

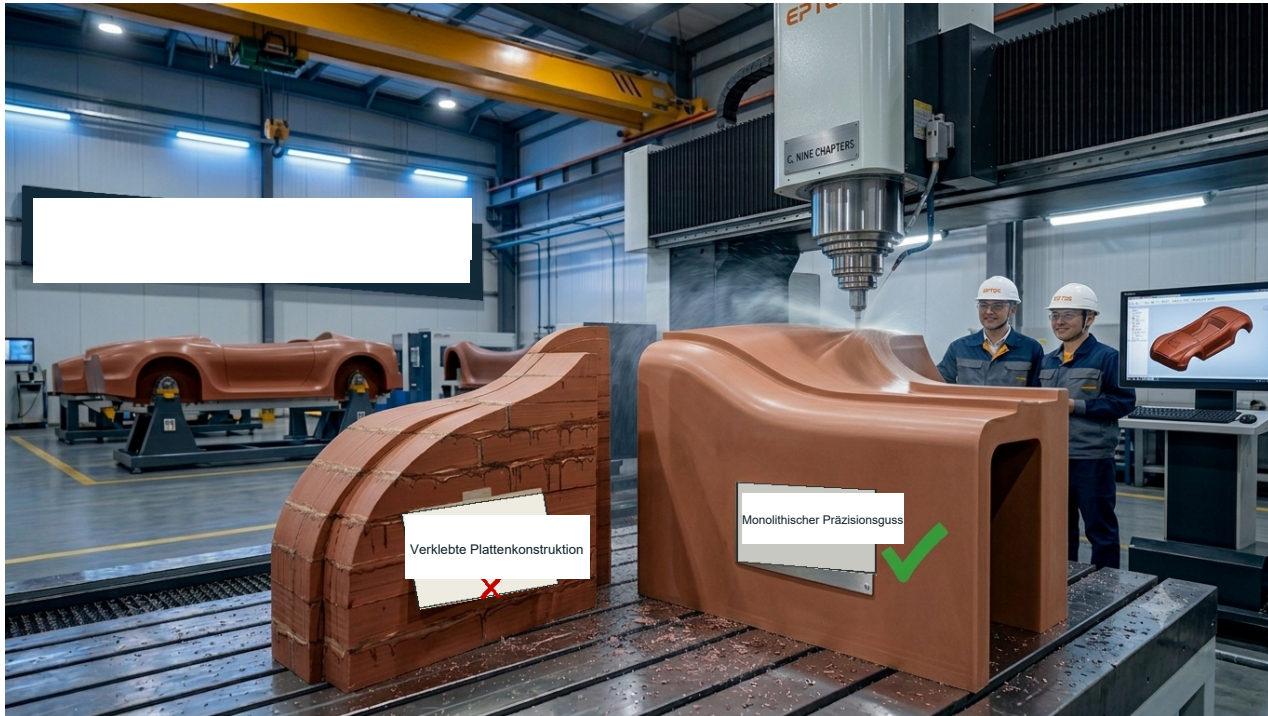
EPTEK Präzisionsfertigung | Präzisionsguss und Werkzeugbau für Verbundwerkstoffe

WEITER ALS VERKLEBTE PLATTEN

EPTEK PRÄZISIONSGEGOSSENE FORMEN UND WERKZEUGE

Von verklebten Platten zum monolithischen, konturnahen Guss

Automobilmodelle • Luftfahrtwerkzeuge • Präzisionsvorrichtungen



Weniger Fugen, mehr Sicherheit.

EPTEK-Systeme für nichtmetallische Werkzeuge: Gießmaterialien, Modellierpasten und Hartschaum.

Verklebte Plattenkonstruktion

Monolithischer Präzisionsguss

Fünfschichtige CNC-Bearbeitung eines monolithischen Formenbau-Rohlings ohne Plattenklebefugen und mit glatter, durchgängiger Oberfläche.

Beim Automobilstyling, der Modellvalidierung und präzisen Luftfahrtwerkzeugen entscheidet die Qualität des Rohlings darüber, ob komplexe Oberflächen durchgängig reproduziert und Konstruktionsmaße zuverlässig übertragen werden können. Sie beeinflusst auch unmittelbar die Effizienz der nachfolgenden Klebe-, Ausbesserungs- und Zerspanungsarbeiten.

Bei großen Bauteilen, tiefen Kavitäten und komplexen Geometrien müssen herkömmliche Modellbauplatten in mehrere Abschnitte geschnitten, verklebt und ausgehärtet werden, bevor der Verbund als Ganzes bearbeitet werden kann. Fugen, Klebschichten und wiederholte Nacharbeiten verlängern den Prozess und erhöhen die Unsicherheit hinsichtlich Oberflächenhomogenität, Vakuumdichtheit und langfristiger Maßstabilität.

Um die Grenzen verklebter Platten zu überwinden, hat EPTEK präzisionsgegossene Formenbau-Rohlinge entwickelt. Auf Basis der 3D-Daten des Kunden konstruiert EPTEK eine spezielle, konturnahe Gießkavität und fertigt einen monolithischen, endkonturnahen Rohling. Komplexe Modelle und Werkzeuge entstehen so durch integrierten Guss statt durch Plattenmontage.

„Weniger Fugen. Mehr Fertigungssicherheit.“ Dieses Prinzip steht hinter den präzisionsgegossenen Formenbau-Rohlingen von EPTEK.

01 · VIER GRENZEN VERKLEBTER MODELLBAUPLATTEN

Herkömmliche Modellbauplatten werden meist als standardisierte rechteckige Platten geliefert. Große Bauteile, tiefe Kavitäten oder komplexe Freiformwerkzeuge erfordern Verschachtelung, Zuschnitt, Vorbearbeitung, Klebstoffauftrag, Montage, Spannen, Härtung und Fugennacharbeit. Für kleine, regelmäßige Bauteile bleiben Standardplatten praktisch. Mit zunehmender Bauteilgröße, Oberflächenkomplexität und steigenden Vakuumanforderungen treten ihre konstruktionsbedingten Grenzen jedoch deutlicher hervor.

- Sichtbare Fugen lassen sich nur schwer vollständig beseitigen

Klebschichten und Modellbauplatten unterscheiden sich in Farbe, Härte, Wärmeausdehnungskoeffizient und Schleifverhalten. Selbst nach Spachteln, Schleifen und Lackieren können Fugen auf Hochglanzoberflächen, Class-A-Flächen oder nach längeren Temperaturschwankungen wieder sichtbar werden. Dies beeinträchtigt die Oberflächenhomogenität von Stylingmodellen, Urmodellen und hochwertigen Werkzeugen.

- Die Vakuumdichtheit kann beeinträchtigt werden

Fugenbereiche, Klebstoffränder und örtlich unvollständige Verklebungen können verdeckte Kanäle oder Mikroporen bilden. Bei Vakuumformwerkzeugen, Urmodellen für Verbundlamine und Vakuum-Beschnittvorrichtungen können diese Fehler zu Leckpfaden werden, das Vakuumniveau vermindern oder eine stabile Vakuumhaltung verhindern.

- Klebfugen können die Nutzungsdauer begrenzen

Klebfugen sind Unterbrechungen in der Gesamtstruktur. Wiederholte Handhabung, Zerspanung, Vakuumbelastung, mechanische Lasten und Temperaturzyklen können örtliche Ablösungen, Risse oder Versätze an den Fugen verursachen und den Bedarf an Reparatur und erneuter Kalibrierung erhöhen.

- Geringere Fertigungseffizienz

Der traditionelle Plattenaufbau umfasst Zuschnitt, Klebstoffauftrag, Positionieren, Spannen, Härtung, Fugenreparatur und erneutes Einrichten der Bearbeitungsbezüge. Anschließend muss aus einem rechteckigen Rohling viel Material entfernt werden. Beim monolithischen konturnahen Guss liegt das erforderliche Bearbeitungsaufmaß um die endgültige Geometrie. Überschüssiges Material und Schrupparbeit werden dadurch reduziert.

AUFBAU AUS VERKLEBTEN PLATTEN	Verschachteln und zuschneiden → vorbearbeiten → verkleben und spannen → härten → Fugen ausbessern → Bezüge neu einrichten → umfangreich schruppen
KONTURNAHER GUSS	3D-Daten → spezielle Kavität → monolithischer Guss → gezielte Fertigbearbeitung

Für kleine, regelmäßige Bauteile bleiben Standardplatten sinnvoll. Ihre Nachteile sind bei großen Werkzeugen, tiefen Kavitäten, komplexen Oberflächen, Vakuumanwendungen und hohen Anforderungen an das Erscheinungsbild besonders ausgeprägt.

02 · KONTURNAHER GUSS: EIN NEUER WEG ZUM ROHLING

EPTEKs präzisionsgegossene Formenbau-Rohlinge folgen dem international anerkannten Verfahren des konturnahen Gusses: Ein dreidimensionaler, endkonturnaher Rohling wird um die endgültige Produktgeometrie gegossen. Gegenüber gestapelten und verklebten Platten reduziert das Verfahren Materialabtrag, CNC-Bearbeitungszeit, Werkzeugverschleiß und Späneabfall und bietet zugleich eine durchgängige Oberfläche ohne Plattenfugen.

Es ändert sich nicht nur die Materialform, sondern der gesamte Herstellungsablauf des Rohlings. Von 3D-Daten und Kavitätskonstruktion über monolithischen Guss bis zur Präzisionsbearbeitung wird das Material um die endgültige Produktkontur angeordnet. Der Rohling besitzt nur das erforderliche Bearbeitungsaufmaß und kann direkt in die CNC- oder Fünffachs-Fertigbearbeitung gehen. Plattenzuschnitt, Verkleben, Klebstoffhärtung und Fugenreparatur entfallen.

PROZESSSCHRITT	BESCHREIBUNG
01 Daten und Werkzeugkonstruktion	Ein spezielles Gießwerkzeug auf Basis der 3D-Daten des Kunden konstruieren und Bearbeitungsaufmaß, Einlegerpositionen, Vakuumkreise sowie weitere Prozessdetails festlegen.

PROZESSSCHRITT	BESCHREIBUNG
02 Kavitätsbearbeitung	Die Gießkavität aus Schaum CNC-bearbeiten, um die Produktgeometrie genau abzubilden, den Materialverbrauch zu kontrollieren und sich der Endkontur anzunähern.
03 Gießen und Härten	Flüssiges Polyurethan (PUCAST®) oder Epoxidharz (EPCAST®) gießen und zu einer monolithischen Struktur härten. Bei dickwandigen Teilen können abgestufte Härtungs- und Nachhärtungszyklen verwendet werden.
04 Minimale Fertigbearbeitung	Einen monolithischen Rohling mit geringem Bearbeitungsaufmaß entformen. Eine leichte Fertigbearbeitung erzeugt das fertige Bauteil; bei geeigneten Projekten lässt sich die Bearbeitungszeit um mehr als 50% reduzieren.

EPTEK wählt das Polyurethansystem PUCAST® oder das Epoxidsystem EPCAST® anhand von Bauteilgröße, Einsatztemperatur, Oberflächenhärte, Druckbelastbarkeit, Gewicht und Zerspanungsanforderungen. Bei dickwandigen, hochpräzisen oder wärmebeanspruchten Teilen können abgestufte Härtungs- und Nachhärtungszyklen eingesetzt werden, um Eigenspannungen zu reduzieren und die endgültigen Eigenschaften zu stabilisieren.

03 · PRÄZISIONSGUSS IM VERGLEICH ZU VERKLEBTEN PLATTEN

Der Nutzen präzisionsgegossener Formenbau-Rohlinge liegt nicht nur im Ersatz einer Standardplatte. Der Ausgangsrohling wird damit deutlich näher an die endgültige Geometrie gebracht.

KRITERIUM	VERKLEBTE MODELLBAUPLATTEN	EPTEK PRÄZISIONSGEGOSSENE FORMEN UND WERKZEUGE
Maßstabilität	Mehrere Klebflächen können sich bei Temperaturänderungen unterschiedlich verformen.	Eine durchgängige monolithische Struktur, kontrollierte Formulierung und Nachhärtung fördern ein gleichmäßiges Maßverhalten.
Vakuumdichtheit	Klebfugen und Hohlräume können Leckpfade bilden, sodass eine stabile Vakuumleistung schwer aufrechtzuerhalten ist.	Weniger Plattengrenzflächen reduzieren mögliche Leckpfade.
Zerspanungseffizienz	Plattenzuschnitt, Verkleben, Härten, Fugenreparatur und umfangreiche Schruppbearbeitung ergeben eine lange Prozesskette.	Endkonturnahes Aufmaß verkürzt die Schruppwege und reduziert den Werkzeugverschleiß.
Nutzungsdauer	Klebfugen sind vergleichsweise schwache Bereiche und können sich unter thermischer oder mechanischer Belastung lösen oder reißen.	Ohne Plattenklebefugen lässt sich die Nutzungsdauer über Materialsystem, Dichte und Strukturkonstruktion optimieren.
Gesamtkosten	Wirtschaftlich für kleine, regelmäßige Teile; bei großen Werkzeugen steigen Montage- und Schruppkosten jedoch stark.	Eine spezielle Kavität erfordert eine Anfangsinvestition; bei großen, komplexen Werkzeugen sind Gesamtdurchlaufzeit und Kosten jedoch besser kontrollierbar.

Projektbezogene Gewichtsreduzierung, Zerspanungseffizienz und Durchlaufzeit hängen von Bauteilgröße, Materialdichte, Strukturkonstruktion, Bearbeitungsaufmaß und Abnahmekriterien ab. Für kleine, regelmäßige oder besonders dringende Teile können Standardplatten wirtschaftlicher bleiben. Monolithischer konturnaher Guss ist im Allgemeinen bei großen Bauteilen, komplexen Oberflächen, Vakuumabdichtung und hochwertigen Oberflächen effizienter.

04 · AUTOMOBILSTYLING, MODELLE UND WERKZEUGE

Automobilanwendungen machen etwa 50% der EPTEK-Präzisionsgussprojekte aus. Die Technik unterstützt den gesamten Ablauf von der frühen Stylingvalidierung und Bestätigung der Konstruktionsdaten bis zu Innen- und Außenmodellen, Funktionsmodellen, Prüfvorrichtungen und Kleinserienformen.



Automobil-Stylingmodell: Ein monolithischer Gussrohling ermöglicht die fugenfreie Reproduktion von Class-A-Oberflächen.

- Stylingmodelle und Urmodelle

Geeignet für vollständige Fahrzeugaußenmodelle und Stylingmodelle von Karoseriesegmenten, Stoßfängern, Kotflügeln, Front- und Heckverkleidungen, Spoilern, Radläufen, Leuchten, Kühlergrills und Aerodynamikbauteilen. Bei großen Flächen, tiefen Kavitäten oder unregelmäßigen Strukturen reduziert der monolithische Rohling das Risiko, dass Plattenfugen unter Hochglanzlack sichtbar werden. Er unterstützt die Übertragung vom Plastilinmodell in CAD, die Prüfung von Class-A-Flächen und die endgültige Designfreigabe.

- Datenkontroll- und Cubingmodelle

Aus Fahrzeug- oder Baugruppendaten können Datenkontrollmodelle, Abstimmungsmodelle und Montagevalidierungsmodelle hergestellt werden, um Spaltmaße, Bündigkeit, Übergänge und Montagekompatibilität zu prüfen. Hohe Maßstabilität, gute Kantenbeständigkeit und eine feine Oberfläche sind dabei entscheidende Materialanforderungen.

- Innen- und Außenmodelle sowie Werkzeuge

Anwendungen umfassen Instrumententafeln, Türverkleidungen, Mittelkonsolen, Säulen, Dachhimmel, Sitzkomponenten, Gepäckraumverkleidungen, Leuchten und Karosserieteile von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben. Das Material eignet sich auch für Vakuumformwerkzeuge, Niederdruck-RIM-Formen, Schäumformen, Werkzeuge für weiche Verkleidungen und Verbundwerkstoffformen für Kleinserien.

- Prüf- und Montagevorrichtungen sowie Bauteilauflagen

Geeignet für Konturprüfvorrichtungen, Positioniervorrichtungen, Montageauflagen, Messbasen und Präsentationswerkzeuge für Karosserieteile, Innen- und Außenverkleidungen sowie Strukturbauteile. Der Rohling kann nahe der erforderlichen Stützkontur gegossen und anschließend mit Bezugsbohrungen, Positionierstiften, Prüfblöcken und Metalleinlegern bearbeitet werden. So werden Genauigkeit, Gewicht und leichte Handhabung ausgewogen kombiniert.

05 · WERKZEUGANWENDUNGEN IN DER LUFTFAHRT

Verbund- und Blechbauteile in der Luftfahrt sind häufig groß, dünnwandig, wenig steif und durch komplexe Krümmungen sowie hohe Genauigkeitsanforderungen geprägt. Für Laminieren und Formen, Beschnitt und Bohren, Prüfen und Montieren werden spezielle Werkzeuge benötigt. Luftfahrtanwendungen machen derzeit etwa 50% der EPTEK-Präzisionsgussprojekte aus.

Große Werkzeuge: Vergleich der Fertigungsstufen



Große Werkzeuge: Vergleich der Fertigungsstufen

Gussrohling / endkonturnaher Rohling

Fertig bearbeitetes Werkzeug

Großer Werkzeugrohling vor und nach der Bearbeitung: Der endkonturnahe Gussrohling minimiert den Materialabtrag und behält das erforderliche Oberflächenmaß bei.

• Urmodelle für Verbundwerkstoffformen

Ein Urmodell ist die hochpräzise Referenz zur Herstellung einer Verbundwerkstoff-Produktionsform. EPTEK kann einen monolithischen Rohling direkt aus den Daten des Verbundbauteils oder der endgültigen Form gießen. Die Fünfbearbeitung erzeugt eine durchgängige Oberfläche; darauf folgen Versiegelung, Beschichtung, Gelcoat- oder Trennmittelbehandlung. Typische Anwendungen sind Urmodelle für Kohlenstofffaser-Flügelschalen, Rumpfpaneele, Türen, Verkleidungen, Flügelspitzen, Holme und Rippen.

• Für Urmodelle mit niedriger oder mittlerer Einsatztemperatur ein Polyurethan- oder Epoxidsystem entsprechend Laminiermaterial, Härtungstemperatur, Zahl der Temperaturzyklen und Genauigkeitsanforderungen wählen.

• Für Urmodelle von Prepreg-Formen Wärmeformbeständigkeit, Wärmeausdehnungskoeffizient, Nachhärtungszyklus und Verträglichkeit mit dem Gelcoat-System prüfen.

• Vakuum-Spann- und Beschnittvorrichtungen

Nach der Härtung werden Verbundbauteile häufig auf Vakuum-Spann- und Beschnittvorrichtungen positioniert, die ihrer Oberfläche entsprechen. Beim EPTEK-Präzisionsguss wird der Vorrichtungskörper als einzelner Rohling hergestellt. Durch CNC-Bearbeitung entstehen dann die passende Konturfläche, Vakuumnuten, Luftkanäle, Dichtungsnuten und Positionierbezüge. Anders als bei Vakuumvorrichtungen aus verklebten Platten verlaufen keine Plattenfugen durch die Arbeitsfläche. Dadurch sinkt das Risiko, dass Klebfugen zu Leckpfaden werden.

• Typische Bauteile: Kohlenstofffaser-Flügelschalen, Rumpfpaneele, Türen, Verkleidungen, Wabensandwich-Paneele und Verbundbauteile der Innenausstattung.

• Nach der Bearbeitung die Oberfläche versiegeln, die Kontinuität der Dichtung prüfen, einzelne Vakuumzonen testen und einen Vakuumhaltetest der gesamten Vorrichtung durchführen.

05 · WERKZEUGANWENDUNGEN IN DER LUFTFAHRT - FORTSETZUNG

• Werkzeugrohlinge für Streckziehen und Blechumformung

Aluminiumhäute und dünne Blechbauteile von Flugzeugen erfordern beim Strecken, Streckziehen, manuellen Umformen und Korrekturformen bei niedriger Temperatur Werkzeuge mit präzisen Flächen, ausreichender Druckfestigkeit und guter Verschleißbeständigkeit. Für Entwicklungsprogramme, Kleinserien und komplexe Oberflächen lassen sich Harzwerkzeuge

schnell fünffachsig bearbeiten; sie sind leichter zu handhaben und zu ändern als Metallrohlinge.

• Prüfwerkzeuge und Montagevorrichtungen

Prüfung und Montage von Luftfahrtbauteilen erfordern eine zuverlässige Bezugsübertragung, Konturpositionierung und wiederholbare Spannung. EPTEKs präzisionsgegossene Formenbau-Rohlinge eignen sich für Konturlehren, Flächenlehren, Montage-Positioniervorrichtungen, Bohrschablonen-Grundkörper und Klebevorrichtungen. Ein monolithischer Gussrohling ermöglicht komplexe Stützkonturen bei relativ geringem Gewicht und kann Positionierstifte, Buchsen, Gewindeeinsätze, Kugelsitze und Messzielpunkte aufnehmen.

Bei Luftfahrtprojekten sind Materialwahl und Härtingszyklen anhand von Einsatztemperatur, Anzahl der Temperaturzyklen, Maßgenauigkeit, Beschichtungs- oder Gelcoat-Verträglichkeit, Vakuumanforderungen und abschließendem Prüfplan zu validieren.

06 · EPTEK-PRODUKTPORTFOLIO

EPTEK bietet ein vollständiges Material- und Anlagenportfolio für Automobilstyling, Luftfahrtformen und Präzisionswerkzeuge: von Designplastilin, leichten Kernmaterialien und Modellbauplatten bis zu präzisionsgegossenen Formenbau-Rohlingen, Modellierpasten, wasserlöslichen Kernmaterialien und Fünffachs-Bearbeitungssystemen.

PRODUKTFAMILIE	WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN UND ANWENDUNGEN
PUCAST® Präzisionsgegossene Polyurethan-Werkzeuge	Schnelle Härtung, hervorragende Zerspanbarkeit, geringe Staubentwicklung und flexibel wählbare Dichte. Geeignet für Automobil-Stylingmodelle, Prüf- und Montagevorrichtungen, Vakuum-Beschnittvorrichtungen und Urmodelle für Verbundformen mit niedriger Einsatztemperatur.
EPCAST® Präzisionsgegossene Epoxid-Werkzeuge	Hervorragende Maßstabilität, gutes Verhalten bei erhöhter Temperatur und geringe Wärmeausdehnung. Geeignet für wärmebeständigere Urmodelle für Verbundwerkstoffformen, Urmodelle für Prepreg-Formen und präzise Prüfvorrichtungen.
PUBOARD® / EPBOARD® Modellbauplatten	Polyurethan- und hochtemperaturbeständige Epoxid-Modellbauplatten für kleine Modelle, schnelle Werkzeugfertigung, Prüfvorrichtungen und Urmodelle für Prepreg-Formen.
PUFOAM® / LBOARD® Leichte Kernmaterialien	Feinzelliger Polyurethan-Hartschaum für große Urmodelle, leichte Mastermodelle, Urmodelle für Verbundformen und die innere Abstützung konturangepasster Strukturen.
EPMOLD® Modellierpasten für den Formenbau	Für Oberflächenschichten großer Urmodelle, das Glätten komplexer Konturen, lokale Änderungen sowie hand- oder maschinenaufgetragene Formenbauanwendungen.
EPMOLD® Formenbauharze und Prepregs	Hochleistungssysteme für Luftfahrt-Verbundwerkstoffformen, einschließlich Vakuuminfusionsformen, Prepreg-Formen und Hochtemperatur-Verbundwerkstoffwerkzeugen.
iClay Designplastilin	Für die Entwicklung und Validierung von Automobildesigns. Nachbearbeitbar und leicht zu glätten für Modelle mit Class-A-Oberflächen.

PRODUKTFAMILIE	WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN UND ANWENDUNGEN
Wasserlösliche Kernmaterialien	Für die Herstellung komplexer hohler Verbundstrukturen. Nach der Härtung kann der Kern mit Wasser entfernt werden; so werden die Entformungsgrenzen herkömmlicher Kernwerkzeuge überwunden.

PROJEKTANFRAGEN

Kundenspezifische, fugenlose Gussrohlinge, Modelle, Formen und Vorrichtungen

Senden Sie uns Ihre 3D-Daten. EPTEK liefert die vollständige Lösung: vom präzisionsgegossenen Rohling bis zum fertigen, fünfachsig bearbeiteten Teil.