

# Digitale Werkzeuge für Tischler

*CNC - Fräsmaschine*

*Laserschneider*

*3D-Drucker*

*3D-Scanner*

*Roboter*

*Handbuch 1*



## Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 .....	4
CNC: <i>Computerized Numeric Control</i> .....	4
Geschichte .....	4
Was sind digitale Werkzeuge? .....	4
Welchen Nutzen haben digitale Werkzeuge? .....	5
Sind digitale Tools tatsächlich Werkzeuge? .....	5
Beispiele für den Einsatz digitaler Werkzeuge. ....	5
Was ist das Ergebnis des Einsatzes digitaler Werkzeuge? .....	6
Sollten wir Angst vor digitalen Werkzeugen haben? .....	6
Können uns digitale Werkzeuge andere Möglichkeiten bieten? .....	6
Welchen Mehrwert haben digitale Werkzeuge? .....	7
Kapitel 2 .....	8
Arten von CNC-Maschinen, die in der Holzindustrie verwendet werden .....	8
Handgeführte CNC-Maschinen "Kleine Werkstätten" .....	8
Shaper-Origin Maschine .....	8
Beispiele für die Verwendung von Shaper .....	9
Goliath CNC .....	9
Beispiele für die Verwendung von Goliath CNC .....	10
Horizontale CNC-Maschinen für kleine Werkstätten .....	10
Beispiele für den Einsatz kleiner CNCs .....	10
Vertikale CNC-Maschinen für die Industrie .....	11
Beispiele für die Verwendung von vertikalen CNC-Maschinen .....	12
Nesting-CNC-Maschinen für den industriellen Einsatz .....	13
Beispiele für die Verwendung von Nesting-Maschinen .....	13
5-Achs-CNC-Maschinen für den industriellen Einsatz .....	14
Beispiel für den Einsatz von 5-Achs-CNC .....	14
Roboter Fräs- und Produktionsmaschinen .....	15
Beispiele Roboterarme .....	16
Kapitel 3 .....	17
Additive und subtraktive Technologien .....	17
3D-Drucker .....	17
Beispiele für 3D-Drucker .....	18
Lasercutter .....	19
Beispiel für den Einsatz von Lasercuttern .....	19
3D - Scanner .....	20

Kapitel 4 .....	21
Programme .....	21
CNC-Programmierung .....	21
3D-Drucker-Programm .....	22
Laserprogramm .....	22
3D-Scan .....	22
Beispiel für die Programmierung des Laserschneidens .....	22
Kapitel 5.....	24
Digitale Meßsysteme – Flexijet.....	24

*Verzichtserklärung:*

*Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Europäischen Exekutivagentur für Bildung und Kultur (EAC EA) wider. Weder die Europäische Union noch die EAC EA können dafür verantwortlich gemacht werden.*



Erasmus+ Project: **Digital Joiner 4.0**

2023-1-DE02-KA220-VET-000154860 Key competences for VET Joiners

Website: [www.digitaljoiner.com](http://www.digitaljoiner.com)

# Kapitel 1

## CNC: Computerized Numeric Control

### Geschichte

Die ersten Experimente mit der computergesteuerten Maschinen (Numerical Control) begannen 1949. Die erste CNC-Maschine wurde 1952 von einem Team von Wissenschaftlern am MIT (Massachusetts Institute of Technology) entwickelt und 1958 patentiert.

Die CNC-Bearbeitung hat die Fertigungsindustrie revolutioniert, seit sie 1952 in Form des Cincinnati Milacron Hydrotel eingeführt wurde. Seitdem wurden fortschrittliche Robotersysteme in die Produktion integriert, um die Produktivität zu verbessern.<sup>1</sup>

### Was sind digitale Werkzeuge?

Wenn wir uns heute anschauen, nutzen wir viele digitale Werkzeuge, ohne uns dessen bewusst zu sein. Nicht nur in Form von Computerprogrammen wie Excel, Word und vielen mehr, denken Sie nur daran, wie die Verwendung eines Taschenrechners in vielen verschiedenen Berufen integriert wurde und warum.

In den Berufen der Holzbearbeitung und Tischlerei sind digitale Werkzeuge zu einem sehr verbreiteten Bestandteil des Werkzeugkastens des modernen Tischlers geworden.

Die am häufigsten verwendeten Werkzeuge sind zum Beispiel digitale Messschieber, Winkelmesser, Entfernungsmesser, Feuchtigkeitsmesser usw.

Hersteller von Handhelds, kleinen und großen Industriemaschinen haben analoge Uhren und Handräder zum Einstellen usw. durch digitalisierte Lesegeräte/Bildschirme ersetzt. Die ersten digitalisierten Lesegeräte wurden als NC-Lesegeräte eingeführt. NC steht für **Numerical Control**, bei denen es sich um digitale Eingabesysteme handelt, die in Maschinen integriert sind, um die Positionierung oder Messung mit numerischer Präzision zu steuern, und die auf Radialsägen für den Längsschnitt installiert wurden.

Jetzt finden wir digitale Lenkungen und Lesegeräte, die mit Handrädern und Touchscreens verbunden sind, um mehrere Aggregate innerhalb einer Maschine einzustellen, wie z. B. Kantenanleimmaschinen, Breitbandschleifer, im Wesentlichen für alle modernen Holzbearbeitungsmaschinen.

---

<sup>1</sup> <https://laszeray.com/the-history-of-cnc-machinery/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_numerical\\_control](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_numerical_control)

## Was ist der Nutzen des Einsatzes digitaler Werkzeuge?

Das Hauptinteresse und der Grund für digitale Werkzeuge ist die Beschleunigung von Prozessen - Zeit ist Geld.

In der Werkstatt werden digitalisierte Maschinen von qualifiziertem Personal bedient, kalibriert und gewartet. Diese Maschinen spielen eine entscheidende Rolle und wirken sich auf das Finanzergebnis innerhalb des Unternehmens aus.

Ein Fachmann wird in der Lage sein, die Maschinen mit Hilfe von digitalisierten Bildschirmen/Lesegeräten viel schneller einzurichten und einzustellen, verglichen mit herkömmlichen analogen Maschineneinstellungen.

Digitale Werkzeuge helfen uns nicht nur dabei, Prozesse zu beschleunigen, sondern sind auch ein mächtiges Werkzeug für präzises und wiederholgenaues Arbeiten.

## Sind digitale Werkzeuge tatsächlich Werkzeuge?

Ja, digitale Tools sind Werkzeuge, aber sie sind nicht unbedingt physische Werkzeuge.

Heutzutage verwenden wir viele Computerprogramme, die uns die Möglichkeit bieten, eine Zeichnung (CAD), eine Kundenpräsentation (3D), eine Berechnung der verwendeten Materialien, Werkstattzeichnungen, Schnittlisten und CNC-Programme auf einmal oder unabhängig von jeder Aufgabe zu erstellen.

Die meisten dieser Programme basieren auf Excel. In diesen Programmen können Sie nach Belieben Daten und Werte hinzufügen, die sich auf eine bestimmte Formel oder Aktion beziehen. Zum Beispiel, um eine Zuschnittsliste zu erstellen oder ein Programm für eine bestimmte CNC-Aufgabe zu erstellen.

## Beispiele für den Einsatz digitaler Werkzeuge

Wie bereits erwähnt, gibt es viele Beispiele für digitale Werkzeuge, wie z. B. Microsoft Word, Excel, Alphacam, Inventor, Wooddesigner, Stairdesigner, Cut-list-App und viele weitere Beispiele für Computerprogramme, die in der Branche verwendet werden. Wir sollten uns auch daran erinnern, dass die meisten Maschinen in der Werkstatt, wie z. B. Mobiltelefone, in Wirklichkeit digitale Werkzeuge sind.

Ein gutes Beispiel für die Implementierung digitaler Werkzeuge könnte die Gepäckabfertigung an Flughäfen oder die Paketzustellung in Lagern sein. Beide verwenden Scanner und Barcodes, um Artikel zur richtigen Zeit an den richtigen Ort zu empfangen und zu liefern.

Viele Hersteller in unserer Branche verwenden die gleichen Systeme in ihrer Produktion, um Prozesse zu optimieren und menschliche Fehler zu reduzieren.

Zeichnungen und Bestellungen werden im Büro erstellt und an die Fertigung geschickt, wo Maschinen übernehmen und mit der Bearbeitung und Codierung jedes einzelnen Teils mit Etiketten oder Laserscanning beginnen. Jedes Teil folgt seinem eigenen Bearbeitungsweg, und an jeder Station werden die Teile gescannt. Die Maschine passt sich entsprechend an und aktiviert die jeweils nötigen Prozesse, um das Teil gemäß den Daten, die es mit sich führt, herzustellen.

## Was ist das Ergebnis des Einsatzes digitaler Werkzeuge?

Digitale Werkzeuge sind wirtschaftlich viel effektiver und sparen Zeit; Gleichzeitig bieten sie die Möglichkeit, alle Prozesse zu beschleunigen und ein präzises und wiederholgenaues Ergebnis zu liefern. Durch Einsatz und Implementierung digitaler Werkzeuge von der ersten Idee über das endgültige Design bis hin zur Produktauslieferung können Sie Kosten minimieren und mögliche Probleme vorhersehen. Es reduziert sogar menschliche Fehler beim Anschlagen der Computertastatur.

Manche Leute mögen in Bezug auf digitale Werkzeuge sagen: "Work smart, not hard". Um es ganz offen zu sagen: Digitale Tools helfen uns, unsere Arbeit "*idiotensicher*" zu halten.

## Sollten wir Angst vor digitalen Werkzeugen haben?

Die Digitalisierung ist in verschiedenen Bereichen der Produktion weit verbreitet und hat direkte Auswirkungen auf Arbeitsplätze und Sektoren der Gesellschaft. Ja, es wirkt sich auf den Arbeitsplatz und die Verfügbarkeit von Arbeitsplätzen aus, kann aber auch dazu beitragen, schwierige oder stressige Aufgaben zu lösen oder sie zumindest zu erleichtern, die aufgrund eines gesünderen Lebens länger sind, was zu den Folgekosten der Regierung für den Gesundheitssektor beitragen könnte. Darüber hinaus wird es immer noch einen Bedarf an ausgebildeten Fachleuten geben, die programmieren, zeichnen, bedienen oder einfach nur übersetzen, um das Werkzeug selbst zu entwickeln.

## Können uns digitale Werkzeuge andere Möglichkeiten bieten?

Es gibt noch viele Möglichkeiten, digitale Werkzeuge zu implementieren, aber wir fangen gerade erst an. Wenn wir uns heute die sozialen Medien wie Facebook und Instagram ansehen, sehen wir, wie weit und schnell sie die Nutzer erreichen. Es ist überraschend, dass wir diese Möglichkeiten in der Holzverarbeitenden Industrie nicht besser nutzen.

Trotz globaler Konnektivität, Live-Meetings, Datenaustausch und sogar der Fernsteuerung von Computern und Maschinen produzieren wir immer noch vor Ort und versenden weltweit. In einer Zeit wachsender Umweltbedenken könnten digitale Tools eine

Schlüsselrolle bei der Reduzierung unseres ökologischen Fußabdrucks spielen. "Qualität" kann für verschiedene Menschen unterschiedliche Bedeutungen haben, was nach wie vor ein Hauptgrund für die Produktion vor Ort oder im eigenen Haus ist.

Digitale Werkzeuge machen es lohnenswert, mit lokalen Herstellern in Kontakt zu treten und eine direkte Kommunikation aufzubauen, um die Qualität zu sichern. Auch wenn sich dieser Ansatz noch in der Entwicklung befindet, gewinnt er branchenübergreifend an Bedeutung – sowohl durch globale Aktivitäten als auch durch unternehmerische Initiativen. Es ist wahrscheinlich, dass künftig mehr berufsspezifische Plattformen und webbasierte Werkzeuge entstehen werden, über die Nutzer Bestellungen aufgeben können, die von lokalen Herstellern nach Vereinbarung angenommen und ausgeführt werden.

Stellen Sie sich zum Beispiel einen Hersteller mit einer Homag CNC-Maschine vor, die WoodWop verwendet. Das Ziel könnte sein, so viele Kunden wie möglich zu bedienen – sowohl lokal als auch international – und langsamere Zeiten zu nutzen, indem für andere produziert wird. Es stellt sich dann die Frage: Wie kann dieses Potenzial realisiert werden?

Ein Ansatz könnte darin bestehen, eine App oder webbasierte Plattform speziell für Homag- und WoodWop-Anwender zu entwickeln, auf der lokale Profis Angebote für vorprogrammierte Fertigungs- und Installationsaufträge abgeben können. Die Mitglieder dieses Netzwerks könnten Stellenangebote sowohl veröffentlichen als auch darauf reagieren, wodurch ein für beide Seiten vorteilhaftes Ökosystem geschaffen wurde, das auch dazu beiträgt, Produktionslücken in wirtschaftlich schwächeren Zeiten zu schließen.

**Fazit:** Digitale Werkzeuge und computergestütztes Denken bieten erhebliche Möglichkeiten im Holzhandwerk und ermöglichen so eine intelligentere Zusammenarbeit, optimierte Arbeitsabläufe und eine größere Flexibilität bei der Erfüllung der Nachfrage.

## Welchen Mehrwert haben digitale Werkzeuge?

Digitale Werkzeuge und computergestütztes Denken haben nach und nach Einzug in die Holzbearbeitung gehalten, sich mit dem breiteren IT-Fortschritt beschleunigt, und sie werden bleiben. Für die Generation X und darüber hinaus ist Automatisierung die Norm und treibt den kontinuierlichen Fortschritt voran. Diese Entwicklungen sollten als Chancen angenommen und nicht gefürchtet werden, mit Begeisterung für das, was vor uns liegt, und einer Denkweise, die offen für weitere Erkundungen ist.

## Kapitel 2

# Arten von CNC-Maschinen, die in der Holzindustrie verwendet werden

## Handgeführte CNC-Maschinen "Kleine Werkstätten"

Kleine CNC-Maschinen haben einen Vorteil in Bezug auf geringes Gewicht, Tragbarkeit und vorteilhaften Preis, wodurch sie besser für kleinere Produktionen geeignet sind.

Handgehaltene/bewegliche kleine CNC-Maschinen wurden für den Einsatz in der Werkstatt entwickelt. Sie sind im Vergleich zu großen Industriemaschinen relativ günstig, klein und für die Kleinserienproduktion einfach zu implementieren.

## Shaper-Origin

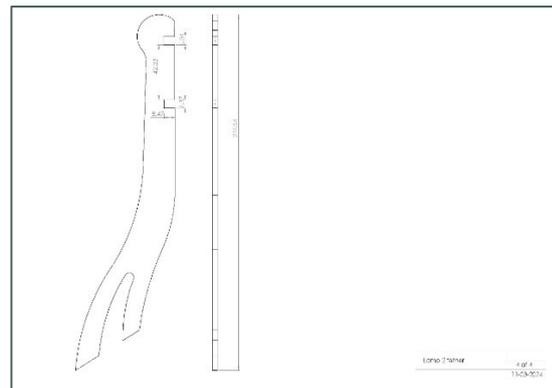
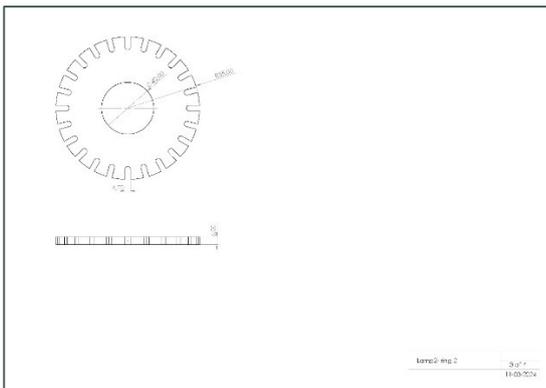
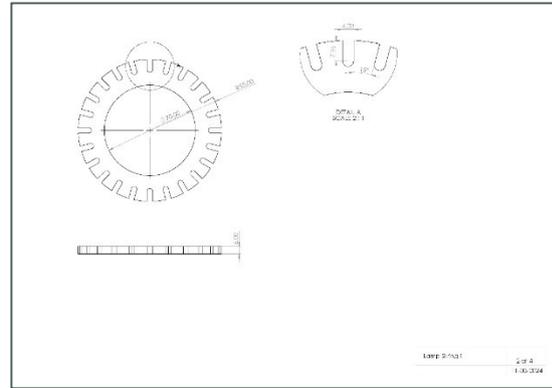
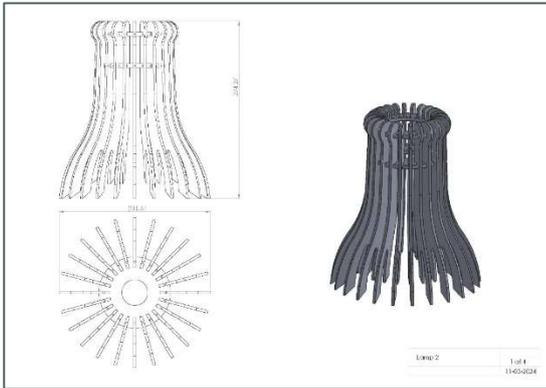


Eine der Maschinen, die 2024 in den kommerziellen Einsatz gehen, ist die *Shaper-Origin*. Es handelt sich um eine CNC-Maschine, die in ihrer Form einer Handfräse ähnelt, aber eine weitaus höhere Präzision bietet. Eine eingebaute Kamera erkennt die auf dem Werkstück platzierten Referenzmarkierungen, so dass die Maschine ihre Bewegungen in Echtzeit mit der Hand des Benutzers koordinieren kann. Dies ermöglicht das hochgenaue Fräsen von vorgeplanten Konstruktionen. Die Shaper Maschine ist außerdem mit einer Touchscreen-Oberfläche für eine intuitive Bedienung und Steuerung ausgestattet.

Diese kompakten Maschinen sind ideal für kleine Werkstätten, Prototyping und Hobbys. Werkzeuge werden manuell gewechselt und benötigen einen Staubsauger. Die Programmierung erfolgt über die Website des Herstellers, mit Anzeigefunktionen an der Maschine und Zugriff auf herunterladbare Programme von anderen Anwendern.

## Beispiele für die Verwendung von Shaper

Hier ist ein Beispiel für Kleinteile, die mit einem Shaper hergestellt werden können; Ein Lampenschirm aus Sperrholz.



Bei den Zeichnungen muss es sich um Vektorgrafiken handeln, die als SVG-Dateien gespeichert werden können.

## Goliath CNC

Eine weitere Maschine, die 2024 in den kommerziellen Einsatz geht, ist die *Goliath*, eine tragbare CNC-Einheit, die autonom auf Flächen von bis zu 3,5 Metern arbeiten kann. Es verwendet an Ecken angebrachte Sensoren zur Orientierung, und Programme werden von einem externen Computer aus ausgeführt.



## Beispiele für die Verwendung von Goliath CNC

Goliath eignet sich gut für die Bearbeitung von großen Flächen wie Böden oder übergroßen Platten und eignet sich daher ideal für die gleichzeitige Anordnung mehrerer Bauteile. Er ist nicht für die Kleinserienproduktion gedacht, sondern zeichnet sich durch das Prototyping und die Abwicklung spezieller, einmaliger Aufgaben aus, die Flexibilität und Platz erfordern.

## Horizontale CNC-Maschinen für kleine Werkstätten

Kleine CNC-Tischmaschinen sind für die Produktion in begrenztem Maßstab konzipiert und sind im Wesentlichen kompakte Versionen größerer Industriemodelle. Sie verfügen über einen festen Arbeitsraum und arbeiten in drei Achsen: X, Y und Z. Sie sind in verschiedenen Größen und Qualitätsstufen erhältlich und verwenden in der Regel eine externe Frässpindel nach Wahl des Benutzers, wobei die Werkzeuge manuell gewechselt werden.



Vor der Verwendung des Geräts ist ein Programm erforderlich, das in der Regel in einer Software erstellt wurde, die G-Code generiert. Es verarbeitet hauptsächlich flache Gegenstände wie Bretter, aber auch komplexere Teile wie Stuhlbeine sind möglich. Das Sichern von Werkstücken kann jedoch eine Herausforderung sein, da diese Maschinen in der Regel nicht über eingebaute Spann- oder Absaugsysteme verfügen.

## Beispiele für den Einsatz kleiner CNCs

Kleine CNC-Maschinen eignen sich sowohl für Kleinserien als auch für Einzelanfertigungen. Sie eignen sich gut für kompakte Werkstätten und können eine moderate Leistung bewältigen. Ihre Größe ermöglicht es ihnen auch, Standardbleche effizient zu verarbeiten.

## Vertikale CNC-Maschinen für die Industrie

Vertikale CNC-Maschinen sind industrielle Systeme, die für die Herstellung von standardisiertem Plattenmaterial, Möbeln und Komponenten konzipiert sind. Die Bearbeitung erfolgt bei vertikaler Positionierung des Werkstückes. Diese Maschinen verfügen über einen Werkzeugwechsler mit Fräs-, Bohr- und Sägewerkzeugen, die einen automatischen Werkzeugwechsel während des Betriebs ermöglichen.



Das Programm wird mit der integrierten Software WOODWOP (Homag) oder NC-Hops (Holzher) erstellt, die sich auf dem lokalen Computer der Maschine befinden, die G-Codes für die Bedienung der CNC-Maschine erstellen können.

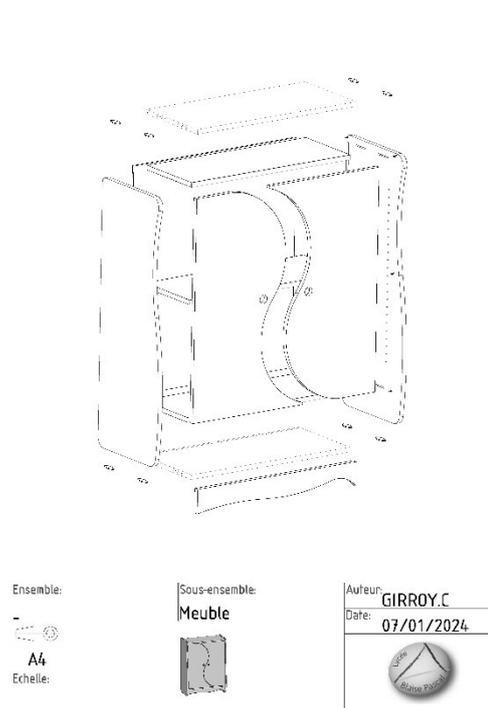
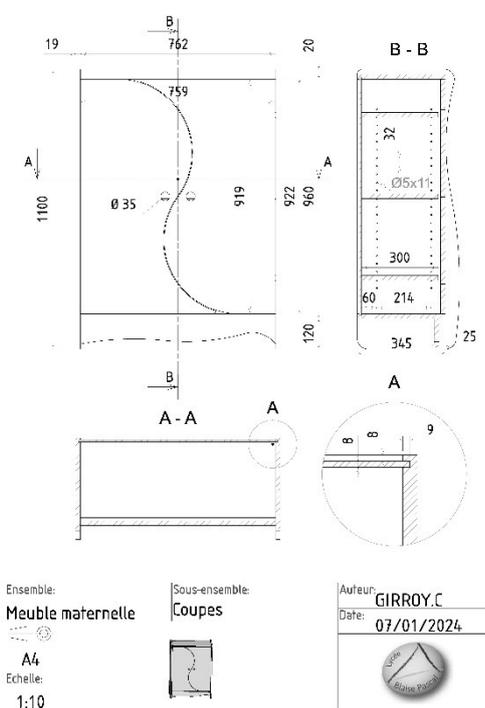
Die Werkstücke werden mit Saugnäpfen fixiert, zudem ist die Maschine mit einer passenden Staubabsaugung ausgestattet.



### Beispiele für die Verwendung von vertikalen CNC-Maschinen

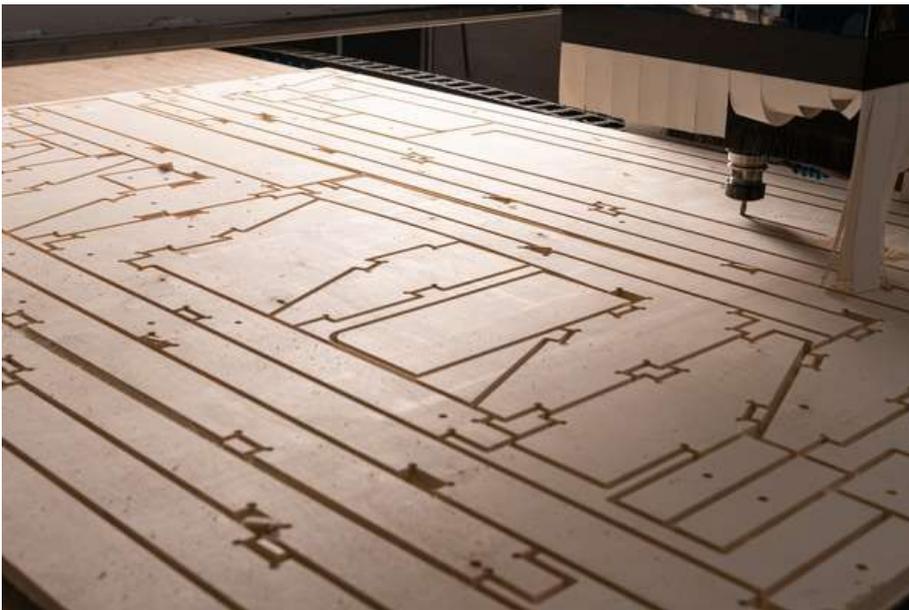
Vertikale CNC-Maschinen sind kompakte Industrieanlagen, die speziell für die Schrankproduktion entwickelt wurden, wie z. B. Küchenschränke. Ihre geringe Stellfläche ermöglicht die Installation auf engstem Raum, aber die Platten müssen vorgeschnitten werden, um zu passen – in der Regel Seitenabmessungen plus 6 mm.

Nachfolgend finden Sie ein Beispiel für einen Schrank, der hergestellt werden kann.



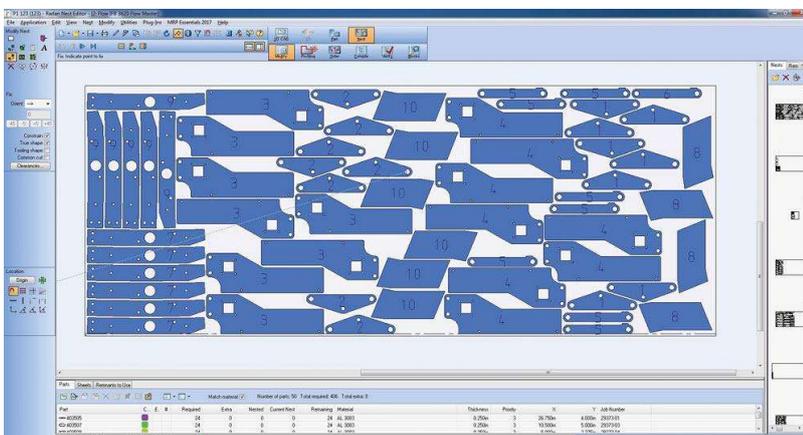
## Nesting-CNC-Maschinen für den industriellen Einsatz

Nesting-Maschinen sind große industrielle CNCs, die für die Bearbeitung ganzer Platten mit hoher Geschwindigkeit und Präzision ausgelegt sind. Sie arbeiten auf der X-, Y- und Z-Achse, wobei sie in der Regel von oben bearbeitet werden, um Schrankseiten, Löcher und Nuten zu erzeugen. Die Werkstücke werden durch Vakuum an einer Opferplatte fixiert. Zu diesen Maschinen gehören Werkzeugwechsler und Staubabsauger.



## Beispiele für die Verwendung von Nesting-Maschinen

Nesting-Maschinen können mehrere Teile bearbeiten, die über eine ganze Materialplatte angeordnet sind. Hier sehen Sie ein Beispiel für die Platzierung von Elementen in einem einzelnen Bereich.



## 5-Achs-CNC-Maschinen für den industriellen Einsatz

Mehrachsige Maschinen ermöglichen komplexe 3D-Bearbeitungen, wie z. B. konturierte Oberflächen, abgewinkelte Schnitte und präzises Bohren in unterschiedlichen Winkeln. Sie verfügen über Werkzeugwechsler für automatische Änderungen, obwohl Arbeitsbereich und Höhe begrenzt sind. Die Teile werden mit Vakuumsaugern oder kundenspezifischen Vorrichtungen gesichert.

### Beispiel für den Einsatz von 5-Achs-CNC

5-Achs-Maschinen sind vollwertige Industriemaschinen, die in der Lage sind, komplizierte Bearbeitungen durchzuführen. Zum Beispiel einen Handlauf mit Krümmung für die Treppenproduktion.



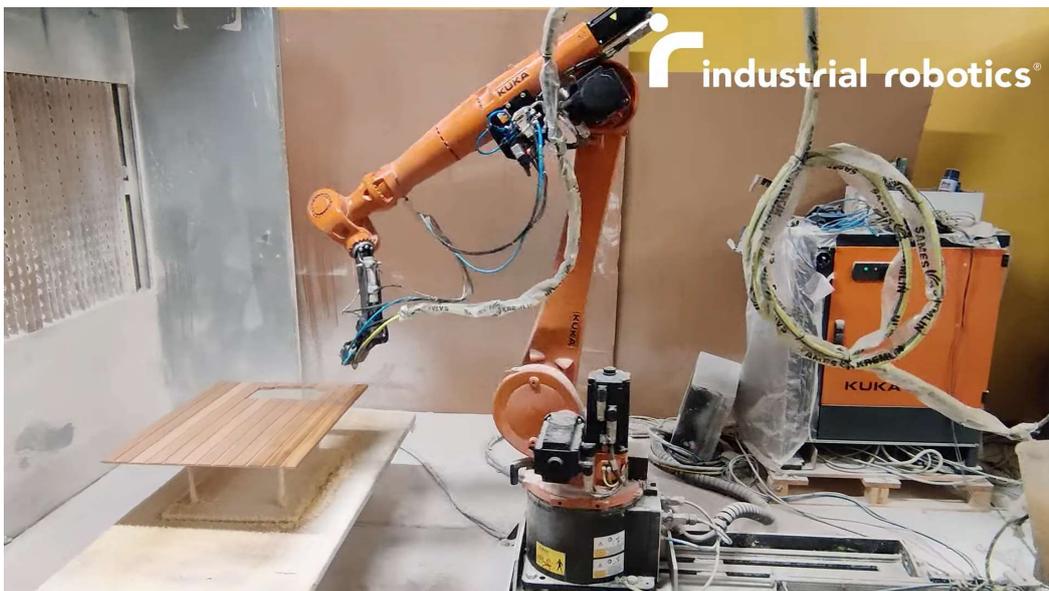
## Roboter Fräs- und Produktionsmaschinen

Roboterarme sind vielseitige CNC-Maschinen, die je nach angebautem Werkzeug Aufgaben wie Fräsen, Schleifen, Sägen oder Lackieren ausführen. Ihr Hauptvorteil ist die Verbesserung komplexer Geometrien.



## Beispiele Roboterarme

Roboterarme können sehr komplizierte Aufgaben wie das Fräsen von Stühlen, das Skalieren oder Schleifen von Werkstücken ausführen.



## Kapitel 3

### Additive und subtraktive Technologien

Additive und subtraktive Technologien stellen zwei grundlegende Fertigungsansätze dar. Bei der additiven Fertigung, wie z. B. dem 3D-Druck, werden Objekte gebaut, indem Material Schicht für Schicht auf der Grundlage eines digitalen Modells aufgebaut wird. Diese Methode ist ideal, um komplexe Geometrien mit minimalem Abfall zu erzeugen, wobei häufig Materialien wie Kunststoff, Filament oder Harz verwendet werden.

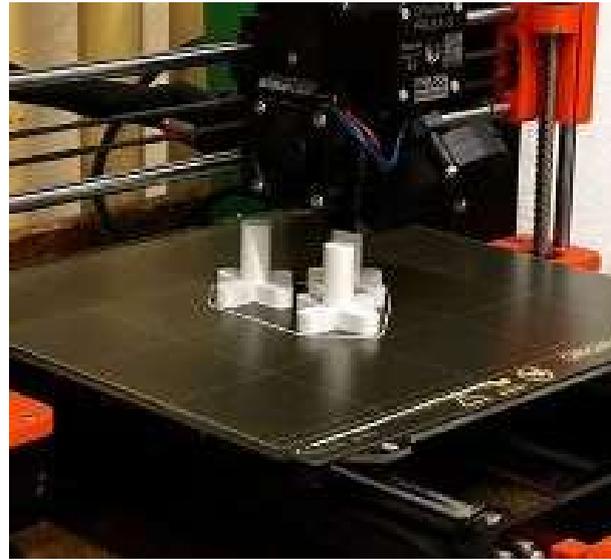
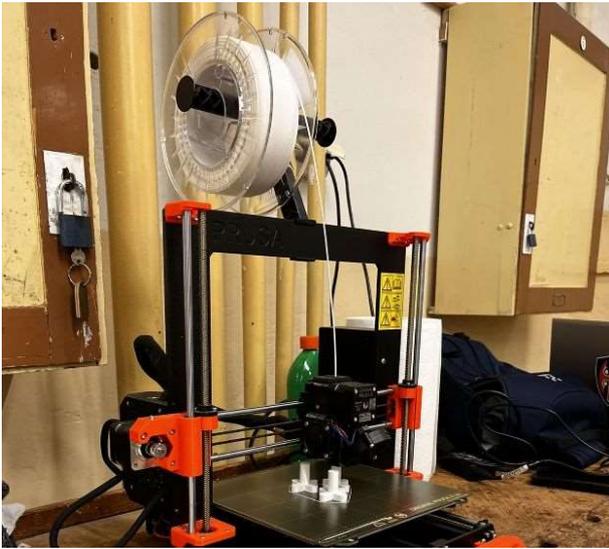
Im Gegensatz dazu werden bei der subtraktiven Fertigung, wie beim Laserschneiden, Objekte hergestellt, indem Material von einem massiven Block oder einer Platte entfernt wird. Ein Hochleistungslaser schneidet oder graviert das Material präzise und eignet sich daher gut für flache Teile oder Designs, die saubere, präzise Kanten erfordern. Während additive Verfahren von Grund auf konstruieren, formen subtraktive Verfahren durch Wegschneiden.

### 3D-Drucker

Bei 3D-Druckern wird Material – typischerweise Kunststoffe wie PLA, ABS oder PETG und in einigen Fällen Metalle – Schicht für Schicht geschmolzen und aufgetragen, um ein dreidimensionales Objekt auf der Grundlage eines digitalen Modells aufzubauen. Dieses Verfahren, das als additive Fertigung bekannt ist, ermöglicht komplexe Geometrien, die mit herkömmlichen Methoden wie fräsen oder schneiden nur schwer oder gar nicht zu erreichen wären.

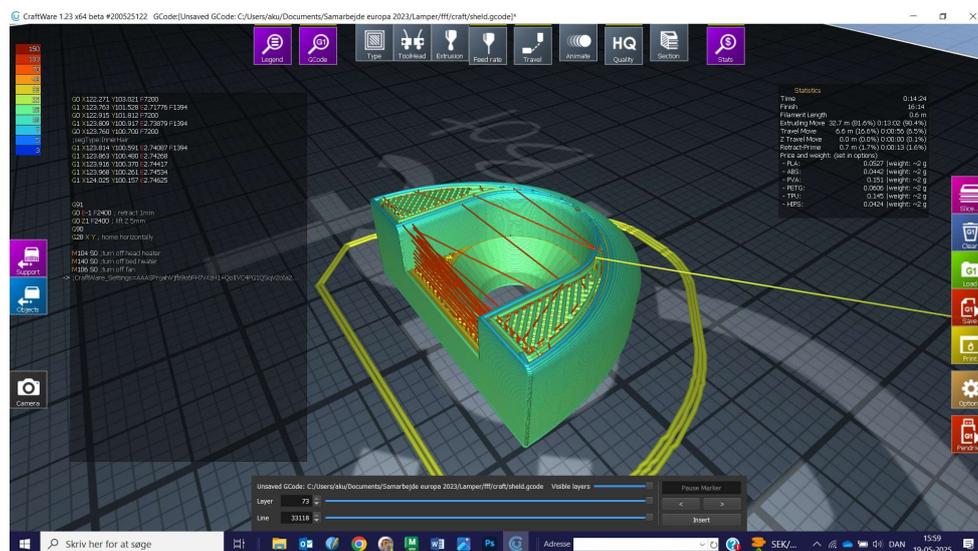
Die meisten 3D-Drucker für Verbraucher sind kompakt und relativ langsam, mit einem typischen Bauvolumen von etwa 200 × 200 × 250 mm, wodurch sie sich gut für kleine Objekte eignen. Industrie- und Großformatdrucker können jedoch deutlich größere Gegenstände herstellen, wie z. B. Möbelbauteile, Architekturmodelle oder Prototypen in Originalgröße.

Fortschrittliche Drucker können auch Multimaterial- oder Mehrfarbendruck, flexible Filamente oder Hochtemperaturmaterialien unterstützen, wodurch ihr Anwendungsspektrum erweitert wird. Ob im Produktdesign, in der Bildung, im Gesundheitswesen oder in Hobbywerkstätten, 3D-Drucker bieten ein vielseitiges und zunehmend zugängliches Werkzeug für die moderne Fertigung.



## Beispiele für 3D-Drucker

3D-Drucker sind nur in der Entwicklungsarbeit sinnvoll, wo es notwendig ist, Modelle für Tests zu bauen. Sie können für die Herstellung kleinerer Gegenstände oder Artikel in Maßstabsverhältnissen verwendet werden; In der Regel nicht effektiv für größere Produktionen. Sie werden häufig für das Rapid Prototyping verwendet und ermöglichen es Designern und Ingenieuren, Passform, Form und Funktion bereits in einem frühen Stadium des Entwicklungsprozesses zu testen. Über das Prototyping hinaus werden 3D-Drucker auch zur Herstellung von Ersatzteilen für Maschinen, Werkzeuge oder Produkte eingesetzt, die nicht mehr hergestellt werden oder angepasst werden müssen. Dazu gehören Ersatzgetriebe, Gehäuse, Halterungen oder sogar ergonomische Werkzeuge, die auf bestimmte Aufgaben zugeschnitten sind.

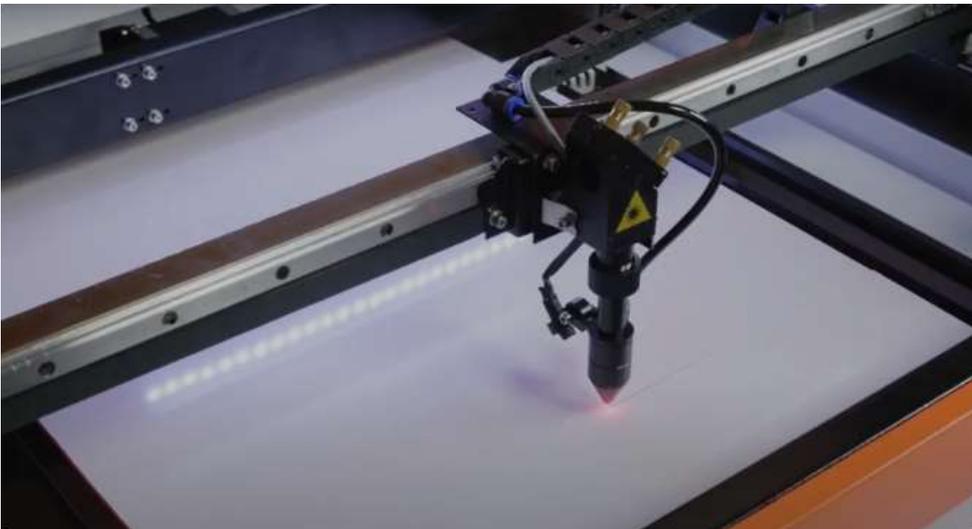


## Lasercutter

Ein Lasercutter verwendet einen stark fokussierten Lichtstrahl, um Material mit außergewöhnlicher Präzision zu verbrennen, zu schmelzen oder zu verdampfen. Die Leistung des Lasers bestimmt die Dicke und Art des Materials, das er bearbeiten kann. In der Holzbearbeitung eignen sich CO<sub>2</sub>-Laser mit geringerem Stromverbrauch ideal zum Schneiden und Gravieren von Holz, einschließlich Sperrholz, MDF, Furnier und Massivholz wie Birke, Nussbaum und Eiche.

Laserschneider werden in der Holzbearbeitung besonders geschätzt, da sie saubere Kanten, detaillierte Schnitte und komplizierte Designs erzeugen, ohne dass eine umfangreiche Nachbearbeitung erforderlich ist. Zu den gängigen Anwendungen in der Holzbearbeitung gehören das Schneiden von dekorativen Paneelen, das Herstellen von individuellen Intarsien, das Gravieren von Schildern, das Herstellen detaillierter Ornamente, das Bauen von maßstabsgetreuen Modellen, das Herstellen von Holzpuzzles, das Erstellen von Vorrichtungen und Schablonen für das Fräsen und das Personalisieren von Produkten wie Kisten oder Möbelkomponenten.

Einige Laserschneider unterstützen auch die Rastergravur, mit der Texte, Logos und Muster zu Branding- oder künstlerischen Zwecken auf Holzoberflächen gebrannt werden können. Ihre Schnelligkeit, Genauigkeit und Fähigkeit, sich wiederholende Aufgaben zu bewältigen, machen sie sowohl in kleinen Holzwerkstätten als auch in größeren Produktionswerkstätten unverzichtbar.



## Beispiel für den Einsatz von Lasercuttern

Lasercutter sind hochpräzise Werkzeuge, die in der Lage sind, eine Vielzahl komplizierter Aufgaben zu bewältigen. Sie können Schablonen für das Fräsen schneiden, detaillierte Intarsienarbeiten durchführen und Texte, Muster oder Bilder auf Oberflächen wie Holz,

Acryl, Leder, Glas oder Metall gravieren. Das macht sie ideal für die Herstellung von Beschilderungen, dekorativen Paneelen, personalisierten Geschenken, Architekturmodellen, Schmuck und sogar detailreichen Einlegearbeiten. Obwohl sie aufgrund von Größen- und Materialdickenbeschränkungen typischerweise für kleinere Projekte verwendet werden, machen ihre Präzision und Vielseitigkeit sie sowohl in Hobby- als auch in professionellen Werkstätten unverzichtbar.



### 3D-Scanner

Ein 3D-Scanner ist ein berührungsloses Werkzeug, das präzise digitale Messungen von physischen Objekten mit Hilfe von Laserlicht erfasst. In der Holzbearbeitung wird es verwendet, um komplexe Formen wie geschnitzte Details, gekrümmte Oberflächen oder vorhandene Möbelkomponenten zu scannen. Der Scanner projiziert ein codiertes Lichtmuster, das die Oberfläche des Objekts abbildet und ein digitales 3D-Modell erstellt.

Die resultierende Netzdatei kann in CAD-Software importiert werden, um Designänderungen, Replikationen, CNC-Bearbeitung oder 3D-Druck vorzunehmen. Dies macht es ideal für Restaurierungen, individuelle Anbauten oder das Reverse Engineering von einzigartigen Holzteilen.



## Kapitel 4

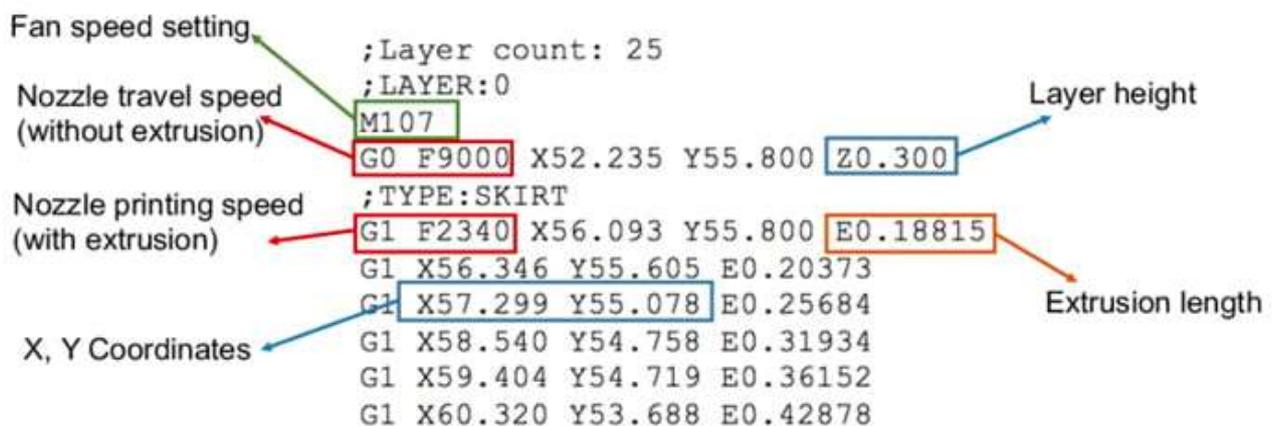
### Programme

Alle CNC-Maschinen – ob Fräsen, 3D-Drucker oder Laserschneider – benötigen vor dem Betrieb einen programmierten Satz von Anweisungen. Dieser digitale Code steuert die Bewegungen und Aktionen der Maschine und sorgt so für genaue und wiederholbare Ergebnisse.

### CNC-Programmierung

Ein CNC-Fräsprogramm definiert wichtige Parameter wie Materialgröße, Werkzeugauswahl, Schnittrichtung, Spindeldrehzahl und Start-/Stoppunkte. Diese Anweisungen sind in G-Code geschrieben – der Standardsprache für CNC-Maschinen –, in der z. B. "G1" eine lineare Bewegung zu einer festgelegten Koordinate befiehlt.

Traditionell erforderte der Betrieb von CNC-Maschinen eine manuelle G-Code-Programmierung. Heute kann eine benutzerfreundliche CAD/CAM-Software automatisch G-Code aus digitalen Entwürfen generieren, was die Herstellung von Gegenständen wie Schrankteilen oder dekorativen Schnitzereien in der Holzbearbeitung erleichtert.



CNC-Programme können entweder eigenständige Software sein oder in 3D-Konstruktionsplattformen integriert werden. **Alphacam** ist beispielsweise ein externes CAM-Programm, das 3D-Modelle aus anderer Software importiert, die Materialgröße definiert, Werkzeuge auswählt und Bearbeitungsoperationen einstellt. Es enthält auch integrierte Werkzeuge zum Erstellen von Operationen ohne Importieren externer Modelle.

Die Umwandlung dieser Vorgänge in maschinenlesbaren G-Code übernimmt ein **Postprozessor**, der die geplanten Aktionen in präzise Maschinenbewegungen übersetzt.

Integrierte Plattformen wie z.B. **SolidWorks** und **Fusion 360** verfügen über integrierte CAM-Module, mit denen Benutzer Bearbeitungsschritte in derselben Umgebung entwerfen

und planen können. Diese sind ebenfalls auf einen Postprozessor angewiesen, um den endgültigen G-Code für die CNC-Ausführung zu generieren.

## 3D-Drucker-Programm

Beim 3D-Druck wird ein Programm namens *Slicer* verwendet, um den G-Code zu generieren, der für den Betrieb des Druckers erforderlich ist. Das Programm zerlegt das 3D-Modell in dünne horizontale Schichten und berechnet den genauen Weg, dem der Drucker folgen wird, um das Material abzuschneiden

## Laserprogramm

Das Laserschneiden wird mit einer speziellen Software wie **LightBurn** oder **RDWorks** programmiert. Diese Programme importieren in der Regel **DXF-Dateien**, die in Designwerkzeugen wie **Illustrator** oder **AutoCAD** erstellt wurden. Die meisten Laserprogramme enthalten auch integrierte Werkzeuge zum Zeichnen von Formen und Hinzufügen von Text direkt im Programm, sodass sowohl importierte als auch programminterne Designarbeiten möglich sind.

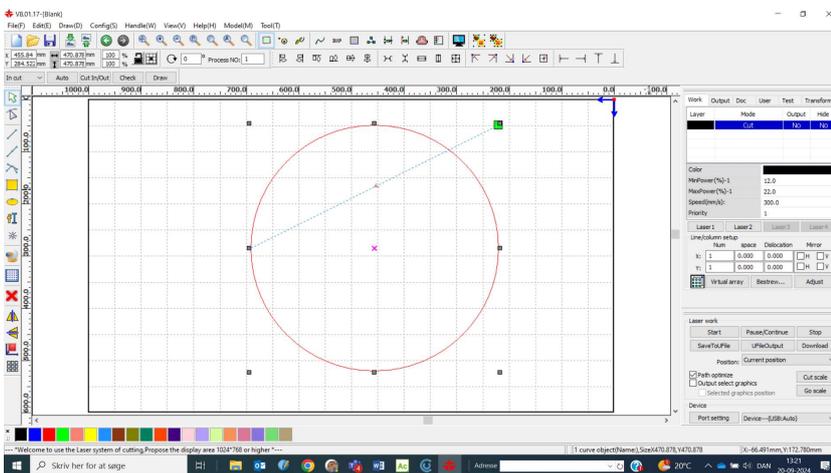
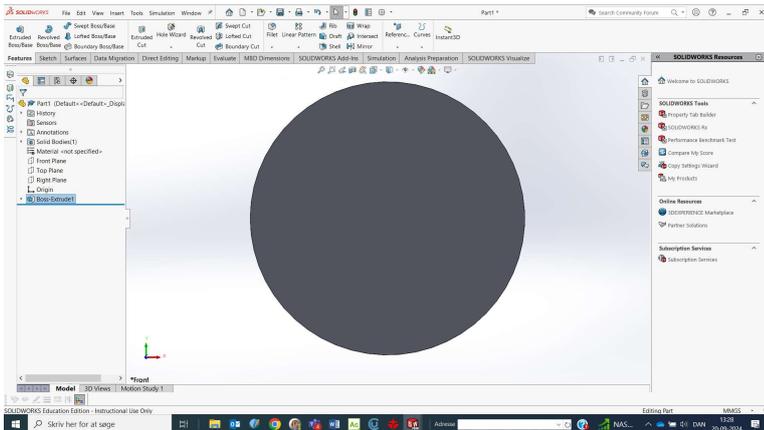
## 3D-Scan

Eine **Punktwolke** ist das Rohergebnis eines **3D-Scans**, bestehend aus Tausenden oder Millionen von Punkten, die die genaue Geometrie eines Objekts oder einer Umgebung im 3D-Raum erfassen, die jeweils durch X-, Y- und Z-Koordinaten definiert sind. Punktwolken, die mit Scannern wie Laser- oder Streifenlichtsystemen erfasst werden, bilden keine Oberflächen von selbst, sondern dienen als Grundlage für die Erstellung von 3D-Modellen, indem sie mit Hilfe von CAD-Software in Netze oder Volumengeometrie umgewandelt werden. In der Holzbearbeitung sind Punktwolken besonders nützlich, um komplexe Formen – wie z.B. gekrümmte Leisten oder Möbelbeine – für eine präzise Messung, Änderung oder Reproduktion zu digitalisieren.

## Beispiel für die Programmierung des Laserschneidens

Um mit dem Laserschneiden zu beginnen, muss zunächst ein Objekt oder Modell erstellt oder importiert werden – entweder als 2D- oder 3D-Konstruktion mit Software wie **Adobe Illustrator** oder **AutoCAD**. Diese Designs werden in der Regel als **DXF-Dateien** exportiert, die mit den meisten Laserschneidprogrammen kompatibel sind.

Sobald das Design importiert wurde, müssen die Schnitteinstellungen angepasst werden, um dem Material und seiner Dicke gerecht zu werden. In der Regel müssen drei Schlüsselparameter konfiguriert werden: **Laserleistung (Maximum und Minimum)** und **Schnittgeschwindigkeit**. Die Feinabstimmung sorgt für saubere Schnitte und verhindert Verbrennungen oder unvollständige Durchgänge, je nachdem, ob Sie Holz, Acryl, Papier oder andere Materialien schneiden.



Sobald das Design importiert wurde, müssen die Schnitteinstellungen angepasst werden, um dem Material und seiner Dicke gerecht zu werden. In der Regel müssen drei Schlüsselparameter konfiguriert werden: **Laserleistung (Maximum und Minimum)** und **Schnittgeschwindigkeit**. Die Feinabstimmung sorgt für saubere Schnitte und verhindert Verbrennungen oder unvollständige Durchgänge, je nachdem, ob Sie Holz, Acryl, Papier oder andere Materialien schneiden.

## Kapitel 5

### Flexijet Meßsystem zum digitalen Ausmessen von Treppenlöchern und Treppenbaukonstruktionen

Mit Flexijet 3D kann jeder Tischler schnell, effizient und kostengünstig Messungen und Aufmaße direkt im CAD, erstellen. Die Tischler müssen keine Maße mehr notieren, denn Sie sehen sofort was Sie messen. Die Möglichkeit auch Fotos und Audionotizen in die Aufmaßzeichnung einzubinden, ermöglicht dem Tischler eine ganzheitliche Dokumentation vor Ort. Man kann die Gebäudemaße z.B. für eine Treppe ganz ohne Gerüst, Leiter oder weitere Helfer erfassen.

Man braucht zur Vermessung der Treppenlöcher oder andern Gebäudeteilen die Möbel nicht wegrücken. Rundungen, Bögen und unwinklige Bauteile lassen sich schnell und präzise erfassen.

Im Unterschied zu anderen Aufmaßsystemen liefert Flexijet 3D keine unübersichtliche Punktwolke, sondern die Messpunkte werden direkt durch CAD-Zeichenbefehle zu sinnvollen Anordnungen verbunden. Die fertige CAD-Zeichnung entsteht beim Messen vor Ort, ohne Nachbearbeitung, wie bei Punktwolken notwendig.

Dabei entstehen Elemente wie Wände, Türen, Bögen oder ganze Raumsituationen als präzise dreidimensionale CAD-Zeichnung vor Ort. Man kann vor dem Verlassen der Baustelle das fertige CAD-Modell durch Abgleich mit der Wirklichkeit und sicherstellen, dass alle zur Planung relevanten Maße erfasst wurden.

Durch eine Vielzahl von Exportschnittstellen können die Daten direkt in Ihre CAD-Software übergeben werden. Parallel hierzu unterstützen einige Planungsprogramme eine direkte Integration der Flexijet-Hardware.

