

Prüfbericht Luftdichtheit eines Luftkanals durch das Einbringen von Verdrängerschrauben

gültig für

Dünnschraube DBS 4,2x13 mm

Dieses Dokument der MÜPRO dient nur zur Information und unterliegt nicht dem Änderungsdienst.
Der gesamte Inhalt darf für werbliche oder andere Zwecke nur nach Genehmigung durch die MÜPRO verwendet werden.
Alle Rechte und Änderungen vorbehalten.

Prüfbericht

Überprüfung der Beeinflussung der Luftdichtheit
eines Luftkanals durch das Einbringen von
Verdrängerschrauben

Dünublechschrauben DBS 4,2x13

Prüfgegenstand

MÜPRO Services GmbH

Auftraggeber

M.78.11.386

Prüfungsnummer

Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e.V.

Prüfstelle

Dortmund, den 18.01.2023

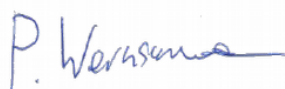
Ausgabeort und -datum

Unterschriften



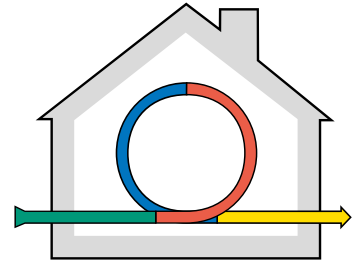
K. Kamphausen


Verfasser




P. Wernsmann


stellv. Prüfstellenleiter





 TZWL e. V.
Ernst-Mehlich Str. 4a
44141 Dortmund


 info@tzwl.de


 +49 (0)231 53477-0

 +49 (0)231 53477-109

 www.tzwl.de

 Vorstand
Vors. Dr.-Ing. M. Gringel
Stellv. Vors. Dipl.-Ing. (FH) T. Özbiyik
Stellv. Vors. Prof. Dr.-Ing. U. Hahn
Dipl.-Bew. (FH) J. Köntopp

 Sitz des Vereins:
Dortmund, eingetragen beim
Amtsgericht Dortmund,
Register-Nr. VR 5236
Steuer-Nr. 317 5940 3514
USt.-IdNr. DE 2094 29304

 Die auszugsweise Wiedergabe
des Dokumentes und die
Verwendung zu Werbezwecken
bedürfen der schriftlichen
Genehmigung des
Europäischen Testzentrums für
Wohnungslüftungsgeräte e.V.

Die Prüfergebnisse beziehen sich
ausschließlich auf die angegebene
Seriennummer

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 Auftrag..... | 3 |
| 1.1 Auftraggeber..... | 3 |
| 1.2 Prüfstelle..... | 3 |
| 1.3 Prüfgegenstand..... | 3 |
| 2 Prüfung..... | 5 |
| 2.1 Prüfaufbau..... | 6 |
| 3 Durchführung der Prüfung..... | 7 |
| 4 Ergebnis der Prüfung..... | 9 |
| 5 Zusammenfassung..... | 10 |
| 6 Anhang..... | 11 |
| 6.1 Technische Daten des Dichtheitsprüfgerätes..... | 12 |
| 6.2 Fotodokumentation..... | 13 |

1 Auftrag

Eine Prüfung der Dichtheit eines Luftkanals soll nachweisen, inwieweit in den Kanal eingebrachte Dünublechschrauben die Dichtheit des Luftkanals beeinträchtigen.

Die Prüfungen werden mit folgenden Schrauben durchgeführt.

Dünublechschrauben DBS 4,2x13

Nach dem Einbringen der Schrauben in den Luftkanal werden diese mit einem definierten Drehmoment von 1,5 Nm angezogen. Hierfür wurde ein kalibrierter Drehmomentschlüssel des Auftraggebers verwendet. Siehe Abbildung 6.1. Das Drehmoment ist eine Vorgabe des Auftraggebers und wird von diesem in den Produktunterlagen empfohlen.

1.1 Auftraggeber

Auftraggeber: MÜPRO Services GmbH
Borsigstraße 14
65205 Wiesbaden

Ansprechpartner: Herr Dr. Udo Eping
Telefon: +49 6122 808 234

1.2 Prüfstelle

Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte e.V.
Ernst-Mehlich-Str. 4a
44141 Dortmund
Deutschland

1.3 Prüfgegenstand

Dünublechschraube
4,2 mm x 2,82 mm x 13 mm

Eingangsdatum: 17.11.2022
Prüfzeitraum: 12.01.2023 bis 13.01.2023



Abbildung 1.1: Dünnschrauben DBS 4,2x13

2 Prüfung

Die Prüfung findet in Anlehnung an die DIN EN 12237:2003 bei einem Überdruck von 2.000 Pa im Luftkanal statt. 2.000 Pa entspricht hierbei dem Grenzwert der Dichtheitsklassen C und D aus der DIN EN 12237:2003.

Abweichend von der Norm wurde die Unterdruckmessung auch bei -2.000 Pa durchgeführt.

Tabelle 2.1: Klassifizierung von Luftleitungen nach DIN EN 12237:2003

| Luftdichtheits- klassen | Grenzwert des statischen Drucks (p_s) in Pa | | Grenzwert der Luftleckrate (f_{max}) in $m^3 \times s^{-1} \cdot m^{-2}$ |
|---|---|---------|--|
| | Positiv | Negativ | |
| A | 500 | 500 | $0,027 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$ |
| B | 1.000 | 750 | $0,009 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$ |
| C | 2.000 | 750 | $0,003 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$ |
| D ^a | 2.000 | 750 | $0,001 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$ |
| ^a Luftleitungssystem für besondere Anwendungen | | | |

2.1 Prüfaufbau

Die Bestimmung der Leckage wurde mit Hilfe des Dichtheitprüfgerätes „DP 700“ der Firma „Wöhler“ durchgeführt. Hierzu wurden die Luftein- und -austrittsöffnungen des Luftkanals möglichst luftdicht verschlossen. Der für die Prüfung erforderliche Druck wurde vom Dichtheitsprüfgerät erzeugt und selbstregelnd aufrecht erhalten. Der zur Erzeugung des Prüfdruckes erforderliche Luftvolumenstrom wird gleichzeitig vom Dichtheitsprüfgerät aufgezeichnet. Dieser Volumenstrom entspricht der Leckage des Luftkanals.

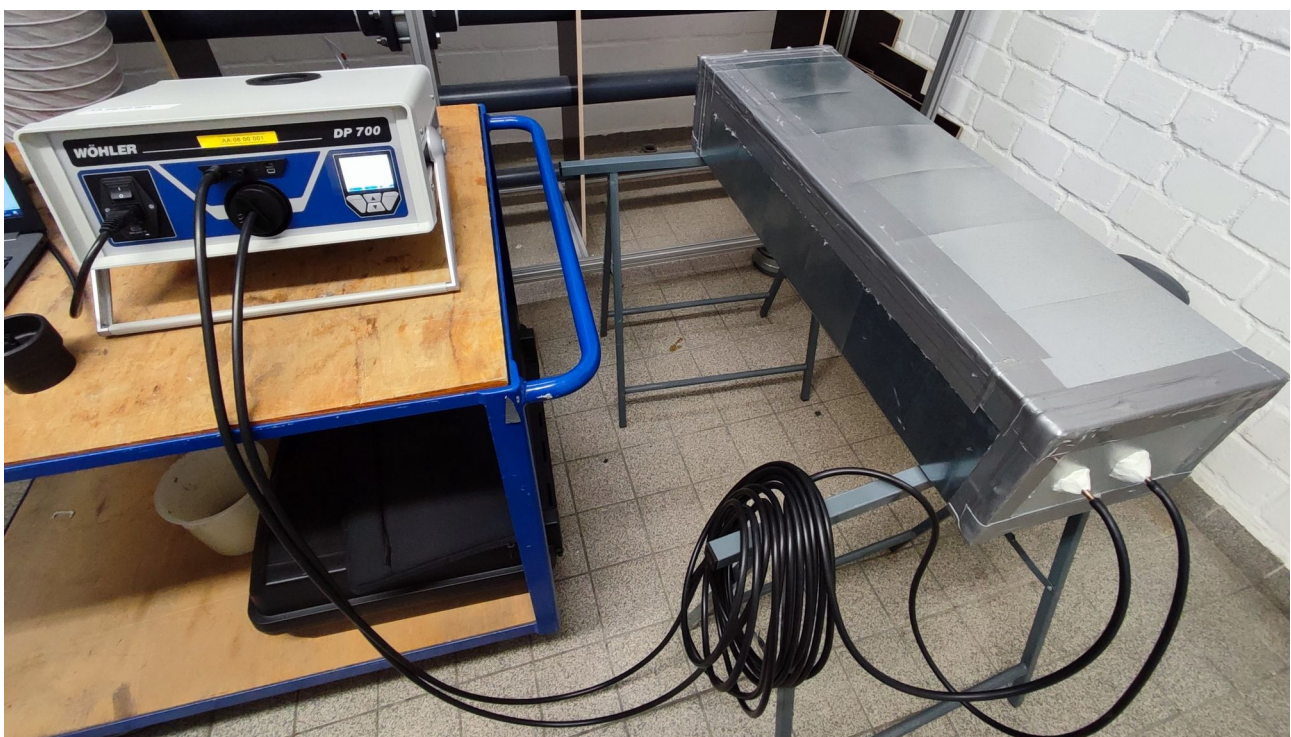


Abbildung 2.1: Prüfaufbau

3 Durchführung der Prüfung

Um einen Referenzwert zu erhalten, wurde die Dichtheitsprüfung eines Luftkanals ohne eingebrachte Schrauben durchgeführt. Aufbau siehe Abbildung 6.2

Tabelle 3.1: Leckagewerte für die Referenzprüfung **ohne** Schrauben im Luftkanal

| Druck | Leckage | | Messunsicherheit | |
|-------|---------|--------|------------------|---------------------|
| | [Pa] | [l/s] | [l/s] | [m ³ /h] |
| -2000 | 0,0309 | 0,1111 | 0,0015 | 0,0056 |
| -1000 | 0,0218 | 0,0786 | 0,0011 | 0,0039 |
| -400 | 0,0128 | 0,0462 | 0,0009 | 0,0032 |
| 400 | 0,0162 | 0,0584 | 0,0009 | 0,0032 |
| 1000 | 0,0265 | 0,0955 | 0,0013 | 0,0048 |
| 2000 | 0,0463 | 0,1668 | 0,0023 | 0,0083 |

Nachfolgend wurden in den Luftkanal Schrauben in einem 10*10 cm Raster eingebracht. Die Schrauben wurden nach Ankönnen des Bleches direkt in den Kanal geschraubt und mit einem Drehoment von 1,5 Nm angezogen. Es wurden keine Löcher vorgebohrt.

Im Abschnitt 4 Ergebnisse, wurden von den bei dieser Messung erhobenen Messwerten die Leckagewerte der Referenzprüfung ohne eingebrachte Schrauben subtrahiert um die durch das Einbringen der Schrauben hervorgerufenen Leckagen zu ermitteln.

Begonnen wurde mit einer einzelnen Schraube in der Mitte des 10x10cm-Rasters, siehe Abbildung 6.3.

Tabelle 3.2: Leckagewerte für die Prüfung **mit einer** Schraube

| Druck | Leckage | | Messunsicherheit | |
|-------|---------|--------|------------------|---------------------|
| | [Pa] | [l/s] | [l/s] | [m ³ /h] |
| -2000 | 0,0561 | 0,2018 | 0,0028 | 0,0101 |
| -1000 | 0,0330 | 0,1187 | 0,0016 | 0,0059 |
| -400 | 0,0197 | 0,0710 | 0,0010 | 0,0036 |
| 400 | 0,0225 | 0,0811 | 0,0011 | 0,0041 |
| 1000 | 0,0414 | 0,1489 | 0,0021 | 0,0074 |
| 2000 | 0,0624 | 0,2246 | 0,0031 | 0,0112 |

Im nächsten Schritt wurden in das 10x10 cm-Raster 5 Schrauben eingebracht.
Siehe Abbildung 6.4.

Tabelle 3.3: Leckagewerte für die Prüfung **mit 5** Schrauben

| Druck | Leckage | | Messunsicherheit | |
|-------|---------|--------|---------------------|--------|
| | [Pa] | [l/s] | [m ³ /h] | [l/s] |
| -2000 | 0,0872 | 0,3139 | 0,0044 | 0,0157 |
| -1000 | 0,0563 | 0,2028 | 0,0028 | 0,0101 |
| -400 | 0,0308 | 0,1108 | 0,0015 | 0,0055 |
| 400 | 0,0311 | 0,1118 | 0,0016 | 0,0056 |
| 1000 | 0,0610 | 0,2196 | 0,0031 | 0,0110 |
| 2000 | 0,0932 | 0,3355 | 0,0047 | 0,0168 |

Bei der letzten Messreihe wurden in das 10x10 cm-Raster 25 Schrauben eingebracht.
Siehe Abbildung 6.5

Tabelle 3.4: Leckagewerte für die Prüfung **mit 25** Schrauben

| Druck | Leckage | | Messunsicherheit | |
|-------|---------|--------|---------------------|--------|
| | [Pa] | [l/s] | [m ³ /h] | [l/s] |
| -2000 | 0,3700 | 1,3320 | 0,0185 | 0,0666 |
| -1000 | 0,1702 | 0,6128 | 0,0085 | 0,0306 |
| -400 | 0,0937 | 0,3373 | 0,0047 | 0,0169 |
| 400 | 0,0944 | 0,3397 | 0,0047 | 0,0170 |
| 1000 | 0,1756 | 0,6322 | 0,0088 | 0,0316 |
| 2000 | 0,3633 | 1,3080 | 0,0182 | 0,0654 |

4 Ergebnis der Prüfung

Tabelle 4.1: Leckagewerte **mit einer** Schraube

| Druck | Leckage (Differenz zum Referenzwert) | | Messunsicherheit | |
|-------|---|-------|------------------|-------|
| | [Pa] | [l/s] | [m³/h] | [l/s] |
| -2000 | 0,025 | 0,091 | 0,004 | 0,016 |
| -1000 | 0,011 | 0,040 | 0,003 | 0,010 |
| -400 | 0,007 | 0,025 | 0,002 | 0,007 |
| 400 | 0,006 | 0,023 | 0,002 | 0,007 |
| 1000 | 0,015 | 0,053 | 0,003 | 0,012 |
| 2000 | 0,016 | 0,058 | 0,005 | 0,020 |

Tabelle 4.2: Leckagewerte **mit 5** Schrauben

| Druck | Leckage (Differenz zum Referenzwert) | | Messunsicherheit | |
|-------|---|-------|------------------|-------|
| | [Pa] | [l/s] | [m³/h] | [l/s] |
| -2000 | 0,056 | 0,203 | 0,006 | 0,021 |
| -1000 | 0,035 | 0,124 | 0,004 | 0,014 |
| -400 | 0,018 | 0,065 | 0,002 | 0,009 |
| 400 | 0,015 | 0,053 | 0,002 | 0,009 |
| 1000 | 0,034 | 0,124 | 0,004 | 0,016 |
| 2000 | 0,047 | 0,169 | 0,007 | 0,025 |

Tabelle 4.3: Leckagewerte **mit 25** Schrauben

| Druck | Leckage (Differenz zum Referenzwert) | | Messunsicherheit | |
|-------|---|-------|------------------|-------|
| | [Pa] | [l/s] | [m³/h] | [l/s] |
| -2000 | 0,339 | 1,221 | 0,020 | 0,072 |
| -1000 | 0,148 | 0,534 | 0,010 | 0,035 |
| -400 | 0,081 | 0,291 | 0,006 | 0,020 |
| 400 | 0,078 | 0,281 | 0,006 | 0,020 |
| 1000 | 0,149 | 0,537 | 0,010 | 0,036 |
| 2000 | 0,317 | 1,141 | 0,020 | 0,074 |

5 Zusammenfassung

Die höchsten Leckagen aus allen Messungen traten bei der Messung des Luftkanals mit 25 eingebrachten Schrauben. Diese beliefen sich auf einen maximalen Leckvolumenstrom von 1,221 m³/h. Hierbei betrug die Messunsicherheit des Dichtheitsprüfgerätes 0,072 m³/h.

Da bei allen durchgeführten Messungen die maximale Luftleckrate weniger als $4,19556788 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1} \times \text{m}^{-2}$ betrug, können alle Prüfgegenstände, so wie sie vermessen wurden, in die Luftdichtheitsklasse C der DIN EN 12237:2003 einkategorisiert werden.

Bei den durchgeführten Prüfungen mit bis zu 5 eingebrachten Schrauben betrug die die maximale Luftleckrate insgesamt weniger als $1,398522627 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1} \times \text{m}^{-2}$. Somit kann ein Luftkanal mit bis zu 5 eingebrachten Schrauben noch in die Luftdichtheitsklasse D der DIN EN 12237:2003 einkategorisiert werden.

Insgesamt kann also festgestellt werden, dass durch das Einbringen der Schrauben Leckagen verursacht werden, die deutlich über die Messunsicherheit des verwendeten Dichtheitsprüfgerätes Wöhler DP 700 hinausgehen. Die auftretenden Leckagen summieren sich durch das Einbringen weiterer Schrauben. Bei 25 in den Luftkanal eingebrachten Schrauben wird die Anforderung für die höchste Dichtheitsklasse D (Luftleitungssystem für besondere Anwendungen) nicht mehr erfüllt und es muss hier in die in die Dichtheitsklasse C eingeordnet werden. Bei den Messungen mit bis zu 5 eingebrachten Schrauben wird die Dichtheitsklasse D erfüllt.

Schlussfolgernd muss auch berücksichtigt werden, dass das Einbringen von mehr als 25 Schrauben die Dichtheit des Luftkanals weiter beeinträchtigen wird und dies somit auch eine Herabstufung der Dichtheitsklasse zur Folge hätte.

6 Anhang

Anhangverzeichnis

| | |
|---|----|
| 6.1 Technische Daten des Dichtheitsprüfgerätes..... | 12 |
| 6.2 Fotodokumentation..... | 13 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---------------------------------|----|
| Tabelle 6.1: Geräteangaben..... | 12 |
| Tabelle 6.2: Druck-Messung..... | 12 |
| Tabelle 6.3: Volumenstrom..... | 12 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1.1: Dünnblechschrauben DBS 4,2x13..... | 4 |
| Abbildung 2.1: Prüfaufbau..... | 6 |
| Abbildung 6.1: Kalibrierter Drehmomentschlüssel..... | 13 |
| Abbildung 6.2: Raster ohne Schrauben..... | 13 |
| Abbildung 6.3: Raster mit einer eingebrachten Schraube..... | 14 |
| Abbildung 6.4: Raster mit 5 eingebrachten Schrauben..... | 14 |
| Abbildung 6.5: Raster mit 25 eingebrachten Schrauben..... | 15 |

6.1 Technische Daten des Dichtheitsprüfgerätes

Tabelle 6.1: Geräteangaben

| | |
|----------------------|-------------------|
| Fabrikat: | Wöhler DP 700 |
| Seriennummer: | 5044 |
| Spannungsversorgung: | 230V, 50 bis 60Hz |
| Stromaufnahme: | Max. 9 A |
| Arbeitstemperatur: | 5°C bis 40°C |
| Lagertemperatur: | -20°C bis 50°C |
| Maße: | 33 x 36 x 15 cm |
| Gewicht: | 9,5 kg |

Tabelle 6.2: Druck-Messung

| | |
|--------------|--|
| Messprinzip: | Piezo-resistiver Halbleiter-Sensor |
| Messbereich: | ± 7000 Pa |
| Auflösung: | 0,1 Pa bis ± 900 Pa, danach 1 Pa |
| Genauigkeit: | $\pm 0,5$ Pa oder $\pm 2,5\%$ v.M., je nachdem, welcher Wert größer ist |

Tabelle 6.3: Volumenstrom

| | |
|--------------|--|
| Messprinzip: | Heißfilm-Anemometer |
| Messbereich: | 0,0000 bis 55,00 l/s |
| Auflösung: | 0,0001 l/s bis 0,3000 l/s, 0,001 l/s bis 3,000 l/s 0,01 l/s ab 3,00 l/s |
| Genauigkeit: | $\pm 0,0009$ l/s oder $\pm 5\%$ vom Messwert, je nachdem, welcher Wert größer ist |

6.2 Fotodokumentation



Abbildung 6.1: Kalibrierter Drehmomentschlüssel

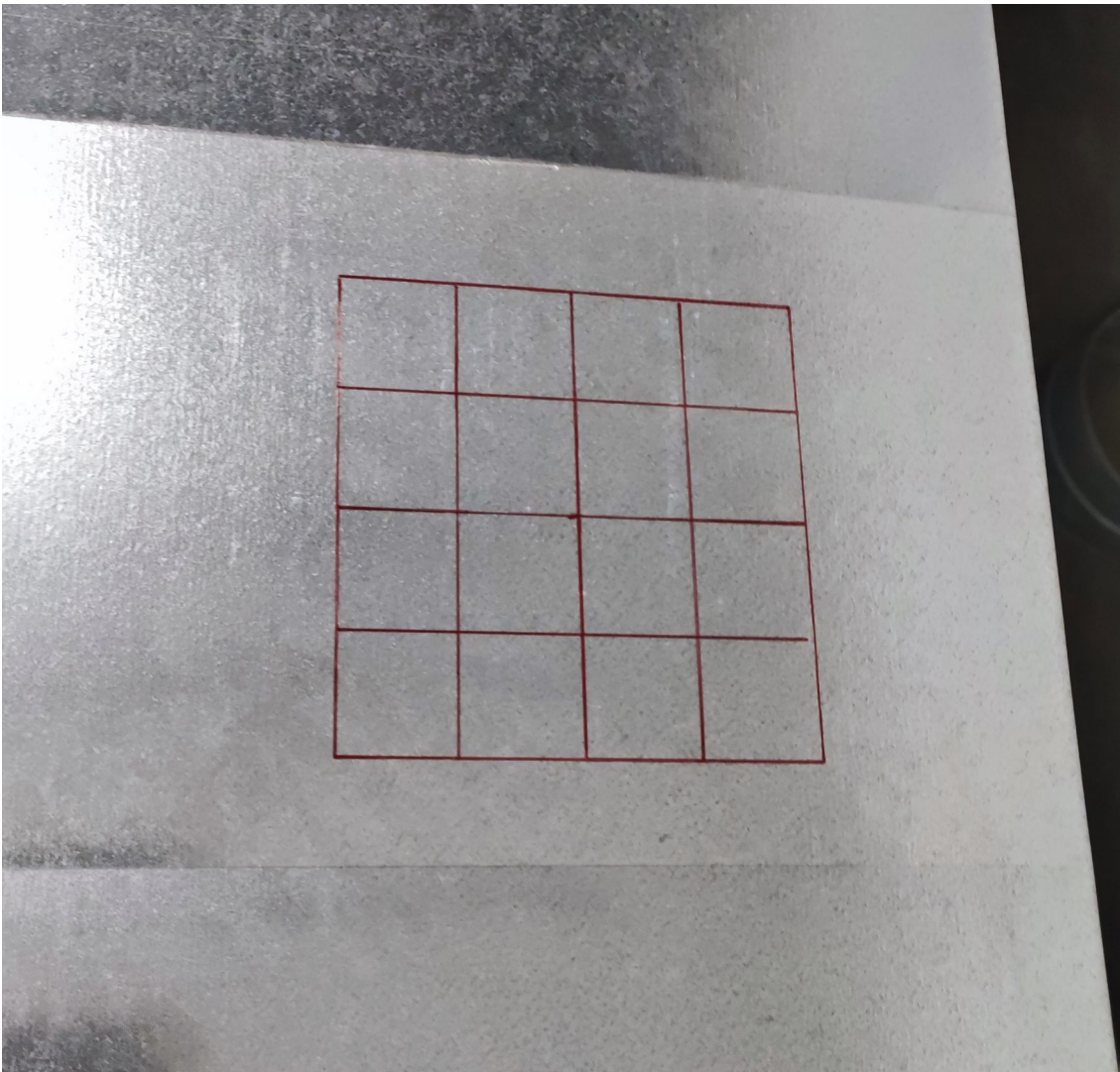


Abbildung 6.2: Raster ohne Schrauben

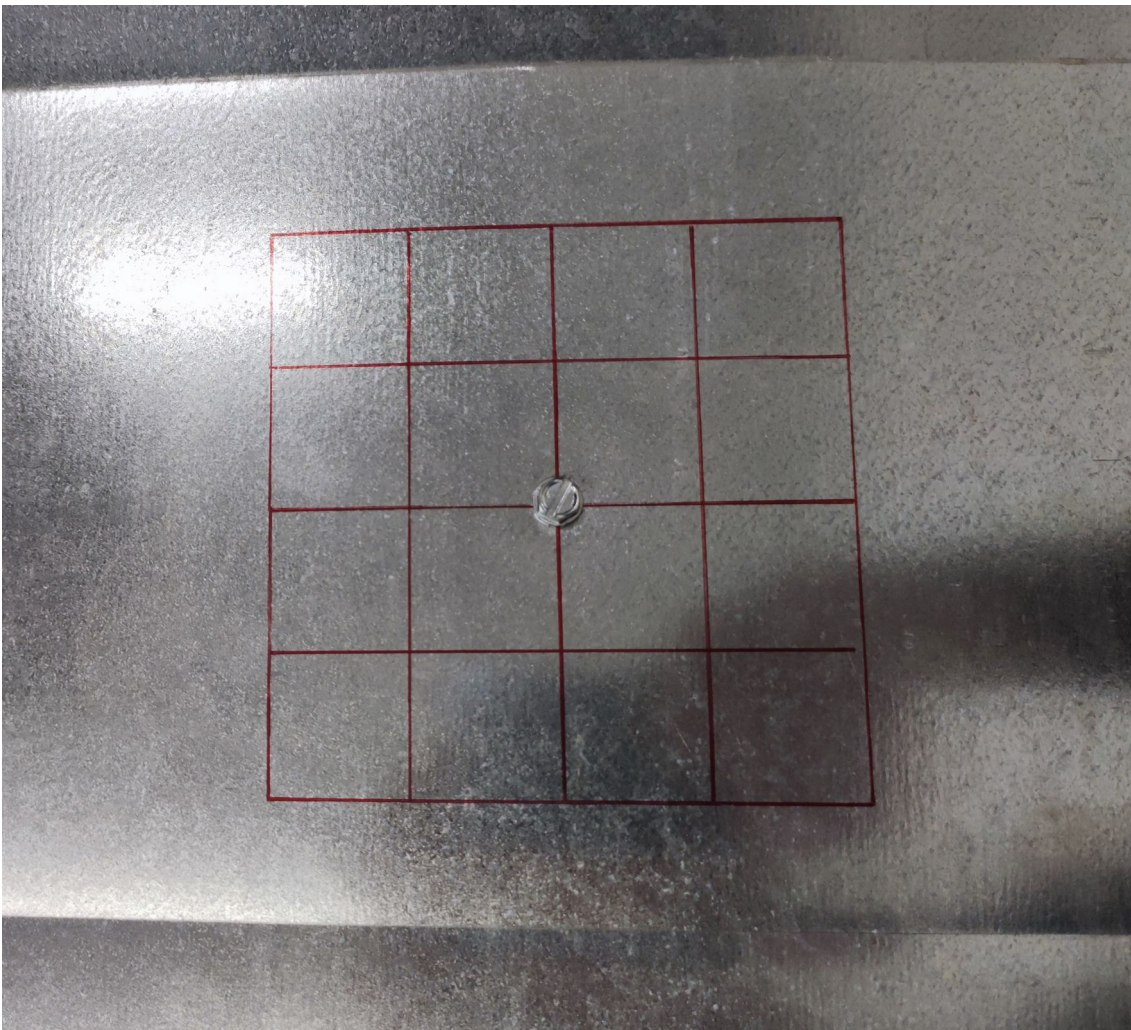


Abbildung 6.3: Raster mit einer eingebrachten Schraube

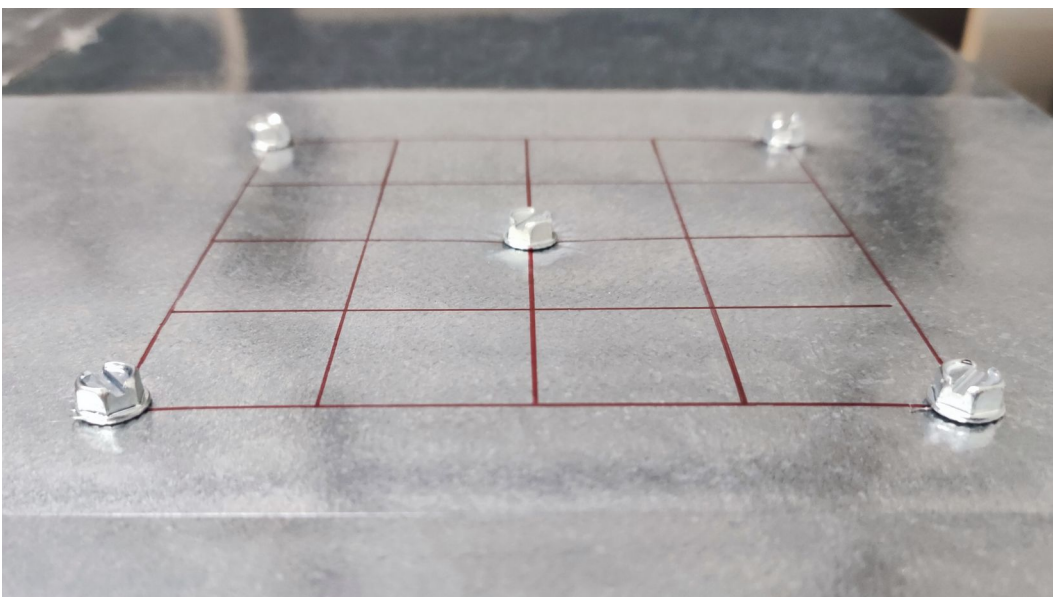


Abbildung 6.4: Raster mit 5 eingebrachten Schrauben

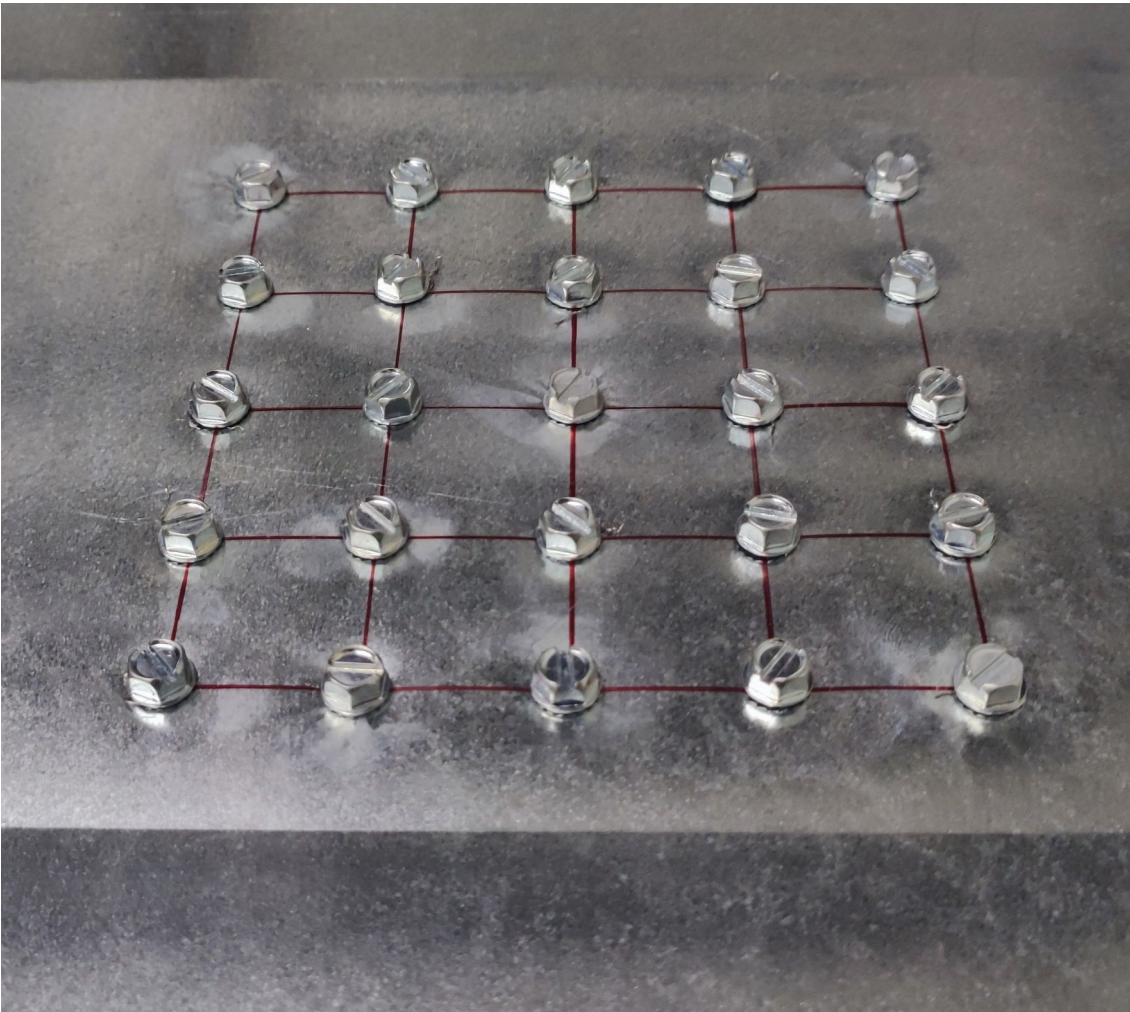


Abbildung 6.5: Raster mit 25 eingebrachten Schrauben