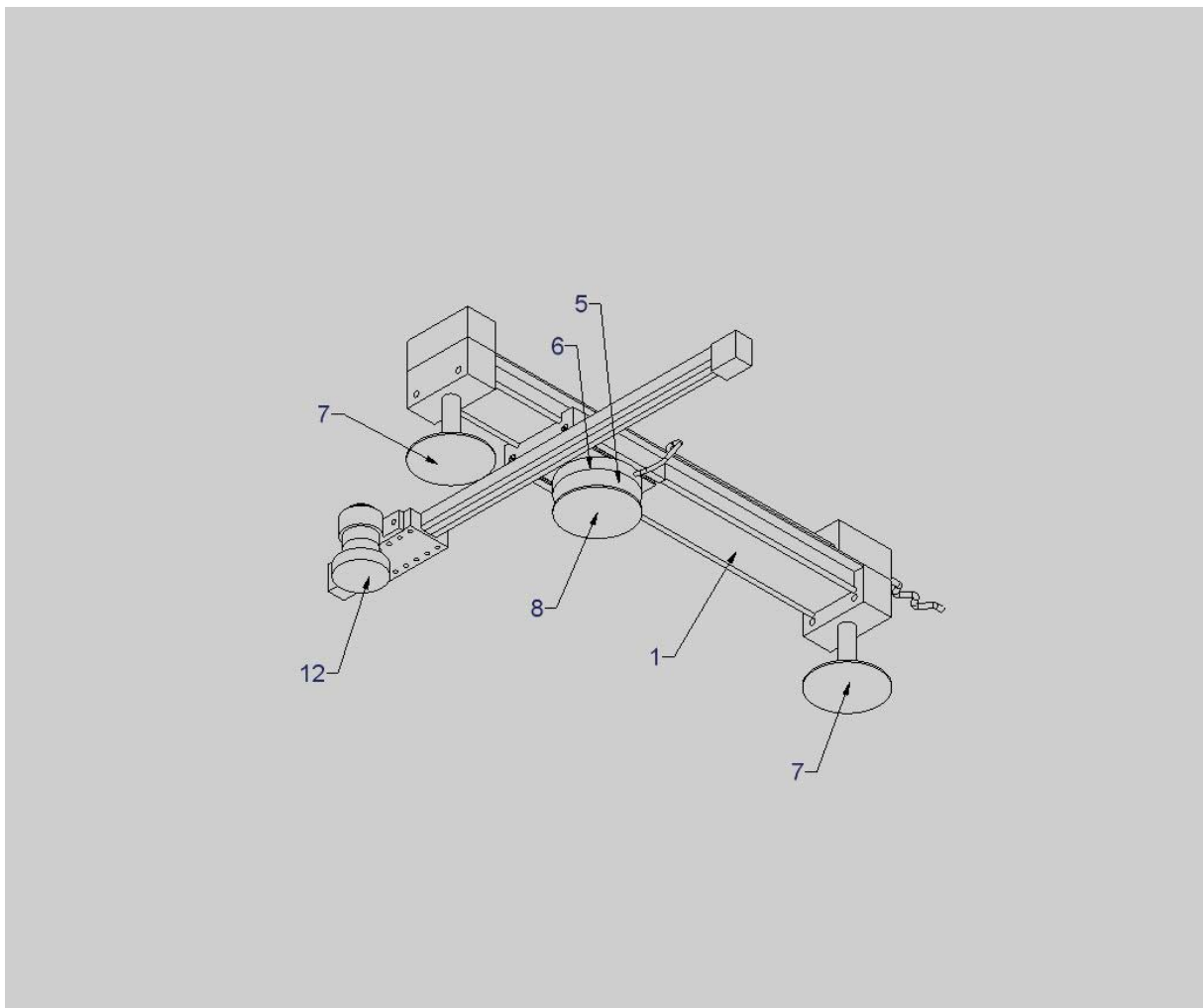


Zusammenfassung

Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung

Es wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, die in der Lage ist sich auf Freiformflächen, Zylinder, Konen, wie etwa Tragflügeln, Schiffsrümpfen, Stahltürmen fortzubewegen und ein Werkzeug (12) mit sich zu führen. Jegliche Orientierung der zu begehenden Fläche soll dabei möglich sein, also auch ein Arbeiten über Kopf. Die Fortbewegung erfolgt durch das Zusammenspiel einer Rotation und einer Translation, welche mittels einer Lineareinheit (1) und einer Dreheinheit (6) realisiert werden. Die nötige Haftkraft zur Oberfläche wird mittels Saugnäpfen (7,8) erzeugt, die während des Fortbewegungsvorgangs wechselseitig im Eingriff sind und durch eine Hubeinheit (5) zur Oberfläche hin bewegt werden.



Beschreibung:

Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung

Selbstfahrende Arbeitsvorrichtungen werden im Rohüberwachungsbereich eingesetzt, diese sind meist mit Rädern ausgestattet, weiterhin gibt es Entwicklungen die geneigte oder vertikale ebene Flächen befahren können, wobei Saugnapfe eingesetzt werden (De 19835038 C1, De 19907437 A1, De 19716740 C1). Diese Arbeitsvorrichtungen sind jedoch konstruktionsbedingt nicht in der Lage sich auf gekrümmten Flächen frei fortzubewegen, da sie alle einen rechteckförmigen flächigen Aufbau besitzen und sich in der Regel an mindestens vier Punkten auf der zu bearbeitenden Fläche festsaugen. Sie können damit nur Flächen begehen deren Krümmungsradius im Vergleich zu den Abmessungen der Vorrichtung groß ist.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde Freiformflächen wie z.B. Rotorblätter von Windkraftanlagen, Tragflügel von Flugzeugen, Turmwandungen, Bootsrümpfe etc. zu begehen, und dort Arbeiten wie Reinigung, Messung etc. auszuführen, wobei die zu bearbeitende Fläche jede beliebige Lage im Raum einnehmen dürfen soll und die Arbeitsvorrichtung keine zusätzlichen Haltevorrichtungen, wie Seile oder Schienen benötigen soll. Es soll weiterhin ein reproduzierbares Anfahren -innerhalb von Toleranzgrenzen- eines beliebigen Punktes möglich sein.

Das Problem wird durch die selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach den Anspruch 1 , sowie den Unteransprüchen 2-11 gelöst.

Die mit der Erfindung (nach Anspruch 1) erreichten Vorteile bestehen darin, ein Werkzeug auf gekrümmten, beliebig orientierten Flächen fortzubewegen und dabei Arbeit zu verrichten.

Der Arbeitsvorgang besteht dabei aus zwei Einzelvorgängen, nämlich dem Positionswechselfvorgang und dem Bearbeitungsvorgang, die alternierend oder zeitgleich ausgeführt werden können. Der Positionswechsel geschieht nach dem Prinzip der Schildkrötengrafik, d.h. dem Zusammenspiel einer Rotationsbewegung und einer Translationsbewegung, zusätzlich ist noch ein Übertragen der Halteaufgabe von einem Saugnapf auf einen anderen, zu diesen verfahr- und verdrehbaren, Saugnapf nötig. Als Ausgangssituation sei angenommen, dass der Saugnapf (8) an der Oberfläche (14) angesaugt ist, dann sind folgende Schritte für einen Positionswechsel nötig (Aufbau der Arbeitsvorrichtung nach Zeichnung 1):

- a) Rotation der Arbeitsvorrichtung durch die Dreheinheit (6) bis die Hauptlinearführung (1) in die gewünschte Bewegungsrichtung zeigt.
- b) Übertragen der Halteaufgabe an den Saugnapf (7) durch Ausfahren des Hubeinheit (5) und Ansaugen des Saugnapfes (7), sowie Belüften des Saugnapfes (8).
- c) Verfahren des Schlitten-HL (3) der Hauptlineareinheit (1) in die gewünschte Position.
- d) Übertragen der Halteaufgabe an den Saugnapf (8)

Von dieser neuen Arbeitsposition aus kann das Werkzeug (12) nun durch Verfahren der Hauptlineareinheit (1) und Drehen der Dreheinheit (6) einen kreisförmigen

Bereich bearbeiten. Für den nächsten Positionswechsel sind wieder die Schritte a-d auszuführen.

Die Schrittweite eines solchen Positionswechsels hängt dabei von der Krümmung der zu begehenden Oberfläche ab. Je kleiner der Krümmungsradius desto kleiner muss die Schrittweite sein und damit auch die Fortschrittsgeschwindigkeit.

Die Ausgestaltung als modulares System nach Anspruch 2 erlaubt es, sich der zu bearbeitenden Fläche und der gestellten Aufgabe am Einsatzort durch einfaches Umbauen der Module anzupassen. Der oben geschilderte Bewegungsablauf ist je nach Aufbau der Arbeitsvorrichtung entsprechend anzupassen. Als einzelne Module können Hauptlineareinheit, Arbeitslineareinheit, Ausleger, Saugnäpfe, Dreheinheit, Hubeinheit definiert werden.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 3 erlaubt es die Halteaufgabe während des Bearbeitungsvorgangs auf zwei Saugnäpfen zu übertragen, das Werkzeug (12) sowie die Hubeinheit (5) und die Dreheinheit (6) werden auf den Schlitten (3) der Hauptlineareinheit (1) montiert. Diese Ausgestaltung erhöht die Haftung und Steifigkeit der Arbeitsvorrichtung und erlaubt den Einsatz längerer Hauptlineareinheiten, während des Arbeitsvorgangs bleiben die Saugnäpfe (7) auf Haftung. (Zeichnung 2)

Die Ausgestaltung nach Anspruch 4 ermöglicht die Traversierung des Werkzeuges (12) über einen rechteckigen Bereich (Zeichnung 3).

Die Ausgestaltung nach Anspruch 5 ermöglicht ein Arbeiten an den Kanten der Bearbeitungsfläche. (Zeichnung 4)

Die Ausgestaltung nach Anspruch 6 ermöglicht Arbeiten die einen hohen Anpressdruck erfordern, wie z.B. Bohren. (Zeichnung 5)

Die Ausgestaltung nach Anspruch 7 ermöglicht ein Arbeiten auf lokal extrem unebenen Oberflächen. (Zeichnung 6)

Die Ausgestaltung nach Anspruch 8 ergibt durch die Vierpunktabstützung eine hohe Haftung und Steifigkeit, kann aber nur für leicht gekrümmte Oberflächen benutzt werden. (Zeichnung 7)

Die Ausgestaltung nach Anspruch 9 erlaubt durch den Einsatz von Schrittmotoren eine präzises, reproduzierbares Anfahren beliebiger Punkte zu realisieren, da eine Wegdokumentation durch einfaches erfassen der Schritte der einzelnen Motoren gegeben ist. Dies ist für Messaufgaben von Bedeutung, um Messergebnisse auch Messorten zuzuordnen und diese dann bei wiederkehrender Prüfung wiederaufzufinden.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 10 erlaubt einen weitgehenden automatisierten Einsatz der Arbeitsvorrichtung, setzt aber einen hohen Einsatz an Sensortechnik voraus.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 11 erlaubt die Handsteuerung der Arbeitsvorrichtung.

Patentansprüche:

1. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung, die sich nach dem Prinzip der Schildkrötengrafik fortbewegt und bei der die nötige Haltekraft gegenüber der zu befahrenden Oberfläche (14) mittels (teilweise gegeneinander verschieb- und verdrehbaren) Saugnäpfen (7,8) aufgebracht wird, so dass ein Einsatz an geneigten und vertikalen Flächen, als auch über Kopf möglich wird, die **dadurch gekennzeichnet ist, dass** sie durch die Art der Anordnung und Bewegung der Saugnäpfe in der Lage ist Freiformflächen, Zylinder, Konen etc. wie z.B. Rotorblätter, Tragflügel, Schiffsrümpfe oder Stahltürme zu begehen,

wobei zwei oder mehr durch eine Lineareinheit (1) (im folgenden Hauptlineareinheit genannt) zueinander verschiebbare Saugnäpfe (7,8) von denen einer drehbar ausgeführt ist, eingesetzt werden, so dass durch die Steuerung der Schrittweite das Begehen von Flächen (14) verschiedener Krümmungsradien möglich wird,

wobei einer der beiden Saugnäpfe (7,8) mit einem Hubeinheit (5) versehen ist, so dass bei der Verschiebung und/oder Verdrehung für ausreichend Bodenfreiheit des zu verschiebenden Saugnapfes gesorgt werden kann. (Zeichnung 1)

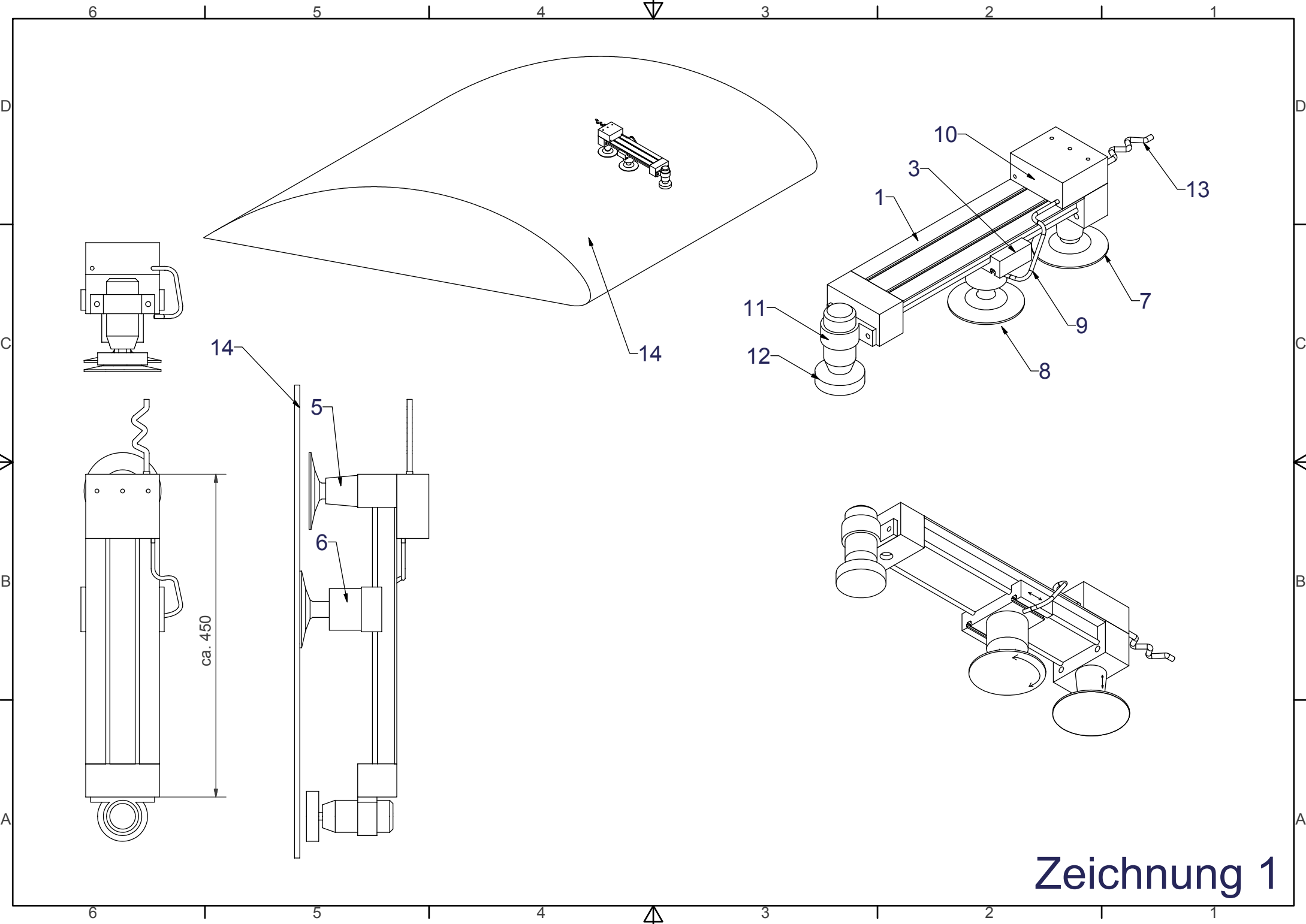
2. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass ein modulares System konzipiert ist, durch welches eine Anpassung der Arbeitsvorrichtung an die zu begehende Fläche (14) und die zu lösende Aufgabe vor Ort in kurzer Zeit möglich wird, wobei die eingesetzte Steuerung (10) diese Modularität begünstigt z.B. durch freie Kanäle für weitere Module.
3. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach Anspruch 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, dass je ein Saugnapf (7) an den Enden der Hauptlineareinheit (1) befestigt ist, so dass durch die Zweipunktstützung eine längere Ausführung der Hauptlineareinheit (1) möglich wird und damit größere Schrittweiten realisiert werden können. (Zeichnung 2)
4. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach Anspruch 1, 2 und 3 dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Lineareinheit (2) (im folgenden Arbeitslineareinheit genannt) am Schlitten-HL (3) der Hauptlineareinheit (1) angebracht ist, deren Schlitten-AL (4) mit einer Werkzeugaufnahme (11) zur Befestigung eines Werkzeuges (12) ausgestattet ist, so dass die Traversierung des Werkzeuges (12) zu jedem Punkt eines sich aus den Längen der beiden möglichen Fahrwege ergebenden Rechtecks möglich ist. (Zeichnung 3)
5. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach Anspruch 1, 2 und 3 dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitslineareinheit (2) an einem Ende der Hauptlineareinheit (1) befestigt ist, wodurch ein Arbeiten an Kanten möglich ist. (Zeichnung 4)

6. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3 und 5 dadurch gekennzeichnet, dass an den Enden der Arbeitslineareinheit (2) je ein zusätzlicher Saugnapf (7) angebracht ist, der die Haftung und Steifigkeit der Arbeitsvorrichtung durch die nun vorhandene Dreipunktstützung erhöht, so dass ein Arbeiten mit hohen Andruckkräften möglich ist. (Zeichnung 5)
7. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5 dadurch gekennzeichnet, dass durch die Auflösung der Saugnäpfe in je drei mit Kugelgelenken (15) gelagerte Einzelsaugnäpfe ein Arbeiten auf stark gekrümmten Oberflächen und Oberflächen mit lokalen Unebenheiten möglich wird. (Zeichnung 6)
8. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5, 6 dadurch gekennzeichnet, dass an den Enden der Hauptlineareinheit (1) je zwei Ausleger (16) angebracht sind, die an den Enden Saugnäpfe (7) tragen, wodurch für den Einsatz auf schwach gekrümmten Flächen eine hohe Haftung und Steifigkeit erreicht wird. (Zeichnung 7)
9. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 8 dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebe für Translation und Rotation durch Schrittmotoren realisiert werden, wodurch eine Wegdokumentation in der Steuerung (10) abgelegt werden kann, die es erlaubt Punkte reproduzierbar wieder anzufahren.
10. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, dass der Funktions- und Bewegungsablauf selbst steuernd – mit Unterstützung von Sensoren, welche die Position der Arbeitseinheit und die Umgrenzung des Arbeitsbereiches erfassen – nach einem in der Steuerung (10) abgelegtem Programm abläuft.
11. Selbstverfahrende Arbeitsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, dass deren Funktions- und Bewegungsablauf von einem Operator über Funk gesteuert werden kann.

Hierzu 7 Seiten Zeichnungen und 1 Seite Bezugszeichenliste

Bezugszeichenliste

- 1 :Hauptlineareinheit
- 2 :Arbeitslineareinheit
- 3 :Schlitten HL
- 4 :Schlitten AL
- 5 :Hubeinheit
- 6 :Dreheinheit
- 7 :Saugnapf
- 8 :Saugnapf
- 9 :Vakuumleitung
- 10:Steuerung, Vakuumpumpe
- 11:Werkzeugaufnahme
- 12:Werkzeug
- 13:Energiezuleitung
- 14:Oberfläche
- 15.Kugelgelenk
- 16.Ausleger



Zeichnung 1

6

5

4

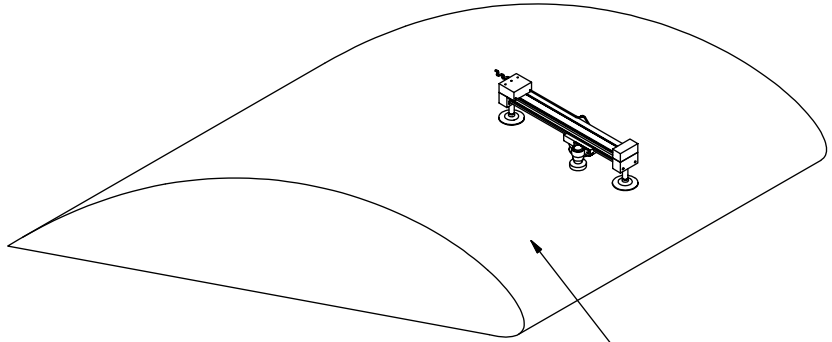
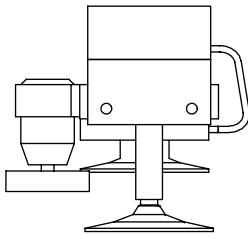


3

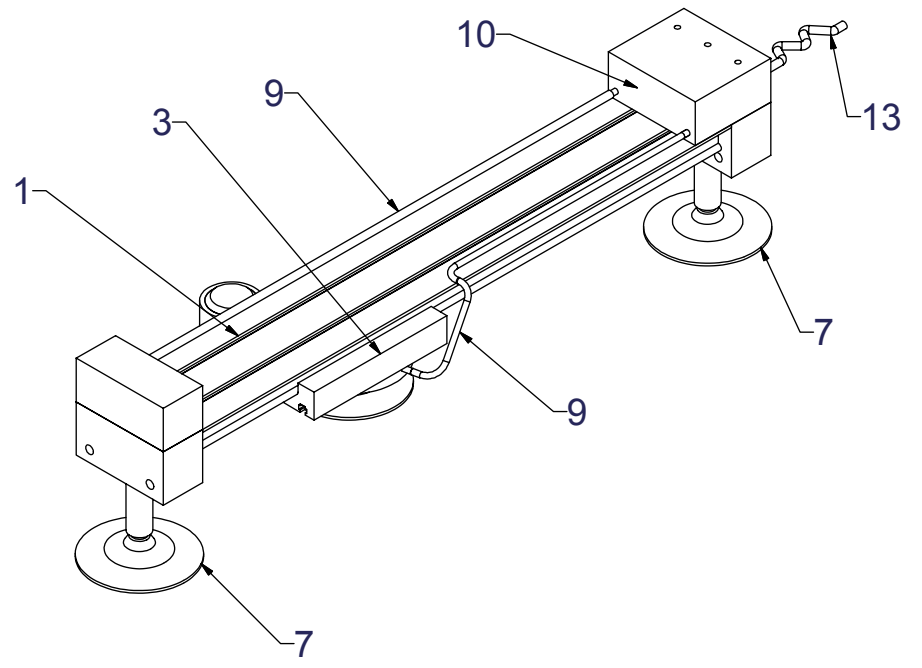
2

1

D

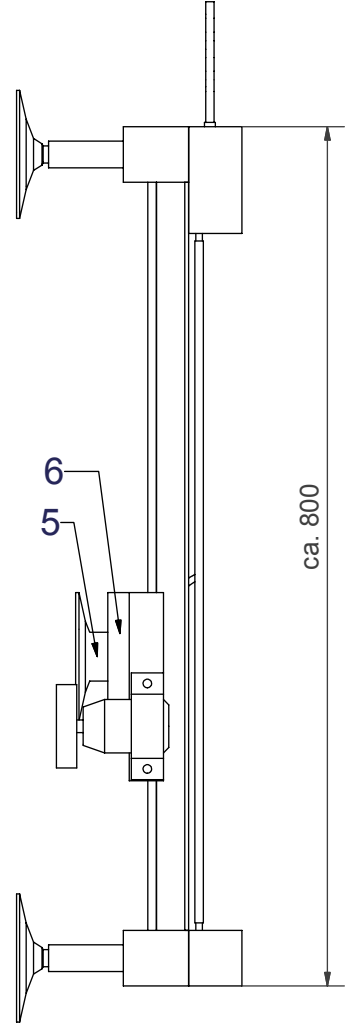
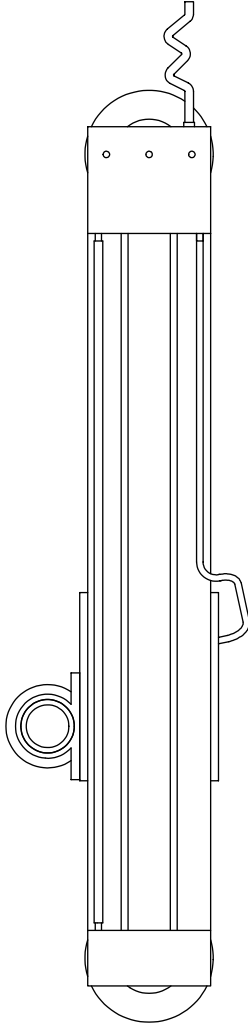


14



D

C

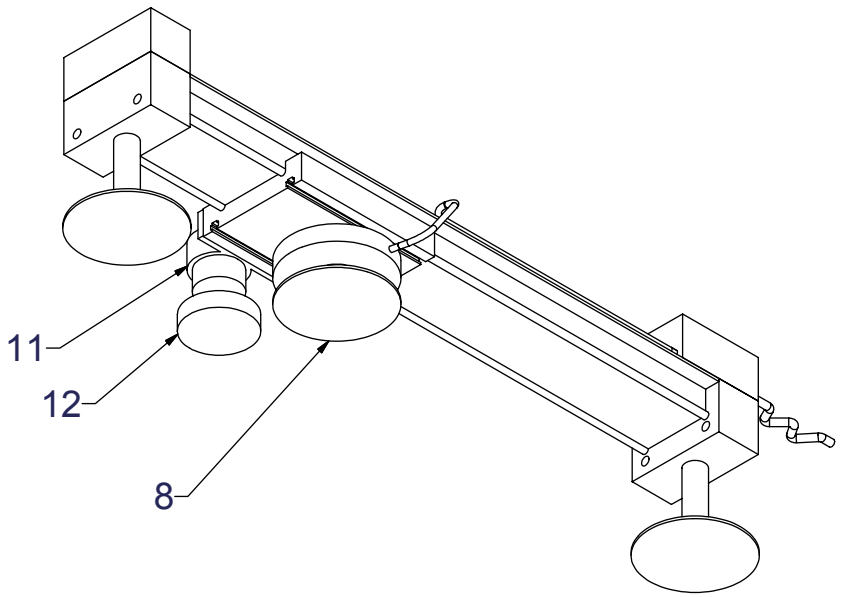


ca. 800

6
5

C

B



B

A

6

5

4



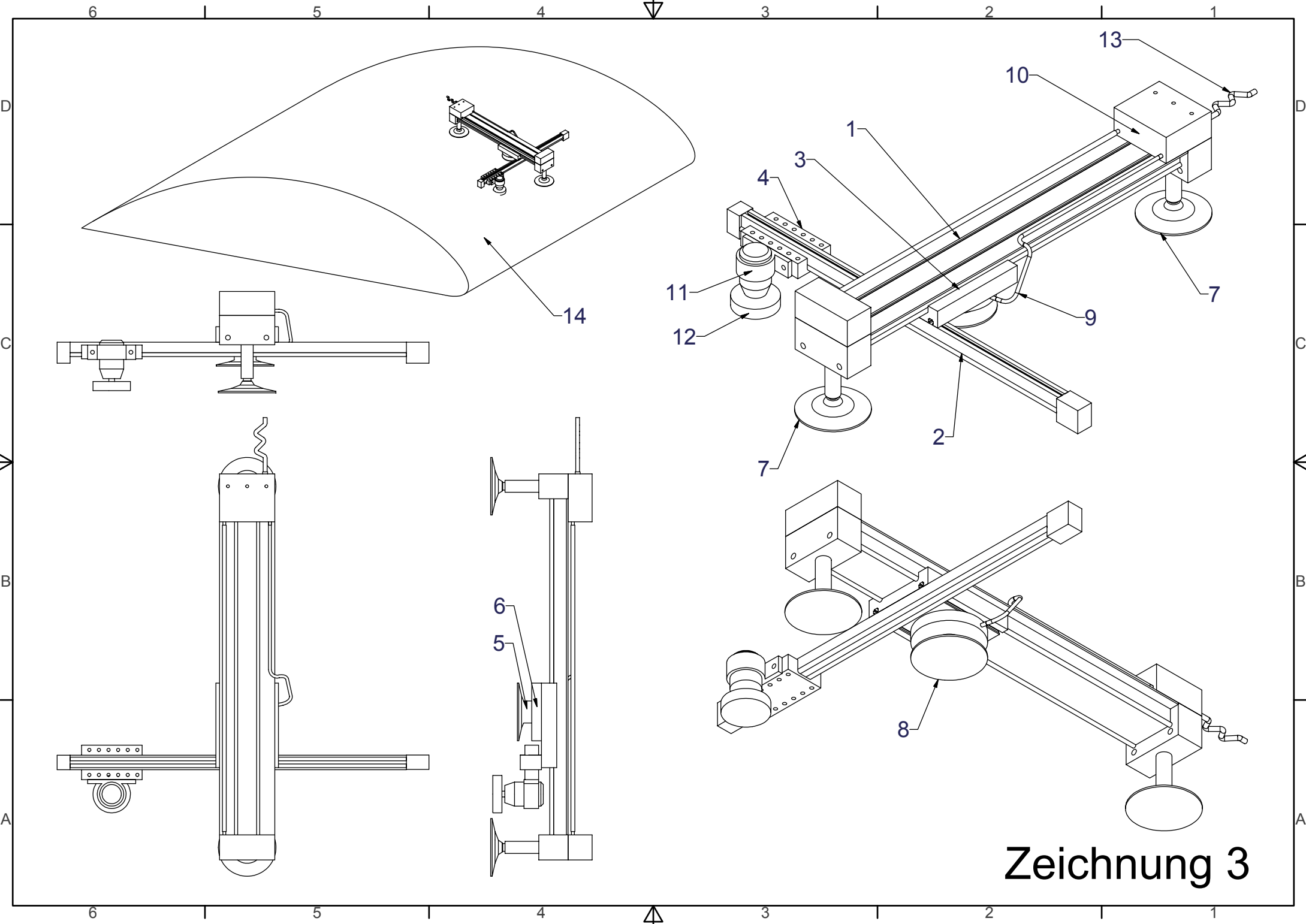
3

2

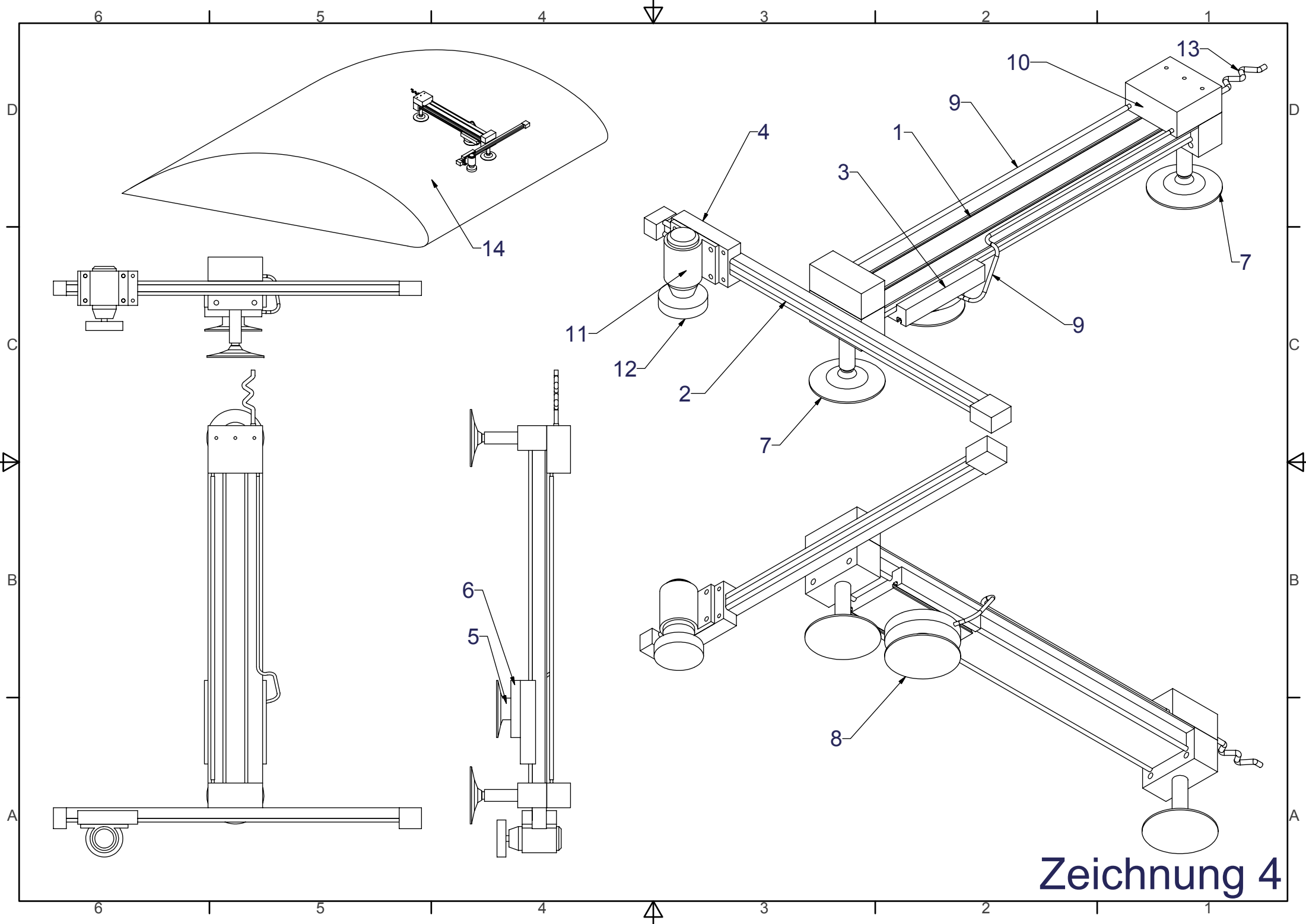
1

A

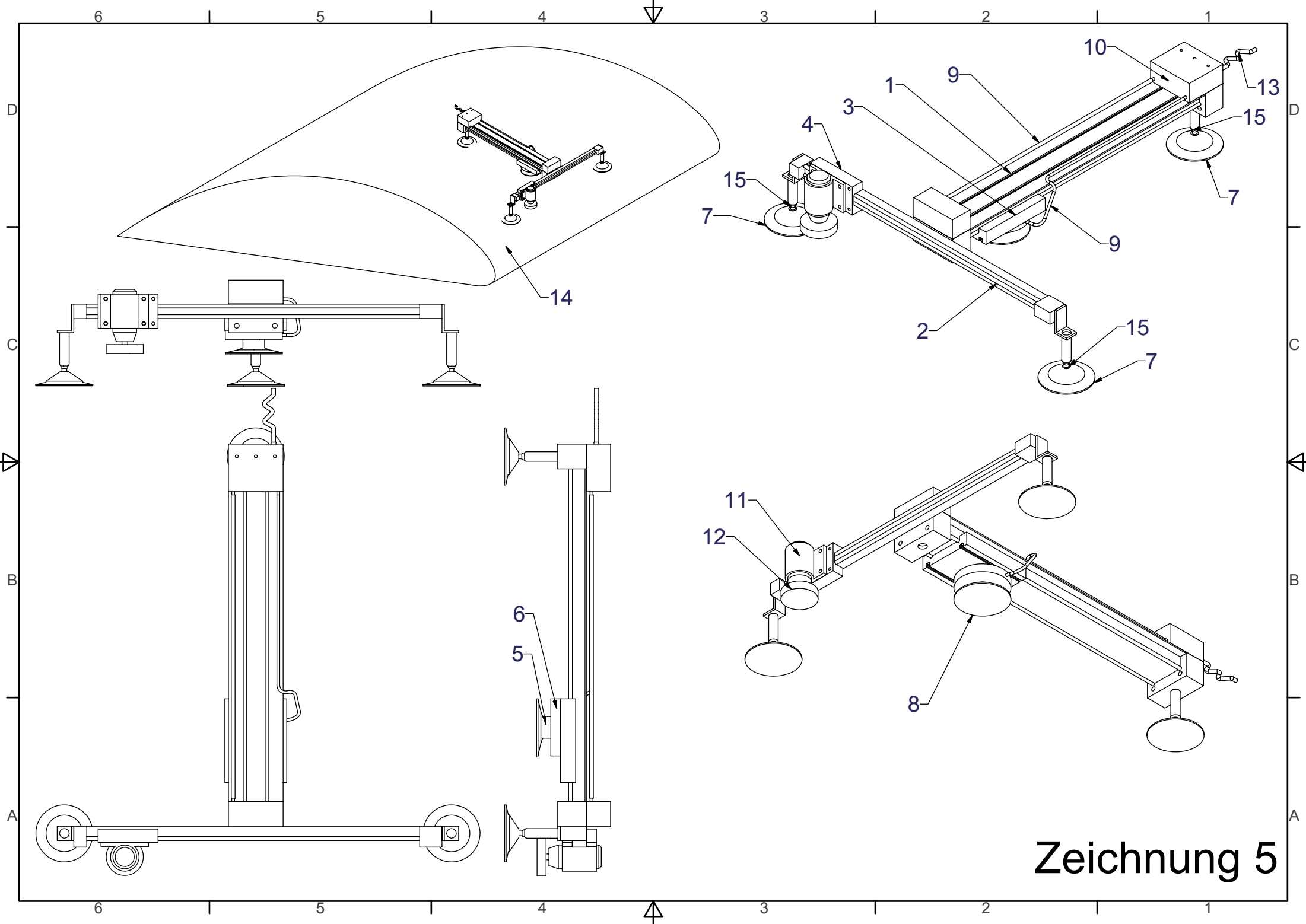
Zeichnung 2



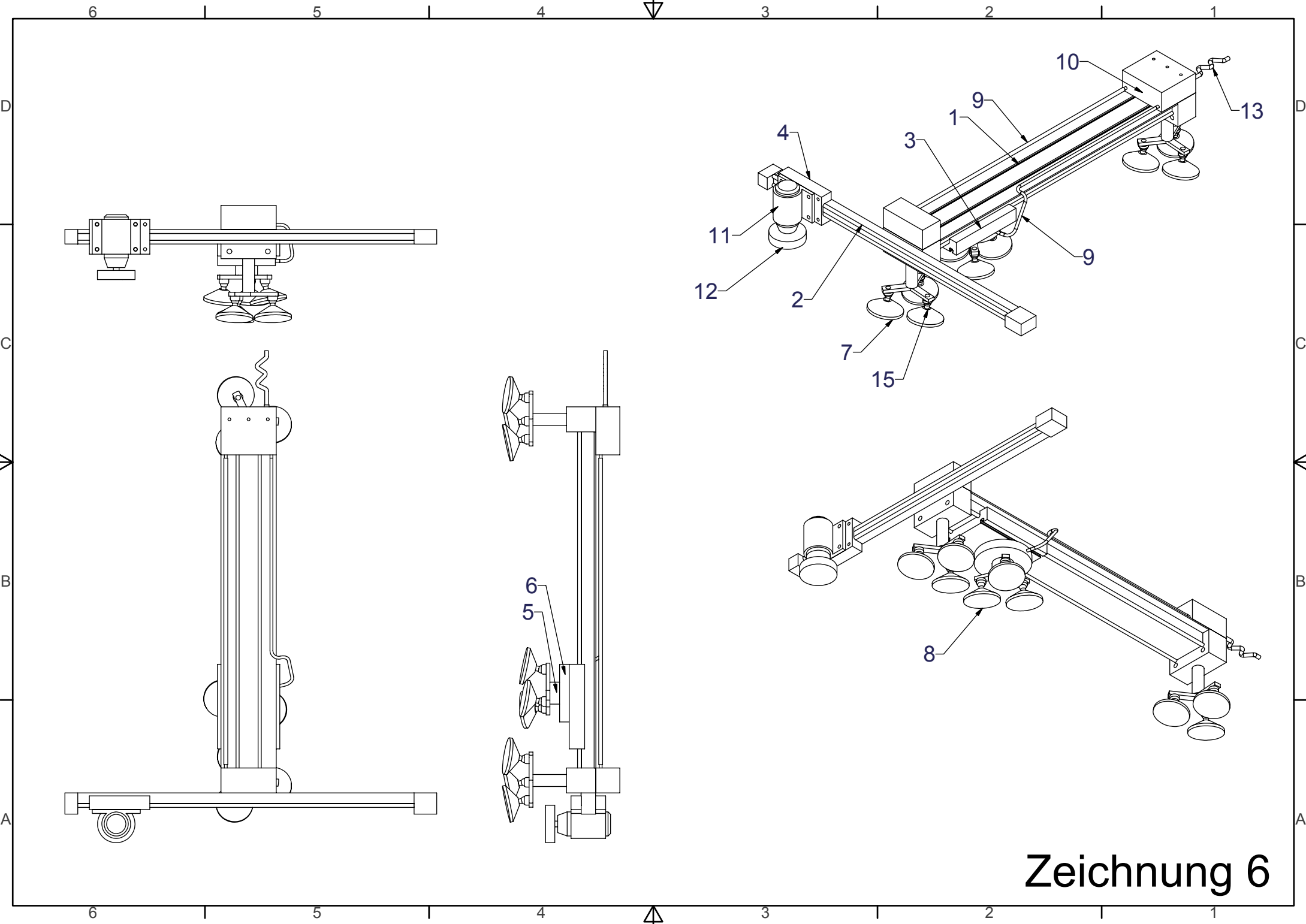
Zeichnung 3



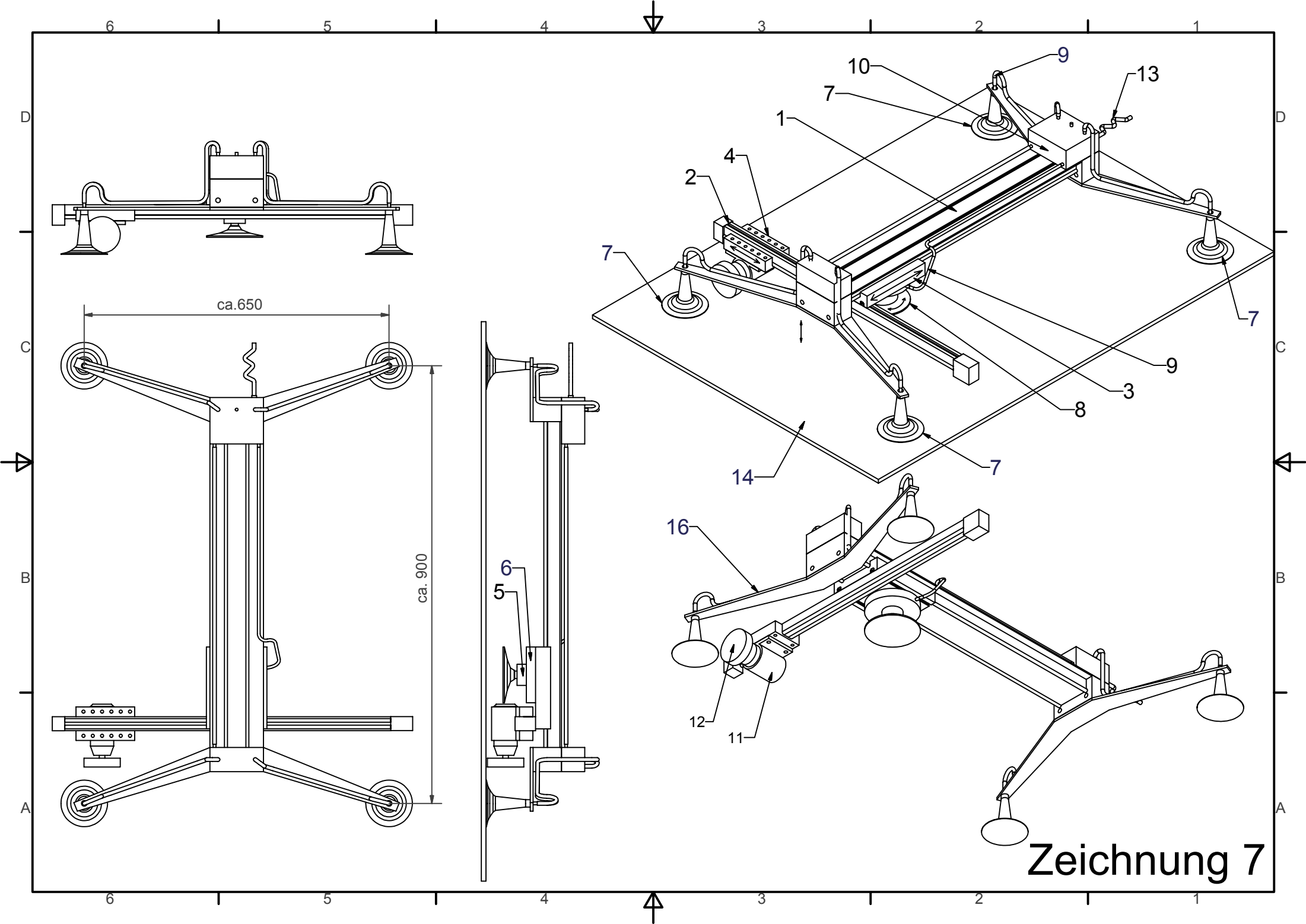
Zeichnung 4



Zeichnung 5



Zeichnung 6



Zeichnung 7