

**Handbuch:**  
**kleiner Probenverdünner**

**Erarbeitet von:**

Leyna Haardt, Matrikelnummer: 12985

Anastasia Klat, Matrikelnummer: 13275

Max Meteling, Matrikelnummer: 13209

Nick Schröder, Matrikelnummer: 13083

Malte Wendeler, Matrikelnummer: 13105

Studiengang: Technische Informatik

Zenturie: T23a

**Eingebettete Systeme**

Dozenten und Prüfer:

Dr. habil. phil. Jan Haase

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Zweck des Geräts . . . . .	1
1.2 Zielgruppe der Anleitung . . . . .	1
1.3 Kurzbeschreibung des Systems . . . . .	1
<b>2 Sicherheit</b>	<b>1</b>
2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise . . . . .	1
2.2 Elektrische Sicherheitshinweise . . . . .	2
2.3 Mechanische Sicherheitshinweise . . . . .	2
2.4 Chemische Sicherheitshinweise . . . . .	3
<b>3 Technische Spezifikationen</b>	<b>3</b>
3.1 Systemübersicht . . . . .	3
3.1.1 Steuerungseinheit . . . . .	4
3.1.2 Linearantrieb . . . . .	4
3.1.3 Pumpen . . . . .	4
3.1.4 Spritzenkopf . . . . .	4
3.1.5 Hubtisch . . . . .	5
3.1.6 Technische Möglichkeiten . . . . .	5
<b>4 Softwarearchitektur</b>	<b>5</b>
<b>5 Ersteinrichtung &amp; Inbetriebnahme</b>	<b>5</b>
5.1 Mechanische Vorbereitung . . . . .	5
5.2 Elektrische Inbetriebnahme . . . . .	6
5.3 Netzwerkeinrichtung . . . . .	6
5.4 Software-Initialisierung . . . . .	6
<b>6 Funktionsweise</b>	<b>6</b>
6.1 Grundprinzip der Probenverdünnung . . . . .	6
6.2 Ablauf eines Verdünnungsvorgangs . . . . .	6
6.3 Fehlerfälle . . . . .	7
<b>7 Eingabe und Steuerung</b>	<b>7</b>
7.1 API-Überblick . . . . .	7
7.2 Eingabeparameter . . . . .	7
<b>8 Wartung und Reinigung</b>	<b>7</b>

<b>9</b>	<b>Außerbetriebnahme und Entsorgung</b>	<b>8</b>
<b>10</b>	<b>Technische Dokumentation (Anhang)</b>	<b>8</b>
10.1	Schaltplan . . . . .	8
10.2	3D-Druck-Pläne . . . . .	8
10.3	Stückliste . . . . .	8
	<b>Eigenständigkeitserklärung</b>	<b>V</b>

## **Abkürzungsverzeichnis**

# 1 Einleitung

## 1.1 Zweck des Geräts

Das vorliegende Gerät "*Hier den Namen des Geräts noch einfügen*" wurde im Rahmen eines Projektes, in Kooperation mit der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, in dem Modul Eingebettete Systeme der NORDAKADEMIE, von den Studenten Leyna Haardt, Anastasia Klat, Max Meteling, Nick Schröder und Malte Wendeler entwickelt. Der "*Hier den Namen des Geräts noch einfügen*" dient der präzisen und automatisierten Verdünnung von Proben in einem Chemielabor.

## 1.2 Zielgruppe der Anleitung

Diese Anleitung richtet sich an Laborpersonal und Techniker, die das Gerät bedienen, warten und gegebenenfalls reparieren müssen. Vorkenntnisse im Umgang mit Laborgeräten und grundlegende technische Kenntnisse sind von Vorteil.

## 1.3 Kurzbeschreibung des Systems

Das System besteht aus mehreren Hauptkomponenten, darunter ein mechanisches Gestell mit Achsen für die Bewegung eines Spritzkopfes, mehrere Pumpen zur Flüssigkeitsförderung, eine zentrale Steuerungseinheit zur Automatisierung der Prozesse, sowie eine grafische Oberfläche zur Bedienung des Geräts. Dadurch wird eine präzise, wiederholbare und zuverlässige Verdünnung von Proben ermöglicht.

*Kurze Zusammenfassung der wichtigsten Funktionen → Achsenbewegung, Pumpensteuerung, automatische Reinigung, Endschalter, Sicherheit*

# 2 Sicherheit

## 2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Der entwickelte Probenverdünner dient ausschließlich dem zuvor beschriebenen Zweck (subsection 1.1) der Verdünnung von Proben. Um zu prüfen, ob der "*Name des Geräts*" die Anforderungen der geplanten Verdünnung erfüllt, kann in Kapitel section 3 nachgeschaut werden. Zudem sollte das Gerät nur von ausgewiesenem Personal, welches entweder, durch das Lesen von diesem Dokuments oder durch eine Einweisung von bereits geschultem Personal, sich mit dem System vertraut gemacht hat. Das Technik des Geräts ist komplex und empfindlich und sollte daher nicht verändert werden. Sollten allerdings Fehler auftreten können diese, wie in subsection 6.3 beschrieben, behoben werden. Außer derjenige Fehler ist nicht in diesem Dokument behandelt, dann sollte sich an die Entwickler des Projektes gewendet werden(*Noch eine Möglichkeit zur Kontaktaufnahme angeben und hier referenzieren*). Es ist wichtig, dass die Bedienungsanleitung vor der Inbetriebnahme vollständig gelesen wird. Des Weiteren

ist das Gerät, nach den in section 8 beschriebenen Methoden zu überprüfen, warten und reinigen. Bei Schäden oder Fehlfunktionen ist das System sofort außer Betrieb zu nehmen. Betätigen Sie hierzu den Not-Aus-Knopf. Wie dieser zu bedienen ist folgt im nächsten Kapitel Elektrische Sicherheitshinweise.

- Nur für den vorgesehenen Zweck verwenden.
- Nur von geschultem Personal bedienen lassen.
- Vor der Inbetriebnahme Bedienungsanleitung vollständig lesen.
- Gerät nicht verändern oder umbauen.
- Gerät regelmäßig warten und überprüfen.
- Bei Schäden oder Fehlfunktionen Gerät sofort außer Betrieb - Bestimmungsgemäße Verwendung des Geräts erläutern nehmen und Fachpersonal informieren.

## 2.2 Elektrische Sicherheitshinweise

Der "Name des Geräts" wird über ein 230V Netzteil angeschlossen und mit Strom versorgt. Nahezu die komplette Elektronik des Geräts befindet sich auf der Unterseite der Bodenplatte (*hier Bild der offenen Unterseite einfügen*). Deswegen sollte dieser vorsichtig auf einem stabilen, und noch wichtiger, trockenem Untergrund platziert werden. Es sollte außerdem zu jeder Zeit darauf geachtet werden, dass keine Flüssigkeiten verschüttet werden; sowohl über, als auch neben dem Gerät, da dieses ,zusätzlich zu der offenen Elektronik, auch Löcher für die Kabel einiger Geräte in dem Boden hat.

Sollte es dazu kommen, dass der Probenverdünner im laufenden Betrieb auf einen unerwarteten Fehler stößt oder beschädigt wird, ist sofort der Not-Aus-Schalter zu tätigen (*hier Bild des Not-Aus-Schalters einfügen*). Nachdem dieser gedrückt wurde fährt sich sämtliche Elektronik des Geräts runter und alles bleibt dort stehen wo es ist. Um das Gerät nach dem Notfall wieder einzuschalten, muss der Not-Aus-Knopf einmal in die Richtung gedreht werden, die auf dem Knopf selber beschrieben ist. Danach sollte sich wie gewohnt die grafische Oberfläche öffnen. Dort findet man den Button **Reset**, durch welchen der Probenverdünner zurück an die Nullpositionen fährt. Bei Bedarf kann dann auch eine Reinigung initiiert werden oder Sie können die Proben dann entnehmen.

- Offene Elektronik auf Gerätunterseite
- Elektrisches Gerät → Vorsicht im Umgang mit Flüssigkeiten.
- Not-Aus Schalter vorhanden → Funktion und Position erläutern.

## 2.3 Mechanische Sicherheitshinweise

Aus Kostengründen mussten hinsichtlich der Mechanik an ein paar Stellen improvisiert werden. Dies führt zu wenigen Punkten die bei der Bedienung zu beachten sind. Beispielsweise wurden die Füße, sowie die Steckerhalter für Netzwerk und Strom 3D-gedruckt. Diese sind zwar stabil aber können bei unvorsichtiger Benutzung brechen. Sollte dies auftreten, können die nötigen Pläne, um diese erneut

zu drucken, unter folgendem Link gefunden werden *hier die 3D Drucke verlinken*. Es empfiehlt sich das Gerät nicht zu nutzen, solange die Teile noch nicht wieder ausgetauscht wurden. Leider ist der gewählte Motor, welcher den Hubtisch antreibt, nicht stark genug, um die Last der Proben zusammen mit den Widerständen, die durch das Gewinde und die Führstangen des Hubtisches entstehen, zu bewegen. Daher wurde ein Expandierseil mit Haken zur Unterstützung an dem Rahmen und dem Hubtisch befestigt.

Während des gesamten Durchlaufs darf nichts in dem *Namen des Geräts* landen. Insbesondere die Linearführung des Spritzkopfes birgt eine Quetschgefahr. Zudem ist der Probenverdünner nicht für hohe Lasten geeignet. Das Gerät sollte nicht als Ablage oder Stütze genutzt werden.

- Hubtisch → improvisierte Unterstützung
- Quetschgefahr → während des Betriebs nicht in den Gefahrenbereich greifen oder Gegenstände platzieren (Haare, Hände etc.)
- Füße des Geräts könnten brechen → Gerät nur auf ebenen, stabilen Untergrund stellen
- nicht dagegen lehnen oder abstützen
- *Position des Not-Aus Schalters beschreiben und Funktion erläutern.*
- *Funktionsweise des Not-Aus Schalters erklären (z.B. Stromzufuhr unterbrechen, Maschine sofort stoppen).*
- *Verhalten nach Betätigung des Not-Aus Schalters erläutern (z.B. Maschine erst wieder starten, wenn Gefahr beseitigt ist).*
- *Wiederinbetriebnahme nach Betätigung des Not-Aus Schalters beschreiben (z.B. Reset-Knopf drücken, Maschine neu starten).*

## 2.4 Chemische Sicherheitshinweise

Hinweise zum Betrieb im Laborumfeld geben.

- Material der Schläuche beachten
- Material der Spriten beachten
- Material der 3D-gedruckten Teile beachten

## 3 Technische Spezifikationen

### 3.1 Systemübersicht

Die folgenden Kapitel bieten einen Überblick über die Hauptkomponenten der Maschine, deren Funktion und ihre technischen Möglichkeiten.

### 3.1.1 Steuerungseinheit

Die gesamte Technik wird mithilfe von zwei Netzteilen, ein 12-Volt- und ein 24-Volt-Netzteil, mit Strom versorgt. Die werden wiederum über die Steckdose bestromt. An das 12 Volt Gerät ist wiederum ein Spannungswandler, welcher die passende Spannung von 5 Volt an den Raspberry Pi (Raspberry Pi 4 Model B) weiterleitet. Dieser fungiert als zentrale Steuerungseinheit. In ihm steckt eine SD Karte, auf der die Software gespeichert ist, welche die grafische Oberfläche erzeugt, sowie die Steuerungslogik, mit welcher die anderen Komponenten angesteuert werden. Eine dieser anderen Komponenten ist das Acht-Kanal-Relais, über welches die Pumpen einzeln oder zusammen angesteuert und auch hin und zurück pumpen können. Weiterhin sind an dem Pi die Driver der Stepper-Motoren und der Linearmotor selber angeschlossen.

**Hier sollte noch ein Bild eingefügt oder referenziert werden auf dem die Unterseite beschriftet zu sehen ist**

### 3.1.2 Linearantrieb

Im vorherigen Kapitel wurde ein Linearmotor erwähnt, dieser ist fest an dem Linearantrieb angebracht und sorgt dafür das der Spritzkopf in X-Richtung, entlang der großen Gewindestange, bewegt werden kann. Der Linearantrieb fährt mit einer Geschwindigkeit von *hier die Geschwindigkeit noch angeben*, und erreicht die gesetzten Positionen auf den Zehntelmilimeter genau.

**Hier sollte noch ein Bild eingefügt oder referenziert werden auf dem der Linearantrieb und ihr Motor zu sehen ist.**

### 3.1.3 Pumpen

Insgesamt werden in dieser Maschine fünf Pumpen verwendet, welche das Verdünnungsmittel mit einem maximalen Fehler von 0,5 % auf 10ml aufziehen. Wie gesagt werden diese über ein Relais angesteuert, sodass sie gleichzeitig pumpen. Allerdings gibt es minimale Zeitversetzungen zwischen den einzelnen Pumpen, um die gleiche Menge, somit wird jedoch die bestmögliche Genauigkeit erzeugt. An die Pumpen sind jeweils zwei Schläuche angeschlossen also insgesamt zehn. Fünf der Schläuche müssen vor Start des Programms in die Schockflasche gelegt werden, welche zu jeder Zeit einen Mindestfüllstand von 50 ml haben muss. Die anderen fünf sind an dem Spritzkopf befestigt.

**Hier sollte noch ein Bild eingefügt oder referenziert werden auf dem die Pumpen beschriftet zu sehen sind**

### 3.1.4 Spritzenkopf

Der Spritzenkopf ist an einem Aluprofil befestigt, welches zwischen zwei Linearführung befestigt ist. Er wird von dem Linearantrieb betrieben. An ihm sind dazu noch fünf Spritzen und Schläuche montiert, welche die Falcontubes befüllen. Die Spritzen werden über einen Steppermotor und einem 3D-gedrucktem Konstrukt gleichmäßig und gleichzeitig aufgezogen, sodass fünf Proben oder weniger



gleichzeitig befüllt oder entnommen werden können. Die Spritzen arbeiten mit einem maximalen Fehler von 3% auf 1 ml. Zuletzt ist an dem Spritzkopf noch eine Platte befestigt, welche am Ende einer Verdünnung die Falcontubes bedecken kann.

**Hier sollte noch ein Bild eingefügt oder referenziert werden auf dem der Spritzkopf beschriftet zu sehen ist**

### 3.1.5 Hubtisch

Auf dem Hubtisch befinden sich der Falcon-Tube-Ständer, ein Reinigungsbehälter, sowie ein Abfallbehälter. Im Normalfall würde dieser manuell über ein Gewinde betätigt werden. In dem Probenverdünner wird jedoch die Hoch-Runter-Bewegung über ein Stepper-Motor automatisiert und kann verschiedenen Positionen anfahren. Wie zuvor in subsection 2.3 erwähnt musste eine Expandierseil als Notlösung zur Unterstützung des Motors implementiert werden.

**Hier sollte noch ein Bild eingefügt oder referenziert werden auf dem der Hubtisch beschriftet zu sehen ist**

### 3.1.6 Technische Möglichkeiten

Der *Name des Geräts* ist in der Lage 15 Proben in 23 Minuten zu befüllen. Der maximale Verdünnungsfaktor beträgt 1/1000. In diesem Fall lassen sich fünf Proben verdünnen. Bei einem Verdünnungsfaktor von unter 1/100 lassen sich zehn verdünnte Proben befüllen und bei einem Verdünnungsfaktor von unter 1/10, 15. Alle Verdünnungsverhältnisse, die nicht vom Probenverdünner umgesetzt werden können, werden durch die Software abgefangen.

## 4 Softwarearchitektur

## 5 Ersteinrichtung & Inbetriebnahme

### 5.1 Mechanische Vorbereitung

Aufstellung

- Gerät auf ebenen, stabilen Untergrund stellen
- Platzbedarf beachten
- Orientierung des Geräts (Zugang zu Bedienelementen, Wartungspunkten) (Kontrolle beweglicher Teile)

Auf Sicherheitshinweise achten

## **5.2 Elektrische Inbetriebnahme**

Anschluss an die Stromversorgung

Anschlusskontrolle (Erdung, Absicherung)

Anschalter tätigen

## **5.3 Netzwerkeinrichtung**

LAN-Ersteinrichtung

ssh-Zugang

WLAN-Konfiguration (falls gewünscht) → Nicks Screenshots als Code einfügen

## **5.4 Software-Initialisierung**

Ersteinrichtung der Software

Erststart-Prozedur

# **6 Funktionsweise**

## **6.1 Grundprinzip der Probenverdünnung**

Erklärung des Verdünnungsprozesses

Was passiert grundsätzlich im

(Berechnung der Verdünnungsverhältnisse, Mischvorgang)

## **6.2 Ablauf eines Verdünnungsvorgangs**

Nach Eingabe der Daten, Platzierung der Proben ...

Schritt-für-Schritt Beschreibung des Ablaufs

Startposition anfahren

Initiale Reinigung

Verdünnungsschritt

Reinigungsschritte zwischendurch

Wiederholung bis gewünschte Menge erreicht ist

Endreinigung

Abschlussreinigung

Leeren der Schläuche und Spritzen

Abdeckung Ja/Nein?

Wenn Ja dann fertig

Wenn Nein können Proben manuell entnommen werden

Entnehmen der Schockflasche, falls nötig → dabei auf mögliche Reste in den Schläuchen achten

## **6.3 Fehlerfälle**

Typische Fehler und deren Auswirkungen auf den Ablauf

Beispiel: Probenbehälter leer, Achsenblockade

Reaktion des Systems auf Fehler

Hinweise zur Fehlerbehebung

# **7 Eingabe und Steuerung**

Beim Start des Geräts wird die Hauptsteuerungssoftware automatisch geladen und die grafische Benutzeroberfläche (GUI) angezeigt. Über diese Oberfläche können alle notwendigen Parameter für den Verdünnungsvorgang eingegeben und der Prozess gestartet werden.

## **7.1 API-Überblick**

Zweck der API

Kommunikationsprinzip

## **7.2 Eingabeparameter**

Anzahl der Proben

Volumen der Proben

Verdünnungsverhältnis

Startpositionen

# **8 Wartung und Reinigung**

- Schläuche gelegentlich mit Reinigungsflüssigkeit durchspülen
- Spritzen ggf. austauschen → Beschreibung wie und wo Ersatzteile zu bekommen sind und wie der Austausch funktioniert

- Gewinde des Spritzenkopfs, Linearführung und Hubtisch bei Bedarf reinigen und fetten
- Schockflaschen regelmäßig überprüfen und bei Bedarf austauschen
- Leeren und Reinigen des Abfallbehälters und Spritzenreinigungsbehälters

## **9 Außerbetriebnahme und Entsorgung**

optional

vielleicht interessanter Hinweis zur Entsorgung von elektronischen Bauteilen

## **10 Technische Dokumentation (Anhang)**

### **10.1 Schaltplan**

### **10.2 3D-Druck-Pläne**

### **10.3 Stückliste**

## Eigenständigkeitserklärung

Mit meiner Unterschrift versichere ich, dass ich die hier vorliegende Arbeit selbständig, ohne fremde Hilfe und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln verfasst habe und meine Angaben zu den verwendeten Quellen der Wahrheit entsprechen und vollständig sind. Alle Quellen, aus denen ich wörtlich oder sinngemäß übernommen habe, habe ich als solche gekennzeichnet. Darüber hinaus versichere ich,

dass ich sämtliche Teile der vorliegenden Arbeit, die unter Zuhilfenahme künstlicher Intelligenz (KI) generiert wurden, als solche gekennzeichnet habe und deren Entstehung in einer beigefügten Prozessdokumentation nachgewiesen habe. Ich habe zur Kenntnis genommen, dass zuwiderlaufendes

Verhalten als Täuschungsversuch gewertet wird und zu den in der geltenden Prüfungsverfahrensordnung genannten Konsequenzen führen wird.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

---

Ort, Datum

---

Unterschrift