

Effiziente Ankopplung eines zeitgesteuerten Feldbusses an ein Echtzeitbetriebssystem

Björn Pietsch
Institut für Regelungstechnik – Universität Hannover

Amos Albert
Robert Bosch GmbH

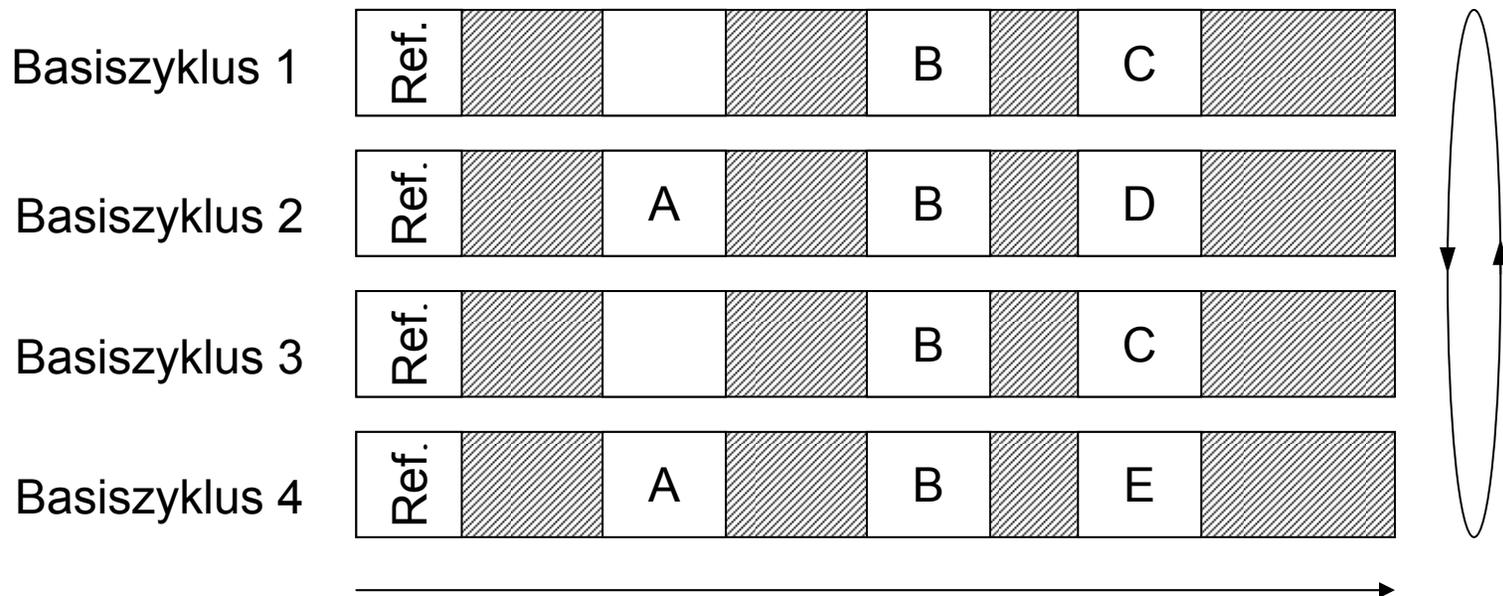
Gliederung

- Zeitgesteuerte Bussysteme
- Bisherige Lösungen zur Ankopplung
- Effiziente Ankopplung: TMI-Scheduler
- Ergebnisse

Zeitgesteuerte Bussysteme

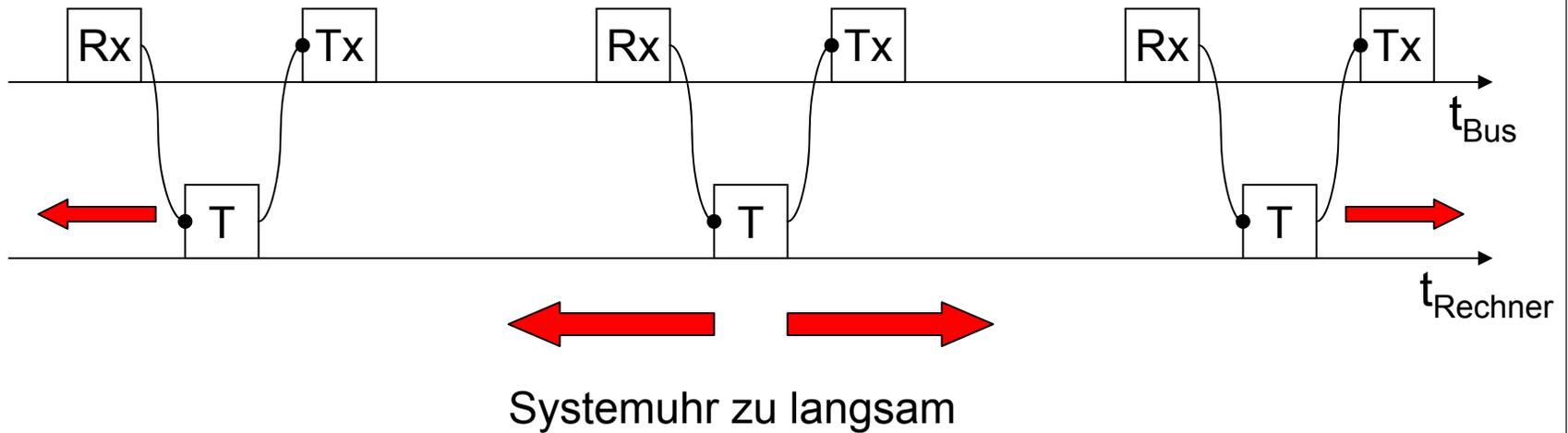
- Übertragungszeiten statisch festgelegt
- für sicherheitskritische Systeme geeignet
- strenge Einhaltung der Zeitanforderungen notwendig, sonst Datenverlust

TTCAN-Kommunikationsmatrix



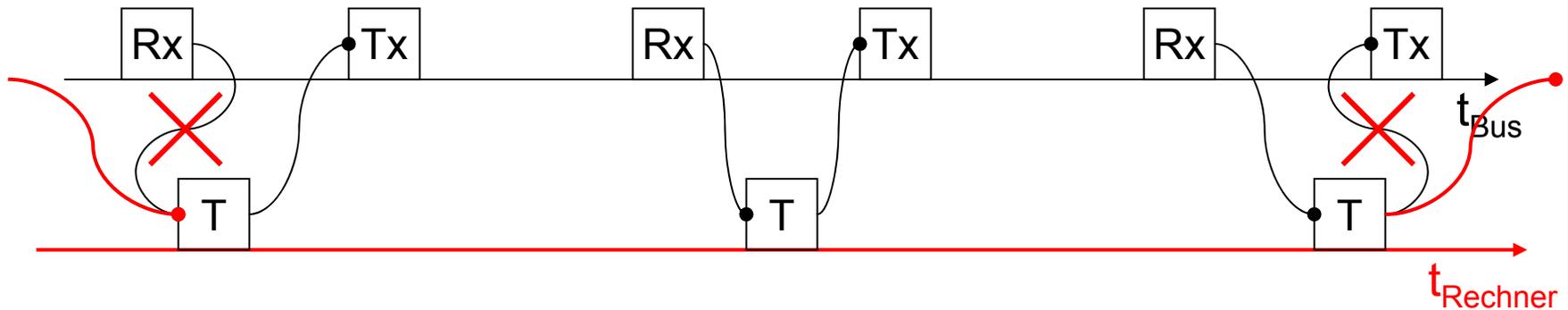
Zeitgesteuerte Taskaktivierung

- Taskaktivierung durch Systemuhr
- ohne Synchronisation stark variierende Totzeiten



Zeitgesteuerte Taskaktivierung

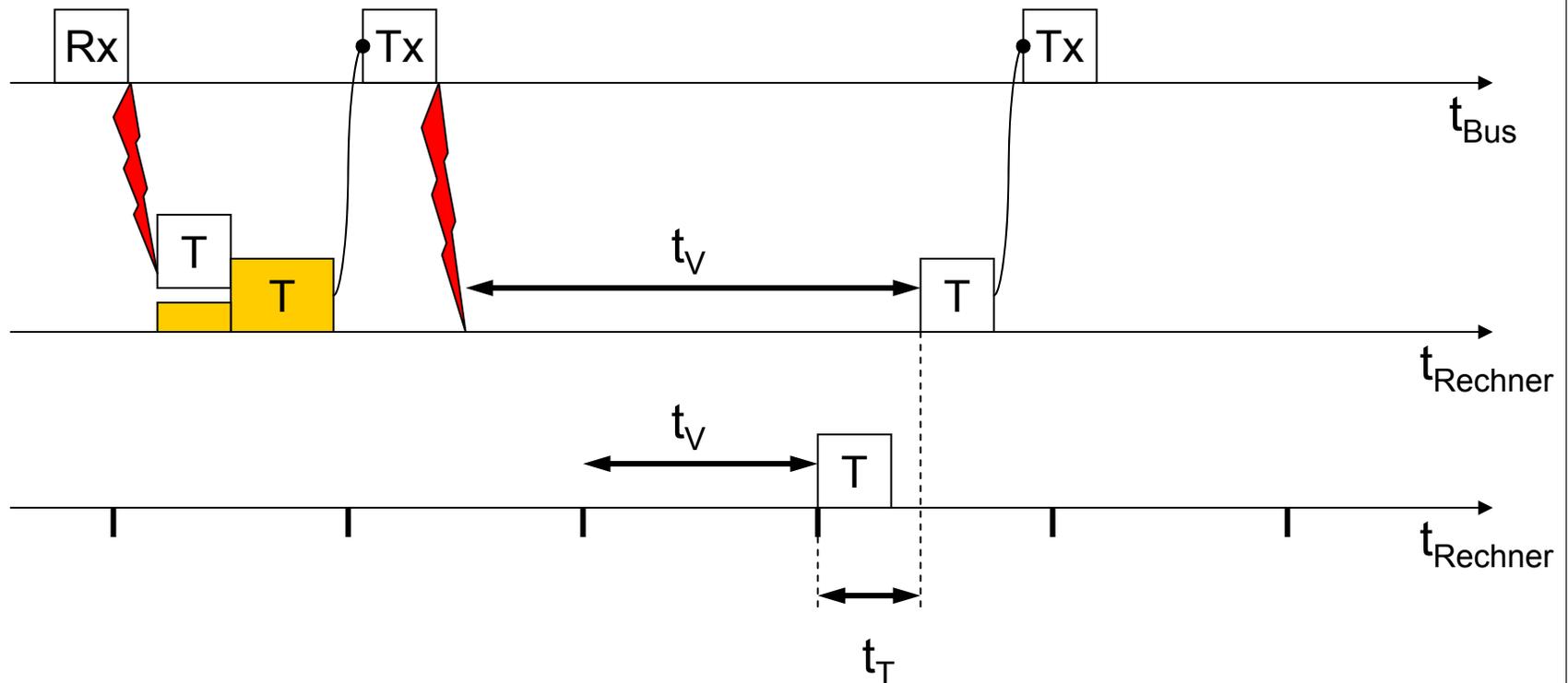
- Taskaktivierung durch Systemuhr
- ohne Synchronisation stark variierende Totzeiten



- Datenverlust durch Drifteffekt
- sprunghafte Änderung der Totzeit um eine Abtastzeit

Ereignisgesteuerte Taskaktivierung

- Taskaktivierung durch Botschaftsinterrupts
- wenn erforderlich, Verzögerung durch Systemuhr

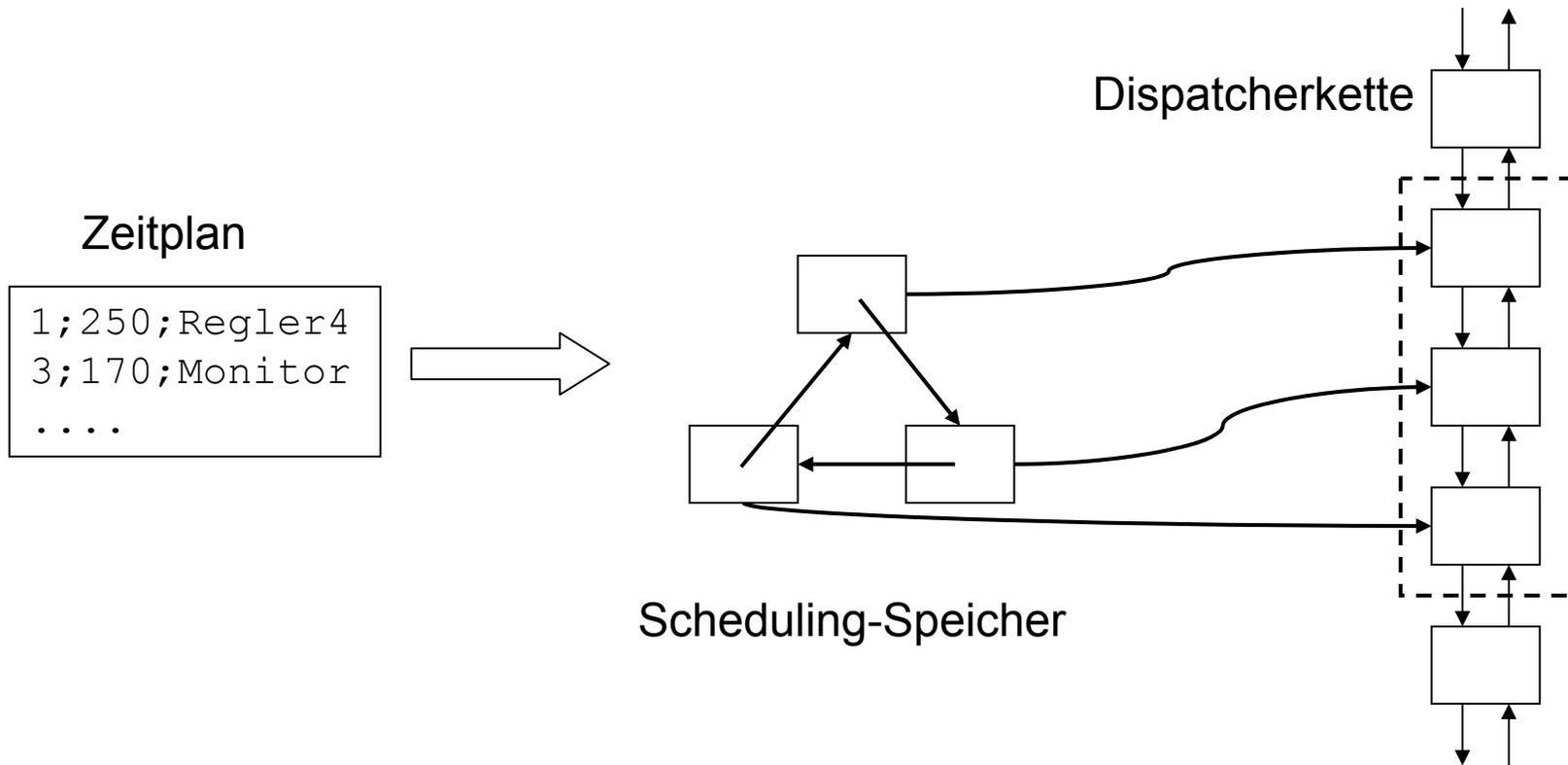


Der TMI-Scheduler

- in bisherigen Verfahren deutliches Verbesserungspotential
- Systemuhr sollte nicht beteiligt sein
- Wunsch: Interrupts genau zu wählbaren Zeiten, synchron mit dem Bus

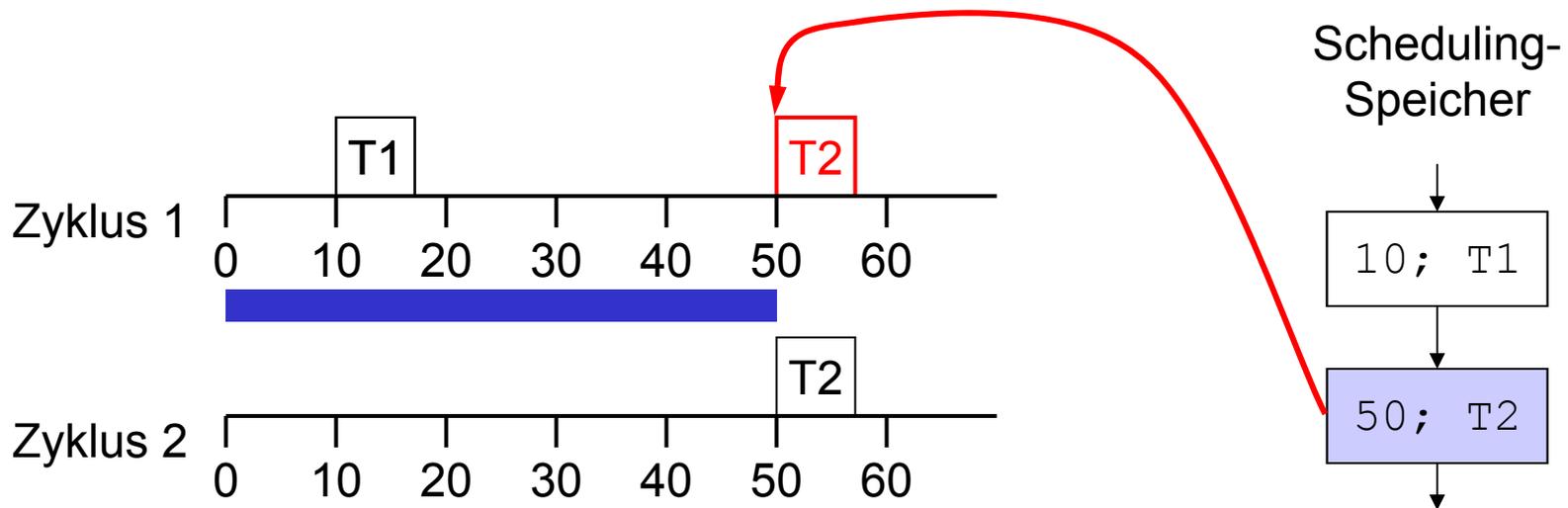
- Buscontroller bieten programmierbare Interruptquelle
- bei TTCAN als TMI bezeichnet, daher TMI-Scheduler
- einfacher Interruptprozeß aktiviert aktuelle Task und setzt TMI auf nächsten Zeitpunkt

TMI-Scheduler: Initialisierung



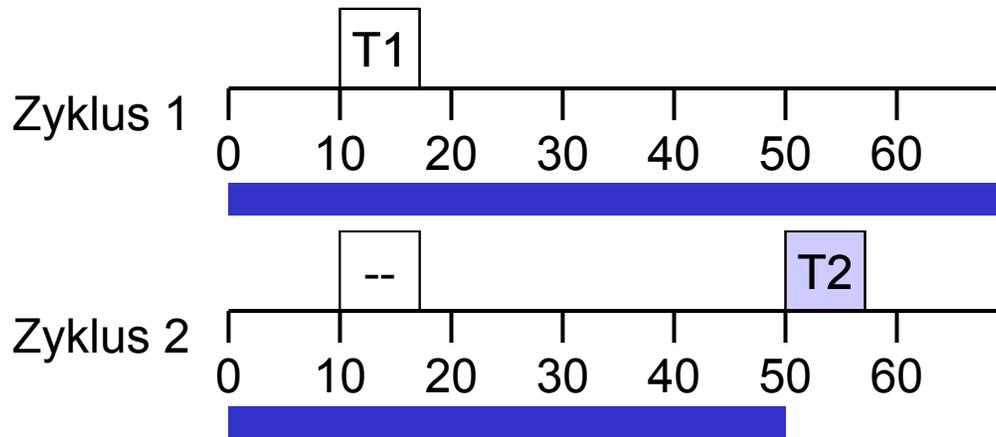
TMI-Scheduler: Scheduling-Speicher

- Zykluszeit nur innerhalb eines Basiszyklus eindeutig
- Schwierigkeiten, wenn Aktivierungen weit auseinanderliegen

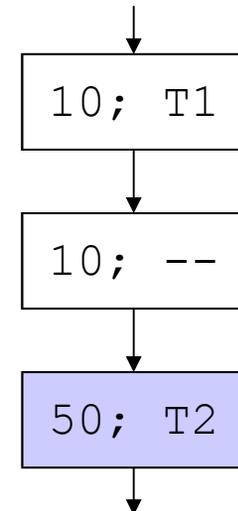


TMI-Scheduler: Scheduling-Speicher

- Zykluszeit nur innerhalb eines Basiszyklus eindeutig
- Schwierigkeiten, wenn Aktivierungen weit auseinanderliegen

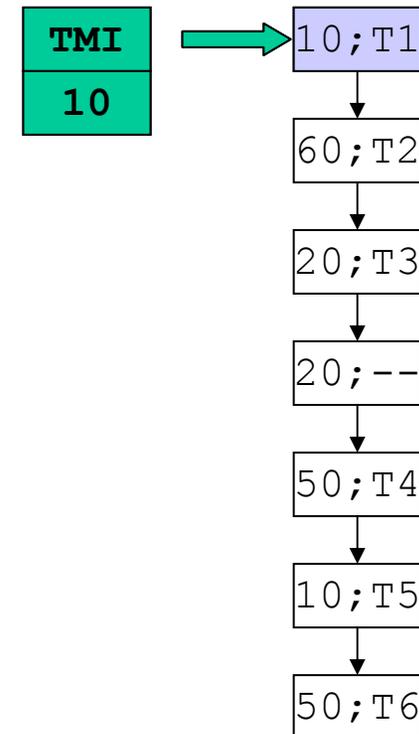
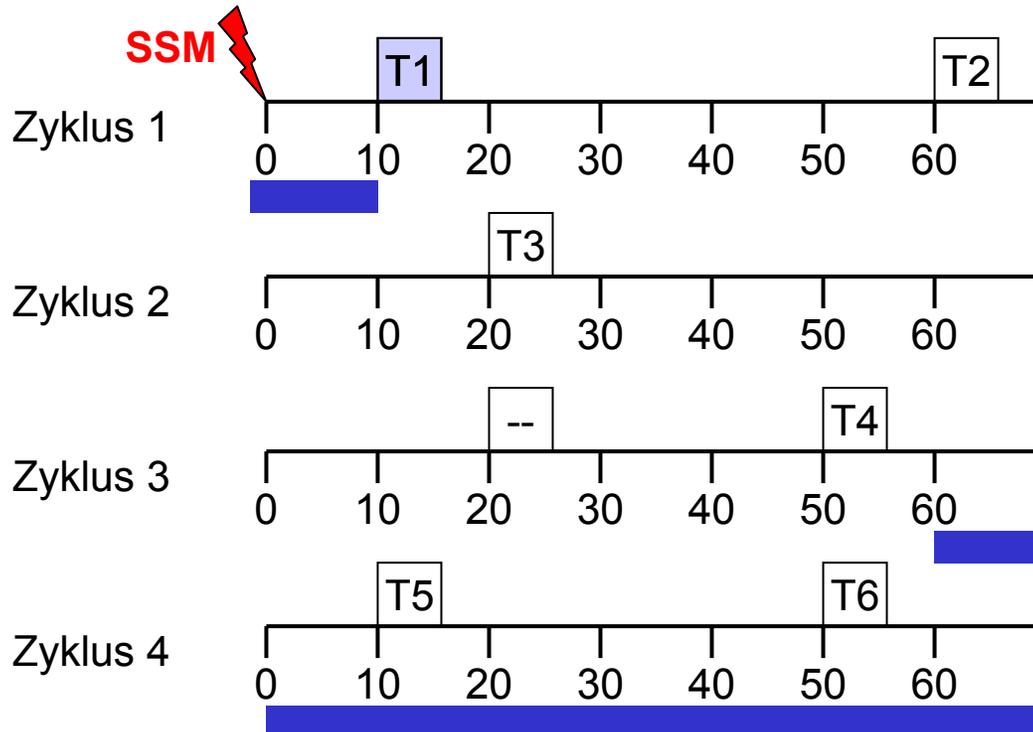


Scheduling-Speicher



TMI-Scheduler: Synchronisation

- Scheduling-Kette beim Start ohne Bezug zur Busmatrix
- Störungen können Verschiebungen auslösen
- Synchronisation in beiden Fällen erforderlich

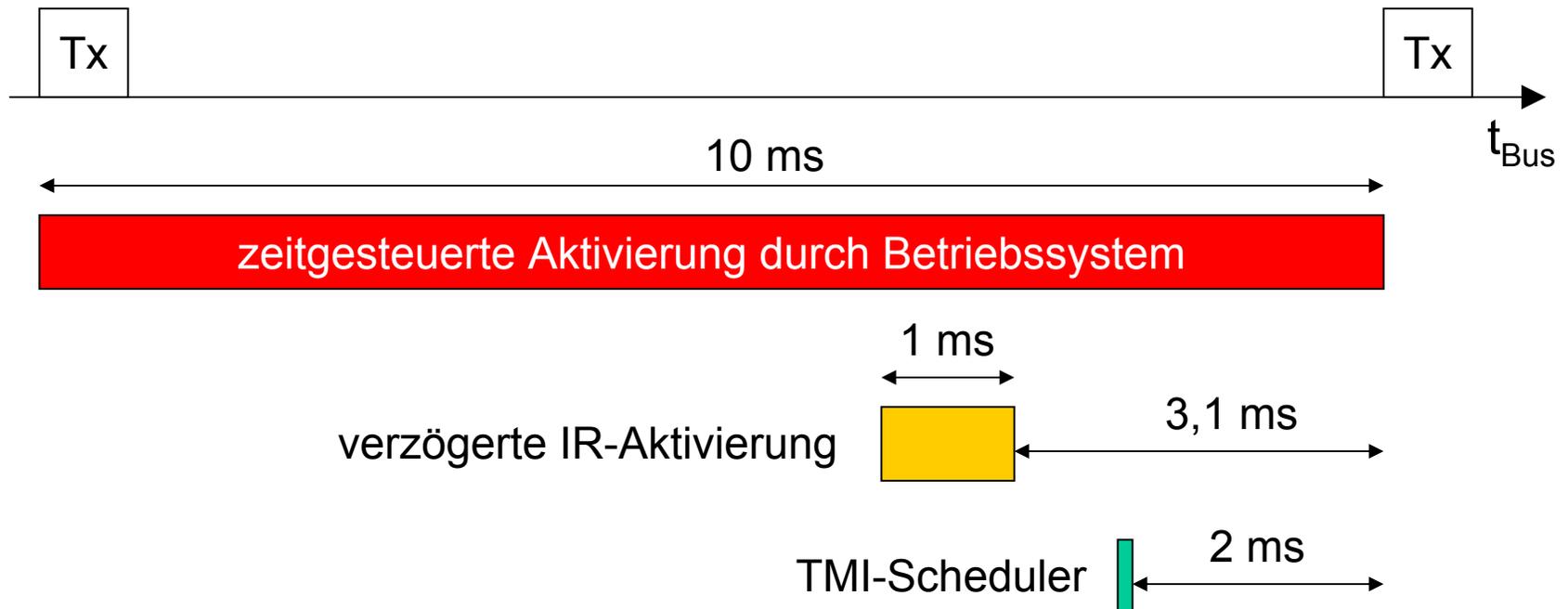


Ergebnisse: Effizienz des Verfahrens

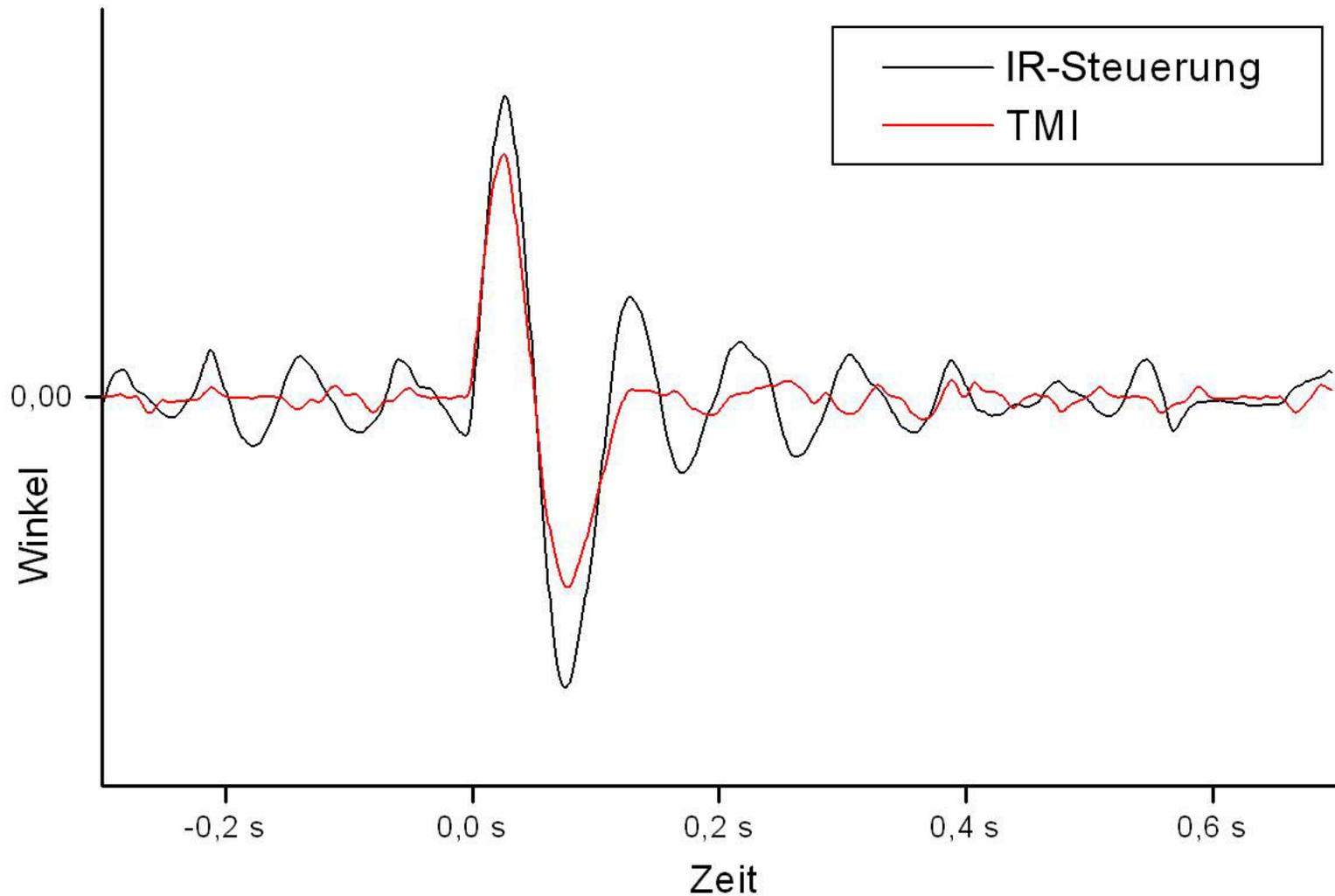
- Umsetzung unter RTOS-UH auf RISC-Controller MPC555 mit 40 MHz
- CPU-Last durch 2000 Aktivierungen/s: 2,3 %
- Aktivierungszeit einer Task 33 μ s
- geringfügige Verkürzung der Aktivierungszeit gegenüber systemeigenen Verfahren
- Jitter der Aktivierungszeit $< 2 \mu$ s
- Zeiten vernachlässigbar für realistische Abtastraten

Ergebnisse: Auswirkungen auf Regelkreise

- Verteilte Regelung inverser Pendel, Abtastzyklus 10 ms
- TMI-Scheduler im Sensor zur Auslösung der Abtastung



Ergebnisse: Auswirkungen auf Regelkreise



Zusammenfassung

- zeitgesteuerte Bussysteme erlangen zunehmend Bedeutung
- herkömmliche Ankopplungsverfahren ineffizient oder aufwendig
- TMI-Scheduler als einfache Erweiterung bestehender Systeme
- sehr effiziente Ankopplung, geringe CPU-Last durch den Scheduler
- Totzeit um 30 % reduziert, Jitter praktisch eliminiert
- deutliche Verbesserung der Regelgüte in verteilten Regelkreisen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Effiziente Ankopplung eines zeitgesteuerten Feldbusses an ein Echtzeitbetriebssystem

Björn Pietsch
Institut für Regelungstechnik – Universität Hannover

Amos Albert
Robert Bosch GmbH