

Magnetfilter



Frederik von Gunten

Elias Michel

Technik und Logistik

Meb21a

6.3.2024

Inhalt

| | |
|--------------------------------------|----|
| Einleitung..... | 3 |
| Ideensuche | 3 |
| Definition und Zielsetzung..... | 3 |
| Aufgaben | 4 |
| Projektplanung | 4 |
| Wer kann uns dabei unterstützen..... | 5 |
| Physikalische Grundlagen..... | 5 |
| Berechnungen | 6 |
| Konstruktion | 8 |
| Elektrischer Schaltkreis..... | 9 |
| Kosten..... | 12 |
| Reflexion..... | 12 |
| Quellenverzeichnis | 13 |
| Eigenständigkeitserklärung | 13 |

Einleitung

Zum Anfang erzählen wir Ihnen etwas zur Idee unseres Projekts und unserer Projektwahl.

Wie sie vielleicht wissen, arbeiten wir (Frederik, Elias) beide als Metallbauer im 3. Lehrjahr.

Dabei sind wir logischerweise dem Metallstaub ausgesetzt, welchen es nun mal gibt bei der Metallverarbeitung. Grundsätzlich kann unsere Nase Staub aus der Luft filtern, jedoch nicht allen.

Den Feinstaub, den es bei der Metallverarbeitung gibt, kann die Nase nur bis zu einer gewissen Menge und Grösse herausfiltern. Alles, was mehr und kleiner ist, gelangt in den Körper.

Deshalb hatten wir die Idee, ein Gerät zu konstruieren und zu bauen, welches den Feinstaubmetallstaub aus der Umgebungsluft filtert. Da solche Filter momentan entweder viel Strom verbrauchen und regelmässig gewartet werden müssen, entschieden wir uns, einen einfachen Filter zu bauen, welcher mit einem Elektromagneten funktioniert.

Wir waren motiviert dieses Projekt durchzuziehen, da es unserer Gesundheit helfen würde und wir weniger Verschmutzung in unserer Werkstatt haben würden. Und da der Feinstaub nicht nur in der Werkstatt bleibt, sondern auch ins Freie gelangt, dachten wir uns, dass es auch zum vorgegebenen Thema passt, nämlich dem Projekt Klimawerkstatt.

Es ist sicher auch im Interesse der Klimaschützer, dass weniger Feinstaub aus unseren Werkstätten in die Freiheit/Umgebungsluft gelangt und so die Luft verschmutzt.

Ideensuche

Zum Einen wollten wir die Energie des Lichtbogens weiterverwenden, jedoch war dies technisch zu anspruchsvoll. Wir überlegten uns aber auch, ob wir eine Halle begrünen sollten oder die Abwärme nutzen könnten. Wir hatten viele Ideen, welche zu aufwändig oder zu komplex waren. Wir entschieden uns schliesslich für ein Gerät, welches den Metallfeinstaub aus der Luft filtert.

Definition und Zielsetzung

In unserer Werkstatt liegt die Metallfeinstaubkonzentration von P.M 1 bei 63, bei P.M 2.5 bei 84 und bei P.M 10 bei 97 Mikrogramm/m³. Wir wollen auf einem Luftvolumen von 300m³ die Grenzwerte erreichen. Diese liegen bei P.M 2.5 bei 10 und bei P.M 10 bei 20 Mikrogramm/m³. Diese Reduktion von 80-90% wollen wir durch einen selbstgebauten Magnetfilter erreichen. Dieser Magnetfilter wollen wir speziell für die Abscheidung von Metallfeinstaub entwickeln und so den Energiebedarf möglichst geringhalten. Dies wollen wir bis am 6.März.2024 erreichen.

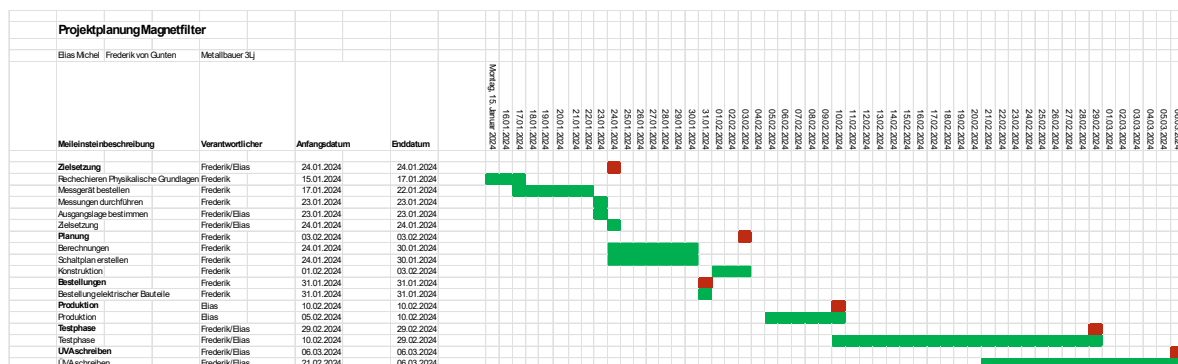
Aufgaben

Um einen Überblick zu bekommen welche Aufgaben wir erledigen müssen, um unser Ziel zu erreichen, haben wir die Aufgaben in einer Tabelle erfasst. So bekamen wir einen groben Überblick wie viel Zeit dieses Projekt in Anspruch nimmt.

| Aufgaben | Zeit/ Stunden |
|--|---------------|
| Physikalische Grundlagen recherchieren | 4h |
| Messgerät bestellen | 1h |
| Messungen durchführen | 1h |
| Ausgangslage bestimmen | 2h |
| Ziel Formulieren | 1h |
| Berechnungen des Magnetfilters | 10h |
| Schaltplan erstellen | 8h |
| Konstruktion Magnetfilter | 10h |
| Material bestellen | 3h |
| Produktion | 20h |
| Testen | 5h |
| ÜVA schreiben | 20h |
| Gesamtstunden | 85h |

Projektplanung

Um nun der grobe Zeitaufwand einzuteilen, habe wir einen Projektplan erstellt. In diesem ist ersichtlich, welche Aufgaben wir bis wann erledigt haben wollen. Dies gab uns einen Fahrplan und eine gewisse Sicherheit, dass wir gut in der Zeit waren. Zudem haben wir definiert, welchen Aufgabenbereichen wer übernimmt.



Wer kann uns dabei unterstützen

Wir haben den Fokus nicht auf das Fragen nach Hilfe gesetzt. Da wir dachten, dass der Zeitrahmen ziemlich kurz war, um noch mit Menschen Kontakt aufzunehmen, welche sich auf diesem Gebiet gut auskannten. Speziell bei der Berechnung des Magnetfeldes und dessen Erzeugung.

Im «Nachhinein» war dies sicherlich ein Fehler, dass ich (Frederik) niemanden über die Berechnungen des Magnetfeldes und dessen Erzeugung darüber schauen liess. Denn wie sich im Verlaufe des Projektes herausgestellt hatte, war das Magnetfeld zu schwach.

Physikalische Grundlagen

Durch die Erzeugung eines Magnetfeldes, werden ferromagnetische Stoffe magnetisiert und an eine Stahlplatte angezogen. Dadurch haften diese ferromagnetischen Stoffe an dem Magnetpol (Stahlplatte). Um diese ferromagnetischen Stoffe vom Magnetpol zu entfernen, muss man die Polarisation des Magnetfeldes ändern. Da ein ferromagnetischer Stoff nur eine bestimmte Magnetisierbarkeit erreichen kann, ist eine Obergrenze der Magnetischen Flussdichte gegeben. Was bedeutet, dass es auch eine Obergrenze der Kinetischen Energie gibt. Da durch eine zu hohe Kinetische Energie auch die Anziehungskraft des Magneten überwunden würde.

1. Die Luft mit ferromagnetischen Feinstaubpartikeln werden Richtung einer magnetischen Platte gezogen.
2. Durch die magnetische Anziehungskraft, welche von der magnetischen Platte auf die ferromagnetischen Feinstaubpartikel wirkt, werden die Feinstaubpartikel magnetisiert und haften an der Platte.
3. Der Luftstrom strömt mit einer gewissen kinetischen Energie um die magnetisierbare Platte herum. Diese kinetische Energie muss kleiner sein als die magnetische Kraft, welche die ferromagnetischen Feinstaubpartikel anzieht.
4. Wenn sich die Polarisation des Magnetfeldes umdreht, stossen sich die ferromagnetischen Feinstaubpartikel von der Platte ab.

Berechnungen

Berechnungen

Ausgangslage: Volumen = 300 m^3
 Zeit = 1 h

\dot{V} = Volumenstrom $\dot{V} = V:t$ $300 \text{ m}^3 \rightarrow 300'000 \text{ l}$
 V = Volumen $1 \text{ h} \rightarrow 3600 \text{ s}$
 t = Zeit $300'000 : 3600 = 83.3 \text{ l/s}$

Volumenstrom = 83.3 l/s

v = Strömungsgeschwindigkeit $v = \dot{V} : A$ $L = 0.25 \text{ m}$
 A = Querschnittsfläche $A = L \cdot B$ $B = 0.25 \text{ m}$
 L = Länge $0.25 \cdot 0.25 = 0.0625 \text{ m}^2$
 B = Breite $83.3 \text{ l/s} : 1000 = 0.0833 \text{ m}^3/\text{s}$
 $0.0833 : 0.0625 = 1.33 \text{ m/s}$

Strömungsgeschwindigkeit Luft = 1.33 m/s

Berechnungen des Magnetfilters

Ich (Frederik) habe die Strömungsgeschwindigkeit berechnet, um die kinetische Energie berechnen zu können. Jedoch fand ich keine Formel oder Rechnungsweg, welcher beschreibt, wie das Verhältnis von kinetischer Energie und der magnetischen Anziehungskraft ist. Aus diesem Grund konnten wir nur abschätzen, ob die kinetische Energie ($E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$) kleiner war als die magnetische Anziehungskraft.

Bei den Berechnungen der magnetischen Flussdichte, gab es einen kleinen, aber wichtigen Unterschied, in der Interpretation der Formel. Die Länge L , war nicht auf die Spulenlänge (so wie in der Skizze gezeigt) sondern auf die Gesamtlänge des Leiters bezogen. Dieser kleine Unterschied lies mich (Frederik) zu einem komplett anderen Ergebnis der Magnetischen Flussdichte kommen. Dadurch wurde der ganze Magnet viel zu schwach.

Berechnungen Magnet:

Ausgangslage: 12 V DC

max. Sättigungsmagnetisierung = 1-2 Tesla bei Stahl

Falsche Rechnung

$$B = \mu \cdot I \cdot \frac{N}{L}$$

B = Magnetische Flussdichte

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_1$$

μ = Permeabilität

$$\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6}$$

I = Stromstärke

$$\mu_1 = 5000$$

$$1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 5000 = 0,00625$$

N = Windungszahl

$$\mu = 0,00625$$

L = Spulenlänge

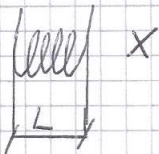
$$I = 0,3 \text{ A}$$

μ_0 = magnetische Permeabilität

$$N = 50$$

μ_1 = relative Permeabilität

$$L = 0,05 \text{ m}$$



$$0,00625 \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{50}{0,05}\right) = 1,875 \text{ T}$$

Magnetische Flussdichte = 1,875 T (Tesla)

Richtige Rechnung

L = Leiterlänge

$$\mu = 0,00625$$

$$L = \text{Umkreis} \cdot N$$

$$I = 0,3 \text{ A}$$

$$\text{Umkreis} = d \cdot \pi$$

$$N = 50$$

$$d = 0,16 \text{ m}$$

$$L = 25$$

$$0,16 \cdot \pi = 0,5 \text{ m}$$

$$0,5 \cdot 50 = 25 \text{ m}$$

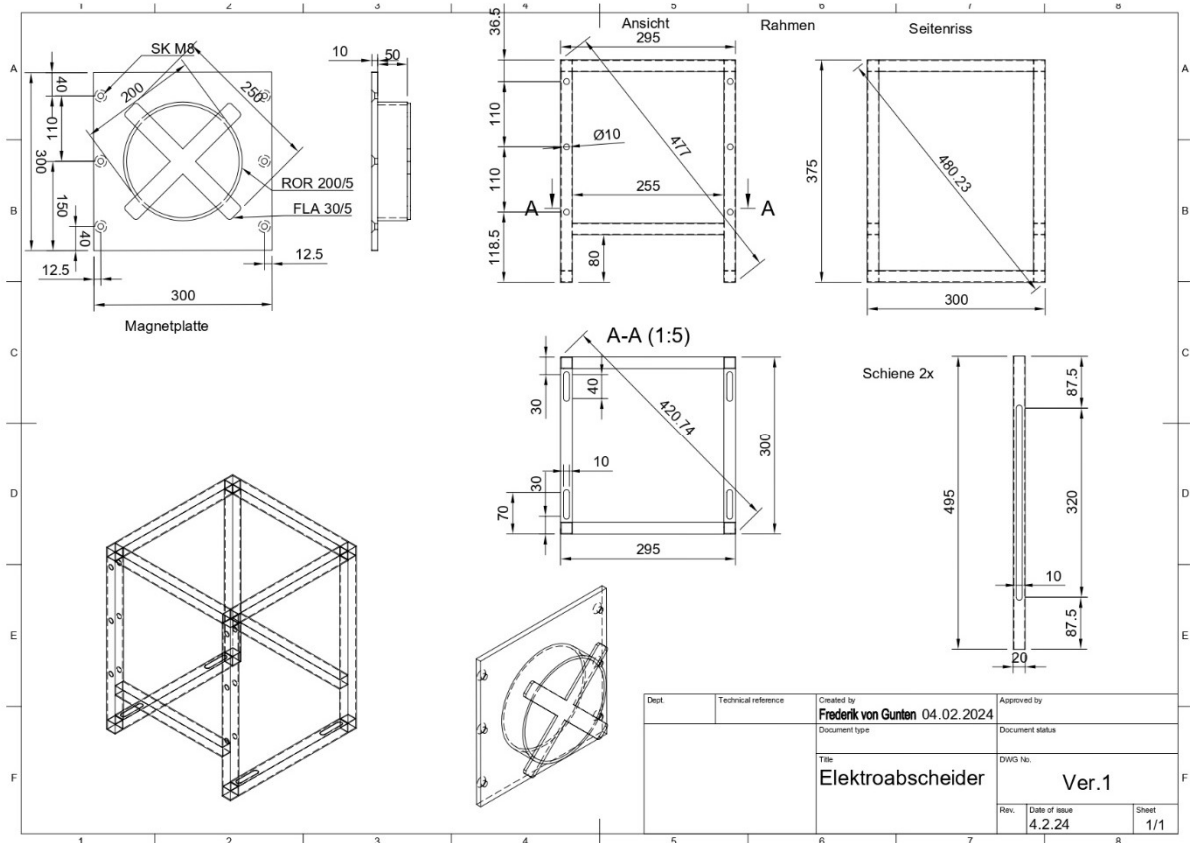
$$0,00625 \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{50}{25}\right) = 0,00375 \text{ T}$$

wirkliche Magnetfeld-Flussdichte = 0,00375 T

Berechnungen des Magnetfilters

Konstruktion

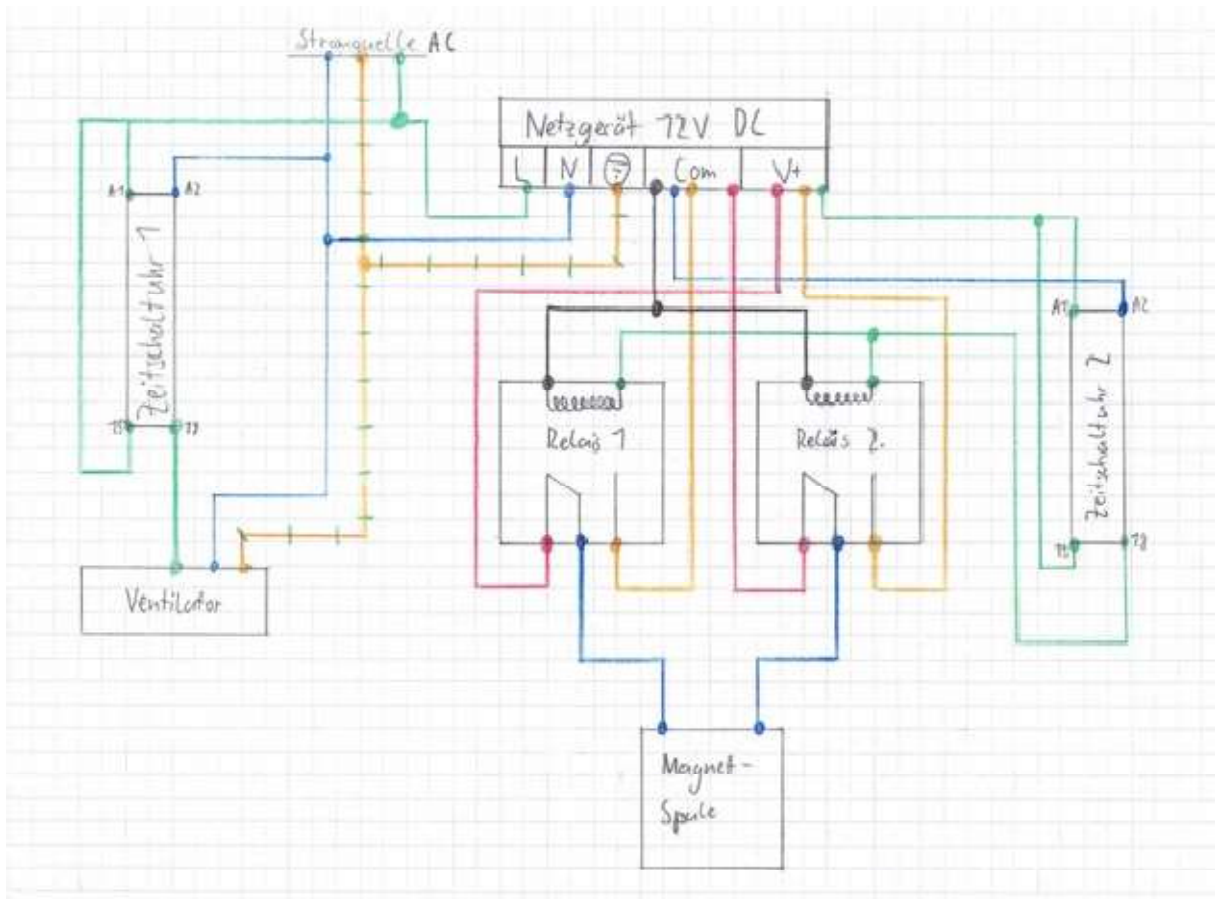
Mit den Berechnungen als Ausgangslage konnte ich (Frederik) mich an die Konstruktion machen. Ich nutzte das Zeichnungsprogramm Fusion 360 von Autodesk. Ich begann beim Kern unseres Projekts, der Magnetplatte. Anschliessend arbeitete ich mich nach aussen. Was das Zeichnen des Rahmens und des Blechkastens vom Magnetfilter bedeutet.



Konstruktionszeichnung Magnetfilter

Elektrischer Schaltkreis

Um den Magnetfilter betreiben zu können, sind einige elektrische Vorgänge nötig. Zum Einen muss der Ventilator mit Strom versorgt werden. Zum Andern brauchen wir Strom, um den Elektromagnet zu betreiben und zu steuern.



Elektrischer Schaltkreis von unserem Magnetfilter

Stromquelle AC → Strom aus der Steckdose, Wechselstrom.

Zeitschaltuhr 1 → Zeitschaltuhr, welche den Ventilator steuert und mit Strom versorgt.

Zeitschaltuhr 2 → Zeitschaltuhr, welche die Relais steuert und mit Strom versorgt.

Ventilator → Stromverbraucher, welcher von der Zeitschaltuhr 1 versorgt wird, dieser dient dazu, die Strömung im Magnetfilter zu erzeugen und aufrecht zu erhalten.

Netzgerät → Gerät, welches den Strom von 230Volt AC in 12Volt DC umwandelt.

AC=Wechselstrom, DC=Gleichstrom, Volt=Spannung

Magnetspule → elektrisch betriebener Magnet, welcher den Metallstaub anzieht.

Relais 1 → speist die Magnetspule, wenn die Zeitschaltuhr das Relais mit Stromimpulsen versorgt.
Ein Relais ist ein elektrisch gesteuerter Umlegeschalter.

Relais 2 → speist die Magnetspule, wenn die Zeitschaltuhr keine Stromimpulse von sich gibt.

Der Stromkreis startet bei der Stromquelle. Diese Stromquelle hat eine Spannung von 230 Volt Wechselstrom (AC). Wechselstrom ist eine von zwei Stromarten. (später genauer beschrieben.) Die Erdung (Gelb/Grünes Kabel) dient zur Absicherung, damit man keinen Stromschlag bekommt, wenn etwas nicht stimmt mit der Verkabelung oder ein Kabel den Gehäuserahmen berührt. Die Erdung wird direkt am Ventilator und an den entsprechenden Kontakt am Netzgerät angeschlossen.

Der Stromleiter L (Grün) wird an die Zeitschaltuhr 1 angehängt und an den entsprechenden Kontakt am Netzgerät. Bei der Zeitschaltuhr wird L an den Kontakten A1 und 15 angehängt. Der Kontakt A1 dient zur Stromversorgung der Zeitschaltuhr, sodass diese funktioniert.

Der Kontakt 15 wird über den Kontakt 18 weitergeleitet, sobald die Zeitschaltuhr dies zulässt.

Vom Kontakt 18 geht L weiter zum Ventilator und versorgt diesen mit Strom, damit dieser funktionieren kann. Der Stromleiter N (Blau) wird bei der Zeitschaltuhr an den Kontakt A2 angehängt, sodass der verbrauchte Strom der Zeitschaltuhr wieder zurückfließen kann.

Weiter wird N an den entsprechenden Kontakt beim Netzgerät angehängt und wird auch an den Ventilator angeschlossen, sodass auch dort der verbrauchte Strom zurückfließen kann.

Nun sind alle Kabel verlegt, durch welche 230 Volt AC fließt.

Weiter geht es mit 12 Volt DC. Hiervon geht der Pluspol (Grün) zur Zeitschaltuhr 2 an die Kontakte A1 und 15. Diese dienen dem gleichen Zweck, wie bei der Zeitschaltuhr 1.

Ebenfalls geht ein Minuspol (Blau) vom Netzgerät zur Zeitschaltuhr 2, welcher den verbrauchten Strom von der Zeitschaltuhr 2 zurück zum Netzgerät leitet.

Danach leitet der Pluspol den Strom vom Kontakt 18 (Zeitschaltuhr 2) weiter an die Relais 1 und 2. Diese verwenden den Strom, um die Umlegespule zu bedienen, welche die Schalter in den Relais umlegt. Von der Umlegespule führt dann ein Minuspol (hier schwarz eingezeichnet) zurück zum Netzgerät.

Wenn Relais 1 Stromimpulse von der Zeitschaltuhr bekommt, leitet es den Strom über die Magnetspule zu Relais 2, welches den Strom wieder zurück zum Netzgerät leitet.

Bekommt Relais 2 Strom, so leitet es den Strom über die Magnetspule zu Relais 1, welches den Strom wieder zum Netzgerät leitet.

Wechselstrom/Gleichstrom

Dies sind die zwei Stromarten, welche es in unserem Stromsystem gibt.

Wechselstrom ist die häufigere verwendete Stromart. Hierbei geht der Strom sehr schnell im Kabel hin und her, die Elektronen wechseln immer wieder ihre Richtung. Die Stromart Wechselstrom heisst so, weil wie eben gesagt, die Elektronen sehr schnell hin und her springen, also die Richtung wechseln.

Gleichstrom fliesst im Gegensatz zum Wechselstrom sehr gleichmässig, je nach Einstellung immer gleich viel und mit gleicher Spannung. Daher kommt auch der Name «Gleichstrom».



Fertiger Magnetfilter



Elektrische Bauteile des Magnetfilters

Kosten

| Name | Eigenschaften | Anzahl | Preis |
|---------------------|---------------------------|--------|---------|
| Schaltnetzteil | 230VAC zu 12VDC 240W | 1 | 21 EUR |
| Zeitschaltuhr | Digital 12VDC | 1 | 17 EUR |
| Zeitschaltuhr | Analog 230VAC | 1 | 17 EUR |
| Wechselrelais | 12VDC | 2 | 23 EUR |
| Ventilator | 230VAC | 1 | 118 EUR |
| Zeitschaltuhr | Analog 12VDC | 1 | 17 EUR |
| Feinstaub Messgerät | P.M 10, P.M 2.5 und P.M 1 | 1 | 69 CHF |
| Material | Stahl/ALU/CrNiSt | | 143 CHF |
| | | | |
| Total Kosten | EUR/CHF 0.9577 | | 416 CHF |

Reflexion

Reflexion von Elias Michel:

Da dieser Magnetfilter vielen Handwerkern und auch mir dienen kann, damit man nicht so viel Staub einatmet, war ich motiviert und gewillt, dieses Projekt durchzuziehen.

Es ist zwar nicht meine Art von Werkstattprojekten, ich mache lieber Aufträge, wo ich etwas reparieren kann oder ein vorgegebenes Teil konstruieren/herstellen kann. Da Frederik, aber Erfahrung hat im Erfinden von neuen Sachen, funktionierte es meiner Meinung nach sehr gut bei der Planung, Herstellung und Ausführung. Wir waren ein gutes Team, haben uns super verstanden und konnten beide unsere Ideen einbringen.

Reflexion von Frederik von Gunten:

Meine Hauptmotivation war das Gesundheitsrisiko durch den Metallfeinstaub zu senken.

Wir haben uns ein sehr hohes Ziel gesetzt. bezogen auf die verfügbare Zeit. Wir haben leider unser Ziel, die Metallfeinstaubkonzentration der Luft um ca.80-90% zu senken nicht erreicht. Dies liegt vor allem daran, dass wir zu wenig finanzielle Ressourcen hatten. Zudem reichte uns die Zeit nicht, um eine kostengünstige Alternative zu bauen.

Ich bin absolut stolz auf unseren Fortschritt, welcher wir in verschiedenen Bereichen (Elektronik, Magnetismus, Planung und Teamarbeit) gemacht haben. Elias und ich waren ein super Team, und schaue mit voller Zuversicht auf die gemeinsame VA.

Bei der VA wollen wir die Berechnungen und Planung von einer externen Person überprüfen lassen. Um das Risiko von übersehen oder falsch interpretierten Informationen/Fakten zu vermindern. So, dass wir zeitlich weniger Risiko eingehen.

Quellenverzeichnis

Online:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrofilter>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnet>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Schaltzeichen_\(Elektrik/Elektronik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Schaltzeichen_(Elektrik/Elektronik))

[https://de.wikipedia.org/wiki/Magnet#:~:text=Ein%20Magnet%20\(von%20mittelhochdeutsch%20magnete,ein%20grundlegendes%20Naturph%C3%A4nomen%20-%20oder%20Magnetismus.](https://de.wikipedia.org/wiki/Magnet#:~:text=Ein%20Magnet%20(von%20mittelhochdeutsch%20magnete,ein%20grundlegendes%20Naturph%C3%A4nomen%20-%20oder%20Magnetismus.)

https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrisches_Bauelement

<https://www.youtube.com/watch?v=EOCwQ6xeUxc&t=361s>

ChatGPT von OpenAI

Bücher:

Brandenberger: Formeln und Tabellen Metall

Eigenständigkeitserklärung

Eigenständigkeitserklärung Übungsvertiefungsarbeit

Wir erklären hiermit, dass wir diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen verwendet haben, auch die Verwendung von KI-Tools haben wir lückenlos deklariert. Alle Texte und Bilder stammen von uns, sofern nicht anders gekennzeichnet ist.

Weiter bestätigen wir, dass diese Arbeit nicht ganz oder teilweise bereits in einer anderen schriftlichen Arbeit bearbeitet oder anderswo veröffentlicht wurde.

Frederik von Gunten:

Elias Michel:

Datum:

Datum: