



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einer Kunststoff-Metall-Verbindung nach der Gattung des Anspruchs 1 und von einem Brennstoffeinspritzventil mit einer Kunststoff-Metall-Verbindung nach der Gattung des Anspruchs 8.

**[0002]** In der **Fig. 1** ist ein bekanntes Brennstoffeinspritzventil aus dem Stand der Technik dargestellt, das einen klassischen dreiteiligen Aufbau eines inneren metallenen Strömungsführungsteils und zugleich Gehäusebauteils besitzt. Dieses innere Ventilrohr wird aus einem einen Innenpol bildenden Einlassstutzen, einem nichtmagnetischen Zwischenteil und einem einen Ventilsitz aufnehmenden Ventilsitzträger gebildet. In dem Ventilsitzträger ist eine axial bewegbare Ventilnadel angeordnet, die einen Anker und einen kugelförmigen Ventilschließkörper sowie ein den Anker mit dem Ventilschließkörper verbindendes Verbindungsrohr umfasst. Die drei Einzelkomponenten der Ventilnadel sind mittels eines stoffschlüssigen Fügeverfahrens, insbesondere Schweißen, miteinander fest verbunden.

**[0003]** Aus der DE 40 08 675 A1 ist bereits ein solches elektromagnetisch betätigbares Ventil in Form eines Brennstoffeinspritzventils bekannt. Das innere Ventilrohr bildet das Grundgerüst des gesamten Einspritzventils und besitzt in seiner Gesamtheit aus den drei Einzelbauteilen eine wesentliche Stützfunktion. Das nichtmagnetische Zwischenteil ist durch Schweißnähte sowohl dicht und fest mit dem Einlassstutzen als auch mit dem Ventilsitzträger verbunden. Die Wicklungen einer Magnetspule sind in einem Spulenträger aus Kunststoff eingebracht, der wiederum in Umfangsrichtung einen Teil des als Innenpol dienenden Einlassstutzens und auch das Zwischenteil umgibt. In dem Ventilsitzträger ist eine axial bewegbare Ventilnadel angeordnet, die einen hülsenförmigen Anker und einen kugelförmigen Ventilschließkörper sowie ein den Anker mit dem Ventilschließkörper verbindendes Verbindungsrohr umfasst. Das Verbindungsrohr ist mittels Schweißnähten fest mit dem Anker und auch mit dem Ventilschließkörper verbunden. Der Ventilschließkörper wirkt mit einer kegelstumpfförmig verlaufenden Ventilsitzfläche eines metallenen Ventilsitzkörpers zusammen. Der Ventilsitzkörper ist mittels einer Schweißnaht fest mit dem Ventilsitzträger verbunden.

**[0004]** Aus der DE 195 03 224 A1 ist ein weiteres elektromagnetisch betätigbares Ventil in der Form eines Brennstoffeinspritzventils bekannt. Das Brennstoffeinspritzventil besitzt einen mit einem Ventilsitz zusammenwirkenden kugelförmigen Ventilschließkörper, der an einem Schließkörperträger in Form ei-

nes Kunststoffrohres angebracht ist, während an dem dem Ventilschließkörper gegenüberliegenden Ende ein Anker an dem Kunststoffrohr befestigt ist. Zusammen bilden diese Bauteile eine axial bewegbare Ventilnadel. Das untere Ende des Kunststoffrohres ist kalottenförmig ausgebildet, wobei in der gewölbten Ausnehmung der Ventilschließkörper formschlüssig mittels einer Schnappverbindung festgehalten wird. Das Kunststoffrohr ist im Bereich der unteren Ausnehmung federelastisch ausgeführt, da Haltebacken den Ventilschließkörper umgreifen müssen. Der kugelförmige Ventilschließkörper kann aus Stahl, einer Keramik oder einem Kunststoff hergestellt sein. Der Ventilschließkörper wirkt mit einer kegelstumpfförmig verlaufenden Ventilsitzfläche eines metallenen Ventilsitzkörpers zusammen. Der Ventilsitzkörper ist mittels einer Schweißnaht fest mit dem Ventilsitzträger verbunden.

## Vorteile der Erfindung

**[0005]** Die erfindungsgemäße Kunststoff-Metall-Verbindung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass sie einfach und kostengünstig herstellbar ist und trotzdem eine automatische Montage gewährleistet ist. Die Kunststoff-Metall-Pressverbindungen können besonders sicher und zuverlässig dadurch hergestellt werden, dass in den Überlappungsbereichen der jeweils zu verbindenden Bauteile sägezahnähnliche Strukturen zumindest an dem metallenen Bauteil optimiert ausgebildet sind. Die sägezahnähnliche Struktur des metallenen Bauteils dringt in den Kunststoff des korrespondierenden Bauteils ein und verformt dieses elastisch, wodurch eine Relaxation des Kunststoffs in die sägezahnähnliche Struktur hinein erfolgt. Die erfindungsgemäße Ausbildung garantiert eine hohe Sicherheit gegen ein Lösen der Verbindung durch Ausziehen gegen die Montagerichtung und bietet zudem eine sehr hohe Verdrehbarkeit, die besonders wünschenswert ist, wenn die beiden korrespondierenden Bauteile in einer bestimmten Drehlage zueinander verbleiben müssen. Zudem ist eine Spannbildung bei der Montage ausgeschlossen.

**[0006]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Kunststoff-Metall-Verbindung möglich.

**[0007]** Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 8 hat den Vorteil, dass eine vereinfachte und kostengünstige Herstellung und automatische Montage vieler Einzelbauteile und damit des gesamten Ventils realisierbar ist, da auf stoffschlüssige Fügeverfahren, wie Schweißen, die den Nachteil eines Wärmeverzugs besitzen, und aufwändige formschlüssige Verbindungstechniken verzichtet werden kann. Vielmehr können besonders vorteilhafte Press-

verbindungen zwischen einem metallenen Bauteilpartner und einem Bauteilpartner aus Kunststoff eingesetzt werden, die einfach und sehr sicher und zuverlässig anbringbar sind. Die erfindungsgemäße Anordnung hat zudem den Vorteil einer Reduktion des Körperschalls und damit der Geräuschentwicklung gegenüber bekannten Lösungen.

**[0008]** Die Kunststoff-Metall-Pressverbindungen können besonders sicher und zuverlässig hergestellt werden, wenn in den Überlappungsbereichen der jeweils zu verbindenden Bauteile sägezahnähnliche Strukturen zumindest an dem metallenen Bauteil optimiert ausgebildet sind. Die sägezahnähnliche Struktur des metallenen Bauteils dringt in den Kunststoff des korrespondierenden Bauteils ein und verformt dieses elastisch, wodurch eine Relaxation des Kunststoffs in die sägezahnähnliche Struktur hinein erfolgt.

**[0009]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils **8** möglich.

**[0010]** Besonders vorteilhaft ist es, den Anschlussstutzen, den Ventilsitzträger und die Ventilnadel zusätzlich zu dem Spulenkörper und dem elektrischen Anschlussstecker aus einem Kunststoff herzustellen, die dann jeweils mit metallenen Bauteilen des Brennstoffeinspritzventils fest verbunden werden. Auf diese Weise kann deutlich die Masse des Brennstoffeinspritzventils reduziert werden. Aus der verringerten Masse dieser Bauteile ergeben sich die Vorteile einer besseren Dynamik des Ventils und einer verringerten Geräuschentwicklung.

**[0011]** Vorteilhaft ist es zudem, an der sägezahnähnlichen Struktur einen weiteren profilierten Bereich auszubilden. Dieser profilierte Bereich ist als Rändelung ausgeführt, die durch eine Vielzahl von parallelen, über den Umfang verteilten senkrechten oder schrägen Rillen, Riefen oder Aufwürfen gebildet ist. Mit diesem profilierten Bereich wird in vorteilhafter Weise sichergestellt, dass das Metallbauteil formschlüssig und absolut verdrehsicher in dem hülsenförmigen Kunststoffbauteil fixiert ist. Dabei kann der profilierte Bereich an beiden Enden der sägezahnähnlichen Struktur des metallenen Bauteils vorgesehen sein.

#### Zeichnung

**[0012]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen **Fig. 1** ein Brennstoffeinspritzventil in einer bekannten Ausführung gemäß dem Stand der Technik, **Fig. 2** ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils mit einer Vielzahl von festen Kunststoff Metall-Verbindungen zwischen

jeweils zwei Bauteilen des Brennstoffeinspritzventils, **Fig. 3** ein erstes weiteres Ausführungsbeispiel einer Kunststoff-Metall-Verbindung in einer Detailansicht, **Fig. 4** ein zweites weiteres Ausführungsbeispiel einer Kunststoff-Metall-Verbindung und **Fig. 5** ein drittes weiteres Ausführungsbeispiel einer Kunststoff-Metall-Verbindung.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0013]** In der **Fig. 1** ist zum besseren Verständnis der Erfindung ein Brennstoffeinspritzventil in einer bekannten Ausführung gemäß dem Stand der Technik gezeigt. Das in der **Fig. 1** beispielsweise dargestellte elektromagnetisch betätigbare Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen hat einen von einer Magnetspule **1** umgebenen, als Brennstoffeinlassstutzen und Innenpol dienenden Kern **2**, der beispielsweise hier rohrförmig ausgebildet ist und über seine gesamte Länge einen konstanten Außendurchmesser aufweist. Ein in radialer Richtung gestufter Spulenkörper **3** nimmt eine Bewicklung der Magnetspule **1** auf und ermöglicht in Verbindung mit dem Kern **2** einen kompakten Aufbau des Einspritzventils im Bereich der Magnetspule **1**.

**[0014]** Mit einem unteren Kernende **9** des Kerns **2** ist konzentrisch zu einer Ventillängsachse **10** dicht ein rohrförmiges metallenes nichtmagnetisches Zwischenteil **12** beispielsweise durch Schweißen verbunden und umgibt dabei das Kernende **9** teilweise axial. Der gestufte Spulenkörper **3** übergreift teilweise den Kern **2** und mit einer Stufe **15** größeren Durchmessers das Zwischenteil **12** zumindest teilweise axial. Stromabwärts des Spulenkörpers **3** und des Zwischenteils **12** erstreckt sich ein rohrförmiger Ventilsitzträger **16**, der fest mit dem Zwischenteil **12** verbunden ist. In dem Ventilsitzträger **16** verläuft eine Längsbohrung **17**, die konzentrisch zu der Ventillängsachse **10** ausgebildet ist. In der Längsbohrung **17** ist eine rohrförmige Ventilnadel **19** angeordnet, die an ihrem stromabwärtigen Ende **20** mit einem kugelförmigen Ventilschließkörper **21**, an dessen Umfang beispielsweise fünf Abflachungen **22** zum Vorbeiströmen des Brennstoffs vorgesehen sind, beispielsweise durch Schweißen verbunden ist. Die Ventilnadel **19** stellt das bewegbare Betätigungsteil des Brennstoffeinspritzventils dar.

**[0015]** Die Betätigung des Einspritzventils erfolgt in bekannter Weise elektromagnetisch. Zur axialen Bewegung der Ventilnadel **19** und damit zum Öffnen entgegen der Federkraft einer Rückstellfeder **25** bzw. Schließen des Einspritzventils dient der elektromagnetische Kreis mit der Magnetspule **1**, dem Kern **2** und einem Anker **27**. Der Anker **27** ist mit dem dem Ventilschließkörper **21** abgewandten Ende der Ventilnadel **19** durch eine Schweißnaht **28** verbunden und

auf den Kern **2** ausgerichtet. In das stromabwärts liegende, dem Kern **2** abgewandte Ende des Ventilsitzträgers **16** ist in der Längsbohrung **17** ein zylinderförmiger metallener Ventilsitzkörper **29**, der einen festen Ventilsitz **30** aufweist, durch Schweißen dicht montiert.

**[0016]** Zur Führung des Ventilschließkörpers **21** während der Axialbewegung der Ventilmadel **19** mit dem Anker **27** entlang der Ventillängsachse **10** dient eine Führungsöffnung **32** des Ventilsitzkörpers **29**. Der kugelförmige Ventilschließkörper **21** wirkt mit dem sich in Strömungsrichtung kegelstumpfförmig verjüngenden Ventilsitz des Ventilsitzkörpers **29** zusammen. An seiner dem Ventilschließkörper **21** abgewandten Stirnseite ist der Ventilsitzkörper **29** mit einer beispielsweise topfförmig ausgebildeten Spritzlochscheibe **34** konzentrisch und fest verbunden. Im Bodenteil der Spritzlochscheibe **34** verläuft wenigstens eine, beispielsweise verlaufen vier durch Erodieren oder Stanzen ausgeformte Abspritzöffnungen **39**.

**[0017]** Die Einschubtiefe des Ventilsitzkörpers **29** mit der topfförmigen Spritzlochscheibe **34** bestimmt die Voreinstellung des Hubs der Ventilmadel **19**. Dabei ist die eine Endstellung der Ventilmadel **19** bei nicht erregter Magnetspule **1** durch die Anlage des Ventilschließkörpers **21** am Ventilsitz des Ventilsitzkörpers **29** festgelegt, während sich die andere Endstellung der Ventilmadel **19** bei erregter Magnetspule **1** durch die Anlage des Ankers **27** am Kernende **9** ergibt.

**[0018]** Eine in eine konzentrisch zur Ventillängsachse **10** verlaufende Strömungsbohrung **46** des Kerns **2** eingeschobene Einstellhülse **48**, die beispielsweise aus gerolltem Federstahlblech ausgeformt ist, dient zur Einstellung der Federvorspannung der an der Einstellhülse **48** anliegenden Rückstellfeder **25**, die sich wiederum mit ihrer gegenüberliegenden Seite an der Ventilmadel **19** abstützt. Das Einspritzventil ist weitgehend mit einer Kunststoffumspritzung **50** umschlossen. Zu dieser Kunststoffumspritzung **50** gehört beispielsweise ein mitangespritzter elektrischer Anschlussstecker **52**. Ein Brennstofffilter **61** ragt in die Strömungsbohrung **46** des Kerns **2** an dessen zulaufseitigem Ende **55** hinein und sorgt für die Herausfiltrierung solcher Brennstoffbestandteile, die aufgrund ihrer Größe im Einspritzventil Verstopfungen oder Beschädigungen verursachen könnten.

**[0019]** In der [Fig. 2](#) ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils gezeigt. Das Brennstoffeinspritzventil ist mit einem besonders einfachen und leichten Aufbau ausgeführt. Dazu sind mehrere Bauteile des Brennstoffeinspritzventils beispielsweise aus einem Kunststoff oder aus einem Keramikwerkstoff gefertigt, wodurch eine Massereduzierung des Brennstoffeinspritzventils ermöglicht ist. Während bei dem bekannten

Brennstoffeinspritzventil gemäß [Fig. 1](#) ausschließlich die Kunststoffumspritzung **50** mit dem Anschlussstecker **52** sowie der Spulenkörper **3** aus einem Kunststoff ausgeführt sind, sind z.B. bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel noch die Bauteile Ventilsitzträger **16** und Ventilmadel **19** aus einem Kunststoff geformt. Von einer Kunststoffumspritzung des Brennstoffeinspritzventils im klassischen Sinne kann deshalb nicht mehr gesprochen werden, da mehrere der das Ventilgehäuse bildenden Bauteile selbst unmittelbar aus Kunststoff hergestellt sind. Ein Anschlussstutzen **51** aus Kunststoff bildet z.B. den Einströmkanal des Brennstoffeinspritzventils und nimmt dabei den Brennstofffilter **61** auf. Der Spulenkörper **3** ist z.B. dermaßen ausgebildet, dass aus ihm einteilig der elektrische Anschlussstecker **52** mit hervorgeht.

**[0020]** Die Ventilmadel **19** besteht bei der gezeigten Ausführung aus drei Einzelkomponenten, die zusammen das Bauteil Ventilmadel **19** bilden. Der Anker **27**, der z.B. als Drehteil ausgebildet ist, bildet dabei eine erste Einzelkomponente, während ein kugelförmiger Ventilschließkörper **21** eine zweite Einzelkomponente der Ventilmadel **19** darstellt. Ein den Anker **27** mit dem Ventilschließkörper **21** verbindendes Verbindungsrohr **23** stellt einen Schließkörperträger dar. Das Verbindungsrohr **23** ist z.B. mittels Kunststoffspritzgießen hergestellt und besitzt eine innere Längsöffnung, aus der mehrere Queröffnungen ausmünden. Die Queröffnungen können optional mit einem Siebgewebe **80** aus Kunststoff oder Metall versehen sein, das im Spritzgussprozess des Verbindungsrohrs **23** als Einlegeteil mit angebracht wird.

**[0021]** Am dem Ventilschließkörper **21** zugewandten unteren Ende weist der Anker **27** eine sägezahnähnliche Struktur **63a** mit einem „Tannenbaumprofil“ auf. Diese Struktur **63a** korrespondiert mit einem oberen aufgeweiteten Ende des Verbindungsrohrs **23** aus Kunststoff. Zur Herstellung einer festen Verbindung zwischen dem Anker **27** und dem Verbindungsrohr **23** wird der Anker **27** mit seiner Struktur **63a** in das Verbindungsrohr **23** eingepresst, und zwar in der Weise, dass sich die Struktur **63a** fest, sicher und verdrehfixiert am Ende des Verbindungsrohrs **23** verhakt und verspreizt. Zur Aufnahme des Ventilschließkörpers **21** ist das Verbindungsrohr **23** mit einer gewölbten bzw. kalottenförmigen Ausnehmung **78** versehen. Die gewölbte Aufnahme­fläche der Ausnehmung **78** weist idealerweise einen geringfügig kleineren Durchmesser auf als den Durchmesser des kugelförmigen Ventilschließkörpers **21**, wodurch nach dem Anbringen des Ventilschließkörpers **21** unter Aufbringung einer geringen Kontaktkraft eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Verbindungsrohr **23** und dem Ventilschließkörper **21** entsteht. Der Ventilschließkörper **21** wird über das Verbindungsrohr **23** beim Bestromen der Magnetspule **1** sicher, zuverlässig und reproduzierbar aus dem Ventilsitz **30** des Ventilsitzkörpers **29** gezogen, obwohl

der Ventilschließkörper **21** „lose“ an dem Verbindungsrohr **23** gehalten wird. Als Material für den als Vollkugel ausgebildeten Ventilschließkörper **21** bietet sich ein keramischer Werkstoff, z.B.  $\text{Si}_3\text{N}_4$  an. Allerdings kann der Ventilschließkörper **21** metallisch oder keramisch oder aus einem Kunststoff sein.

**[0022]** Vergleichbar mit der am Anker **27** ausgebildeten sägezahnähnlichen Struktur **63a** mit einem „Tannenbaumprofil“ können zur Herstellung von sicheren Verbindungen zwischen Brennstoffeinspritzventilbauteilen aus Metall und Kunststoff weitere sägezahnähnliche Strukturen **63** vorgesehen sein. So weist der Kern **2** an seinen beiden axialen Enden jeweils eine sägezahnähnliche Struktur **63b**, **63c** auf, die dafür sorgt, dass bei eingepresstem Kern **2** sowohl eine sichere und zuverlässige feste Verbindung zum Anschlussstutzen **51** aus Kunststoff als auch zum Spulenkörper **3** aus Kunststoff gewährleistet ist. Durch das Einpressen des Kerns **2** in den Anschlussstutzen **51** und den Spulenkörper **3** dringt die sägezahnähnliche Struktur **63b**, **63c** des metallischen Bauteils Kern **2** in den Kunststoff des jeweils korrespondierenden Fügepartners ein, und der Kunststoff relaxiert nachfolgend, so dass eine sichere und zuverlässige feste Verbindung zwischen diesen Bauteilen gewährleistet ist.

**[0023]** Zwei weitere sägezahnähnliche Strukturen **63d**, **63e** mit „Tannenbaumprofil“ sind an einem metallenen, magnetisch leitenden Zwischenteil **13** vorgesehen, das unterhalb des Spulenkörpers **3** im axialen Erstreckungsbereich des Ankers **27** angeordnet ist. Dieses ringförmige Zwischenteil **13** ist z.B. im Profil T-förmig ausgebildet, wobei zwei Schenkel des T-Profiles die Strukturen **63d**, **63e** aufweisen und somit für eine feste sichere Verbindung mit dem Spulenkörper **3** und mit dem Ventilsitzträger **16** sorgen. Der dritte radial nach außen gerichtete Schenkel des T-Profiles des Zwischenteils **13** ist mit einem ein äußeres Magnetbauteil darstellenden Magnetkopf **14** verbunden, durch den der Magnetkreis geschlossen wird. Zumindest in einem gewissen Überlappungsbereich von Zwischenteil **13** und Spulenkörper **3** bzw. Ventilsitzträger **16** sind die inneren Wandungen des Spulenkörpers **3** und des Ventilsitzträgers **16** mit einer etwas versetzten, weitgehend ebenen Oberfläche ausgeformt. Diese Oberflächen des Spulenkörpers **3** und des Ventilsitzträgers **16** korrespondieren mit der sägezahnähnlich ausgelegten Struktur **63d**, **63e** am Zwischenteil **13**. Das Zwischenteil **13** wird zur Herstellung von festen Verbindungen mit dem Spulenkörper **3** und dem Ventilsitzträger **16** in diese Bauteile eingepresst, und zwar in der Weise, dass sich die Struktur **63d**, **63e** fest, sicher und verdrehfixiert an den Oberflächen des Spulenkörpers **3** und des Ventilsitzträgers **16** verhakt und verspreizt. Durch entsprechende Absätze **64**, **65** am Spulenkörper **3** und Ventilsitzträger **16** kann die Einpresstiefe des Zwischenteils **13** in diese Bauteile festgelegt werden,

an denen das Zwischenteil **13** im eingepressten Zustand dann anliegt. Die Führung des axial beweglichen Ankers **27** erfolgt z.B. in der Innenöffnung **66** des Zwischenteils **13**.

**[0024]** In das untere Ende des aus Kunststoff bestehenden Ventilsitzträgers **16** ist der Ventilsitzkörper **29** eingesetzt, der aus einem Metall- oder Keramikwerkstoff besteht. Als Material für den Ventilsitzkörper **29** bietet sich der keramische Werkstoff  $\text{Si}_3\text{N}_4$  an. Ein solcher Werkstoff besitzt nur ca. 1/3 der Masse eines vergleichbar großen Bauteils aus Stahl, wie er üblicherweise verwendet wird. Auch der Ventilsitzkörper **29** ist an seinem Außenumfang mit einer sägezahnähnlichen Struktur **63f** ausgebildet, die als „Tannenbaumprofil“ bezeichnet werden kann. Zur Herstellung einer festen Verbindung zwischen dem Ventilsitzkörper **29** und dem Ventilsitzträger **16** wird der Ventilsitzkörper **29** mit seiner Struktur **63f** in den Ventilsitzträger **16** eingepresst, und zwar in der Weise, dass sich die Struktur **63f** fest, sicher und verdrehfixiert am unteren Ende des Ventilsitzträgers **16** verhakt und verspreizt. Die sägezahnähnliche Struktur **63f** des Ventilsitzkörpers **29** dringt also in den Kunststoff des Ventilsitzträgers **16** ein und verformt diesen elastisch, wodurch eine Relaxation des Kunststoffs in die sägezahnähnliche Struktur **63f** hinein erfolgt.

**[0025]** In den [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) sind drei weitere Ausführungsbeispiele einer Kunststoff-Metall-Verbindung jeweils in einer Detailansicht gezeigt. Diese Verbindungsbereiche können an beliebigen Stellen im Brennstoffeinspritzventil vorgesehen sein, an denen Bauteile aus Kunststoff und Metall zu einer festen Verbindung miteinander korrespondieren. Zusätzlich zu den bereits in der [Fig. 2](#) angedeuteten Kunststoff-Metall-Verbindungen, die sich ausschließlich durch ihre sägezahnähnliche Struktur **63** auszeichnen, weisen die in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellten Kunststoff-Metall-Verbindungen einen weiteren profilierten Bereich **70** auf. Dieser profilierte Bereich **70** ist z.B. als Rändelung ausgeführt, die durch eine Vielzahl von parallelen, über den Umfang verteilten senkrechten oder schrägen Rillen, Riefen oder Aufwürfen gebildet ist. Mit diesem profilierten Bereich **70** wird in vorteilhafter Weise sichergestellt, dass das Metallbauteil formschlüssig und absolut verdreh sicher in dem hülsenförmigen Kunststoffbauteil fixiert ist. Dabei kann der profilierte Bereich **70** an beiden Enden der sägezahnähnlichen Struktur **63** des metallenen Bauteils vorgesehen sein, wie die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) verdeutlichen.

**[0026]** In der [Fig. 5](#) ist ein alternatives Ausführungsbeispiel einer Kunststoff-Metall-Verbindung in einer Detailansicht dargestellt. Die sägezahnähnliche Struktur **63** ist dabei immer wieder durch zylindrische Abschnitte **73** unterbrochen. Eine solche Struktur **63** mit dazwischen liegenden Abschnitten **73** kann ebenso zusätzlich mit einem profilierten Bereich **70** verse-

hen sein.

**[0027]** Die Zahnform der sägezahnähnlichen Strukturen **63** kann unmittelbar spitz zulaufend, schräg und senkrecht mit Knick zulaufend oder gewölbt zulaufend oder in Kombinationen ausgebildet sein. Die sägezahnähnliche Struktur **63** wird jeweils von mehreren umlaufenden Zähnen gebildet, die aufeinanderfolgend ausgebildet sind. Insbesondere sind 2 bis 15 umlaufende Zähne bei einer Struktur **63** vorgesehen.

**[0028]** Zum jeweiligen zylindrischen Abschnitt **73** hin kann die Struktur **63** scharfkantig oder sanft auslaufend ausgebildet sein ([Fig. 5](#)).

**[0029]** Der erregbare Aktuator des Brennstoffeinspritzventils als elektromagnetischer Kreis mit der Magnetspule **1**, dem Kern **2**, dem Zwischenteil **13**, dem Magnettopf **14** und dem Anker **27** kann z.B. auch als piezoelektrischer oder magnetostriktiver Antrieb ausgeführt sein.

### Patentansprüche

1. Kunststoff-Metall-Verbindung zwischen einem metallenen Bauteil und einem Bauteil aus einem Kunststoff, wobei das metallene Bauteil mit dem Bauteil aus dem Kunststoff zur Bildung einer sicheren festen Verbindung korrespondiert und das metallene Bauteil in das Bauteil aus Kunststoff eingepresst ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest an dem metallenen Bauteil im Überlappungsbereich mit dem Bauteil aus Kunststoff eine sägezahnähnliche Struktur (**63**) vorgesehen ist.

2. Kunststoff-Metall-Verbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere umlaufende Zähne aufeinanderfolgend die Struktur (**63**) bilden.

3. Kunststoff-Metall-Verbindung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass 2 bis 15 umlaufende Zähne die Struktur (**63**) bilden.

4. Kunststoff-Metall-Verbindung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der sägezahnähnlichen Struktur (**63**) ein weiterer profilierter Bereich (**70**) ausgebildet ist

5. Kunststoff-Metall-Verbindung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der profilierte Bereich (**70**) als Rändelung ausgeführt ist, die durch eine Vielzahl von parallelen, über den Umfang verteilten senkrechten oder schrägen Rillen, Riefen oder Aufwürfen an wenigstens einem der beiden Enden der Struktur (**63**) gebildet ist.

6. Kunststoff-Metall-Verbindung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass die sägezahnähnliche Struktur (**63**) zwischen den Zähnen durch zylindrische Abschnitte (**73**) unterbrochen ist.

7. Kunststoff-Metall-Verbindung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahnform der sägezahnähnlichen Struktur (**63**) unmittelbar spitz zulaufend, schräg und senkrecht mit Knick zulaufend oder gewölbt zulaufend oder in Kombinationen ausgebildet ist.

8. Brennstoffeinspritzventil, insbesondere für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einer Ventillängsachse (**10**), mit einem erregbaren Aktuator (**1**, **2**, **13**, **14**, **27**), mit einem bewegbaren Betätigungsteil (**19**), das einen Ventilschließkörper (**21**) aufweist, der mit einem festen Ventilsitz (**30**) zusammenwirkt, wobei der Ventilsitz (**30**) an einem Ventilsitzkörper (**29**) ausgeformt ist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein metallenes Bauteil des Brennstoffeinspritzventils an seinem äußeren Umfang eine sägezahnähnliche Struktur (**63a-f**) zur Herstellung einer festen Verbindung mit einem korrespondierenden Bauteil aus Kunststoff aufweist.

9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Bauteile Anschlussstutzen (**51**), Ventilsitzträger (**16**), Spulenkörper (**3**) und Verbindungsrohr (**23**) einer Ventilnadel (**19**) aus einem Kunststoff gefertigt ist.

10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das zur festen Verbindung korrespondierende metallene Bauteil mit der Struktur (**63a-f**) in das jeweilige Bauteil aus Kunststoff eingepresst ist.

11. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der erregbare Aktuator ein elektromagnetischer Kreis ist, der eine Magnetspule (**1**), einen Kern (**2**) und einen Anker (**27**) umfasst, wobei der Kern (**2**) mit wenigstens einer sägezahnähnlichen Struktur (**63b**, **63c**) versehen ist, womit eine feste Verbindung mit einem Anschlussstutzen (**51**) und/oder mit einem Spulenkörper (**3**) herstellbar ist.

12. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Anker (**27**) eine sägezahnähnliche Struktur (**63a**) aufweist, mit der ein Verbindungsrohr (**23**) der Ventilnadel (**19**) zu einer festen Verbindung korrespondiert.

13. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein metallenes Zwischenteil (**13**) zum Schließen des magnetischen Kreises nahe der Magnetspule (**1**) vorgesehen ist, wobei das Zwischenteil (**13**) mit wenigstens einer sägezahnähnlichen Struktur (**63d**, **63e**) versehen ist, womit eine feste Verbindung mit dem Spulenkörper

(3) und/oder mit einem Ventilsitzträger (16) herstellbar ist.

14. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenteil (13) im Profil T-förmig ausgeführt ist und an wenigstens einem Schenkel die sägezahnähnliche Struktur (63d, 63e) aufweist.

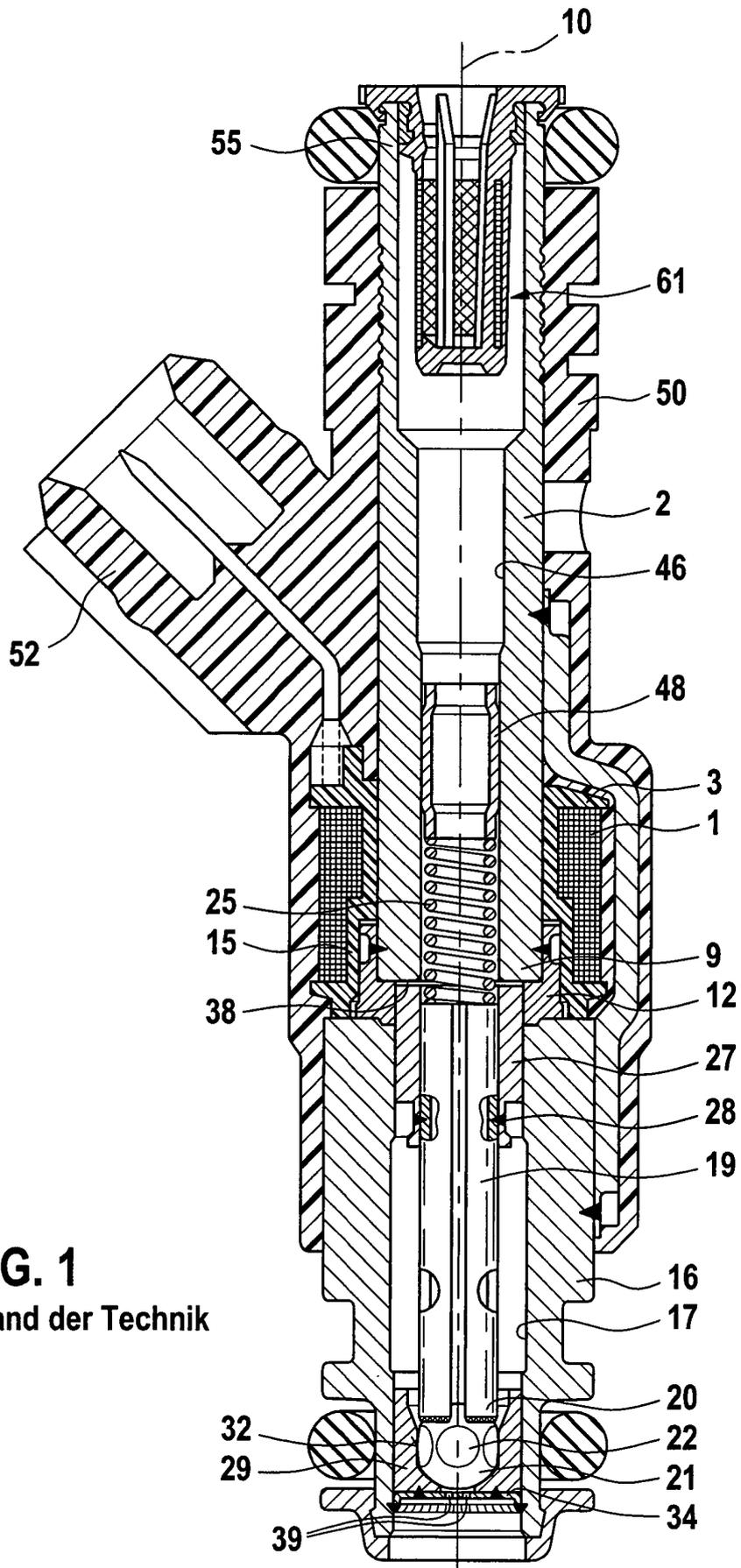
15. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitzkörper (29) mit einer sägezahnähnlichen Struktur (63f) versehen ist, womit eine feste Verbindung mit einem Ventilsitzträger (16) herstellbar ist.

16. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere umlaufende Zähne aufeinanderfolgend die Struktur (63a-f) bilden.

17. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass an der sägezahnähnlichen Struktur (63a-f) ein weiterer profilierter Bereich (70) ausgebildet ist, der insbesondere als Rändelung ausgeführt ist.

18. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahnform der sägezahnähnlichen Struktur (63a-f) unmittelbar spitz zulaufend, schräg und senkrecht mit Knick zulaufend oder gewölbt zulaufend oder in Kombinationen ausgebildet ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



**FIG. 1**  
Stand der Technik



