Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

POLYMAN

Eine Konstruktionsreferenz für spritzgießgerechte Formteilgestaltung

in Kooperation mit dem

VDWF

Verband Deutscher Werkzeug und Formenbauer
und Partnern

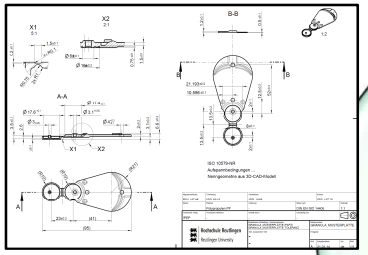
WERKZEUG- UND FORMENBAUTAGE
Branchentreff im 4-Länder-Eck

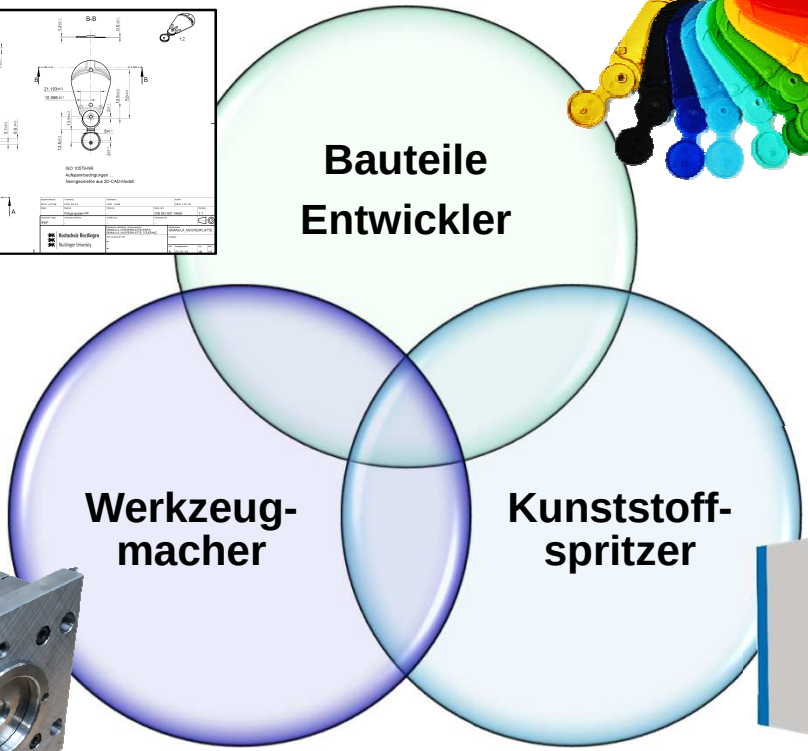
neusburger®

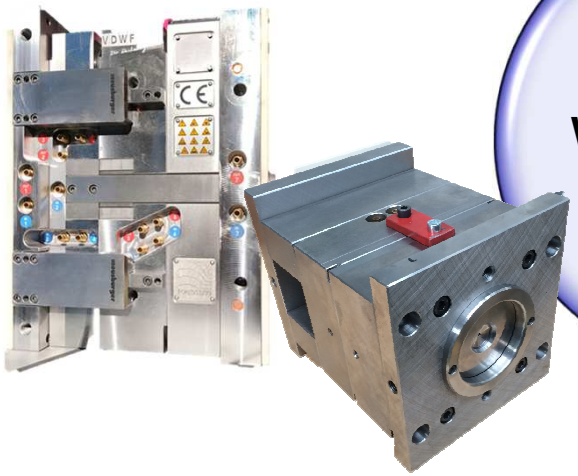
Teilekonstruktion… aber wie?

?

Kunststoff Bauteilentwicklung



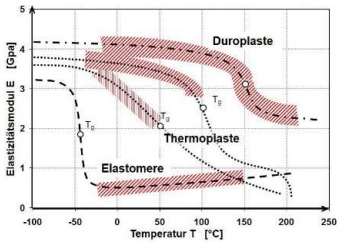




Gute spritzgießgerecht gestaltete Kunststoffteile entstehen in einem eng abgestimmten Entwicklungsprozess zwischen dem **Bauteile Entwickler**, dem **Werkzeugmacher** und dem **Kunststoffspritzer**.

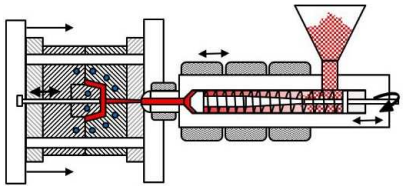
© Prof. Steffen Ritter

Kunststoffgerechte Spritzteilgestaltung



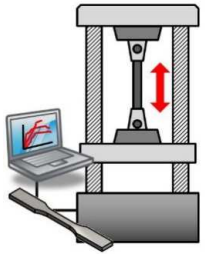
Material

werkstoffgerechte Bauteilkonstruktion



Fertigungsverfahren

fertigungsgerechte Bauteilkonstruktion

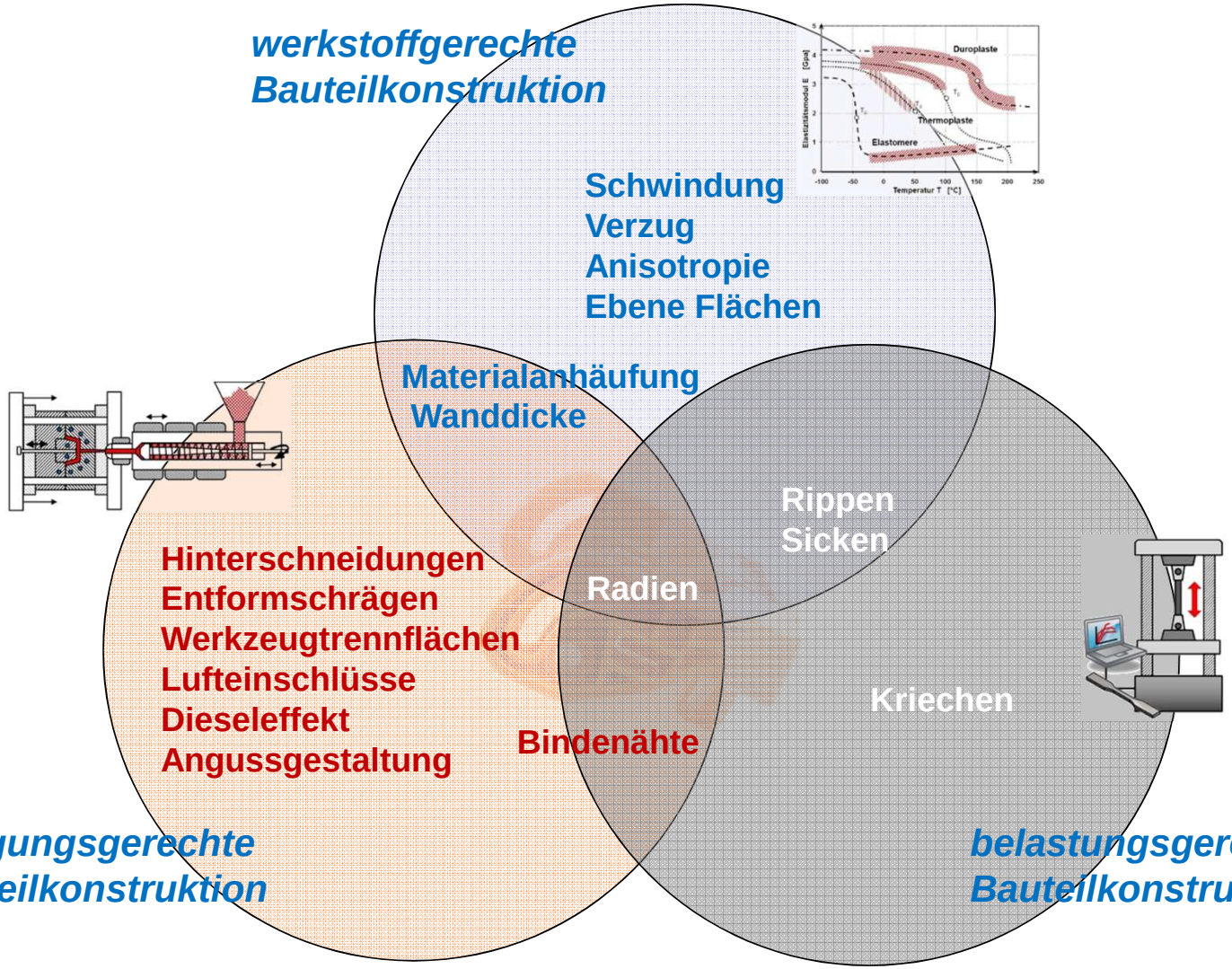


Belastung

belastungsgerechte Bauteilkonstruktion

© Prof. Steffen Ritter

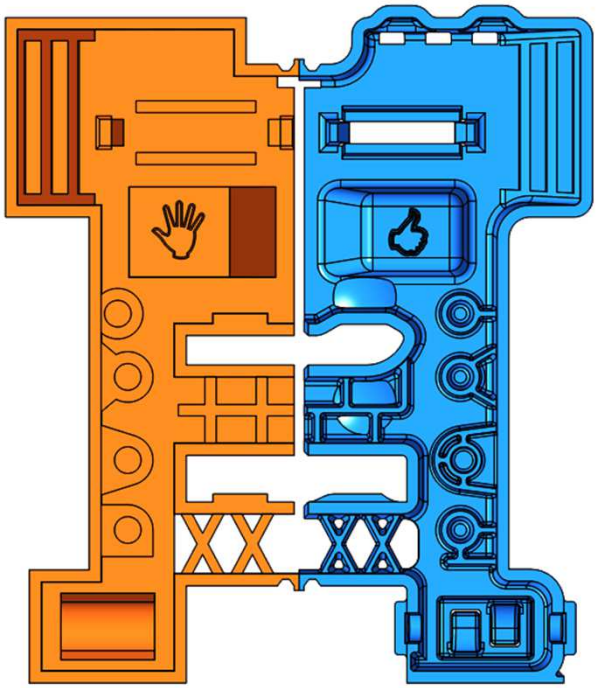
Kunststoffgerechte Spritzteilgestaltung



POLYMAN Referenz für eine spritzgießgerechte Gestaltung von Kunststoffbauteilen

„Achtung, nicht optimal!“

- ggf. entstehen Folgekosten
- Werkzeugbau aufwändiger
- Qualität der Teile fragwürdig
- Bauteilfehler (Einfallstellen..)
- …

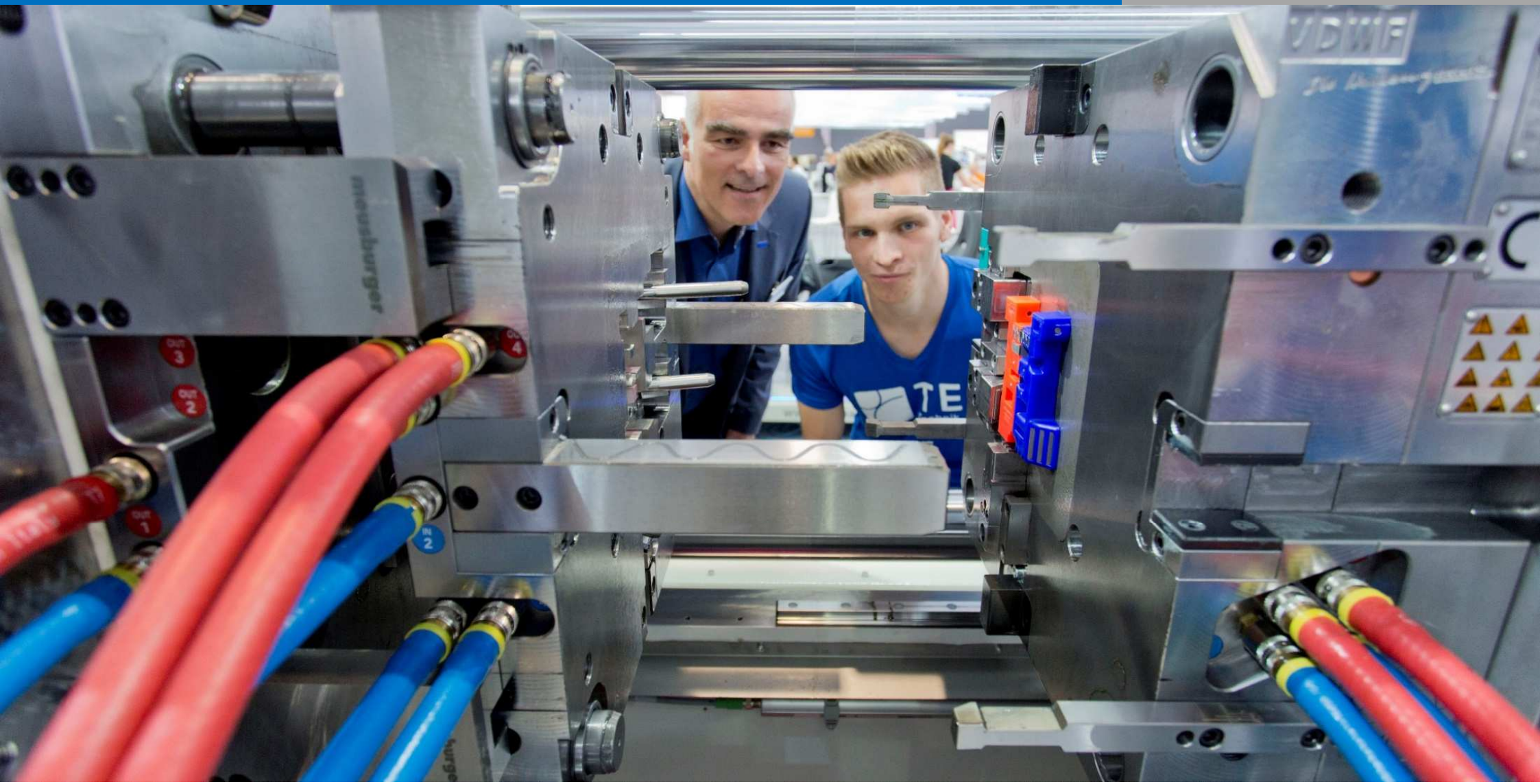


„Richtig so.“

- Optimaler Werkzeugbau möglich
- Größtmögliche Bauteilqualität erzielbar
- Effizienter Spritzguss möglich
- …

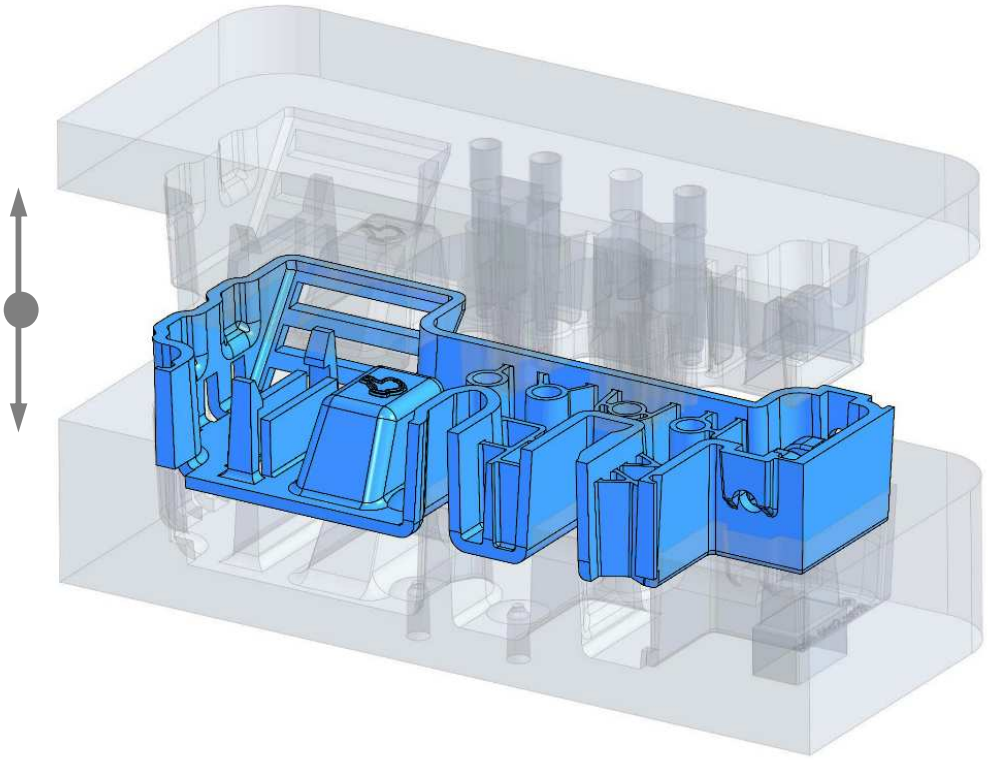
Ziel: An einem fiktiven Bauteil werden möglichst alle wesentlichen Merkmale spritzgießgerechter Bauteilgestaltung in vergleichender Art dargestellt.

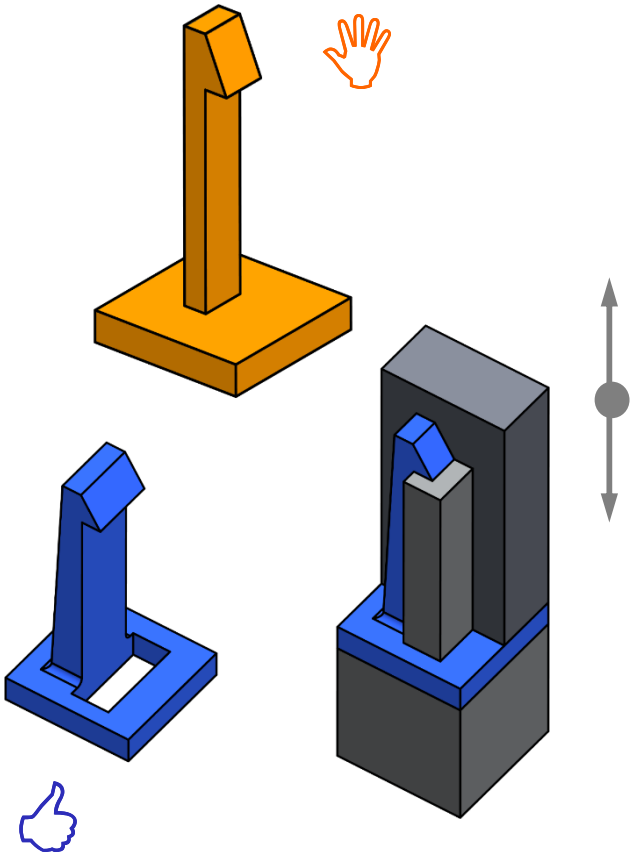
© Prof. Steffen Ritter



© Prof. Steffen Ritter

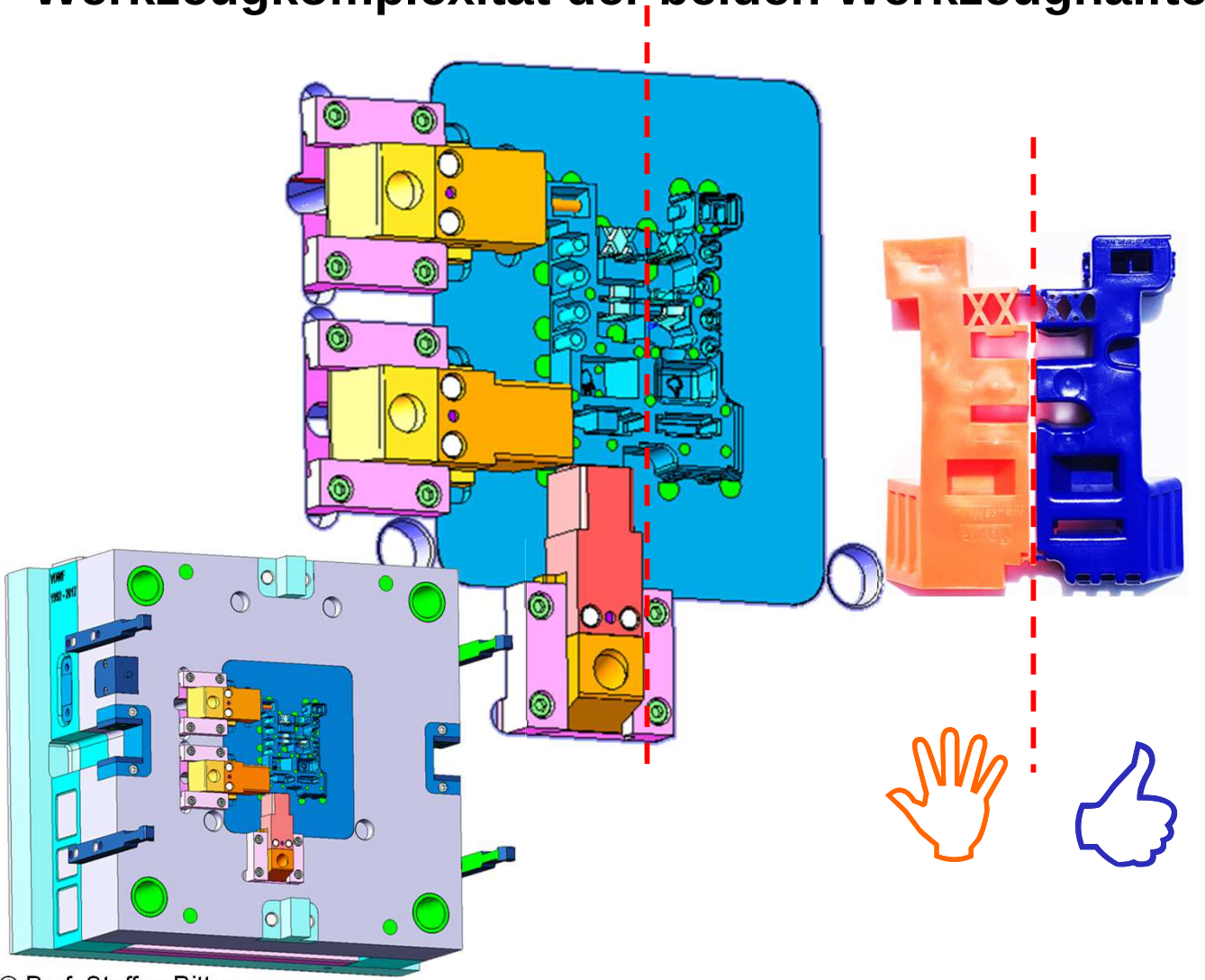
„In Werkzeughälften denken!“

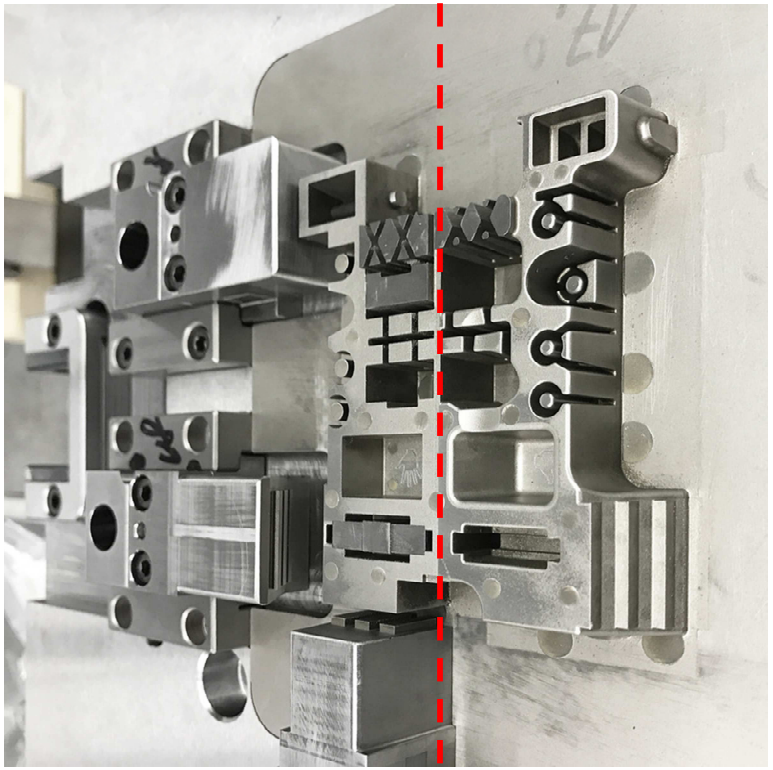




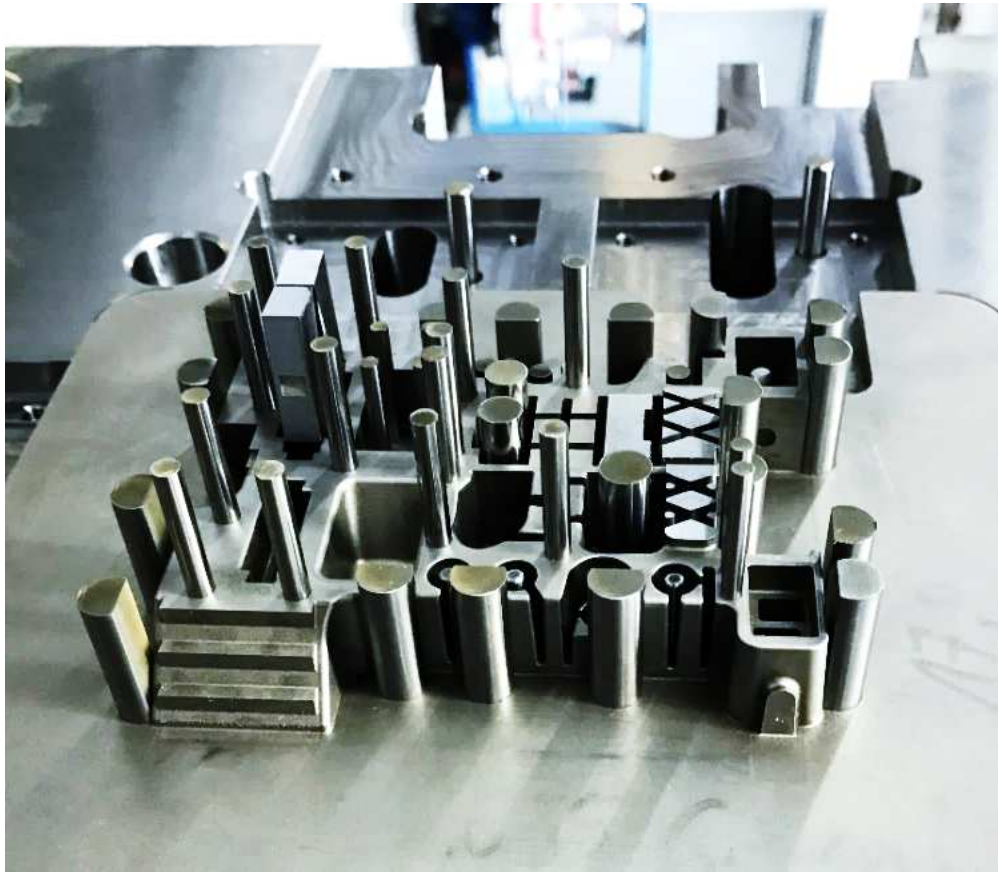
© Prof. Steffen Ritter

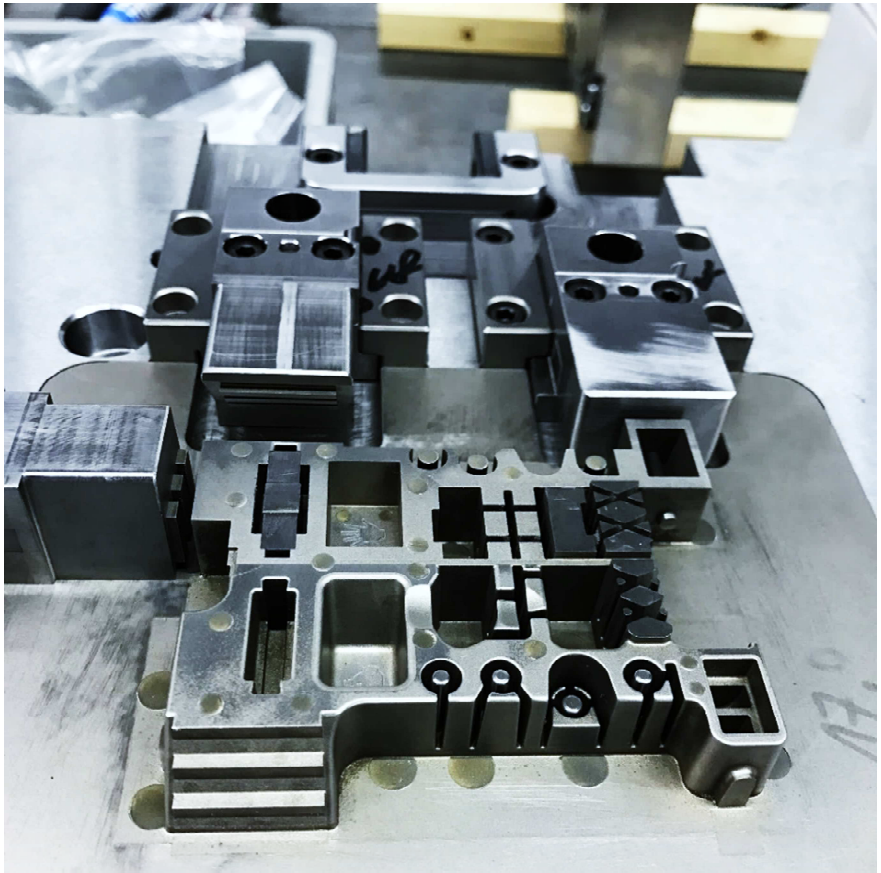
Werkzeugkomplexität der beiden Werkzeughälften





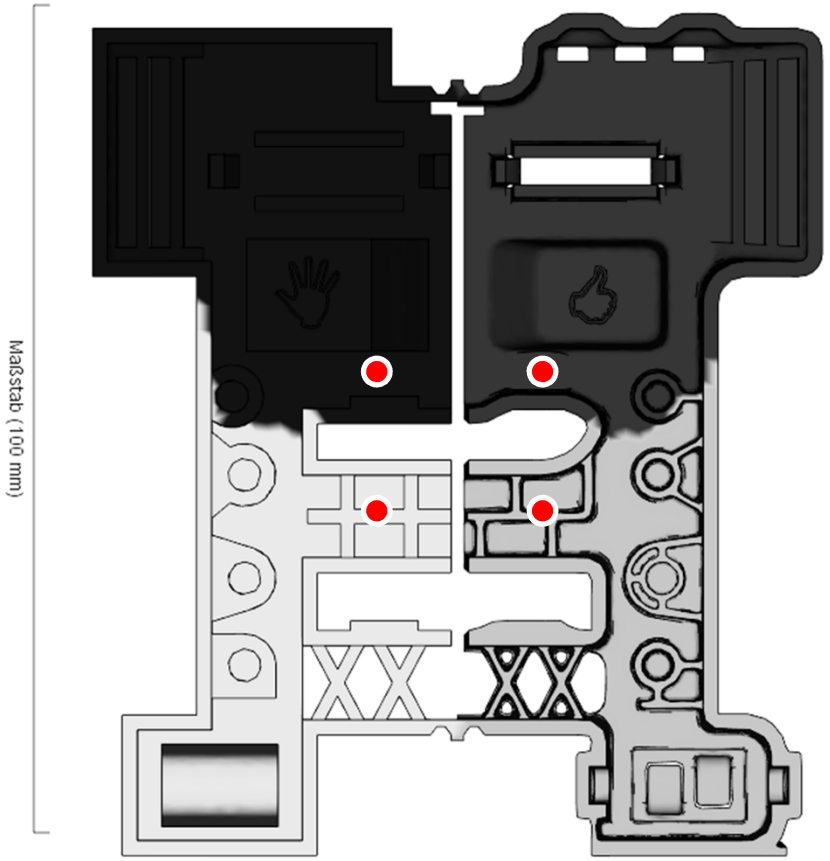
© Prof. Steffen Ritter

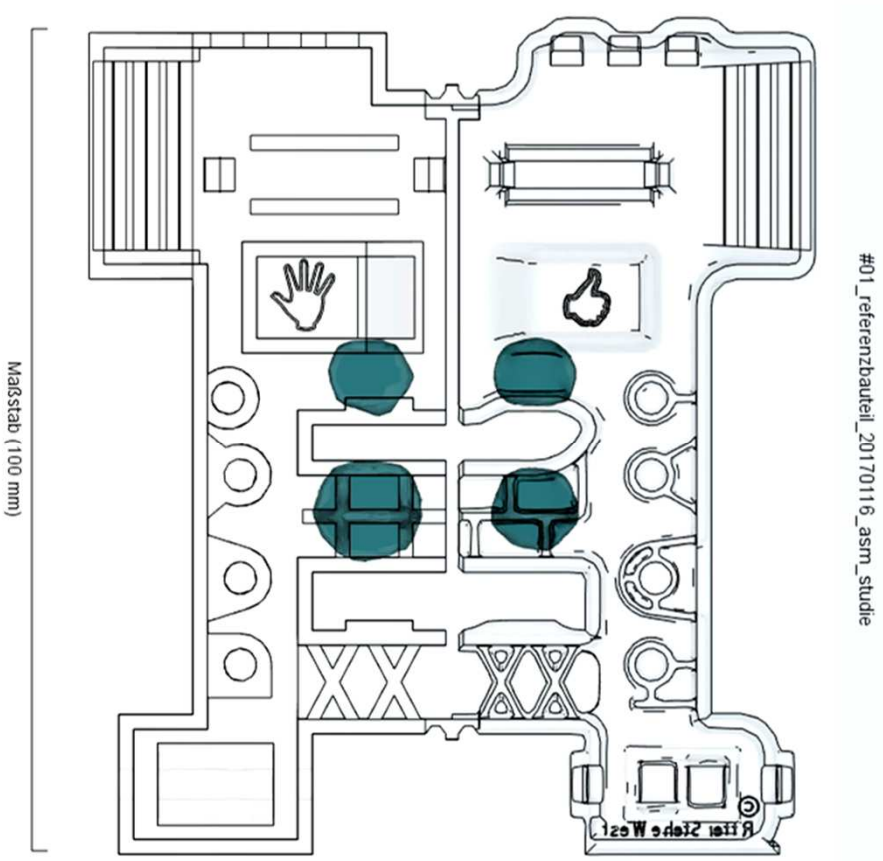




© Prof. Steffen Ritter

2K Konzept

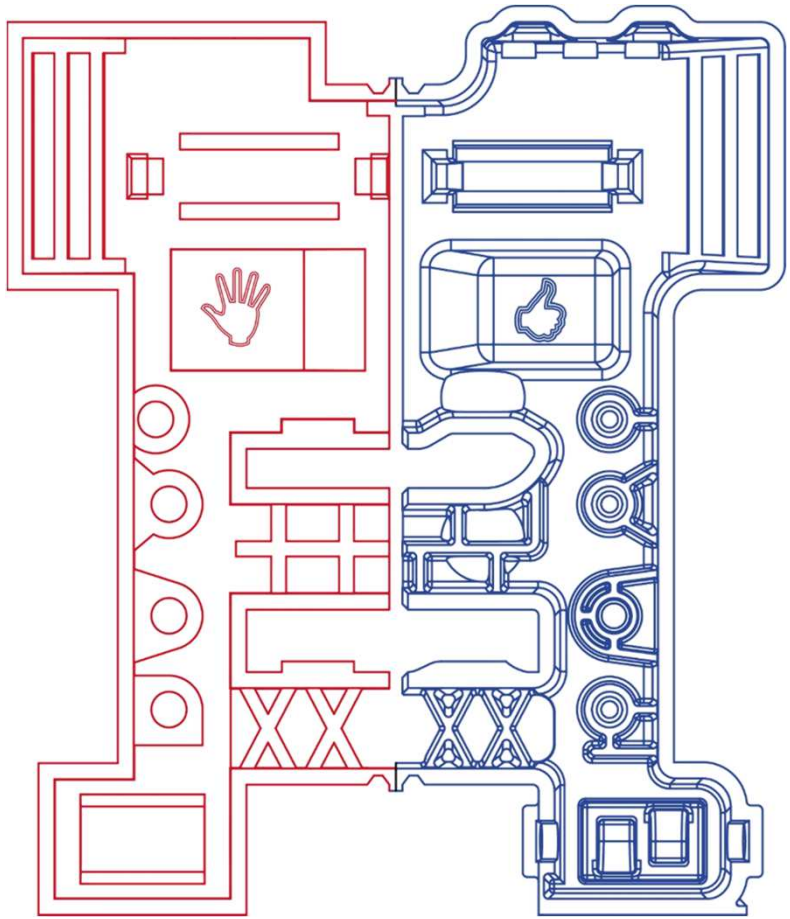




- Anschnitt / Anguss

POLYMAN

Einfallstellen
Verzug



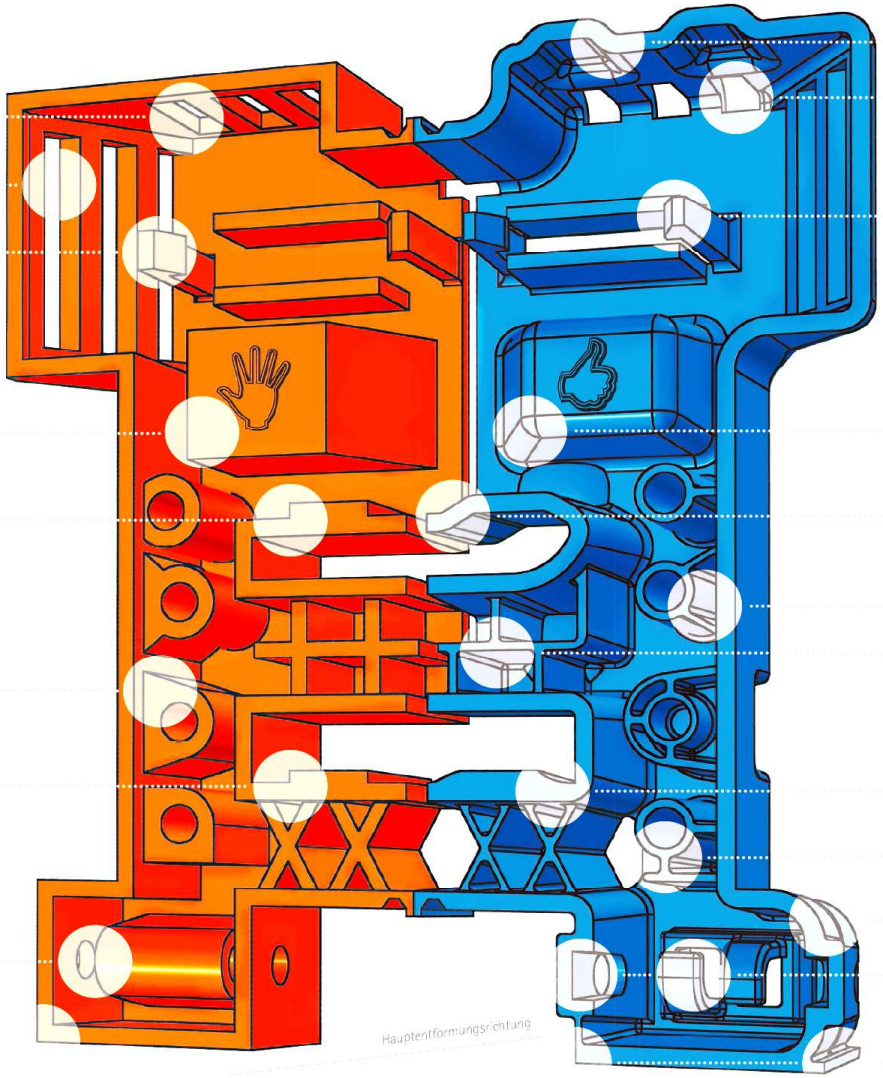
© Prof. Steffen Ritter

POLYMAN

Referenz für eine spritzgießgerechte Gestaltung von Kunststoffbauteilen

Zu vermeidende Bauteilgestaltungen

Allgemein gilt:
- Wanddickensprünge führen zu Verzug
- Ungenügende Entformungsschrägen führen zu Produktions- und Qualitätsproblemen
- Hinterschneidungen erfordern eine aufwendige Werkzeuggestaltung (z. B. Schieber)
- Materialanhäufungen begünstigen die Entstehung von Einfallstellen und Lunkern oder erfordern ein aufwendiges Kühlsystem
- Scharfkantige Eckengestaltung und Übergänge führen zu Verzug



© Ritter, Stehle, Wiest

Empfohlene generelle Gestaltungsregeln

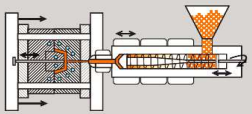
Allgemein gilt:
- Wanddicken möglichst dünn auslegen
- Möglichst konstante Wanddicken vorsehen
- Wanddickenänderungen sanft gestalten
- Entformungsschrägen vorsehen
- Hinterschneidungen vermeiden
- Materialanhäufungen vermeiden
- Übergänge verrunden
- Spritzgießgerechte Rippen und Sicken gestalten

Spritzgießgerechte Bauteilgestaltung

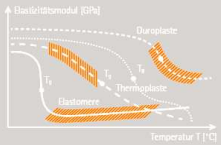
Die hier dargestellten Regeln beziehen sich auf die Spritzgießverarbeitung von Thermoplasten. Um die Vorgaben zu verstehen und gegebenenfalls Ausnahmen zuzulassen, ist es wichtig, folgende drei Bereiche grundlegend zu verstehen:

- das Spritzgießverfahren selbst
- das Werkstoffverhalten beim Abkühlen
- das Bauteilverhalten bei mechanischer Belastung

Bei den verfahrenstechnischen Aspekten des Urformverfahrens steht der Spritzgießprozess von Thermoplasten im Vordergrund.



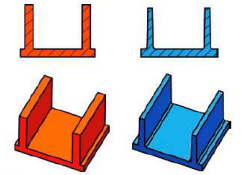
Bei der werkstoffgerechten Bauteilgestaltung wird den Materialeigenschaften der Thermoplaste Rechnung getragen.



Bei der belastungsgerechten Spritzteilgestaltung steht das Bauteilverhalten unter mechanischer Beanspruchung und die daraus resultierende Kriechneigung der Polymere im Vordergrund.

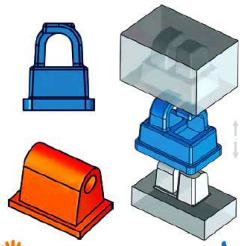
① In Werkzeughälften «denken»
Nicht die Werkzeugdetails im Einzelnen, sondern der grundlegende Aufbau und das Verständnis der formgebenden Werkzeughälften sind wesentlich für eine optimierte Bauteilgestaltung.

② Entformungsschrägen berücksichtigen
In Entformungsrichtung der Bauteile sind Entformungsschrägen vorzusehen. Diese richten sich nach Material und Bauteilgeometrie und sind mit dem Werkzeugmacher abzustimmen.

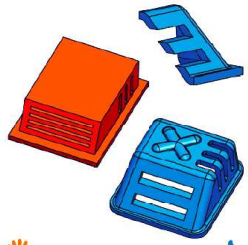


③ Hinterschneidungen vermeiden – Durchgangsloch
Durch entsprechende Gestaltung können aufwendige und teure Schieber im Werkzeug entfallen.

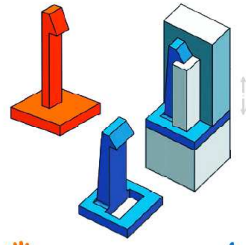
④ Hinterschneidungen vermeiden – Achsdurchführung



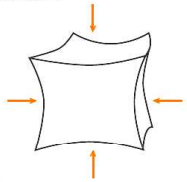
⑤ Hinterschneidungen vermeiden – Lüftungsschlitze



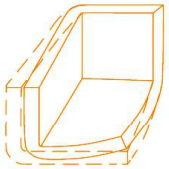
⑥ Hinterschneidungen vermeiden – Schnapphaken



⑦ Schwindung von Thermoplasten
Beim Übergang vom plastifizierten in den festen Zustand reduziert sich das Materialvolumen, das Material schwindet. Passiert dies ungehindert, entstehen Einfallstellen an der Bauteiloberfläche.

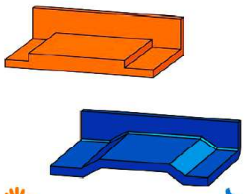


⑧ Verzug von Thermoplasten
Werden Schwindungen im Bauteilinneren verhindert, entstehen innere Spannungen (Eigenspannungen), die sich den von außen aufgebrachten Spannungen überlagern. Das Bauteil ändert seine Geometrie, es verzieht sich.

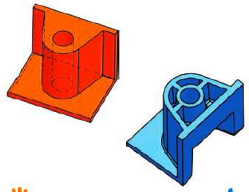


⑨ Wanddicken möglichst dünn auslegen
Ideale Wanddicken liegen bei Thermoplasten zwischen 1,8 mm und 4 mm. Auf gleichmäßige Wanddicken ist zu achten.

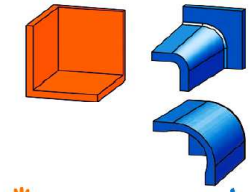
⑩ Konstante Wanddicken
Auf gleichmäßige Wanddicken ist zu achten. Unvermeidbare Wanddickenübergänge sind sanft zu gestalten.



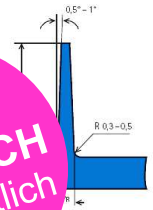
⑪ Auskernung von Materialanhäufungen
Um Materialanhäufungen zu vermeiden, sind selbst kleine Bauteilbereiche «auszukernen». Die erreichbare Zykluszeit wird im Wesentlichen von der dicksten Bauteilstelle bestimmt.



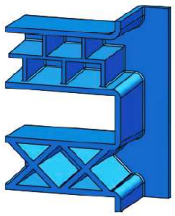
⑫ Gestaltung von Ecken und Kanten
Ungleiche Abkühlung von scharfen Eckgeometrien führt zu Verzug. Die Ecken sind entsprechend rund auszuführen.



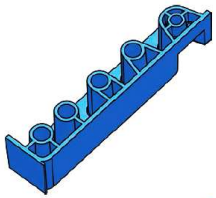
⑬ Ideale Rippengestaltung
$S_R = 0{,}6 \cdot S$
$H_{max} = 3{,}0 \cdot S$
Formschräge 0,5° bis 1°



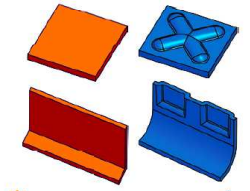
⑭ Rippen
Durch eine Vielzahl von Rippensstrukturen wird die Bauteilsteifigkeit erhöht.



⑮ Durch Rippen anbinden
Anschraubaugen können z. B. durch Rippen an die Bauteilstruktur angebunden werden.



⑯ Versickungen nutzen
Sicken (Vertiefungen oder Erhöhungen bei gleichbleibender Wanddicke) werden zur Steifigkeitserhöhung von Bauteilstrukturen eingesetzt.



Das Projekt Polyman wurde gemeinschaftlich von folgenden Partnern umgesetzt:

FORMOTION Ideen formvollenden.
Granula EXCELLENCE IN COLORS
Hochschule Reutlingen Reutlingen University
HOCHSCHULE SCHMALKALDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
INGENIEURBÜRO FALKE
KraussMaffei
meusburger
MOULDING EXPO
VDWF

auch in ENGLISCH erhältlich

Das vorliegende Schulungsbauteil «Polyman» und den dazugehörigen Konstruktionsleitfaden entwickelte Prof. Dr. Steffen Ritter unter Mitarbeit von Christoph Stehle (M. Sc.) und Patrick Wiest (B. Eng.) im Studiengang Maschinenbau an der Hochschule Reutlingen.

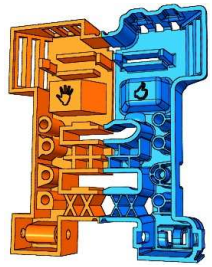
Die hier dargestellten Regeln wurden nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und zusammengefasst. Sie sollen einen ersten strukturierten Einblick in die komplexe Materie der Spritzgießbauteilentwicklung geben.

Haftungsansprüche gegen die Autoren, die sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen.

Reutlingen, Mai 2017

© Ritter, Stehle, Wiest

POLYMAN



© Prof. Steffen Ritter

FORMOTION
Ideen formvollenden.

Granula
EXCELLENCE IN COLORS

Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

HOCHSCHULE SCHMALKALDEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

INGENIEURBÜRO FALKE

KraussMaffei

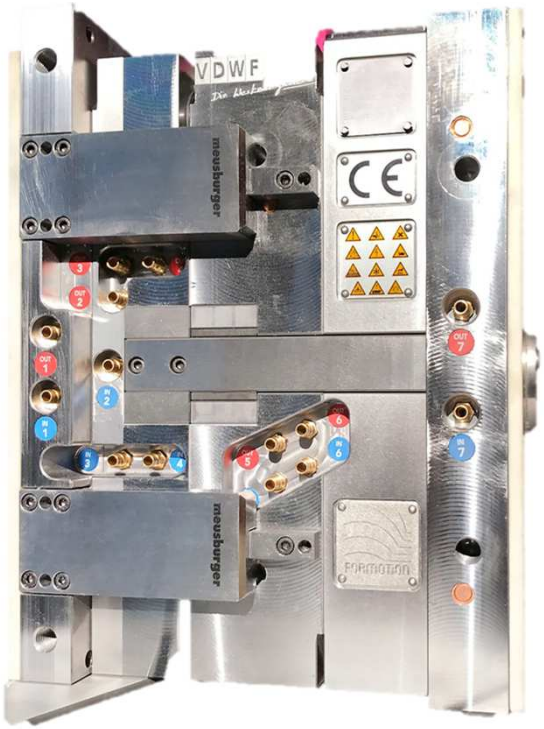
meusburger

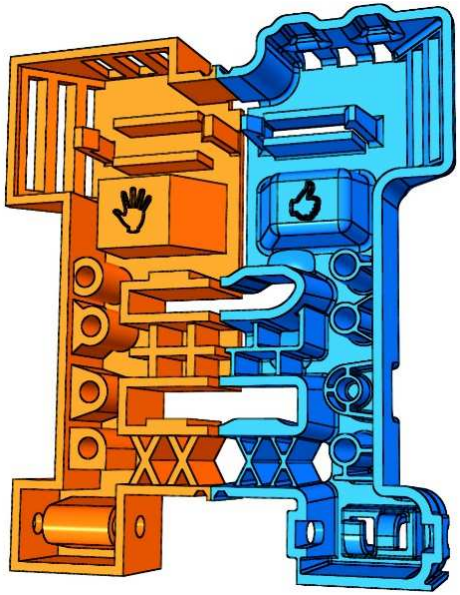
MOULDING EXPO

VDWF

BOREALIS

POLYMAN





besuchen sie uns am stand B2

© Prof. Steffen Ritter

POLYMAN
FORMOTION Ideen formvollenden.
Granula EXCELLENCE IN COLORS
Hochschule Reutlingen Reutlingen University
HOCHSCHULE SCHMALKALDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
INGENIEURBÜRO FALKE
KraussMaffei
meusburger
MOULDING EXPO
VDWF
BOREALIS