

# 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 Spaß beim Ansteuern!**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>i</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>ii</b>
<b>1 Sicherheitshinweise</b>	<b>1</b>
<b>2 Übersicht</b>	<b>2</b>
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
<b>3 Bedienung</b>	<b>5</b>
3.1 Inbetriebnahme . . . . .	5
3.2 Bewegungsablauf . . . . .	6
3.3 Bewegungsstufen . . . . .	7
<b>4 Wartung</b>	<b>8</b>
<b>5 Anleitung zur Fehlerbehebung</b>	<b>9</b>
<b>6 Haftungsausschluss</b>	<b>10</b>
<b>7 Technische Daten</b>	<b>11</b>

# Abbildungsverzeichnis

# Tabellenverzeichnis

3.1	Bewegungsstufen des Demonstrators . . . . .	7
5.1	Anleitung zur Fehlerbehebung . . . . .	9
7.1	Technische Daten des Demonstrators . . . . .	11

# Kapitel 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.

# Kapitel 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 (Leitspindel) 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, die Systemzustände über eine farbige Status-LED signalisiert. Das Gerät ist so konzipiert, dass es sich einfach auf einer stabilen, ebenen Fläche betreiben lässt.

- **Lieferumfang:**

Schrittmotor-Demonstrator

Netzanschlusskabel

- **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 230V-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 (1 bis 10) sowie den Gerätestatus („Start...“, „Bereit“, „In Bewegung“) an. Das Display basiert auf dem I2C-Protokoll und ist über den Arduino Nano verbunden.

- Status-LED:

Zeigt in unterschiedlichen Farben (Grün für Bereitschaft, Rot für Fehlermeldung) den Systemstatus visuell an. Sie befindet sich deutlich sichtbar neben dem Display.

- Drehschalter (Drehencoder):

Ermöglicht die Auswahl der Bewegungsstufe. Dreht man den Encoder 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 230V AC auf 12V DC Wandlung.

- USB-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. Dies ist wichtig für die Genauigkeit und Wiederholbarkeit der Bewegungen.

# Kapitel 3

## Bedienung

### 3.1 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme des Demonstrators erfolgt in mehreren definierten Schritten, um einen sicheren und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten. Besonders wichtig ist dabei die korrekte Spindelspannung, die Stromversorgung sowie die saubere Initialisierung der Steuerung.

#### 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. Sollte es nötig sein, reduzieren Sie diese vorsichtig, 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 beider Enden (am Gerät und an der Steckdose).
- Verwenden Sie nur Steckdosen mit 230V Spannung (kein Trafo, kein Zwischenstecker mit veränderter 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“.
- Die Status-LED leuchtet nun grün, was den Bereitschaftsmodus signalisiert.

### **4. Auswahl der Bewegungsstufe:**

- Drehen Sie den Encoder im Uhrzeigersinn, um die nächste Stufe (2–5) auszuwählen.
- Gegen den Uhrzeigersinn gelangen Sie zu niedrigeren Stufen.
- Die aktuell ausgewählte Stufe wird direkt auf dem OLED angezeigt.

### **5. Starten des Ablaufs:**

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

### **6. Stoppen:**

- Ein manuelles Stoppen ist nicht vorgesehen. Nach jedem Zyklus kehrt das System automatisch in den Bereitschaftsmodus zurück.

## **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. Das Verhalten folgt einem klar strukturierten Zyklus:

### **Ablaufstruktur pro Stufe:**

- Start bei Referenzposition:  
Nach dem Einschalten oder Drücken des Start-Tasters fährt der Schlitten zur Startposition (erfasst durch den Endschalter).

- Beschleunigungsphase:  
Der Schlitten wird gleichmäßig 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 (z.B. von 5cm auf 30cm).
- 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 (zurück zur Ausgangsposition). Auch hier erfolgt wieder Beschleunigung, konstante Fahrt, Verzögerung.
- Wiederholung:  
Der Zyklus wird mehrfach durchlaufen (z.B. 3×), abhängig von der Programmierung.

Während des gesamten Ablaufs zeigt das OLED-Display den aktuellen Status (z.B. „Programm wird ausgeführt – Stufe V“) und die LED signalisiert die Bereitschaft (grün) bzw. Fehlermeldung (rot).

### 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. Die Geschwindigkeit wird durch den Arduino softwareseitig via Stepper-Timing gesteuert.

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

Diese Werte sind softwareseitig definiert und können bei Bedarf über den Arduino-Code angepasst werden.

# Kapitel 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:**

Vor 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 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 (z.B. dauerhaftem Einblenden der aktuellen Stufe) besteht die Gefahr des Einbrennens der OLED-Pixel. Daher sollte die Software so gestaltet sein, dass das Display regelmäßig Inhalte wechselt oder sich bei Inaktivität automatisch abschaltet.

# Kapitel 5

## Anleitung zur Fehlerbehebung

Fehlerbild	Mögliche Ursache	Lösung
Motor bewegt sich nicht	Keine Spannung / defekte LED / 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 Encoderwerte	Inbetriebnahme-Protokoll zu Spindel-Prüfung wiederholen, Führungen reinigen, Encoder testen
OLED-Display bleibt dunkel	Keine I2C-Verbindung / falsche Adressierung / defektes Display	Verkabelung prüfen, I2C-Adresse kontrollieren, ggf. Display ersetzen
LED zeigt keine Farbe	Fehlerhafte Ansteuerung / defekte LED / Kurzschluss	Code überprüfen, LED-Anschluss kontrollieren, ggf. ersetzen

Tabelle 5.1: Anleitung zur Fehlerbehebung

# Kapitel 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.

# Kapitel 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