

SmartCut Studio Pro

VOLLSTÄNDIGES ERWEITERTES BENUTZERHANDBUCH & TECHNISCHES MANUAL

Verlustfreie Freiform-Motivextraktion & Bildkomposition — Lokale Verarbeitungs-Engine im Browser

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung & Übersicht

- Hauptfunktionen & lokale Verarbeitungsarchitektur
- Datenschutz & lokales Sicherheitsmodell (Keine Generative KI)
- Webbrowser-Kompatibilität & Systemanforderungen

2. Erste Schritte & Benutzeroberfläche

- Anwendungs-Header, Vollbild & globale Steuerungen
- Mehrsprachige Unterstützung & Sprachwechsler (10 Sprachen)
- Schritt-für-Schritt lineare Navigationsleiste & Statusanzeigen

3. Schritt 1: Bildmaterial hochladen

- Hochladen des Motivbildes (Vordergrund / Hauptmotiv)
- Hochladen eines optionalen Hintergrundbildes
- Unterstützte Formate, automatische Skalierung & Anzeige der Originalauflösung
- PNG-Transparenz Direkt-Bypass Funktion

4. Schritt 2: Bereich markieren & interaktive Ausschnitte

- Zeichen-Werkzeuge: Lasso Freihand, Polygon (Punkt-zu-Punkt) und Pinsel
- Positiv (+) Hauptmotiv- vs. Negativ (-) Ausschnitt/Loch-Markierungen
- Markierungs-Steuerung: Letztes löschen, Lasso einengen (-1%) und Alles zurücksetzen
- Detailanalyse: Parameter-Feineinstellung für die Extraktion
- Live-Freistellungsvorschau & Arbeitsflächen-Navigation

5. Schritt 3: Maske interaktiv verfeinern

- Korrektur-Modi: Einblenden (Wiederherstellen), Löschen (Entfernen) und Navigieren (Verschieben)
- Stift- & Pinsel-Methoden: Freihand vs. Polygon (Punkt-zu-Punkt)
- Pinsel-Anpassung: Größe, Deckkraft, Weichheit und präzise Eingabesynchronisation
- Schnellmasken-Hilfe & benutzerdefinierte Kontrast-Hintergrundeinfärbung
- Verlaufsspeicher, Mehrstufiges Rückgängigmachen (Strg+Z) & Schnelles Rechtsklick-Umschalten

6. Schritt 4: Komposition & Finale Bildanpassungen

- Ziel-Ebenen Auswahl: Motivbild vs. Hintergrundbild
- Interaktive Positionierung, direktes Ziehen & Mauseisrad-Skalierung
- Präzise Ebenen-Positionierung: Skalierung, Rotation, X/Y-Versatz und Horizontales Spiegeln
- Zerstörungsfreie Bildanpassungen: Helligkeit, Kontrast, Sättigung und Gaußscher Blur (Bokeh)

7. Exportieren & Arbeit sichern

- NATIVE System Save File Picker API Integration
- Fallback-Download-Modal & Benutzerdefinierte Dateiname-Eingabe
- Export- & Rendering-Optionen in voller Originalauflösung

8. Einsteiger-Tipps, Fehlerbehebung & Tastaturkürzel

- Empfohlene Best Practices für optimale Freistellungsergebnisse
- Fehlerbehebung häufiger Fragen & technischer Probleme
- Umfassende Referenztabelle für Tastatur- & Maus-Tastenkürzel

9. Drittanbieter-Bibliotheken & Lizenzierung

- Übersicht über verwendete Open-Source-Bibliotheken & Frameworks
- Detaillierte Lizenzmodelle, Urheberrechtshinweise & direkte Links

1. Einführung & Übersicht

SmartCut Studio Pro ist eine hochmoderne, browserbasierte Webanwendung für hochpräzise, verlustfreie Motivextraktion (Freistellung) und professionelle Bildkomposition. Sie kombiniert fortschrittliche Computer-Vision-Algorithmen (betrieben durch in WebAssembly kompiliertes OpenCV.js und Guided Matting) mit einem intuitiven, mehrstufigen Arbeitsablauf und pixelgenauen manuellen Verfeinerungswerkzeugen.

DATENSCHUTZ & LOKALE SICHERHEIT BEI DER VERARBEITUNG

Im Gegensatz zu konventionellen cloudbasierten Fotobearbeitungsplattformen führt SmartCut Studio Pro 100 % aller Berechnungen lokal in Ihrem Webbrowser aus. Ihre privaten Bilder werden niemals an Remote-Server oder Cloud-Systeme von Drittanbietern übertragen, hochgeladen oder dort gespeichert. Dies garantiert absoluten Datenschutz, maximale Sicherheit für persönliche oder urheberrechtlich geschützte Fotografien und Verarbeitungsgeschwindigkeiten, die unabhängig von der Internet-Bandbreite extrem schnell bleiben.

WICHTIGER DATENSCHUTZHINWEIS ZU GENERATIVER KI

SmartCut Studio Pro verwendet explizit keine Generative Künstliche Intelligenz (Generative AI), cloudgehostete neuronale Netz-APIs oder generative Diffusionsmodelle. Jede Kantenmerkmal-Erkennung, GrabCut-Segmentierung und Matting-Berechnung wird rein durch deterministische, klassische Computer-Vision-Mathematik, exakte Farbraum-Matrixoperationen und lokale Pixelmanipulations-Algorithmen gesteuert.

Hauptfunktionen & Leistungsmerkmale

- **Verlustfreie Extraktion in Originalauflösung:** Hochauflösende Fotografien (von DSLR-Kameras oder Mobilgeräten) werden ohne unerwünschte Komprimierungsartefakte oder Qualitätsverluste in ihrer exakten Quellauflösung verarbeitet und exportiert.
- **Hybride Extraktions-Pipeline:** Nahtlose Integration von benutzergeführter GrabCut-Segmentierung mit Guided Matting, um feine Kantendetails wie einzelne Haare, Tierfell, Federn, Glas und transparente Stoffe sauber zu isolieren.
- **PNG-Transparenz Direkt-Bypass:** SmartCut Studio Pro erkennt intelligent Bilder, die bereits über transparente Alphakanäle verfügen (wie bereits freigestellte PNGs oder Logos), sodass manuelle Auswahlsschritte übersprungen werden können, während bestehende Transparenzen vollständig erhalten bleiben.

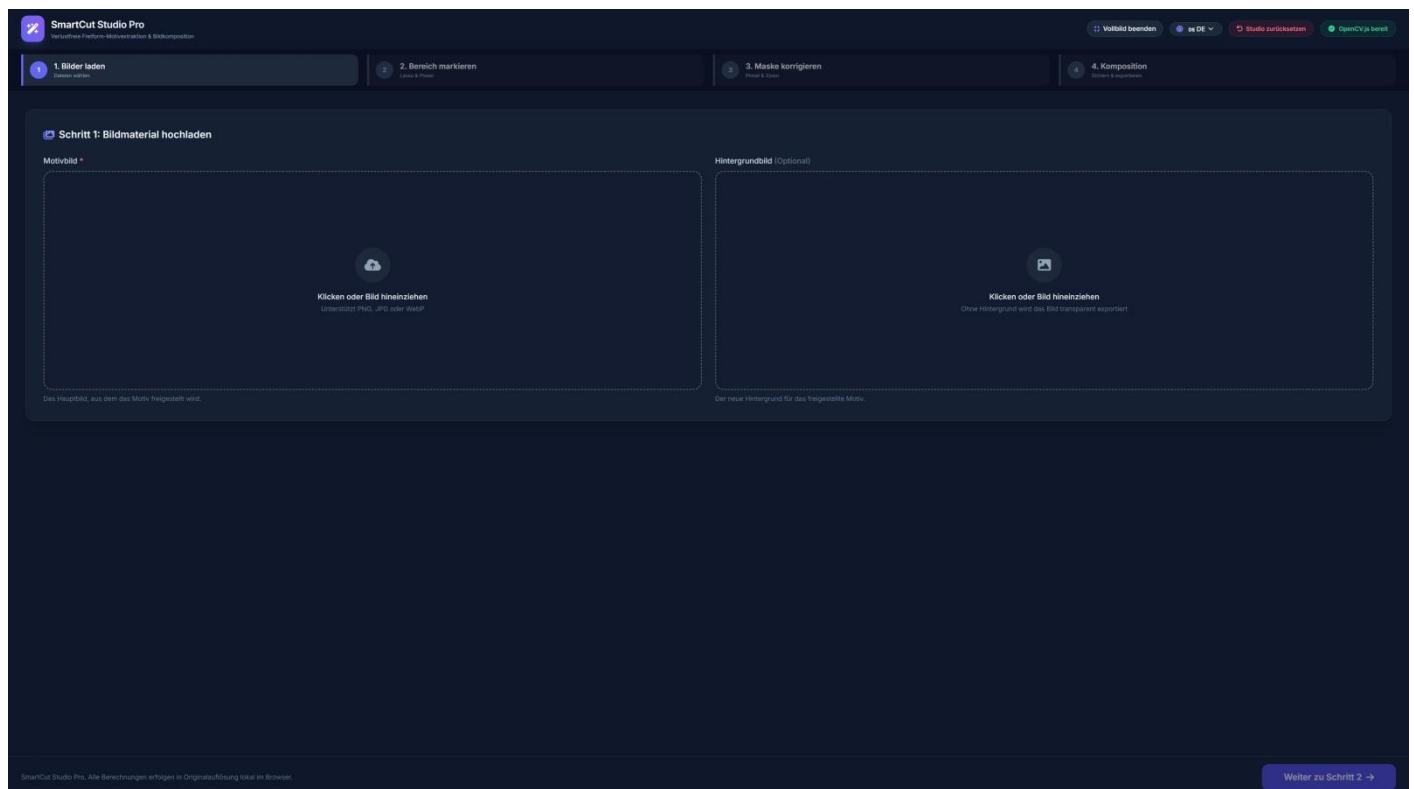
- **Vollständige Mehrsprachigkeit:** Komplettes Interface in 10 internationalen Sprachen mit dynamischer Echtzeit-Umschaltung.



- **Interaktive Mehrschicht-Canvas-Engine:** Zerstörungsfreie Kompositions-Engine mit unabhängiger Skalierung, Rotation, Positionierung, horizontalem Spiegeln sowie Farb- und Lichanpassung pro Ebene.

2. Erste Schritte & Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche von SmartCut Studio Pro ist für maximale Übersichtlichkeit konzipiert. Sie verfügt über eine fixierte obere Leiste mit globalen Studio-Steuerungen sowie eine lineare Schritt-für-Schritt-Navigationsleiste, die Sie durch den gesamten Workflow führt.



Globale Steuerungen & Anwendungs-Header

Der obere Header bleibt während allen Workflow-Schritten zugänglich und umfasst folgende globale Funktionen:

- **Vollbild umschalten:** Erweitert den Studio-Arbeitsbereich auf den gesamten Bildschirm für ablenkungsfreies Arbeiten und maximale Canvas-Sichtbarkeit. Klicken Sie auf die Schaltfläche *Vollbild* oder nutzen Sie die entsprechende Funktion.
- **Sprachwechsler (10 Sprachen):** Ein integriertes Dropdown-Menü ermöglicht das Umschalten der Anwendungsoberfläche im laufenden Betrieb, ohne den Projektfortschritt oder aktive Auswahlen zu verlieren. Unterstützte Sprachen sind:

 Deutsch (DE)

 English (GB/US)

 Français (FR)

 Español (ES)

 Polski (PL)

 Italiano (IT)

 日本語 (JA)

 Português (BR)

 Nederlands (NL)

 简体中文 (ZH)

- **Studio zurücksetzen:** Löscht sofort alle geladenen Bilder, setzt alle Parameter-Regler zurück, leert die Verlaufsspeicher und versetzt die Anwendung wieder in den Ausgangszustand.
- **OpenCV-Statusanzeige:** Echtzeitanzeige der WebAssembly-Bibliotheksinitialisierung. Während des Ladevorgangs erscheint ein animierter Spinner (`OpenCV.js wird geladen...`), der sich nach Abschluss in ein grünes Häkchen (`OpenCV.js bereit`) verwandelt.

Schritt-für-Schritt Lineare Navigation

Unterhalb des Haupt-Headers zeigt die Schritt-Navigationsleiste vier aufeinanderfolgende Abschnitte. Jeder Abschnitt repräsentiert eine spezifische Projektphase:

1. **Bilder laden:** Hauptmotiv und optionales Hintergrundbild auswählen.
2. **Bereich markieren:** Vordergrundmotiv und Ausschnitte mit Lasso, Polygon oder Pinsel umranden bzw. anmalen.
3. **Maske korrigieren:** Manuelle Korrekturen auf Pixelebene mit Pinsel, Kantenwiederherstellung und Zoom durchführen.
4. **Komposition:** Skalieren, Neupositionieren, Rotieren, Farbtöne anpassen, Hintergrund weichzeichnen und finales PNG sichern.

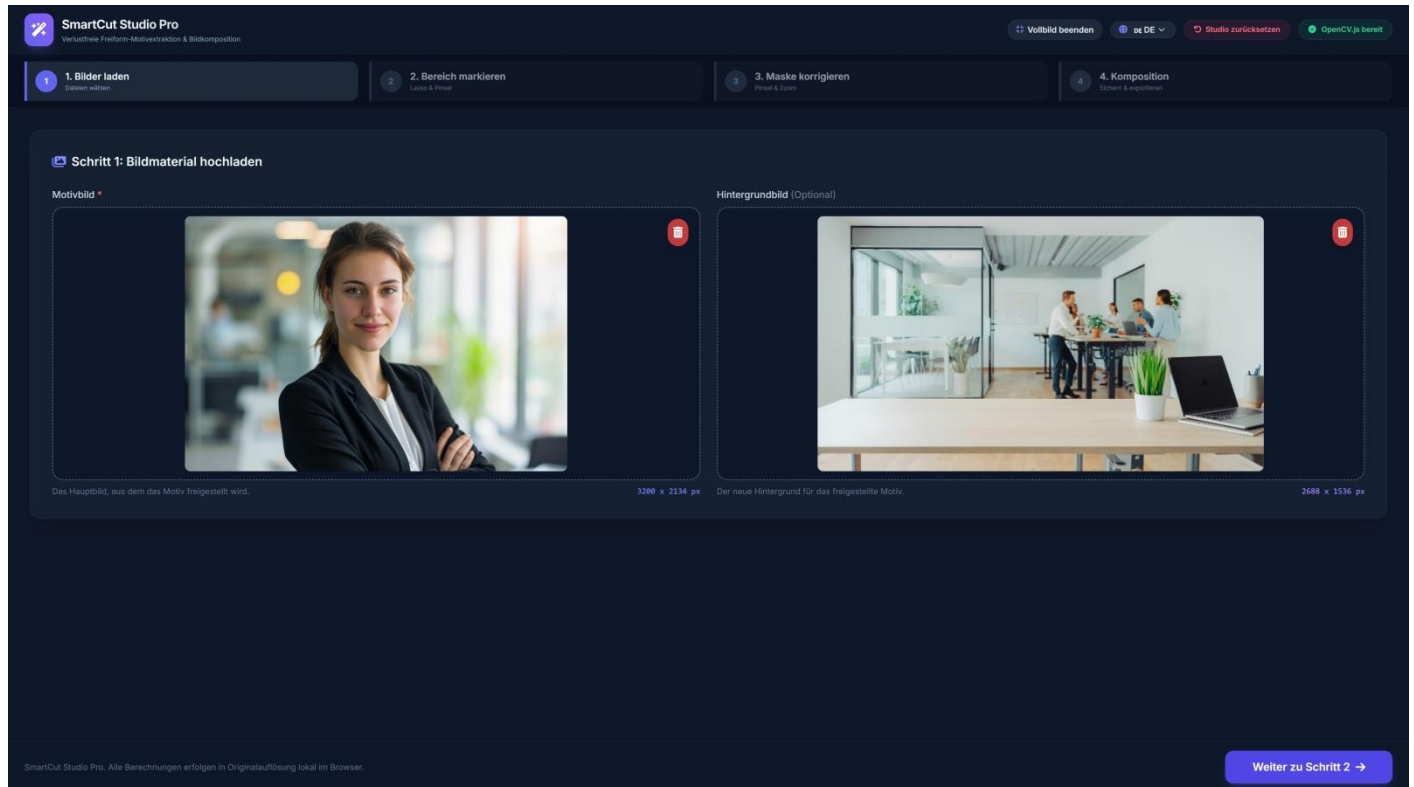
Abgeschlossene Schritte werden mit grünen Badges hervorgehoben und können jederzeit angeklickt werden, um zu früheren Phasen zurückzukehren. Freigeschaltete Schritte können frei vor- und zurücknavigiert werden.

PROFI-TIPP: PNG-TRANSPARENZ DIREKT-BYPASS

Wenn Sie eine bereits freigestellte PNG-Datei oder ein Grafiklogo hochladen, das bereits über einen Alphakanal (Transparenz) verfügt, erkennt SmartCut Studio Pro diesen eingebetteten Alphakanal automatisch. Das System bietet Ihnen die Option, die manuelle Lasso-Auswahl in Schritt 2 zu überspringen, wodurch die ursprünglichen Transparenzen sofort erhalten bleiben und Sie direkt zu Schritt 3 oder 4 wechseln können.

3. Schritt 1: Bildmaterial hochladen

In Schritt 1 importieren Sie Ihr primäres Bildmaterial in SmartCut Studio Pro. Die Anwendung bietet zwei Drag-and-Drop-Bereiche, die speziell für die Verarbeitung hochauflösender Bilder optimiert sind.



1. Motivbild hochladen (Erforderlich)

Klicken Sie in das linke Ablegefeld mit der Beschriftung Motivbild oder ziehen Sie eine Bilddatei direkt aus Ihrem Dateimanager hinein. Dies ist das Foto, das das freizustellende Vordergrundmotiv, eine Person, ein Produkt oder ein Objekt enthält.

2. Hintergrundbild hochladen (Optional)

Klicken Sie in das rechte Ablagefeld mit der Beschriftung Hintergrundbild oder ziehen Sie ein Szene-Bild hinein.

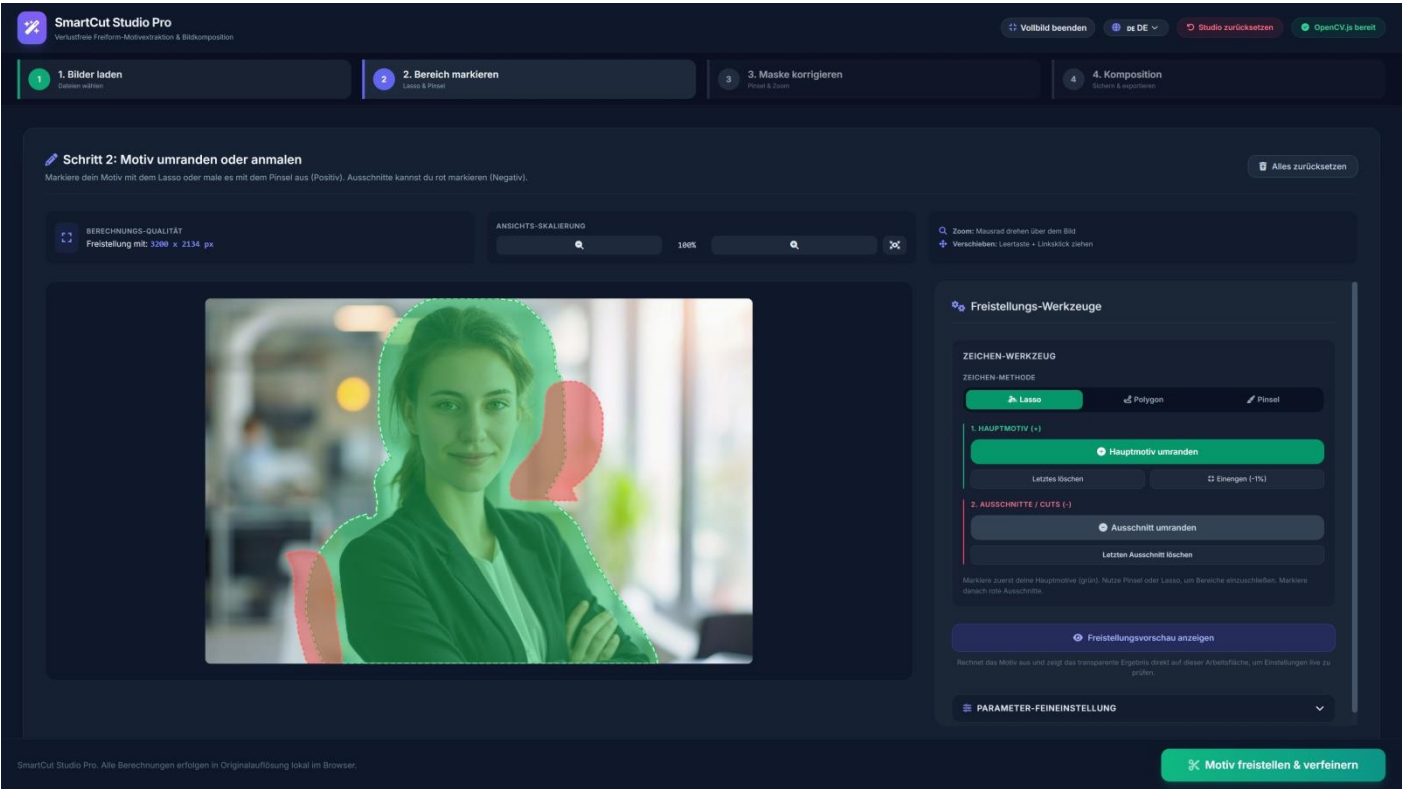
Hinweis: Das Hochladen eines Hintergrundbildes ist optional. Bleibt das Feld leer, rendert und exportiert SmartCut Studio Pro das freigestellte Motiv automatisch auf einem transparenten Hintergrund im .PNG-Format.

3. Unterstützte Dateiformate & Automatische Auflösungserkennung

SmartCut Studio Pro unterstützt alle gängigen browsernativen Bildformate, einschließlich PNG, JPG / JPEG und WebP. Beim Hochladen analysiert die Software die Metadaten der Datei und zeigt Auflösungs-Badges (z. B. 6000x4000 px) am unteren Rand jedes Dropzones an, was bestätigt, dass die vollen Quellabmessungen erkannt wurden.

4. Schritt 2: Bereich markieren & interaktive Ausschnitte

In Schritt 2 definieren Sie die Vordergrund-Motivbereiche (Positiv) und innere Ausschnitte/Löcher (Negativ), um den automatisierten Segmentierungs-Algorithmus zu steuern.



1. Auswahl-Werkzeuge & Zeichen-Methoden

SmartCut Studio Pro bietet drei vielseitige Zeichen-Werkzeuge im Seitenleisten-Panel von Schritt 2:

- Lasso Freihand: Halten Sie die linke Maustaste gedrückt, während Sie eine kontinuierliche Freihand-Umrandung um Ihr Motiv ziehen. Das Loslassen der Maustaste schließt die Form automatisch.
- Polygon / Punkt-zu-Punkt: Klicken Sie um das Motiv herum, um einzelne Ankerpunkte zu setzen, die durch gerade Vektorlinien verbunden werden. Doppel-Klick oder ein Klick nahe dem Startpunkt schließt die Kette. Ideal für geometrische Objekte, Möbel, Schachteln oder Architektur.
- Pinsel: Malen Sie Pinselstriche direkt über Motivbereiche. Ein eigener Pinselgrößen-Regler (1 bis 300 px) erscheint, mit dem Sie größere Flächen schnell ausfüllen können.

2. Positiv (+) vs. Negativ (-) Markierungen

Markierungs-Typ	Farb-Overlay	Zweck & Anwendungshinweise
Hauptmotiv (+) Positiv-Marker	Halbtransparentes Grün	Definiert den Bereich, der das Motiv enthält. Grobe Umrandungen um das Motiv reichen vollkommen aus — Sie müssen nicht jeden Millimeter exakt nachfahren, da der Algorithmus die tatsächlichen Kanten selbstständig erkennt.
Ausschnitte / Cuts (-) Negativ-Marker	Halbtransparentes Rot	Definiert innere Löcher oder Hintergrund-Zwischenräume, die herausgeschnitten werden müssen (z. B. der Freiraum zwischen Arm und Oberkörper, Speichen eines Fahrrads oder Lücken in einer Stuhllehne).

3. Markierungs-Steuerungen

- Letztes löschen: Entfernt den zuletzt gezeichneten positiven oder negativen Auswahlstrich.
- Einengen (-1%): Zieht alle grünen Hauptmotiv-Lassos gleichmäßig um 1% nach innen in Richtung Objektzentrum zusammen. Dies ermöglicht ein schnelles Straffen loser Auswahlen.
- Alles zurücksetzen: Löscht alle positiven und negativen Markierungen komplett von der Arbeitsfläche.

4. Parameter-Feineinstellung

Das aufklappbare Panel *Parameter-Feineinstellung* bietet detaillierte Kontrolle über die Computer-Vision-Extraktions-Pipeline:

- **Innere Schutzzone (1% - 25%):** Stellt den prozentualen Wert der internen morphologischen Erosion ein. Höhere Werte (z. B. 10%-15%) schützen das Innere des Motivs absolut vor versehentlichen Löchern durch Farbüberlappungen mit dem Hintergrund.
- **Kanten-Schärfe (0% - 100%):** Regelt die Härte des Kantenübergangs während der Matting-Berechnung. Verwenden Sie hohe Werte (50%-100%) für scharfkantige Objekte (Fahrzeuge, Elektronik, Produkte) und niedrigere Werte (0%-20%) für weiche oder organische Übergänge.
- **Haare & Feindetails (1 px - 40 px):** Legt den Suchradius für Guided-Matting-Berechnungen an den Kanten fest. Essenziell für die saubere Isolierung einzelner Haarsträhnen, Fell, Blätter oder transparenter Materialien.
- **Rand korrigieren (-15 px bis +15 px):** Verschiebt die äußere Maskengrenze nach innen (-) oder außen (+). Ein Versatz von -2 px bis -5 px nach innen entfernt unschöne Farbränder und Halos des alten Hintergrunds.
- **Kanten-Glättung (0 px - 20 px):** Wendet einen subtilen Gaußschen Filter auf die Maskenkanten an, um treppenartige, pixelige Konturen für einen nahtlosen Übergang zu eliminieren.#

5. Live-Freistellungsvorschau & Navigation

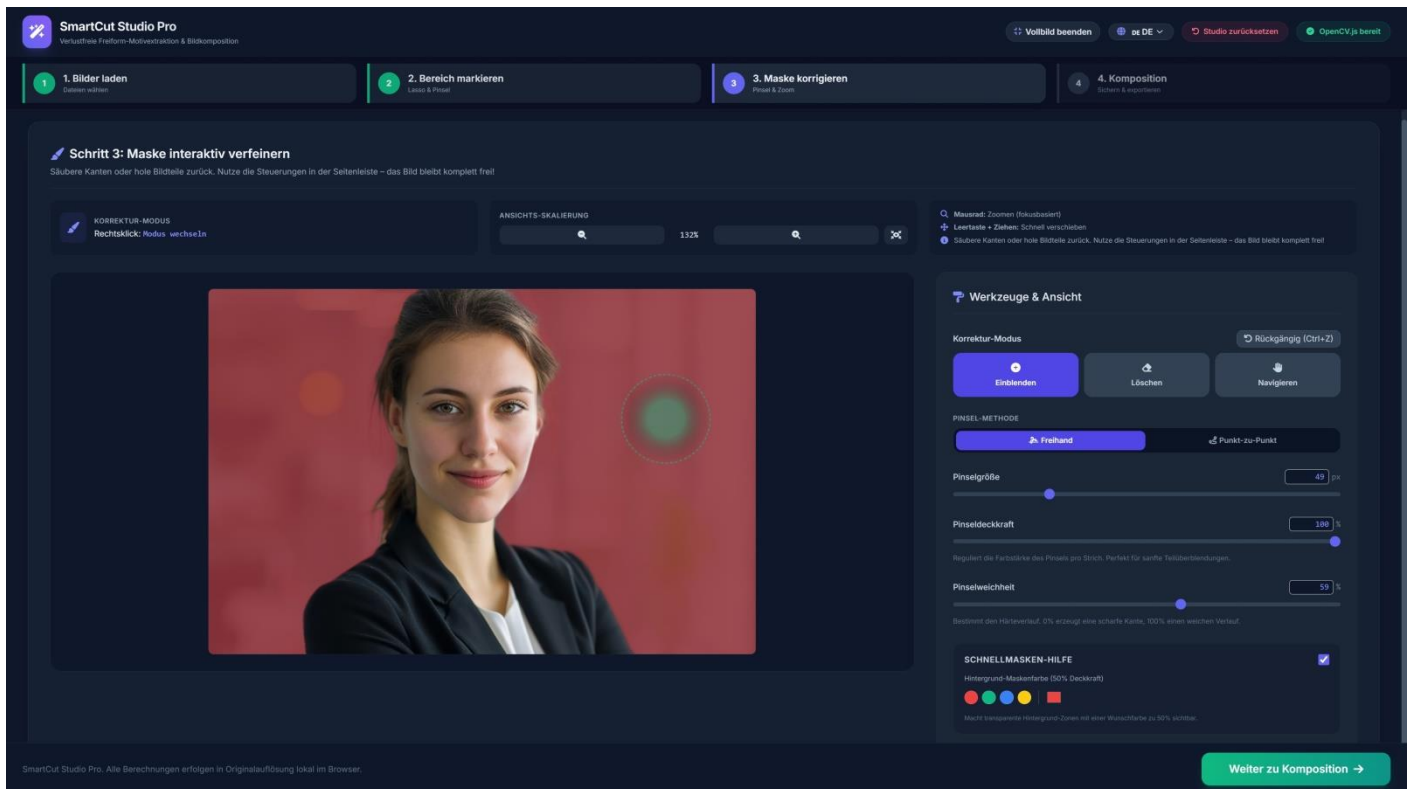
Klicken Sie auf Freistellungsvorschau anzeigen, um die Segmentierung direkt auf der Arbeitsfläche von Schritt 2 auszuführen. Das transparente Ergebnis wird live gerendert, sodass Sie Parametereinstellungen in Echtzeit prüfen können, bevor Sie zu Schritt 3 wechseln.

PROFI-TIPP: SCHNELLER MODUS-WECHSEL & TASTATURKÜRZEL

Ein Rechtsklick an einer beliebigen Stelle auf der Arbeitsfläche von Schritt 3 schaltet sofort zyklisch durch die Modi **Einblenden** → **Löschen** → **Navigieren**. Halten Sie die **Leertaste** gedrückt und ziehen Sie mit der linken Maustaste, um die Ansicht jederzeit schnell zu verschieben.

5. Schritt 3: Maske interaktiv verfeinern

Nach der automatisierten Extraktion bietet Schritt 3 die absolute manuelle Kontrolle auf Pixelebene über die Extraktionsmaske durch spezialisierte Mal- und Nachbearbeitungswerkzeuge.



1. Korrektur-Modi

- Einblenden / Wiederherstellen (Grün): Malen Sie fehlende Vordergrunddetails wieder in das Motiv hinein (z. B. einen verpassten Finger, Haarsträhnen oder Bekleidungskanten).
- Löschen / Entfernen (Rot): Radieren Sie verbliebene Hintergrundpixel oder unerwünschte Farbränder weg, die vom automatischen Algorithmus nicht erfasst wurden.
- Navigieren / Verschieben (Gelb): Verschiebt den Canvas-Ausschnitt sanft über den Bildschirm, ohne Striche zu setzen.

2. Pinsel-Anpassung

Alle Pinselparameter verfügen über synchronisierte numerische Eingabefelder und Schieberegler für exakte Einstellungen:

- **Pinselgröße (1 bis 200 px):** Stellt den Pinseldurchmesser für feine Kantenarbeiten oder großflächige Wiederherstellungen ein.
- **Pinseldeckkraft (1% bis 100%):** Reguliert die Farbstärke des Pinsels pro Strich. Nutzen Sie niedrigere Werte (20%-50%) für sanfte Teilüberblendungen bei transparenter Kleidung oder Glas.
- **Pinselweichheit (0% bis 100%):** Bestimmt den Härteverlauf der Kante. 0% erzeugt eine scharfe Stanzkante; 100% erzeugt einen sehr weichen Verlauf.
- **Punkt-zu-Punkt-Modus:** Verbindet aufeinanderfolgende Mausklicks mit schnurgeraden Pinselstrichen. Doppel-Klick beendet die Strichkette.

3. Schnellmasken-Hilfe & Kontrast-Einfärbung

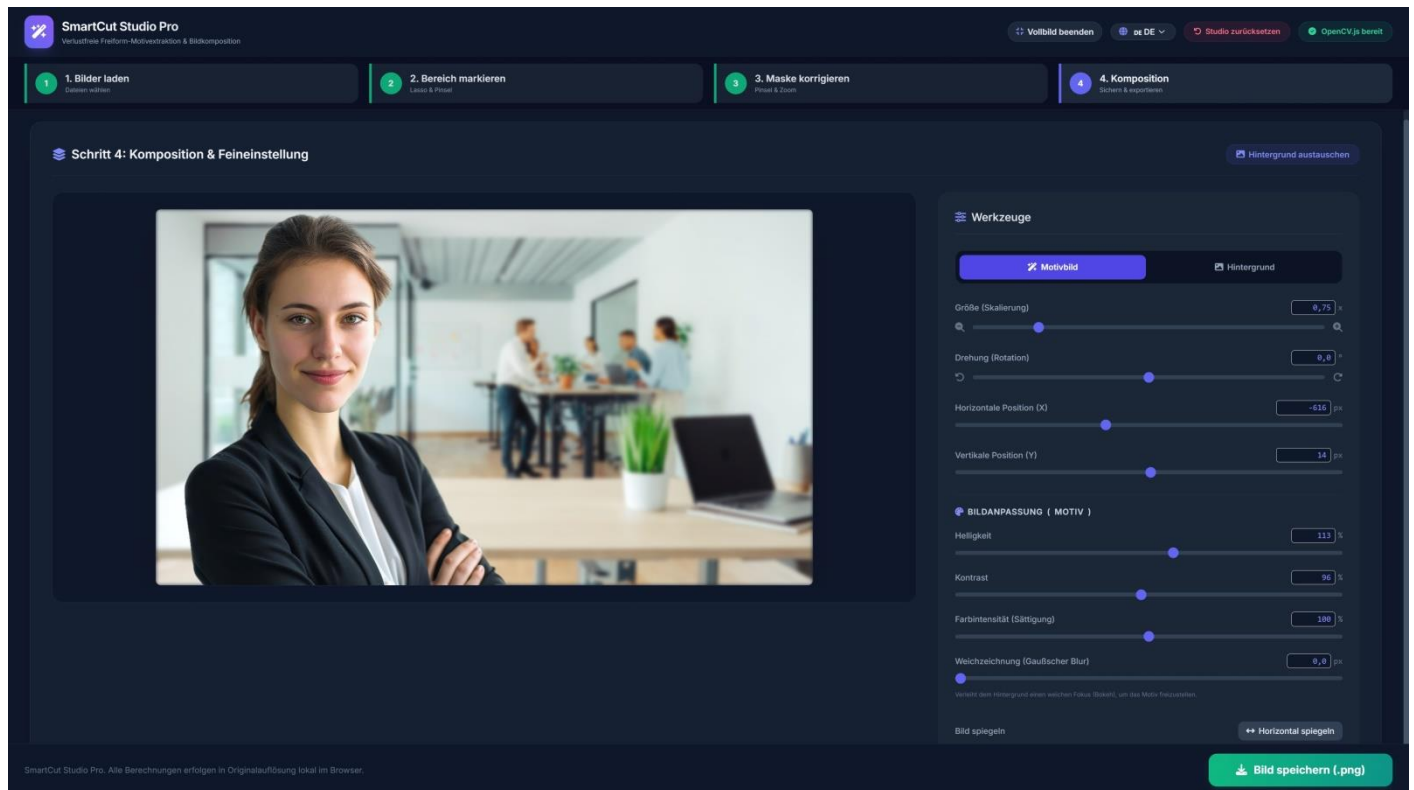
Bei hellen Motiven oder transparenten Kanten kann die Sichtbarkeit der Konturen schwierig sein. Aktivieren Sie die Schnellmasken-Hilfe, um transparente Hintergrundzonen mit einer halbtransparenten Kontrastfarbe (50% Deckkraft in Rot, Grün, Blau, Gelb oder Wunschfarbe) sichtbar zu machen.

4. Verlaufsspeicher & Rückgängigmachen

SmartCut Studio Pro verwaltet einen internen Verlaufsspeicher für 20 Schritte. Klicken Sie auf Rückgängig oder drücken Sie **Strg** + **Z** (bzw. **Cmd** + **Z**) auf Ihrer Tastatur, um manuelle Pinselstriche sofort zurückzunehmen.

6. Schritt 4: Komposition & Finale Bildanpassungen

In Schritt 4 wird Ihr freigestelltes Vordergrundmotiv als Ebene über die gewählte Hintergrundszene (oder einen transparenten Canvas) gelegt. Hier stimmen Sie Platzierung, Skalierung und Farbharmonie perfekt aufeinander ab.



1. Ziel-Ebenen-Auswahl

Nutzen Sie die oberen Umschalt-Schaltflächen Motivbild und Hintergrund, um auszuwählen, welche Ebene die aktiven Transformationen und Bildanpassungen empfängt.

2. Interaktive Canvas-Steuerung & Transformationen

- Direktes Canvas-Ziehen: Klicken und ziehen Sie an einer beliebigen Stelle auf der Hauptvorschau, um die Position der gewählten Ebene in Echtzeit zu verändern.
- Musrad-Skalierung: Drehen Sie das Musrad über dem Bild, um die aktive Ebene stufenlos zu vergrößern oder zu verkleinern.
- Größe (Skalierungs-Regler 0.05x bis 4.00x): Präzise numerische Größensteuerung.
- Drehung (Rotations-Regler -180.0° bis +180.0°): Dreht die Ebene zur Ausrichtung von Winkeln oder Horizontlinien.
- Position X & Y (-2000 px bis +2000 px): Pixelgenaue horizontale und vertikale Versatz-Regler.
- Horizontal spiegeln: Spiegelt die aktive Ebene sofort waagrecht, um sie an die Lichtrichtung der Szene anzupassen.

3. Zerstörungsfreie Farb- & Lichtanpassungen

Für eine realistische Bildkomposition müssen Beleuchtung und Farbtöne zwischen Vordergrundmotiv und Hintergrund übereinstimmen. SmartCut Studio Pro bietet unabhängige, zerstörungsfreie Regler für beide Ebenen:

Einstellungs-Regler	Bereich	Beschreibung & Kreative Anwendung
Helligkeit	0% - 200%	Passt die Lichtintensität der Ebene an das Umgebungslicht der Szene an.
Kontrast	0% - 200%	Verstärkt oder abmildert die Trennung zwischen Lichter- und Schattenbereichen.
Farbintensität (Sättigung)	0% - 200%	Erhöht die Farbleuchtkraft oder reduziert die Sättigung für dezente Farbtöne.
Weichzeichnung (Gaußscher Blur)	0.0 bis 50.0 px	Wendet einen weichen Fokus-Blur auf die Hintergrundebene an, um eine geringe Schärfentiefe (Bokeh-Effekt) von Objektiven zu simulieren.

7. Exportieren & Arbeit sichern

Wenn Ihre Bildkomposition fertiggestellt ist, klicken Sie auf Bild speichern (.png) in der fixierten unteren Leiste, um das gerenderte hochauflösende Bild zu exportieren.



1. Moderne System Save File Picker API Integration

Auf modernen Desktop-Webbrowsern (Google Chrome, Microsoft Edge, Opera) nutzt SmartCut Studio Pro die native `window.showSaveFilePicker` API. Dies öffnet den nativen Speicher-Dialog des Betriebssystems, in dem Sie den Zielordner und den Dateinamen direkt vor dem Schreiben der Datei festlegen können.

2. Fallback-Download-Modal & Standard-Download

In Browsern, in denen die File System Access API eingeschränkt ist, öffnet sich automatisch ein integriertes Export-Modalfenster. Sie können Ihren Wunschnamen in das Eingabefeld eintragen (Standard: `SmartCut_Studio_Pro.png`) und auf Herunterladen klicken. Das hochauflösende Bild wird dann direkt in Ihren Standard-Download-Ordner gesichert.

8. Einsteiger-Tipps, Fehlerbehebung & Tastaturkürzel

Empfohlene Best Practices für optimale Ergebnisse

1. Kontrastreiche Originalbilder liefern optimale Ergebnisse: Eine klare Trennung zwischen Motivkanten und Hintergrund beschleunigt die automatische Segmentierung erheblich.
2. Grobe grüne Umrandungen sind in Schritt 2 besser: Lassen Sie beim Zeichnen positiver Lassos einen kleinen Abstand um Ihr Motiv. Überlassen Sie dem Algorithmus das exakte Erkennen der Kanten.
3. Nutzen Sie 'Rand korrigieren' bei farbigen Hintergrundsäumen: Wenn Ihr Motiv vor einem leuchtend roten oder grünen Hintergrund fotografiert wurde, stellen Sie *Rand korrigieren* auf -2 px oder -3 px, um verbleibende Farbsäume abzustreifen.
4. Dezentere Hintergrund-Weichzeichnung für Realismus: Das Hinzufügen von 2 px bis 5 px Gaußschem Blur auf die Hintergrundebene in Schritt 4 erzeugt einen natürlichen Schärfentiefe-Effekt, der das Motiv perfekt freistellt.

Fehlerbehebung & Häufige Fragen

· Warum zeigt der Status "OpenCV.js wird geladen..." an?

Das WebAssembly-Modul lädt beim Start asynchron. Bei langsameren Internetverbindungen kann dies einige Sekunden dauern. Warten Sie, bis die Status-Badge grün wird ([OpenCV.js bereit](#)).

· Warum erscheinen Löcher im Inneren meines Motivs?

Wenn Ihr Motiv Innenfarben enthält, die dem ursprünglichen Hintergrund ähneln, erhöhen Sie den Regler *Innere Schutzzone* in Schritt 2 auf 10 % oder 15 %.

· Kann ich bereits freigestellte PNGs mit Transparenz verarbeiten?

Ja! SmartCut Studio Pro erkennt vorhandene PNG-Alpha-Kanäle automatisch und aktiviert den Bypass-Modus, um die Originaltransparenz vollständig zu bewahren.

Referenztable für Tastatur- & Maus-Tastenkürzel

Tastenkürzel / Aktion	Gültigkeitsbereich	Funktionsbeschreibung
Leertaste + Linksklick-Ziehen	Schritte 2 & 3	Verschiebt den Ausschnitt der Arbeitsfläche sanft in jede Richtung (Pan).
Mausrad drehen	Schritte 2 & 3	Zoomt rein oder raus, direkt zentriert auf die aktuelle Mauszeigerposition.
Rechtsklick	Schritt 3	Schaltet interaktiv zwischen den Modi <i>Einblenden</i> , <i>Löschen</i> und <i>Navigieren</i> um.
Strg + Z / Cmd + Z 	Schritt 3	Macht den letzten manuellen Pinselstrich rückgängig (bis zu 20 Schritte).
Doppel-Klick	Schritte 2 & 3	Beendet und schließt die aktive Polygon-Zeichenkette (Punkt-zu-Punkt).
Mausrad drehen	Schritt 4	Skaliert die Größe der aktiven Ebene (Motiv oder Hintergrund).
Linksklick + Ziehen	Schritt 4	Positioniert die Motiv- oder Hintergrundebene direkt auf der Arbeitsfläche neu.

9. Drittanbieter-Bibliotheken & Lizenzierung

SmartCut Studio Pro basiert auf bewährten Open-Source-Bibliotheken und Computer-Vision-WebAssembly-Technologien. Nachfolgend finden Sie eine vollständige Spezifikation der integrierten Softwarekomponenten, deren Lizenzvereinbarungen und Links zu den offiziellen Repositories.

Bibliothek / Komponente	Lizenz-Typ	Verwendungszweck in der App	Links & Bedingungen
OpenCV.js (v4.10.0 Release 1)	Apache License 2.0	WebAssembly Computer-Vision-Bibliothek für GrabCut-Segmentierung, Matrix-Transformationen, morphologische Filterung und Gaußschen Blur.	opencv.org https://github.com/opencv/opencv
Tailwind CSS	MIT License	Utility-First CSS-Framework für responsives Anwendungsstyling, Dark-Mode-Design und Layout-Management.	tailwindcss.com https://github.com/tailwindlabs/tailwindcss
FontAwesome Icons (v6.4.0)	CC BY 4.0 / SIL OFL 1.1 / MIT	Vektor-Ikonografie für UI-Steuerelemente, Werkzeugleisten, Modal-Fenster und Schritt-Indikatoren.	fontawesome.com https://github.com/FortAwesome/Font-Awesome
Google Fonts (Inter)	SIL Open Font License 1.1	Moderne, klare Sans-Serif-Typografie für alle Schnittstellenelemente und Anleitungstexte.	Google Fonts Inter https://scripts.sil.org/OFL
Guided Filter Algorithm	MIT License	Schneller kantenerhaltender Guided-Matting-Filter für hochauflösende Feindetail-Extraktion.	MIT License https://github.com/kaityo256/guided_filter
File System Access API	W3C Web Standard	Nativer Browser-Standard (showSaveFilePicker) zum direkten Speichern von Dateien in lokale Verzeichnisse.	W3C Recommendation https://www.w3.org/TR/file-system-access/

Zusammenfassung der Lizenzkonformität & Bedingungen

- Apache License 2.0 (OpenCV): OpenCV steht unter der Apache License, Version 2.0. Eine Kopie der Lizenz erhalten Sie unter <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>.
- MIT License & SIL Open Font License: Hiermit wird jedem, der eine Kopie dieser Software und der zugehörigen Dokumentationsdateien erhält, unentgeltlich die Genehmigung erteilt, die Software ohne Einschränkung zu nutzen, zu kopieren, zu modifizieren, zu zusammenzuführen, zu veröffentlichen, zu verbreiten, zu unterlizenzieren und/oder Kopien der Software zu verkaufen.