



UNIVERSITÄT
KOBLENZ · LANDAU



ECHTZEITSYSTEME IM INFORMATIKUNTERRICHT UND DER AUSBILDUNG

GI-Tagung Echtzeitsysteme

Boppard

03.11.2011



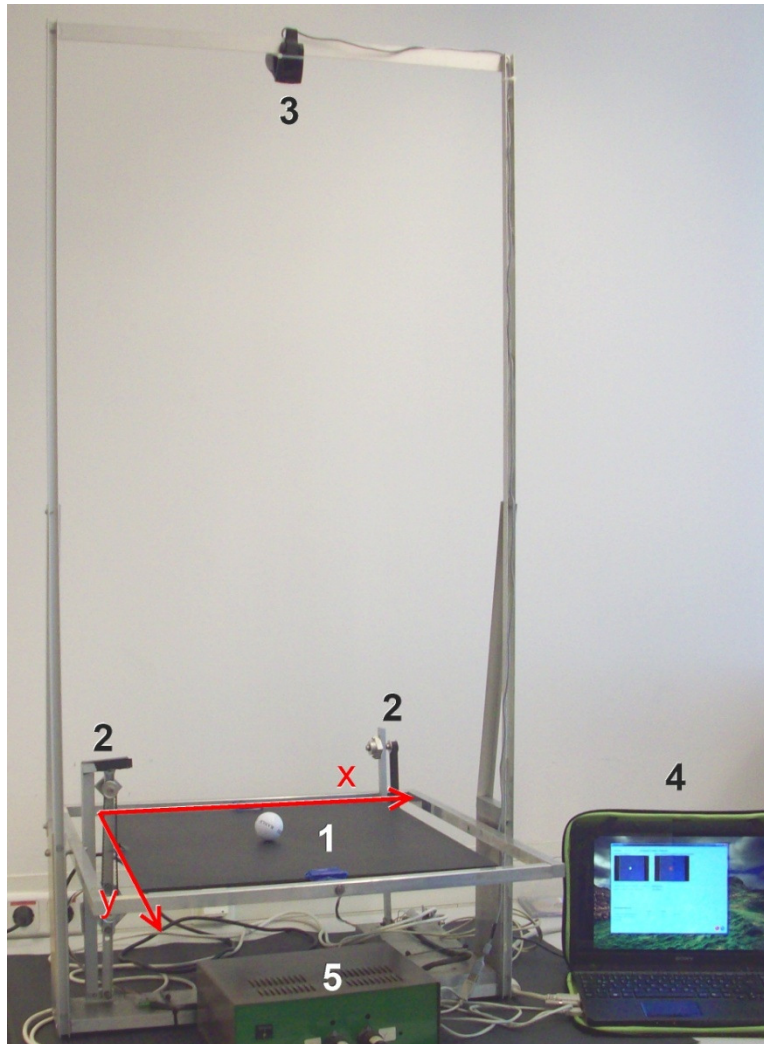
AGENDA

- Echtzeitsysteme im Schulunterricht
- Das Modellexperiment „Wippe“
 - Der Versuchsaufbau
 - Die Aufgabenstellung
 - Die „Wippe“ als Vertreter eines Echtzeitsystems
- Die „Wippe“ im Schulunterricht und in der Ausbildung



Didaktische Überlegungen

- Legitimation durch die Bildungsstandards
- Orientierung des Unterrichtsstoffs an den Alltag der Schülerinnen und Schüler
- Informatik im Kontext
- Automotive Systeme
- Entwicklung Unterrichtskonzept mit Integration des Wippe-Experiments



Versuchsaufbau:

1. 50cm x 50cm Platte
2. Schrittmotoren
3. Webcam
4. Notebook
5. Treibermodul



Aufgabenstellung

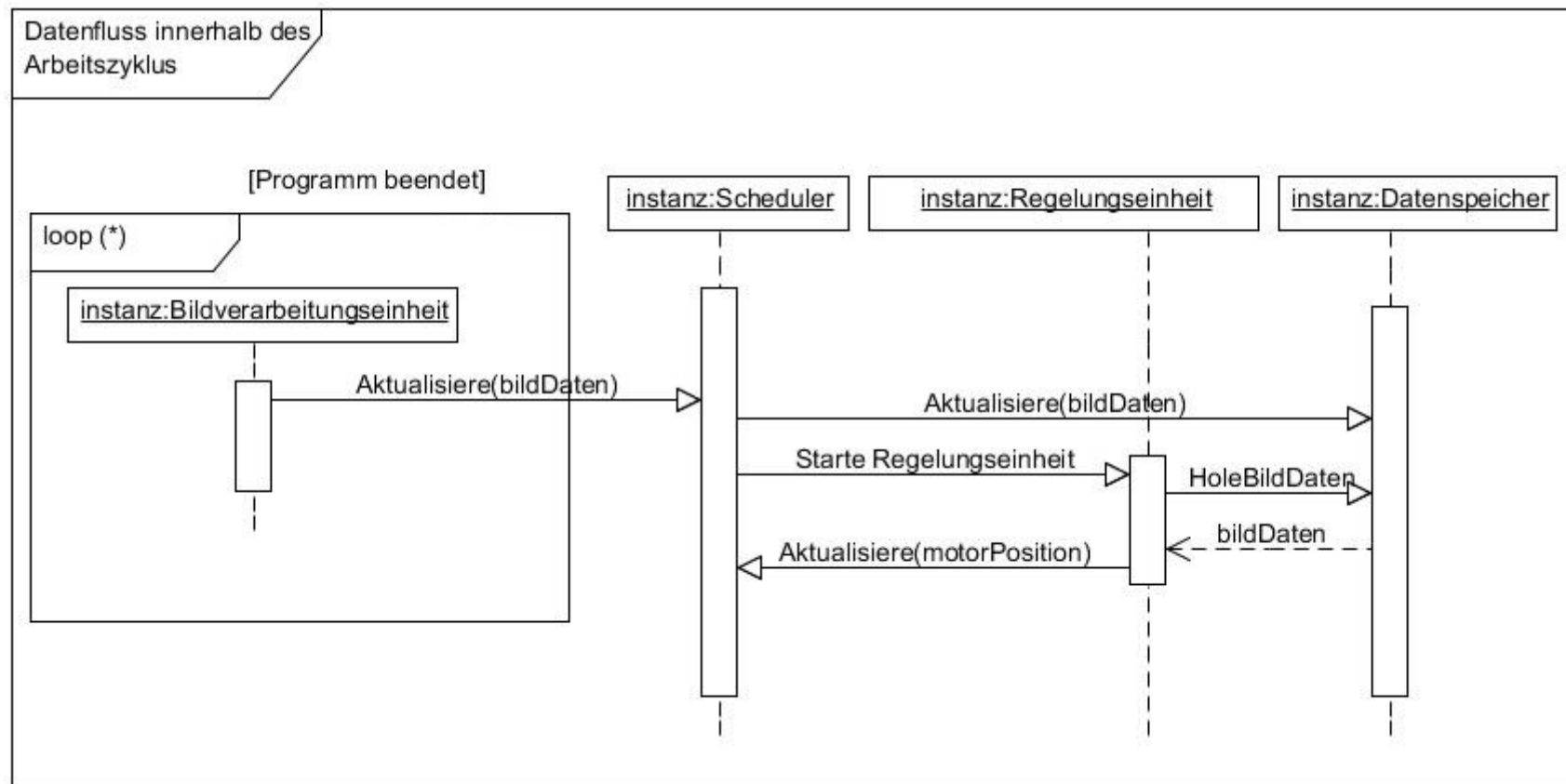
- Ziel: Kugel im Zentrum der Platte balancieren
 - Manuell mit Hilfe der Wii-Remote von Nintendo
 - Automatisch mittels eines Regelalgorithmus
- Verdeutlichung der Eigenschaften eines Echtzeitsystems
 - Rechtzeitigkeit
 - Vorhersagbarkeit
 - Determiniertheit



Aufgaben innerhalb eines Arbeitszyklus

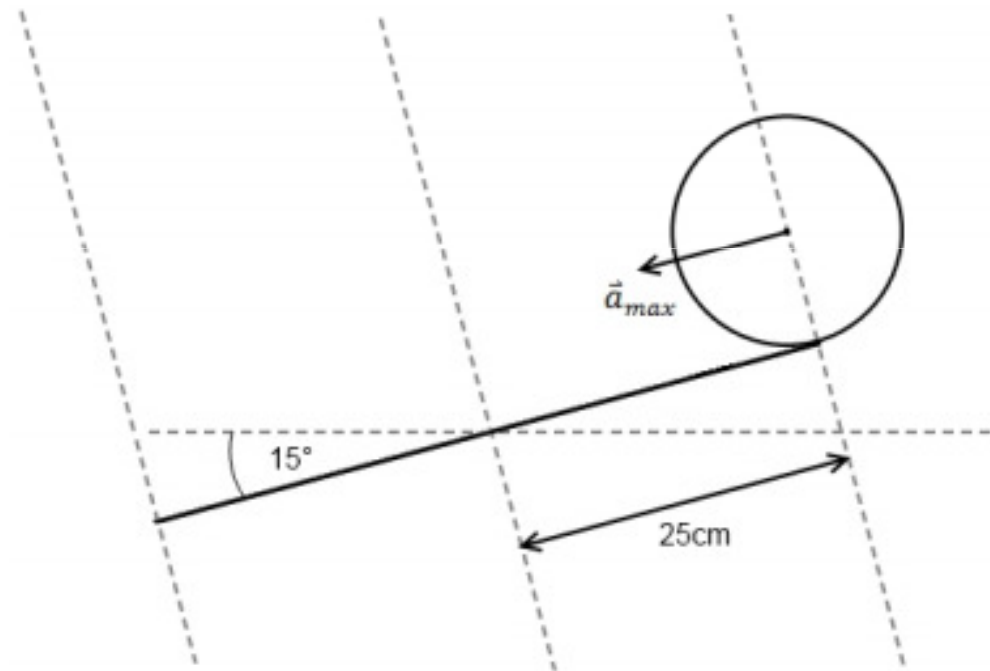
1. Aufnahme des Kamerabildes durch Webcam
2. Lesen des Kamerabildes & Berechnung der Kugelposition
3. Berechnung der Auslenkung der Platte zum Balancieren der Kugel im Zentrum
4. Senden des Befehls an das Treibermodul zum Steuern der Schrittmotoren
5. Auslenkung der Motoren

Datenfluss innerhalb des Softwaresystems





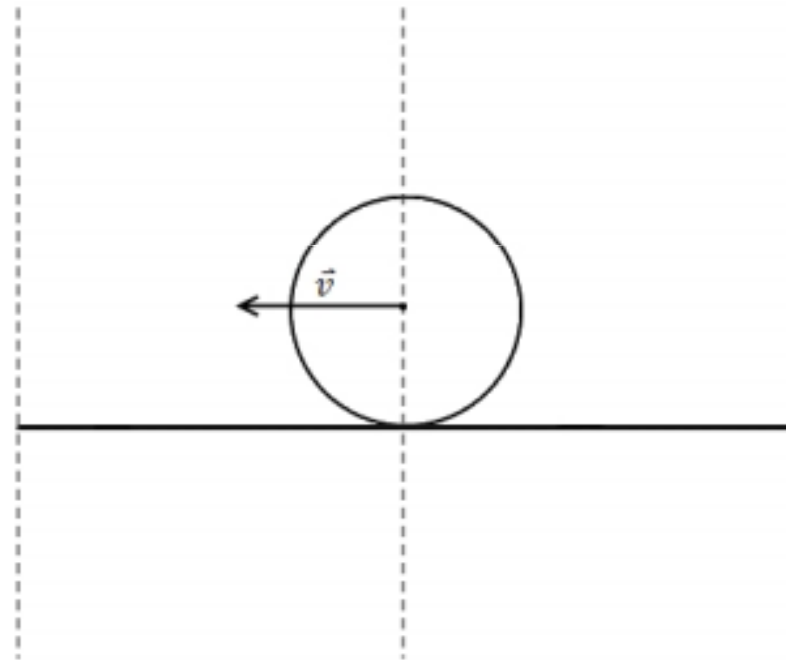
Verifizierung - Gedankenexperiment



(1) Initialer Zustand



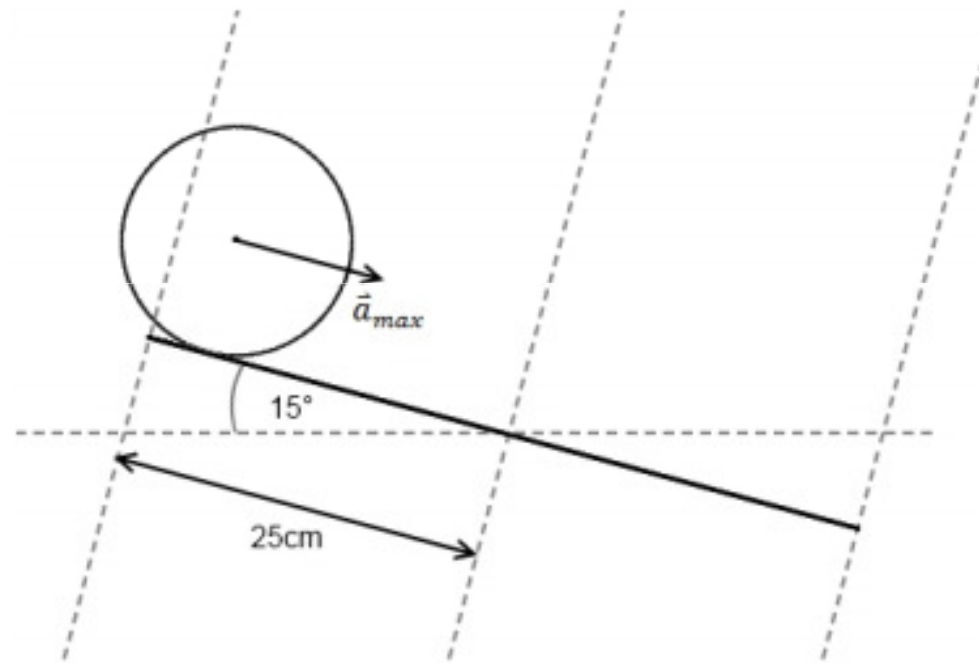
Verifizierung - Gedankenexperiment



(2) Nullstellung



Verifizierung - Gedankenexperiment



(3) Ruheposition nach Passieren des Zentrums



Verifizierung - Zeitbedingung

Zeit bis Zentrum: $s = \frac{1}{2} a_{max} t^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a_{max}}} = 526ms$

Zeit eines Arbeitszyklus $\leq 526ms$



Verifizierung - Zeitbedingung

1. Aufnahme des Kamerabildes durch Webcam ≈ 30 ms
2. Lesen des Kamerabildes & Berechnung der Kugelposition ≈ 31 ms
3. Berechnung der Auslenkung der Platte zum Balancieren der Kugel im Zentrum < 1 ms
4. Senden des Befehls an das Treibermodul zum Steuern der Schrittmotoren ≈ 5 ms
5. Auslenkung der Motoren um 15° (worst case) ≈ 123 ms

$$\Rightarrow 2 * (30 \text{ ms} + 31 \text{ ms}) + 5 \text{ ms} + 123 \text{ ms} = 250 \text{ ms} \leq 526 \text{ ms} \quad \text{😊}$$



**Was kann ich von dem Vorhergehenden
nun für den Unterricht in der Schule
übernehmen?**



Wippe-Experiment im Unterricht

- Vorteile:
 - Offenheit des gesamten Systems
 - Einfache Aufgabenstellung
 - „Wettkampf“ zwischen Mensch und Maschine
- Viele Fragestellungen:
 - Welche Garantie, dass Ball auf der Platte bleiben wird?
 - Kann der Ball von jedem Punkt der Platte aus in der Mitte zum Halten gebracht werden?
 - Wo sind die Grenzen des Systems?
 - ...



Wippe-Experiment im Unterricht

- Grundmodell von Echtzeitsystemen aufzeigen
- Rechtzeitigkeit, Vorhersagbarkeit, Gleichzeitigkeit, Verlässlichkeit veranschaulichen
- Einfache Berechnungen der einzelnen Schritte durchführen
- Regelalgorithmus analysieren
- Softwarestruktur analysieren
- Ggf. Mensch-Maschine-Schnittstelle thematisieren



Zusammenfassung

- Wippe-Experiment ist ein Musterbeispiel für ein Echtzeitsystem
- Wippe-Experiment ist ein anschauliches Echtzeitsystem
- Echtzeitsysteme sind ein Thema für den Informatikunterricht, welches sich in das Projekt *Informatik im Kontext* integrieren lässt



Quellen

- Stahlhofen, Andreas: Programmierung und Implementierung des Regelalgorithmus und Überarbeitung der Mensch-Maschine-Schnittstelle für das Wippe-Experiment. Diplomarbeit Universität Koblenz-Landau, FB Informatik, 2011
- Zöbel, Dieter: A Versitale Real-Time Experiment: Balancing a Ball on a Flat Board. In: Zalewski, Janusz (Ed.): Third IEEE Real-Time Systems Education Workshop (RTEW 98). Poznan, Poland, November 1998, S. 98 – 105
- Bildungsstandards für das Fach Informatik, <http://www.informatikstandards.de> (Stand: 18.10.2011)
- Homepage des Projekts „Informatik im Kontext“, <http://informatik-im-kontext.de> (Stand: 18.10.2011)