



SESSION 3

Die Lehre ist forschungsbasiert.

Paper, Reviews, Vorträge: Simulation einer wissenschaftlichen Tagung

Dipl.-Medieninf. Gordon Lemme, Prof. Dr.-Ing. Steffen Ihlenfeldt, Institut für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik

Seit dem Sommersemester 2017 wählen die Lehrenden des Institutes eine neue Form der Freiarbeit, um Studierende durch einen komplett nachempfundenen wissenschaftlichen Konferenzablauf bei der Erarbeitung wissenschaftlicher Arbeiten zu motivieren.



Produktionstechnisches Kolloquium

Paper, Reviews, Vorträge: Simulation einer wissenschaftlichen Tagung
Dipl.-Medieninf. Gordon Lemme

Rahmenbedingungen MB-PT-07 - Forschungsseminar

- ▶ 2 SWS Lehrveranstaltungen (70h)
- ▶ 6 Übungs- bzw. Belegumfang (200h)
- ▶ Endnote = $80\% * \text{Beleg} + 20\% * \text{Verteidigung}$
- ▶ 9 Leistungspunkte



Rahmenbedingungen MB-PT-07 - Forschungsseminar

▶ Aufgabe: Beleganfertigung

▶ Vorlesungen:

- ▶ Informationsbeschaffung (2)
- ▶ Versuchsauswertung & Statistik (4)
- ▶ Versuchsplanung (2)
- ▶ Kreativitätstechniken (3)
- ▶ Präsentationstechniken (1)

▶ Umgebung: Hörsaal (ZEU/260)

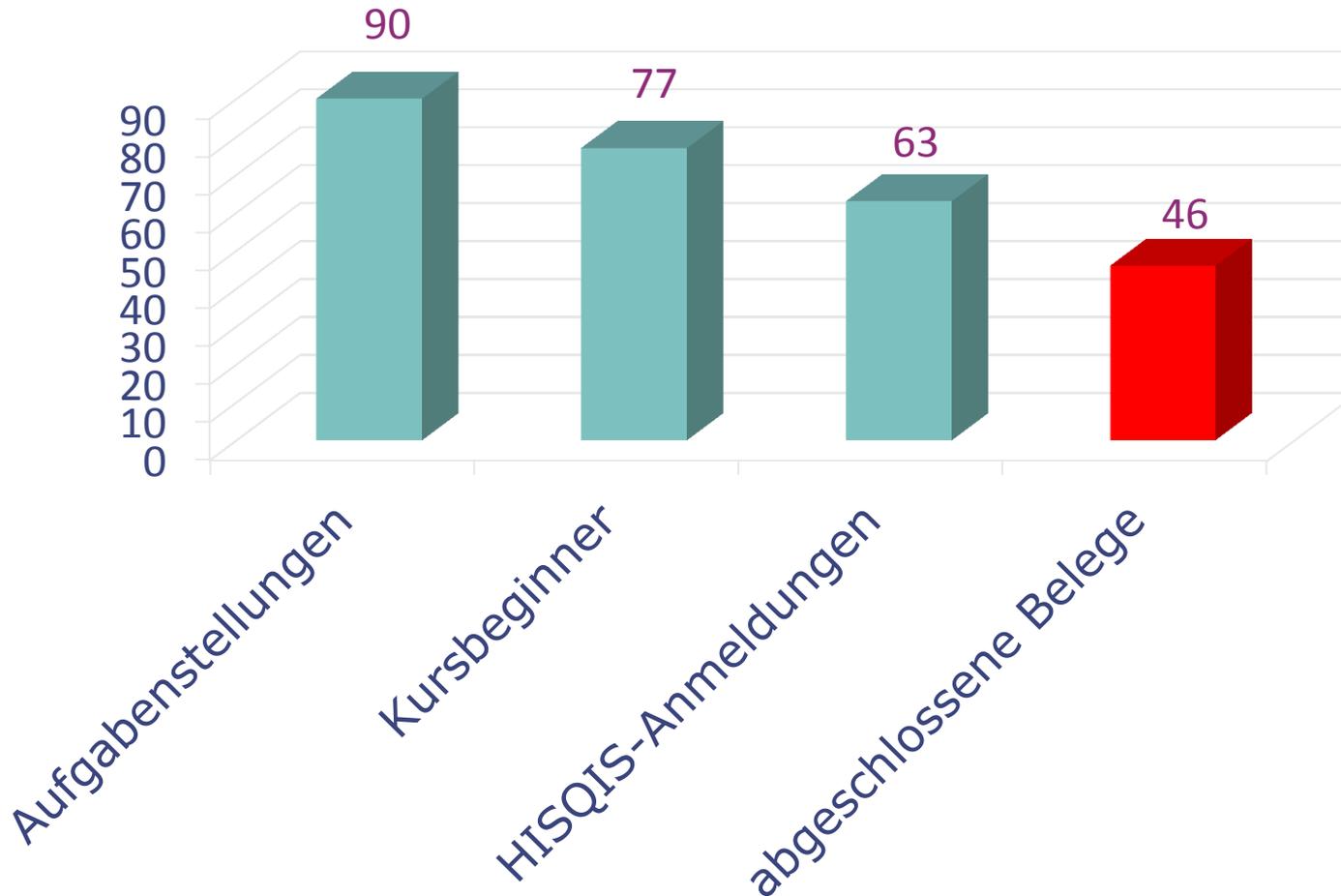
▶ Studierende: 80

▶ Betreuende:

- ▶ Professur für Arbeitswissenschaft / CIMTT
- ▶ Professur für Technische Logistik
- ▶ Professur für Fertigungsmesstechnik und Qualitätssicherung
- ▶ Professur für Formgebende Fertigungsverfahren
- ▶ Professur für Fügetechnik und Montage
- ▶ Professur für Ultrapräzisionsbearbeitung von Oberflächen mit Ionen und Plasmen
- ▶ Professur für Laserbasierte Methoden der großflächigen Oberflächenstrukturierung
- ▶ Professur für Laser- und Oberflächentechnik
- ▶ Professur für Werkzeugmaschinenentwicklung und adaptive Steuerungen

Ergebnisse des ersten Jahrgangs (SoSe 2015)

Sommersemester 2015



77 Kursbeginner
46 Notenmeldungen

Quote der
Notenmeldung:
59,74 %

* absolute Zahlen

Was wollen wir eigentlich?



Was wollen wir eigentlich?

„Kompetenz stellt die Verbindung von Wissen und Können her und ist als Befähigung zur Bewältigung unterschiedlicher Situationen zu sehen.“ (Klieme, 2004, S. 13)

„Kompetenzen werden nicht unterrichtet, sie werden von den Schülern erworben.“ (Fahse, 2004, S. 460)



Wissenstreppe nach North

Wie erreichen wir unser Ziel?



Perspektivwechsel

- ▶ 6. Fachsemester
- ▶ 14-16|12-14|1-3
Veranstaltungen
- ▶ mind. 3 Jahre nach
dem Abitur
- ▶ keine Erfahrung mit
wissenschaftlichem
Schreibstil
- ▶ keine Erfahrung mit
der Zeitplanung
- ▶ keine Hausarbeiten
- ▶ Multiple Choice,
Berechnungs- &
Konstruktionsklausuren



Perspektivwechsel – Motivation



Perspektivwechsel – Motivation

APPLE

- ▶ Jobs verstand den **Zielmarkt** und wusste Trends zu nutzen
- ▶ Jobs entwickelte keine neue Technologie
- ▶ Jobs Ziel war ein „**wow**“-**Effekt** bei seinen Kunden
- ▶ Jobs baute **emotionale Bindung** der Kunden zum Unternehmen auf:
 - ▶ persönliche **Bedienung** im Apple Store (Genius-Bar)
 - ▶ persönliche **Begrüßung** durch Verlinkung (Apple Store App)
 - ▶ **Austesten** und Anfassen von Produkten (Apple Store)



Perspektivwechsel – Motivation

APPLE iPhone 6 Verkaufsstart



Eigene These

Alle Texte können besser werden:

- ▶ durch Gegenlesen
- ▶ durch Kritik
- ▶ durch sich bewusst werden der eigenen Marotten
- ▶ ...



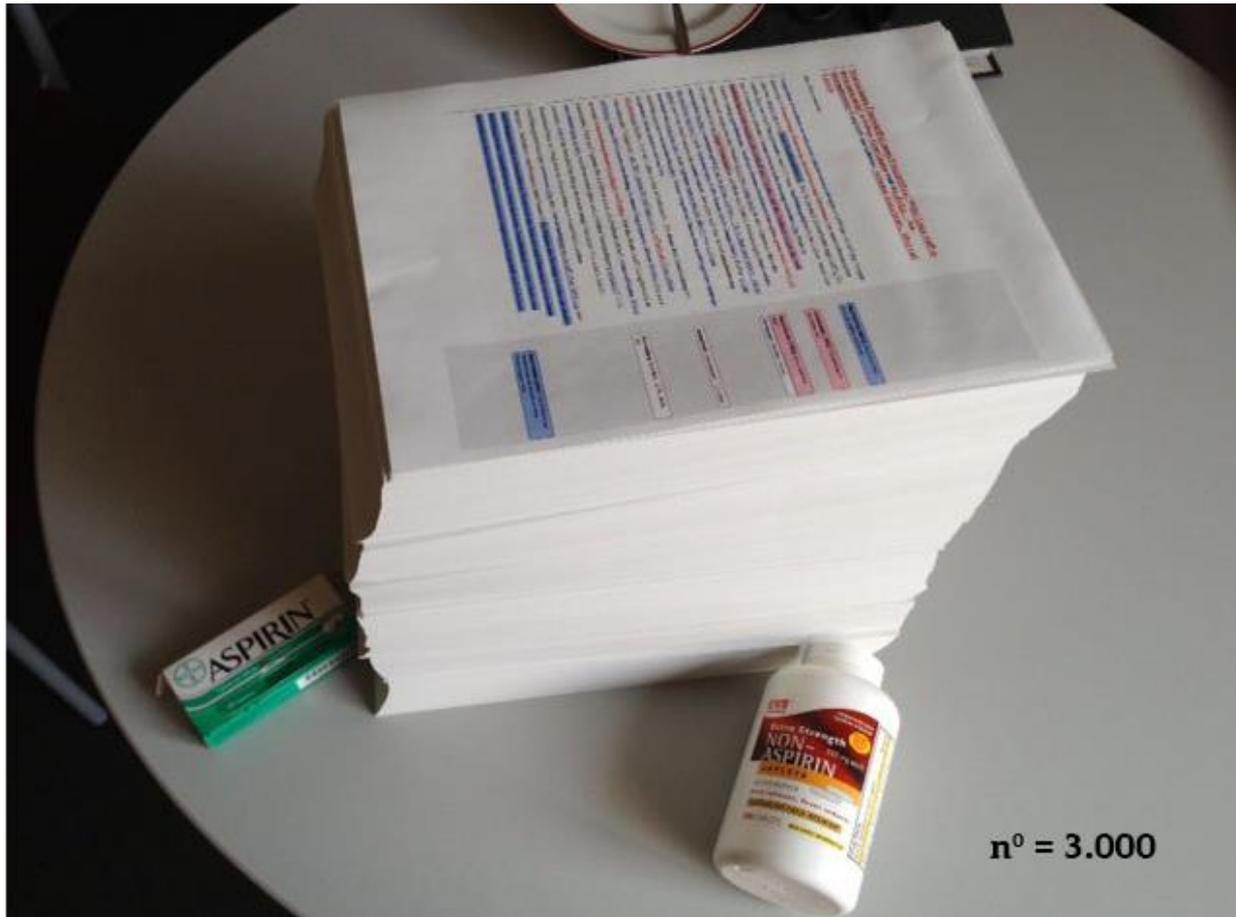
Eigene These

„Eigene Untersuchung zum Aufbau von studentischen Arbeiten hinsichtlich des relevanten Informationsgeheimnisses.“

$n_1=50$



Eigene These



Eigene These - Aufbau

Einleitung

Hauptteil

Schluss



Eigene These - Sätze

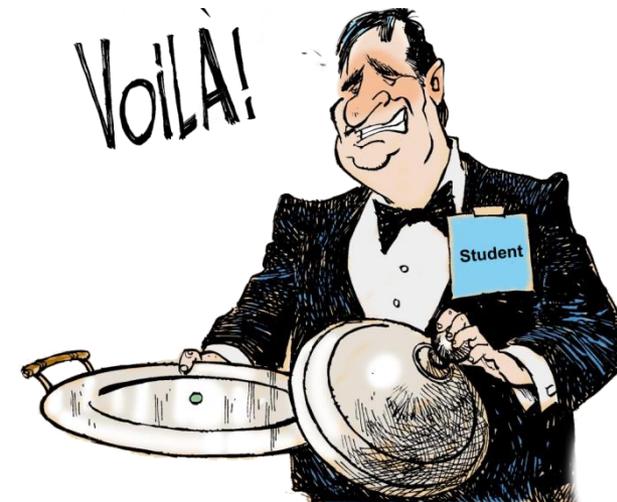
„Wobei beim impliziten Wissen vor allem Erkenntnisse darüber gemacht werden konnte über welches implizite Wissen der Mitarbeiter verfügt, aber noch nicht das konkrete implizite Wissen.“ (geheimer Autor, Seite 52)

heute zu Ich Hause bin

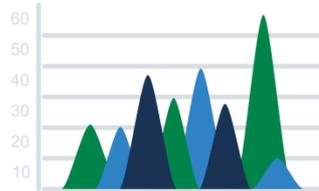


Fazit Einleitung ;-)

- ▶ Studierende des Maschinenbaus können gut rechnen & komplexe Formeln aufstellen
 - ▶ Sie verfügen im 6. Semester über entsprechendes Fachgrundwissen, besitzen aber kein Grundwissen zum Erarbeiten wissenschaftlicher Texte
- ▶ Studierenden der Produktionstechnik liefern mit dem Großen Beleg ihre erste wissenschaftliche Arbeit (8. Semester)
 - ▶ Bis zum jetzigen Zeitpunkt wurde kein ganzer Satz schriftlich fixiert, der sich anschließend nochmals vom Studierenden durchgelesen wurde
- ▶ Das erste Feedback zu einer wissenschaftlichen Arbeit erhalten Studierende zur Diplomverteidigung
 - ▶ Studierende können sich (konstruktiver) Kritik entziehen und haben keine „Lern-“ bzw. Korrekturmöglichkeit



Ablauf des Forschungsseminars am IWM



1. Konsultation - Organisation

Am Institut für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik werden in einer ersten Pflichtkonsultation gemeinsam mit allen Studierenden die Rahmenbedingungen vorgestellt und erörtert.

Reviewprozess

Nach Einreichung der Paper werden diese unter den Studierenden verteilt, um mittels bereitgestelltem Reviewformular konstruktive Kritik einzufordern. Parallel erstellen die jeweiligen Fachbetreuer der Arbeit ebenfalls einen Review für den von ihnen betreuten Beleg.

studentische Abschlusskonferenz

Im Rahmen einer studentischen Abschlusskonferenz stellt jeder Studierende seine Arbeit in 15 Minuten vor. Neben dem Professor und den Fachbetreuern sind wiederum alle Forschungsseminarteilnehmer zugegen, um den Konferenzcharakter zu simulieren.



Themenvergabe Forschungsseminar

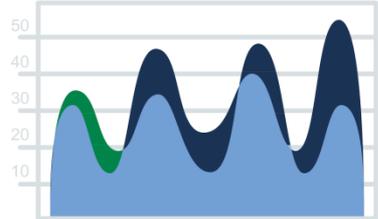
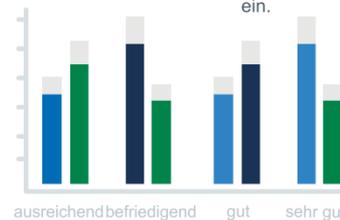
Im Rahmen der ersten Vorlesung werden den Studierenden die Themen der einzelnen Lehrstühle präsentiert. Die Studierenden wählen selbstständig ihr Thema und damit den betreuenden Lehrstuhl aus.

2. Konsultation - Vorgehenspräsentation

In der 2. Pflichtkonsultation stellt jeder Studierende innerhalb von 3 Minuten sein Thema, die Zielstellung und seinen Bearbeitungszeitplan vor.

Paper-Endabgabe

Nach der Möglichkeit das eigene Paper anhand der Reviews zu überarbeiten, reichen die Studierenden ihre finale Belegversion unterschrieben am Lehrstuhl ein.



Ablauf des Forschungsseminars am IWM (SoSe 2017)

- 06.04.2017: Lehrveranstaltungsbeginn (Themenvorstellung/-vergabe)
- 19.04.2017:
(3. DS; R302) erste Konsultation – Organisation
Beginn der Bearbeitung
- nach Vereinbarung: Absprache der Aufgabenstellung mit Fachbetreuer
- 10.05.2017:
(3. DS; R302) zweite Konsultation - Themenzwischenpräsentation
3 Minuten: Themenvorstellung, Bearbeitungsstand, weiteres Vorgehen
- nach Vereinbarung: freie Konsultation beim Fachbetreuer
- 02.07.2017: Paper-Einreichung
- 16.07.2017: Review-Abgabe (=> Ende Vorlesungszeit 14.07.2017)
- nach Vereinbarung: freie Konsultation beim Fachbetreuer
- 03.09.2017: Paper-Endabgabe
- 27.09.2017: Konferenztermin (Präsentation)

Ablauf des Forschungsseminars am IWM

▶ OPAL Organisation

▶ Einschreibung zum Forschungsseminar

▶ Vorlagen

▶ Paper

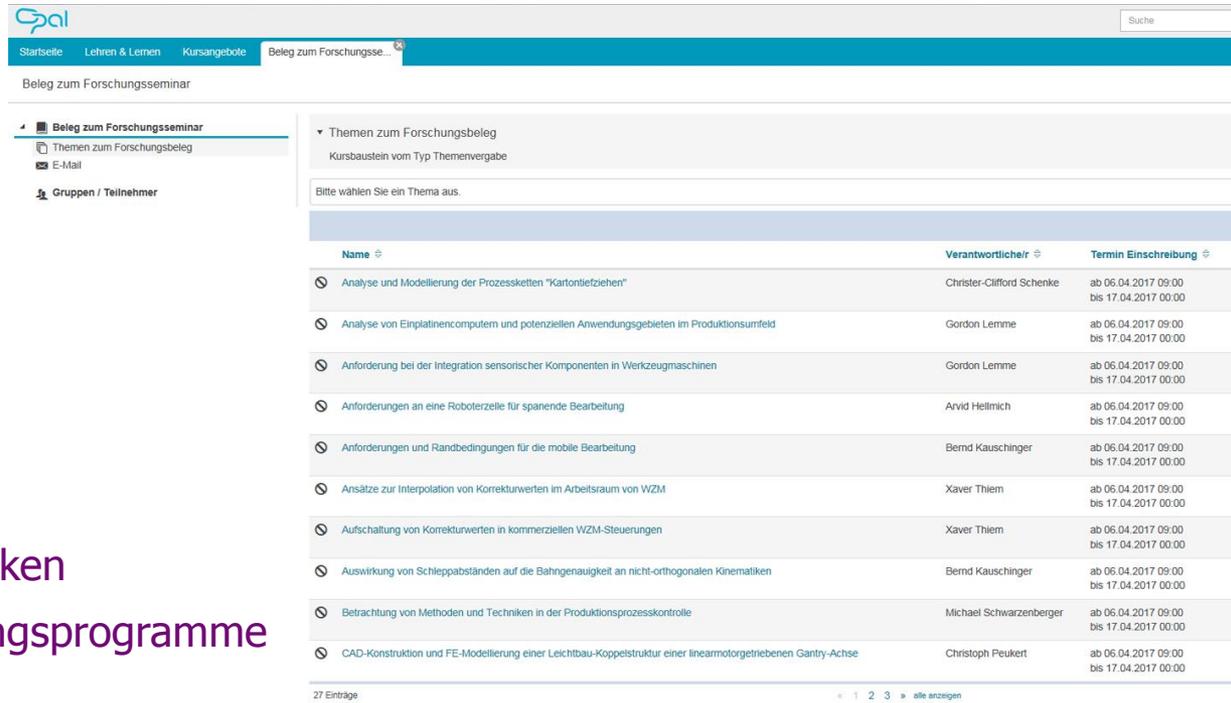
▶ Review

▶ Abgabeordner

▶ Linkliste

▶ Literaturdatenbanken

▶ Literaturverwaltungsprogramme



The screenshot shows the OPAL website interface. The main content area is titled 'Beleg zum Forschungsseminar'. On the left, there is a navigation menu with items: 'Beleg zum Forschungsseminar', 'Themen zum Forschungsbeleg', 'E-Mail', and 'Gruppen / Teilnehmer'. The main content area shows a dropdown menu for 'Themen zum Forschungsbeleg' with the subtext 'Kursbaustein vom Typ Themenvergabe'. Below this, there is a prompt 'Bitte wählen Sie ein Thema aus.' followed by a table of research topics.

Name	Verantwortliche	Termin Einschreibung
Analyse und Modellierung der Prozessketten "Kartonletziehen"	Christer-Clifford Schenke	ab 06.04.2017 09:00 bis 17.04.2017 00:00
Analyse von Einplatinencomputern und potenziellen Anwendungsgebieten im Produktionsumfeld	Gordon Lemme	ab 06.04.2017 09:00 bis 17.04.2017 00:00
Anforderung bei der Integration sensorischer Komponenten in Werkzeugmaschinen	Gordon Lemme	ab 06.04.2017 09:00 bis 17.04.2017 00:00
Anforderungen an eine Roboterzelle für spanende Bearbeitung	Arvid Hellmich	ab 06.04.2017 09:00 bis 17.04.2017 00:00
Anforderungen und Randbedingungen für die mobile Bearbeitung	Bernd Kauschinger	ab 06.04.2017 09:00 bis 17.04.2017 00:00
Ansätze zur Interpolation von Korrekturwerten im Arbeitsraum von WZM	Xaver Thiem	ab 06.04.2017 09:00 bis 17.04.2017 00:00
Aufschaltung von Korrekturwerten in kommerziellen WZM-Steuerungen	Xaver Thiem	ab 06.04.2017 09:00 bis 17.04.2017 00:00
Auswirkung von Schleppabständen auf die Bahngenauigkeit an nicht-orthogonalen Kinematiken	Bernd Kauschinger	ab 06.04.2017 09:00 bis 17.04.2017 00:00
Betrachtung von Methoden und Techniken in der Produktionsprozesskontrolle	Michael Schwarzenberger	ab 06.04.2017 09:00 bis 17.04.2017 00:00
CAD-Konstruktion und FE-Modellierung einer Leichtbau-Koppelstruktur einer linearmotorgetriebenen Gantry-Achse	Christoph Peukert	ab 06.04.2017 09:00 bis 17.04.2017 00:00

At the bottom of the table, it says '27 Einträge' and 'alle anzeigen'.

Ablauf des Forschungsseminars am IWM

▶ Themenpräsentation

- ▶ ca. 3-5 Folien; 3 Minuten Zeit
- ▶ Vorstellung des Themas und der eigenen Person
- ▶ Erläuterung der Frage- bzw. Aufgabenstellung
- ▶ Zielstellung
- ▶ Lösungsansatz, Ergebnis bisheriger Recherche & Zeitplan

▶ Rahmenbedingungen

- ▶ 2. Pflichttermin
- ▶ Studierende: 25
- ▶ Betreuende: 18
- ▶ Dauer: 90 Minuten (eine Doppelstunde)

Ablauf des Forschungsseminars am IWM

▶ Paper-Erarbeitung

- ▶ Individuell
- ▶ Freiarbeit
- ▶ Strikt vorgegebener Abgabetermin

▶ Formatvorlage

- ▶ Die Vorlage orientiert sich an dem offiziellen ACM Proceedings Template¹
- ▶ angepasste Word-Vorlage
- ▶ angepasste LaTeX-Vorlage

▶ Zitiervorlage

- ▶ Die LNI-Zitierung dient zur Sicherstellung eines einheitlichen Zitierstils über alle Paper.



¹ <http://www.acm.org/publications/proceedings-template>

Ablauf des Forschungsseminars am IWM

▶ Review-Erstellung

- ▶ Reflektion der eigenen Arbeit
- ▶ Konstruktive Beurteilung fremder Arbeiten

▶ Review-Schwerpunkte

- ▶ Inhalt
 - ▶ Fachliche Richtigkeit
 - ▶ Analyse und Präzisierung der Aufgabenstellung
 - ▶ Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse
 - ▶ Schlüssigkeit, kritische Begutachtung und Aktualität
- ▶ Aufbau des Papers
 - ▶ Ausgewogene Gliederung
 - ▶ Systematik (roter Faden) erkennbar
- ▶ Form und Zitierweise
 - ▶ Vollständigkeit von Tabellen & Grafiken
 - ▶ Konsistenz in der Begriffsverwendung (inkl. der Begriffseinführung)
 - ▶ Wissenschaftliche Ausdrucksweise
 - ▶ Einheitliche Zitierweise und vollständiges Literaturverzeichnis
 - ▶ Übersichtlichkeit und Qualität von Diagrammen und Abbildungen
 - ▶ Orthographie, Grammatik und Interpunktion

Review

 **INSTITUT FÜR
FORSCHUNGSMETHODEN
UND FERTIGUNGSTECHNIK**
Review zum Forschungsarbeitenabgleich
Sommersemester 2017
Studiengang: Produktionstechnik
verantwortl. Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. Stefan Hienfeldt

Paper-Titel: _____
Autornamen: _____
Reviewer: _____

Reviewer Themenkenntnis: sehr gut
 gut
 befriedigend
 ausreichend
 mangelhaft
 ungenügend

Inhaltlicher Review
(fachliche Richtigkeit, Analyse und Präzisierung der Aufgabe,
kritische Begutachtung und Aktualität)

Aufbau des Papers
(ausgewogene Gliederung, Begriffe definiert/eingeführt, Systematik/roter Faden erkennbar)

Form und Zitierweise
(Vollständigkeit von Tabellen & Grafiken, wissenschaftliche Ausdrucksweise, Konsistenz in der Begriffsverwendung,
einheitliche Zitierweise, vollständiges Literaturverzeichnis, Übersichtlichkeit und Qualität von Diagrammen und
Abbildungen, Orthographie, Grammatik und Interpunktion)

Gesamtbewertung: sehr gut
 gut
 befriedigend
 ausreichend
 ungenügend

Ablauf des Forschungsseminars am IWM

▶ Paper-Überarbeitung

- ▶ Schriftlicher Review
- ▶ Kommentare vom Fachbetreuer
- ▶ Strikt vorgegebener Abgabetermin

- ▶ Studierende sehen die Probleme
- ▶ Studierende haben die Chance der Konsultation
- ▶ Studierende haben die Möglichkeit der Korrektur



Ablauf des Forschungsseminars am TUM

Werkzeugmaschinen nehmen in industriellen Produktionsstätten eine gewichtige Rolle ein [vgl. Bar+13, S. 58] und dabei unterliegen die Hersteller einem gewissen Druck, neue Fertigungssysteme zu entwickeln, um ihren Kunden optimierte und effiziente Maschinen (-systeme) anbieten zu können. Durch die in den letzten Jahrzehnten gestiegene Leistungsfähigkeit elektrischer Bauteile ergab sich in Industrie und Produktion auch ein erhöhter Grad der Automatisierung erreicht, welcher eine höhere Produktivität bei geringeren Kosten ermöglicht. Da die Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet einen Trend zu dezentralen Leistungssystemen mit miniaturisierten Rechnern erkennen lässt, bietet sich auch auf diesem Gebiet zunehmend die Verwendung von Einplatinencomputer an [vgl. WB06, S. 2 ff.].

Die von der Bundesregierung angestrebte Initiative der sogenannten Industrie 4.0 (siehe ?? „7?“) beschäftigt sich mit wachsender Automatisierung und Individualisierung der Produktion, die zum Ziel hat, „Bestandteile zukünftiger Produktionsstandort zu sichern“ [Bar+13, S. 54]. Mit der Industrie 4.0 geht das Condition-Monitoring einher, eine ständige Kontrolle der Maschinenzustände. Hierdurch soll eine hohe Sicherheit und Senkung der Betriebskosten gewährleistet werden [vgl. Krauß]. Bezüglich dieser genannten Datenfassungen der Produktionskette werden komplexe, hierarchische Sensor- und Rechnernetze benötigt, wobei die Drahtloskommunikation eine immer größere Rolle spielt [vgl. BST10, S. 147].

Die Initiation dieser Arbeit ist, zu untersuchen, ob mittels des Einsatzes von SBC platzsparende, kostengünstige und durch ihre weite Verbreitung leicht ersatzbare Regel- und Steuerungssysteme realisierbar sind. Im Zuge einer solchen Umsetzung würde auch die Attraktivität von Einplatinencomputer für professionelle Anwendungen gesteigert. Der Hauptbestandteil dieser Arbeit liegt in der tabellarischen Gegenüberstellung ausgewählter SBC zum Vergleich ihrer unterschiedlichen Spezifikationen.

In Abschnitt 2 „Stand der Technik“ dieses Papers werden deshalb zunächst die relevanten technischen Grundlagen erarbeitet. In Abschnitt 3 „Konzept und Vergleich“ erfolgt eine repräsentative Auswahl von Einplatinencomputern und eine Auswertung zum Einsatz von SBC im Produktionsumfeld. In Abschnitt 4 „Fazit“ erfolgt die Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse und in Abschnitt 5 schließlich die Diskussion ausgewählter Forschungsfragen dargestellt.

2. STAND DER TECHNIK

2.1 Eingebettete Systeme und Einplatinencomputer

Eingebettete Systeme, oder engl. embedded systems¹, existieren schon seit vielen Jahren und umgeben den Menschen in seinem Alltag, zum Teil ohne dass er dies bewusst wahrnimmt. Ihre Diversität ist groß und reicht von Hausautomation und Systemen im Automobilbau über Spielkonsolen bis hin zu den Steuerungssystemen von Werkzeugmaschinen [vgl. LB13, S. 2]. Lange und Bogdan [LB13, S. 1] definieren sie folgendermaßen: „Eingebettete Systeme sind datenverarbeitende Systeme, die in übergeordnete Systeme integriert sind. Sie führen spezielle Aufgaben und Funktionen im übergeordneten System aus und werden ausschließlich für diese Funktion entwickelt.“ Es handelt sich hierbei also um spezialisierte Gerätschaften, die explizit für einen bestimmten Zweck entwickelt werden und mitunter im hochpreisigen

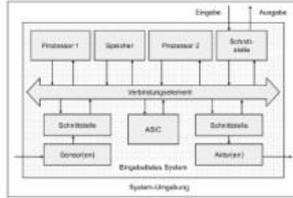


Abbildung 2: Typischer Aufbau eines Eingebetteten Systems, Darstellung aus [LB13, S. 4]

Segment zu finden sind.

In Abbildung 2 sind beispielhaft die Komponenten eines Eingebetteten Systems dargestellt. Dieses besteht zum Teil aus einem oder mehreren Prozessoren, dem Speicher, einer Schnittstelle, Aktoren und Sensoren, einem ASIC (application-specific integrated circuit) und einem Verbindungssystem (Bus), das die Kommunikation der einzelnen Komponenten untereinander sicherstellt. Der ASIC ist ein anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis, also eine für spezielle Anwendungen konzipierte Hardware zur Unterstützung des Hauptprozessors bei seiner Arbeit [vgl. LB13, S. 5].

Eingebettete Systeme werden oft zu komplexen und hierarchischen Strukturen verbunden. Dadurch werden Aufgabenbereiche an jeweils spezialisierte Eingebettete Systeme verteilt, um die Effizienz des Gesamtsystems zu erhöhen. Die Kommunikation zwischen den einzelnen Systemgliedern erfolgt mittels Feldbussystemen. Für fertigungs- und prozessspezifischen Anwendungen werden die Busse ASI (Aktor-Sensor-Interface), Interbus und Profibus (DP, FA, FMS) [vgl. BST10, S. 155] sowie für die Kommunikation zu Leit- und Zellenrechner Ethernet mit TCP/IP verwendet. Der Vorteil bei der Verwendung von Feldbussystemen liegt beispielsweise in der Reduzierung des Verkabelungsaufwands und bietet einfacheren Wartungs- und Planungsvorgänge [vgl. WB06, S. 137 f.].

Für die Entwicklung und den darauf folgenden Betrieb Eingebetteter Systeme definieren Lange und Bogdan die allgemeingültigen, nichtfunktionalen Anforderungen an ein Eingebettetes System als energieeffizient, effizient, physikalisch und elektrisch robust, sowie ausgestattet mit angemessener Größe und angemessenem Gewicht, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit [vgl. LB13, S. 118]. Um Letzteres sicherzustellen, werden sogenannte Watchdog verwendet. Diese laufen unabhängig von Restsystemen und überprüfen periodisch die Reaktion des Hauptchips auf ein bestimmtes Signal hin. So kann ein zuverlässiger Betrieb gewährleistet werden, da der Watchdog im Fehlerfall einen Neustart einleitet.

Einplatinencomputer verdienen ihren Namen der Tatsache, dass bei ihnen alle zum Betrieb erforderlichen Komponenten auf einer Platine untergebracht sind [vgl. Ma08]. Demnach stellen diese eine Art der Eingebetteten Systeme dar und können als solche verwendet werden.

Nach Auswertung der für Unterpunkt 3.2 gesammelten Daten ergibt sich, dass ein Einplatinencomputer für gewöhnlich aus einer zentralen Recheneinheit besteht, die zum Beispiel als SoC siehe Unterpunkt 2.2 „Architektur“ oder ähnlichen Implementierungsarten ausgeführt sein kann. Diese Recheneinheit ist umgeben von I/O-Schnittstellen, Arbeitsspeicher und je nach Typ des Einplatinencomputers Systemperipherie, Mikrocontroller, und andere ergänzender Peripherie. Die gängigsten I/O-Schnittstellen an den untersuchten Einplatinencomputern sind Wireless-Lan, Bluetooth, Ethernet, USB und GPIO, wobei deren Größe von 13,5cm² bis 148,7cm² reicht. Die Stromversorgung erfolgt normalerweise über ein externes Netzteil.

Die Leistungsfähigkeit der erhältlichen SBC ist zwar beachtlich, jedoch kaum mit der eines modernen PCs vergleichbar. Die Gründe hierfür liegen in Art und Anzahl der Komponenten, aus denen die Computer zusammengesetzt sind.

Ein Teil der SBC-Hersteller, wie zum Beispiel die Beagleberry Pi Foundation oder der Beagle Board Foundation, setzt vor allem im Softwarebereich auf den Open-Source-Gedanken. Aber auch im Hardwarebereich bleiben dem Kunden viele Möglichkeiten offen, im Rahmen der zahlreichen Online-Communities, für das entsprechende Produkt ihrer Wahl verschiedene Erweiterungsplatinen zu entwerfen. Dies hat zur Folge, dass die Vielfalt der möglichen Projekte mit Einplatinencomputern extrem groß ist und täglich wächst. Weiterhin werden einige SBC von non-profit-Organisationen, beispielsweise die oben erwähnten Foundation, entwickelt, was zu moderaten Anschaffungskosten führt die weit unterhalb der Kosten eines PC liegen, siehe hierzu Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3. Die bisherigen Anwendungsgebiete von SBC im privaten Bereich umfassen beispielsweise Medizintechnik, Heimserver und Hausautomation [vgl. Dem15, S. 9 - 15].

2.2 Architektur

Die Rechnerarchitektur spaltet sich in die drei Teilgebiete Organisation, Befehlsatz und Implementierung auf [vgl. Kol17]. „Die Menge der Maschinenbefehle eines Rechnersystems wird als Befehlsatz bezeichnet. Jeder Befehl ist durch ein Mikroprogramm realisiert.“ [Ma14, S. 2] In der Mehrzahl der Einplatinencomputern ist ein System-on-a-Chip (im Weiteren auch als SoC abgekürzt) mit ARM-Befehlsatz verbaut [vgl. Do14, S. 1], doch es gibt auch SBC mit x86- und AVR-Befehlsätzen. Der Grund für die Dominanz der ARM-Chips liegt darin begründet, dass diese im Vergleich zu den x86-Chips als effizienter gelten. Jedoch hat inzwischen Intel mit der neuen Atom Serie sparsame und doch rechenstarke Prozessoren, beispielsweise in der Form des Intel Atom x5-8550, auf den Markt gebracht [vgl. Cor16, S. 19-23].

Die grundlegende Struktur von x86- und ARM-Prozessoren ist relativ ähnlich, jedoch sind letztere einfacher aufgebaut. Beide verwenden eine hierarchisch gegliederte Cache-Struktur. Hauptsächlich unterscheiden sie sich jedoch bezüglich ihres Designs. Die x86-Prozessoren besitzen aus historischen Gründen RISC-Befehlsatzarchitektur, während die ARM-Prozessoren RISC-Befehlsatzarchitektur besitzen. RISC-Befehle haben gegenüber CISC-Befehlen den Vorteil, dass sie einfacher und kürzer sind. Obgleich ein Prozessor somit mehr RISC-Befehle hintereinander ausführen muss, sind diese auf einfacher Hardware mit niedriger Taktfrequenz effizienter, da die komplexeren CISC-Befehle einem einfachen Prozessor für mehrere Taktzyklen blockieren wür-



Abbildung 3: Das Nethat auf einem Raspberry Pi 3, Darstellung aus [Amal17]

den. Weiterhin kann mit kürzeren Befehlen schneller auf Änderungen im Ablauf reagiert werden [vgl. TA14, S. 342-355].

Der Cache stellt für die CPU nach dem Register die nächste Anlaufstelle in der Speicherhierarchie dar. Er hält die am häufigsten gebrauchten Speicherwert bereit, sodass ein schneller Zugriff von CPU auf dies möglich ist. Grundsätzlich ist ein großer Speicher erstrebenswerter als ein kleiner, jedoch ist er auch langsamer. Hierbei ist es Aufgabe der Ingenieure, eine geeignete Balance zwischen Schnelligkeit und Größe bei der Auslegung des Cache zu finden [vgl. TA14, S. 100 ff.].

AVR-Prozessoren sind Mikroprozessoren, die noch wesentlich einfacher als ARM-Prozessoren aufgebaut sind. Ihr Anwendungsbereich liegt in kleinen Eingebetteten Systemen, wie beispielsweise Steuergeräten und erfüllt daher nur einfache Aufgaben. Sie besitzen keinen Cache und arbeiten nach dem Schema In-Order-Ausgabe, In-Order-Ausführung und In-Order-Abschluss [vgl. TA14, S. 355].

2.3 I/O Schnittstellen

Die Schnittstellen der Ein- und Ausgabe sind essentiell für eine erfolgreiche Einbindung von Einplatinencomputern in Systemen. Sie ermöglichen die Aufnahme von Informationen (Eingabe) an der und die Abgabe einer Reaktion (Ausgabe) in die Umwelt. Dies erfolgt entweder direkt oder indirekt, zum Beispiel mittels Sensoren oder Aktoren.

Für diese Betrachtung relevant sind I/O-Schnittstellen wie Video, Audio und PS (Inter-IC Sound), Ethernet und Wireless Lan, Bluetooth, IIR (Infrarot), CSI (camera serial interface), GPIO (General-Purpose Input/Output), PWM (Pulsweitenmodulation) und PPM (Pulsphasenmodulation), UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter), I2C (Inter-Integrated Circuit), SPI (Serial Peripheral Interface) und PCI (Peripheral Component Interconnect), sowie die dafür notwendigen Controller. Desweiteren werden einige Arten von Prozessoren, wie DSP (Digitaler Signalprozessor), MCU (Microcontroller Unit) oder PRU (programmable real-time unit) eingesetzt, die den Hauptprozessor entlasten und gezielt für bestimmte Aufgaben genutzt werden können.

Nicht alle dieser Schnittstellen sind in der Peripherie der Einplatinencomputer direkt vorhanden. Besondere Bedeutung kommt aufgrund dessen der GPIO-Schnittstelle zu, da

Ablauf des Forschungsseminars am IWM

▶ **Paper-Verteidigung - Konferenz**

- ▶ Erläuterung der Frage- bzw. Aufgabenstellung
- ▶ Grundlagen
- ▶ Präsentation der eigenen Lösung, erzielten Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung, weiterer Forschungsbedarf, Ausblick
- ▶ Diskussion - Fragen

▶ **Rahmenbedingungen**

- ▶ Abschlusstermin
- ▶ Studierende: 21
- ▶ Betreuende: 18
- ▶ 15 Minuten Vortrag & 5 Minuten Diskussion
- ▶ Professor und Oberingenieur
- ▶ Dauer: 1 Tag
- ▶ 2 Sessions

Ablauf des Forschungsseminars am IWM

Ausblick für die Weiterentwicklung

- ▶ Zeitmanagement für Paper
- ▶ Umgang mit Citavi, Mendely, Jabref & co
- ▶ Recherche in wissenschaftl. Datenbanken
- ▶ Präsentieren in deutsch (für nicht-Muttersprachler)
- ▶ Gemeinschaftsvorhaben mit der HTW Dresden



Hand - Feedback

„Das hat mir gefallen“

- ▶ Sehr gute Betreuung (6)
- ▶ Die Fragestellung/Themenvielfalt (3)
- ▶ Konzept / Organisation (3)
- ▶ Die Chance zum Präsentieren (2)
- ▶ Review-Prozess (2)
- ▶ Übung für spätere Arbeiten (2)
- ▶ Konsultationen 1 & 2
- ▶ Angebot zum Präsentieren für ausländische Studierende
- ▶ Lockerer Umgang
- ▶ Selbstständiges Arbeiten
- ▶ Hohe Effizienz



Hand - Feedback

„Das ist mir aufgefallen“

- ▶ Man benötigt immer mehr Zeit als geplant (3)
- ▶ Gruppeneinteilung zur Präsentation ist OK (3)
- ▶ Kein Kaffee für Studierende zur Präsentation
- ▶ Wissenschaftl. Schreiben und Ausdrucksweise
- ▶ Literaturrecherche mittels Datenbanken
- ▶ Der Verlauf von Forschung
- ▶ Erhöhter Zeitaufwand verglichen mit anderen Instituten



Hand - Feedback

„Das hat mir nicht gefallen“

- ▶ Termin für Vortrag könnte früher sein (4)
- ▶ Betreuer sind z. T. in Pausen gegangen (2)
- ▶ Die Zeit ist zu kurz
- ▶ Vorbereitung auf die Präsentation
- ▶ Der Aufwand ist größer als bei anderen Instituten
- ▶ Schwacher Projektor, kleiner Raum zur Präsentation



Hand - Feedback

„Das nehme ich mit“

- ▶ Zeiteinteilung (2)
- ▶ Herangehensweise bei der Ausarbeitung von Belegarbeiten (2)
- ▶ Freien Vortrag üben
- ▶ Wissenschaftl. Arbeiten
- ▶ Datenbank zur Literaturrecherche anlegen
- ▶ Layoutgestaltung
- ▶ Umsetzung vieler Ideen prägnanter
- ▶ Die Konsultation 1 & 2
- ▶ Zitieren gelernt
- ▶ Formale Dinge, die zu beachten sind



Hand - Feedback

„Das ist zu kurz gekommen“

- ▶ Die Zeit ist zu kurz
- ▶ Mehr Zeit für Diskussion bei der Präsentation
- ▶ Kommentare im Reviewprozess
- ▶ Gemeinsame Auswertung
- ▶ Keine weitere gemeinsame Konsultation, um den Stand aller zu überprüfen
- ▶ Bedenken, dass einige Studierenden im September bereits das Fachsemester beginnen
- ▶ Themenauswahl sehr theoretisch
=> mehr Experimente, praktische Themen



**Machen ist wie wollen,
nur viel krasser und
irgendwie cooler!**

Gordon Lemme

Institut für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik

Gordon.Lemme@tu-dresden.de

+49 (0)351 463-34338