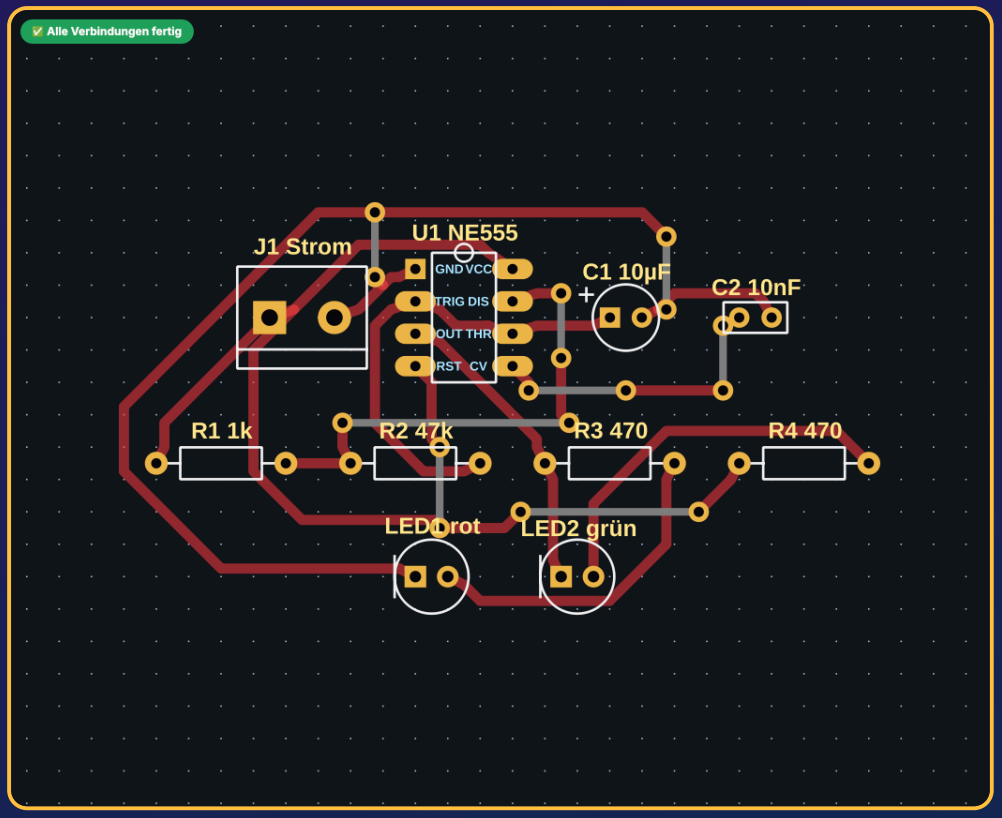
PlatinenWerk

Handbuch – Platinen zeichnen, verbinden, lasern



Version 1v40 · November 2026

created by AnnoBoy 2026 · www.astro2match.de

Inhalt

1 Willkommen

2 Starten

3 Die Oberfläche Bauteil-/Lötseite 1v37

4 Neue Platine anlegen

5 Zeichnen

6 Mehrere Teile: Rahmen, Kopieren, Duplizieren NEU 1v26

7 Eigenschaften ändern und löschen sicher wählen 1v36

8 Bauteile und PC-Anschlüsse neue Boards 1v34

9 Gehäuse auf der Platine größer als die Platine 1v40

10 Die 15 Ebenen

11 Beidseitige Platinen

12 Fertige Schaltungen und Luftlinien

13 Luftlinien selbst zeichnen NEU 1v32

14 Anordnen – Bauteile ordentlich setzen NEU 1v39

15 Autorouter besser 1v38

16 Wie dick muss die Bahn sein?

17 Stückliste

18 Ausgabe: Laser, Drucken und Dateien

19 Bestückungsdruck NEU 1v30

20 Gehäuse bauen NEU 1v31

21 Laser direkt per USB

22 Kamera am Laser

23 Weitere Formate

24 Lizenz

25 Speichern, Autosave, Rückgängig

26 Tastenkürzel

27 Tipps und Hilfe bei Problemen

1 Willkommen

Mit PlatinenWerk zeichnest du Platinen am PC und bringst sie direkt auf die Kupferplatte – per Laser, Drucker, Fräse oder über einen Platinenhersteller. Es ist viel einfacher als Eagle oder Target: Bahnen klicken, Bauteile hinlegen, fertig.

Das kannst du damit machen:

- **Platinen zeichnen** – einseitig oder beidseitig, im Raster mit Fang.
- **Bauteile setzen** – über 150 Bauteile mit Pinbelegung, von Widerständen über 555, 7400 und Operationsverstärker bis Arduino, ESP und Displays. Dazu PC-Anschlüsse wie LPT, COM und USB.
- **Fertige Schaltungen** – 15 Schaltungen mit Stückliste zum Einsetzen, zum Beispiel Blinker, Lauflicht, Miniorgel, Klatschschalter oder Arduino-Wetterstation.
- **Gruppen bearbeiten** – mit dem Rahmen mehrere Teile auf einmal wählen, verschieben, drehen, kopieren und duplizieren.
- **Automatisch verbinden** – gelbe Luftlinien zeigen, was noch fehlt. Der Autorouter zieht die Bahnen für dich.
- **Lasern** – direkt per USB an den Laser, mit Nullpunkt, Ecken anfahren, Umdreh-Hilfe für die Unterseite und Kamera.
- **Ausgeben** – PNG, SVG für LightBurn, PDF und Druck 1:1, G-Code, Gerber für Hersteller, DXF, PLT, STL für den 3D-Drucker und G-Code für die Fräse.
- **Stückliste** – alle Bauteile mit Anzahl, Wert und Größe, als Text oder für Excel.

Die Grundidee beim Lasern: Die Platine wird schwarz lackiert. Der Laser brennt den Lack überall weg, wo **kein** Kupfer bleiben soll. Dann wird geätzt – übrig bleiben genau deine Bahnen und Pads.

> **Tipp:** Halte die Maus kurz über einen Knopf, ein Feld oder einen Haken – dann erklärt eine Blase, was er macht und welche Taste dazu gehört.

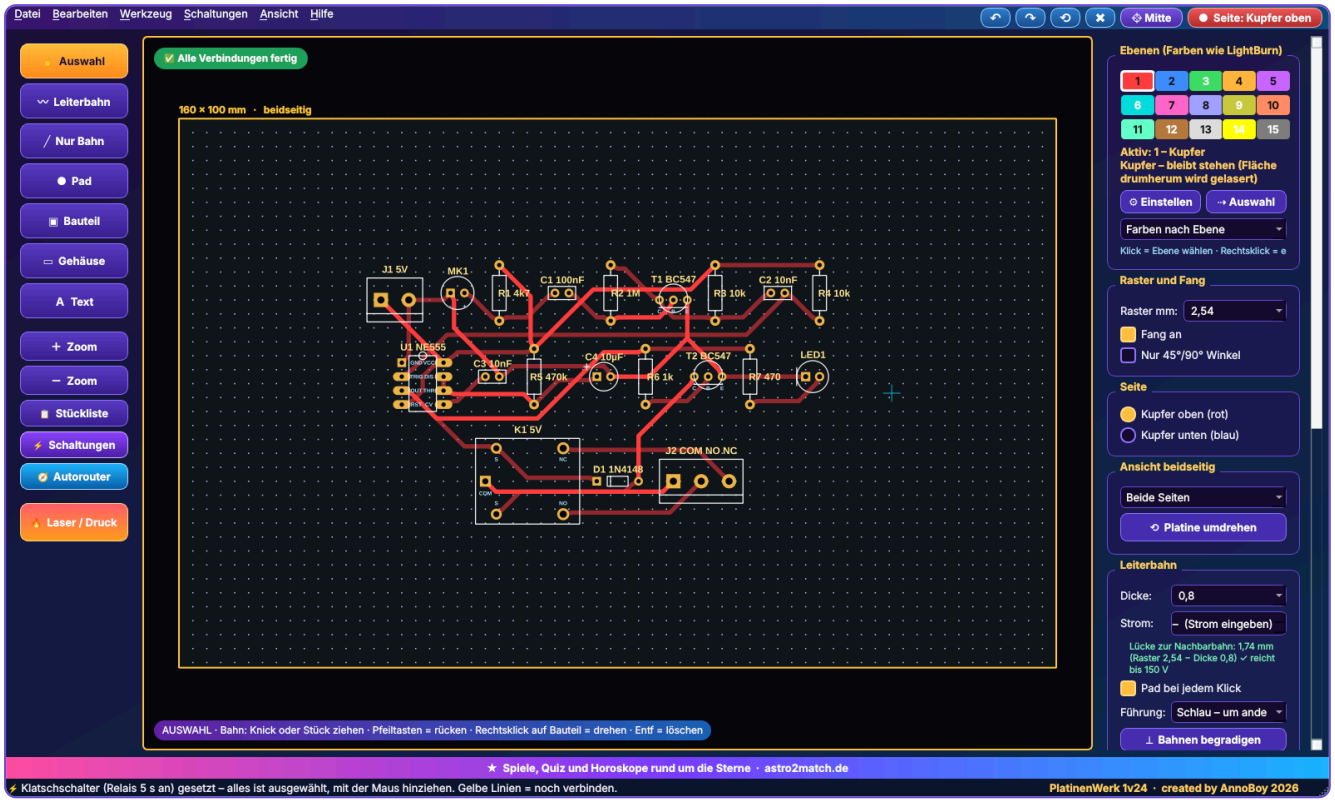


Bild 1: Eine fertige beidseitige Platine: rot = Bauteilseite, blau = Lötseite.

2 Starten

PlatinenWerk läuft unter Windows 11 als ganz normales Programm. Admin-Rechte brauchst du nicht.

Starten: Doppelklick auf **PlatinenWerk**. Beim allerersten Start kommt einmal das Registrier-Fenster (siehe Kapitel „Lizenz“). Danach fragt das Programm nach der Platinengröße. Ab dann geht es immer dort weiter, wo du aufgehört hast.

Updates: Bei jedem Start schaut das Programm nach einer neuen Version. Gibt es eine, fragt es, ob es sie laden soll. Beim Laden siehst du einen Balken mit **Abbrechen**. Danach startet die neue Version von selbst, und unten steht kurz „Programm aktualisiert: … → …“.

Wo liegt was? Neben dem Programm entsteht ein Ordner `Data` (automatische Sicherung, Protokolle in `Data\logs`) und die Datei `conf.ini` mit deinen Einstellungen.

3 Die Oberfläche

Das Fenster hat drei Teile: links die Werkzeuge, in der Mitte die schwarze Zeichenfläche mit deiner Platine, rechts die Einstellungen.

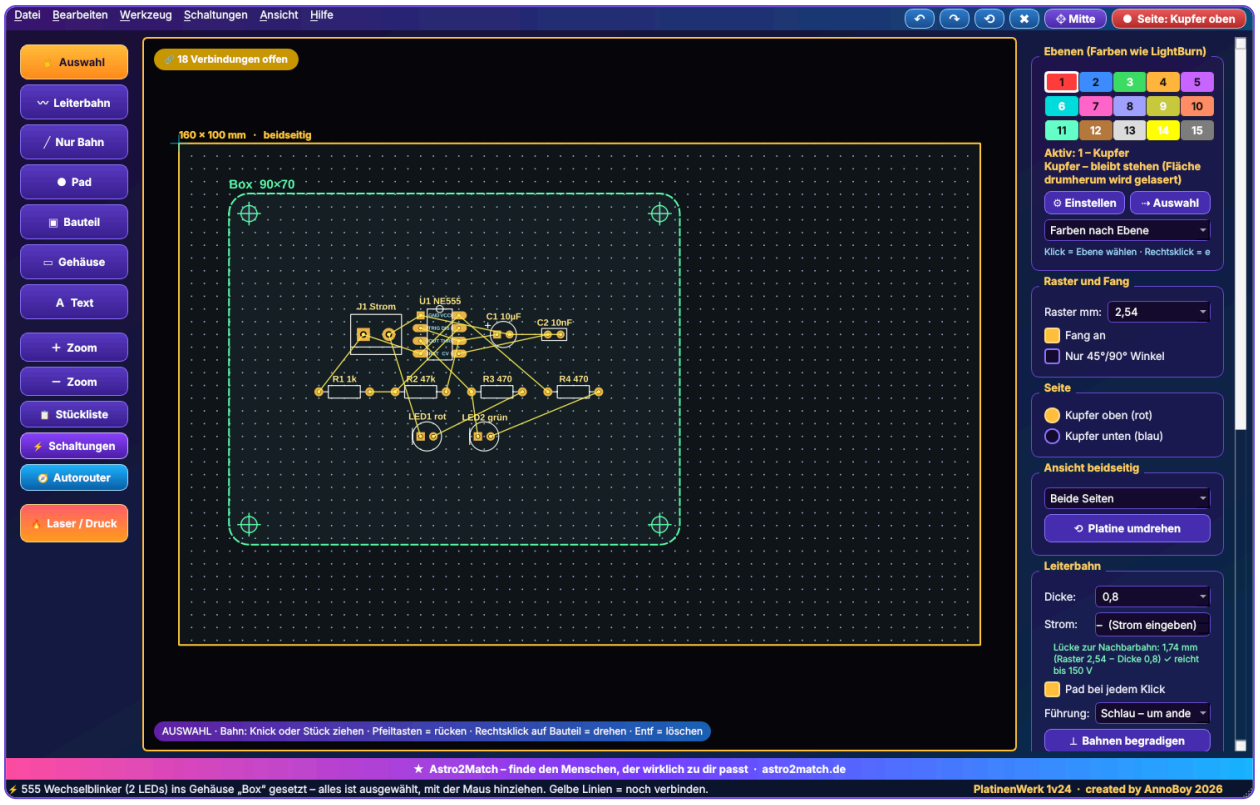


Bild 2: Das Hauptfenster: links Werkzeuge, Mitte Platine (hier mit Gehäuse und einer eingesetzten Schaltung), rechts Einstellungen.

Bereich	Was du dort findest
Links oben	Werkzeuge: Auswahl, Leiterbahn, Nur Bahn, Pad, Bauteil, Gehäuse, Text
Links Mitte	Zoom ＋ / －
Links unten	Stückliste, Schaltungen, Autorouter, Laser / Druck
Rechts	Die Einstellungen – aber nur die, die zum Werkzeug links passen (siehe unten). Ganz oben steht in Gelb, wofür sie gerade gelten.
Unten links	Hilfe-Blase zum gerade aktiven Werkzeug. Sie erscheint kurz bei jedem Werkzeugwechsel und verschwindet, sobald du in die Zeichnung klickst oder zoomst, spätestens nach 8 Sekunden.
Oben rechts in der Menüleiste	✨ **Weitere von AnnoBoy** (weitere Programme, Webseiten und Spiele), **Esc** (rot = es gibt etwas abzubrechen), ↶ **Zurück**, ↷ **Vor**, ⟲ **Drehen**, ⬚ **Rahmen**, ⧉ **Duplizieren**, ✖ **Löschen**, ⌖ **Mitte** (Platine ganz und mittig zeigen) und **Seite: Bauteilseite/unten** (rot/blau, anklicken wechselt die Seite)
Mitte oben	links: wie viele Verbindungen noch offen sind
Ganz unten	Statuszeile mit Mausposition in mm, rechts der Lizenzstand (z. B. „Testversion – noch 12 Tage“), Version und „created by AnnoBoy“



Bild 3: Oben rechts: Weitere von AnnoBoy, der Knopf Esc, die Bearbeiten-Knöpfe ↶ ↷ ⟲ ⬚ ⧉ ✖, Mitte und Seite.

Rechts nur, was gerade passt NEU 1v34

Früher stand rechts alles untereinander – man musste lange scrollen. Jetzt zeigt die rechte Seite nur die Einstellungen für das Werkzeug, das du links angeklickt hast. Das Wichtigste steht immer ganz oben.

Werkzeug links	Rechts erscheint
Auswahl	Ebenen, Anzeigen, Ansicht, Seite, Raster
Leiterbahn	Leiterbahn (Dicke), Pad, Seite, Ebenen, Raster
Nur Bahn	Leiterbahn, Seite, Ebenen, Raster
Pad	Pad, Seite, Ebenen, Raster
Bauteil	Bauteile & Anschlüsse, Seite, Ebenen, Raster
Text	Text, Seite, Ebenen
Luftlinie	Luftlinie
Gehäuse	Raster

Du willst doch alles auf einmal sehen? Unten rechts auf **▾ Alle Einstellungen zeigen** klicken. Das Programm merkt sich das auch beim nächsten Start. Zurück geht es mit **▴ Nur die Einstellungen fürs Werkzeug**.

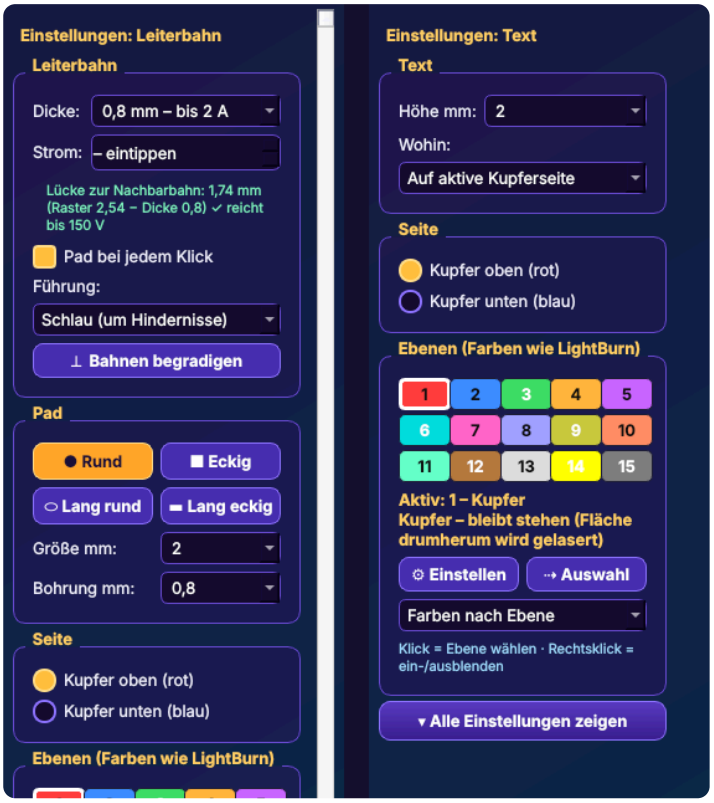


Bild 4: Links: rechte Seite beim Werkzeug Leiterbahn. Rechts: beim Werkzeug Text – mit dem Knopf „Alle Einstellungen zeigen“.

Bauteilseite und Lötseite NEU 1v37

Eine Platine hat zwei Seiten. Oben ist die **Bauteilseite** (rot): Dort stecken Widerstände, ICs und Stecker mit ihren Beinchen. Unten ist die **Lötseite** (blau): Dort kommen die Beinchen heraus und werden gelötet – bei

einer einseitigen Platine liegen hier auch alle Leiterbahnen. **SMD-Teile** haben keine Beinchen, sie werden direkt auf eine Seite gelötet. Welche das ist, stellst du beim angeklickten Teil im Eigenschaften-Block unter **„SMD sitzt auf“** ein.

Erklärung zu jedem Knopf: Maus kurz über einen Knopf, ein Feld oder einen Haken halten – eine lila Blase sagt, was er macht und welche Taste dazu gehört. Auch die Menüpunkte haben eine Erklärung.

Bewegen auf der Zeichenfläche:

- **Mausrad** = zoomen, genau an der Mausposition.
- **Linke Maustaste auf freiem Platz** (Werkzeug Auswahl), **mittlere oder rechte Maustaste** gedrückt halten und ziehen = Platine verschieben (rechts nur, wenn kein Bauteil unter der Maus liegt – das würde sonst gedreht).
- **Leertaste** oder Knopf ⌖ **Mitte** oben rechts = Platine wieder ganz und mittig zeigen.
- **Esc** = aktuelles Werkzeug verlassen, zurück zur Auswahl. Dasselbe macht der Knopf **Esc** oben rechts – er wird rot, sobald es etwas abzubrechen gibt, und verrät beim Drüberfahren, was er gerade abbricht.

Gezeichnet wird immer nur auf der Platine. Was über den Rand hinauswürde, lässt das Programm nicht zu – außer bei gewinkelten Buchsen, die absichtlich überstehen.

4 Neue Platine anlegen

Datei → Neue Platine (Strg+N). Die Platine ist dein Rohmaterial – die Kupferplatte, so wie sie vor dir liegt.



Bild 5: Neue Platine anlegen: Vorlage oder eigene Größe, ein- oder beidseitig.

- **Vorlage:** Europakarte 160 × 100 mm, halbe Europakarte 100 × 80 mm, 100 × 100 mm, 100 × 160 mm hochkant, Lochraster-Streifen 50 × 70 mm – oder eigene Größe.
- **Breite** und **Höhe** in mm.
- **Beidseitig:** Haken setzen, wenn oben und unten Kupfer ist.

Die Größe kannst du später ändern: **Datei → Platinengröße ändern**. Wo genau deine Schaltung sitzt und wie groß sie ausgeschnitten wird, legst du mit dem Werkzeug **Gehäuse** fest.

Raster und Fang (rechts):

- **Raster:** 2,54 mm ist das normale Maß für Bauteile mit Beinchen. Feiner geht mit 1,27, 0,635 oder 0,3175 mm, dazu 1, 0,5, 0,25, 0,1 und 5 mm.
- **Fang an:** Klicks springen auf den nächsten Rasterpunkt und auf vorhandene Pads. So treffen Bahnen sicher die Pads.
- **Nur 45°/90° Winkel:** Bahnen laufen nur waagerecht, senkrecht oder schräg im 45-Grad-Winkel.

5 Zeichnen

Leiterbahn (L) – das wichtigste Werkzeug:

1. Linksklick = Startpunkt. Dort entsteht gleich ein Pad (wenn „Pad bei jedem Klick“ an ist).
2. Weiter klicken = nächster Punkt, wieder mit Pad.
3. Shift + Klick = nur ein Knick, ohne Pad.
4. Rechtsklick oder Esc = Bahn fertig.

Führung (rechts unter Leiterbahn): Eingestellt ist **„Schlau (um Hindernisse)“**. Ist der Weg frei, zieht sie den normalen 45°-Knick. Liegt eine fremde Bahn oder ein fremdes Pad im Weg, sucht das Programm selbst einen Weg drumherum und hält dabei den Abstand aus dem Autorouter ein (normal 0,5 mm). Die Vorschau zeigt den Weg schon beim Bewegen der Maus. Gibt es keinen freien Weg, ist die Vorschau rot gestrichelt, die Bahn geht gerade durch und unten steht „Kein freier Weg – die Bahn kreuzt eine andere!“. Pads und Bahnen, an die du anschließt (und was daran hängt), stören nicht. Liegt der Anfang in einem Gehäuse, bleibt der Weg darin. Mit „45°-Knick in der Mitte“ oder „90°-Knick in der Mitte“ laufen Bahnen stur mit einem Knick dazwischen, „Frei (direkt, schräg)“ zieht direkt.

Die Breite stellst du darüber ein (0,3 bis 5 mm). **Bahnen begradigen** richtet ausgewählte Bahnen nachträglich gerade aus – ohne Auswahl fragt es, ob alle Bahnen begradigt werden sollen.

Nur Bahn (B) – wie Leiterbahn, aber nie mit Pads. Gut für Verbindungen zwischen vorhandenen Pads.

Pad (P) – ein Linksklick setzt ein einzelnes Pad. Form: rund, eckig, lang rund, lang eckig. Größe und Bohrung wählst du rechts.

Text (T) – Linksklick an die Stelle, Text eingeben. Auf der Kupferseite wird er mitgelasert, auf der Unterseite automatisch gespiegelt, damit er von unten richtig herum lesbar ist.

Auswahl (A) – zum Bearbeiten

- Klick = auswählen. Strg oder Shift + Klick = dazu wählen bzw. wieder abwählen. Strg+A = alles.
- **Freien Platz ziehen = Platine verschieben.**
- **Rahmen:** Knopf ⬚ oben oder Shift + ziehen – alles, was ganz im Rahmen liegt, ist gewählt (mehr dazu im nächsten Kapitel).
- Ziehen = verschieben. Bahnen zwischen gewählten Teilen gehen ganz mit, Bahnen nach draußen wie ein Gummiband.
- Bei Bahnen: einen Knick oder ein Stück der Bahn greifen und ziehen.
- Pfeiltasten = ausgewählte Teile um einen Rasterschritt rücken.
- Entf = löschen. R = drehen.
- Ausgewählte Teile ändern sich mit, wenn du rechts Bahnbreite, Pad-Größe oder Textgröße umstellst.

Platine als Kupfer zeigen: Der Haken unter „Anzeigen“ zeigt die Platine so, wie sie nach dem Ätzen aussieht.

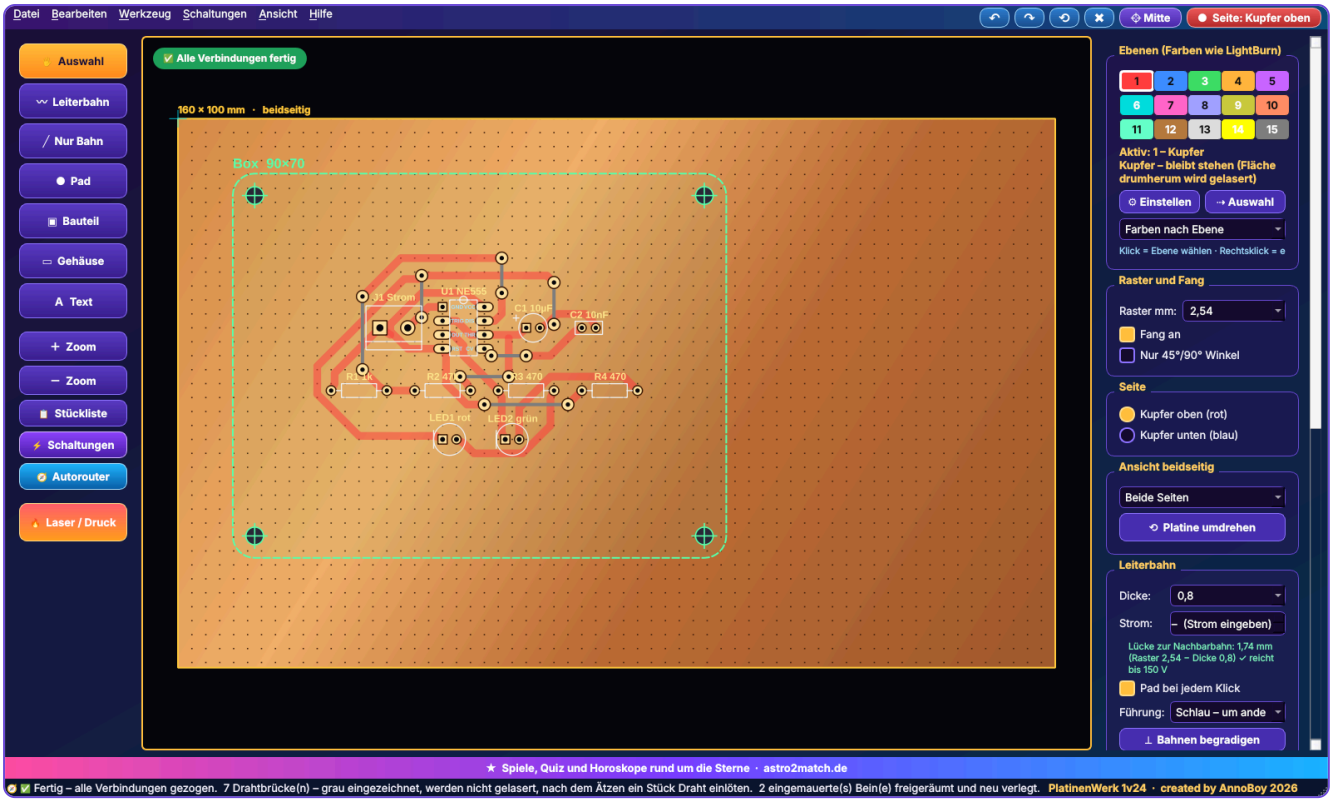


Bild 6: Kupferansicht: so sieht die Platine nach dem Ätzen aus.

6 Mehrere Teile: Rahmen, Kopieren, Duplizieren NEU 1v26

Mit dem Werkzeug **Auswahl (A)** bearbeitest du nicht nur einzelne Teile, sondern ganze Gruppen – zum Beispiel eine fertige Schaltung samt ihrer Bahnen.

Mehrere Teile wählen

- **Rahmen ziehen:** oben den Knopf ⬚ **Rahmen** klicken (er leuchtet orange), dann auf einem freien Platz die linke Maustaste drücken und ziehen. Ein hellblau gestrichelter Rahmen erscheint. Beim Loslassen ist alles gewählt, was **ganz** im Rahmen liegt. Danach ist der Knopf wieder aus – freier Platz ziehen schiebt dann wieder die Platine.
- ⬚ **lange drücken** = der Rahmen bleibt an (weißer Rand am Knopf), bis du ihn nochmal klickst. Gut, wenn du mehrere Rahmen hintereinander ziehen willst.
- Schneller ohne Knopf: Shift + ziehen auf freiem Platz – der Rahmen kommt dabei zur bisherigen Auswahl dazu.
- Strg / Shift + Klick auf ein Teil = einzeln dazunehmen oder wieder abwählen.
- Klick auf eine leere Stelle = Auswahl aufheben.

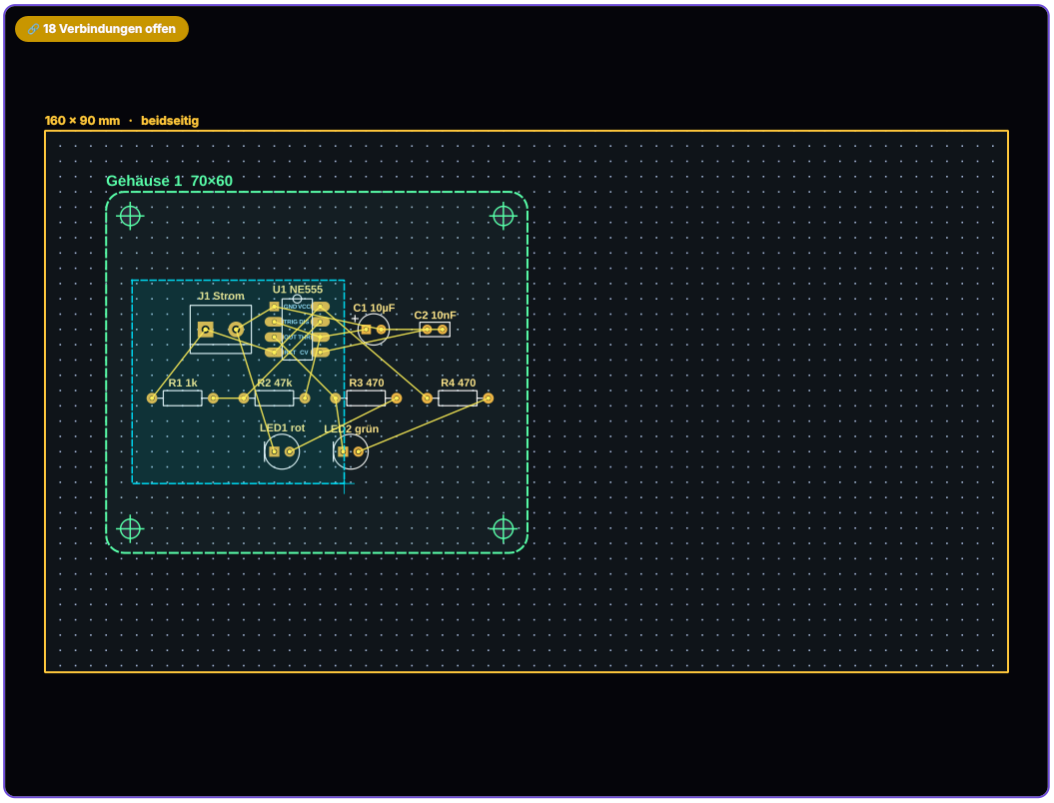


Bild 7: Rahmen ziehen: alles, was ganz darin liegt, wird gewählt.

Was du mit der Gruppe machen kannst

Was	So geht's
Verschieben	Ein gewähltes Teil greifen und ziehen – alle gewählten gehen mit. Bahnen zwischen den Teilen gehen ganz mit, Bahnen nach draußen dehnen sich wie ein Gummiband. Pfeiltasten rücken um einen Rasterschritt.
⟲ Drehen (R)	Ein einzelnes Teil dreht sich um sich selbst. Eine Gruppe dreht sich um 90° um ihre gemeinsame Mitte – samt Bahnen. Würde sie dabei über die Platine ragen, kommt ein Hinweis.

⧉ Duplizieren (Strg+D)	Macht eine Kopie der Auswahl. Sie hängt halb durchsichtig an der Maus. **Linksklick** setzt sie ab, **Rechtsklick** oder Esc bricht ab. Ragt sie über die Platine, ist sie rot und lässt sich dort nicht absetzen.
📄 Kopieren (Strg+C)	Legt die Auswahl in die Ablage.
📋 Einfügen (Strg+V)	Die Kopie aus der Ablage hängt an der Maus – Linksklick setzt sie ab. Das geht beliebig oft und auch in eine andere Platine.
✂ Ausschneiden (Strg+X)	Wie Kopieren, nur dass die Teile danach weg sind.
✖ Löschen (Entf)	Entfernt alles Gewählte.

Alle diese Befehle stehen auch im Menü **Bearbeiten**. ⟲, ⬚, ⧉ und ✖ gibt es zusätzlich als Knöpfe oben rechts.

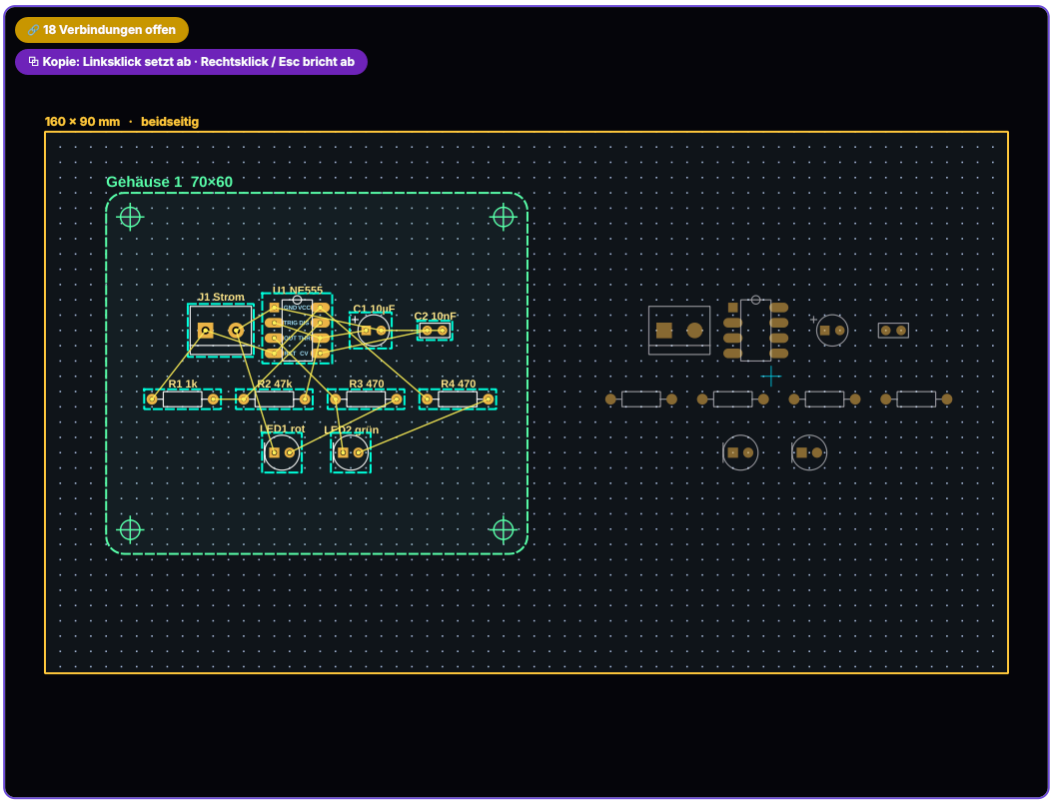


Bild 8: Duplizieren: die Kopie der Schaltung hängt an der Maus und wird mit einem Klick abgesetzt.

Namen beim Kopieren: Kopierte Bauteile bekommen neue Namen – aus R1 … R4 wird R5 … R8, aus U1 wird U2. So bleibt die Stückliste eindeutig.
Ist ein Gehäuse gewählt, kommt sein ganzer Inhalt mit. Bahnen, die nur zwischen kopierten Teilen laufen, werden mitkopiert.

7 Eigenschaften ändern und löschen NEU 1v33

Im Werkzeug 🖐 **Auswahl** klickst du ein Teil an – eine Bahn, ein Pad, ein Bauteil, einen Text oder ein Gehäuse. Oben rechts auf der Zeichenfläche erscheint dann der Block ✎ **Eigenschaften** mit genau den Werten von diesem Teil. Was du dort änderst, gilt sofort. Strg+Z nimmt es wieder zurück.

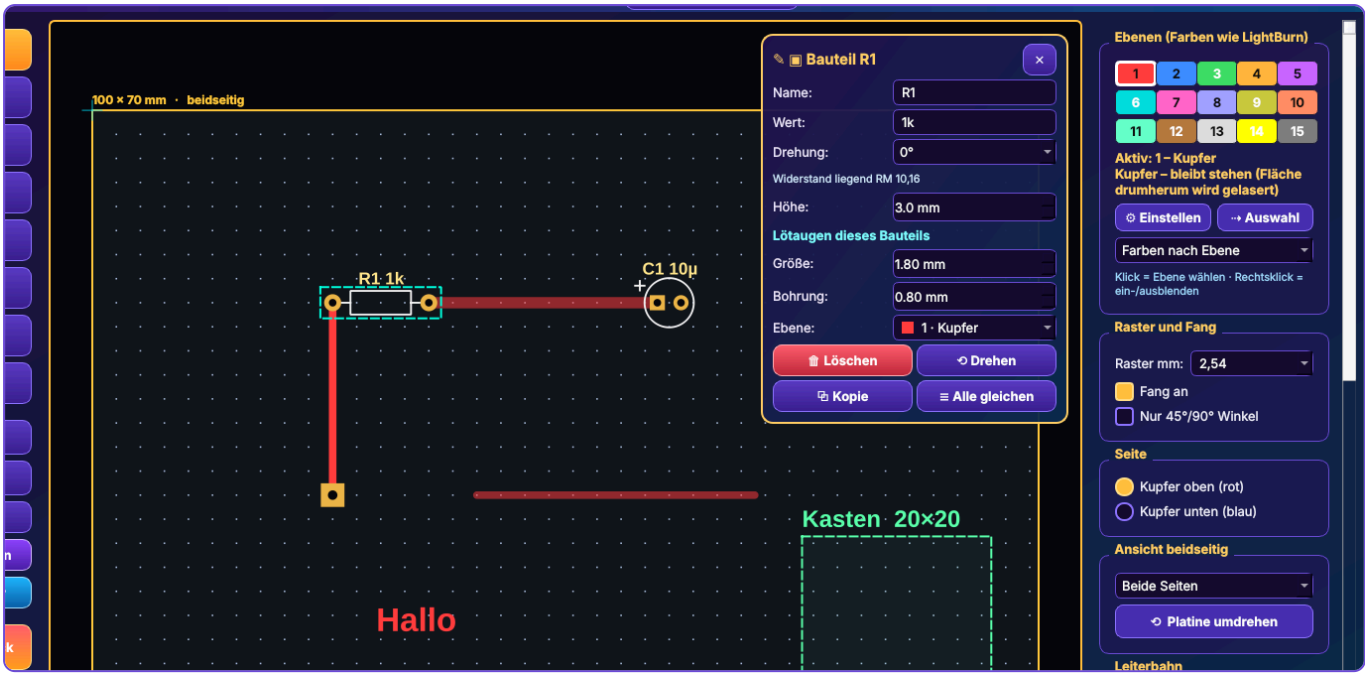


Bild: Bauteil R1 angeklickt: Name, Wert, Drehung, Höhe, Lötaugen, Ebene – und unten Löschen, Drehen, Kopie, Alle gleichen.

Angeklickt	Das kannst du ändern
〰 Leiterbahn	Dicke (mit Ampere dahinter), Seite oben/unten, Ebene. Die Länge steht zur Info dabei.
● Pad	Form (rund, eckig, lang), Größe, Bohrung, Ebene
▣ Bauteil	Name, Wert, Drehung (die Bahnen gehen mit), Höhe, die Lötaugen aller Beinchen (Größe und Bohrung) – mit „↺ Lötaugen wie Vorlage“ wieder zurück
A Text	Text, Schriftgröße, Bauteilseite/unten oder weiße Beschriftung
▭ Gehäuse	Knopf „Maße und Löcher ändern …“

Die **Farbe** einer Bahn kommt von ihrer **Ebene** – wie bei LightBurn. Die Ebene sagt auch, wie gelasert wird. Willst du eine andere Farbe, wähl im Block eine andere Ebene. Die Farbe der Ebene selbst stellst du rechts bei den Ebenen mit ⚙ Einstellen ein.

Löschen: Der rote Knopf 🗑 **Löschen** im Block löscht genau das, was angeklickt ist – genauso wie die Taste Entf.

Rechtsklick-Menü: Rechtsklick auf ein Teil öffnet ein kleines Menü: Eigenschaften, Drehen, Kopie, Alle gleichen auswählen, Löschen. Hältst du ein Teil beim Ziehen mit der linken Taste fest, dreht der Rechtsklick es wie bisher.

Was wird gewählt? NEU 1v36

Ein **Bauteil** wählst du, indem du auf seine **Zeichnung** klickst: den Rahmen, eine seiner Linien, ein Lötauge, den Namen oder eine Pin-Nummer. Die leere Fläche innen im Bauteil gehört dem, was dort liegt – klickst du dort auf eine Leiterbahn oder eine graue **Drahtbrücke**, ist die Linie gewählt, nicht das Bauteil. Liegt dort

nichts, wird auch nichts gewählt. Nur bei schmalen Teilen wie Widerständen, Dioden oder SMD-Teilen zählt auch der Körper selbst.

Ist ein Bauteil schon gewählt, kannst du es auch innen anfassen und verschieben.

Liegen an einer Stelle mehrere Dinge übereinander, steht unten in der Statuszeile „hier liegen 2 Dinge übereinander“. **Klick einfach nochmal auf dieselbe Stelle** – dann ist das Nächste darunter gewählt. Löschst du eine **Drahtbrücke**, verschwinden ihre zwei Löcher gleich mit.

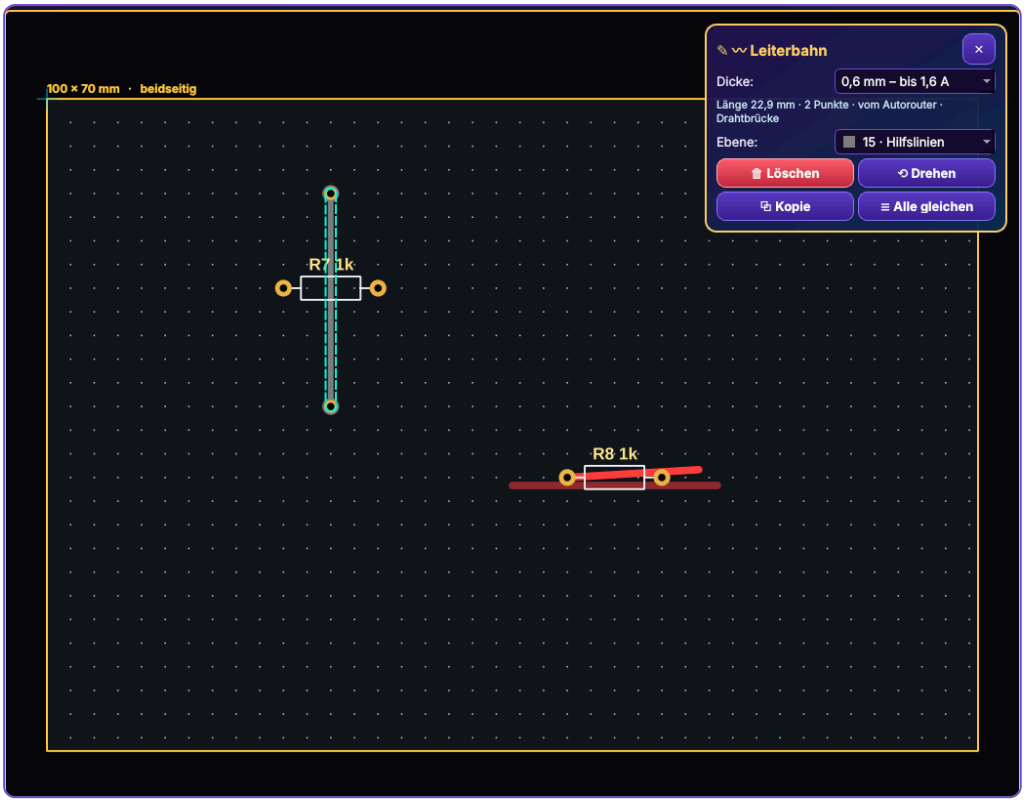


Bild 9: Die graue Drahtbrücke über R7 ist angeklickt (türkis gestrichelt). Ein zweiter Klick an dieselbe Stelle wählt R7.

Viele Teile auf einmal ändern

- **≡ Alle gleichen:** wählt zum Beispiel alle Bahnen mit 0,8 mm oder alle Pads mit 0,8er Bohrung aus. Danach stellst du im Block einmal die neue Dicke ein – fertig für alle.
- Mit Strg +Klick oder dem Rahmen ⬚ wählst du mehrere verschiedene Teile. Der Block zeigt dann die Felder, die für alle passen. Steht „– verschieden –“, haben die Teile unterschiedliche Werte.

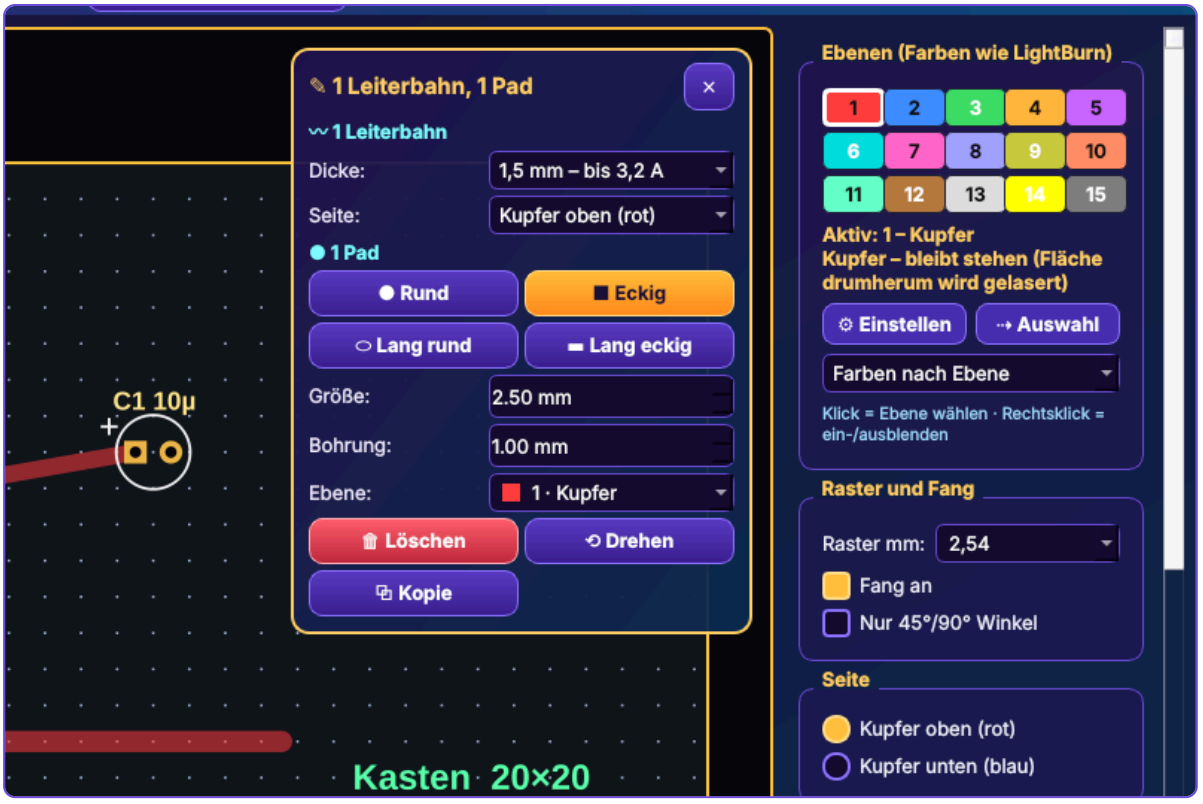


Bild: Eine Bahn und ein Pad zusammen ausgewählt – beide Felder im selben Block.

8 Bauteile und PC-Anschlüsse

Rechts im Block **Bauteile & Anschlüsse** wählst du oben die Gruppe und darunter in der Liste das Teil. Lange Namen brechen in der Liste um, damit nichts abgeschnitten wird. Sobald du ein Teil anklickst, ist das Werkzeug **Bauteil (K)** aktiv.

- Linksklick = Bauteil ablegen.
- Rechtsklick oder R = vor dem Ablegen um 90° drehen.
- Esc = fertig mit Bauteilen.

Unter der Liste steht ein Hinweis zum Teil, zum Beispiel die Pinbelegung oder „eckiges Pad = Kathode“.

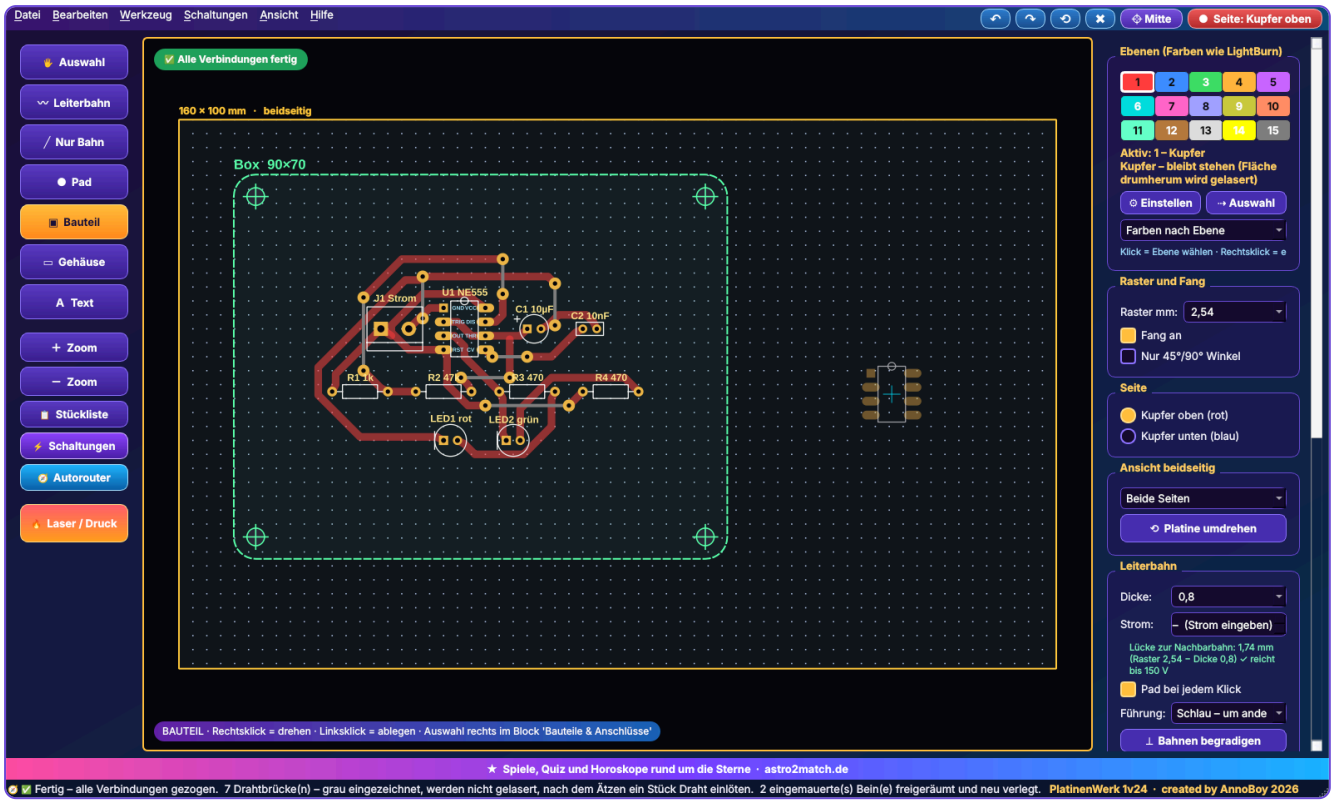


Bild 10: Bauteil setzen: das Teil hängt hell am Mauszeiger, rechts die Auswahl-Liste.

Die Gruppen:

Gruppe	Beispiele
ICs	NE555, NE556, LM358, TL072, NE5532, LM741, LM386, LM324, 7400er-Reihe (00, 02, 04, 08, 14, 32, 74, 86, 138, 595), CD4011, CD4017, CD4060, ULN2003, L293D, Optokoppler, MAX232
Transistoren & Regler	BC547/557, 2N2222, 2N3904, 2N7000, BS170, BD139, TIP120, IRLZ44N, IRF540, 7805, 7812, LM317, 78L05, AMS1117
Widerstände, Kondensatoren, Dioden	Widerstände liegend und stehend, Folien- und Elkos, 1N4148, 1N4007, 1N5408, Brückengleichrichter, LDR, NTC, Trimmer, Poti, Spule, Quarz
Arduino, ESP & Mikrocontroller	Arduino Nano und Uno, Leonardo (32u4), Pro Micro (32u4), Pro Mini, Wemos D1 mini, NodeMCU, ESP-01 (ESP8266), ESP32 mit 30 und 38 Pins, ESP32-C3 SuperMini, Adafruit Feather, Seeed XIAO / QT Py, Raspberry Pi Pico, STM32 Blue Pill, ATtiny85, ATmega328 NEU 1v34

Sensoren & Module	DHT11/22, DS18B20, HC-SR04, PIR, MPU6050, BMP280, Relais, Mikrofon, Summer, Lautsprecher, IR-Empfänger
Displays & Anzeigen	LCD 16×2 (auch mit I2C), OLED, TM1637, MAX7219, Nokia 5110, 7-Segment, LEDs, RGB-LED
Stecker, Klemmen & Schalter	Stiftleisten, Wannenstecker, Schraubklemmen, JST-XH, 9-V-Clip, Taster, Schiebeschalter, Sicherungshalter
PC-Anschlüsse	LPT DB25, COM DB9, Gameport DB15, VGA, USB A/B/Mini/Micro/C, RJ45, RJ11, PS/2, Klinke, Hohlstecker

Bei ICs und Modulen stehen die **Pin-Namen** direkt an den Pads, zum Beispiel VCC, GND, TRIG. Pin 1 hat immer ein eckiges Pad.

Neue Boards (1v34): Die beliebten kleinen Platinen sind dazugekommen – Pro Micro und Leonardo mit dem 32u4 (können sich am PC als Tastatur oder Maus ausgeben), ESP-01 und ESP32-C3 für WLAN, Feather, XIAO, Pico und Blue Pill. Jedes Board hat die richtigen Pin-Namen und eine Höhe für „Gehäuse bauen". Am schnellsten findest du sie, indem du in der Liste tippst, z. B. „32u4", „feather" oder „pico". Die Maße stammen aus den Datenblättern – bei Nachbauten aus Fernost lohnt sich ein kurzes Nachmessen mit dem Messschieber, bevor du ätzt.

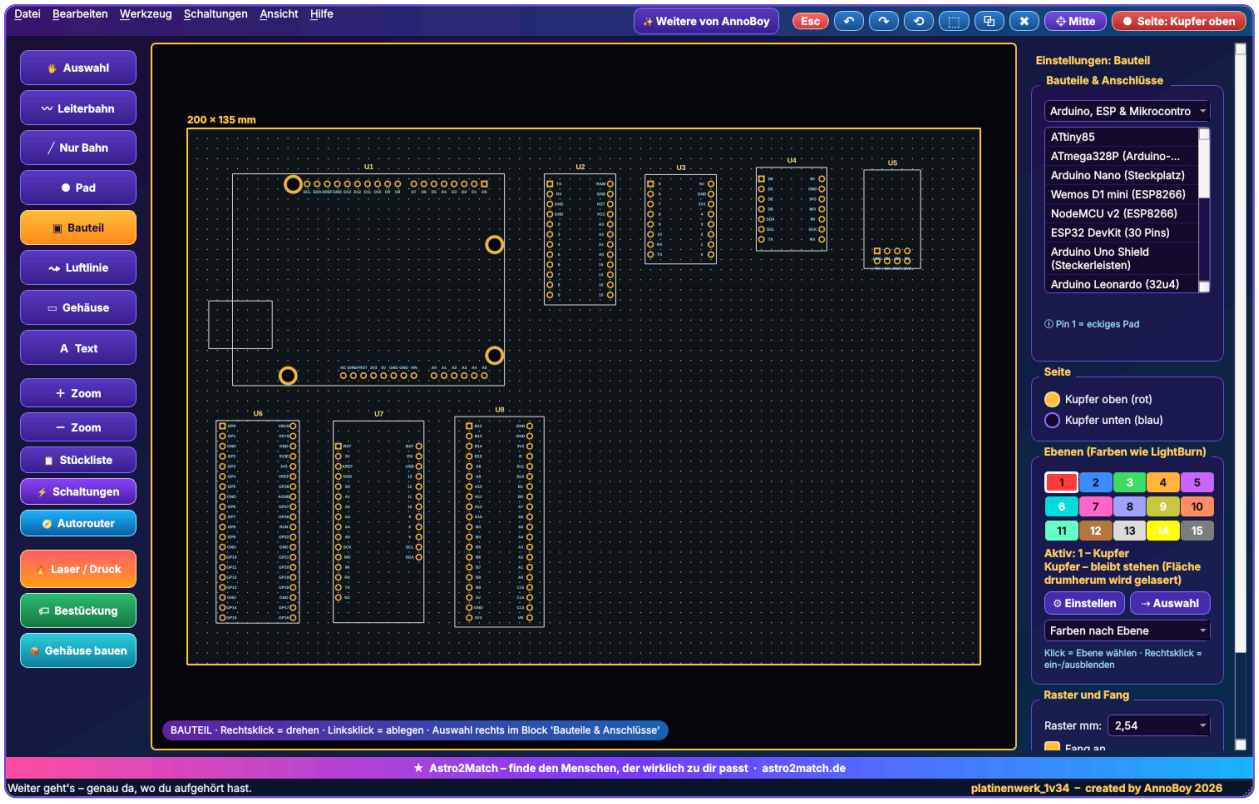


Bild 11: Die neuen Boards auf einer Platine: oben Leonardo, Pro Micro, ESP32-C3, XIAO, ESP-01 – unten Pico, Feather und Blue Pill.

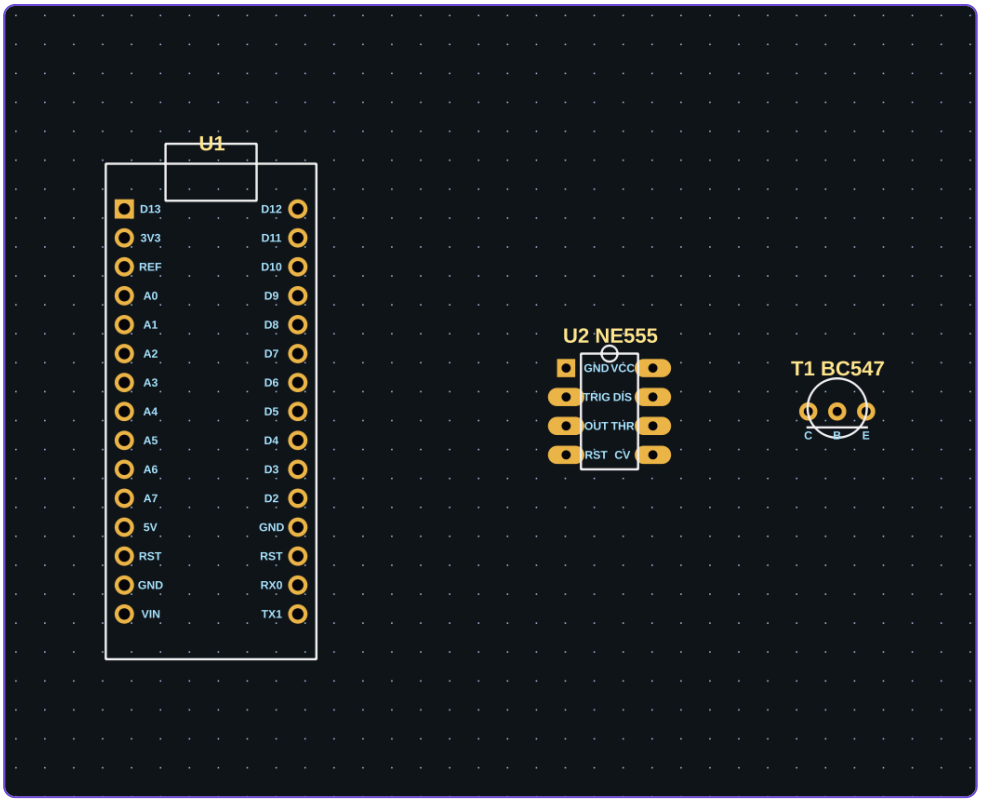


Bild 12: Pin-Namen direkt an den Pads: Arduino Nano, NE555 und Transistor BC547.

Gewinkelte Buchsen am Rand (LPT, COM, VGA … „Print gewinkelt“): Die dürfen über die Platinenkante ragen – nur die Pads müssen auf der Platine liegen. Kommst du in die Nähe des Rands, rastet die Buchse mit ihrer Kante genau am Rand ein, in jeder Drehung und auch beim Verschieben.

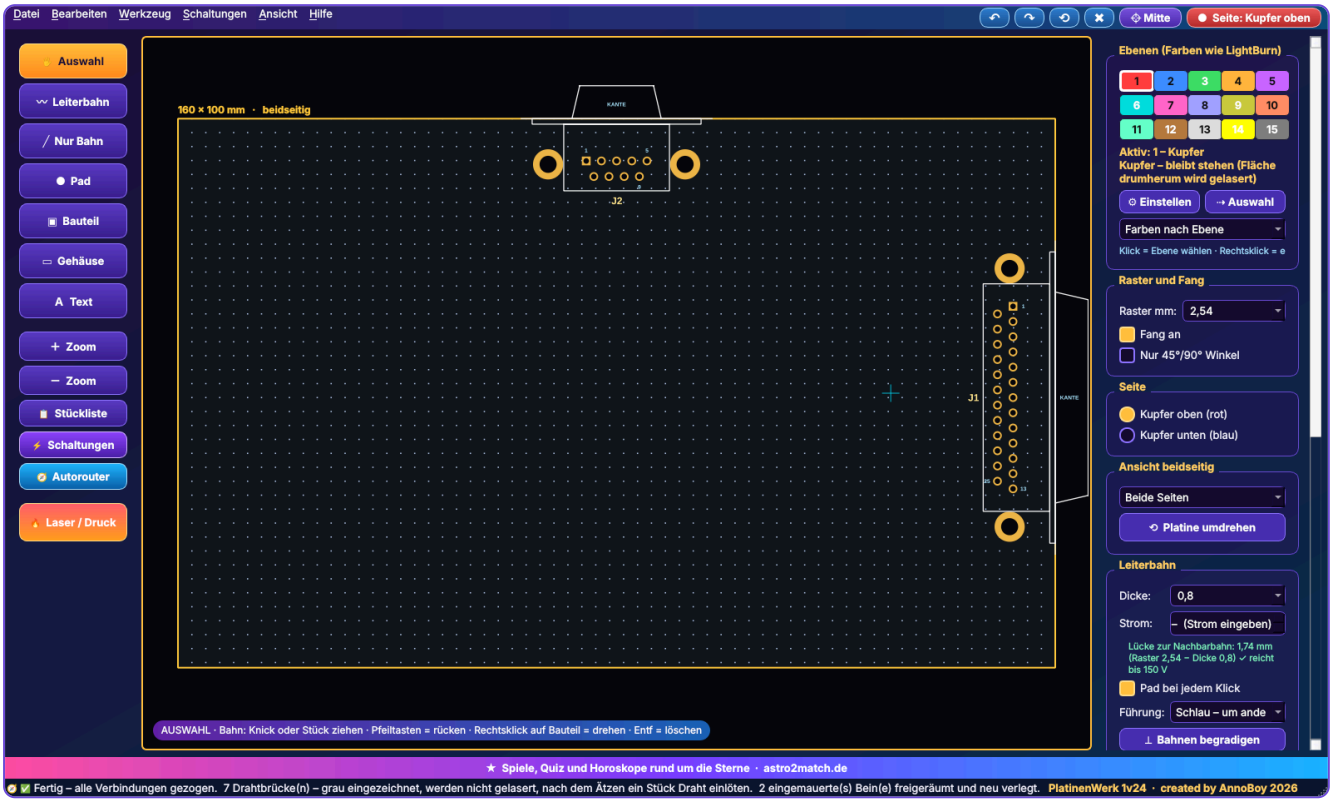


Bild 13: LPT-Buchse rechts und COM-Buchse oben: sie rasten an der Kante ein und ragen über den Rand.

Name und Wert: Jedes Bauteil bekommt automatisch einen Namen (R1, R2, C1 …). Doppelklick im Auswahl-Werkzeug = Name und Wert ändern, zum Beispiel „10k“ oder „100nF“. Beim Lasern kommen nur die Pads

und der Name aufs Kupfer, nicht der Umriss.

Bei Bauteilen mit dem Hinweis „gängiges Maß“ gilt: vor dem Lasern 1:1 ausdrucken und das echte Teil drauflegen.

9 Gehäuse auf der Platine

Ein Gehäuse ist eine Grenze auf deiner Platine: das Stück, das später ausgeschnitten wird und in ein echtes Gehäuse passt – oder ein Rahmen rund um die ganze Platine, so groß wie das Gehäuse innen. Auf eine große Platine kannst du mehrere Gehäuse nebeneinander setzen. Im Bild beim Abschnitt „Die Oberfläche“ siehst du eines grün mit vier Schraublöchern.

1. Werkzeug **Gehäuse (G)** wählen.
2. Linksklick = linke obere Ecke.
3. Maße eingeben: Name, Breite, Höhe, eckig oder mit abgerundeten Kanten (Eckenradius).
4. Optional 4 Bohrungen zum Verschrauben in den Ecken: Schraube M2, M2,5, M3 oder M4 und Abstand vom Rand bis Lochmitte. Tipp: Innenmaß des Gehäuses minus 1 mm Luft.

Was du darin zeichnest, bleibt darin – Bahnen, Pads und Bauteile können nicht über den Gehäuserand.

Gehäuse später verschieben und Größe ändern NEU 1v26

1. Werkzeug **Auswahl (A)**, dann auf den **Rand** oder den **Namen** des Gehäuses klicken. Das Gehäuse bekommt **8 weiße Anfasser**: 4 an den Ecken, 4 in den Kantenmitten.
2. **Größer oder kleiner:** einen Anfasser greifen und ziehen. An einer Ecke änderst du Breite und Höhe, an einer Kantenmitte nur diese eine Seite. Die neue Größe steht beim Ziehen groß in der Mitte. Es rastet aufs Raster, ist mindestens 10 × 10 mm und bleibt auf der Platine.
3. **Verschieben:** am Rand greifen – oder, wenn das Gehäuse gewählt ist, irgendwo **innen** auf freiem Platz – und ziehen. Alles, was darin liegt, geht mit.

Der Mauszeiger zeigt dir, was gerade geht: Doppelpfeil am Anfasser = Größe ändern, Kreuzpfeil = verschieben. Genaue Maße tippst du nach wie vor mit **Doppelklick auf den Rand** ein. Mit ⧉ **Duplizieren** machst du ein zweites gleiches Gehäuse samt Inhalt.

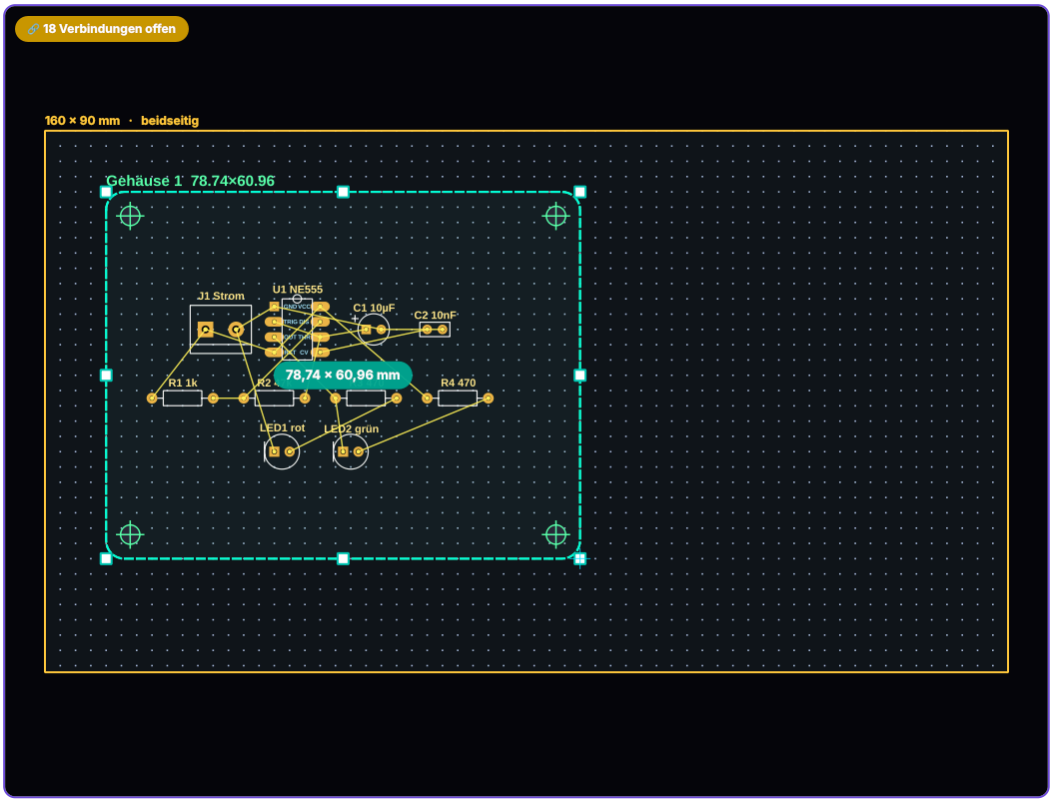


Bild 14: Gewähltes Gehäuse mit den 8 weißen Anfassern – beim Ziehen an der Ecke steht die neue Größe in der Mitte.

Beim Lasern kann der Gehäuse-Umriss mit den Löchern als dünne Säge- und Bohrhilfe mitkommen (Haken „Gehäuse-Umriss + Löcher als Schnittlinie“). Der Autorouter bleibt mit seinen Bahnen ebenfalls im Gehäuse.

Gehäuse größer als die Platine NEU 1v40

Ein echtes Gehäuse ist meistens größer als die Platine – es geht ja außen herum. Deshalb darf der Gehäuse-Rahmen über die Platine hinausragen: neben der Platine klicken, an den Anfassern größer ziehen oder über den Rand schieben, alles geht. Die Ansicht zoomt dann so, dass du den ganzen Rahmen siehst.

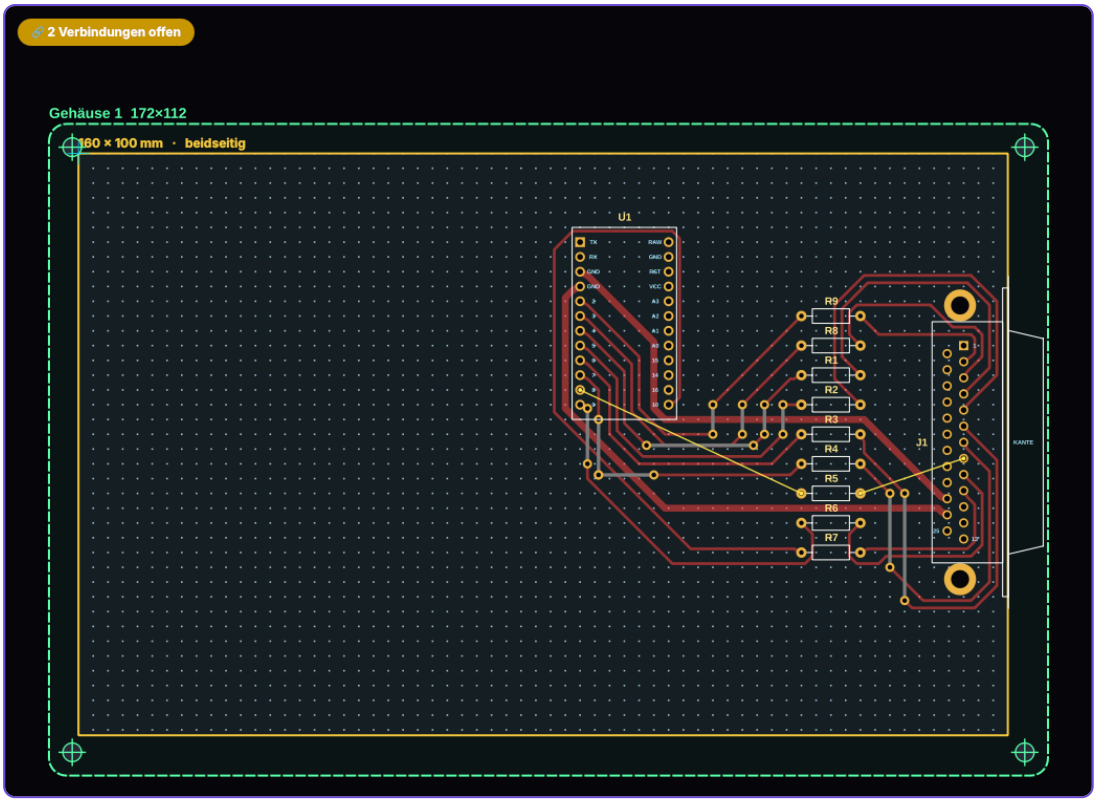


Bild 14a: Der grüne Rahmen geht rundum über die gelbe Platine hinaus – so groß wird später das Gehäuse innen.

- Bahnen, Pads und Bauteile bleiben trotzdem auf der Platine. Nur der Rahmen darf raus.
- Ragt der Rahmen über die Platine, bewegst du beim Verschieben **nur den Rahmen** – deine Schaltung bleibt, wo sie ist. Liegt er ganz auf der Platine, geht wie bisher alles darin mit.
- Bei 📦 **Gehäuse bauen** wird das Gehäuse so groß wie dein Rahmen. Buchsen am Platinenrand (zum Beispiel ein DB25) bekommen ihre Öffnung in der passenden Wand, auch wenn der Rahmen weiter außen liegt.

10 Die 15 Ebenen

Wie bei LightBurn hat jede Ebene eine eigene Farbe und eigene Laserwerte. Rechts oben siehst du die 15 farbigen Knöpfe.

- **Klick** auf eine Ebene = ab jetzt wird auf dieser Ebene gezeichnet.
- **Rechtsklick** = Ebene ein- oder ausblenden.
- **Einstellen** = Name, Farbe und was die Ebene beim Lasern macht.
- **→ Auswahl** = ausgewählte Teile auf die aktive Ebene verschieben.
- **Farben nach Ebene / nach Seite** = Teile in der Ebenenfarbe zeigen oder klassisch rot (oben) und blau (unten).

Modus	Was beim Lasern passiert
Kupfer	bleibt stehen, die Fläche drumherum wird gelasert (normal für Bahnen und Pads)
Linie lasern	nur der Umriss bzw. die Mittellinie wird gelasert, z. B. Markierungen oder Schnittlinien
Fläche lasern	das Teil selbst wird gelasert, z. B. Beschriftung in den Lack
Nicht ausgeben	nur zum Zeichnen, z. B. Hilfslinien oder Drahtbrücken

Für „Linie“ und „Fläche“ hat jede Ebene eigene Leistung, Geschwindigkeit und Durchgänge. Diese Ebenen kommen als eigene Durchgänge hinten an den Laser-G-Code.

Voreingestellt sind Ebene 1 bis 12 als Kupfer, 13 „Markieren“ und 14 „Schnittlinie“ als Linie und 15 „Hilfslinien“ als nicht ausgeben.

11 Beidseitige Platinen

Bei beidseitigen Platinen zeichnest du oben und unten getrennt. Du schaust dabei immer von oben durch die Platine.

- **Seite** (rechts, Taste S oder der rote/blaue Knopf **Seite: Bauteilseite/unten** oben rechts in der Menüleiste – anklicken wechselt): Bauteilseite (rot) oder Lötseite (blau). Neue Bahnen und Texte landen auf der gewählten Seite.
- **Ansicht** (Taste V schaltet durch): beide Seiten, Durchsicht, nur oben, nur unten.
- **Platine umdrehen** (Taste U): zeigt die Platine von unten, gespiegelt – so, wie sie vor dir liegt, wenn du sie umgedreht hast. Ganz rechts oben in der Zeichnung erscheint dann „Umgedreht – Blick von unten“.

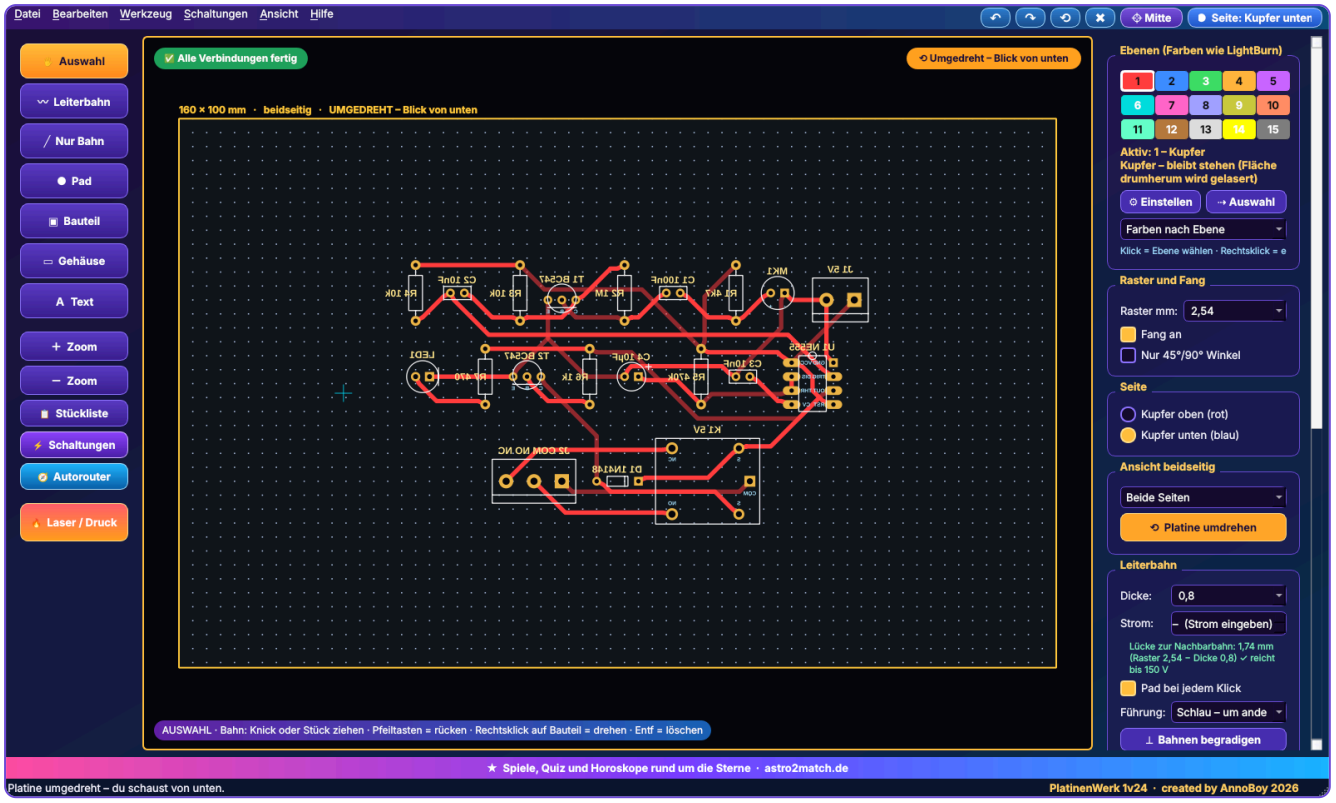


Bild 15: Platine umgedreht: Blick von unten, gespiegelt – oben steht „Umgedreht – Blick von unten“.

Pads mit Bohrung gehen durch beide Seiten. SMD-Pads liegen nur auf ihrer Seite. Text auf der Unterseite wird beim Ausgeben automatisch gespiegelt.

> **Wichtig beim Lasern:** Die Unterseite wird gespiegelt ausgegeben, weil du die Platine zum Lasern umdrehst. Das stellt der Knopf „Für Laser“ automatisch richtig ein. Wie du beim Umdrehen die gleiche Stelle wiederfindest, steht unter „Laser direkt per USB“ und „Kamera am Laser“.

12 Fertige Schaltungen und Luftlinien

Knopf ⚡ **Schaltungen** links oder Strg+E. Links wählst du eine Schaltung, rechts steht, was sie macht, welche Spannung sie braucht, wie viel Platz sie braucht und die Stückliste.

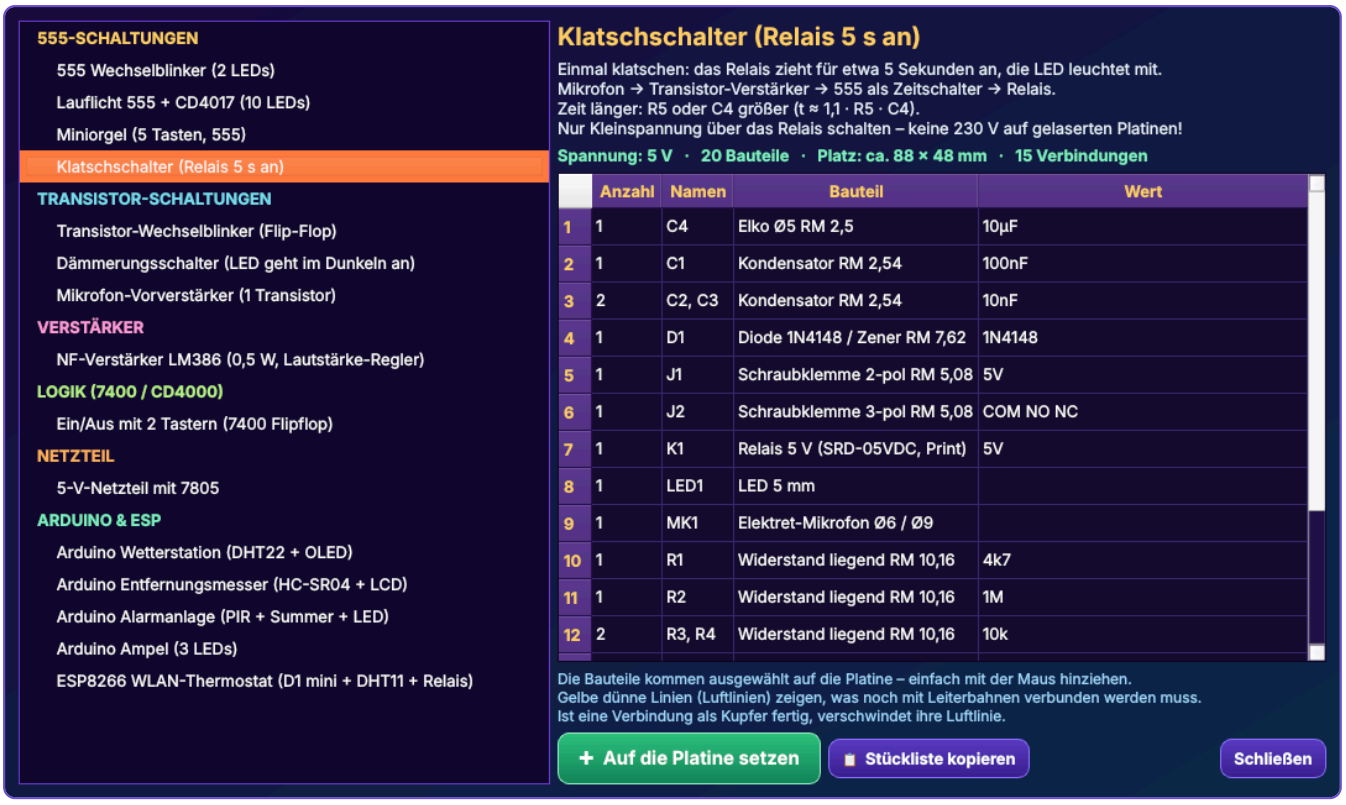


Bild 16: Fertige Schaltungen: links die Auswahl, rechts Beschreibung und Stückliste.

Gruppe	Schaltungen
555	Wechselblinker (2 LEDs), Lauflicht mit CD4017 (10 LEDs), Miniorgel (5 Tasten), Klatschschalter mit Relais
Transistor	Wechselblinker (Flip-Flop), Dämmerungsschalter, Mikrofon-Vorverstärker
Verstärker	NF-Verstärker LM386 mit Lautstärke-Regler
Logik	Ein/Aus mit 2 Tastern (7400 als Flipflop)
Netzteil	5 V mit 7805 und Verpolschutz
Arduino & ESP	Wetterstation (DHT22 + OLED), Entfernungsmesser (HC-SR04 + LCD), Alarmanlage (PIR + Summer), Ampel, WLAN-Thermostat (D1 mini + DHT11 + Relais)

Auf die Platine setzen: Gibt es ein Gehäuse, kommen die Teile mitten hinein (nicht auf die Schraublöcher). Passt die Schaltung in kein Gehäuse, steht unten ein Hinweis mit der nötigen Größe. Die Teile kommen auf einen freien Platz und sind gleich ausgewählt – einfach als Gruppe mit der Maus hinziehen und dann einzeln sinnvoll anordnen. Ist die Platine zu klein, fragt das Programm, ob sie größer werden soll. Gibt es die Namen schon (zweimal dieselbe Schaltung), werden sie weitergezählt.

Luftlinien: Dünne gelbe Linien zeigen, welche Pads noch verbunden werden müssen. Ziehst du die Bahn – von Hand oder mit dem Autorouter –, verschwindet die Linie. Oben links steht, wie viele Verbindungen noch offen sind, und grün „Alle Verbindungen fertig“, wenn nichts mehr fehlt.

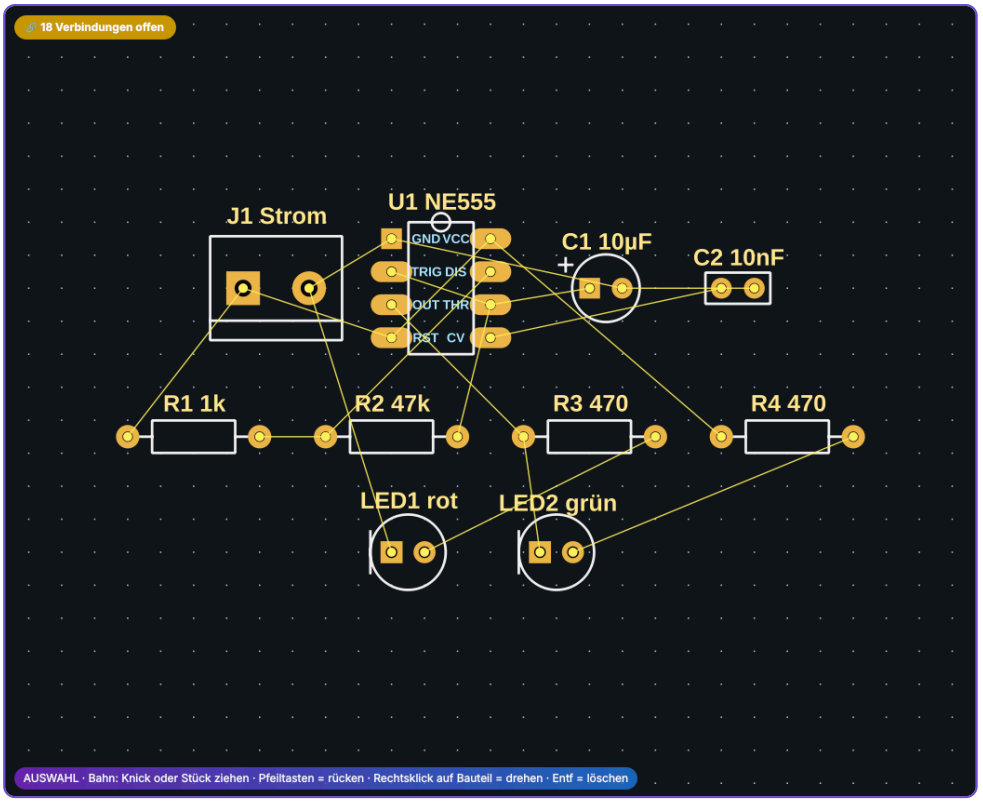


Bild 17: 555-Wechselblinker frisch eingesetzt: gelbe Luftlinien zeigen die 18 offenen Verbindungen.

Kurzschluss-Warnung: Verbindet eine Bahn zwei Leitungen, die getrennt bleiben müssen (zum Beispiel Plus und Masse), steht oben links rot „Kurzschluss“ mit den beiden Namen.

Im Menü **Schaltungen** kannst du die Luftlinien aus- und einblenden oder die Verbindungsliste ganz löschen.

> Relais-Schaltungen auf gelaserten Platinen nur mit Kleinspannung betreiben – keine 230 V.

13 Luftlinien selbst zeichnen NEU 1v32

Luftlinien sind der Plan: *was* mit *was* verbunden werden muss – noch ohne Kupfer. Bei den fertigen Schaltungen kommen sie von selbst. Setzt du deine Bauteile selbst, zeichnest du sie mit dem Werkzeug ⇝ **Luftlinie** (Taste N). Danach zieht der Autorouter daraus die Leiterbahnen.

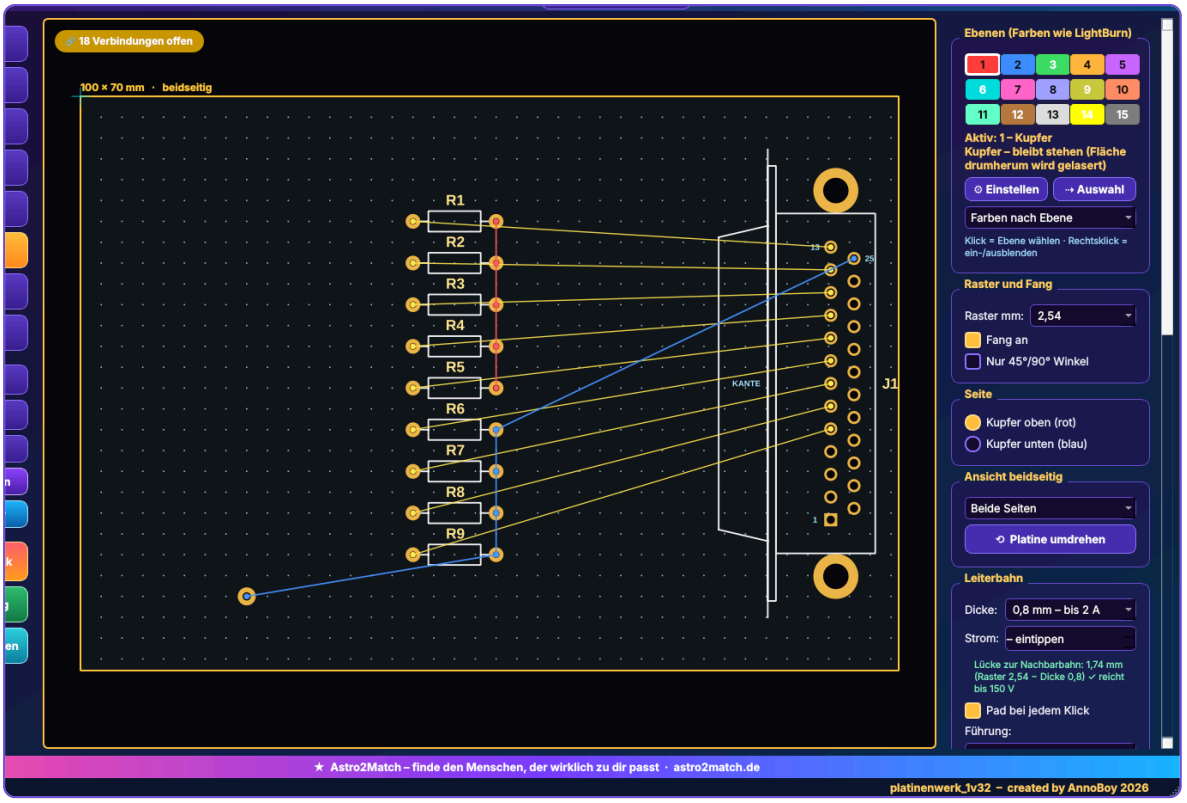


Bild: Rot = Plus, blau = Minus/Masse, gelb = Signal.

So geht's

1. Rechts im Block **Luftlinie** die Farbe wählen: **+ Plus** (rot), **– Minus** (blau) oder **∿ Signal** (gelb).
2. Den ersten Lötpunkt anklicken – ein Pad oder ein Bauteil-Beinchen.
3. Den Lötpunkt anklicken, der damit verbunden werden soll. Schon steht die Luftlinie.
4. Weiter klicken hängt noch mehr Lötpunkte an dieselbe Leitung – praktisch für Masse oder Plus, die an viele Stellen müssen.
5. **Rechtsklick** oder **Esc** beendet die Leitung. Der nächste Klick fängt eine neue an.

Ändern und aufräumen

- Klickst du einen Lötpunkt an, der schon zu einer Leitung gehört, ist diese Leitung „aktiv" (farbige Ringe). Rechts kannst du ihr dann einen Namen geben (z. B. GND, +5V, DATA), die Farbe ändern oder sie mit ✖ **Leitung** ganz löschen.
- **Rechtsklick** auf einen Lötpunkt nimmt ihn aus seiner Leitung. Strg+Z holt alles zurück.
- Verbindest du aus Versehen Plus mit Minus, warnt das Programm: **Kurzschluss!**
- Was du schon von Hand mit Kupfer verbunden hast, verschwindet als Luftlinie von allein.

Warum drei Farben?

Plus und Minus tragen den Strom – die brauchen dickere Bahnen und sollen möglichst kurz und direkt laufen. Deshalb legt der Autorouter **zuerst Plus und Minus** (dicker, Vorgabe 1,2 mm) und erst **danach die Signale** (normale Breite) drumherum. Bei den fertigen Schaltungen erkennt das Programm die Art am Namen: GND = Minus, +5V oder VCC = Plus, alles andere Signal.

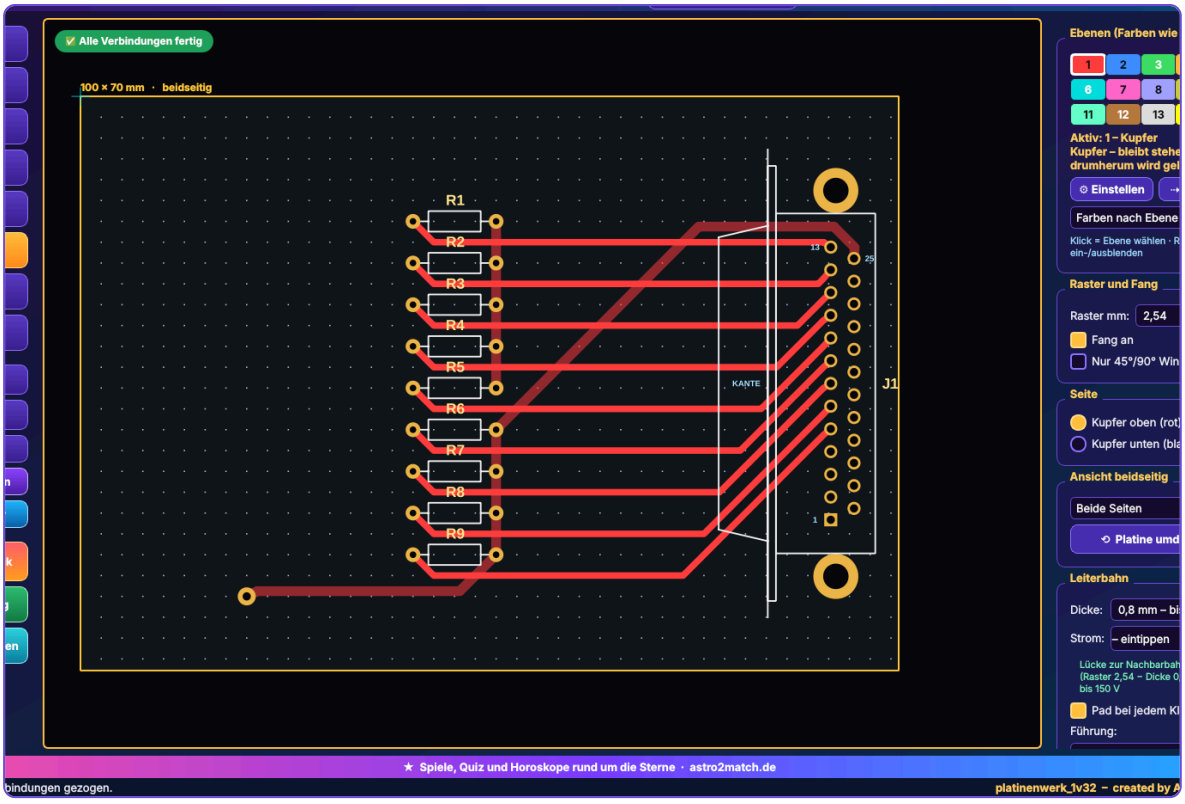


Bild: Nach dem Autorouter (beide Seiten): dicke Bahnen für Plus/Minus, dünne für die Signale.

Bei einer einseitigen Platine kommen Signale manchmal nicht an einer dicken Plus- oder Minus-Bahn vorbei – dann setzt der Autorouter Drahtbrücken. Hilft: Bauteile so legen, dass Plus und Minus außen herum laufen können, oder beide Seiten erlauben.

14 Anordnen – Bauteile ordentlich setzen NEU 1v39

Du setzt deine Bauteile irgendwo auf die Platine und verbindest sie mit Luftlinien. Der rosa Knopf 🧩 **Anordnen** links setzt sie dann ordentlich hin: so, dass die gelben Luftlinien kurz sind und sich möglichst wenig kreuzen. Das spart dem Autorouter Drahtbrücken.

- **Im Raster und in Reihe:** Gleiche Teile, die zwei große Teile verbinden (zum Beispiel Widerstände zwischen Mikrocontroller und Buchse), kommen als saubere Reihe dazwischen – alle gleich gedreht.
- **Mit Platz für die Bahnen:** Zwischen den großen Teilen bleibt genug Luft, damit die Leiterbahnen durchpassen.
- **Buchsen an der Kante** (D-Sub, USB …) bleiben immer, wo du sie hingesetzt hast.
- **Gehäuse-Rahmen:** Was in einem Rahmen liegt, bleibt in diesem Rahmen. Montagelöcher bleiben frei.

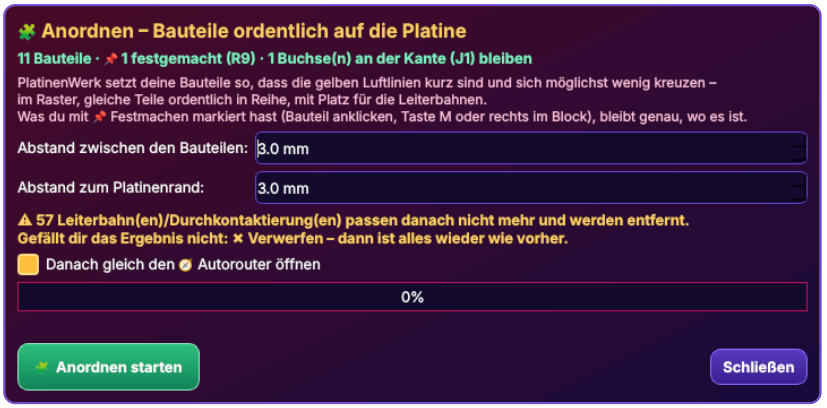


Bild 17a: Das Fenster nennt, wie viele Teile festgemacht sind und welche Buchsen an der Kante bleiben.

📌 Festmachen

Soll ein Teil genau da bleiben, wo es ist (zum Beispiel ein Schalter, der durchs Gehäuse schaut), dann mach es fest: Bauteil anklicken und Taste M drücken. Oder im Block rechts oben den Haken „📌 **Festmachen**“ setzen, oder Rechtsklick auf das Teil → 📌 **Festmachen**. Am Teil erscheint eine rote Stecknadel. Nochmal M macht es wieder lose.

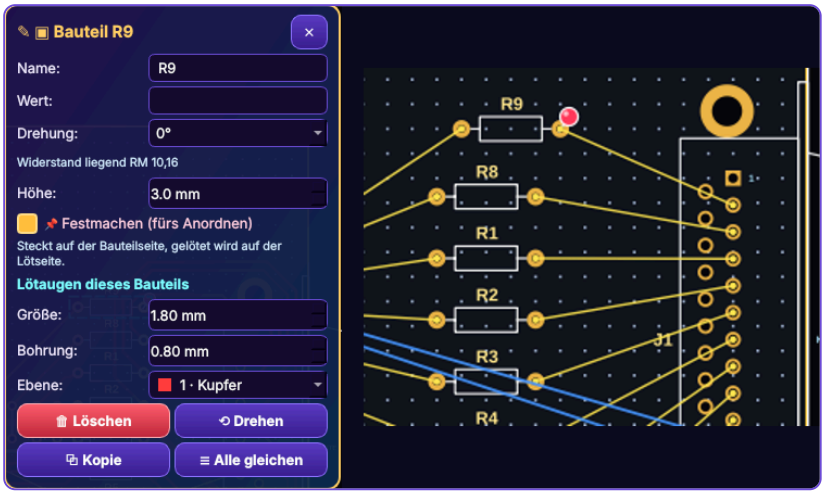


Bild 17b: Links: der Haken „📌 Festmachen“ im Block. Rechts: die rote Stecknadel an R9 – das Teil bleibt beim Anordnen stehen.

So geht's

1. Auf 🧩 **Anordnen** klicken.

2. Bei Bedarf den **Abstand zwischen den Bauteilen** und zum **Platinenrand** einstellen. Mehr Abstand = mehr Platz für Bahnen.
3. 🧩 **Anordnen starten**. Das dauert meist nur einen Augenblick. **Abbrechen** geht jederzeit.
4. Das Fenster wird zur Leiste unten, du siehst die neue Anordnung. Darin steht, wie viele Kreuzungen es vorher und nachher sind.
5. ✔ **Behalten** – ist der Haken „Danach gleich den 🧭 Autorouter öffnen“ gesetzt, geht der Autorouter gleich auf. ✖ **Verwerfen** – alles ist wieder wie vorher.

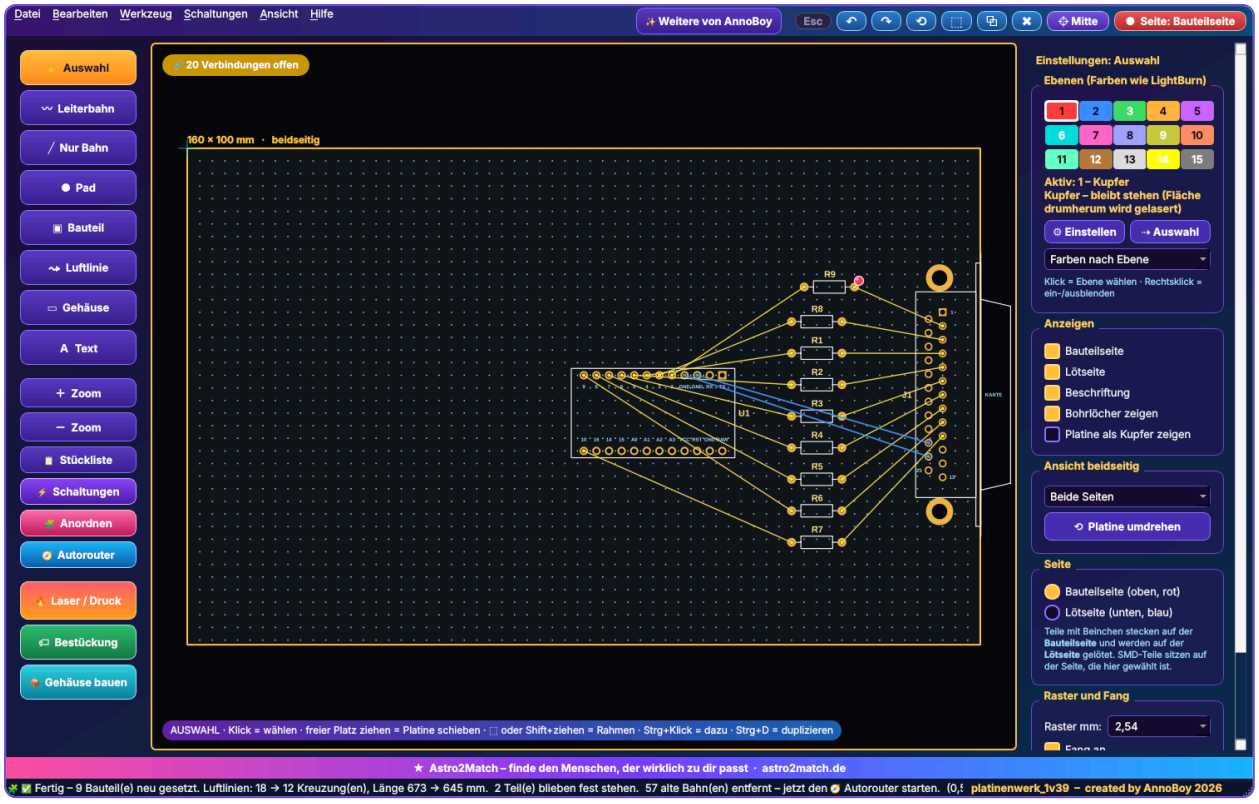


Bild 17c: Nach dem Anordnen: die Widerstände ordentlich in einer Reihe zwischen Mikrocontroller und Buchse.

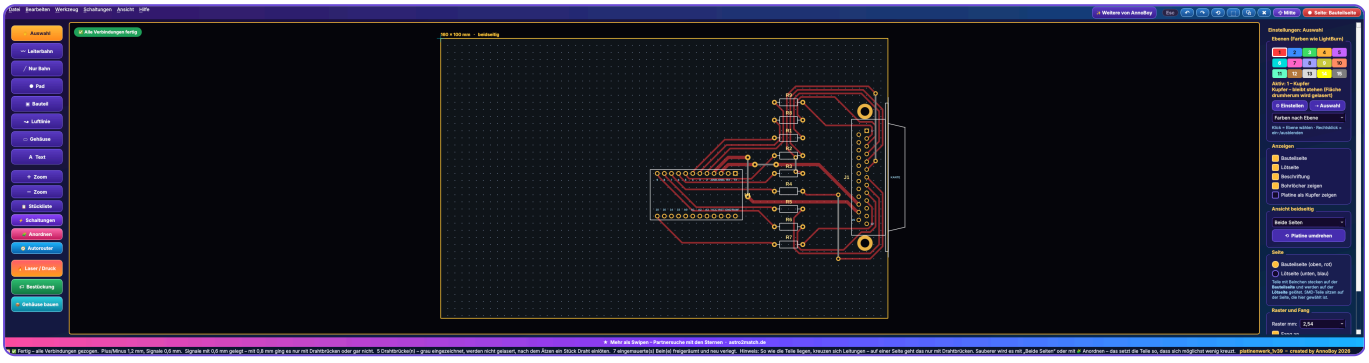


Bild 17d: Danach der Autorouter: alles verbunden, deutlich weniger Drahtbrücken als vorher.

> Liegen schon Leiterbahnen auf der Platine, passen sie nach dem Anordnen nicht mehr – sie werden entfernt. Das Fenster sagt dir das vorher. Mit ✖ **Verwerfen** oder Strg+Z kommt alles wieder.

15 Autorouter

Knopf 🧭 **Autorouter** links oder Strg+R. Er zieht alle gelben Luftlinien automatisch als Leiterbahnen. Er braucht dazu Luftlinien – die kommen mit den fertigen Schaltungen oder du zeichnest sie selbst (Kapitel 12).

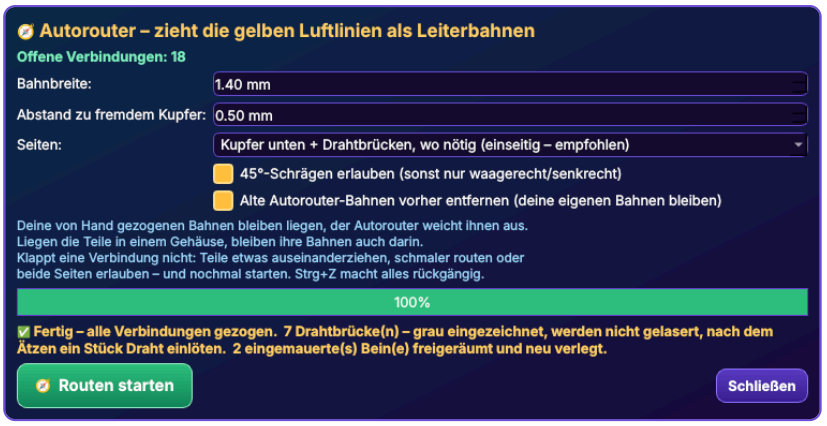


Bild 18: Das Autorouter-Fenster nach einem Lauf: Ergebnis unten in Gelb.

Einstellungen:

- **Bahnbreite Signal** (gelb): Vorgabe 0,8 mm. **Bahnbreite Plus/Minus** (rot/blau): Vorgabe 1,2 mm – die werden normalerweise zuerst gelegt.
- **Abstand zu fremdem Kupfer:** Vorgabe 0,5 mm. Zum Lasern mindestens 0,4 mm.
- **45°-Schrägen erlauben:** sonst nur waagerecht und senkrecht.
- **Alte Autorouter-Bahnen vorher entfernen:** deine eigenen Bahnen bleiben immer liegen, der Autorouter weicht ihnen aus.

Seiten	Wann
Lötseite + Drahtbrücken, wo nötig	**Empfohlen fürs Lasern.** Kommt eine Bahn nicht ohne Kreuzung durch, setzt er eine Drahtbrücke. Die ist grau eingezeichnet, wird nicht gelasert – nach dem Ätzen ein Stück Draht einlöten.
Nur Lötseite	Einseitig ohne Drahtbrücken. Was nicht geht, bleibt gelb.
Nur Bauteilseite	Wie oben, nur auf der Oberseite.
Beide Seiten	Für beidseitige Platinen. Wechselt eine Bahn die Seite, setzt er eine Durchkontaktierung: Draht durchstecken und auf beiden Seiten löten.

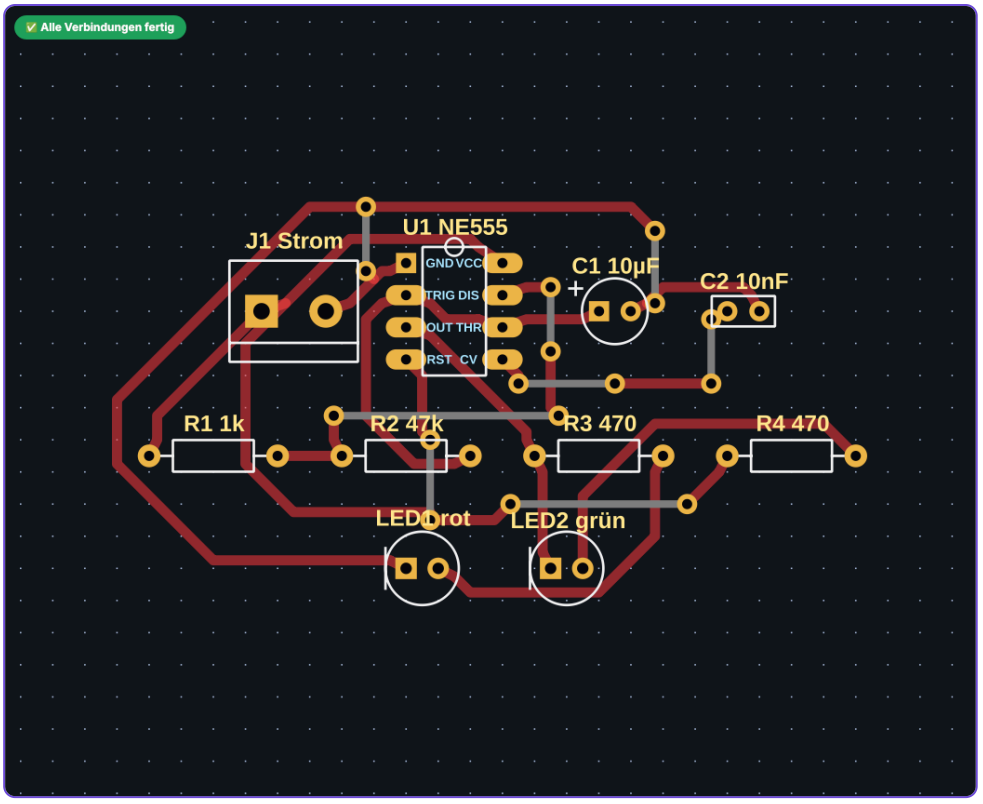


Bild 19: Derselbe Blinker nach dem Autorouter: rote Bahnen, graue Drahtbrücken.

So geht der Autorouter vor NEU 1v37

1. **Erst ohne Drahtbrücken** in der Breite, die du eingestellt hast.
2. **Wird es eng** (zum Beispiel zwischen den Beinen eines Steckers), probiert er die **Signale mit 0,6 oder 0,5 mm**. Das reicht für Signale völlig und spart Brücken. Plus/Minus bleiben immer so dick, wie eingestellt. Das kannst du mit dem Haken **„Wenn's eng wird: Signale schmaler“** abschalten.
3. **Erst danach Drahtbrücken** – nur wenn es gar nicht anders geht, und dann möglichst wenige. Merkt er, dass sich Leitungen wirklich kreuzen müssen, springt er gleich zu den Brücken statt lange herumzuprobieren.
4. **Alles in einem Durchgang:** Plus/Minus (dick) und Signale (dünn) legt er gemeinsam. So kann er eine störende Bahn wieder wegnehmen und neu legen – egal ob dick oder dünn.

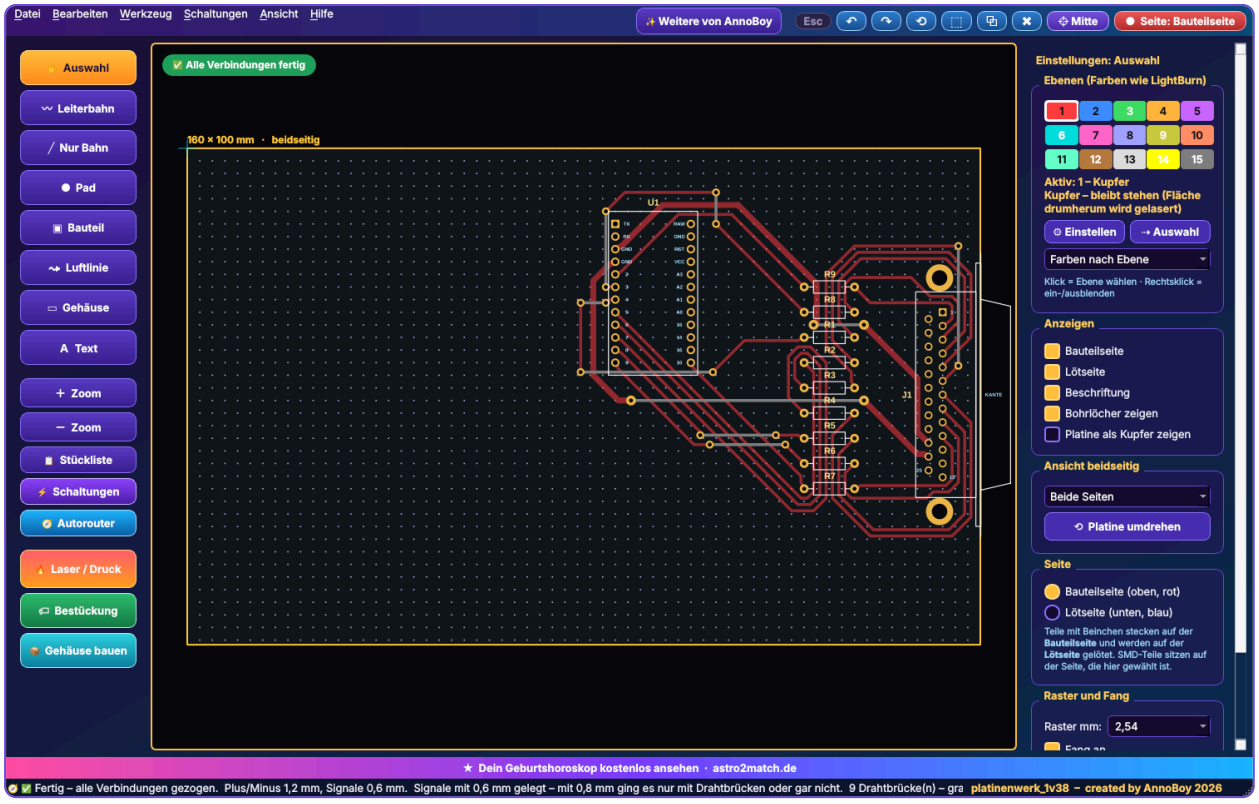


Bild 20: Eine LPT-Platine mit Pro Micro, neun Widerständen und Sub-D-Stecker nach dem Routen: alles verbunden, Masse dick, Signale 0,6 mm. Weil sich die Leitungen hier kreuzen müssen, gibt es einige graue Drahtbrücken.

Ergebnis ansehen NEU 1v38: Nach dem Routen schrumpft das Fenster zu einer schmalen Leiste unten – die Platine ist frei sichtbar. Dort wählst du **✔ Behalten**, **✖ Verwerfen** oder **▲ Einstellungen** (um es nochmal anders zu versuchen). Das große Fenster kannst du außerdem jederzeit am Titel anfassen und zur Seite schieben.

Wenn sich Leitungen kreuzen: Liegen Teile so, dass ihre Anschlüsse voneinander weg zeigen, oder ist die Reihenfolge der Pins vertauscht, kreuzen sich Leitungen zwangsläufig. Auf einer Seite geht das nur mit Drahtbrücken – das sagt der Autorouter dann auch dazu. Sauberer wird es mit „Beide Seiten“ oder wenn du die Teile so drehst und anordnest, dass ihre Anschlüsse zueinander zeigen.

Unten steht dann genau, was er gemacht hat, zum Beispiel „Signale mit 0,6 mm gelegt – mit 0,8 mm ging es nur mit Drahtbrücken“. Gefällt dir das Ergebnis nicht, drückst du **✖ Verwerfen** – die Platine ist sofort wieder wie vorher. Bleibt etwas offen, nennt er die Leitungen beim Namen und gibt dir einen Tipp.

Bei großen Platinen kann das am PC ein, zwei Minuten dauern – der Balken zeigt, wie weit er ist, und **Abbrechen** geht jederzeit.

Liegen die Teile in einem Gehäuse, bleiben ihre Bahnen darin. Der Lauf dauert je nach Schaltung ein paar Sekunden bis etwa eine Minute, mit Fortschrittsbalken und Abbrechen-Knopf.

Eingemauerte Beine: Manchmal laufen fremde Bahnen so eng um ein Bauteil-Bein, dass dort nicht einmal mehr Platz für das Loch einer Drahtbrücke ist. Dann nimmt der Autorouter die störenden Bahnen kurz weg, verlegt zuerst die eingemauerte Verbindung und danach die weggenommenen Bahnen neu. Nur wenn am Ende weniger offen ist, behält er das. Die Meldung unten sagt dir, wie oft er so aufgeräumt hat. Löcher für Drahtbrücken setzt er dabei nicht unter ein Bauteil – nur wenn es gar nicht anders geht.

Bleibt etwas gelb oder kommen viele Drahtbrücken? Die Teile sind meist zu eng oder ungünstig angeordnet. Teile etwas auseinanderziehen (mit dem Rahmen geht das gruppenweise), zusammengehörige Teile nebeneinander legen und nochmal starten. Den Rest kannst du von Hand ziehen.

Strg+Z macht den ganzen Lauf auf einmal rückgängig. Im Menü **Schaltungen → Autorouter-Bahnen entfernen** löscht nur seine Bahnen.

16 Wie dick muss die Bahn sein?

Rechts im Kasten **Leiterbahn** steht bei jeder Dicke gleich dabei, wie viel Strom sie trägt – zum Beispiel **0,8 mm – bis 2 A**.



Bild 21: Kasten Leiterbahn: bei 2 A stellt sich die Dicke von selbst auf 0,8 mm.

- **Dicke wählen:** einfach aus der Liste – der Strom steht daneben.
- **Oder Strom eintippen:** ins Feld **Strom** z. B. 3 eintippen – die Dicke springt von selbst auf 1,4 mm.
- Ist eine Bahn ausgewählt, bekommt sie die neue Dicke gleich mit. So machst du eine fertige Bahn nachträglich dicker.

Gerechnet für normales Platinenmaterial (35 µm Kupfer) und höchstens 10 °C Erwärmung. Stromleitungen (Plus, Masse, Motor, Relais) dick ziehen, Signalleitungen vom Chip dürfen dünn bleiben (0,5 mm).

Abstand zur Nachbarbahn: Unter dem Strom-Feld steht, wie viel Lücke zwei Bahnen haben, die auf benachbarten Rasterlinien laufen: Lücke = Raster − Dicke (Kupferkante zu Kupferkante). Die Zeile rechnet von selbst neu, wenn du Raster, Dicke oder Strom änderst.

- **Grün:** reicht bis 150 V.
- **Gelb:** reicht bis 30 V – darüber zwischen zwei Bahnen einen Rasterpunkt frei lassen.
- **Rot:** zu eng – Nachbarbahnen nur auf jeden 2. Rasterpunkt legen (dann Lücke = 2 × Raster − Dicke).

Nötig sind bis 30 V mindestens 0,5 mm, bis 150 V mindestens 0,6 mm. Selbst gelaserte Platinen nicht für Netzspannung (230 V) benutzen.

Raster	Dicke	Lücke	reicht bis
2,54 mm	0,8 mm	1,74 mm	150 V ✓
2,54 mm	1,5 mm	1,04 mm	150 V ✓
2,54 mm	2 mm	0,54 mm	30 V – darüber einen Rasterpunkt frei lassen
1,27 mm	0,5 mm	0,77 mm	150 V ✓
1,27 mm	0,8 mm	0,47 mm	zu eng – nur jeden 2. Rasterpunkt (dann 1,74 mm)

17 Stückliste

Knopf 📋 **Stückliste** links oder Strg+L. Du siehst alle Bauteile der Platine, gleiche Teile mit gleichem Wert zusammengefasst.



Bild 22: Die Stückliste des Klatschschalters.

Spalte	Inhalt
Anzahl	wie oft das Teil vorkommt
Namen	z. B. R1, R3, R4
Bauteil	Bezeichnung aus der Bibliothek
Wert	z. B. 10k, 100nF – direkt in der Tabelle änderbar
Größe auf der Platine	Platzbedarf in mm bzw. Rastermaß

Fährst du mit der Maus über eine Zeile, erscheint der Hinweis zum Teil (Pinbelegung, Polung). Speichern als Textdatei oder als CSV für Excel, oder in die Zwischenablage kopieren.

18 Ausgabe: Laser, Drucken und Dateien

Knopf 🔥 **Laser / Druck** links oder Strg+P. Links siehst du eine Vorschau, genau so, wie es herauskommt: schwarz = hier brennt der Laser bzw. hier kommt Toner hin.

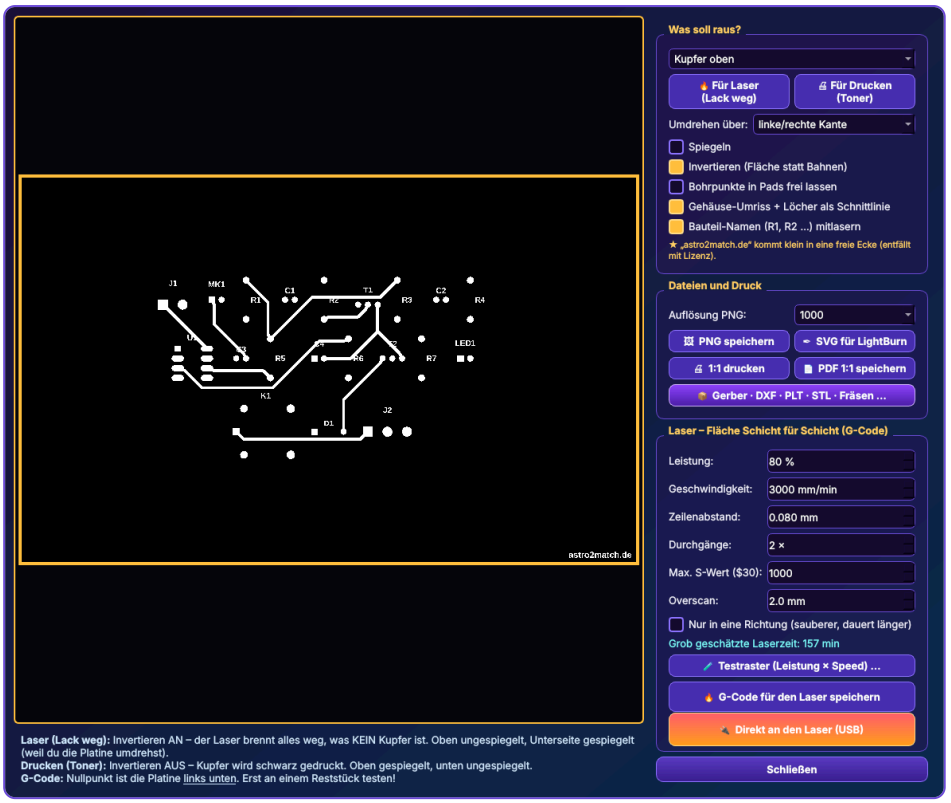


Bild 23: Das Ausgabe-Fenster: links die Vorschau, rechts Einstellungen, Dateien und Laserwerte.

Was soll raus?

- **Seite** wählen: Bauteilseite oder unten.
- **Für Laser (Lack weg):** stellt alles richtig ein – Invertieren an, Unterseite gespiegelt.
- **Für Drucken (Toner):** Invertieren aus, Oberseite gespiegelt (für die Toner-Transfer-Methode).
- **Umdrehen über:** ob du die Platine über die linke/rechte oder die obere/untere Kante umdrehst. Danach richtet sich das Spiegeln.
- **Bohrpunkte in Pads frei lassen:** kleine Punkte in der Pad-Mitte als Körnung fürs Bohren.
- **Gehäuse-Umriss + Löcher als Schnittlinie** und **Bauteil-Namen mitlasern**.

Knopf	Ergebnis
PNG speichern	Bild 1:1 mit 600 bis 2400 dpi
SVG für LightBurn	Vektorfläche in mm, 1:1
1:1 drucken	auf A4 mit Schnittmarken – im Druckdialog keine Anpassung an die Seite wählen
PDF 1:1 speichern	wie Drucken, als Datei
Gerber · DXF · PLT · STL · Fräsen	weitere Formate, siehe eigener Abschnitt
G-Code für den Laser speichern	Datei für LightBurn, LaserGRBL oder SD-Karte
Direkt an den Laser (USB)	öffnet das Laser-Pult, siehe nächster Abschnitt

Laserwerte:

- **Leistung** in % und **Geschwindigkeit** in mm/min.
- **Zeilenabstand:** wie dicht die Zeilen liegen, z. B. 0,08 mm. Kleiner = sauberer, dauert länger.
- **Durchgänge:** wie oft alles wiederholt wird.
- **Max. S-Wert:** muss zur Einstellung $30 im Laser passen (meist 1000).
- **Overscan:** der Laser fährt vor und nach jeder Zeile ausgeschaltet ein Stück weiter (Vorgabe 2 mm), damit er beim Brennen schon Tempo hat – saubere Ränder. Links neben der Platine braucht er dafür so viel Platz.
- **Nur in eine Richtung:** jede Zeile von links nach rechts. Sauberere Kanten, dauert etwa ein Drittel länger.

Darunter steht eine grob geschätzte Laserzeit.

> Der G-Code hat den Nullpunkt links unten an der Platine. Erst an einem Reststück testen – am besten mit dem Testraster.

19 Bestückungsdruck – wo kommt welches Teil hin? NEU 1v30

Die Kupferseite ist fertig – jetzt willst du auf der anderen Seite sehen, wo der Widerstand, der Kondensator und der Chip hingehören. Dafür gibt es links den grünen Knopf **🏷 Bestückung** (oder Strg+B). Links im Fenster siehst du immer gleich, wie es herauskommt. Rechts wählst du einen von vier Wegen.

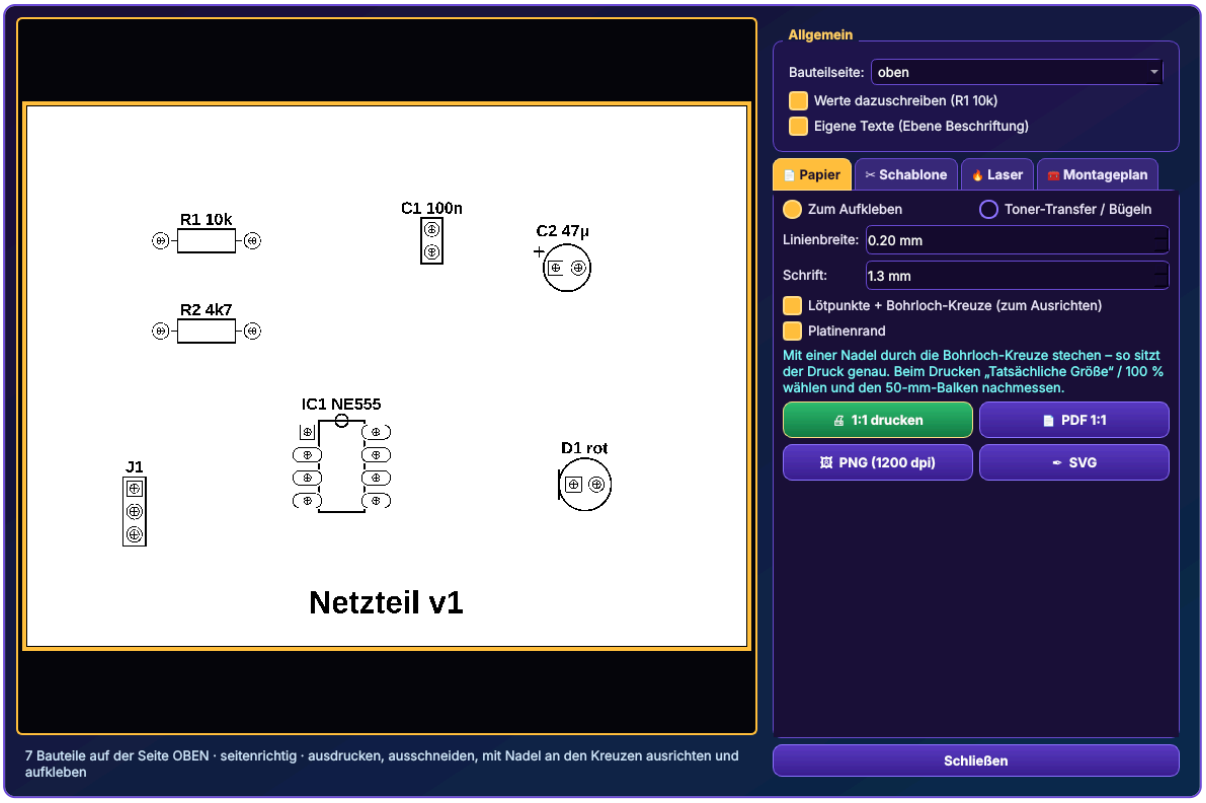


Bild: Das Fenster Bestückungsdruck mit den vier Reitern Papier, Schablone, Laser und Montageplan.

📄 Papier zum Aufkleben

Du druckst die Bauteile in echter Größe aus und klebst das Blatt auf die Bauteilseite. Damit es genau sitzt, hat jeder Lötpunkt ein kleines Kreuz: einfach mit einer Nadel durch die Kreuze in die Bohrlöcher stechen – dann passt alles. Beim Drucken unbedingt **„Tatsächliche Größe" / 100 %** wählen und danach den **50-mm-Balken** unten mit dem Lineal nachmessen.

Toner-Transfer / Bügeln: mit dem Laserdrucker drucken und aufbügeln, genau wie bei der Kupferseite. Das Bild ist dafür schon gespiegelt.

✂ Schablone für den Schneidplotter

Der Plotter schneidet die Bauteile und Namen aus Folie. Die Folie kommt auf die Platine, du sprühst Farbe drüber – fertig ist der Aufdruck.

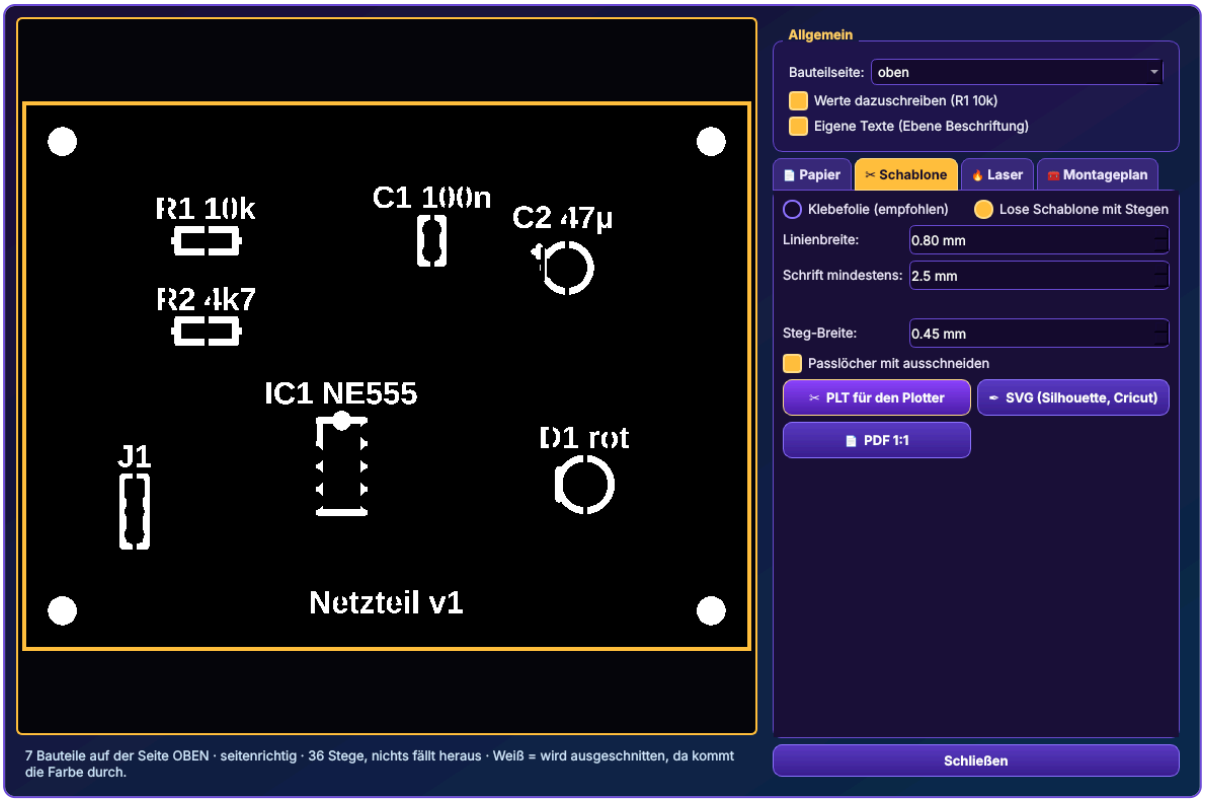


Bild: Weiß = wird ausgeschnitten, da kommt die Farbe durch. Die kleinen Lücken in den Ringen sind Stege.

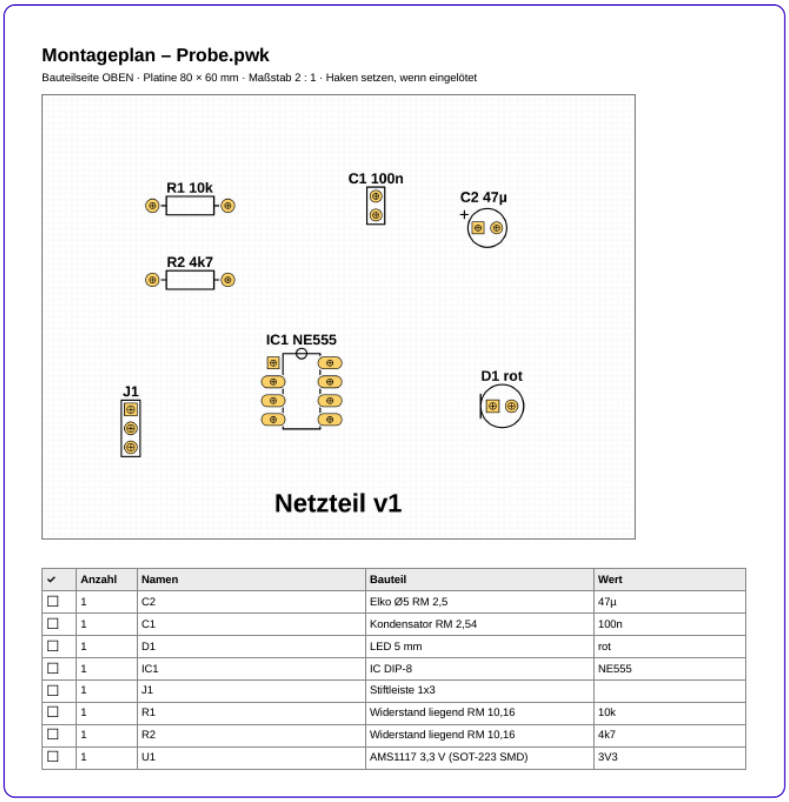
- **Klebefolie (empfohlen):** Plotterfolie aufkleben, die Teile auspulen, sprühen, abziehen. Innen fällt nichts heraus, weil alles klebt.
- **Lose Schablone:** für Karton oder Folie ohne Kleber. Beim „O“, „A“ oder einem Kreis würde die Mitte herausfallen – darum setzt das Programm von selbst kleine **Stege**, die alles festhalten. Unten steht dann zum Beispiel „36 Stege, nichts fällt heraus“.
- Die Striche sind dicker (0,8 mm) und die Schrift mindestens 2,5 mm hoch, damit der Plotter sauber schneiden kann. Stellst du sie kleiner, warnt das Programm.
- Die Lötpunkte bleiben immer frei – da darf keine Farbe hin.
- **PLT** ist für die meisten Schneidplotter, **SVG** für Silhouette, Cricut oder Inkscape. Die Passlöcher in den Ecken helfen beim Ausrichten.

🔥 Laser

Die Bauteilseite weiß lackieren, trocknen lassen und die Beschriftung mit dem Laser einbrennen. Die Lötpunkte lässt der Laser aus. Leistung und Tempo kommen aus dem Fenster Laser / Druck. Du kannst den G-Code speichern, ein SVG für LightBurn machen oder alles direkt an das Laser-Pult schicken. Erst an einem Reststück testen.

🧰 Montageplan zum Löten

Ein großes Bild (bis doppelt so groß) mit allen Bauteilen, die Lötpunkte gelb. Darunter die Stückliste mit Kästchen zum Abhaken. Ausdrucken, neben den Lötkolben legen und Teil für Teil abhaken.



✔	Anzahl	Namen	Bauteil	Wert
☐	1	C2	Elko Ø5 RM 2,5	47µ
☐	1	C1	Kondensator RM 2,54	100n
☐	1	D1	LED 5 mm	rot
☐	1	IC1	IC DIP-8	NE555
☐	1	J1	Stiftleiste 1x3	
☐	1	R1	Widerstand liegend RM 10,16	10k
☐	1	R2	Widerstand liegend RM 10,16	4k7
☐	1	U1	AMS1117 3,3 V (SOT-223 SMD)	3V3

Bild: Der Montageplan im Maßstab 2 : 1 mit Stückliste.

Teile auf der Unterseite

Hast du kleine SMD-Teile auf die Unterseite gesetzt, kannst du oben bei **Bauteilseite** „unten“ wählen. Dann bekommst du ein eigenes Blatt nur für diese Teile, richtig herum gedreht.

> Die Namen setzt das Programm von selbst neben das Bauteil, damit nichts übereinander liegt. Wird es zu eng, schalte „Werte dazuschreiben“ aus – dann steht nur noch R1, C1 …

20 Gehäuse bauen – für den 3D-Drucker NEU 1v31

Die Platine ist fertig und braucht ein Gehäuse? Klick links auf den türkisen Knopf 📦 **Gehäuse bauen**. PlatinenWerk schickt deine Platine mit allen Maßen, Montagelöchern und Buchsen am Rand an **BlockWerk 3D**, unser Programm für den 3D-Drucker (3d.astro2match.de).



Bild: Erst siehst du, wie hoch deine Bauteile sind – das höchste steht oben.

Wie hoch sind die Bauteile?

Jedes Bauteil hat schon eine übliche Höhe: ein Widerstand 3 mm, ein IC 5 mm, ein dicker Elko 17 mm. Das höchste Bauteil bestimmt, wie hoch das Gehäuse innen wird – plus 3 mm Luft. Hast du ein Teil in der Hand, miss es kurz nach und trag die Zahl ein. Die Platine merkt sich das, eigene Werte bekommen ein kleines ✎. Mit Strg+Z nimmst du eine Änderung wieder zurück.

Hast du mehrere Gehäuse-Rahmen gezeichnet, suchst du oben bei **Wofür?** aus, welches Gehäuse du bauen willst. Teile, die unten sitzen (kleine SMD-Teile), sind grau – sie zählen für die Höhe nicht.

Ab nach BlockWerk

📦 **In BlockWerk öffnen** startet deinen Browser mit BlockWerk – schon mit deiner Platine und dem Gehäuse-Assistenten. Du suchst nur noch Form und Deckel aus und klickst auf „Gehäuse bauen“. Die Bauteile siehst du dort als bunte Klötze, das höchste orange. So erkennst du sofort, ob alles unter den Deckel passt.

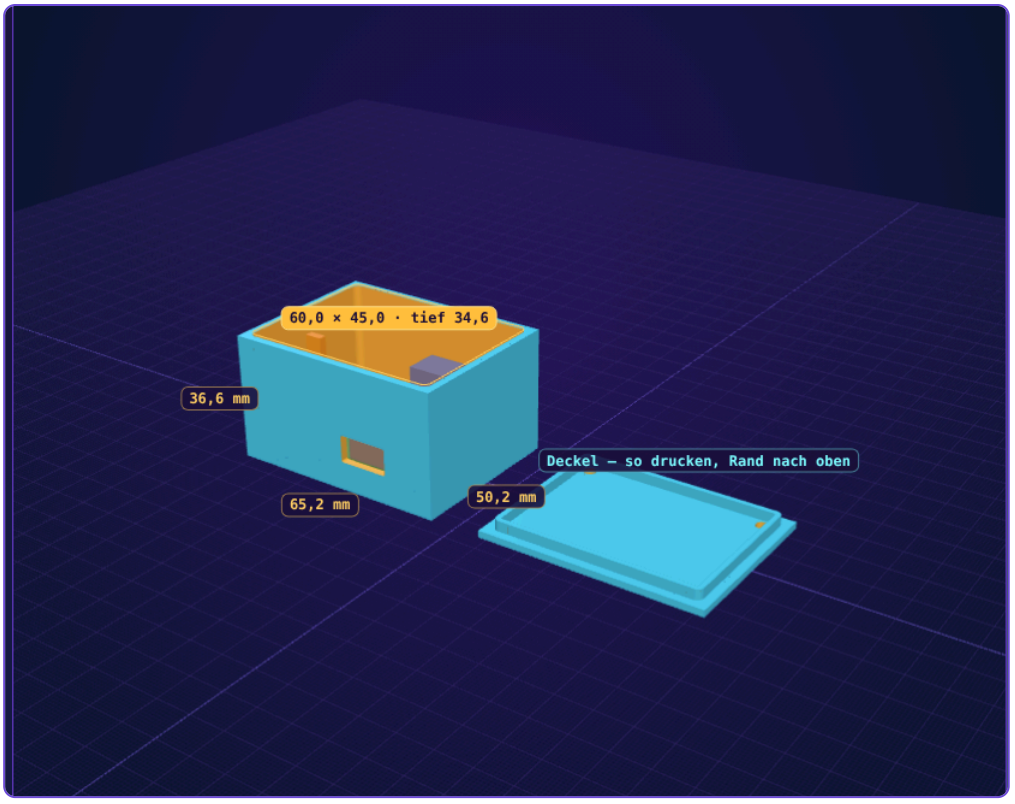


Bild: In BlockWerk: Gehäuse mit Platine, Bauteil-Klötzen und Deckel.

Kein Internet oder lieber als Datei? 💾 **Datei für BlockWerk** speichert alles in eine kleine Datei. Die ziehst du später einfach ins BlockWerk-Fenster.

21 Laser direkt per USB

Im Fenster Laser / Druck auf 🔌 **Direkt an den Laser (USB)**. Das Laser-Pult arbeitet mit GRBL-Lasern wie dem ACMER. Es ist in sechs Felder eingeteilt, die du von oben nach unten durchgehst.

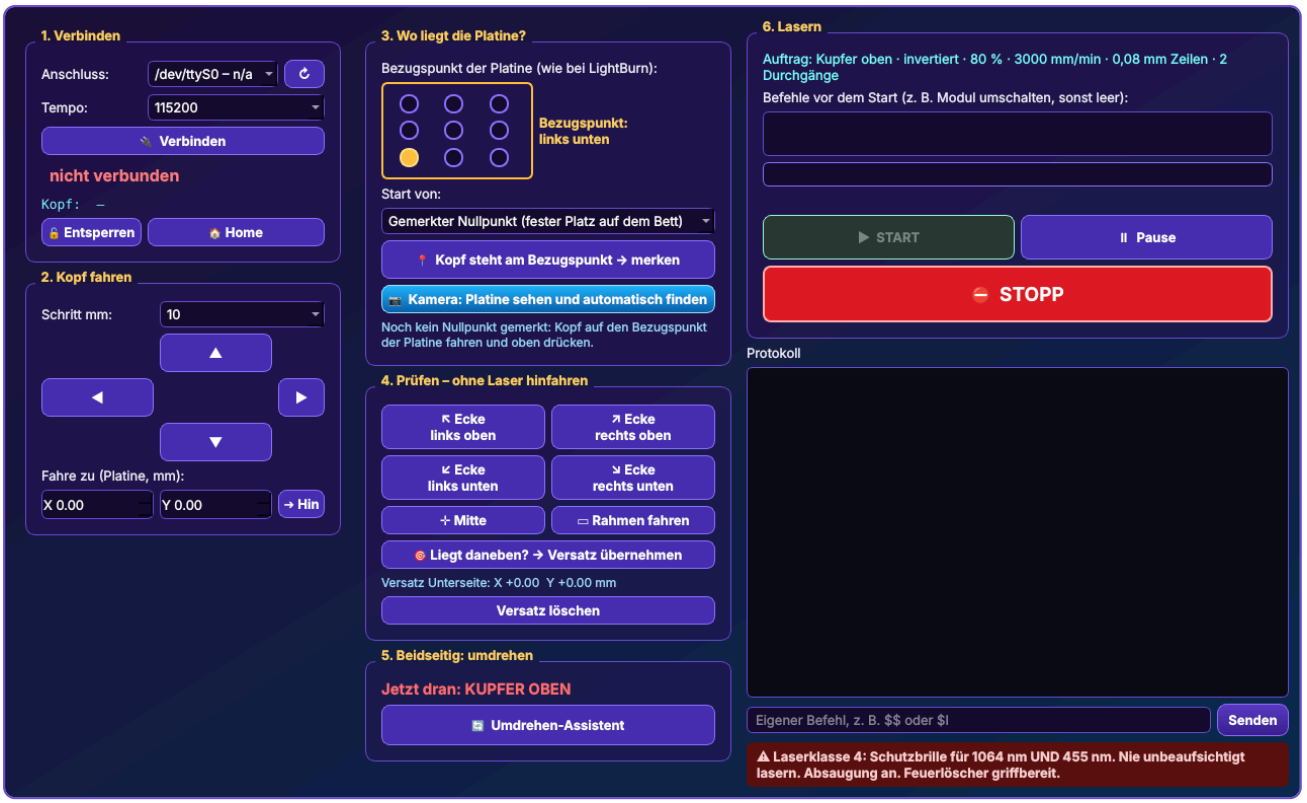


Bild 24: Das Laser-Pult mit den Feldern 1 bis 6, rechts Start, Pause, Stopp und Protokoll.

1. **Verbinden:** Anschluss (COM-Port) und Tempo wählen (meist 115200), Verbinden drücken. Rechts siehst du den Zustand und wo der Kopf gerade steht. **Entsperren** löst einen Alarm, **Home** fährt die Endschalter an.
2. **Kopf fahren:** mit den Pfeilen in Schritten von 0,1 bis 50 mm, oder „Fahre zu“ eine Position auf der Platine in mm.
3. **Wo liegt die Platine?** Wähle den Bezugspunkt – wie bei LightBurn eine von 9 Stellen: die 4 Ecken, die 4 Kantenmitten oder die Mitte. Dann den Kopf genau auf diese Stelle der echten Platine fahren und „Kopf steht am Bezugspunkt → merken“ drücken. „Start von“: gemerkter Nullpunkt (fester Platz auf dem Bett, bleibt gespeichert) oder einfach die aktuelle Kopfposition. Oder bequemer mit der Kamera (siehe nächster Abschnitt).
4. **Prüfen – ohne Laser hinfahren:** die 4 Ecken einzeln anfahren, die Mitte, oder **Rahmen fahren** (der Kopf fährt einmal um die Platine). Liegt eine Ecke daneben: mit den Pfeilen auf die echte Ecke korrigieren und „Liegt daneben? → Versatz übernehmen“ drücken.
5. **Beidseitig: umdrehen:** der Umdrehen-Assistent erklärt Schritt für Schritt, wie du die Platine umklappst, und stellt alles auf „Lötseite, gespiegelt“ um. Wichtig: die Platine wieder genau an denselben Anschlag legen. Danach mit Feld 4 die Ecken prüfen und bei Bedarf den Versatz für die Unterseite übernehmen.
6. **Lasern:** START fragt vorher nach Schutzbrille, geprüften Ecken, fester Platine und ob du dabei bleibst. Während des Laserns: Fortschritt, Pause und STOPP. Im Feld „Befehle vor dem Start“ kannst du z. B. einen Befehl zum Umschalten des Moduls eintragen.

Testraster: Im Fenster Laser / Druck auf 🧪 **Testraster**. Das lasert kleine beschriftete Quadrate: jede Spalte mit anderer Leistung, jede Reihe mit anderer Geschwindigkeit (unten = langsam). Auf ein lackiertes Reststück lasern und das sauberste Quadrat mit möglichst wenig Leistung nehmen – das sind deine Werte.

Das Raster kannst du speichern oder direkt an den Laser schicken; Zeilenabstand, Overscan und Richtung kommen aus dem Ausgabe-Fenster.

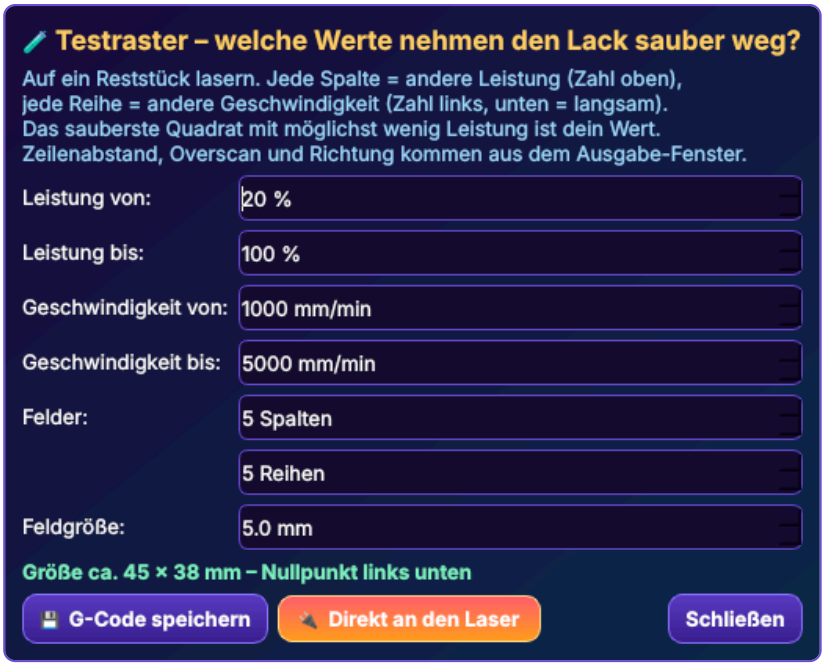


Bild 25: Testraster einstellen: Leistung und Geschwindigkeit von – bis, Anzahl und Größe der Felder.

Unten im Pult steht ein Protokoll, und du kannst eigene GRBL-Befehle senden, zum Beispiel `$$` für die Einstellungen.

> **Sicherheit:** Der ACMER ist Laserklasse 4. Schutzbrille für 1064 nm und 455 nm tragen, nie unbeaufsichtigt lasern, Absaugung an, Feuerlöscher griffbereit.

22 Kamera am Laser

Mit einer USB-Kamera, die fest über dem Laserbett hängt, siehst du die Platine live am PC. Das Programm findet die Platine dann von selbst und setzt den Bezugspunkt. Im Laser-Pult auf 📷 **Kamera: Platine sehen und automatisch finden**.

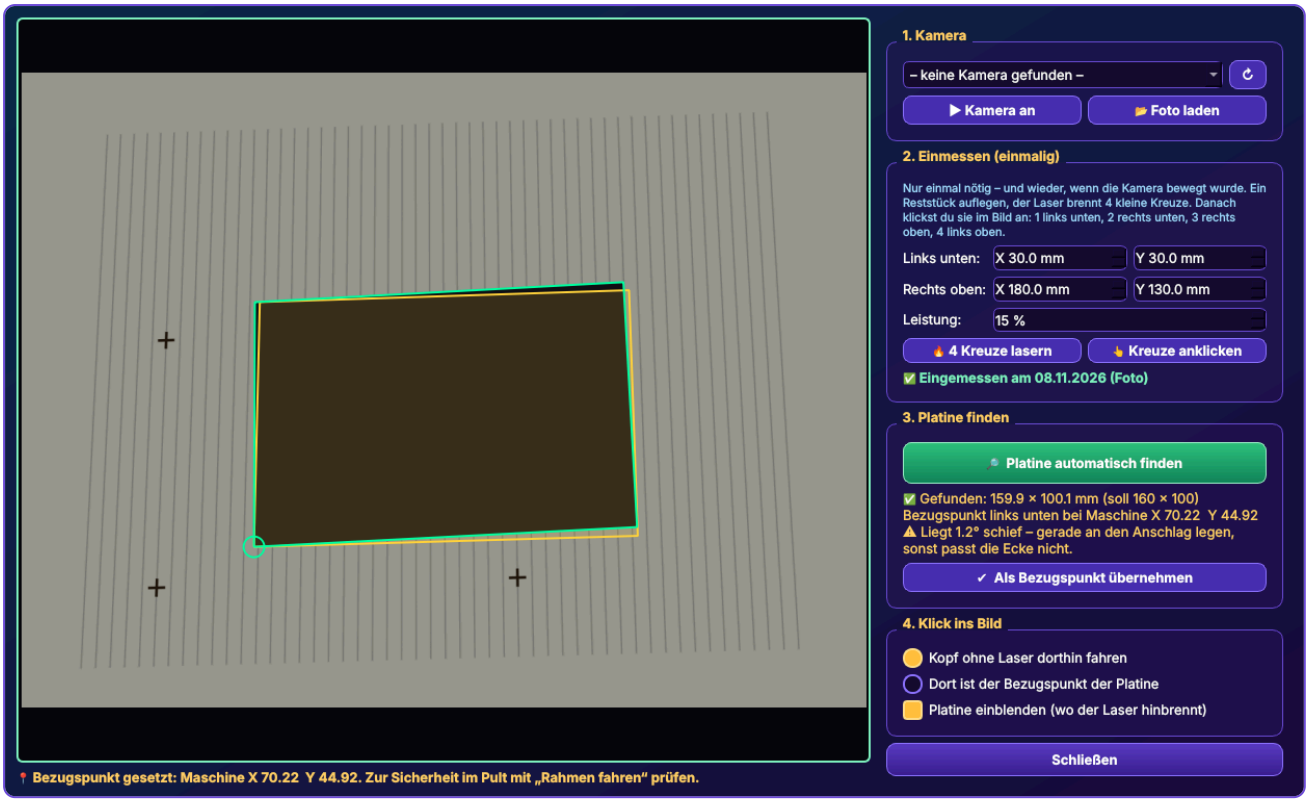


Bild 26: Kamera-Fenster: grün die gefundene Platine mit Bezugspunkt, gelb wo der Laser brennen wird.

1. **Kamera:** Kamera aus der Liste wählen und **Kamera an** drücken. Zum Ausprobieren ohne Kamera geht auch **Foto laden** mit einem Foto vom Laserbett.
2. **Einmessen (einmalig):** Ein Reststück auflegen und **4 Kreuze lasern** – mit wenig Leistung an vier feste Stellen. Danach Kreuze anklicken (1 links unten, 2 rechts unten, 3 rechts oben, 4 links oben). Ab jetzt weiß das Programm für jede Stelle im Bild, wo sie in Millimetern liegt – auch wenn die Kamera schräg von oben schaut. Das Einmessen bleibt gespeichert. Nur wenn die Kamera bewegt wurde, misst du neu ein.
3. **Platine finden:** Platine auflegen und **Platine automatisch finden** drücken. Das Programm sucht ein Stück in der Größe deiner Platine, zeigt es grün umrandet und nennt die gemessene Größe. Liegt sie schief, gibt es eine Warnung. Mit **Als Bezugspunkt übernehmen** ist alles eingestellt – wie „merken" im Pult, nur ohne Kopf hinfahren.
4. **Klick ins Bild:** Wahlweise fährt der Kopf ohne Laser an die angeklickte Stelle, oder die Stelle wird selbst zum Bezugspunkt.

Im Bild siehst du: gelb, wo der Laser brennen wird – grün die gefundene Platine mit ihrem Bezugspunkt – ein rotes Kreuz, wo der Laserkopf gerade steht.

Nach dem Umdrehen für die Unterseite einfach nochmal **Platine automatisch finden** – dann sitzt auch die Unterseite richtig, ohne Versatz von Hand.

Damit es gut klappt:

- heller Untergrund unter der schwarz lackierten Platine und gleichmäßiges Licht ohne harte Schatten,
- Kamera fest montiert, sie darf sich nach dem Einmessen nicht bewegen,
- die Platinengröße im Programm muss zur echten Platine passen.

Im Test war der gefundene Bezugspunkt auf weniger als 0,5 mm genau. Zur Sicherheit vor dem Lasern im Pult einmal **Rahmen fahren**.

23 Weitere Formate

Im Fenster Laser / Druck auf 📦 **Gerber · DXF · PLT · STL · Fräsen** oder Strg+G. Jedes Format hat einen eigenen Reiter.

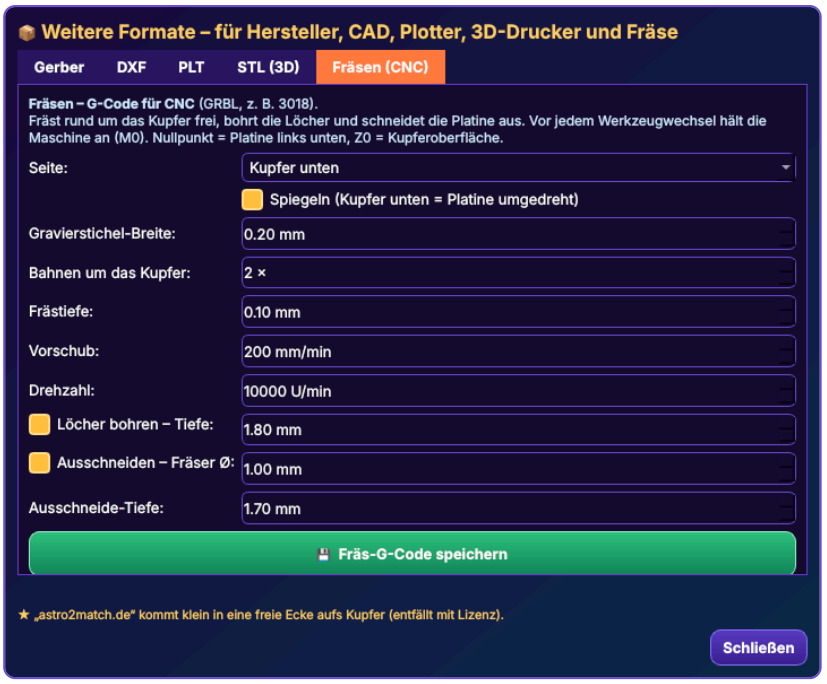


Bild 27: Weitere Formate: ein Reiter je Format.

Format	Wofür	Was drin ist
Gerber (ZIP)	Platinenhersteller wie JLCPCB, Aisler, PCBWay	Bauteilseite/unten, Bestückungsdruck, Lötstopp, Umriss, Bohrdatei (Excellon, mm). Die ZIP einfach beim Hersteller hochladen.
DXF	CAD-Programme wie FreeCAD, LibreCAD, Fusion, auch LightBurn	Jede Sorte auf eigener Lage: UMRISS, KUPFER_OBEN, KUPFER_UNTEN, BESTUECKUNG, BOHRUNGEN, GEHAEUSE. In mm, von oben gesehen.
PLT (HPGL)	Plotter und Schneidplotter	Die Umrisse des Kupfers als Linien, z. B. um Klebefolie als Ätzmaske zu schneiden. Seite und Spiegeln wählbar.
STL	3D-Drucker, Ansehen in 3D	Die Platte mit allen Löchern, Kupfer leicht erhaben. Dicke und Kupferhöhe einstellbar. Gut, um ein Gehäuse zu planen oder eine Bohrschablone zu drucken.
Fräsen (G-Code)	CNC-Fräse mit GRBL, z. B. 3018	Fräst rund um das Kupfer frei, bohrt die Löcher nach Bohrergröße sortiert und schneidet die Platine aus.

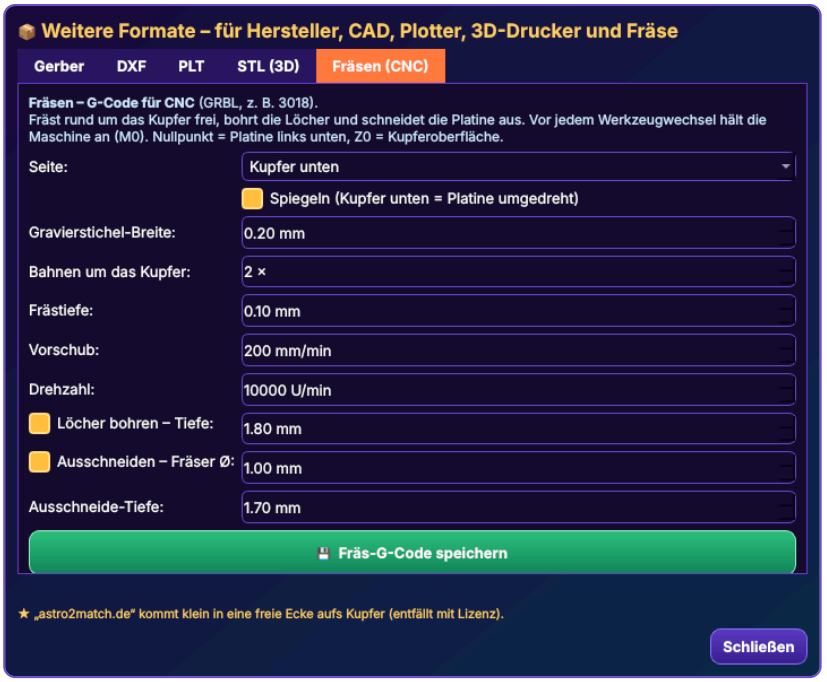


Bild 28: Der Reiter Fräsen mit allen Einstellungen.

Fräsen im Detail:

- Seite und Spiegeln: für Lötseite wird gespiegelt, weil die Platine umgedreht in der Fräse liegt.
- Graviersticheln-Breite (z. B. 0,2 mm) und Bahnen um das Kupfer (1 bis 6). Mehr Bahnen = breiterer freier Rand, leichteres Löten.
- Frästiefe (z. B. 0,1 mm), Vorschub und Drehzahl.
- Löcher bohren mit Bohrtiefe, Ausschneiden mit Fräser-Ø und Ausschneide-Tiefe. Ausgeschnitten wird in Schritten von 0,6 mm.
- Vor jedem Werkzeugwechsel hält die Maschine an (M0) und sagt, welcher Bohrer oder Fräser rein soll.

> Nullpunkt = Platine links unten, Z0 = Kupferoberfläche. Den ersten Lauf mit wenig Tiefe in der Luft testen.

In allen Formaten kommt in der kostenlosen Version und beim Testen „astro2match.de“ klein aufs Kupfer. Mit gekaufter Lizenz oder Abo fällt das weg.

24 Lizenz

PlatinenWerk nutzt dieselbe Lizenz wie alle Programme von AnnoBoy. Ob es kostenlos ist, ob man es erst testet, kauft oder als Abo hat, steht oben im Registrier-Fenster.

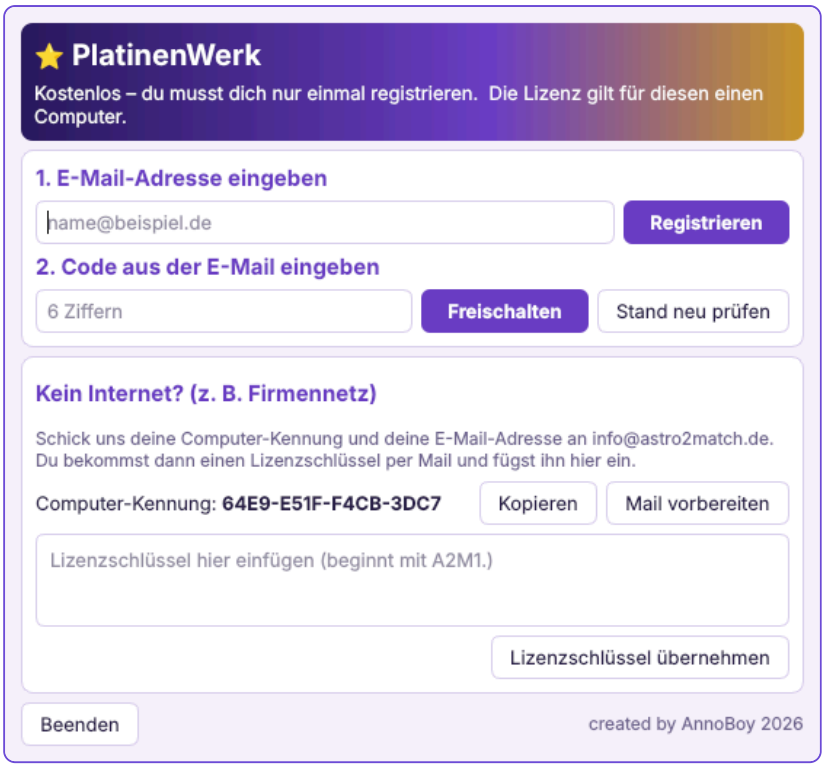


Bild 29: Das Registrier-Fenster beim ersten Start.

Registrieren (einmal):

1. Beim ersten Start deine E-Mail-Adresse eintragen und **Registrieren** klicken.
2. Du bekommst eine Mail mit 6 Ziffern. Die eintragen und **Freischalten** klicken.
3. Fertig. Ab jetzt startet das Programm direkt.

Kein Internet (z. B. Firmennetz): Die Computer-Kennung mit deiner E-Mail an info@astro2match.de schicken (Knopf **Mail vorbereiten**). Du bekommst einen Lizenzschlüssel, den fügst du unten ein und klickst **Lizenzschlüssel übernehmen**.

1 Lizenz = 1 Computer. Neuer Computer? Bitte kurz an info@astro2match.de schreiben.



Bild 30: Unten rechts: Lizenzstand, Version und Signatur.

Unten rechts steht dein Stand, z. B. „Testversion – noch 12 Tage“, „Abo bis …“, „Kostenlose Version“ oder „Registriert für …“.

Werbung: Der Astro2Match-Balken unten bleibt immer. „astro2match.de“ auf dem Kupfer fällt mit gekaufter Lizenz oder Abo weg.

Weitere von AnnoBoy: Der Knopf oben rechts zeigt weitere Programme, Webseiten und Spiele. Steht dort „(2 neu)“, gibt es etwas Neues. Es geht nie ein Fenster von selbst auf.

25 Speichern, Autosave, Rückgängig

- **Speichern** (Strg+S) und **Speichern unter** (Strg+Shift+S) legen eine `.pwk`-Datei an – das eigene Format von PlatinenWerk. Öffnen mit Strg+O.
- **Automatisch gesichert** wird jede Änderung nach kurzer Zeit in `Data\autosave.pwk`. Beim nächsten Start geht es genau dort weiter, auch nach einem Absturz oder Stromausfall.
- **Nichts geht verloren:** Fängst du eine neue Platine an, öffnest eine andere oder wird die Platine auf einmal viel leerer, legt PlatinenWerk die alte Fassung vorher in `Data\Sicherungen` ab (die letzten 30). Zurückholen: **Datei → 🛟 Ältere Sicherungen öffnen** – dann mit **Speichern unter** einen eigenen Namen geben.
- Ein ● vor dem Namen im Fenstertitel heißt: noch nicht gespeichert.
- **Rückgängig** (Strg+Z) und **Wiederholen** (Strg+Y) gehen bis zu 300 Schritte zurück. Ein Autorouter-Lauf, eine eingesetzte Schaltung, ein Gruppen-Verschieben oder ein eingefügtes Duplikat ist dabei jeweils ein Schritt.
- Die Ablage für Kopieren/Einfügen bleibt erhalten, solange das Programm läuft – du kannst also auch in eine andere Platine einfügen.

26 Tastenkürzel

Taste	Was passiert	Taste	Was passiert
A	Auswahl	Strg + / −	hinein- / herauszoomen
L	Leiterbahn	Strg+N / Strg+O	neue Platine / öffnen
B	Nur Bahn (ohne Pads)	Strg+S	speichern
P	Pad	Strg+Shift+S	speichern unter
K	Bauteil / Anschluss	Strg+Z / Strg+Y	rückgängig / wiederholen
G / N	Gehäuse / Luftlinie NEU	Strg+A	alles auswählen
T	Text	Strg+C / Strg+V	kopieren / einfügen NEU
S	Seite wechseln (oben/unten)	Strg+X	ausschneiden NEU
U	Platine umdrehen	Strg+D	duplizieren NEU
V	Ansicht durchschalten	Strg+P	Laser / Druck / Export
R	drehen (Gruppe um ihre Mitte)	Strg+G	weitere Formate
Pfeiltasten	Auswahl um einen Rasterschritt rücken	Strg+L / Strg+B	Stückliste / Bestückungsdruck NEU
Entf	Auswahl löschen	Strg+E	fertige Schaltungen
Esc	Werkzeug verlassen, Bahn beenden, Einfügen abbrechen – auch per Knopf **Esc** oben	Strg+R	Autorouter
Strg / Shift + Klick	zur Auswahl dazu / weg NEU	F1	Kurzhilfe
Shift +Ziehen oder ⬚	Auswahlrahmen NEU	Leertaste oder F	Platine mittig zeigen
M	📌 Bauteil festmachen / lösen (fürs Anordnen) NEU		

27 Tipps und Hilfe bei Problemen

Problem	Lösung
Was macht dieser Knopf?	Maus kurz drüber halten – eine Blase erklärt ihn.
Bauteil lässt sich nicht ablegen	Die Pads müssen auf der Platine bzw. im Gehäuse liegen. Näher zur Mitte klicken.
Kopie ist rot und lässt sich nicht absetzen	Sie ragt über die Platine. Weiter nach innen klicken – oder mit Rechtsklick/Esc abbrechen.
Gehäuse lässt sich nicht greifen	Werkzeug **Auswahl** nehmen und auf den Rand oder den Namen klicken. Erst wenn es gewählt ist (weiße Anfasser), geht auch innen greifen.
Rahmen wählt nichts	Gewählt wird nur, was **ganz** im Rahmen liegt. Den Rahmen etwas größer ziehen.
Statt Rahmen verschiebt sich die Platine	Erst oben ⬚ klicken (oder Shift halten) – ohne das schiebt Ziehen auf freiem Platz die Platine.
Platine ist aus dem Bild verschwunden	Leertaste oder Knopf ⌖ Mitte oben rechts.
Bahn trifft das Pad nicht	„Fang an“ einschalten. Mit Fang springt der Klick auf das Pad.
Laser findet keinen Anschluss	USB-Kabel prüfen, im Pult auf ↻ klicken, anderes Tempo versuchen (115200 oder 250000). LightBurn vorher schließen – nur ein Programm darf den Laser gleichzeitig benutzen.
Laser meldet ALARM	Im Pult „Entsperren“ klicken. Bei Alarm 2 (das Ziel liegt außerhalb des Arbeitsbereichs) Nullpunkt oder Overscan prüfen.
Unterseite sitzt versetzt	Platine wirklich an denselben Anschlag legen, Ecken mit Feld 4 prüfen und den Versatz übernehmen – oder mit der Kamera neu finden. Die Platine muss genau so groß sein wie im Programm eingestellt.
Ränder werden dunkler als die Fläche	Overscan auf 2 bis 3 mm stellen.
Kanten sind leicht ausgefranst	„Nur in eine Richtung“ einschalten.
Lack geht nicht sauber weg	Testraster lasern und Leistung bzw. Geschwindigkeit danach wählen. Mehr Durchgänge oder kleinerer Zeilenabstand helfen auch.
Ausdruck nicht maßhaltig	Im Druckdialog „Tatsächliche Größe“ bzw. 100 % wählen, nie „An Seite anpassen“. Mit dem Lineal an den Ecken nachmessen.
Autorouter lässt Verbindungen offen	Teile weiter auseinander, zusammengehörige Teile nebeneinander, schmalere Bahnen, Drahtbrücken oder beide Seiten erlauben.
„Kurzschluss“ oben links	Eine Bahn verbindet zwei Netze. Die Bahn suchen, die die beiden genannten Leitungen berührt, und löschen oder verlegen.
Kamera findet die Platine nicht	Heller Untergrund, gleichmäßiges Licht, Platinengröße im Programm prüfen, gegebenenfalls neu einmessen.
Registrier-Fenster kommt wieder	Testzeit oder Abo ist um, oder der Computer wurde getauscht. **Stand neu prüfen** klicken, sonst an info@astro2match.de schreiben.
„Update nicht möglich“	Virenschutz oder Firmennetz blockiert das Update. Das Programm startet trotzdem normal.

Wenn etwas schiefgeht, schreibt das Programm ein Protokoll nach `Data\logs`. Diese Datei hilft bei Fragen an info@astro2match.de.

PlatinenWerk – created by AnnoBoy 2026 · www.astro2match.de