

DHBW

Duale Hochschule
Baden-Württemberg

Anforderungen an Laborbericht

Projekt: Spindel mit Linearführung

Version 0.1

Autor des Dokuments	Thorsten Kimmel	Erstellt am	23.08.2026
Dateiname	Laborbericht.doc		
Seitenanzahl	10	© 2026 Thorsten Kimmel *DHBW-Stuttgart*	**Vertraulich!**

Historie der Dokumentversionen

Version	Datum	Autor	Änderungsgrund / Bemerkungen
0.1	23.08.2026	Thorsten Kimmel	Ersterstellung

Inhaltsverzeichnis

Historie der Dokumentversionen 2
Inhaltsverzeichnis 3
1 Zweck und allgemeine Anforderungen 4
2 Verbindliche Anforderungen 4
3 Beschreibung der Software-Architektur 4
4 Beschreibung der Stepper-Controller-Implementierung 5
5 UML-Diagramme 5
6 Messungen am SPI-Bus und L6474-Protokoll 6
7 Messungen der H-Brücken-PWM 6
8 Messungen der Stepper-Signale DIR und PULSE 7
9 Vergleich von Soll- und Messergebnissen 7
10 Struktur und Darstellung von Messreihen 8
11 Ergebnisbewertung 8
12 Empfohlene Gliederung 9
13 Mindestanforderungen – Checkliste 10
14 Allgemeine Erwartung an die Qualität 10

1 Zweck und allgemeine Anforderungen

Der Laborbericht dokumentiert die Durchführung, technische Umsetzung, Messungen und Ergebnisse der Laboreinheit. Er soll nachvollziehbar darstellen, wie die Aufgabenstellung bearbeitet wurde, welche Software- und Systemarchitektur gewählt wurde und wie die Funktion des implementierten Stepper-Controllers messtechnisch verifiziert wurde.

Der Bericht muss eigenständig verständlich sein und die wesentlichen technischen Entscheidungen, Messergebnisse und Erkenntnisse nachvollziehbar dokumentieren.

2 Verbindliche Anforderungen

- Der Laborbericht umfasst mindestens 12 Seiten Fließtext und Abbildungen. Ein Deckblatt und das Literaturverzeichnis werden nicht auf den Mindestumfang angerechnet.
- Füllt eine Abbildung mehr als 1/3 oder ist eine Seite mit mehr als ½ Seite mit Abbildungen belegt, müssen diese in den Anhang oder eine Layoutanpassung zur Entzerrung umgesetzt werden.
- Der Bericht ist technisch und strukturiert zu verfassen.
- Alle wesentlichen Messergebnisse sind mit geeigneten Abbildungen, Messwerten und einer kurzen technischen Interpretation zu dokumentieren.
- Abbildungen und Messungen müssen mit einer eindeutigen Beschriftung versehen sein und im Text referenziert werden.
- Messwerte müssen mit den jeweils relevanten Einheiten angegeben werden.
- Verwendete technische Dokumentationen, Datenblätter und sonstige externe Quellen sind nachvollziehbar zu referenzieren.
- Der Bericht muss erkennen lassen, welche Teile selbst implementiert, gemessen und ausgewertet wurden.

3 Beschreibung der Software-Architektur

Der Bericht muss eine grobe Beschreibung der gewählten Software-Architektur enthalten. Dabei sind insbesondere folgende Punkte zu erläutern:

- grundlegender Aufbau der Software,
- Aufteilung in relevante Softwarekomponenten bzw. Module,
- Aufgaben und Verantwortlichkeiten der wesentlichen Komponenten,
- Schnittstellen zwischen den Komponenten,
- verwendeter Implementierungsansatz,
- relevante Echtzeitaspekte,

Umgang mit Ereignissen, Zuständen, Interrupts bzw. zeitkritischen Abläufen, soweit diese für die Implementierung relevant sind.

Es ist nicht erforderlich, jede einzelne Codezeile zu dokumentieren. Der Schwerpunkt liegt auf der nachvollziehbaren Darstellung der Architektur und der wesentlichen Designentscheidungen.

4 Beschreibung der Stepper-Controller-Implementierung

Die Implementierung des Stepper-Controllers ist technisch zu beschreiben Der Fokus des Berichts liegt auf diesem Teil. Der Bericht muss insbesondere nachvollziehbar machen:

- wie der Stepper-Controller aufgebaut ist,
- welche Zustände bzw. Betriebszustände vorgesehen sind,
- wie die Ansteuerung des Stepper-Motors erfolgt,
- wie die Signale DIR und PULSE erzeugt bzw. verarbeitet werden,
- wie die Kommunikation mit dem L6474 erfolgt (HW und SW),
- welche wesentlichen Softwarekomponenten an der Motorsteuerung beteiligt sind,
- wie zeitkritische Abläufe umgesetzt werden,
- welche wesentlichen Implementierungsentscheidungen getroffen wurden und warum.
- Relevante Einschränkungen oder Besonderheiten der verwendeten Hardware bzw. des Echtzeitsystems sind ebenfalls zu dokumentieren,
- welche Abweichungen von der Spezifikation vorliegen und weshalb.

5 UML-Diagramme

Zur Beschreibung der Stepper-Controller-Implementierung sind UML-Diagramme zu verwenden. Der Bericht muss mindestens folgende Diagramme enthalten:

- Use-Case-Diagramm (Bring-Up, bis zum Move-Befehl)
- Sequenzdiagramm (interner Ablauf einer Teilkomponente im Stepper-Controller)

Die Diagramme müssen einen konkreten Bezug zur implementierten Software besitzen und dürfen nicht lediglich allgemeine oder theoretische UML-Beispiele darstellen.

Das Sequenzdiagramm muss einen für den Stepper-Controller relevanten Ablauf darstellen, beispielsweise die Kommunikation bzw. Interaktion zwischen Anwendung, Stepper-Controller, Treibern und/oder L6474.

Je nach Komplexität der Implementierung sind weitere UML-Diagramme sinnvoll, beispielsweise Zustandsdiagramm, Klassendiagramm, Aktivitätsdiagramm oder Komponentendiagramm.

Mindestens das Use-Case- und das Sequenzdiagramm sind verpflichtend.

6 Messungen am SPI-Bus und L6474-Protokoll

Der Bericht muss Oszilloskop-Messungen der SPI-Kommunikation mit dem L6474 enthalten.

Dabei müssen die relevanten SPI-Signale sichtbar und nachvollziehbar dargestellt und beschrieben werden. Abhängig von der verwendeten Implementierung sind insbesondere relevante Signale wie SCK, MOSI, MISO, Chip Select bzw. CS, zu erfassen.

Die Messungen müssen mindestens einen für die Implementierung relevanten Kommunikationsvorgang mit dem L6474 dokumentieren. Zu den Messungen gehören:

- geeignete Oszilloskop-Screenshots,
- Zeit- bzw. Spannungsdarstellung der Signale,
- relevante Messwerte,
- Zuordnung des gemessenen Signals zum SPI-Protokoll,
- kurze Interpretation des Kommunikationsablaufs.

Soweit möglich, soll anhand des Oszilloskop-Bildes nachvollziehbar sein, welche SPI-Übertragung stattfindet und wie diese mit dem implementierten Softwareablauf zusammenhängt.

7 Messungen der H-Brücken-PWM

Es müssen Messungen der H-Brücken-PWM-Signale mit dem Oszilloskop durchgeführt und im Bericht dokumentiert werden. Dabei sind relevante Eigenschaften der PWM zu erfassen bzw. zu diskutieren, beispielsweise:

- Frequenz bzw. Periodendauer,
- Pulsbreite bzw. Duty Cycle,
- Signalpegel,
- Zusammenhang zwischen PWM und Motoransteuerung.

Die Messergebnisse sind kurz technisch zu interpretieren und mit den erwarteten bzw. konfigurierten Werten zu vergleichen.

8 Messungen der Stepper-Signale DIR und PULSE

Die für die Stepper-Ansteuerung verwendeten Signale DIR und PULSE müssen mit dem Oszilloskop gemessen und im Bericht dargestellt werden. Die Messungen sollen insbesondere die zeitlichen Zusammenhänge der Signale verdeutlichen. Zu dokumentieren und zu bewerten sind beispielsweise:

- Signalverlauf von DIR und PULSE,
- Frequenz bzw. Periodendauer der PULSE-Signale,
- zeitlicher Zusammenhang zwischen DIR und PULSE,
- Verhalten bei einer Änderung der Drehrichtung,
- Zusammenhang zwischen PULSE-Signal und erwarteter Schrittbewegung.

Die Messungen müssen so gewählt sein, dass die Funktionsweise der Stepper-Ansteuerung nachvollziehbar überprüft werden kann. Es soll auch Bezug zum Micro-Stepping-Betrieb genommen werden.

9 Vergleich von Soll- und Messergebnissen

Die relevanten Messergebnisse sind, soweit entsprechende Sollwerte oder Konfigurationswerte vorliegen, mit den erwarteten Werten zu vergleichen. Sind keine Vorgaben vorhanden, sollen die Erwartungswerte aus der eigenen Implementierung abgeleitet und festgehalten werden!

Abweichungen sind nicht lediglich festzustellen, sondern kurz technisch zu bewerten. Mögliche Ursachen für Abweichungen können beispielsweise sein:

- zeitliche Auflösung,
- Hardwareeffekte,
- Implementierungsdetails,
- Messungenauigkeiten,
- Interrupt-Latenzen,
- Konfiguration des Controllers,
- Signalaufbereitung.

Es wird erwartet, dass die Messergebnisse nicht nur darstellgestellt, sondern deren Bedeutung für die Funktion des Echtzeitsystems erklärt werden.

10 Struktur und Darstellung von Messreihen

Messreihen sind übersichtlich und nachvollziehbar darzustellen. Wenn eine Messreihe zu umfangreich ist oder zu viele Abbildungen bzw. Oszilloskop-Screenshots enthält, sind die vollständigen Messdaten und zusätzlichen Abbildungen in den Anhang auszulagern.

Im Hauptteil sollen in diesem Fall nur die für die Argumentation und Bewertung wesentlichen Messungen dargestellt werden. Für Messreihen im Anhang muss aus dem Haupttext eindeutig hervorgehen, worauf verwiesen wird.

Beispiel:

„Die vollständige Messreihe ist in Anhang A dargestellt. Im Hauptteil werden exemplarisch die Messungen A1–A3 diskutiert. Bei diesen …"

11 Ergebnisbewertung

Der Laborbericht muss die wesentlichen Ergebnisse der Laboreinheit zusammenfassen und bewerten. Dabei soll insbesondere beantwortet werden:

- Funktioniert die implementierte Stepper-Ansteuerung wie erwartet?
- Stimmen die gemessenen Signale mit den erwarteten Signalverläufen überein?
- Ist die SPI-Kommunikation mit dem L6474 korrekt?
- Sind die erzeugten PWM-, DIR- und PULSE-Signale plausibel?
- Welche relevanten Abweichungen wurden festgestellt?
- Welche technischen Ursachen können für Abweichungen verantwortlich sein?

Die Bewertung muss sich auf die zuvor dargestellten Messergebnisse und die Implementierung beziehen.

12 Empfohlene Gliederung

Eine mögliche Gliederung des Laborberichts ist:

- Einleitung und Zielsetzung
- System- und Hardwareübersicht
- Software-Architektur und Implementierungsansatz
- Beschreibung der Stepper-Controller-Implementierung
- UML-Modellierung
  - Use-Case-Diagramm
  - Sequenzdiagramm
  - ggf. weitere Diagramme
- Messaufbau und Messmethodik
- SPI-Kommunikation und L6474-Protokoll
- Messungen der H-Brücken-PWM
- Messungen der DIR- und PULSE-Signale
- Auswertung und Vergleich der Messergebnisse
- Diskussion und Bewertung
- Fazit
- Anhang
- Literatur- und Quellenverzeichnis

Die konkrete Gliederung kann und darf abweichen, sofern sämtliche Anforderungen erfüllt werden.

13 Mindestanforderungen – Checkliste

Vor Abgabe ist zu prüfen, dass der Bericht mindestens folgende Anforderungen erfüllt:

- Mindestens 12 Seiten Berichtsumfang ohne Deckblatt und Literaturverzeichnis.
- Beschreibung der gewählten Software-Architektur.
- Beschreibung des Implementierungsansatzes.
- Technische Beschreibung der Stepper-Controller-Implementierung.
- UML-Use-Case-Diagramm vorhanden.
- UML-Sequenzdiagramm vorhanden.
- SPI-Messungen mit dem Oszilloskop vorhanden.
- Messung und Darstellung der L6474-Kommunikation vorhanden.
- Messungen der H-Brücken-PWM mit dem Oszilloskop vorhanden.
- Messungen der DIR- und PULSE-Signale mit dem Oszilloskop vorhanden.
- Relevante Messwerte sind angegeben und mit Einheiten versehen.
- Messergebnisse werden technisch interpretiert.
- Wesentliche Soll-/Ist-Vergleiche sind enthalten.
- Umfangreiche Messreihen und zusätzliche Abbildungen befinden sich im Anhang.
- Alle Abbildungen sind nummeriert, beschriftet und im Text referenziert.
- Verwendete externe Quellen sind angegeben.
- Der Bericht enthält eine abschließende Bewertung der Ergebnisse.

14 Allgemeine Erwartung an die Qualität

Der Laborbericht soll kein reines Tätigkeitsprotokoll sein. Es wird erwartet, dass die Studierenden die Zusammenhänge zwischen Software-Implementierung, Echtzeitverhalten, Hardware-Schnittstellen und den gemessenen Signalen nachvollziehbar darstellen.

Insbesondere sollen Messergebnisse nicht lediglich als Screenshots eingefügt werden. Zu jeder wesentlichen Messung muss erkennbar sein, was gemessen wurde, warum die Messung relevant ist, welches Verhalten erwartet wurde und wie das tatsächliche Ergebnis zu bewerten ist.

Die Qualität des Berichts wird daher insbesondere an der technischen Nachvollziehbarkeit, der korrekten Interpretation der Messungen, der verständlichen Darstellung der Implementierung sowie der Verbindung zwischen Software und beobachtetem Hardwareverhalten beurteilt.