kann zur Weihnachtszeit „bequem“ der Weihnachtsmodus aktiviert werden, bei dem...

- die Lichterkette am Weihnachtsbaum eingeschaltet,
- das sonstige Licht stimmungsvoll gedimmt,
- die Heizung auf „kuschelig warm“ gesetzt,
- die Stereoanlage eingeschaltet wird und
- Weihnachtslieder abgespielt werden.

Smarte Häuser für die Bescherung



Vision: In einem intelligenten Haus kann zur Weihnachtszeit „bequem“ der Weihnachtsmodus aktiviert werden, bei dem...

- die Lichterkette am Weihnachtsbaum eingeschaltet,
- das sonstige Licht stimmungsvoll gedimmt,
- die Heizung auf „kuschelig warm“ gesetzt,
- die Stereoanlage eingeschaltet wird und
- Weihnachtslieder abgespielt werden.

...und nach der Bescherung wird dann vollautomatisch ordentlich durchgesaugt!

Smarte Häuser für die Bescherung



Spracherkennung in Smart-Home Systemen

- Masterarbeit Benjamin Völker, WS15/16
- Motivation: „Warum booms Smart-Home (noch) nicht?“
 - Flexibilität und Einfachheit der Steuerung
 - „Muss ich erst mein Smartphone suchen, um das Licht einschalten zu können?“
 - Sicherheit
 - „Kann der Nachbar meine Heizung steuern?“
 - Nachhaltigkeit & Preis
 - „Kann ich bereits vorhandene Geräte weiterhin nutzen?“



Smarte Häuser für die Bescherung



Spracherkennung in Smart-Home Systemen

- Masterarbeit Benjamin Völker, WS15/16
- Motivation: „Warum booms Smart-Home (noch) nicht?“
 - Flexibilität und Einfachheit der Steuerung → Sprachsteuerung
 - „Muss ich erst mein Smartphone suchen, um das Licht einschalten zu können?“
 - Sicherheit → Offline-Betrieb
 - „Kann der Nachbar meine Heizung steuern?“
 - Nachhaltigkeit & Preis → Einsatz von bspw. Schaltsteckdosen
 - „Kann ich bereits vorhandene Geräte weiterhin nutzen?“



Grundkonzept



- Dezentrale Keyword-Erkennung zum Aktivieren des Systems
- Digitalisieren und Senden der Sprachdaten an einen Server
- Zentrale Erkennung und Ausführung von Sprachbefehlen

Grundkonzept



- Dezentrale Keyword-Erkennung zum Aktivieren des Systems
- Digitalisieren und Senden der Sprachdaten an einen Server
- Zentrale Erkennung und Ausführung von Sprachbefehlen



Grundkonzept



- Dezentrale Keyword-Erkennung zum Aktivieren des Systems
- Digitalisieren und Senden der Sprachdaten an einen Server
- Zentrale Erkennung und Ausführung von Sprachbefehlen



Grundkonzept



- Dezentrale Keyword-Erkennung zum Aktivieren des Systems
- Digitalisieren und Senden der Sprachdaten an einen Server
- Zentrale Erkennung und Ausführung von Sprachbefehlen



Herausforderungen

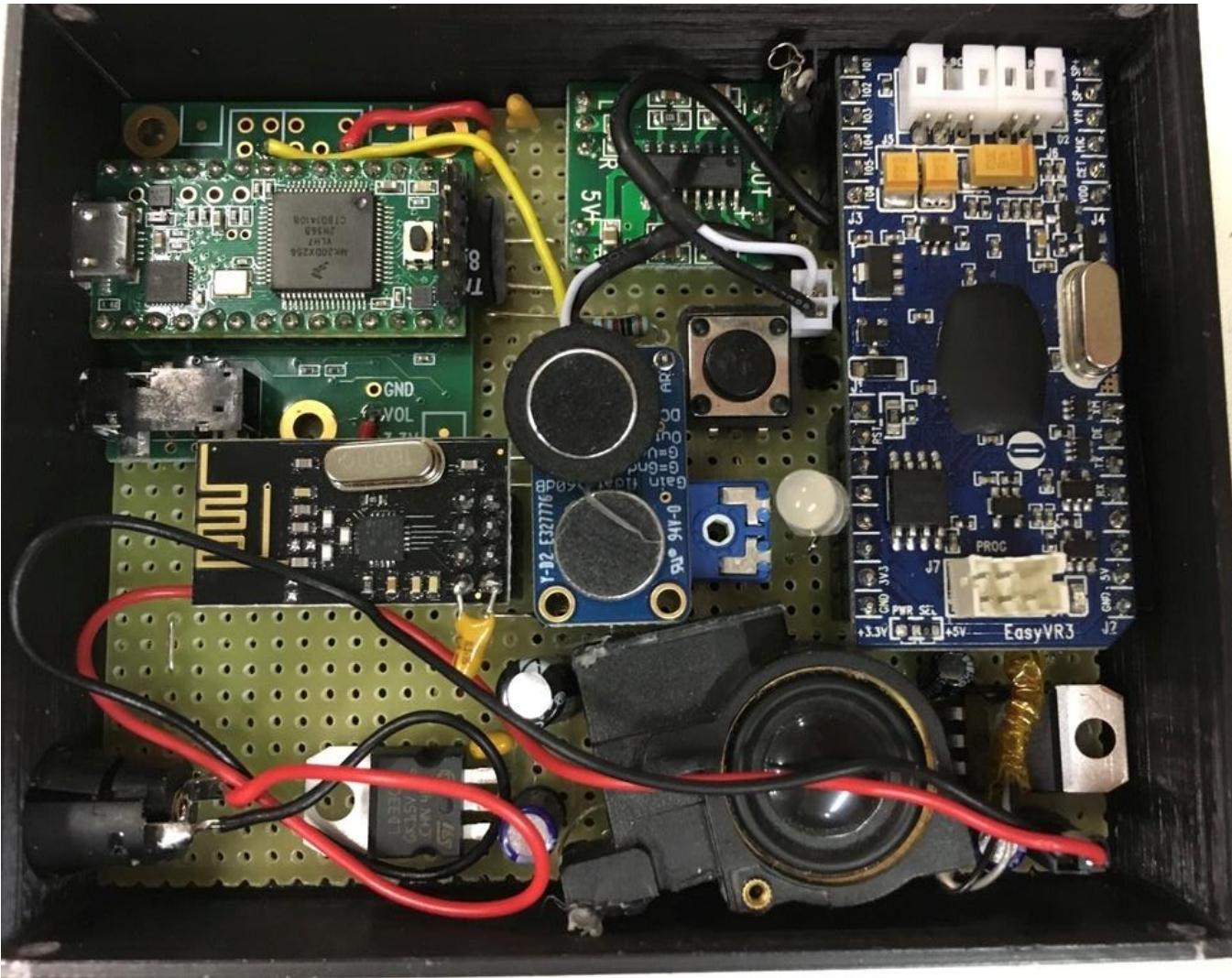


- Dezentrale, verlässliche Keyword-Erkennung auf einem Microcontroller mit begrenzten Ressourcen
 - Problemloses Erkennen freigeschalteter Nutzer
 - Zuverlässiges Abweisen unberechtigter Nutzer
- Realisierung der Server-Funktionalität
 - Auswerten & Ausführen von Sprachbefehlen
 - Erweiterbares, personalisierbares Interface
 - Modularer Aufbau
- Reaktionszeit des Gesamtsystems
- Prototypische Implementierung

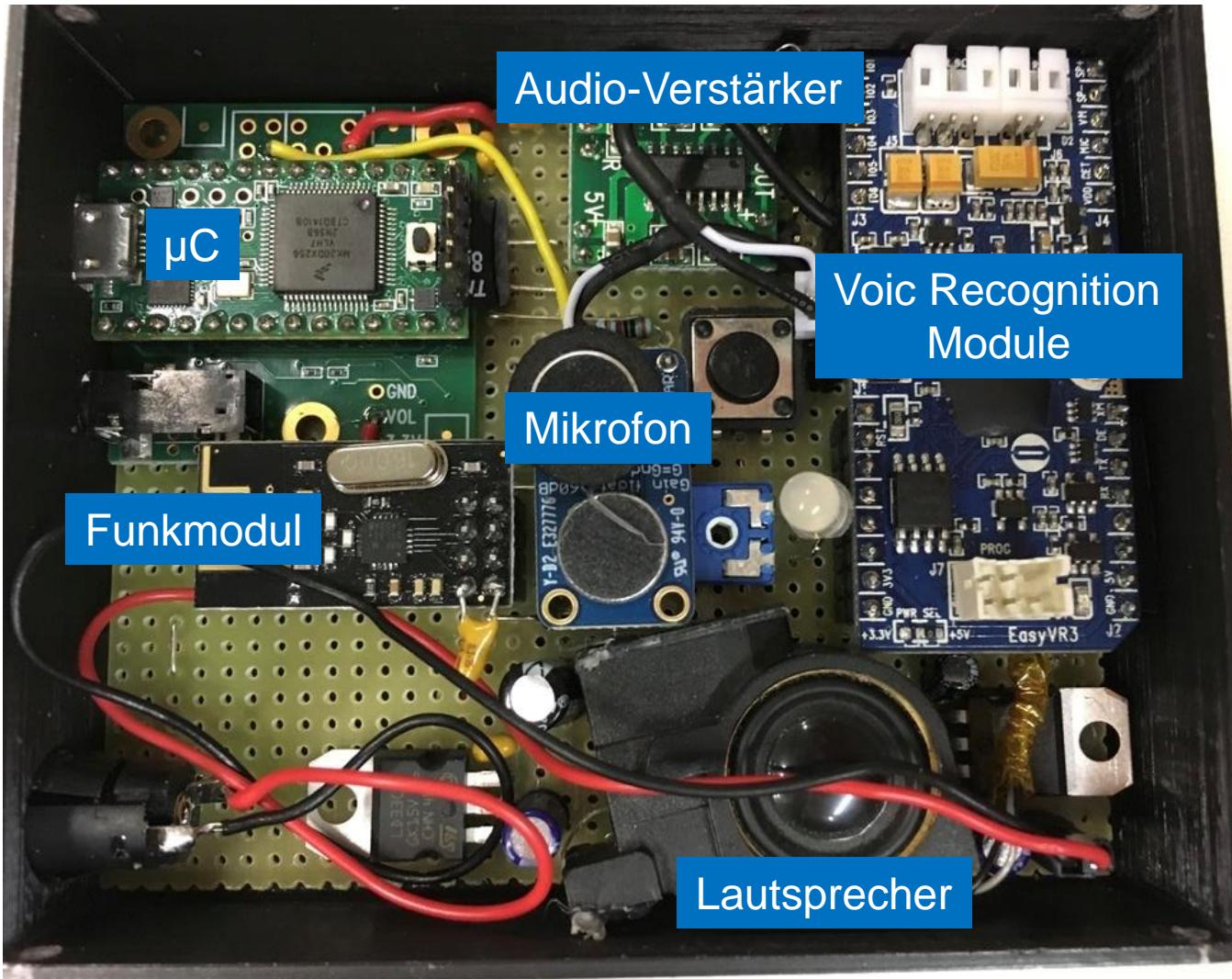
Microcontroller-Modul



UNI
FREIBURG



Microcontroller-Modul



User-Interface des Servers



The screenshot displays a comprehensive home automation interface with several sections:

- General:** Shows icons for Livingroom, Bedroom, Outdoor, and Kitchen.
- Light Devices:** Includes a Ceilinglight (status: on) and a Standlight (status: off).
- Socket Devices:** Shows a Printer.
- Sensor Devices:** A SensorLivingRoom card displays the following data:
 - Last Update: Aug 24, 14:46:55
 - ID: 1
 - Temperature: 26 °C
 - Humidity: 60 %
 - Pressure: 980 hPa
 - Brightness: 25.83 lux
 - Movement: yes
- Hoover Devices:** A Roomba card with controls for Speed (up, down, left, right), a Return to Dock button, and a status icon.
- Meter Devices:** A Refrigerator card with the following data:
 - Last Update: Aug 24, 13:15:12
 - ID: 6968507
 - Voltage: 237 V
 - Current: 14 mA
 - Power: 1 W
 - Energy: 2.31 kWh
- Coffee Machine Devices:** A Coffee Machine card with a status icon and a dropdown menu for "Choose your beverage" (Coffee, Tea, Milk, etc.) with a "Make" button.
- Heating Devices:** A HeatingKitchen card featuring a nest smart thermostat set to 74 °C, a "Boost" button, a "Settings" button, and a current temperature of 5.0 °C.

The top center of the screen shows the date and time: Tuesday 24 November 2015 at 18:08:47. The top right corner features a large blue "UNFRE" logo. The bottom right corner has a small circular icon with a gear symbol.

User-Interface des Servers

The image shows two screenshots of the Smart-X Server User Interface, each displaying a grid of device panels.

Top Screenshot:

- General:** Shows icons for Livingroom, Bedroom, Outdoor, and Kitchen.
- Light Devices:** Shows a Ceilinglight and a Standlight. The Standlight panel has a green switch button with a red arrow pointing to it.
- Socket Devices:** Shows a Printer.
- Sensor Devices:** Shows SensorLivingRoom with details: Last Update: Aug 24, 14:46:55; ID: 1; Temperature: 26 °C; Humidity: 60 %; Pressure: 980 hPa; Brightness: 25.83 lux; Movement: yes. A red arrow points to the temperature sensor icon.
- Hoover Devices:** Shows a Roomba with movement controls (up, down, left, right) and a speed slider. A red arrow points to the Roomba icon.

Bottom Screenshot:

- General:** Shows icons for Livingroom, Bedroom, Outdoor, and Kitchen.
- Meter Devices:** Shows a Refrigerator with details: Last Update: Aug 24, 13:15:12; ID: 6968507; Voltage: 237 V; Current: 14 mA; Power: 1 W; Energy: 2.31 kWh. A red arrow points to the refrigerator icon.
- Coffee Machine Devices:** Shows a Coffee Machine with a dropdown menu "Choose your beverage:" set to "Coffee" and a "Make" button. It also includes settings for Aroma and Brightness, and checkboxes for "with cup" and "Factory Reset". A red arrow points to the coffee machine icon.
- Heating Devices:** Shows a HeatingDevice with a digital display showing 74 and a slider for temperature control. Buttons for "Boost" and "Settings" are at the bottom, along with a current temperature of 5.0 °C. A red arrow points to the heating device icon.

„Devices“ wurden im Rahmen der Smart-X-Praktika SS14 & SS15 entwickelt

Weihnachts-Wertschöpfungskette

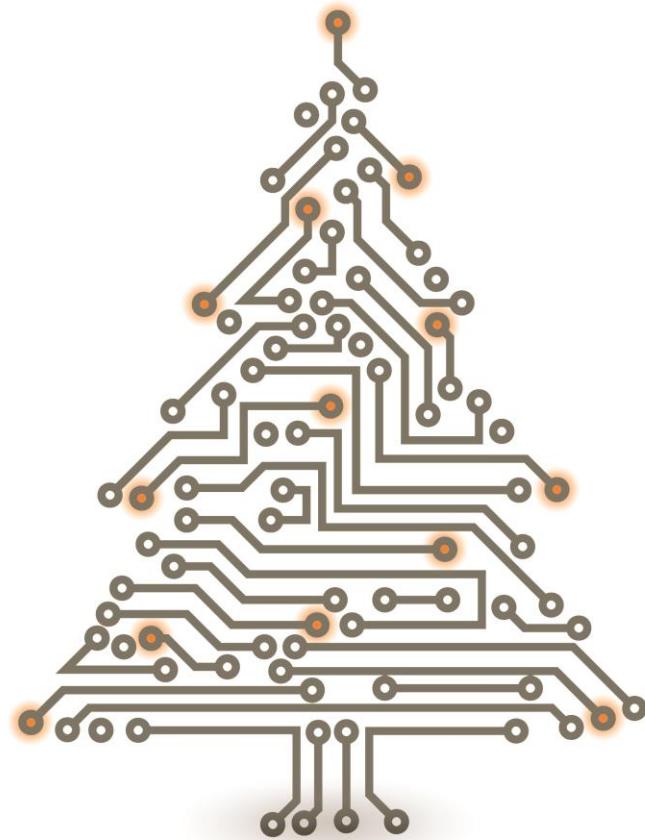


- Wunschzettel-Dilemma
- Next Generation Rentierschlitten
- Rentierschlitten-Packstation
- Hermes der Weihnachtsbote
- Smarte Häuser für die optimale Bescherung
- **Heute schon an Ostern denken**

Heute schon an Ostern denken



UNI
FREIBURG

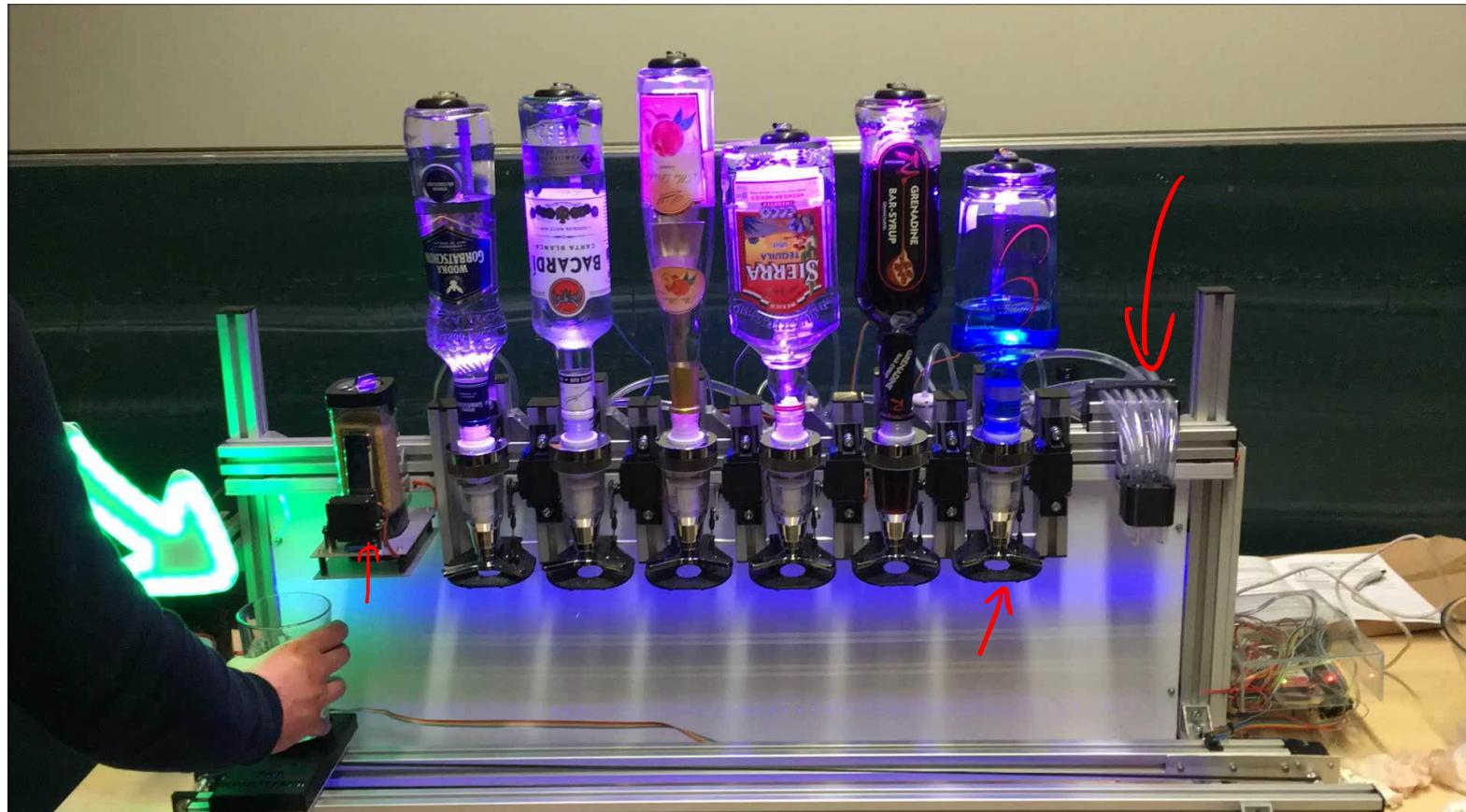


Weihnachten ist vorbei...

Heute schon an Ostern denken



UNI
FREIBURG



Silvester ist vorbei...

Heute schon an Ostern denken



Kerngedanke: Verantwortungsvolle Hühnerhaltung ist gut für die Tiere und wirkt sich auch unmittelbar auf den Geschmack der Eier aus!



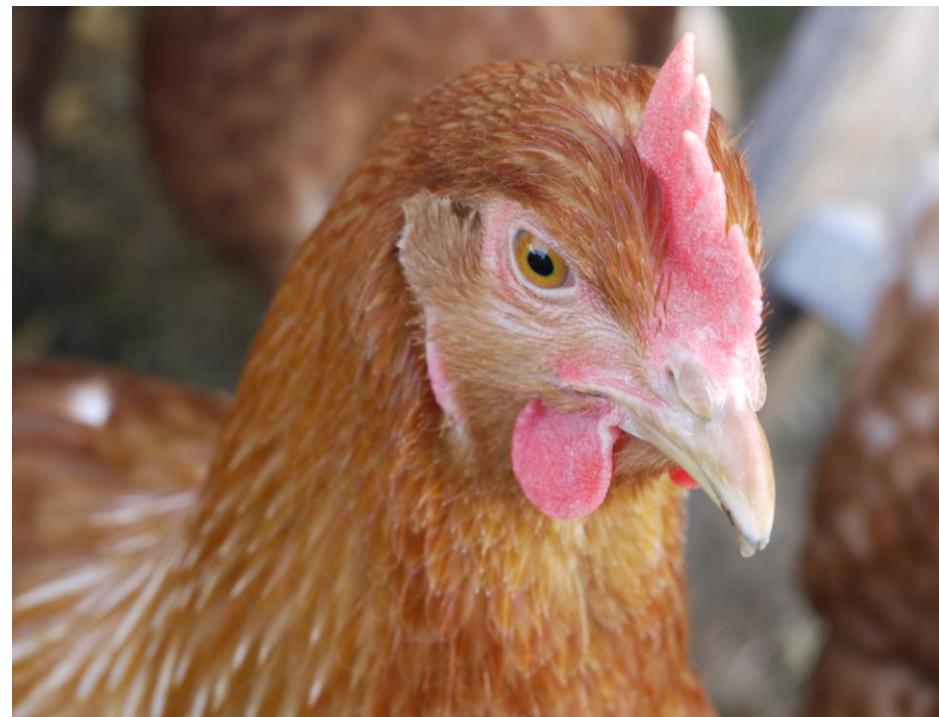
[Bastian Becker, Kurt Metzler, Johanna Schüssler]

Heute schon an Ostern denken



Kerngedanke: Verantwortungsvolle Hühnerhaltung ist gut für die Tiere und wirkt sich auch unmittelbar auf den Geschmack der Eier aus!

→ Hühner 4.0 Projekt



[Bastian Becker, Kurt Metzler, Johanna Schüssler]



Haltungsformen

- **Bio-Freilandhaltung**
 - Max. 3000 Hühner pro Stall
 - Max. 6 Hühner pro m² Stall / 18cm Sitzstange pro Huhn
 - Min. 4m² Auslauffläche pro Huhn mit überwiegend Pflanzenbewuchs
 - Nester für ungestörte Eiablage
 - Futter aus ökologischem Anbau
 - Im Krankheitsfall sind Naturheilmittel zu bevorzugen
 - Künstliche Beleuchtung max. 16 Stunden/Tag
- **Freilandhaltung**
- **Bodenhaltung**
- **Kleingruppen-/Käfighaltung**

[siehe Vorgaben Bundesministerium
für Ernährung und Landwirtschaft]

Hühner 4.0 Projektziele



Umsetzen der Richtlinien zur Bio-Freilandhaltung mit maximalem Automatisierungsgrad

- Öffnen/Schließen der Klappen zum Außengelände in Abhängigkeit von Zeit & Helligkeit
- Steuern der künstlichen Beleuchtung
- „Austreiben“ aus den Legenestern

...in einem mobilen Stall mit autarker Stromversorgung

Komponenten

- 4 Linearmotoren
- 5 LED-Lichtleisten
- Solarmodul inklusive Laderegler
- 12V-Autobatterie
- Steuerelektronik
 - Microcontroller
 - Motortreiber
 - Echtzeituhr
 - Helligkeitssensor
 - Display
 - Joystick



Steuerelektronik



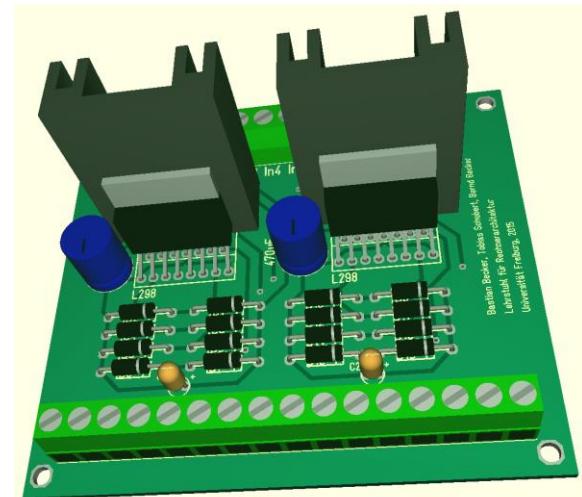
■ Microcontroller

- Teensy++ 2.0
- 8-Bit AVR-Prozessor
- 128kB Flash, 8kB RAM, 4kB EEPROM
- 46 digitale & 8 analoge Pins
- 9 PWM-Ausgänge
- SPI- & I²C-Schnittstelle
- Arduino-kompatibel



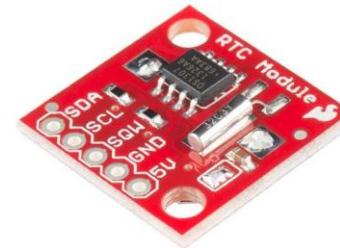
■ Motortreiber

- Zwei L298 H-Brückentreiber
- Bis zu vier DC-Motoren gleichzeitig steuerbar
- 3A Peak Output Current (2A im normalen Betrieb)



■ Echtzeituhr

- Sparkfun Real Time Clock Module
- Integrierte Pufferbatterie
- Ansteuerung per I²C-Schnittstelle



■ Helligkeitssensor

- Adafruit RGB Color Sensor mit IR-Filter
- Ansteuerung per I²C-Schnittstelle
- Hier genutzt zur Messung der Beleuchtungsstärke [lx]



■ Display

- Adafruit 2.2 Zoll, 18-Bit TFT LCD
- Integrierter MicroSD-Kartenslot
- 320x240 Pixel Auflösung
- Ansteuerung per SPI-Schnittstelle



■ Joystick

- Adafruit 2-Axis Thumb Joystick
- Analoge Bestimmung der X/Y-Ausrichtung
- Digitaler „Select Button“



Impressionen



UNI
FREIBURG



Impressionen



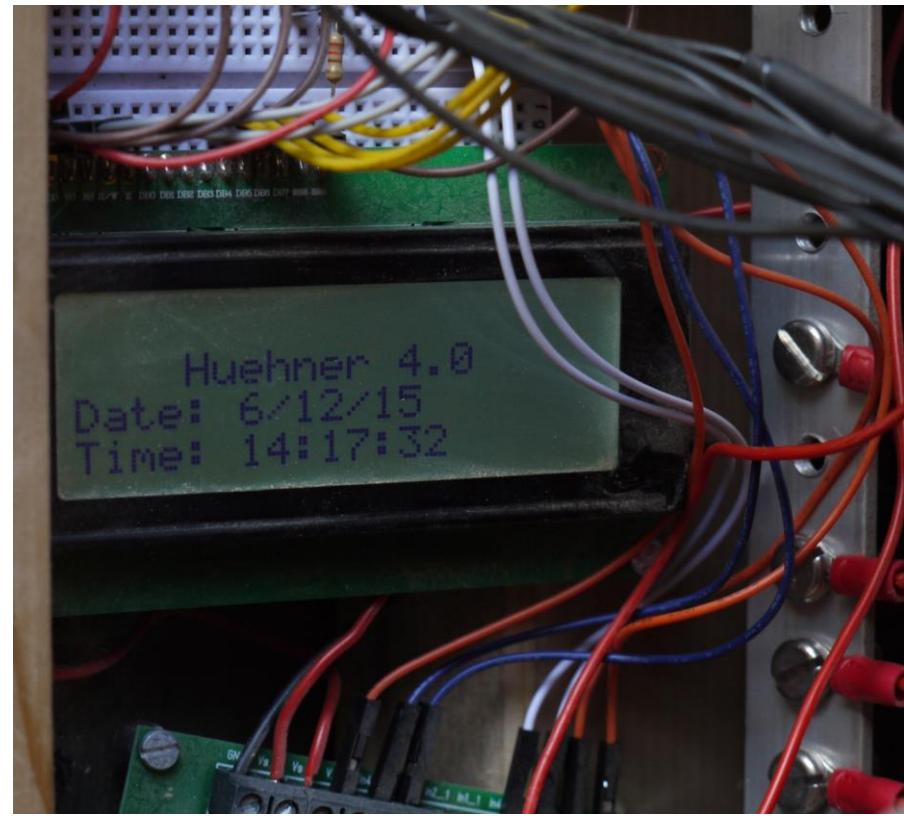
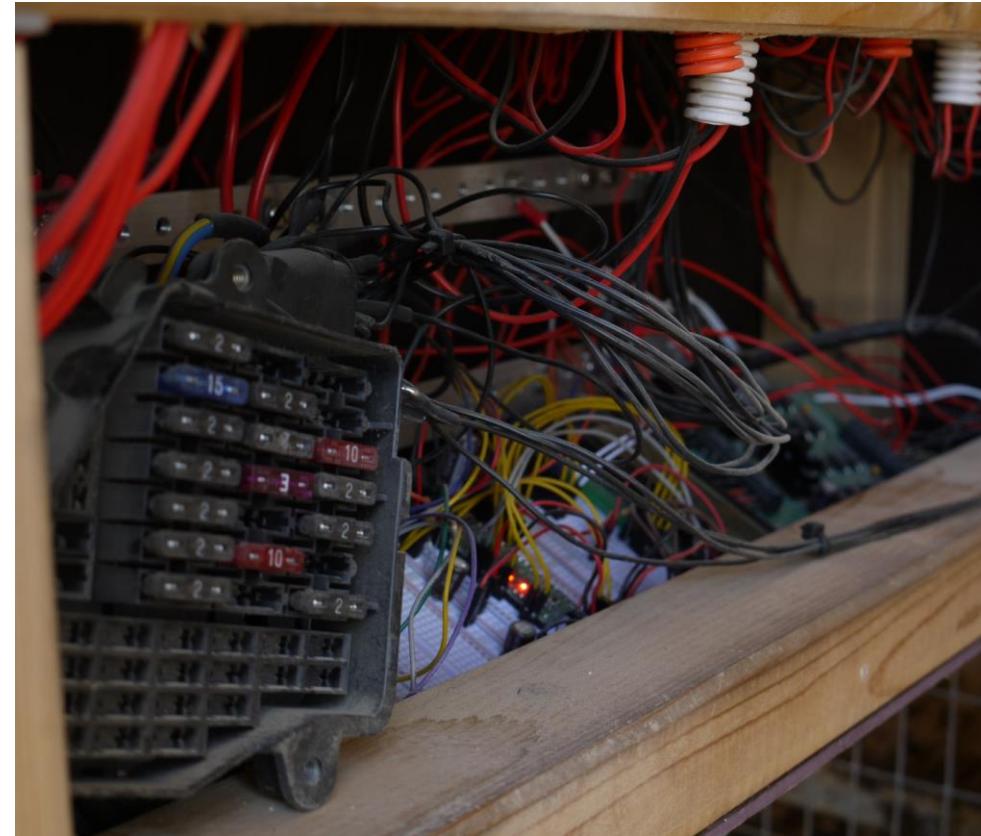
UNI
FREIBURG



Impressionen



UNI
FREIBURG



Vor Ort debuggen?



UNI
FREIBURG

Vor Ort debuggen?



UNI
FREIBURG

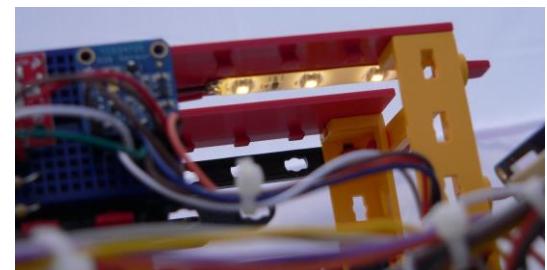
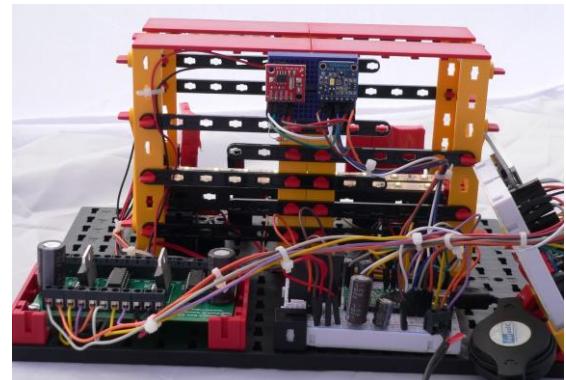
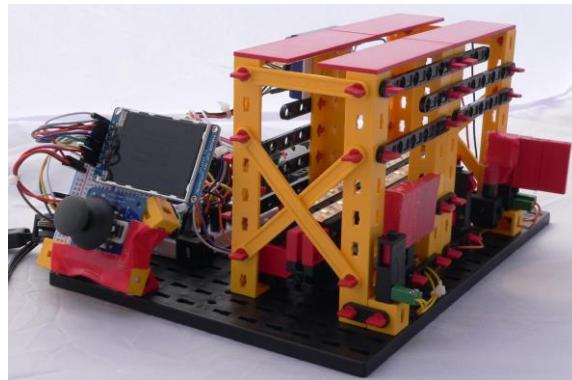


...eher schwierig!

Vor Ort debuggen?



UNI
FREIBURG



...eher schwierig!

Smart Mini Chicken
Ressort Deluxe