

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
14. November 2013 (14.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/167197 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G05B 19/4069 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/058759

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Mai 2012 (11.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **LISA DRÄXLMAIER GMBH** [DE/DE];
Landshuter Straße 100, 84137 Vilsbiburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHMIDSEDER,
Stefan** [DE/DE]; Laimgrubenweg 8, 84028 Landshut
(DE).

(74) Anwälte: **MÜLLER, Markus** et al.; Hoffmann · Eitle,
Arabellastrasse 4, 81925 München (DE).

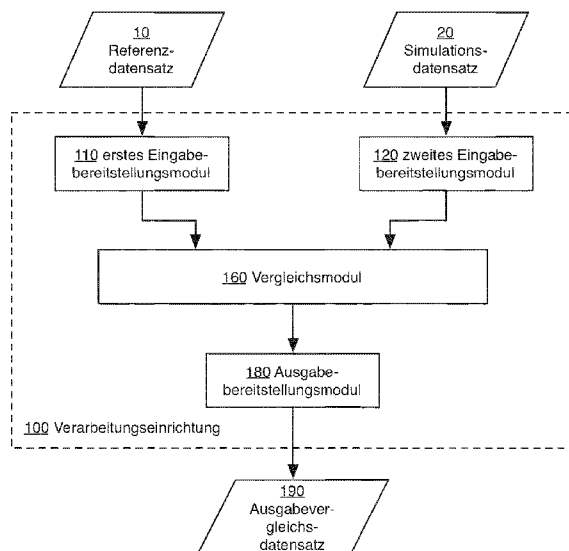
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PROCESSING DEVICE AND EVALUATION METHOD

(54) Bezeichnung : VERARBEITUNGSEINRICHTUNG UND BEWERTUNGSVERFAHREN



Figur 1

- 10 Reference data set
- 20 Simulation data set
- 110 First input provision module
- 120 Second input provision module
- 160 Comparison module
- 180 Output provision module
- 100 Processing device
- 190 Output comparison data set

(57) Abstract: The invention relates to a processing device for evaluating a simulation of a component produced by a primary shaping process or a transforming process and also a corresponding evaluation process and system, thus enabling in particular an easily performed quantitative comparison between a simulation result and a component. The processing device comprises a first input provision module for providing a reference data set relating to the reference geometry of the component, a second input provision module for providing a simulation data set relating to the simulation geometry of the component, a comparison module for determining a simulation comparison data set, which exhibits deviations of the simulation data set from the reference data set as simulation distortion values in a defined co-ordinates system, and an output provision module for outputting an output comparison data set which comprises the simulation distortion value.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Verarbeitungseinrichtung zur Bewertung einer Simulation eines durch ein Urformverfahren oder Umformverfahren hergestellten Bauteils sowie ein entsprechendes Bewertungsverfahren und System, so dass insbesondere ein quantitativer und einfach durchzuführender Vergleich zwischen einem Simulationsergebnis und einem Bauteil ermöglicht wird. Die Verarbeitungseinrichtung umfasst ein erstes Eingabebereitstellungsmodul zum Bereitstellen eines Referenzdatensatzes bezüglich der Referenzgeometrie des Bauteils, ein zweites Eingabebereitstellungsmodul zum Bereitstellen eines Simulationsdatensatzes bezüglich der Simulationsgeometrie des Bauteils, ein Vergleichsmodul zum Bestimmen eines Simulationsvergleichsdatensatzes, der Abweichungen des Simulationsdatensatzes zum Referenzdatensatz als Simulationsverzugswerte in einem festgelegten Koordinatensystem aufweist, und ein Ausgabebereitstellungsmodul zum Ausgeben eines Ausgabevergleichsdatensatzes, der den Simulationsvergleichsdatensatz umfasst.

VERARBEITUNGSEINRICHTUNG UND BEWERTUNGSVERFAHREN

TECHNISCHES GEBIET

Diese Erfindung betrifft eine Verarbeitungseinrichtung zur Bewertung einer Simulation eines durch ein Urformverfahren oder Umformverfahren hergestellten Bauteils sowie ein entsprechendes Bewertungsverfahren und System.

STAND DER TECHNIK

Um den Nacharbeitungsaufwand bei der Fertigung von Bauteilen so gering wie möglich zu halten oder auch zu umgehen, steigt auch der Anspruch an die Fertigungsgenauigkeit der Fertigungsverfahren, mit denen hauptsächlich die grundlegende Form eines Bauteils erzeugt wird. Hinzu kommt ein steigender Anspruch an die Gestaltung und die Funktionalität von Bauteilen. Beispielhaft hierfür sind Bauteile in der Automobilindustrie, insbesondere wenn zu funktionalen Anforderungen ästhetische Anforderungen hinzukommen, wie in der Innenausstattung der Fall. So kann zum Beispiel eine Innenverkleidung neben der einfachen Aufgabe der Verkleidung zusätzliche Funktionen aufweisen, die möglicherweise hohe Anforderungen an ihre Gestaltung mit sich ziehen. So verkleidet eine Türinnenverkleidung bei einem Kraftfahrzeug nicht nur die strukturellen Elemente der Tür, sondern ist zudem ausgeführt, um Bedienelemente, wie zum Beispiel Bedienelemente für einen Fensterheber oder einen Außenspiegel aufzunehmen. Weiterhin sind in so einer Verkleidung oft auch Sicherheitselemente, wie zum Beispiel Airbags integriert. Ein Airbag erhöht die Komplexität nicht nur durch das erforderliche Öffnungselement für sein Austreten aus der Verkleidung, sondern muss selbstverständlich zunächst einmal in einem Abschusskanal hinter der Verkleidung aufgenommen werden.

Für die Herstellung solcher Bauteile steigen folglich die Anforderungen an die Fertigungsverfahren, insbesondere wenn ein Bauteil einstückig ausgeführt ist, um seine Herstellung mit möglichst wenigen Herstellungsschritten und einen einfachen und

schnellen Einbau in beispielsweise einem Kraftfahrzeug zu ermöglichen. Eine Strategie für eine kostengünstige Herstellung und einen reduzierten Fertigungsaufwand ist es, bereits auf der Stufe der Urformverfahren und/oder Umformverfahren eine komplexe und genaue Bauteilform bereitzustellen.

Unter einem Urformverfahren wird dabei ein Fertigungsverfahren verstanden, bei dem aus einem formlosen Stoff ein fester Körper hergestellt wird. Mit anderen Worten wird ein Urformverfahren dazu genutzt, die Erstform eines geometrisch bestimmten festen Körpers herzustellen und den hierfür notwendigen Stoffzusammenhalt zu schaffen. Beispiele für Urformverfahren sind Gießverfahren und Sinterverfahren. Unter einem Umformverfahren ist dagegen ein Fertigungsverfahren zu verstehen, bei dem ein Werkstoff, wie z. B. Metall oder Kunststoff, gezielt plastisch in eine andere Form gebracht wird. Ausgangspunkt ist hierbei beispielsweise ein Halbzeug, mit dem durch Umformen eine gewünschte Bauteilgeometrie erzeugt wird. Ein Beispiel für ein Umformverfahren ist das Gesenkschmieden, bei dem mit einem Gesenk über Druckkräfte ein Bauteil erhalten wird.

Bei beiden Herstellungsverfahren werden über das Einbringen von Wärme das thermische Fließ- und oder Schmelzverhalten ausgenutzt. Daraus folgt jedoch für das Werkzeug, dass eine zum Urformen oder Umformen verwendete Werkzeugform Abmessungen aufweisen muss, die von der „kalten Geometrie“ des Bauteils abweichen, da das Bauteilmaterial bedingt durch seinen Wärmeausdehnungskoeffizienten nach der Formgebung in Folge des Abkühlvorgangs schrumpft. Für eine einfache Geometrie, wie zum Beispiel einer Kugel, folgt daraus, dass sich das Bauteil im Falle eines homogenen isotropen Werkstoffs beim Abkühlen gleichmäßig verkleinert bzw. gleichmäßig schrumpft.

Steigt die Komplexität der Bauteilgeometrie an, kann neben einer Schrumpfung des Materials bedingt durch das Abkühlen zudem ein Verzug auftreten. Ursächlich hierfür können geometriebedingte lokal unterschiedliche Schrumpfvorgänge sein. Hat man zum Beispiel einen länglichen Stab, so schrumpft dieser in seiner Längsrichtung betragsmäßig signifikant stärker als über sein Querschnittsprofil. Somit lässt sich das Abkühlverhalten bei einer einfachen Bauteilgeometrie noch einigermaßen einfach nachvollziehen, eine komplexe Bauteilgestaltung, z. B. mit Rippen, Befestigungselementen und Öffnungen, führt jedoch dazu, dass auch die Auslegung der Werkzeuggeometrie zum Herstellen des Bauteils aufwändiger wird. Insbesondere im Fall einer nachfolgenden Montage so eines Bauteils kommt es darauf an, dass die dafür vorgesehenen Verbindungselemente in ihrer Position mit der jeweiligen Gegenseite übereinstimmen und die dreidimensionalen Abmessungen den Vorgaben, z.B. Innenraum eines Kraftfahrzeugs, entsprechen.

Beispielsweise werden bei der Herstellung von Bauteilen für die Innenausstattung eines Kraftfahrzeugs optimale Spaltmaße und perfekte Geometrien angestrebt.

Um den Anspruch bezüglich der Funktionalität, Passgenauigkeit und/oder Ästhetik eines Bauteils zufriedenstellend zu erfüllen, sind deswegen komplexe Berechnungen notwendig. In diesem Zusammenhang wird der Fertigungsvorgang zum Herstellen des Bauteils beispielsweise mit Hilfe eines Computers simuliert, damit die Eigenschaften des Werkzeugs zur Fertigung eines Bauteils bereits vor seiner Umsetzung möglichst genau vorliegen. Diese Simulationen basieren zumeist auf der Methode der finiten Elemente und/oder der Randelementmethode. Dieses Vorgehen bei der Werkzeugkonstruktion hat sich bewährt, da so der beim Ausprobieren des Werkzeugs entstehende Aufwand reduziert werden kann, was sich nicht nur in den Kosten widerspiegelt sondern auch in kürzen Entwicklungs- und Herstellungszeiten. Heutzutage stellen somit konkrete technische Anwendungen computergestützter Simulationsverfahren effiziente technische Verfahren des Entwicklungs- und Herstellungsprozesses dar.

Allerdings lässt sich nach wie vor die Fähigkeit eines Werkzeugs eine festgelegte Bauteilgeometrie herzustellen letztendlich nur an dem tatsächlichen Werkzeug überprüfen. Dafür wird das über die Simulation berechnete Werkzeug hergestellt, um mit diesem das Bauteil zu fertigen. Das so gefertigte Bauteil wird anschließend vermessen und mit der während der Gestaltung bzw. Konstruktion des Bauteils festgelegten Referenzgeometrie verglichen.

Hierbei festgestellte Abweichungen lassen jedoch nicht den Rückschluss zu, ob ein Schwund und/oder ein Verzug auf eine fehlerbehaftete Simulation zurückführbar ist. So kann es möglich sein, dass Abschnitte in der Bauteilgeometrie zum Beispiel auf Grund des tatsächlichen Fließverhaltens des Werkstoffs von vorneherein nur schwer realisierbar sind. Des Öfteren besteht auch eine große Diskrepanz zwischen Simulationsergebnis und hergestelltem Bauteil. Es besteht somit ein Bedarf, eine Einrichtung und ein Verfahren zu entwickeln, mit dem eine objektive Bewertung eines Simulationsergebnisses möglich ist, d.h. ein sinnvoller Vergleich zwischen Simulation und Realität überhaupt erst ermöglicht wird bzw. verbessert wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Somit ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine verlässliche Bewertung einer Simulation zu ermöglichen, und insbesondere einen quantitativen und einfach

durchzuführenden Vergleich zwischen einem Simulationsergebnis zum Bestimmen einer Werkzeuggeometrie und einem auf dessen Basis gefertigten Bauteils zu ermöglichen.

Hierfür stellt die Erfindung eine Verarbeitungseinrichtung zur Bewertung einer Simulation eines durch ein Urform- und/oder Umformverfahren hergestellten Bauteils bereit, die ein erstes Eingabebereitstellungsmodul zum Bereitstellen eines Referenzdatensatzes bezüglich der Referenzgeometrie des Bauteils sowie ein zweites Eingabebereitstellungsmodul zum Bereitstellen eines Simulationsdatensatzes bezüglich der Simulationsgeometrie des Bauteils aufweist. Zudem umfasst die Verarbeitungsvorrichtung ein Vergleichsmodul zum Bestimmen eines Simulationsvergleichsdatensatzes, der Abweichungen des Simulationsdatensatzes zum Referenzdatensatz als Simulationsverzugswerte in einem festgelegten Koordinatensystem aufweist sowie ein Ausgabebereitstellungsmodul zum Ausgeben eines Ausgabevergleichsdatensatzes, der den Simulationsvergleichsdatensatz umfasst.

Eine so aufgebaute Verarbeitungseinrichtung ermöglicht es, das Simulationsergebnis auf Basis des erzeugten Ausgabevergleichsdatensatzes direkt im Verhältnis zu dem Referenzdatensatz zu bewerten. Mit anderen Worten ist es einem Benutzer der Verarbeitungsrichtung anhand der in dem Ausgabevergleichsdatensatz enthaltenen Simulationsverzugswerte leicht möglich, auf objektive Weise das Simulationsergebnis anhand von Abweichungen zum Referenzdatensatz zu beurteilen. Das Ziel der Bewertung kann erfindungsgemäß vielfältig sein. So kann die Bewertung einer Simulation zwecks ihrer Validierung stattfinden, im Rahmen einer Qualitätskontrolle für die Produktion eines Bauteils und/oder der Konstruktion des für die Fertigung des Bauteils verwendeten Werkzeugs.

Die erfindungsgemäße Verarbeitungseinrichtung umfasst hierzu einen Computer oder ähnliche Vorrichtung mit Mikroprozessor, mit dessen Hilfe die durch das Vergleichsmodul durchgeführte Berechnung der Simulationsverzugswerte ausgeführt wird. Sie ist eingerichtet, um eine Simulation eines Bauteils durchzuführen, das mit Hilfe eines Urformverfahren oder eines Umformverfahrens hergestellt wird. Beide Fertigungsverfahren sind in DIN 8580 als Hauptgruppen definiert und umfassen eine Vielzahl einzelner spezialisierter Fertigungsverfahren, auf die die vorliegende Verarbeitungseinrichtung angewandt werden kann.

Unter einem Bauteil ist eine Komponente zu verstehen, die im Regelfall funktional und/oder ästhetisch mit anderen Bauteilen zusammenwirkt, um ein Produkt zu bilden.

Allerdings ist es auch möglich, dass das Bauteil für sich genommen bereits ein Produkt bildet.

Ein erfindungsgemäßes Modul umfasst beispielsweise eine Speichereinheit, in der Daten zumindest zeitweilig zwischengespeichert werden können. So empfängt ein Eingabebereitstellungsmodul einen Datensatz, der anschließend dem Vergleichsmodul zur Weiterverarbeitung bereitgestellt bzw. zwischengespeichert wird. Mit anderen Worten ist es mit diesem Modul möglich, zumindest Teile eines Datensatzes bei Bedarf an das Vergleichsmodul zu übertragen. Eine derartige Bereitstellung von Daten organisiert somit auf effiziente Weise die mit dem Vergleichsmodul zu verarbeitenden Datensätze. Das heißt, der Kernarbeitsschritt des Vergleichs wird funktional von dem Hilfsarbeitsschritt der Datensatzeingabe getrennt. Hierdurch wird eine beliebige Erweiterung der Vergleichseinrichtung für zusätzliche zu verarbeitende Datensätze bezüglich der Geometrie des Bauteils gewährleistet.

Des Weiteren kann ein Bereitstellungsmodul eingerichtet sein, zuvor definierte Algorithmen auszuführen. Beispielsweise ist das Eingabebereitstellungsmodul vorgesehen, die Eingabe der mit dem Vergleichsmodul zu verarbeitenden Datensätze zu übernehmen. Dabei kann dieses Modul durchaus auch Hardware einschließen, die eine Eingabe von Daten ermöglicht, wie zum Beispiel eine Steckverbindung, eine drahtlose Übertragungseinrichtung oder andere Schnittstelle.

Die von den Eingabebereitstellungsmodulen bereitgestellten Datensätze enthalten Informationen bezüglich der Geometrie des Bauteils. So enthält der Referenzdatensatz, der von dem ersten Eingabebereitstellungsmodul bereitgestellt wird, Informationen bezüglich der Referenzgeometrie des Bauteils. Mit anderen Worten weist der Referenzdatensatz zumindest Informationen bezüglich der räumlichen Gestaltung bzw. der geometrischen Form des Bauteils auf. Dabei kann es sich auch lediglich um Abschnitte der Bauteilgeometrie handeln. Mit anderen Worten beschreibt der Referenzdatensatz, der auch manchmal als Nulldatensatz in der Technik bezeichnet wird, somit die Referenzgeometrie des Bauteils, das heißt die Geometrie wie sie im Idealfall ausgestaltet sein sollte. Eine solche Referenzgeometrie kann das Ergebnis der Bauteilkonstruktion in Form eines CAD-Modells sein. Es ist möglich, neben der Geometrie zusätzliche Informationen bezüglich des Bauteils in den Referenzdatensatz einzubeziehen. Solche Informationen sind bevorzugt Parameter, die im Zusammenhang mit der Geometrie stehen, wie z. B. der Wärmeausdehnungskoeffizient eines zu verwendenden Werkstoffs oder andere thermische Parameter. Andere nicht

einschränkende Beispiele hierfür sind Toleranzangaben und andere Fertigungsinformationen.

Das zweite Eingabebereitstellungsmodul stellt einen Simulationsdatensatz bezüglich der Simulationsgeometrie des Bauteils bereit. Wie der Referenzdatensatz enthält auch der Simulationsdatensatz Informationen zur Geometrie des Bauteils. Im Unterschied zum Referenzdatensatz handelt es sich zumindest bei der Geometrie des Bauteils jedoch nicht um die Referenzgeometrie des Bauteils, sondern um eine simulierte bzw. Simulationsgeometrie. Mit anderen Worten beinhaltet der Simulationsdatensatz eine über eine Fertigungssimulation bestimmte Geometrie des Bauteils.

Ein nicht einschränkendes Beispiel ist die Fertigungssimulation eines Spritzgussbauteils. Hierzu wird auf Grundlage der Referenzgeometrie des Bauteils über eine Simulation die Geometrie eines zur Herstellung des Bauteils zu verwendenden Werkzeugs, d. h. der Spritzgussform, iterativ berechnet bzw. angenähert. Dazu wird während der Simulation die Referenzgeometrie des Bauteils angelehnt an die thermischen Eigenschaften des verwendeten Werkstoffs vergrößert, was in einer näherungsweisen Geometrie bzw. Abmessung der Spritzgussform resultiert. Anschließend wird mittels der Methode der finiten Elemente und/oder der Randelementmethode der Einspritzvorgang mit dem Werkstoff in die Form sowie das Abkühlen und damit der Schwund und der Verzug des so erzeugten Bauteils simuliert. Dieses Bauteil wird anschließend verwendet, um die Geometrie der Spritzgussform anzupassen und es wird eine erneute Fertigungssimulation durchgeführt. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die sich ergebende Spritzgussform ein zuvor festgelegtes Qualitätskriterium erfüllt.

Das Ergebnis der Fertigungssimulation ist schließlich die eine optimierte Spritzgussformgeometrie, die in einem Simulationsdatensatz ausgegeben wird, der zumindest indirekt die Geometrie des in Simulation gefertigten Bauteils enthält. Dementsprechend kann der Simulationsdatensatz auf verschiedene Weisen aufgebaut sein. So kann er zum Beispiel die Geometrie der Spritzgussform und die Geometrie des Bauteils nach erfolgter Abkühlung enthalten. Die Geometrie des Bauteils kann in dem Simulationsdatensatz direkt oder alternativ indirekt, z. B. über die Geometrie der Spritzgussform in Zusammenhang mit der Änderung der Bauteilgeometrie beim Abkühlvorgang, enthalten sein.

Dementsprechend können die Eingabebereitstellungsmodule des Weiteren eingerichtet sein, die Datensätze dem Vergleichsmodul in einem festgelegten Format zur Verfügung

zu stellen, wie in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weiter unten näher beschrieben.

Die von den Eingabebereitstellungsmodulen bereitgestellten Datensätze des Bauteils werden zum Bestimmen eines Simulationsvergleichsdatensatzes zueinander in Bezug gesetzt. Beispielsweise werden die Referenzgeometrie des Bauteils sowie die Simulationsgeometrie des Bauteils miteinander verglichen, um die zwischen ihnen bestehenden Unterschiede in Form von Simulationsverzugsdaten zu bestimmen. Die so bestimmten Simulationsverzugsdaten liegen dabei in einem festgelegten Koordinatensystem vor. Dabei kann es sich um ein globales Koordinatensystem als auch um ein lokales Koordinatensystem handeln.

Die Ausgabe des Simulationsvergleichsdatensatzes erfolgt schließlich mit Hilfe eines Ausgabevergleichsdatensatzes durch das Ausgabebereitstellungsmodul. Die vorliegende Erfindung stellt einem Benutzer somit durch die Auswertung des Referenzdatensatzes und des Simulationsdatensatzes sowie anschließender Ausgabe des Ausgabevergleichsdatensatzes eine Entscheidungsgrundlage zur Verfügung, anhand der eine objektive Bewertung einer Simulation möglich ist. Insbesondere kann der Ausgabevergleichsdatensatz dazu verwendet werden, ihn mit einem Messdatensatz des gefertigten Bauteils zu vergleichen. Somit können Probleme des Werkzeugs und damit auch des hergestellten Bauteils schnell im Voraus, d.h. vor einer Serienproduktion, bemerkt werden, so dass nicht nur Ausschuss vermieden und Material gespart werden kann, sondern auch eine kürzere Entwicklungszeit des Werkzeugs und eine höhere Qualität des Bauteils erreicht werden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Ausgabevergleichsdatensatz Abweichungswerte und die Geometrie des Bauteils auf, wobei die Geometrie des Bauteils bevorzugt dem Referenzdatensatz entnommen ist.

Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass eine Bewertung der Simulation erfolgen kann, ohne auf weitere Informationen außerhalb des Ausgabevergleichsdatensatzes angewiesen zu sein. Dabei erfolgt die Beurteilung der Simulation bevorzugt in Bezug zu der Referenzgeometrie des Bauteils. So ist es zum Beispiel möglich, direkt Abweichungen der Simulationsgeometrie zu der Referenzgeometrie zu identifizieren.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Verarbeitungseinrichtung des Weiteren ein Ausrichtungsmodul, das die in dem Vergleichsmodul zu verarbeitenden Datensätze zueinander in Bezug setzt.

Ein Ausrichtungsmodul hat den Vorteil, dass das Vergleichsmodul Abweichungen zwischen den über die Eingabebereitstellungsmodule bereitgestellten Datensätze auf eine festgelegt Weise durchführt. Mit anderen Worten wird mit Hilfe des Ausrichtungsmoduls Einfluss darauf genommen, wie Abweichungen zwischen über die Eingabebereitstellungsmodule bereitgestellte Datensätze bestimmt werden. So kann es zum Beispiel von Interesse sein, die Bauteilgeometrien nicht als Ganzes zueinander in Bezug zu setzen, sondern aus einem funktionellen und/oder ästhetischen Grund nur in einem vorbestimmten Bereich. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn das Bauteil mit anderen Komponenten über Befestigungselemente verbunden wird, sodass beispielsweise insbesondere eine ausreichend genaue Positionierung von Löchern auf dem Bauteil beachtet werden muss.

In dieser Ausführungsform erfolgt somit vor der Bestimmung eines Vergleichsdatensatzes eine Ausrichtung der in den Datensätzen enthaltenden Geometrien zueinander. Die Ausrichtung wird dabei mittels einer Translation und/oder Rotation mindestens einer Bauteilgeometrie durchgeführt. Beispielsweise kann eine Ausrichtung über einen Abschnitt des Bauteils oder auch insgesamt mit Hilfe eines Optimierungsalgorithmus erfolgen. Die Optimierung erfolgt dabei anhand eines Kennwerts, der den Fehler in der Ausrichtung und/oder Positionierung der Bauteilgeometrien zueinander beschreibt und der im Laufe der Optimierung minimiert wird. Zusammenfassend kann das Ausrichtungsmodul somit über eine Interaktion mit dem Benutzer und/oder automatisch über eine Ausrichtung, d. h. Orientierung und/oder Positionierung der Bauteilgeometrien zueinander einen an dem Zweck des Bauteils orientierten Vergleich zur Verfügung stellen. Anders gesagt, ist es insbesondere mit dieser Ausführungsform möglich, die Bewertung der Simulation auf funktional und/oder ästhetisch wichtige Bereiche des Bauteils zu konzentrieren.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Ausrichtungsmodul eingerichtet, die Datensätze über ausgewählte Bezugspunkte, insbesondere mindestens drei und bevorzugt sechs Bezugspunkte, zueinander in Bezug zu setzen. Natürlich können auch vier oder fünf Bezugspunkte verwendet werden.

Ein derartig ausgeführtes Ausrichtungsmodul ist basierend auf der zuvor genannten Ausführungsform eingerichtet, die Bauteilgeometrien der Datensätze über eine Translation und/oder eine Rotation zueinander in Bezug zu setzen bzw. auszurichten. Dabei ermöglicht das Ausrichten der Datensätze bzw. Bauteilgeometrien über ausgewählte Bezugspunkte eine besonders einfache Berücksichtigung funktionaler und/oder ästhetischer Anforderungen an das Bauteil. So kann hierbei zum Beispiel ein Bezugspunkt in Zusammenhang mit einem Abstand und/oder einer Orientierung auf der Bauteilgeometrie, um einer funktionalen und/oder ästhetischen Anforderung zu genügen, verwendet werden. Ein nicht einschränkendes Beispiel für die Funktionalität des Bauteils ist die bereits aufgeführte Positionierung von Befestigungselementen, um eine einwandfreie Montage zu gewährleisten. Ein nicht einschränkendes Beispiel für eine ästhetische Qualitätsanforderung und Qualitätsanforderung an die Passgenauigkeit ist die Einhaltung eines Spaltmaßes.

Dabei erfolgt eine Ausrichtung über eine festgelegte Anzahl von Bezugspunkten. Das heißt, es werden übereinstimmende Bezugspunkte auf den Bauteilgeometrien von mindestens zwei Datensätzen manuell und/oder automatisch ausgewählt und mittels einer Transformation übereinander gelegt. Dabei ist es möglich, das in dem Modul implementierte Vorgehen dieser Ausführungsform mit dem der zuvor genannten Ausführungsform miteinander zu kombinieren. So kann beispielsweise zunächst eine grundlegende Ausrichtung der Bauteilgeometrien über das Auswählen von Bezugspunkten erfolgen. Anschließend erfolgt eine weitere Ausrichtung über den zuvor beschriebenen Optimierungsalgorithmus. Andere Kombinationen und Reihenfolgen dieser Ausrichtungsschritte sind ebenso möglich.

Besonders bevorzugt wird in dieser Ausführungsform das in Bezug setzen der Datensätze bzw. die Ausrichtung der Bauteilgeometrien zueinander über sechs Fixpunkte durchgeführt. Durch das Anwählen oder Bestimmen von sechs Fixpunkten an den Bauteilgeometrien ist es möglich, den Bauteilgeometrien jeweils ein bauteilfestes lokales Koordinatensystem zuzuordnen. Das Ausrichten der beiden Bauteile erfolgt daraufhin durch das Übereinanderlegen dieser lokalen Koordinatensysteme. Bei weniger als sechs Fixpunkten kann die Ausrichtung über einen Optimierungsalgorithmus ergänzt werden, der wie oben beschrieben einer Abweichung der Bauteilgeometrien iterativ über die Minimierung eines Abweichungskennwerts ausführt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst die Verarbeitungseinrichtung ferner ein drittes Eingabebereitstellungsmodul zum Bereitstellen eines Messdatensatzes bezüglich der gemessenen Geometrie des Bauteils.

In dieser Ausführungsform steht alternativ oder ergänzend für die Bewertung der Simulation ein Messdatensatz des gefertigten Bauteils zur Verfügung. Der Messdatensatz resultiert dabei aus der Vermessung des gefertigten Bauteils.

Genauer gesagt wird zunächst auf Grundlage der Auslegung des Werkzeugs mittels Fertigungssimulation dieses hergestellt. Mit dem hergestellten Werkzeug wird anschließend ein Bauteil gefertigt, das wiederum über eine Messeinrichtung, bevorzugt eine Messvorrichtung zum dreidimensionalen Messen, vermessen wird. Eine derartige dreidimensionale Vermessung erfolgt vorzugsweise optisch, kann aber ebenso über das Abtasten des Bauteils mit einem Tastkörper ausgeführt werden. Mit dieser Ausführungsform ist insbesondere eine umfassendere und differenziertere Bewertung der Simulation möglich.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform bestimmt das Vergleichsmodul ferner einen Messvergleichsdatsatz, der Abweichungen des Messdatensatzes zum Referenzdatensatz als Messverzugswerte in einem festgelegten Koordinatensystem aufweist.

Das Bestimmen eines Messvergleichsdatsatzes ermöglicht eine Bewertung der Abweichung des gefertigten Bauteils im Verhältnis zum Referenzmodell des Referenzdatensatzes. Damit kann zumindest indirekt auch die Simulation bewertet werden und zwar hinsichtlich der Frage, inwieweit das über die Fertigungssimulation ausgelegte Werkzeug in der Lage ist, die Referenzgeometrie des Bauteils zu erzeugen.

Weiterhin ist auch eine direkte Bewertung der Simulation möglich, indem das Vergleichsmodul eine Abweichung zwischen dem Messvergleichsdatsatz und dem Simulationsvergleichsdatsatz bestimmt. Ein derartiger Vergleich hat insbesondere den Vorteil, dass so die oben beschriebenen Fertigungsschwierigkeiten nicht in die Bewertung der Simulation einfließen. Mit anderen Worten werden Abweichungen bei der gefertigten Bauteilgeometrie zu der Referenzgeometrie, die nicht durch die Simulation entstanden sind sondern das Ergebnis einer mit Fertigungsschwierigkeiten behafteten Referenzgeometrie ist, somit nicht berücksichtigt.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst der Ausgabevergleichsdatensatz ferner den Messvergleichsdatensatz.

Durch diese Ausführungsform können die Verzugswerte des Messvergleichsdatensatzes und die Verzugswerte des Simulationsvergleichsdatensatzes auf einfache Weise für einen Vergleich miteinander herangezogen werden. Ein solcher Vergleich kann zum Beispiel durch eine graphische Darstellung auf einem Bildschirm erfolgen oder auch durch einen direkten Vergleich der Verzugswerte an einzelnen Stellen des Bauteils. Nicht zuletzt wird mit dieser Ausführungsform jedoch ein umfassender Ausgabevergleichsdatensatz bereitgestellt, der einen umfassenden Ausgangspunkt für eine weitere Verarbeitung oder auch für eine direkte Bewertung darstellt.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Verarbeitungseinrichtung des Weiteren ein Transformationsmodul zum Transformieren des Simulationsvergleichsdatensatzes und/oder des Messvergleichsdatensatzes in einzelne lokale Koordinatensysteme, wobei eine Achse der lokalen Koordinatensysteme eine Flächennormale in Bezug zu einer in einem der Datensätze enthaltenen Geometrie des Bauteils bildet.

Durch diese Ausführungsform ist ein besonders effizienter Vergleich mit den im Vergleichsmodul bestimmten Abweichungswerten möglich. Dies ist der Fall, da eine lokale Abweichung auf lediglich einen einzigen Wert reduziert wird. So müssen zum Beispiel bei einer Analyse des Simulationsvergleichsdatensatzes nicht lokal einzelne Komponenten einer Abweichung oder ein aus ihnen hervorgehender Vektor einschließlich eines Winkels, sondern lediglich ein einzelner Wert analysiert werden, der einen Abstand senkrecht zur Bauteiloberfläche angibt. Als Bauteiloberfläche wird bevorzugt die Referenzgeometrie des Bauteils gewählt, es ist aber auch möglich die Geometrie eines anderen Datensatzes zu verwenden, wie z. B. die Simulationsgeometrie oder die Messgeometrie. Im Fall von mehreren Datensätzen mit Verzugswerten, wie z. B. Simulationsverzugswerten und Messverzugswerten, können auch diese auf einfache Weise miteinander verglichen werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst die Verarbeitungseinrichtung ferner ein Messsimulationsmodul zur Simulation einer Messeinspannung des Bauteils.

Mit dieser Ausführungsform wird eine weitere Verbesserung der Bewertungsgrundlage zur Bewertung der Simulation erreicht, indem die Simulationsgeometrie an die

Randbedingungen bei der Vermessung des gefertigten Bauteils angepasst wird. So wird bei der Vermessung des gefertigten Bauteils im Regelfall ein Messaufbau verwendet, an den das Bauteil vor seiner Vermessung angelegt oder eingespannt wird. Dabei kann es unter Umständen zu einer Zwangseinspannung kommen, die eine Verformung des Bauteils zur Folge haben kann. Dies kann bei der Messung durchaus erwünscht sein, wenn z. B. der Messaufbau dazu dient, dass montierte Bauteil zu vermessen. Solche Messaufbauten können aber auch eingesetzt werden, um ein Bauteil während seiner Vermessung ortsfest zu fixieren oder zu unterstützen. Letzteres ist zum Beispiel der Fall, wenn ein auskragender Abschnitt des gefertigten Bauteils sich andernfalls durch sein Eigengewicht verformen würde.

Die durch einen Messaufbau möglicherweise entstehenden Messabweichungen können aber möglicherweise einen direkten Vergleich der Verzugswerte aus den Vergleichsdatensätzen, wie z. B. dem Simulationsvergleichsdatensatz und dem Messvergleichsdatensatz, beeinflussen. Durch die Verwendung eines Messsimulationsmoduls, das den Einfluss einer Messeinspannung bestimmt, wird ein etwaiger Einfluss der Vermessung auf die Bauteilgeometrie bei der Bestimmung der Abweichungen im Vergleichsmodul mit berücksichtigt. In diesem Fall wird also vor Durchführung des Vergleichs mit dem Vergleichsmodul ein Simulationsdatensatz generiert, der Informationen über die Wirkung einer Messeinspannung enthält.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Messsimulationsmodul zum Ausführen einer finiten Elemente Analyse eingerichtet.

Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass die Messsimulation mit einer bewährten Simulationstechnik durchgeführt wird, die eine Vielzahl von unterschiedlichen Materialeigenschaften berücksichtigen kann. In einer bevorzugten Ausführungsform des Messsimulationsmoduls wird die Simulation nicht in dem Modul selbst implementiert, sie wird von dem Messsimulationsmodul aufgerufen. Dadurch kann auf einfache Weise eine bestehende Simulationssoftware in die erfindungsgemäße Verarbeitungseinrichtung eingebunden werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das Ausgabebereitstellungsmodul ein Anzeigemodul zum Anzeigen des Ausgabevergleichsdatensatzes.

Mit dieser Ausführungsform ist für einen Benutzer auf besonders einfache Weise eine Bewertung der Simulation anhand eines Vergleichsdatensatzes oder mehrerer Vergleichsdatensätze möglich. Dabei erfolgt die Bewertung bevorzugt anhand der Bauteilgeometrie. Hierfür ist es möglich eine parallele oder gleichzeitige Darstellung mehrerer Vergleichsdatensätze zu wählen, bei der beispielsweise der Simulationsvergleichsdatensatz zusammen mit der Geometrie des Referenzdatensatzes sowie der Messvergleichsdatensatz mit der Geometrie des Referenzdatensatzes dargestellt werden. Wird ein einzelner Verzugsdatensatz beurteilt, so ist eine einfache Darstellung ebenso möglich.

Je nach Koordinatensystem der Verzugswerte bietet sich für die Darstellung eine Farbskala und/oder eine Vektordarstellung an. So wird bevorzugt beim Vorliegen der Verzugswerte als Flächennormale zur Referenzgeometrie eine Darstellung mittels einer Farbskala verwendet, genauso wie bei einer koordinatenweisen Darstellung, während bei einer Darstellung des Verzugs im absoluten Koordinatensystem eine Vektordarstellung bevorzugt wird. Hierdurch wird unmittelbar deutlich, ob ein Verzug den gleichen Betrag und/oder die gleiche Richtung aufweist. Dabei kann der Betrag des Vektors farblich oder über seine Länge veranschaulicht werden.

In jedem Fall lässt sich eine Simulation durch die vorliegende Ausführungsform über eine Darstellung der Verzugswerte schnell und direkt bewerten. Hierbei ist auch eine Konzentration auf funktionell oder ästhetisch wichtige Bauteilabschnitte möglich.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Vergleichsmodul zum Berechnen eines Kennwerts eingerichtet.

Die Berechnung des mindestens einen Kennwertes kann in dem Ausgabebereitstellungsmodul und/oder in dem Vergleichsmodul erfolgen. Ein solcher Kennwert kann die Beurteilung der über das Vergleichsmodul erhaltenen Vergleichsdatensätze auf eine effiziente Weise zu unterstützen bzw. zusammenfassen. Weiterhin ist es möglich, einen derartigen Kennwert zu verwenden, um bevorzugt automatisch weitere Aspekte in die Bestimmung der Verzugswerte durch das Einbeziehen zusätzlicher Module, wie z. B. des Messsimulationsmoduls, mit einzubeziehen. So kann beispielsweise im Falle eines Über- oder Unterschreitens eines Kennwerts in Bezug zu einem festgelegten Referenzwert das Messsimulationsmodul aktiviert werden, um die Messeinspannung und ihren Einfluss auf das Bauteil während der Vermessung bei der Bewertung der Simulation zu berücksichtigen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das erste, zweite und/oder dritte Eingabebereitstellungsmodul eingerichtet, eine Koordinatentransformation in ein für das Vergleichsmodul festgelegtes Koordinatensystem durchzuführen.

Hierdurch wird bereits vor einem Vergleich der einzelnen Datensätze mit Hilfe des Vergleichsmoduls sichergestellt, dass dieser auf einer gemeinsamen Basis erfolgt. Dabei kann die Koordinatentransformation zum Beispiel automatisch durch eine Prüfung der Eingangsdaten ausgeführt werden.

Des Weiteren wird durch die Erfindung ein System zum Bewerten einer Simulation mit einer Verarbeitungseinrichtung nach einer der oben genannten Ausführungsformen und einem Fertigungssimulationsmodul zum Berechnen eines Simulationsdatensatzes bereitgestellt.

Ein derartiges integriertes und aufeinander abgestimmtes System zum Bewerten einer Simulation hat den Vorteil, dass es eine objektive Bewertung nach einem festgelegten Schema zur Verfügung stellt. Der modulare Aufbau des Systems ermöglicht dabei eine freie Wahl des Fertigungssimulationsmoduls, so dass die vorliegende Erfindung auch zur Bewertung von unterschiedlichen Fertigungssimulationsmodulen herangezogen werden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Fertigungssimulationsmodul zum Ausführen einer Simulation nach der Methode der finiten Elemente und/oder der Randelemente eingerichtet, über die eine Fertigung des Bauteils durch Urformen oder Umformen zur Bestimmung einer Werkzeuggeometrie simuliert wird.

Insbesondere die Anwendung der Methode der finiten Elemente und/oder der Randelemente eröffnet vielfältige Möglichkeiten Urformverfahren oder Umformverfahren zu simulieren und dabei eine große Bandbreite an Materialeigenschaften und geometrischen Formen zu berücksichtigen.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst das System ferner ein Messsystem zur Vermessung des Bauteils, um einen Messdatensatz zu erzeugen.

Die Integration eines Messsystems in das System zum Bewerten einer Simulation hat den Vorteil, dass die Simulation nicht nur im Verhältnis zum Referenzdatensatz bewertet wird,

sondern auch das hergestellte Bauteil in die Betrachtung mit einbezogen werden kann. Mit anderen Worten ermöglicht das Messsystem festzustellen, inwieweit die Referenzgeometrie des Bauteils geeignet ist, mit dem verwendeten Fertigungsverfahren und/oder dem verwendeten Werkstoff hergestellt zu werden. Stimmen beispielsweise die Simulationsgeometrie und die gemessene Geometrie überein, so kann eine vorhandene Abweichung zur Referenzgeometrie auf ihre Eignung zur Herstellung des Bauteils zurückgeführt werden.

Weiterhin umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Bewertung einer Simulation unter Verwendung einer Verarbeitungsvorrichtung, die bevorzugt einen Computer oder Mikroprozessor umfasst, bei dem ein Referenzdatensatz mit einem ersten Eingabebereitstellungsmodul und ein Simulationsdatensatz mit einem zweiten Eingabebereitstellungsmodul bereitgestellt werden. Des Weiteren umfasst das Bewertungsverfahren einen Schritt zum Bestimmen eines Simulationsvergleichsdatensatzes, der Abweichungen des Simulationsdatensatzes zum Referenzdatensatz als Simulationsverzugs- und Verzugsabweichungen in einem festgelegten Koordinatensystem aufweist. Weiterhin erfolgt in dem Verfahren über ein Ausgabedatenbereitstellungsmodul eine Ausgabe eines Ausgabevergleichsdatensatzes, der den Simulationsvergleichsdatensatz umfasst.

Wie bereits im Rahmen der Ausführungsformen der Verarbeitungsvorrichtung beschrieben, ermöglicht eine damit durchgeführte Bewertung eine schnelle, objektive und einfache Beurteilung einer Simulation, die die Fertigung eines Bauteils mit einem Urform- und/oder Umformverfahren beinhaltet.

Weiterhin stellt die Erfindung ein Programm zur Verfügung, das Anweisungen enthält, die eine Datenverarbeitungsvorrichtung veranlassen, das zuvor genannte Bewertungsverfahren auszuführen.

Zudem umfasst eine Ausführungsform der Erfindung ein maschinenlesbares Medium, dass das zuvor genannte Programm aufweist.

Ferner umfasst eine weitere Ausführungsform ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, mit den Schritten: Erzeugen einer Werkzeuggeometrie über eine Simulation unter Verwendung des Referenzdatensatzes, Fertigen eines Werkzeugs zur Herstellung des Bauteils, umfassend das Ausführen des obigen Verfahrens zur Bewertung und Herstellen des Bauteils mit dem Werkzeug.

Für ein besseres Verständnis der Erfindung sind der Beschreibung Figuren beigelegt, die nicht einschränkende Ausführungsbeispiele der Erfindung veranschaulichen. Merkmale mit gleichen oder ähnlichen Eigenschaften oder Aufgaben haben in den Ausführungsformen gleiche oder ähnliche Bezugszeichen. Es wird auf folgende Figuren Bezug genommen:

Figur 1, die den Aufbau und den funktionalen Zusammenhang einer erfindungsgemäßen Verarbeitungseinrichtung veranschaulicht,

Figur 2, die den Aufbau und den funktionellen Zusammenhang weiterer Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Verarbeitungseinrichtung veranschaulicht,

Figur 3, die ein Flussdiagramm zur Verarbeitung verschiedener Datensätze mittels ausgewählter erfindungsgemäßer Ausführungsformen der Verarbeitungseinrichtung zeigt,

Figur 4, die eine Simulationsgeometrie eines Simulationsdatensatzes vor der Verarbeitung mit einer erfindungsgemäßen Verarbeitungseinrichtung zeigt,

Figur 5, die eine Ausrichtung der Geometrien zweier Datensätze anhand von Bezugspunkten zeigt,

Figur 6, die einen durch die gewählte Ausrichtungsmethode verursachten Einfluss auf die mit Hilfe der Verarbeitungseinrichtung bestimmten Abweichungen zwischen zwei Datensätzen veranschaulicht,

Figur 7, die den Verzug einer Simulationsgeometrie eines Simulationsdatensatzes in Bezug zu einem absoluten Koordinatensystem zeigt,

Figur 8, die Abweichungen zwischen einem Simulationsdatensatz und dem dazugehörigen Referenzdatensatz in Form von Verzugswerten zeigt, die mit einer erfindungsgemäßen Verarbeitungseinrichtung als Flächennormale zur Bauteilgeometrie bestimmt worden sind,

Figur 9, die einen mit einer erfindungsgemäßen Vergleichseinrichtung bestimmten Ausgabevergleichsdatensatz ausgehend von einem Simulationsdatensatz und einem

Referenzdatensatz zeigt, wobei die Abweichungen als Flächennormale zu Bauteilgeometrie bestimmt worden sind,

Figur 10, die einen mit einer erfindungsgemäßen Vergleichseinrichtung bestimmten Ausgabevergleichsdatensatz ausgehend von einem Messdatensatzes und einem Referenzdatensatz zeigt, wobei die Abweichungen als Flächennormale zur Bauteilgeometrie bestimmt worden sind und das Bauteil bei der Messung eingespannt war,

Figur 11, die einen mit einer erfindungsgemäßen Vergleichseinrichtung bestimmten Ausgabevergleichsdatensatz ausgehend von einem Referenzdatensatz und einem Simulationsdatensatz, bei dem der Einfluss einer Messeinspannung rechnerisch in den Simulationsdatensatz berücksichtigt worden ist, zeigt, wobei die Abweichungen als Flächennormale zu Bauteilgeometrie bestimmt worden sind.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Es folgt die ausführliche Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, die jedoch nicht den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung lediglich auf diese Ausführungsformen beschränken soll. Hingegen wird der Schutzbereich durch die unabhängigen Ansprüche sowie die in den abhängigen Ansprüchen bevorzugten Ausführungsformen definiert.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Verarbeitungseinrichtung 100 zur Verarbeitung eines Referenzdatensatzes 10 und eines Simulationsdatensatzes 20. Die Verarbeitungseinrichtung 100 weist ein erstes Eingabebereitstellungsmodul 110, ein zweites Eingabebereitstellungsmodul 120, ein Vergleichsmodul 160 und ein Ausgabebereitstellungsmodul 180 auf. Das Ausgabebereitstellungsmodul 180 dient zur Ausgabe eines Ausgabevergleichsdatensatzes 190.

Der über das erste Eingabebereitstellungsmodul 110 eingegebene Referenzdatensatz 10 enthält Informationen bezüglich einer Referenzgeometrie eines zu fertigenden Bauteils und wurde im Einzelnen weiter oben beschrieben. Beispielhafte Bauteile sind in den Figuren 4 bis 11 gezeigt. Dabei entspricht die Referenzgeometrie im Wesentlichen der Idealgeometrie des Bauteils, wie sie z. B. während der Konstruktion mit Hilfe eines CAD-Systems erstellt wird. Somit beschreibt der Referenzdatensatz zumindest die vorgesehenen Abmessungen und die vorgesehene Form des Bauteils. Möglicherweise vorhandene im Allgemeinen vernachlässigbare Abweichungen auf Grund der

mathematischen Beschreibung der Geometrie, zum Beispiele mittels NURBS, sollen hier unberücksichtigt bleiben.

Das erste Eingabebereitstellungsmodul 110 ist in der Lage, den Referenzdatensatz für das nachfolgende Vergleichsmodul 160 zwischenzuspeichern. Weiterhin ist es möglich, dass das erste Eingabebereitstellungsmodul 110 eingerichtet ist, neben dem Empfang, der Speicherung und der Weitergabe des Referenzdatensatzes 10 eine Prüfung des Datensatzes durchzuführen. Weist der Datensatz einen Fehler auf, kann das erste Eingabebereitstellungsmodul 110 zudem ausgeführt sein, eine Fehlermeldung auszugeben. Allerdings ist es genauso möglich, dass das erste Eingabebereitstellungsmodul 110 bei bestimmten Prüfungsergebnissen, zum Beispiel dass die Daten in einem für den Vergleich nicht vorgesehenem Koordinatensystem gespeichert sind, eingerichtet ist, den Datensatz entsprechend zu transformieren und ihn erst dann an das Vergleichsmodul 160 weiterzugeben.

Das in Figur 1 dargestellte zweite Eingabebereitstellungsmodul 120 kann dem Eingabebereitstellungsmoduls 110 entsprechend ausgeführt sein, d. h. es kann eine oder mehrere der für das erste Eingabebereitstellungsmodul 110 beschriebenen Eigenschaften aufweisen. Bei jeder dieser möglichen Ausführungsformen des zweiten Eingabebereitstellungsmoduls 120 empfängt dieses jedoch einen Simulationsdatensatz 20 und gibt diesen ebenfalls beispielsweise als Zwischenspeicher an das Vergleichsmodul 160 weiter.

Der Simulationsdatensatz 20 enthält Informationen bezüglich einer Simulationsgeometrie eines Bauteils. Dabei handelt es sich um das Bauteil, welches auch in dem Referenzdatensatz 10 enthalten ist. Auch der Simulationsdatensatz 20 kann die Referenzgeometrie des Bauteils enthalten. Er zeichnet sich jedoch dadurch aus, dass er eine über eine Simulation bestimmte bzw. berechnete Bauteilgeometrie, insbesondere aus einer Fertigungssimulation, aufweist.

Eine solche Fertigungssimulation wird basierend auf der Referenzgeometrie des Bauteils durchgeführt, indem ausgehend von der Referenzgeometrie des Bauteils das Fertigungsverfahren simuliert wird, mit dem das Bauteil hergestellt werden soll. Dabei hat die Fertigungssimulation das Ziel, die Eigenschaften des für die Herstellung notwendigen Werkzeugs, wie z. B. seine Geometrie und/oder Materialeigenschaften, zu bestimmen. Somit wird auf Basis der Ergebnisse der Fertigungssimulation anschließend ein Werkzeug hergestellt, mit dem ein mit dem Referenzdatensatz des Bauteils übereinstimmendes

Bauteil gefertigt werden kann. Letzteres setzt voraus, dass die Simulation und die Fertigung des Werkzeugs keine Fehler aufweisen, sowie die Geometrie des Bauteils mit dem entsprechenden Fertigungsverfahren auch hergestellt werden kann.

Bei den simulierten Fertigungsverfahren handelt es sich erfindungsgemäß um Fertigungsverfahren, die auf der Technik des Urformens und/oder Umformens basieren. Bei diesen Verfahren spielen insbesondere die thermischen Eigenschaften des zur Fertigung des Bauteils verwendeten Werkstoffs oder Werkstoffkombination eine Rolle. Somit erfolgt die Berechnung des Simulationsdatensatzes 20 unter Berücksichtigung der thermischen Eigenschaften des Werkstoffs, wie z. B. das Fließverhalten und/oder der Wärmeausdehnungskoeffizient.

Wird ein Bauteil zum Beispiel durch ein Spritzgussverfahren hergestellt, so kann über die Fertigungssimulation das hierfür notwendige Werkzeug berechnet werden. Genauer gesagt wird über die Simulation insbesondere die Geometrie der Spritzgussform unter Berücksichtigung des thermischen Verhaltens des Spritzgusswerkstoffs, z. B. Metall oder Kunststoff, bestimmt. Das Ergebnis der Fertigungssimulation ist in diesem Fall also die Geometrie der Spritzgussform. Sie ist aufgrund des Abkühlens des in die Form eingespritzten Werkstoffs in ihren äußeren Abmessungen größer als die angestrebten Abmessungen des herzustellenden Bauteils, da bei der Berechnung der Gussform das abnehmende Werkstoffvolumen bis zur vollständigen Abkühlung des Bauteils auf Raumtemperatur berücksichtigt wird. Bei diesem Abkühlen kommt es sowohl zu einem Schwund bei dem Volumen des Werkstoffs, als auch zu einem durch den Schwund bedingten Verzug der Bauteilgeometrie.

Ähnliches gilt auch bei Fertigungsverfahren, die auf der Technik des Umformens basieren. Beispielsweise wird ein Halbzeug beim Gesenkformen ebenfalls zur Verbesserung des Fließverhaltens des Werkstoffs vor dem Umformprozess erhitzt. Nach diesem Erhitzen wird das Halbzeug in einem entsprechenden Werkzeug umgeformt. Auch hier muss die Werkzeuggeometrie die Volumenänderung beim Abkühlen des so umgeformten Bauteils berücksichtigen, um im Endeffekt die gewünschte Bauteilgeometrie bzw. die gewünschten Bauteilabmessungen zu erhalten. Auch hier ist deswegen das Werkzeug in seinen Abmessungen größer ausgelegt.

Allerdings kann es passieren, dass nach der Herstellung des Werkzeugs auf Grundlage der Fertigungssimulation das damit hergestellte Bauteil von der angestrebten Referenzgeometrie abweicht. Diese Abweichung hat zur Folge, dass das Werkzeug

nachgearbeitet werden muss, was erhebliche Kosten verursachen kann.

Dementsprechend ist es von Interesse, die Ursache für eine abweichende Geometrie bzw. abweichende Abmessungen des Bauteils schnellstmöglich herauszufinden.

Hierbei kommen gleich mehrere Fehlerquellen infrage, die ursächlich für die Abweichung sein können. Einerseits ist es möglich, dass die Simulation selbst fehlerhaft ist. So ist es denkbar, dass die mathematische Beschreibung des Werkstoffverhaltens während der Fertigung nicht ausreichend beschrieben ist und somit eine Fehlerquelle darstellt. Diese kann die bei der nachfolgenden Fertigung des Bauteils Abweichungen in der Geometrie bzw. der Abmessungen des Bauteils im Verhältnis zur Referenzgeometrie begründen.

Andererseits kann auch eine korrekte Simulation des Fertigungsverfahrens zu einer fehlerhaften Geometrie des Bauteils führen. In so einem Fall liegt der Fehler nicht in der Simulation selbst, sondern in der ursprünglichen Gestaltung der Referenzgeometrie. So ist hier zwar eine korrekte Simulation des Werkstoffverhaltens während der Fertigung erfolgt, jedoch ist der Werkstoff bzw. die Referenzgeometrie nicht geeignet, diese auch tatsächlich herzustellen. So kann zum Beispiel das Fließverhalten des Werkstoffs nicht geeignet sein, um zum Beispiel das gesamte Werkzeug vollständig auszufüllen. In so einem Fall wäre es z. B. bei einem Spritzgussverfahren entweder notwendig, die Zuführung des Werkstoffs in die Form, zum Beispiel durch zusätzliche Spritzgusskanäle, sicherzustellen oder die dem Werkzeug zugrunde liegende Referenzgeometrie anzupassen. Um jedoch feststellen zu können, wo die eigentliche Ursache einer fehlerhaften Geometrie des gefertigten Bauteils begründet ist, muss eine Analyse der Abweichung zwischen dem Referenzdatensatz und dem Simulationsdatensatz durchgeführt werden. Genauer gesagt ist ein Vergleich der Referenzgeometrie im Verhältnis zur Simulationsgeometrie des Bauteils notwendig.

Hierfür ist in der Verarbeitungseinrichtung 100 das Vergleichsmodul 160 vorgesehen. Das Vergleichsmodul 160 bestimmt somit basierend auf dem durch das erste Eingabebereitstellungsmodul bereitgestellten Referenzdatensatz und dem durch das zweite Eingabebereitstellungsmodul 120 bereitgestellten Simulationsdatensatz 20 einen Simulationsvergleichsdatensatz, der Abweichungen des Simulationsdatensatzes zum Referenzdatensatz als Simulationsverzugswerte aufweist. Dieser Simulationsvergleichsdatensatz wird anschließend an das Ausgabebereitstellungsmodul 180 weitergegeben. Das Ausgabebereitstellungsmodul 180 ist eingerichtet, einen Vergleichsdatensatz 190 auszugeben. Dabei kann die Ausgabe über eine Anzeigevorrichtung, wie zum Beispiel einen Bildschirm stattfinden, und zwar als

graphische Darstellung der Bauteilgeometrie und/oder als numerischer Wert, z. B. als mindestens ein Kennwert. Ebenso ist es möglich, den Vergleichsdatensatz 190 im Rahmen einer weiteren Analyse, wie zum Beispiel einer statistischen Betrachtung der durch das Vergleichsmodul 160 gewonnenen Abweichungswerte, weiter zu verarbeiten. In jedem Fall enthält der Ausgabevergleichsdatensatz 190 Informationen dazu, inwieweit die Geometrie des Simulationsdatensatzes 20 von der angestrebten Referenzgeometrie des Referenzdatensatzes 10 abweicht. Die hierdurch erhaltenen Verzugswerte können dann mit den tatsächlich hergestellten Bauteilen verglichen werden, um die Simulation entsprechend zu bewerten.

Figur 2 zeigt weitere bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Wie in Figur 1 umfasst die Verarbeitungseinrichtung 200 ein erstes Eingabebereitstellungsmodul 210, ein zweites Eingabebereitstellungsmodul 220, ein Vergleichsmodul 260 und ein Ausgabedatenbereitstellungsmodul 280. Wie zuvor beschrieben wird in die Verarbeitungseinrichtung 200 über das erste Eingabebereitstellungsmodul 210 ein Referenzdatensatz 10 und über das zweite Eingabebereitstellungsmodul 220 ein Simulationsdatensatz 20 eingegeben. Nach Verarbeitung durch die Verarbeitungseinrichtung 200 wird über das Ausgabedatenbereitstellungsmodul 280 ein Ausgabevergleichsdatensatz 290 ausgegeben. Somit entsprechen diese genannten Datensätze und Module dieser Ausführungsform im Wesentlichen den Datensätzen und Modulen der zuvor beschriebenen Ausführungsform aus Figur 1. Zusätzlich dazu sind in Figur 2 weitere Module und Datensätze mit gestrichelten Linien gezeigt, die der Verarbeitungseinrichtung 200 einzeln oder in beliebiger Kombination zugefügt werden können.

So kann sich bevorzugt als Teil des Vergleichsmoduls 260 in diesem Modul ein Ausrichtungsmodul 250 befinden. Ein derartiges Ausrichtungsmodul ermöglicht es, die in die Verarbeitungseinrichtung 200 eingegebenen Datensätze zueinander auszurichten. Dies hat den Vorteil, dass eine festgestellte Abweichungen des hergestellten Bauteils in Bezug zu der Referenzgeometrie objektiv und einfach mit einem über das Vergleichsmodul 260 festgestellte Abweichungswert, bevorzugt einem Verzugswert, zwischen dem Referenzdatensatz 10 und dem Simulationsdatensatz 20 verglichen werden kann.

Das Ausrichtungsmodul 250 ermöglicht somit Ungenauigkeiten, die lediglich durch die Bestimmung von Abweichungswerten bei einem gefertigten Bauteil und der simulierten Bauteilgeometrie festgestellt worden sind, vorzubeugen. Kurz gesagt können so

Abweichungen vermieden werden, die durch den Vergleich von mindestens zwei Datensatzpaaren lediglich aufgrund unterschiedlich zueinander ausgerichteter Geometrien verursacht werden.

So kann beispielsweise der Simulationsdatensatz 20 mit dem Referenzdatensatz 10 über die Methode der kleinsten Quadrate in Bezug gesetzt werden. Alternativ oder ergänzend ist es möglich, dass zur Feststellung einer Abweichung die Ausrichtung der jeweiligen Datensätze bzw. der darin enthaltenen Bauteilgeometrien anhand von Bezugspunkten, bevorzugt funktionellen und/oder ästhetischen Bezugspunkten, des Bauteils erfolgen.

In diesem Zusammenhang zeigt Figur 5 beispielhaft die Ausrichtung eines vermessenen hergestellten Bauteils 500, die insbesondere über Befestigungselemente 510 als Bezugspunkte ausgeführt wird. Dies hat den Vorteil, dass vor allem der Verzug in Bereichen eines Bauteils berücksichtigt werden kann, der für die Funktionalität und/oder die Ästhetik des Bauteils von Bedeutung ist. Wie bereits beschrieben, kann das Ausrichtungsmodul 250 dabei die Ausrichtung basierend auf sechs Bezugspunkten ausführen oder auch über eine Kombination von Bezugspunkten zusammen mit einem automatischen Ausrichtungsalgorithmus, der eine gewichtete oder ungewichtete automatische Ausrichtung ausführen kann.

Auch wenn das Ausrichtungsmodul 250 in Figur 2 als Bestandteil des Vergleichsmoduls 260 dargestellt ist, kann es auch als getrenntes Modul, das dem Vergleichsmodul 260 bevorzugt vorgeschaltet ist, ausgeführt sein.

Weiterhin kann sich in dem Vergleichsmodul 260 ein Transformationsmodul 270 befinden. Dieses Transformationsmodul führt eine Transformation der zwischen Datensätzen festgestellten Abweichungen durch. So kann eine Abweichung beispielsweise in einem absoluten Koordinatensystem bestimmt werden und anschließend auf lokal bezogene Abweichungen umgerechnet werden. Diese lokal bezogenen Abweichungen beziehen sich dabei auf die Bauteilgeometrie, bevorzugt die Referenzgeometrie des Bauteils. Genauer gesagt wird eine Abweichung in diesem Fall in Bezug auf einen bestimmten Punkt auf der Referenzgeometrie dargestellt. Dabei kann das dafür verwendete lokale Koordinatensystem entweder wie das für den Vergleich verwendete globale Koordinatensystem ausgerichtet sein, ist bevorzugt jedoch so ausgerichtet, dass eine seiner Achsen als Flächennormale von der Bauteilgeometrie weg zeigt. Auf diese Weise ist eine besonders einfache Vergleichsmöglichkeit der Abweichungswerte untereinander und zwischen mehreren Vergleichsdatsätzen gegeben.

Weiterhin ist es bei der Verarbeitungseinrichtung 200 erfindungsgemäß möglich, ein drittes Eingabebereitstellungsmodul 230 bereitzustellen. Dabei kann das dritte Eingabebereitstellungsmodul alle oder ausgewählte Eigenschaften des ersten Eingabebereitstellungsmodul 210 und/oder des zweiten Eingabebereitstellungsmoduls 220 aufweisen. Da diese Eigenschaften bereits zuvor anhand der Figur 1 ausführlich beschrieben worden sind, wird hier auf eine Wiederholung dieser Beschreibung verzichtet.

Das dritte Eingabebereitstellungsmodul 230 dient zur Eingabe eines Messdatensatzes 30, der Informationen bezüglich einer gemessenen Geometrie des gefertigten Bauteils aufweist. Durch die Bereitstellung dieses Datensatzes an dem Vergleichsmodul 260 ist es ebenso möglich, den Messdatensatz in dem Vergleichsmodul 260 auf effiziente Weise zu verarbeiten. Ähnlich wie bei einem Vergleich des Simulationsdatensatzes 20 mit dem Referenzdatensatz 10 resultiert hier ein Vergleich zwischen dem Messdatensatz 30 und dem Referenzdatensatz 10 in einem Messvergleichsdatsatz, der jedoch Abweichungen des Messdatensatzes zum Referenzdatensatz als Messverzugswerte aufweist. Durch einen solchen Vergleich mit dem Vergleichsmodul 260 können durch das Ausgabebereitstellungsmodul 280 und damit in dem ausgegebenen Ausgabevergleichsdatsatz 290 direkt sämtliche Daten zur Bewertung einer Simulation unter Berücksichtigung der Geometrie bzw. der Abmessungen des gefertigten Bauteils bereitgestellt werden. Genauer gesagt enthält der Ausgabevergleichsdatsatz 290 alle notwendigen Informationen, um bei der Fertigungssimulation verursachte Abweichungen zu identifizieren und zu quantifizieren. Mit anderen Worten wird die zuvor genannte Feststellung, ob eine Abweichung auf die Simulation zurückzuführen ist oder auf eine nicht fertigbare Geometrie vereinfacht.

Weiterhin kann die Verarbeitungseinrichtung 200 ein Messsimulationsmodul 240 aufweisen. Durch ein derartiges Messsimulationsmodul 240, das bevorzugt auf einer kommerziell erhältlichen finite Elemente Software basiert, kann ein weiterer Grund für eine Abweichung quantifiziert werden, der weder durch die Simulation noch durch eine nicht fertigbare Geometrie verursacht wird. So ist es möglich, dass das gefertigte Bauteil während seiner Vermessung durch diese einem Verzug unterliegt. Dieser kann insbesondere von einem verwendeten Messaufbau verursacht werden. So kann das Bauteil für eine Vermessung eingespannt sein, um es für eine Vermessung zu positionieren und etwaige Bewegungen des Bauteils während der Vermessung zu vermeiden. Allerdings kann es durch die Verwendung einer derartigen Messeinspannung

dazu kommen, dass das Bauteil verformt wird. Eine derartig hervorgerufene Verformung zeigt sich anschließend bei der Bestimmung eines Vergleichsdatensatzes über das Vergleichsmodul 260 als Abweichung.

Jedoch ist es möglich, die Messeinspannung auch bei dem Simulationsdatensatz 20 über das Messsimulationsmodul 250 zu berücksichtigen, um durch die Messeinspannung verursachten Abweichungen, die zu einer fehlerhaften Bewertung der Simulation führen können, vorzubeugen. Dabei ist das Messsimulationsmodul 240 bevorzugt dem zweiten Eingabebereitstellungsmodul 220 untergeordnet, um anschließend dem Vergleichsmodul 260 den so den Messaufbau berücksichtigenden Simulationsdatensatz 20 bereitzustellen.

Neben oder alternativ zu einem Aufruf nach Eingabe des Simulationsdatensatzes 20, kann das Messsimulationmodul 240 zum Beispiel auch erst aufgerufen werden, wenn ein von dem Vergleichsmodul 260 bestimmter Vergleichsdatensatz Abweichungen ergibt, die einen festgelegten Kennwert überschreiten. Hierbei dient das Messsimulationsmodul 240 zur Überprüfung, ob eine festgestellte Abweichung durch dessen Einsatz verringert werden kann. Dies kann die für eine Bewertung benötigte Zeit im Mittel vermindern, da die für die Messsimulation notwendige Erstellung eines finiten Elemente Modells und die nachfolgende Rechnung nur im Bedarfsfall ausgeführt wird.

Insbesondere ist es von Vorteil, den vom Vergleichsmodul 260 bestimmten Simulationsvergleichsdatensatz und Messvergleichsdatensatz direkt im Vergleichsmodul 260 zueinander in Bezug zu setzen, um Abweichungswerte zwischen dem Simulationsdatensatz 20 und dem Messdatensatz 30 im Hinblick auf den Referenzdatensatz 10 zu bestimmen. Auch hier wird der am Ende auszugebene Ausgabevergleichsdatensatz 290 um eine zusätzlich für die Bewertung nützliche mit der Verarbeitungseinrichtung berechnete Information ergänzt.

Figur 3 zeigt ein Flussdiagramm, das den internen Ablauf einer erfindungsgemäßen Verarbeitungseinrichtung 300 aufzeigt. Wie in Figur 2 sind auch hier optionale Komponenten gestrichelt dargestellt. Dabei können die Komponenten entweder vorgesehen sein, werden aber wie auch in Figur 2 möglich nur im Bedarfsfall aufgerufen, oder sind, wie ebenfalls in Figur 2 möglich, nicht vorgesehen.

Erfolgt der Start 301 der Verarbeitungseinrichtung 300, so werden zunächst zumindest der Referenzdatensatz 10 und der Simulationsdatensatz 20 über eine Eingabe 311 des jeweiligen Eingabebereitstellungsmoduls 310, 320, 330 eingegeben, um bereitgestellt zu

werden. Das in Figur 3 gezeigte Eingabebereitstellungsmodul 310, 320, 330 ist somit stellvertretend für das erste Eingabebereitstellungsmodul, das zweite Eingabebereitstellungsmodul und das dritte Eingabebereitstellungsmodul, wobei mindestens zwei dieser Eingabebereitstellungsmodul wie auch in den zuvor beschriebenen Ausführungsformen beschrieben vorhanden sind.

Auf die Eingabe 311 erfolgt optional eine Datensatzprüfung 312, die bei Feststellung eines Fehlers zu einer Fehlermeldung 313 führt. Weiterhin kann die Datensatzprüfung 312 eine Koordinatentransformation 315 auslösen, wenn die Datensatzprüfung 312 ergibt, dass ein über die Eingabe 311 eingegebener Datensatz in einem anderen als für den Vergleich geforderten Koordinatensystem bereitgestellt ist. Die Datensatzprüfung kann automatisch durch ein angepasstes Computerprogramm oder Bewertung eines Benutzers durchgeführt werden.

Ist dem Eingabebereitstellungsmodul 310, 320, 330 ein Messsimulationsmodul nachgeschaltet, erfolgt eine Abfrage, ob eine Messeinspannungssimulation 341 durchgeführt werden soll. Ist dies der Fall, so wird die Simulation der Messeinspannung 342 ausgeführt. Wie anhand der Figur 2 bereits beschrieben, kann eine derartige Simulation der Messeinspannung 342 auch erst durch den nachfolgenden Vergleich 361 im Vergleichsmodul 360 ausgelöst werden. Bevorzugt wird die Messsimulation an dem Simulationsdatensatz 20 ausgeführt. Es ist jedoch genauso möglich, den Einfluss der Messeinspannung aus dem Messdatensatz 30 herauszurechnen statt ihn in den Simulationsdatensatz 20 einzubeziehen. In so einem Fall wäre das Messsimulationsmodul dem dritten Eingabebereitstellungsmodul 330 untergeordnet.

Die so bereitgestellten Datensätze können anschließend in einem Ausrichtungsmodul 350 entsprechend einer der zuvor genannten Möglichkeiten über die Ausrichtung 352 zueinander ausgerichtet werden, wenn diese von der Ausrichtungsabfrage 351 ausgelöst wird. Ob eine Ausrichtung 352 notwendig ist und wie diese erfolgen soll, kann entweder im Voraus festgelegt sein oder wird durch eine zwischengeschaltete Interaktion mit dem Benutzer eingestellt. Bevorzugt werden immer jeweils zwei Datensätze zueinander ausgerichtet. Allerdings ist es auch denkbar mehr als zwei Datensätze, insbesondere drei Datensätze, gleichzeitig mit einem der zuvor genannten Verfahren zueinander auszurichten.

Die so eingegebenen und/oder verarbeiteten mindestens zwei Datensätze 10, 20, 30 werden anschließend über einen Vergleich 361 in dem Vergleichsmodul 360 zum

Bestimmen der Abweichungen zwischen den Datensätzen zueinander in Bezug gesetzt. Die so bestimmten Vergleichsdatsätze werden an das Ausgabebereitstellungsmodul 380 weitergegeben.

Dabei können sie zu dem Transformationssimulationsmodul 370 gelangen, das abweichend zu der Ausführungsform in Figur 2 ein Bestandteil des Ausgabebereitstellungsmodul 380 ist. Es kann aber ebenso, wie in Figur 2 gezeigt, Bestandteil des Vergleichsmoduls 360 sein. Umgekehrt kann das Transformationsmodul 270 in der Ausführungsform aus Figur 2 auch Bestandteil des Ausgabebereitstellungsmoduls 280 sein.

Erfolgt bei der Abfrage 371 die Entscheidung für eine Koordinatentransformation, wird die Koordinatentransformation 372 ausgeführt. Anschließend gelangt der mindestens eine Vergleichsdatsatz zu der Ausgabe 381 wo er als Simulationsdatsatz 390 ausgegeben wird. Wie zuvor beschrieben kann die Ausgabe als grafische Darstellung, wie beispielhaft in den Figuren 4 bis 11 gezeigt, als ein zuvor berechneter Kennwert und/oder eine direkte Gegenüberstellung der im Vergleichsmodul 360 bestimmten Vergleichsdatsätze erfolgen. Nach erfolgter Ausgabe wird die Verarbeitungseinrichtung 300 bei 302 angehalten.

Figur 4 zeigt die graphische Darstellung eines Ergebnisses einer Fertigungssimulation eines beispielhaften Bauteils 400. Der durch die Fertigungssimulation bestimmte Simulationsdatsatz 20 enthält die an der äußersten Kontur erkennbare Geometrie des Werkzeugs 410, in diesem Beispiel eine Spritzgussform, sowie die Simulationsgeometrie 420 des Bauteils 400 nach dem Einspritzen des flüssigen Werkstoffs sowie dessen Abkühlung. Die Darstellung des durch die Abkühlung verursachten Schwunds und Verzugs ist in absoluten X Koordinaten wiedergegeben. Dabei ist zu erkennen, das sich insbesondere in Längsrichtung, d.h. der angezeigten X-Richtung in Figur 4, der lokal auftretende Schwund des Bauteils aufaddiert.

Figur 5 zeigt beispielhaft an weiteres Bauteil 500, bei dem die Ausrichtung an charakteristischen Bezugspunkten 510 bis 515 erfolgt. Dazu wird über die sechs Bezugspunkte 510 bis 515 ein kartesisches Koordinatensystem in das Bauteil gelegt. Dieser Vorgang wird für mindestens zwei der Datensätze, d. h. den Referenzdatsatz 10, den Simulationsdatsatz 20 und/oder den Messdatsatz 30 ausgeführt. Anschließend können die mindestens zwei Bauteilgeometrien durch das Übereinanderlegen ihrer Koordinatensysteme zueinander ausgerichtet werden. In dem in

Figur 5 gezeigten Bauteil sind zum Definieren des Koordinatensystems die bei Befestigungselementen angeordneten Bezugspunkte 510, 511, 514 und Bezugspunkte 512, 513 und 515 ausgewählt.

Figur 6 zeigt ebenfalls das Bauteil 500 aus Figur 5, wobei der Referenzdatensatz zu dem Messdatensatz oder dem Simulationsdatensatz auf der linken Seite (a) durch eines der oben aufgeführten automatischen Ausrichtungsverfahren ausgerichtet worden ist, während auf der rechten Seite (b) eine Ausrichtung anhand der charakteristischen Orientierungspunkte aus Figur 5 zu sehen ist. Der durch diese unterschiedlichen Ausrichtungsverfahren verursachte Unterschied bei dem Ausgabevergleichsdatensatz ist in Figur 6 an den unterschiedlich ausgeprägten Mustern, die den lokalen Verzug senkrecht zur Bauteilgeometrie wiedergeben, deutlich zu erkennen.

Figur 7 zeigt den auf eine Bauteilgeometrie des Bauteils 700 bezogenen absoluten Verzug. Dieser ergibt sich durch vektorielles Aufaddieren des Verzugs in X-, Y- und Z-Richtung. Der Betrag der Verzugsvektoren ist in Figur 7 farblich dargestellt. Die Richtung des Verzugs kann an dem Bauteil 700 in Figur 7 nicht erkannt werden.

Figur 8 zeigt ebenfalls das Bauteil 700 aus Figur 7, allerdings zusammen mit dem durch eine erfindungsgemäße Verarbeitungseinrichtung 100, 200, 300 gewonnenen Ausgabevergleichsdatensatz 190, 290, 390. Hierbei wird der Verzug lokal jeweils als Flächennormale senkrecht zu der Bauteilgeometrie dargestellt. Somit ist ein einfacher Vergleich des Verzugs zwischen einer beliebigen Kombination der genannten Datensätze 10, 20, 30 möglich. Dabei wird die Richtung der Abweichung bzw. des Verzugs durch positive bzw. negative Abweichungswerte angegeben.

Die Figuren 9, 10 und 11 zeigen ein weiteres beispielhaftes Bauteil 900. Figur 9 zeigt wie Figur 8 den mit einer erfindungsgemäßen Verarbeitungseinrichtung 100, 200, 300 bestimmten Ausgabevergleichsdatensatz 190, 290, 390. Dabei sind die Abweichungswerte lokal als Flächennormale zu der Referenzgeometrie des Bauteils 900 gezeigt. Figur 9 zeigt dabei über den Ausgabevergleichsdatensatz 190, 290, 390 ausgegebene Simulationsverzugswerte aus dem Simulationsvergleichsdatensatz. Im Unterschied zu Figur 9 zeigt Figur 10 dagegen Messverzugswerte aus dem Messvergleichsdatensatz, der die Abweichungen zwischen dem Messdatensatz 30 und dem Referenzdatensatz 10 beinhaltet. Auch hier sind die Abweichungen als Flächennormalen zur Referenzgeometrie dargestellt. Figur 11 zeigt wiederum den Simulationsvergleichsdatensatz aus Figur 9, dass heißt den Simulationsdatensatz 20 in

Bezug zum Referenzdatensatz 10, jedoch nachdem bei diesem die bei dem gefertigten und vermessenen Bauteil 900 in Figur 10 erfolgte Messeinspannung mit Hilfe eines erfindungsgemäßen Messsimulationsmoduls 240, 340 berücksichtigt worden ist.

Der direkte Vergleich der Figuren 9 bis 11 zeigt deutlich, wie die erfindungsgemäße Verarbeitungseinrichtung eine quantitative Grundlage für die objektive Bewertung der durchgeführten Simulation liefert. So würde zum Beispiel ein einfacher Vergleich zwischen dem Bauteil 900 aus Figur 9 mit dem Bauteil 900 aus Figur 10 zunächst zu der Annahme führen, dass zum Teil größere Unterschiede zwischen dem durch den Simulationsvergleichsdatensatz analysierten Simulationsergebnis in Figur 9 und dem tatsächlich hergestellten Bauteil 900 aus Figur 10 vorhanden sind. So beträgt beispielsweise die in Figur 9 im unteren linken Bereich zu sehende Abweichung zur Referenzgeometrie 12,4 mm, die Abweichung an der gleichen Stelle bei dem vermessenen Bauteil in Figur 10 nur 3,2 mm beträgt.

Nach Berücksichtigung der bei dem Bauteil 900 in Figur 10 verwendeten Messeinspannung mit Hilfe des Messsimulationsmoduls ist jedoch festzustellen, dass diese Abweichung zur Referenzgeometrie nicht auf die Simulation zurückzuführen ist, sondern auf die Messeinspannung. So beträgt die Abweichung nach Einbezug der Messeinspannung an der zuvor genannten Stelle nunmehr bei 3,6 mm anstelle der zuvor festgestellten 12,4 mm. Damit beläuft sich der durch die Simulation bedingte Unterschied nunmehr nur noch auf 0,4 mm.

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass die erfindungsgemäße Vergleichseinrichtung beliebig durch weitere Datensätze und Eingabebereitstellungsmodule ergänzt werden kann, um die einer Abweichung zugrunde liegenden Fehlerquellen noch weiter aufzuschlüsseln und so zu einer detaillierten Bewertung des Simulationsergebnisses zu gelangen. Ein Beispiel für eine zusätzliche Bewertungskomponente der Simulation kann ein über ein viertes Eingabebereitstellungsmodul bereitgestellter Messdatensatz des Werkzeugs sein, um etwaige Abweichungen bei der Fertigung des Werkzeugs in Bezug zu der durch Simulation bestimmten Werkzeuggeometrie zu quantifizieren. Ein weiteres Beispiel sind mehrstufige Fertigungsverfahren, bei denen mehrere Fertigungsschritte simuliert werden und entsprechend auf mehr Messdatensätze erzeugt werden.

Bevorzugt können die oben beschriebenen Verarbeitungseinrichtungen zur Bewertung einer Simulation von Bauteilen eines Kraftfahrzeugs, insbesondere für den Innenraum eines Automobil, verwendet werden. Dies wurde anhand mehrerer Beispiele oben

beschrieben, in denen Bauteile eines Kraftfahrzeugs simuliert und gemessen wurden. Es ist dem Fachmann jedoch bewusst, dass die Erfindung nicht auf Bauteile eines Kraftfahrzeugs beschränkt ist und ebenso für Bauteile, insbesondere für eine Innenverkleidung, eines Flugzeugs, Schiffes oder sogar für Bauteile einer Verkleidung eines Bads oder Küche verwendet werden kann.

Aus der vorhergehenden Beschreibung erkennt der Fachmann ferner, dass verschiedene Modifikationen und Variationen der Verarbeitungseinrichtungen sowie des entsprechenden Verfahrens und Systems durchgeführt werden können, ohne den Umfang der Erfindung zu verlassen.

Ferner wurde die Erfindung mit Bezug auf bestimmte Beispiele beschrieben, die jedoch nur zum verbesserten Verständnis der Erfindung dienen sollen, und diese nicht einschränken sollen.

Der Fachmann erkennt auch sofort, dass viele verschiedene Kombinationen der Elemente zur Ausführung der vorliegenden Erfindung verwendet werden können. Deshalb wird der wahre Umfang der Erfindung durch die folgenden Ansprüche gekennzeichnet.

PATENTANSPRÜCHE

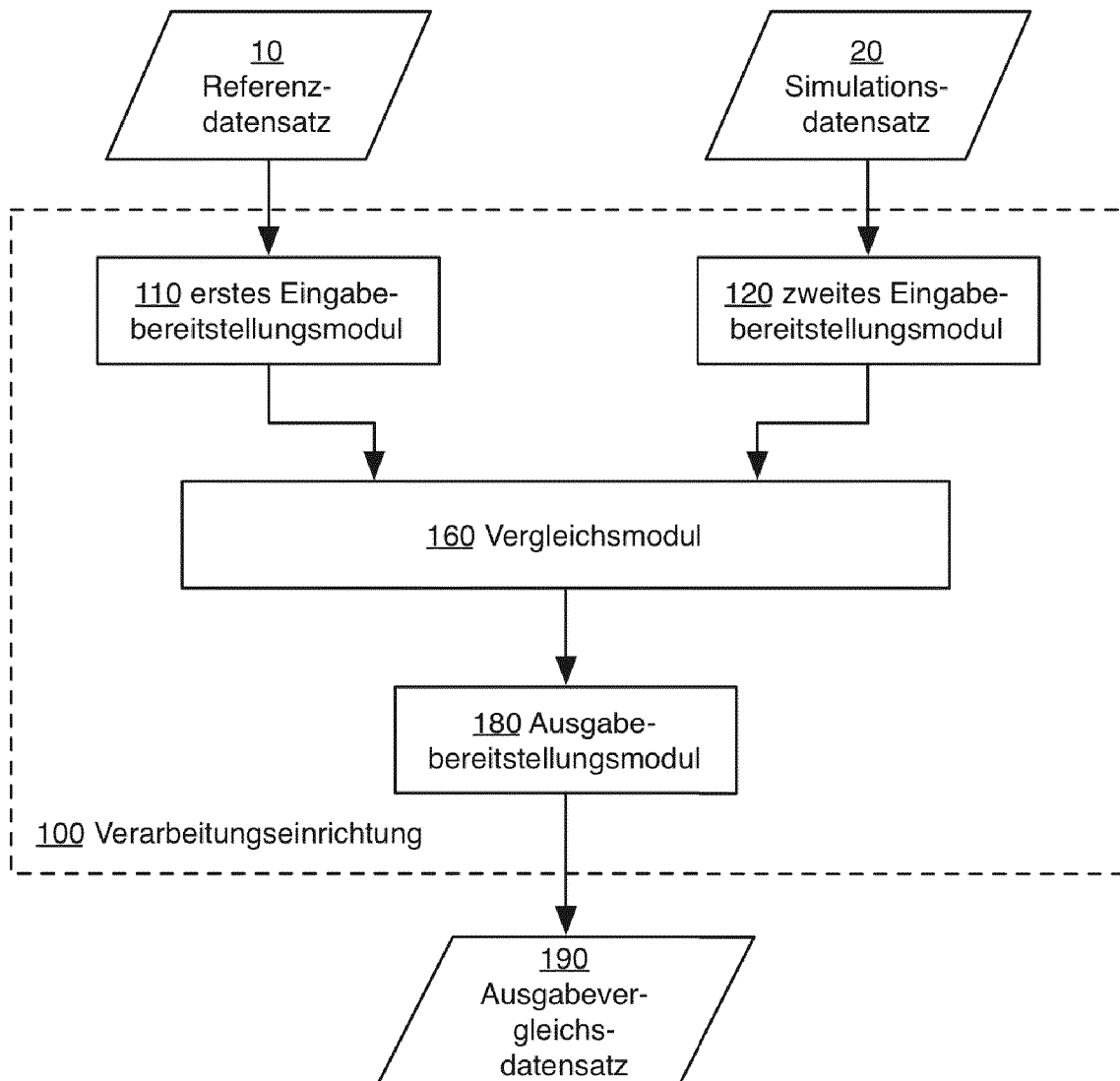
1. Verarbeitungseinrichtung zur Bewertung einer Simulation eines durch ein Urformverfahren und/oder Umformverfahren hergestellten Bauteils, die aufweist:
 - ein erstes Eingabebereitstellungsmodul zum Bereitstellen eines Referenzdatensatzes bezüglich der Referenzgeometrie des Bauteils,
 - ein zweites Eingabebereitstellungsmodul zum Bereitstellen eines Simulationsdatensatzes bezüglich der Simulationsgeometrie des Bauteils,
 - ein Vergleichsmodul zum Bestimmen eines Simulationsvergleichsdatensatzes, der Abweichungen des Simulationsdatensatzes zum Referenzdatensatz als Simulationsverzugswerte in einem festgelegten Koordinatensystem aufweist, und
 - ein Ausgabebereitstellungsmodul zum Ausgeben eines Ausgabevergleichsdatensatzes, der den Simulationsvergleichsdatensatz umfasst.
2. Verarbeitungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgabevergleichsdatensatz Abweichungswerte und die Geometrie des Bauteils aufweist, wobei die Geometrie des Bauteils bevorzugt dem Referenzdatensatz entnommen ist.
3. Verarbeitungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend, ein Ausrichtungsmodul, das die in dem Vergleichsmodul zu verarbeitenden Datensätze zueinander in Bezug setzt.
4. Verarbeitungseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausrichtungsmodul eingerichtet ist, die Datensätze über ausgewählte Bezugspunkte, insbesondere mindestens 3 und bevorzugt 6 Bezugspunkte, zueinander in Bezug zu setzen.
5. Verarbeitungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend
 - ein drittes Eingabebereitstellungsmodul zum Bereitstellen eines Messdatensatzes bezüglich der gemessenen Geometrie des Bauteils.
6. Verarbeitungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Vergleichsmodul ferner einen Messvergleichsdatensatz bestimmt, der Abweichungen des Messdatensatzes zum Referenzdatensatz als Messverzugswerte in einem festgelegten Koordinatensystem aufweist.

7. Verarbeitungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
dass der Ausgabevergleichsdatensatz ferner den Messvergleichsdatensatz umfasst.
8. Verarbeitungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend
ein Transformationsmodul zum Transformieren des
Simulationsvergleichsdatensatzes und/oder des Messvergleichsdatensatzes in einzelne lokale Koordinatensysteme, wobei jeweils eine Achse der lokalen Koordinatensysteme eine Flächennormale in Bezug zu einer in einem der Datensätze enthaltenen Geometrie des Bauteils bildet.
9. Verarbeitungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend
ein Messsimulationsmodul zur Simulation einer Messeinspannung des Bauteils.
10. Verarbeitungseinrichtung nach Anspruch 9, wobei
das Messsimulationsmodul einen Simulationsdatensatz generiert, der Informationen über die Messeinspannung berücksichtigt.
11. Verarbeitungseinrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet,
dass das Messsimulationsmodul zum Ausführen einer finiten Elemente Analyse eingerichtet ist.
12. Verarbeitungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass das Ausgabebereitstellungsmodul ein Anzeigemodul zum Anzeigen des Ausgabevergleichsdatensatzes umfasst.
13. Verarbeitungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass das Vergleichsmodul zum Berechnen eines Kennwerts eingerichtet ist.
14. Verarbeitungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

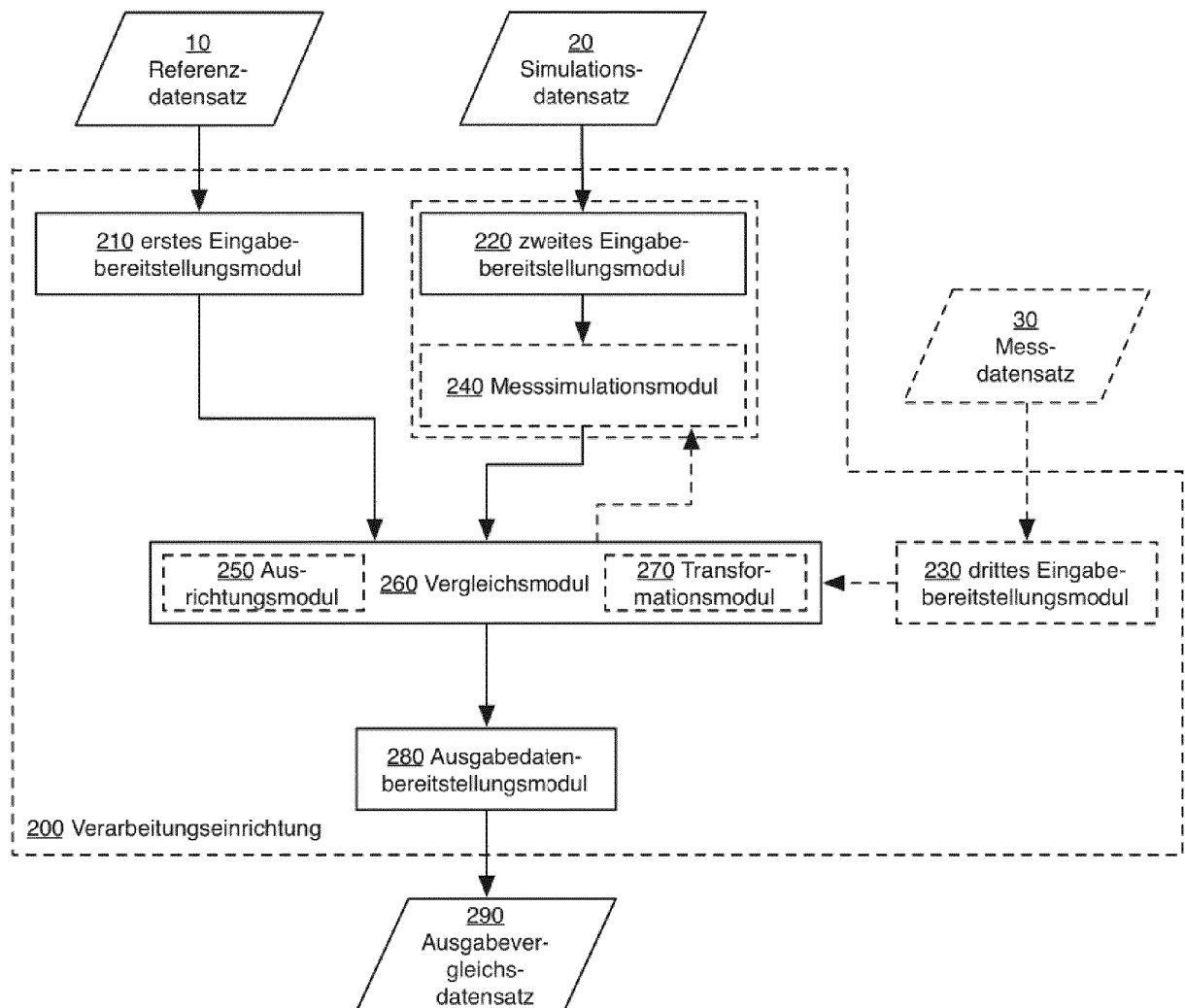
dass das erste, zweite und/oder dritte Eingabebereitstellungsmodul eingerichtet ist, eine Koordinatentransformation in ein für das Vergleichsmodul festgelegtes Koordinatensystem durchzuführen.

15. System zum Bewerten einer Simulation, mit:
einer Verarbeitungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, und
einem Fertigungssimulationsmodul zum Berechnen eines Simulationsdatensatzes.
16. System nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,
dass das Fertigungssimulationsmodul eingerichtet ist, eine Simulation nach der Methode der finiten Elemente und/oder Randelemente auszuführen, mit der eine Fertigung des Bauteils zur Bestimmung einer Werkzeuggeometrie simuliert wird.
17. System nach Anspruch 15, ferner umfassend
ein Messsystem zur Vermessung des Bauteils, um einen Messdatensatz zu erzeugen.
18. Verfahren zur Bewertung einer Simulation unter Verwendung einer Verarbeitungsvorrichtung, umfassend:
 - Bereitstellen eines Referenzdatensatzes mit einem ersten Eingabebereitstellungsmodul,
 - Bereitstellen eines Simulationsdatensatzes mit einem zweiten Eingabebereitstellungsmodul,
 - Bestimmen eines Simulationsvergleichsdatensatzes, der Abweichungen des Simulationsdatensatzes zum Referenzdatensatz als Simulationsverzugswerte in einem festgelegten Koordinatensystem aufweist, und
 - Ausgeben eines Ausgabevergleichsdatensatzes über ein Ausgabedatenbereitstellungsmodul, der den Simulationsvergleichsdatensatz umfasst.
19. Programm, das Anweisungen enthält, die eine Datenverarbeitungsvorrichtung veranlassen, das Bewertungsverfahren nach Anspruch 18 auszuführen.
20. Maschinenlesbares Medium, das ein Programm nach Anspruch 19 aufweist.
21. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, mit den Schritten:
 - Erzeugen einer Werkzeuggeometrie über eine Simulation unter Verwendung des Referenzdatensatzes,

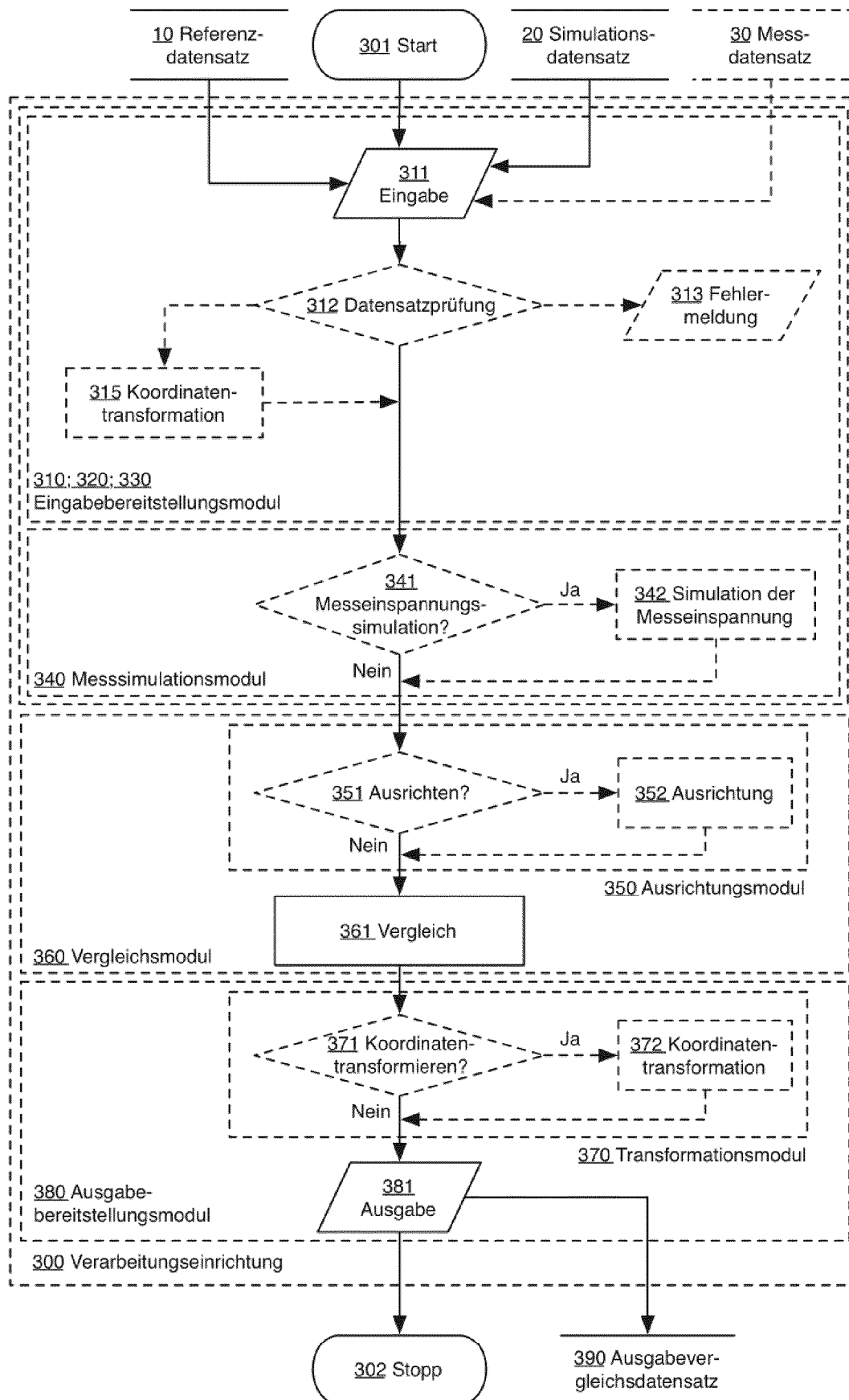
- Fertigen eines Werkzeugs zur Herstellung des Bauteils, umfassend das Ausführen des Verfahrens nach Anspruch 18, und
- Herstellen des Bauteils mit dem Werkzeug.



Figur 1



Figur 2



Figur 3

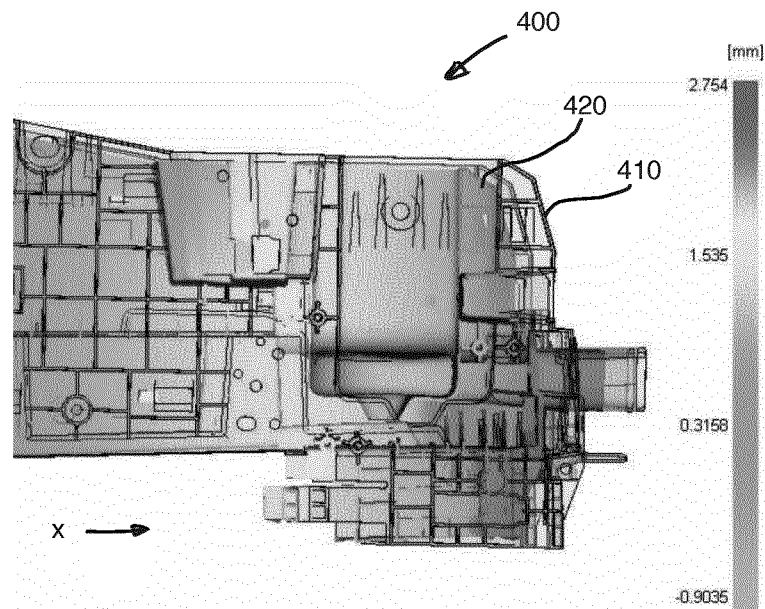


Figure 4

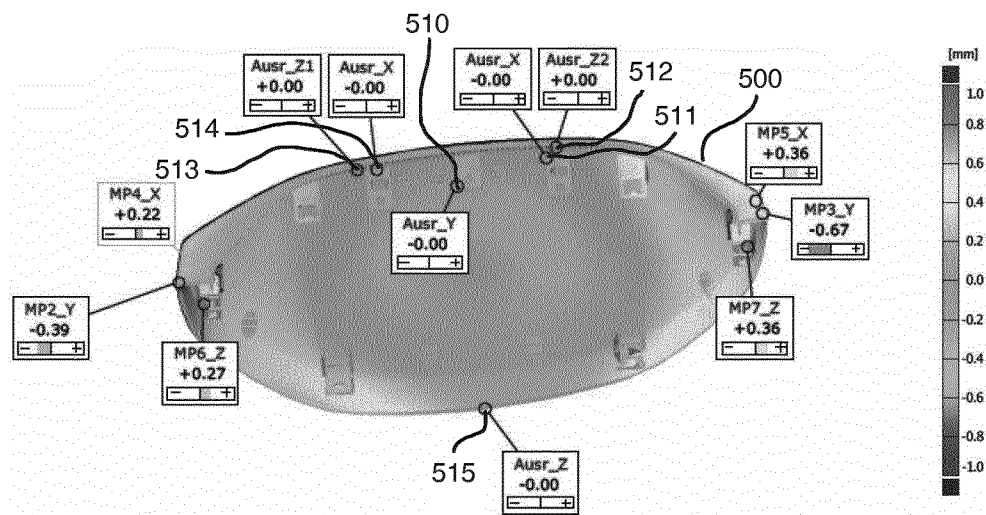


Figure 5

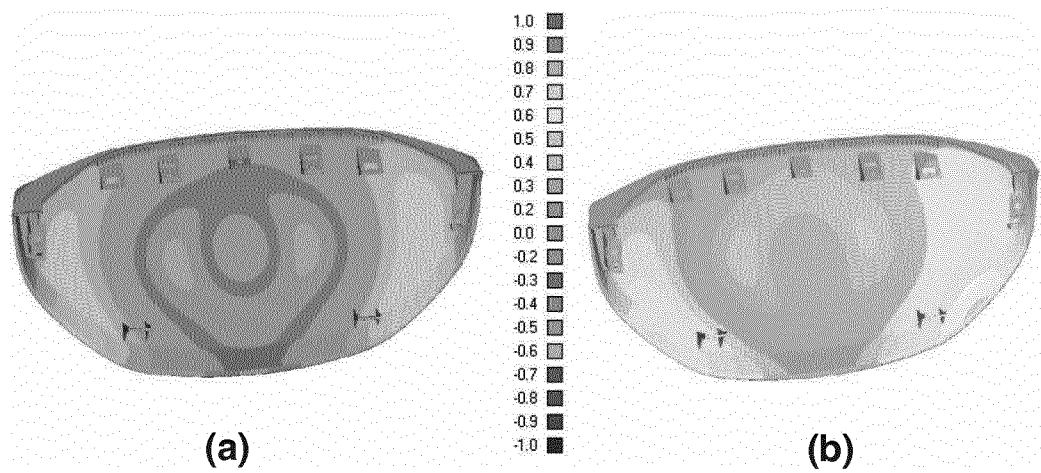
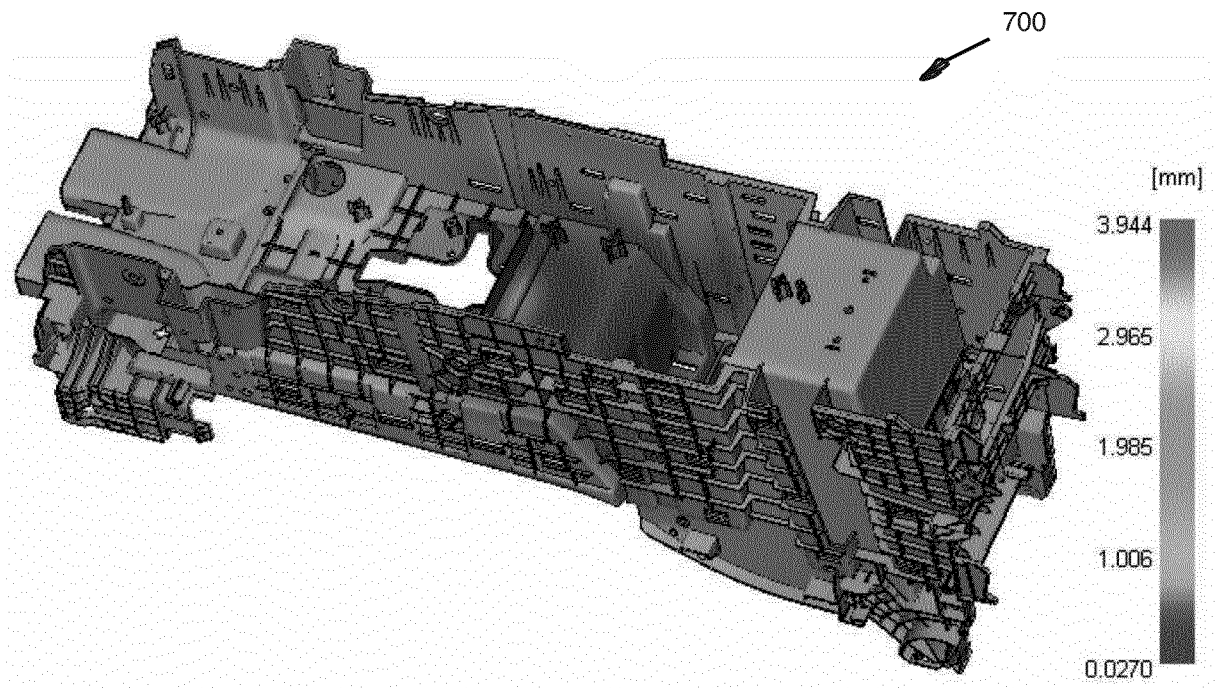
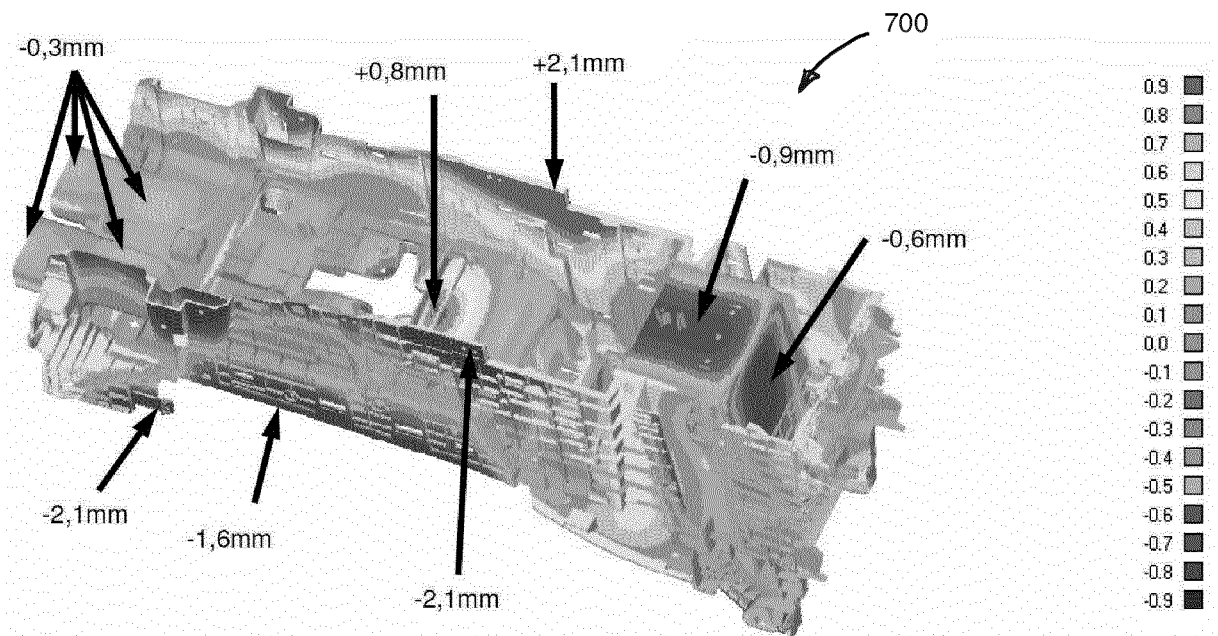


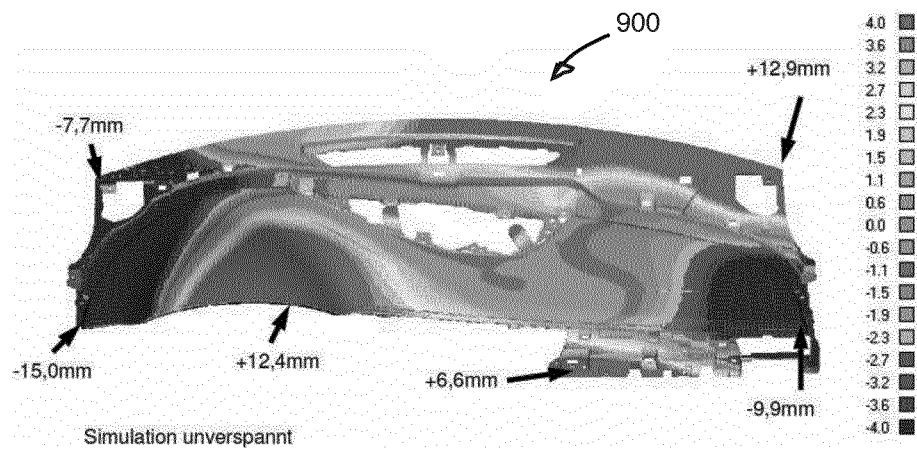
Figure 6



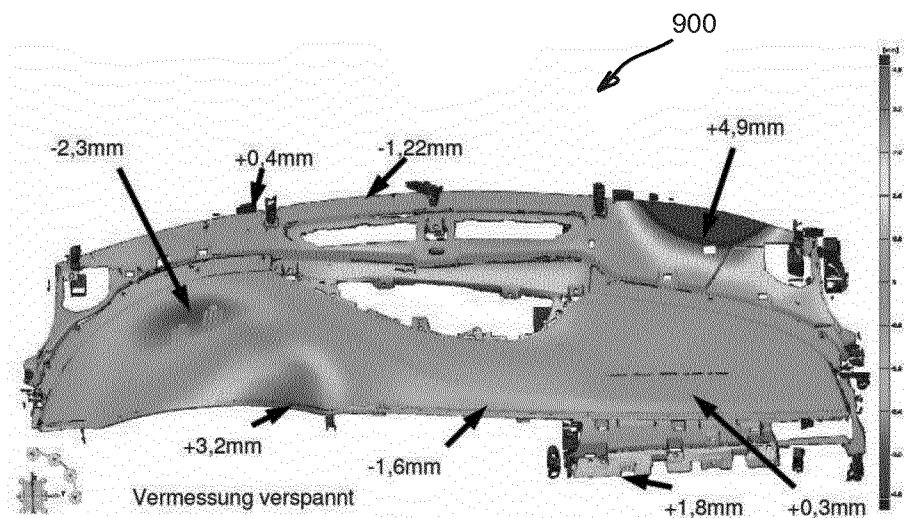
Figur 7



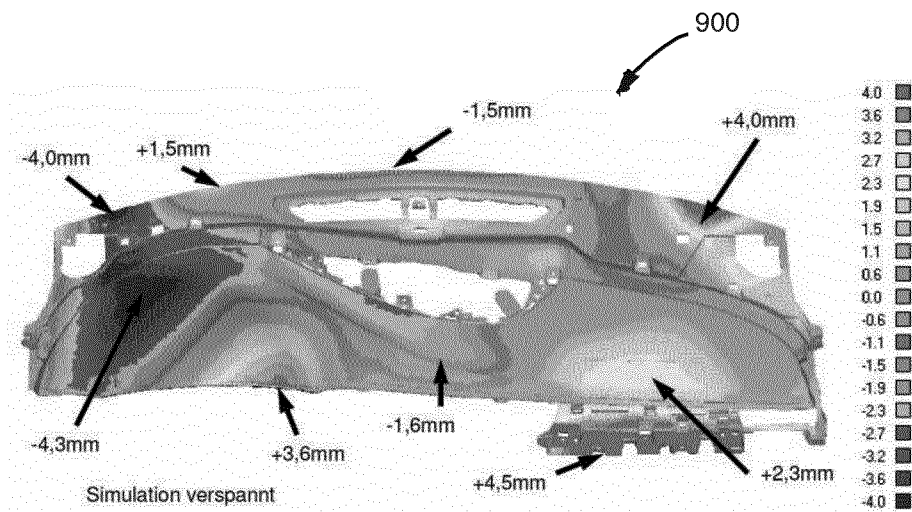
Figur 8



Figur 9



Figur 10



Figur 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/058759

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G05B19/4069
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	M Schneider ET AL: "VALIDATION AND OPTIMIZATION OF NUMERICAL SIMULATIONS BY OPTICAL MEASUREMENTS OF TOOLS AND PARTS", 18 June 2008 (2008-06-18), XP055047330, IDDRG 2008 International Conference, Olofström, Sweden Retrieved from the Internet: URL: http://www.gom.com/fileadmin/user_upload/industries/fea-comparison.pdf [retrieved on 2012-12-10] Kapitel 2, 3, 4.1, 4.4, 4.5, 4.6, 5 ----- -/-	1-12, 14-21



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 December 2012

Date of mailing of the international search report

18/12/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hristov, Stefan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/058759

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Lars Kinell ET AL: "Component forming simulations validated using optical shape measurements", 1 January 2003 (2003-01-01), XP055047332, Optical Measurement Systems for Industrial Inspection III, Proceedings of SPIE Retrieved from the Internet: URL: http://spiedigitallibrary.org/data/Conferences/SPIEP/8971/409_1.pdf [retrieved on 2012-12-10] Kapitel 1, 2, 2.5, 3, 3.2, 3.4, 4, 5 -----	1-8, 11, 12, 14, 15, 17-20
X	Samir Lemes: "VALIDATION OF NUMERICAL SIMULATIONS BY DIGITAL SCANNING OF 3D SHEET METAL OBJECTS", 1 January 2010 (2010-01-01), XP055047333, Ljubljana Retrieved from the Internet: URL: http://www.am.unze.ba/pdf/Validacija_numerickih_simulacija...pdf [retrieved on 2012-12-10] Kapitel 1.1, 3.1, 5, 7, 7.1.2, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 10, 11, 11.1 -----	1-12, 14-20
X	JP 2005 056087 A (TOYOTA MOTOR CORP) 3 March 2005 (2005-03-03) paragraph [0001] - paragraph [0002] paragraph [0008] paragraph [0010] - paragraph [0012] paragraph [0015] - paragraph [0019] paragraph [0023] - paragraph [0025] paragraph [0035] - paragraph [0044] paragraph [0046] -----	1-7, 11-13, 18-20
A	DE 10 2009 051925 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 6 May 2010 (2010-05-06) paragraph [0001] paragraph [0007] - paragraph [0008] paragraph [0015] - paragraph [0018] paragraph [0070] - paragraph [0072] paragraph [0078] -----	1-21
A	US 2009/049377 A1 (MOORE JEFFREY L [US]) 19 February 2009 (2009-02-19) the whole document -----	1-15
A	US 5 729 462 A (NEWKIRK TODD L [US] ET AL) 17 March 1998 (1998-03-17) the whole document -----	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/058759

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2005056087 A	03-03-2005	JP 4131400 B2	13-08-2008
		JP 2005056087 A	03-03-2005
DE 102009051925 A1	06-05-2010	CN 101739493 A	16-06-2010
		DE 102009051925 A1	06-05-2010
		US 2010114350 A1	06-05-2010
US 2009049377 A1	19-02-2009	NONE	
US 5729462 A	17-03-1998	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G05B19/4069
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	M Schneider ET AL: "VALIDATION AND OPTIMIZATION OF NUMERICAL SIMULATIONS BY OPTICAL MEASUREMENTS OF TOOLS AND PARTS", 18. Juni 2008 (2008-06-18), XP055047330, IDDRG 2008 International Conference, Olofström, Sweden Gefunden im Internet: URL: http://www.gom.com/fileadmin/user_upload/industries/fea-comparison.pdf [gefunden am 2012-12-10] Kapitel 2, 3, 4.1, 4.4, 4.5, 4.6, 5 ----- -/-	1-12, 14-21

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Dezember 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/12/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hristov, Stefan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	Lars Kinell ET AL: "Component forming simulations validated using optical shape measurements", 1. Januar 2003 (2003-01-01), XP055047332, Optical Measurement Systems for Industrial Inspection III, Proceedings of SPIE Gefunden im Internet: URL: http://spiedigitallibrary.org/data/conferences/SPIEP/8971/409_1.pdf [gefunden am 2012-12-10] Kapitel 1, 2, 2.5, 3, 3.2, 3.4, 4, 5 -----	1-8,11, 12,14, 15,17-20
X	Samir Lemes: "VALIDATION OF NUMERICAL SIMULATIONS BY DIGITAL SCANNING OF 3D SHEET METAL OBJECTS", 1. Januar 2010 (2010-01-01), XP055047333, Ljubljana Gefunden im Internet: URL: http://www.am.unze.ba/pdf/Validacija_numerickih_simulacija...pdf [gefunden am 2012-12-10] Kapitel 1.1, 3.1, 5, 7, 7.1.2, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 10, 11, 11.1 -----	1-12, 14-20
X	JP 2005 056087 A (TOYOTA MOTOR CORP) 3. März 2005 (2005-03-03) Absatz [0001] - Absatz [0002] Absatz [0008] Absatz [0010] - Absatz [0012] Absatz [0015] - Absatz [0019] Absatz [0023] - Absatz [0025] Absatz [0035] - Absatz [0044] Absatz [0046] -----	1-7, 11-13, 18-20
A	DE 10 2009 051925 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 6. Mai 2010 (2010-05-06) Absatz [0001] Absatz [0007] - Absatz [0008] Absatz [0015] - Absatz [0018] Absatz [0070] - Absatz [0072] Absatz [0078] -----	1-21
A	US 2009/049377 A1 (MOORE JEFFREY L [US]) 19. Februar 2009 (2009-02-19) das ganze Dokument -----	1-15
A	US 5 729 462 A (NEWKIRK TODD L [US] ET AL) 17. März 1998 (1998-03-17) das ganze Dokument -----	1-21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/058759

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2005056087 A	03-03-2005	JP 4131400 B2	13-08-2008
		JP 2005056087 A	03-03-2005

DE 102009051925 A1	06-05-2010	CN 101739493 A	16-06-2010
		DE 102009051925 A1	06-05-2010
		US 2010114350 A1	06-05-2010

US 2009049377 A1	19-02-2009	KEINE	

US 5729462 A	17-03-1998	KEINE	
