



SACHSEN - ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2026

Berufliches Gymnasium Technik

Schwerpunkt: Ingenieurwissenschaften

Erhöhtes Anforderungsniveau

Variante A

Bearbeitungszeit (einschließlich Auswahlzeit): 300 Minuten

Sanierung einer Autowaschanlage

Hiermit bestätige ich meine Auswahlentscheidung:

Datum und Unterschrift des Prüflings

Ausgangssituation

Die AutoClean GmbH betreibt seit 18 Jahren eine automatische Autowaschanlage in einem Gewerbegebiet. Im Laufe der Zeit sind an der Anlage verschiedene technische und bauliche Mängel aufgetreten, die eine umfassende Sanierung erforderlich machen. Ziel ist es, die Waschanlage sowohl technisch als auch energetisch zu modernisieren, die Betriebssicherheit zu erhöhen und die gesetzlichen sowie umwelttechnischen Anforderungen zu erfüllen.

Die Waschanlage ist baulich mit einem Lager- und einem Verkaufsraum verbunden (Abbildung 5). Während alle Außenwände bereits mit Wärmedämmung versehen sind, fehlt diese an der Wand zwischen Waschanlage und Lagerraum. Im Lagerraum ist ein deutlicher Schimmelbefall an dieser Wand festzustellen. Ein Messprotokoll dokumentiert für den Lagerraum eine relative Luftfeuchte von 85 %, eine Raumlufttemperatur von 19 °C sowie eine Oberflächentemperatur der Wand zur Waschanlage von 16 °C.

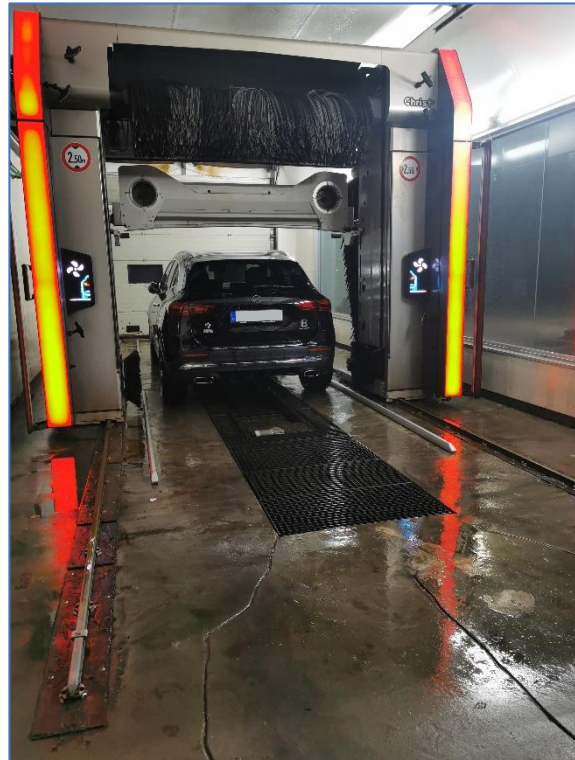


Abbildung 1: Autowaschanlage (Beispielbild)
Quelle: eigene Darstellung

Ein weiteres Problem betrifft den bewehrten Betonfußboden der Waschanlage, der aufgrund der starken Beanspruchung durch Feuchtigkeit, Chemikalien, Frost und Taumittel auf einer Fläche von 5 x 10 m in seiner Höhe von 18 cm komplett ersetzt werden muss. Für den neuen Boden ist die Verwendung eines Zements CEM III/C 42,5 N sowie einer normalen Gesteinskörnung mit einer Rohdichte von 2,4 kg/dm³ vorgesehen. Zusätze wie Flugasche werden aus technologischen Gründen nicht verwendet. Trotz gründlicher Verdichtung ist mit einem Luftporenanteil von 2 % im Festbeton zu rechnen.

Die Waschanlage arbeitet im Wesentlichen tagsüber. Ein Waschvorgang dauert etwa 10 Minuten und benötigt 1,5 kWh elektrische Energie. Im Durchschnitt werden pro Tag 60 Autos in der Zeit von 6 bis 22 Uhr gereinigt. Um die Energiekosten zu senken, soll auf dem Dach der Waschanlage eine Photovoltaikanlage (PV-Anlage) mit der maximal möglichen Leistung installiert werden. Zusätzlich ist die Installation eines 20 kWh-Speichers für 6.500 € geplant, der 15 % des jährlichen Energiebedarfs abdecken soll. Der Strompreis beträgt 35 Cent pro kWh. Das Dach der Waschanlage misst 12,5 m x 8 m, wobei ein umlaufender Streifen von 25 cm zu den Dachrändern freizuhalten ist. Die technischen Daten der PV-Module und des Wechselrichters sind in den Anlagen 2 und 3 zu finden.

Zur Erfassung der täglich gewaschenen Autos wird am Eingang der Waschanlage eine Lichtschranke installiert. Die Zählung erfolgt über einen Asynchronzähler, der entweder manuell per Taster oder automatisch am Ende der Öffnungszeit zurückgesetzt werden kann.



Abbildung 2: Schienensystem
Quelle: eigene Darstellung



Abbildung 3: Ankerplatte mit Laufschiene
Quelle: eigene Darstellung

Im Rahmen der Teilsanierung der Portalwaschanlage wird das vorhandene Schienensystem mit Laufschiene (Abbildung 2) und Ankerplatten (Abbildung 3) auf dem Betonfußboden baugleich erneuert. Die Ankerplatten werden auf einer CNC-Senkrecht-Fräsmaschine gefertigt. Gleichzeitig werden die Felgenwascheinheiten (Abbildung 4) ersetzt. Die neuen Felgenbürsten werden über ein pneumatisches System gesteuert. Sobald die Positionierung des Fahrzeugs und des Portals übereinstimmen, wird das Reinigungssystem ausgefahren. Die pneumatische Schaltung steuert das einmalige, abluftgedrosselte Ausfahren eines doppelwirkenden Arbeitszylinders für die Felgenbürsten sowie das ungedrosselte, automatische Einfahren nach dem Erreichen der vorderen Endlage.

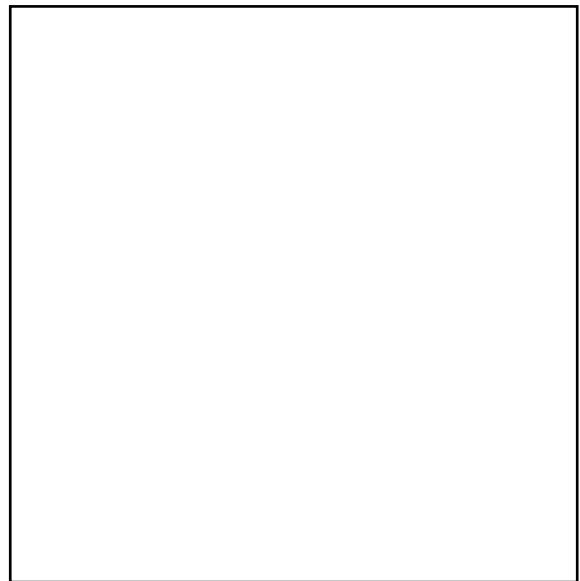


Abbildung 4: Felgenwaschanlage
Quelle: https://waschwerk-schwandorf.de/wp-content/uploads/Waschanlage_Schwandorf_Felgen.jpg

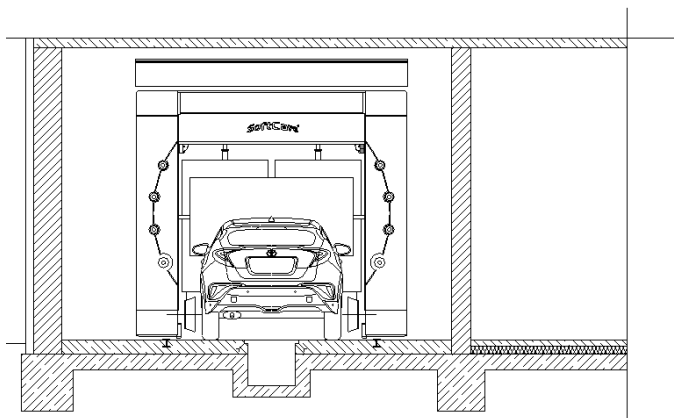
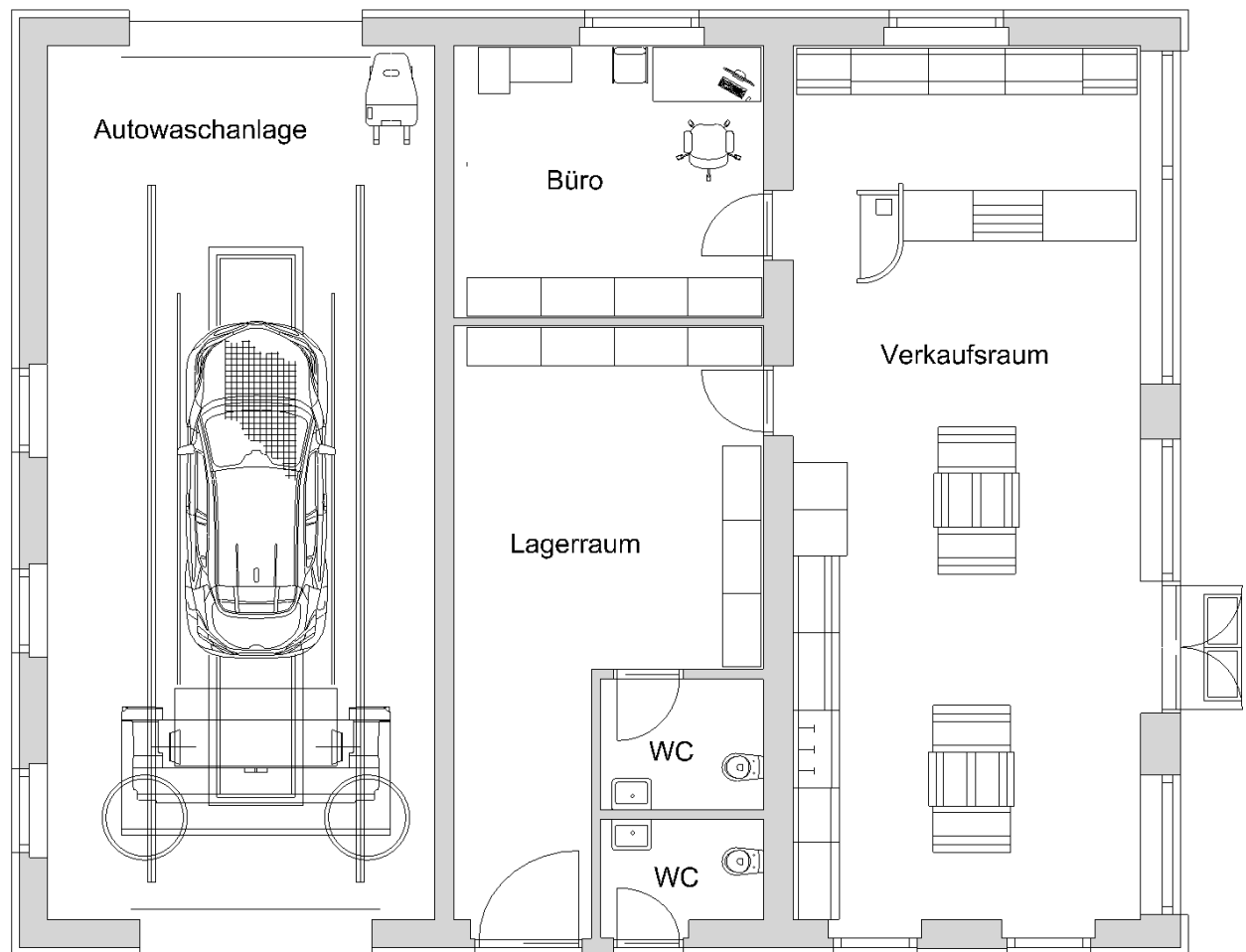


Abbildung 5: Autowaschanlage mit angeschlossenen Lager-, Büro- und Verkaufsraum (nicht maßstäblich)
Quelle: eigene Darstellung

Aufgaben

*Die Aufgaben sind jeweils auf getrennten Blättern zu bearbeiten.
Rechenwege sind vollständig und nachvollziehbar darzustellen.*

1. Beschreiben Sie die notwendigen Eigenschaften des Betons für den Fußboden der Waschanlage und ermitteln Sie die erforderlichen Mengen der Betonbestandteile für das Ersetzen des Fußbodens. **15 Punkte**
2. Nennen Sie mögliche Ursachen für die Schimmelbildung unter Berücksichtigung von Aspekten wie Konstruktion, Nutzerverhalten und Wasserangriffsarten am Bauwerk sowie mögliche Folgen für Bauwerk und Nutzer. **06 Punkte**
3. Diskutieren Sie allgemeine Vor- und Nachteile verschiedener Wärmedämmkonstruktionen. **16 Punkte**

Entwickeln Sie für die vorliegende Situation (Wand zwischen Lagerraum und Waschanlage) einen optimierten Wandaufbau. Berücksichtigen Sie die wärmeschutztechnischen und konstruktiven Vorgaben unter Verwendung eines Dämmstoffs WLG036. Stellen Sie Ihren Wandaufbau zeichnerisch in der Anlage 1 dar. Beachten Sie, dass auf der Waschanlagenseite kein Raum für Wandaufbauten vorhanden ist.
4. Um Kosten zu sparen, schlägt der Besitzer vor, die Wand mit einer wasserdichten Farbe zu überstreichen. Bewerten Sie diesen Vorschlag. **03 Punkte**
5. Bestimmen Sie passend zum Dach die Anzahl der zu installierenden PV-Module (Anlage 2). Skizzieren Sie den Verlegeplan. **06 Punkte**
6. Wählen Sie einen passenden Wechselrichter aus dem Datenblattauszug (Anlage 3) aus. Dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse in der Checkliste (Anlage 4). **17 Punkte**
7. Beurteilen Sie, ob die Installation des PV-Akkus aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist. Begründen Sie Ihre Entscheidung mit der Angabe der Amortisationszeit¹. **08 Punkte**
8. Skizzieren Sie die Zählerschaltung für die Anzahl der pro Tag gewaschenen Fahrzeuge. **09 Punkte**
9. Erläutern Sie die speziellen Anforderungen an das Schienensystem auf dem Betonfußboden einer Waschanlage hinsichtlich der mechanischen Belastung, Korrosion und Austauschbarkeit. **08 Punkte**

Erläutern Sie zwei wesentliche Korrosionsarten in einer Waschanlage.

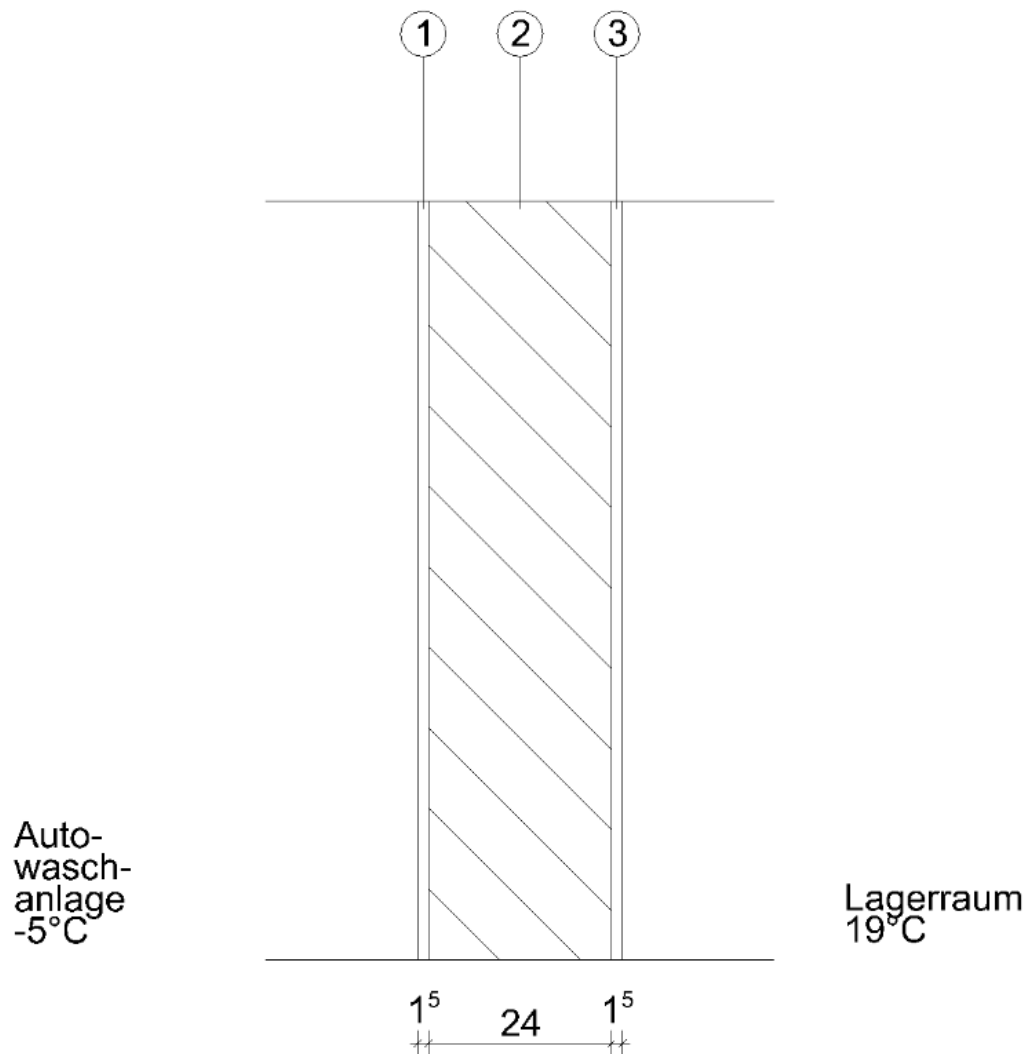
Nennen Sie einen geeigneten Werkstoff für die neuen Ankerplatten (Anlage 5) und begründen Sie Ihre Auswahl unter Berücksichtigung der Anforderungen im Betrieb der Anlage.

¹ Zeit, bis sich die Anschaffungskosten durch die eingesparten Kosten aufgehoben haben

- 10.** Berechnen und ergänzen Sie die erforderlichen Schnittdaten im Arbeitsplan (Anlage 6), um die Führungsnut, die Verankerungsbohrungen und die Gewindebohrungen der Ankerplatten zu fertigen. **16 Punkte**
- Ergänzen Sie das vorhandene CNC-Programm (Anlage 7) unter Anwendung der Absolutbemaßung (G90).
- 11.** Ergänzen Sie die fehlenden Bauteile mit Kennzeichnung nach DIN EN 81346, siehe Bereiche A, B, C, im pneumatischen Schaltplan (Anlage 8). Geben Sie die fachgerechten Kennzeichnungen und Bauteilbenennungen der ergänzten Komponenten an und erläutern Sie deren Funktionen (Anlage 9). **11 Punkte**
- 12.** Die Arbeitszylinder dürfen eine maximale Kraft von 70 N auf die Felgen ausüben. Ermitteln Sie den maximal möglichen Kolbendurchmesser eines Standard-Arbeitszylinders bei 4 bar Betriebsdruck und einem Wirkungsgrad von 0,8 der Anlage. **05 Punkte**

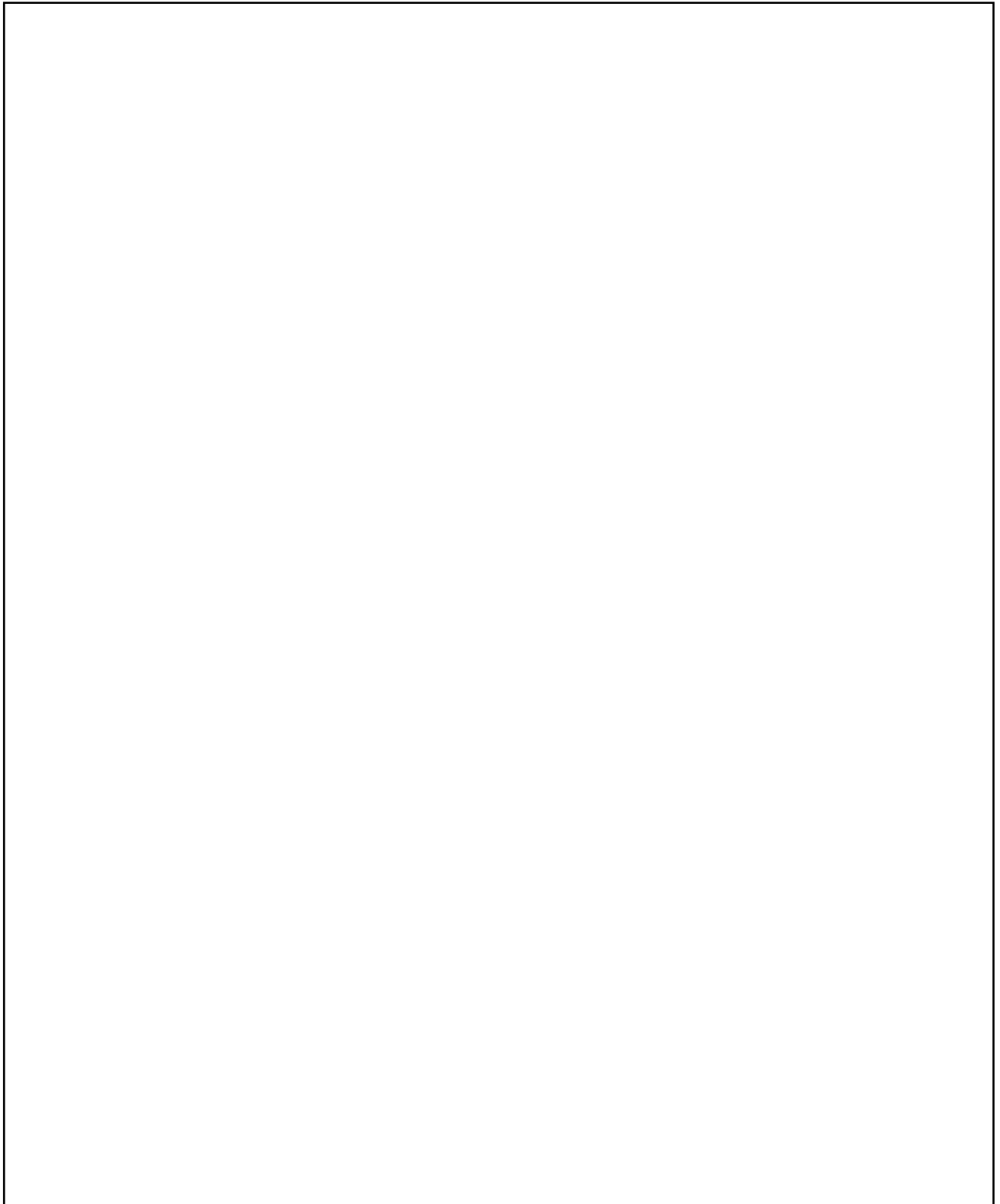
Name: _____

Anlage 1: Detailschnitt der Wand zwischen Waschanlage und Lagerraum (M 1:10)



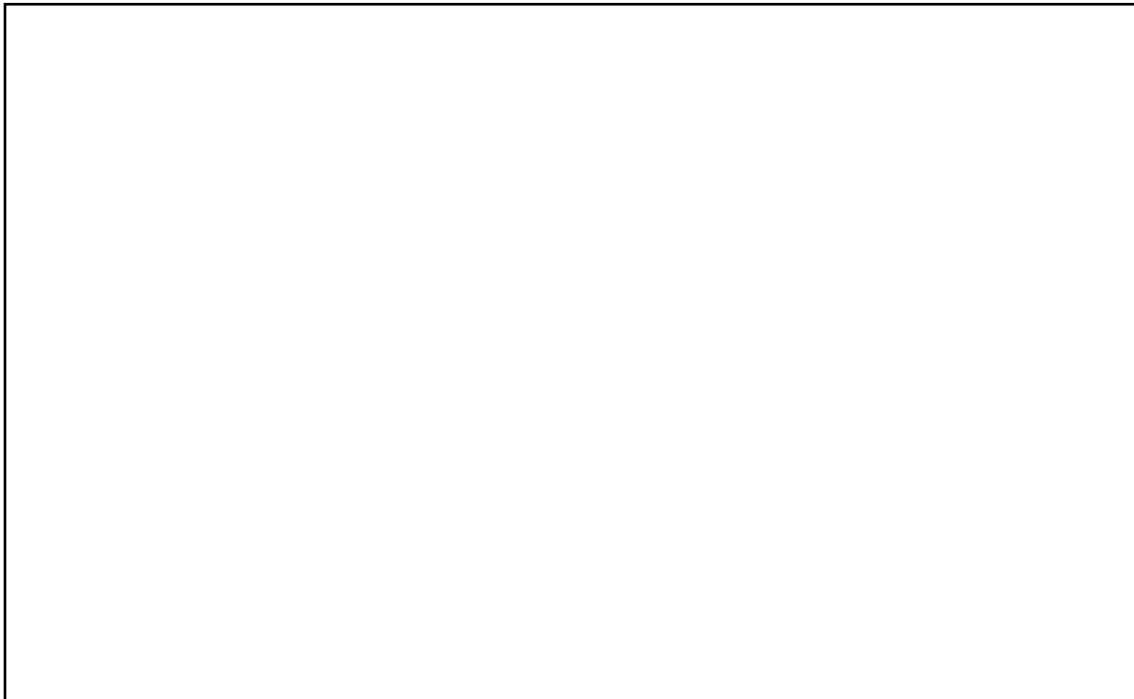
1. Zementputz 1,5cm
2. Porenbeton Planstein ($\rho=550 \text{ kg/m}^3$) 24cm
3. Kalkzementputz 1,5cm

Anlage 2: Datenblattauszug PV-Modul



Quelle: https://www.photovoltaike4all.de/media/2b/02/3f/1700666445/DB-Trina-Vertex-S-NEG9R-28_DE.pdf?ts=1700666445 (bearbeitet)

Anlage 3: Datenblattauszug Hybridwechselrichter



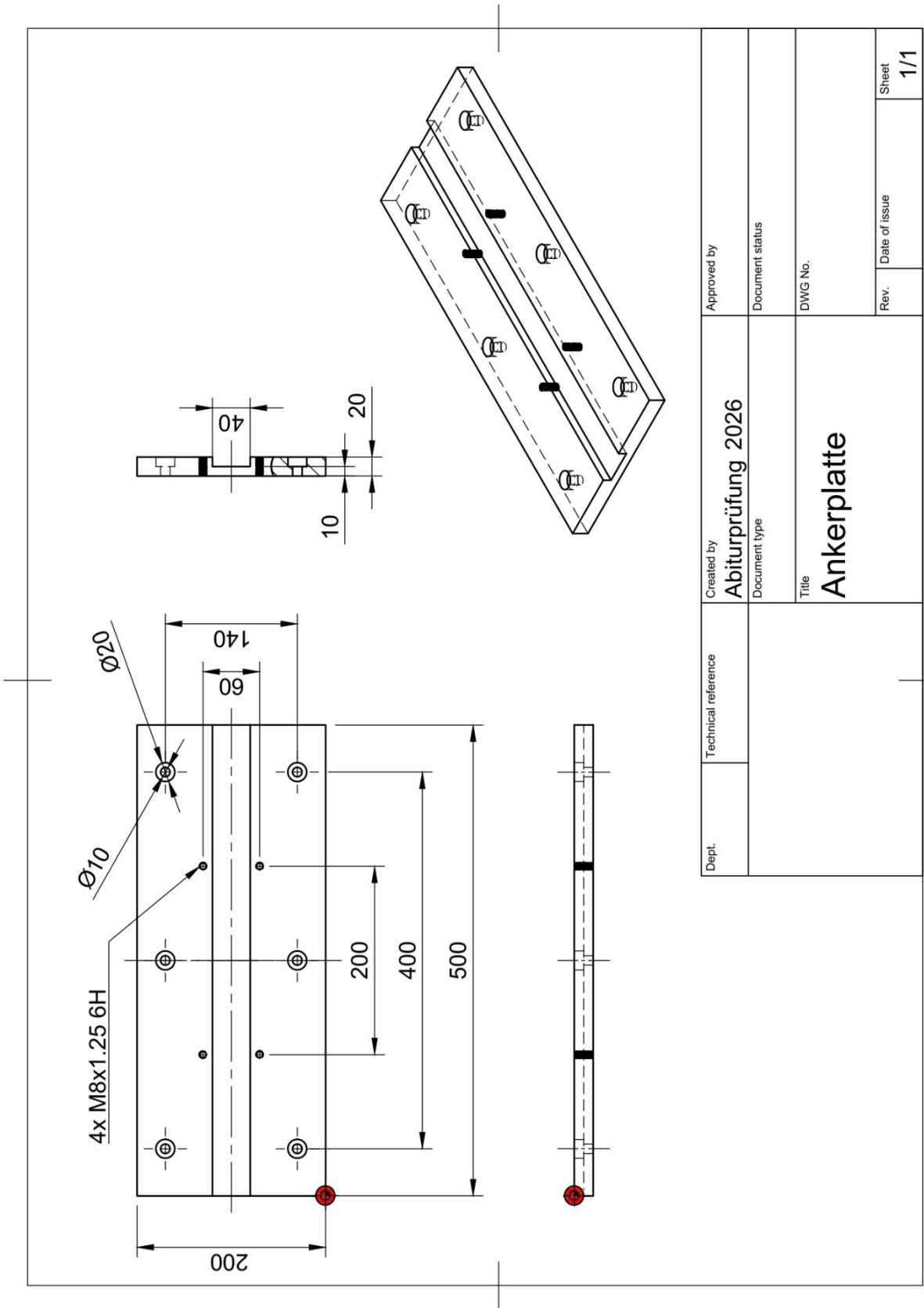
Quelle: https://www.kostal-solar-electric.com/fileadmin/downloadcenter/kse/DB/PLENTICORE-G3/DB_PLENTICORE-G3_de.pdf (bearbeitet)

Name: _____

Anlage 4: Checkliste Wechselrichter- und PV-Modulwerte

Physikalische Größe	Wert	Einheit	Physikalische Größe	Wert	Einheit
String...Reihenschaltung von PV-Modulen					
Anzahl Strings:					
Anzahl Module pro String:					
P_Modul		W			
P_ges		W			
<u>PV-Modul</u>			<u>Wechselrichter</u>		
V _{oc}		V	Bezeichnung		
V _{mpp}		V	Bemessungsleistung AC		W
I _{sc}		A	U _{DC_Max}		V
<u>Stringwerte:</u>			I _{DC_Max}		A
V _{oc}		V	U _{MMPP_max}		V
V _{oc_max} = V _{oc} + 10 %		V			
V _{mpp}		V			
V _{mpp_max} = V _{mpp} + 10 %		V			

Anlage 5: Einzelteilzeichnung Ankerplatte (nicht maßstäblich)



Name: _____

Anlage 6: Arbeitsplan CNC-Bearbeitung Ankerplatte

Nr.	Arbeitsschritt (Bemerkungen)	Wz.-Nr., Werkzeuge, Schneidstoff	Schnittdaten			
			v_c in m/min	f bzw. f_z in mm	n in min ⁻¹	v_f in mm/min
1.	Fräsen der Nut	T1 Schaftfräser Ø40 mm, $z = 8$ HSS (beschichtet)	25	$f_z = 0,1$		
2.	Zentrieren und Senken der Durchgangs- bohrungen Ø10	T2 NC- Anbohrer Ø12 mm (90°) HM (beschichtet)	25	$f = 0,06$	790	47
3.	Zentrieren und Senken für M8 auf Ø10	T2 NC- Anbohrer Ø12 mm (90°) HM (beschichtet)	25	$f = 0,06$	790	47
4.	Bohren der Durchgangs- bohrungen Ø10	T3 Spiralbohrer Ø10 mm HSS (beschichtet)	19	$f = 0,11$	600	66
5.	Bohren der Durchgangs- bohrungen Ø6,8	T4 Spiralbohrer Ø6,8 mm HSS (beschichtet)	19	$f = 0,08$	880	71
6.	Fräsen der Flach- senkungen Ø20 mit Zyklus	T5 Langlochfräser Ø10 mm, $z = 4$ HSS (beschichtet)	30	$f_z = 0,015$	950	57
7.	Fertigen der Innengewinde M8 x 1,25	T6 Gewindebohrer M8, HSS (unbeschichtet)	12	$f = 1,25$	470	---

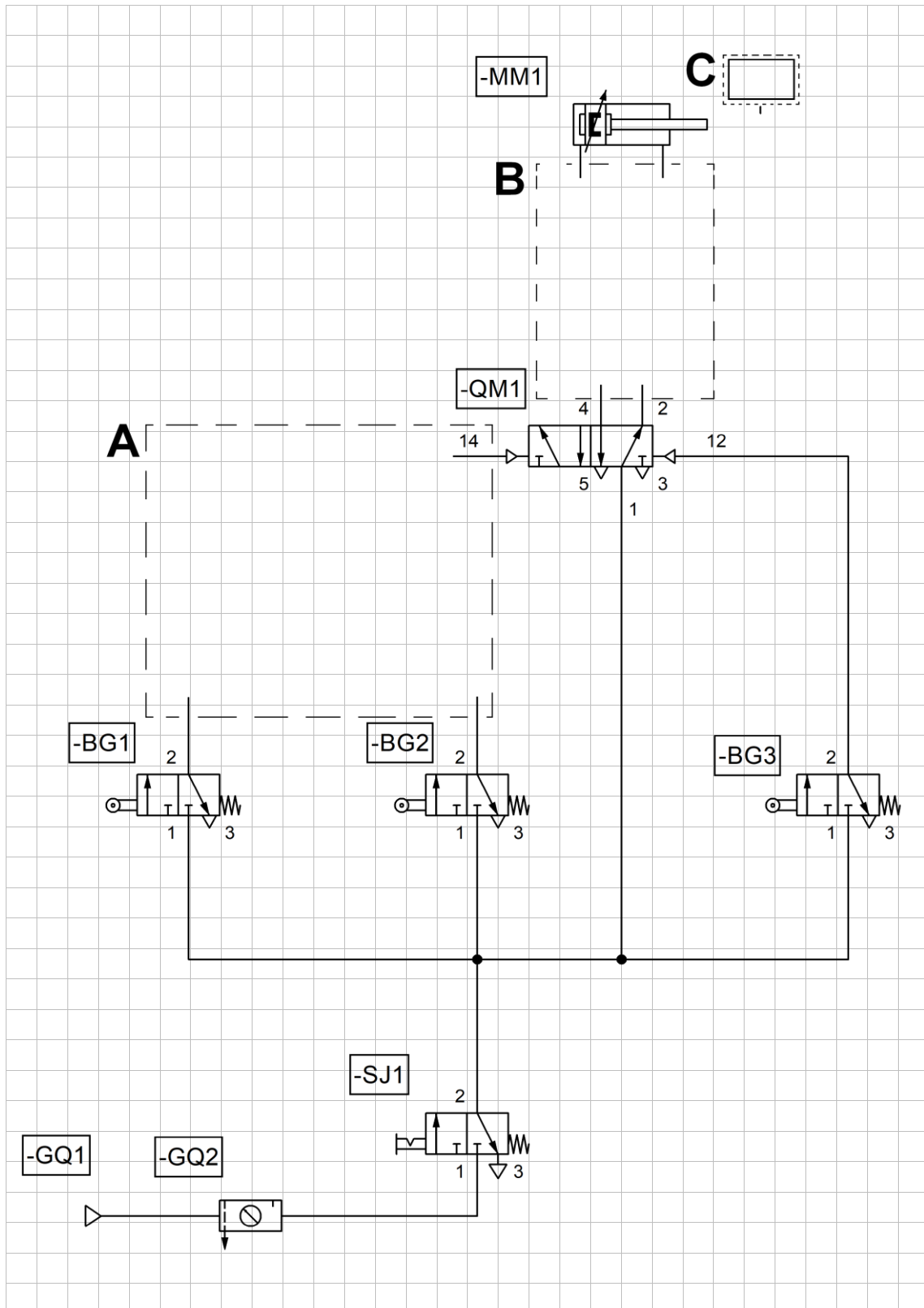
Name: _____

Anlage 7: CNC-Programm Ankerplatte

N1	G54					
N2	T1			M13		
N3	G0	X - 22	Y 100	Z -5		
N4		X 522				
N5	G0					
N6	G1	X -22				
N7		S790	F47	M13		
N8	G81		V2			
N9	G76			AS0	D200	O3
N10	G76	X450	Y170		D200	O3
N11	G76			AS0	D200	
N12	G76	X350	Y130		D200	
N13	T3	S600	F66	M13		
N14	G81	ZA -23	V2			
N15	N23	N9	N10			
N16	T4			M13		
N17	G81	ZA -22	V2			
N18	G23					
N19	T5	S950	F57	M13		
N20				D5		E25
N21	G23					
N22	T6	S470	M13			
N23		ZA -24	F1.25	V2		
N24	G23	N11	N12			
N25	T0					

Name: _____

Anlage 8: Pneumatischer Schaltplan



Name: _____

Anlage 9: Tabelle zum pneumatischen Schaltplan

Kenn- zeich- nung	Bauteilbenennung	Funktion im System
(A)		
(B)		
(C)		