

Handbuch

Demonstrator für einen Schrittmotor

Autor: Jessica Perewersenko
Matrikel-Nr.: 7024880
Studiengang: Maschinenbau und Design

Autor: Chantal Crety
Matrikel-Nr.: 7025255
Studiengang: Maschinenbau und Design

Autor: Hannah Mey
Matrikel-Nr.: 7024688
Studiengang: Maschinenbau und Design

Erstprüfer: Prof. Dr. Elmar Wings
Abgabedatum:

Hochschule Emden/Leer
Fachbereich Technik · Abteilung Maschinenbau
Constantiaplatz 4 · 26723 Emden
<http://www.hs-emden-leer.de>

Vielen Dank für Ihren Kauf und viel Erfolg
...beim Einsatz Ihres neuen **Schrittmotor-Demonstrators!**

Sie haben sich für ein innovatives Lehr- und Anschauungsgerät entschieden, das die typischen Bewegungsabläufe eines Schrittmotors auf anschauliche Weise darstellt.

Der Demonstrator überzeugt durch eine intuitive Bedienung, visuelles Feedback per OLED-Display und Status-LED sowie eine stabile Bauform – ideal für Schulung, Labor und Demonstration.

Und jetzt, viel Freude bei der Anwendung!

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Abbildungsverzeichnis | i |
| Tabellenverzeichnis | ii |
| 1 Sicherheitshinweise | 1 |
| 2 Übersicht | 2 |
| 2.1 Beschreibung | 2 |
| 2.2 Aufbau | 3 |
| 2.2.1 Elemente auf der Frontblende | 3 |
| 2.2.2 Elemente auf der Seitenblende | 4 |
| 2.2.3 Elemente auf der Heckblende | 4 |
| 3 Bedienung | 5 |
| 3.1 Inbetriebnahme | 5 |
| 3.2 Bewegungsablauf | 7 |
| 3.3 Bewegungsstufen | 8 |
| 4 Wartung | 9 |
| 5 Anleitung zur Fehlerbehebung | 10 |
| 6 Haftungsausschluss | 11 |
| 7 Technische Daten | 12 |
| 8 Materialliste | 13 |

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | Bewegungsstufen des Demonstrators | 8 |
| 5.1 | Anleitung zur Fehlerbehebung | 10 |
| 7.1 | Technische Daten des Demonstrators | 12 |

1 Sicherheitshinweise

Seien Sie bitte sehr vorsichtig bei jeder Interaktion mit dem Demonstrator. Bei diesem Demonstrator handelt es sich um ein elektrisches Gerät mit beweglichen Teilen:

- Das Gerät ist nur für den Innenbereich bestimmt. Setzen Sie den Demonstrator keiner Feuchtigkeit aus. Halten Sie den Demonstrator in einer trockenen Umgebung in einem Mindestabstand von 30 cm zu anderen Gegenständen.
- Stellen Sie den Demonstrator immer an einem stabilen Ort auf, sodass er nicht herunterfallen oder umkippen kann.
- Die Stromversorgung des Demonstrators erfolgt über eine Steckdose 230 V. Schließen Sie den Demonstrator niemals an ein anderes Netzteil an, da dies zu Fehlfunktionen oder Beschädigungen des Demonstrators führen kann.
- Verlegen Sie das Netzkabel so, dass Sie nicht darüber stolpern, darauf treten oder anderweitig Schaden nehmen können. Vergewissern Sie sich, dass das Netzkabel nicht mechanisch oder anderweitig beschädigt ist.
- Wenn Sie das Netzkabel aus der Steckdose ziehen, so sollten Sie direkt an dem Stecker ziehen und nicht am Netzkabel, um das Risiko einer Beschädigung des Steckers oder der Netzsteckdose zu verringern.
- Nehmen Sie niemals das Netzteil des Demonstrators auseinander, alle Reparaturen müssen von einem qualifizierten Techniker durchgeführt werden.
- Greifen Sie nicht in das Innere des Demonstrators, während er noch im Betrieb ist. Eine Verletzung kann durch die beweglichen Teile verursacht werden.
- Verhindern Sie, dass Kinder unbeaufsichtigt auf den Demonstrator zugreifen können, auch wenn dieser nicht im Betrieb ist.
- Lassen Sie den Demonstrator nicht unbeaufsichtigt, solange er noch im Betrieb ist.

2 Übersicht

2.1 Beschreibung

Der Demonstrator veranschaulicht die typischen Bewegungsabläufe eines Schrittmotors anhand eines Linearschlittens. Dieser bewegt sich auf einer Linearführung und wird über einen **Trapezgewindespindel** mit einem **NEMA17-Schrittmotor** angetrieben. Der Antrieb erfolgt dabei in fünf verschiedenen Geschwindigkeitsstufen, die mithilfe eines **Drehencoders** auswählbar sind. Die ausgewählte Stufe wird über ein **OLED-Display** angezeigt. Das Gerät ist so konzipiert, dass es sich einfach auf einer stabilen, ebenen Fläche betreiben lässt.

- **Lieferumfang:**

Schrittmotor-Demonstrator

Netzkabel

- **Aufstellhinweise:**

Nur auf stabiler, ebener Fläche betreiben

Vor Feuchtigkeit, direkter Sonneneinstrahlung und Hitzequellen schützen

Keine Objekte auf oder in den Bewegungsbereich des Geräts stellen

- **Netzanschluss:**

Das Gerät verfügt über eine integrierte Netzbuchse auf der Rückseite

Nach Anschluss des Kabels an eine geeignete 230 V-Steckdose kann der Demonstrator über den vorderseitigen Power-Schalter eingeschaltet werden

2.2 Aufbau

2.2.1 Elemente auf der Frontblende

- **Power-Schalter:**

Dient dem Ein- und Ausschalten des Systems. Nach dem Einschalten zeigt das Display kurz „Start...“, danach „Bereit“ mit Stufe 1.

- **OLED-Display:**

Zeigt die aktuell ausgewählte Bewegungsstufe sowie den Gerätestatus „Start...“, „Bereit“, „In Bewegung“ an.

- **Drehschalter:**

Ermöglicht die Auswahl der Bewegungsstufe. Dreht man den **Drehschalter** im Uhrzeigersinn, wird die Geschwindigkeit erhöht – gegen den Uhrzeigersinn verringert. Jede Position entspricht einer festen Stufe.

- **Start-Taster:**

Löst den Bewegungsablauf aus. Sobald gedrückt, startet der gewählte Ablauf.

2.2.2 Elemente auf der Seitenblende

- **Netzbuchse:**

Hier wird das mitgelieferte **Netzkabel** angeschlossen. Die Stromversorgung erfolgt über ein internes Netzteil mit 230 V AC auf 12 V DC Wandlung bei einer maximalen Stromstärke von ca. 1,5 A. Verwendet wird ein Kaltgerätestecker Typ C13 IEC 60320, wie er typischerweise bei Computernetzteilen eingesetzt wird.

- **Service-Port:**

Ermöglicht eine direkte Steuerung des Motors und das Speichern von Bewegungsparametern.

2.2.3 Elemente auf der Heckblende

- **Endschalter:**

Erfasst die Referenzposition des Schlittens zu Beginn eines jeden Ablaufs. Wenn der Schlitten den **Endschalter** erreicht, erkennt das System dies als Startposition und fährt etwas zurück. Dies ist wichtig für die Genauigkeit und Wiederholbarkeit der Bewegungen.

3 Bedienung

3.1 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme des Demonstrators erfolgt in mehreren definierten Schritten, um einen sicheren und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.

1. Spindel prüfen:

- Drehen Sie die **Spindel** manuell und beobachten Sie deren Laufverhalten und Leichtgängigkeit. Folgen Sie den weiteren Punkten bei erhöhtem Widerstand, Ruckeln, unparallelem oder unrundem Verhalten
- Wenn die **Spindel** eiert oder sichtbar unrund läuft, dann liegt ein Verzug oder eine mechanische Beschädigung vor. Die **Spindel** muss ersetzt oder korrekt neu gelagert werden.
- Ist die **Spindel** trocken, schwergängig oder verschmutzt, reinigen Sie sie gründlich. Anschließend tragen Sie gleichmäßig ein geeignetes Schmiermittel auf.
- Zeigt sich ein ungewöhnlich hoher Widerstand oder Ruckeln, kontrollieren Sie die Vorspannung der Mutter an den Seiten des Geräts. Sollte es nötig sein, reduzieren Sie diese vorsichtig mit Drehen entgegen des Uhrzeigersinns, bis die Bewegung spielfrei und gleichmäßig erfolgt.
- Ist die **Spindel** auf beiden Seiten axial fixiert, kann eine Verspannung entstehen. Achten Sie darauf, dass nur das Motorende als Festlager ausgeführt ist, während das andere Ende als Loslager fungiert.
- Weist die **Spindel** eine Abweichung oder einen schrägen Verlauf zur Linearführung auf, justieren Sie sie so, dass sie exakt parallel zur Führung verläuft. Justieren Sie dafür die Montagepunkte nach, indem Sie den Aufbau auf Winkelgenauigkeit prüfen und betroffene Schrauben lösen, anpassen und anziehen.

2. Stromversorgung:

- Stecken Sie das mitgelieferte **Netzkabel** in die Netzbuchse an der linken Seite.
- Achten Sie auf den festen Sitz am Gerät und an der Steckdose.

- Verwenden Sie nur Steckdosen mit 230 V Spannung.

3. Einschalten:

- Betätigen Sie den **Power-Schalter** auf der Vorderseite.
- Das **OLED-Display** zeigt den Boot-Status „Start...“ an.
- Nach wenigen Sekunden erscheint „Startbereit – Stufe 1“.

4. Auswahl der Bewegungsstufe:

- Drehen Sie den **Drehschalter** im Uhrzeigersinn, um die nächste Stufe auszuwählen.
- Gegen den Uhrzeigersinn gelangen Sie zu niedrigeren Stufen.
- Die aktuell ausgewählte Stufe wird direkt auf dem **OLED-Display** angezeigt.

5. Starten des Ablaufs:

- Drücken Sie den **Start-Taster** auf der Frontblende.
- Das System fährt automatisch zum **Endschalter** und beginnt dann den gewählten Bewegungszyklus.
- Der Ablauf endet automatisch nach einem vollständigen Bewegungszyklus.

6. Stoppen:

- Das System kann jederzeit über einen zusätzlichen Stoppschalter manuell angehalten werden. Bei Betätigung wird der aktuelle Bewegungsablauf sofort unterbrochen und das System kehrt in den Bereitschaftsmodus zurück.
- Nach einem regulär abgeschlossenen Zyklus erfolgt der Wechsel in den Bereitschaftsmodus automatisch.

3.2 Bewegungsablauf

Der Bewegungsablauf demonstriert die Fähigkeit eines Schrittmotors, präzise, wiederholbare Bewegungen mit einstellbaren Geschwindigkeiten durchzuführen. Dabei wird der Schlitten des Motors entlang der Linearführung hin- und herbewegt.

Ablaufstruktur pro Stufe:

- **Referenzfahrt:**

Beim ersten Einschalten oder nach Betätigung des **Start-Tasters** wird eine automatische Referenzfahrt durchgeführt. Dabei bewegt sich der Schlitten so lange, bis der **Endschalter** ausgelöst wird. Diese Position dient als definierter Startpunkt für alle weiteren Bewegungsabläufe.

- **Start bei Referenzposition:**

Nach erfolgter Referenzfahrt beginnt der eigentliche Bewegungsablauf vom definierten Startpunkt aus.

- **Beschleunigungsphase:**

Der Schlitten wird mit einem konstanten, nicht veränderbaren Ablauf auf die gewünschte Geschwindigkeit hochgefahren. Dies erfolgt stufenweise, um Ruckbildung zu vermeiden.

- **Konstante Geschwindigkeit:**

Nach Erreichen der Zielgeschwindigkeit fährt der Schlitten über die definierte Strecke.

- **Verzögerungsphase:**

Kurz vor dem Erreichen des Endpunkts wird die Geschwindigkeit reduziert, bis der Schlitten zum Stillstand kommt.

- **Rückfahrt:**

Der Ablauf wird in umgekehrter Richtung wiederholt. Auch hier erfolgt wieder Beschleunigung, konstante Fahrt, Verzögerung.

- **Wiederholung:**

Der Zyklus wird mehrfach durchlaufen.

Während des gesamten Ablaufs zeigt das **OLED-Display** den aktuellen Status an und signalisiert die Bereitschaft bzw. Fehlermeldung.

3.3 Bewegungsstufen

Der Demonstrator besitzt fünf fest definierte Bewegungsstufen, die sich durch verschiedene Geschwindigkeiten unterscheiden. Sie wurden so gewählt, dass der Unterschied zwischen den Stufen deutlich sichtbar und spürbar ist.

| Drehschalterstellung | Bewegungsstufe | Strecke | Ø Geschwindigkeit [mm/s] |
|----------------------|----------------|--------------|--------------------------|
| 1 | Stufe 1 | 5 cm → 30 cm | 24 |
| 2 | Stufe 2 | 5 cm → 30 cm | 36 |
| 3 | Stufe 3 | 5 cm → 30 cm | 45 |
| 4 | Stufe 4 | 5 cm → 30 cm | 54 |
| 5 | Stufe 5 | 5 cm → 30 cm | 60 |

Tabelle 3.1: Bewegungsstufen des Demonstrators

4 Wartung

Der Demonstrator ist grundsätzlich wartungsarm. Dennoch sollten zur Sicherstellung der Lebensdauer und Funktionalität regelmäßig einige einfache Maßnahmen durchgeführt werden.

Empfohlene Wartungsschritte:

- **Führung reinigen:**

Nach jedem Ausschalten empfiehlt sich eine Reinigung der Linearführung mit einem fusselfreien Papiertuch. Auf Schmiermittel kann verzichtet werden, da ein trockener Lauf für didaktische Zwecke ausreicht. Eine wöchentliche Reinigung bei regelmäßigem Betrieb wird empfohlen.

- **Spindel kontrollieren:**

Die Spannung der **Spindel** sollte regelmäßig überprüft werden. Ein zu lockerer **Spindel** führt zu ungenauer Bewegung, ein zu straffer zu erhöhtem Verschleiß. Die Spindelspannung sollte nachjustiert werden, wenn sie sich durch Temperatur, Transport oder längeren Betrieb verändert hat.

- **Mechanik prüfen:**

Alle mechanischen Verbindungen sollten nach längerem Betrieb auf festen Sitz überprüft werden. Besonders wichtig sind die Lagerungen an den Enden der **Spindel** sowie die Führungsschiene. Nachziehen der Mutter an den Seiten des Geräts in Uhrzeigerichtung sollte vorsichtig und ohne Überdrehen erfolgen.

- **Elektronik und Kabel:**

Lose oder beschädigte Kabel können zu Fehlfunktionen führen oder das System im Betrieb gefährden. Bei sichtbaren Schäden sind die betroffenen Komponenten sofort auszutauschen. Steckverbindungen sollten fest einrasten und ggf. nachgesteckt werden.

- **OLED-Display:**

Bei statischer Anzeige besteht die Gefahr des Einbrennens der OLED-Pixel. Ein Ausschalten nach der Benutzung ist deshalb vorgesehen.

5 Anleitung zur Fehlerbehebung

| Fehlerbild | Mögliche Ursache | Lösung |
|--|--|---|
| Motor bewegt sich nicht | Keine Spannung defekter Treiber | Stromversorgung prüfen, Status-LED beachten |
| Ungewöhnliche Geräusche | Spindel zu locker oder zu straff, Führung verschmutzt | Spindelspannung justieren, Führung reinigen |
| Schlitten bleibt nach Referenzfahrt stehen | Endschalter nicht korrekt angeschlossen / ausgelöst | Kabel prüfen, Schaltermechanik testen |
| Bewegung ungleichmäßig oder ruckelnd | Mechanischer Widerstand, fehlerhafte Drehschalterwerte | Inbetriebnahme-Protokoll zu Spindel-Prüfung wiederholen, Führungen reinigen, Drehschalter testen |
| OLED-Display bleibt dunkel | defektes Display | Verkabelung prüfen, ggf. Display ersetzen |

Tabelle 5.1: Anleitung zur Fehlerbehebung

6 Haftungsausschluss

Die Nutzung des Demonstrators erfolgt auf eigene Verantwortung. Die Inhalte dieses Handbuchs sind mit größter Sorgfalt erstellt worden. Dennoch übernehmen die Ersteller keine Haftung für Personen- oder Sachschäden, die durch die Anwendung, Fehlbedienung oder Modifikation des Geräts entstehen.










Insbesondere bei Eigenumbauten, Spannungsänderungen oder Eingriffen in die Elektronik erlischt jegliche Gewährleistung. Die Einhaltung aller Sicherheits- und Bedienungshinweise liegt im Verantwortungsbereich der Benutzer.

7 Technische Daten

| Bezeichnung | Einheit | Wert |
|-------------------------|----------|-----------------|
| Netzspannung | Volt [V] | 220 – 240 |
| Leistungsaufnahme max. | Watt [W] | 10 |
| Abmessungen (B × H × T) | mm | 400 × 240 × 320 |
| Gewicht | kg | ca. 5,5 |
| Max. Geschwindigkeit | mm/s | 60 |
| Min. Geschwindigkeit | mm/s | 24 |

Tabelle 7.1: Technische Daten des Demonstrators

8 Materialliste

| Pos. | Stk. | Bezeichnung | Artikel-Nr. | Preis [€] | Abbildung | Bestelladresse |
|------|------|--|------------------|-----------|---|--|
| 1 | 1 | Genmitsu 3018 Pro CNC Fräsemaschine | 101-60-280PRO-EB | 219,00 |  | www.reichelt.de |
| 2 | 1 | Arduino Nano 33 BLE Sense Rev.2 nRF52840, mit Header | ARD NANO 33BSH2 | 47,70 |  | www.reichelt.de |
| 5 | 1 | 65 Jumper Wire Kabel im Set | RBS10022 | 1,55 |  | www.roboter-bausatz.de |
| 4 | 8 | 40 Pin Dupont / Jumper Kabel Buchse-Buchse 20 cm | RBS101126 | 0,98 |  | www.roboter-bausatz.de |
| 5 | 5 | 40 Pin Jumper Kabel Buchse-Stecker 20 cm | RBS10028 | 1,15 |  | www.roboter-bausatz.de |
| 6 | 2 | Arduino - Grove Universal-Kabel, 4-Pin, 20 cm | GRV CA-BLE4PIN20 | 2,50 |  | www.reichelt.de |
| 7 | 1 | Schrittmotor-kabel 4 Pin für 6 Pin HX2.54 50 cm | RBS10966 | 0,98 |  | www.roboter-bausatz.de |
| 8 | 1 | Netzkabel, Schutzkontakt-stecker gew., 1,3 m, schwarz, C13 gew | NKSK 200 SW GEW | 3,10 |  | www.reichelt.de |
| 9 | 1 | Drucktaster 0,1A-24VAC 1x (Ein) Ø11/9,1mm rt | RAFI 107.301 | 2,99 |  | www.reichelt.de |









| | | | | | | |
|----|-----|--|-------------------|-------|---|---|
| 10 | 1 | Drucktaster 0,1A-24VAC 1x (Ein) Ø11/9,1mm gn | RAFI 107.507 | 2,90 |  | www.reichelt.de |
| 11 | 1 | Potentiometerknopf für Achse Ø 6 mm, schwarz | KNOPF 14- 6 SW | 1,99 |  | www.reichelt.de |
| 12 | 2 | Snap-Action- Mikroschalter, 1x UM, Rollenhebel | AV 32543 AT | 1,80 |  | www.reichelt.de |
| 13 | 1 | Entwicklungsboard Schrittmotor- steuerung, A4988 | DEBO DRV A4988 | 5,80 |  | www.reichelt.de |
| 14 | 1 | Entwicklerboards - Display OLED, 2,42", 128x64 Pixel | DEBO OLED 2.42 | 18,90 |  | www.reichelt.de |
| 15 | 0,1 | Sunlu PLA Filament 1.75mm 1kg | RBS16624 | 17,95 |  | www. roboter-bausatz.de |
| 16 | 0,1 | Experimentier- Slide- Steckboard, 300/100 Kontakte | STECKBOARD S4 | 4,20 |  | www.reichelt.de |
| 17 | 0,1 | Kabelbinder- Set, verschiedene Größen, mehrfarbig, 200er-Pack | DELOCK 18628 | 3,85 |  | www.reichelt.de |

Tabelle : Materialliste