



NORMAG - LABORGLASGERÄTE



ALLGEMEINES

Alle in diesem Katalog beschriebenen Halbzeuge zur glasbläserischen Weiterverarbeitung wie Rohre, Stäbe, Verbindungsstücke (z.B. mit Schliffen, Kleinflanschen etc.), Hähne und Ventile sowie alle Schliffgeräte (z.B. Kolonnenbauteile), Komponenten (z.B. Reaktionsgefäße) und Apparaturen sind aus dem auch im technischen Glasapparatebau gebräuchlichen Werkstoff Borosilicatglas 3.3 hergestellt. Dieses Material zeichnet sich aus durch eine nahezu universelle chemische Beständigkeit gegenüber den in der Praxis produktseitig vorkommenden Medien, einen niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten sowie eine hohe Warmfestigkeit und Temperaturwechselbeständigkeit.

Erkennbar sind unsere Produkte an der Kennzeichnung



Mit dem Firmenlogo wollen wir zweierlei zum Ausdruck bringen:

- Nach Übernahme der Fa. NORMAG-Labor- und Verfahrenstechnik GmbH und deren Know-how liefern wir Halbzeuge für Glasbläsereien sowie Schliffgeräte, Komponenten und Apparaturen für den Bereich Labortechnik in der allgemein anerkannten hohen Qualität dieses Unternehmens.
- Die gelieferten Produkte sind ausschließlich aus Borosilicatglas 3.3 hergestellt, da wir nur diesen Werkstoff in unserer Fertigung verarbeiten. Letzteres gilt übrigens auch für jene Halbzeuge (Rohre, Stäbe, Schliffenden), die aus technischen Gründen nicht gekennzeichnet sind.
- Alle im Katalog angegebenen Maße ohne Toleranz sind Aufbaumaße und besitzen Orientierungscharakter.

EIGENSCHAFTEN VON BOROSILICATGLAS

Chemische Zusammensetzung

Das für den Glasapparatebau verwendete Borosilicatglas 3.3 hat ungefähr folgende Zusammensetzung:

| Bezeichnung | Anteil in wt % |
|--------------------------------|----------------|
| SiO ₂ | 80,6 |
| B ₂ O ₃ | 12,5 |
| NaO | 4,2 |
| Al ₂ O ₃ | 2,2 |
| Spurenelemente | 0,5 |

Der weltweit sehr vielseitige Einsatz dieses Werkstoffes in der chemischen und pharmazeutischen Industrie sowie in einer Vielzahl artverwandter Bereiche basiert insbesondere auf dessen chemischen und thermischen Eigenschaften (s. auch DIN ISO 3585) sowie auf einer Vielzahl weiterer Vorteile, die Borosilicatglas 3.3 gegenüber anderen Konstruktionsmaterialien auszeichnet. Hierzu zählen insbesondere Eigenschaften wie:

- glatte, porenfreie Oberfläche
- katalytische Indifferenz
- physiologische Unbedenklichkeit
- Geruchs- und Geschmacksneutralität
- Unbrennbarkeit
- Durchsichtigkeit

Chemische Beständigkeit

Borosilicatglas 3.3 weist eine gegen fast alle Produkte und damit im Vergleich zu anderen bekannten Werkstoffen umfassendere chemische Beständigkeit auf. So ist es sehr gut resistent gegen Wasser, Salzlösungen, organische Substanzen, Halogene wie z.B. Chlor und Brom und gegen viele Säuren. Zu einem merklichen Abtrag der Glasoberfläche führen dagegen Flusssäure sowie konzentrierte Phosphorsäure und starke Laugen bei höheren Temperaturen. Borosilicatglas 3.3 kann jedoch bei Raumtemperatur ohne Schwierigkeiten in Verbindung mit Laugen bis zu einer Konzentration von 30 % eingesetzt werden.

Eine Klassifizierung des Werkstoffes Borosilicatglas 3.3 nach den einschlägigen Untersuchungsmethoden führt zu folgendem Ergebnis (s. auch ISO 3585):

| | |
|--------------------------------|---|
| Wasserbeständigkeit bei 98 °C | Gieß-Wasserbeständigkeit Klasse ISO 719-HGB 1 |
| Wasserbeständigkeit bei 121 °C | Gieß-Wasserbeständigkeit Klasse ISO 720-HGA 1 |
| Säurebeständigkeit | Abgabe Na ₂ O < 100 µg/dm ² nach ISO 1776 |
| Laugenbeständigkeit | Laugenbeständigkeitsklasse ISO 695-A2 |

Physikalische Eigenschaften

Borosilicatglas 3.3 zeichnet sich gegenüber anderen Apparatebauwerkstoffen nicht nur durch seine nahezu universelle Korrosionsbeständigkeit aus, sondern auch durch einen sehr geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten. Aufwändige Maßnahmen zur Kompensation von temperaturbedingten Wärmedehnungen sind daher nicht erforderlich.

Die für den Apparatebau wichtigsten physikalischen Eigenschaften sind nachstehend aufgeführt (s. auch DIN ISO 3585):

| | |
|--|---|
| Mittlerer linearer Wärmeleitfähigkeitskoeffizient | $\alpha_{20/300} = (3,3 \pm 0,1) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ |
| Mittlere Wärmeleitfähigkeit zwischen 20 und 200 °C | $\lambda_{20/200} = 1,2 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ |
| Mittlere spezifische Wärmekapazität zwischen 20 und 100 °C | $C_{p 20/100} = 0,8 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ |
| Mittlere spezifische Wärmekapazität zwischen 20 und 200 °C | $C_{p 20/200} = 0,9 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ |
| Dichte bei 20 °C | $\rho = 2,23 \text{ kg dm}^{-3}$ |

Mechanische Eigenschaften

Die zulässigen Festigkeitskennwerte von Borosilicatglas 3.3 beinhalten einen Sicherheitsfaktor, der den Erfahrungen über das Festigkeitsverfahren von Glas Rechnung trägt und zwar insbesondere der Tatsache, dass es sich hierbei um einen spröden Werkstoff handelt. Im Unterschied zu anderen gängigen Werkstoffen ist er nämlich nicht in der Lage, Spannungsspitzen an unregelmäßigen Übergängen und kleinsten Anrissen abzubauen, wie dies bei einem zähen Material (z.B. Metall) der Fall ist. Außerdem berücksichtigt der Sicherheitsfaktor die nachträgliche Bearbeitung der Bauteile (geschliffene Dichtflächen), deren Handling (Gebrauchsspuren auf der Oberfläche) und die über Druck und Temperatur hinausgehende, zugelassene Beanspruchung während des Einsatzes.

So gelten die in der EN 1595 festgelegten Berechnungskennwerte für die zulässige Beanspruchung von Glasbauteilen durch Zug-, Biege- und Druckspannungen bei der in der Praxis zu erwartenden Oberflächenbeschaffenheit:

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Festigkeitskennwerte | Zug- und Biegefestigkeit | K/S = 7 N mm ⁻² |
| | Druckfestigkeit | K/S = 100 N mm ⁻² |
| Elastizitätsmodul | | E = 64 kN mm ⁻² |
| Poisson-Zahl (Querkontraktionszahl) | | $\nu = 0,2$ |

Optische Eigenschaften

Die UV-Lichtdurchlässigkeit, die für fotochemische Reaktionen von großer Bedeutung ist, liegt bei Borosilicatglas im mittleren Spektrum etwas höher als bei normalem Fensterglas.

Sollen lichtempfindliche Substanzen verarbeitet werden, so empfiehlt sich die Verwendung von braun beschichtetem Borosilicatglas. Durch diese dauerhaft aufgebraute Spezialbeschichtung wird die UV-Lichtdurchlässigkeit auf ein Minimum reduziert.

ZULÄSSIGE BETRIEBSBEDINGUNGEN

Werden Bauteile und Apparaturen nicht ausschließlich bei Normaldruck und Umgebungstemperatur, sondern bei Vakuum, geringem Überdruck und/oder höheren Temperaturen betrieben, so treten in den Wandungen Spannungen auf. Um diese gefahrlos aufnehmen zu können, dürfen die Wanddicken daher ein bestimmtes Mindestmaß nicht unterschreiten.

Dadurch führen vorgegebene Wanddicken dazu, die zulässigen Betriebsbedingungen für ein Bauteil hinsichtlich Betriebsdruck und -temperatur begrenzen zu müssen.

Zulässige Betriebstemperatur

Borosilicatglas verformt sich erst bei Temperaturen, die über der Kühltemperatur (ca. 525 °C) liegen. Es behält bis zu diesem Bereich seine mechanische Festigkeit bei. Die zulässige Betriebstemperatur liegt jedoch wesentlich niedriger und beträgt unter der Voraussetzung, dass kein plötzlicher Temperaturschock auftritt, bei Glasbauteilen normalerweise 200 °C.

Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ist ein Ansteigen der Zugfestigkeit festzustellen. Man kann Borosilicatglas ohne Gefahr bis zu Temperaturen von -80 °C einsetzen.

Temperaturschock

Schnelle Temperaturänderungen der Glasbauteile sollten während des normalen Betriebes vermieden werden. Sie führen zu zusätzlichen thermischen Wandspannungen, die sich negativ auf die Festigkeit der Anlagenkomponenten auswirken. Es gibt deshalb keinen allgemein verbindlichen Wert für alle praktisch vorkommenden Betriebsverhältnisse. Als genereller Richtwert kann ein Temperaturschock von maximal 120 °C zugelassen werden.

Zulässige Betriebsüberdrücke

Aus zylindrischen, schalen- und kugelförmigen sowie flachen Grundkörpern bestehende und zusammengesetzte Glasbauteile aller Nennweiten, soweit im nachfolgenden Text zu den Produkten keine Einschränkungen gemacht werden, können bei vollem Vakuum eingesetzt werden. Desgleichen gilt für diese Glasbauteile ein zulässiger Betriebsüberdruck von 0,1 bar.

Die zulässige Temperaturdifferenz $\Delta\theta$ zwischen Innenraum (Produktseite) und Außenraum beträgt in allen Fällen 180 °C, sofern auf dem Bauteil keine davon abweichende Angabe gemacht wird.

ROHRENDEN


Alle Bauteile werden, von Ausnahmen abgesehen, bevorzugt über Schliffl (Kegel- oder Kugelschliff) bzw. Laborflansch miteinander verbunden. Sofern dafür zusätzlich spezielle Verbindungselemente (Klemmen) benötigt werden, finden Sie diese auf den entsprechenden Seiten im Teil "Halbzeuge", Kap. 3.

Für Laborflansche, die hauptsächlich bei Reaktionsgefäßen Verwendung finden, bieten wir ein Verbindungselement an, das gleichzeitig als Halterung für die zu verbindenden Teile dient.

Sicherheitsplanflansche finden als Anschlüsse an Temperiermänteln Verwendung. Die dazugehörige Flanschverbindung ist im Teil "Halbzeuge", Kap. 3, beschrieben.

Gewinderohrenden, bevorzugt in der Ausführung GL, finden Verwendung, wenn z.B. Schläuche als Produktzu- oder -abführung dienen sollen oder Messwertgeber eingesetzt werden müssen. Darüber hinaus werden aber auch Reagenzgläser und Flaschen mit Gewinde ausgestattet.

Bei den erwähnten Ausnahmen handelt es sich um Hochvakuum-Kleinflansche im Teil "Halbzeuge", Kap. 3, und das Rotolux-Verbindungssystem, welches im selben Kapitel beschrieben ist.

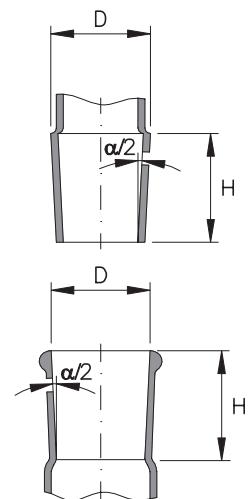
 Werden andere im technischen Glasapparatebau übliche Flansche gewünscht, so sind diese ebenfalls lieferbar.

Die wichtigsten Abmessungen der Schliffl, Labor- und Sicherheitsplanflansche sowie der GL-Gewinde sind den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

Abmessungen der Kegelschliff - Rohrenden

| | | | | | | | | |
|-------------|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nenngröße | NS | 5/13 | 7/16 | 10/19 | 12/21 | 14/23 | 19/26 | 24/29 |
| Durchmesser | D | 5 | 7,5 | 10 | 12,5 | 14,5 | 18,8 | 24 |
| Neigung | $\alpha/2$ | 1:10 | | | | | | |
| Länge | H | 13 | 16 | 19 | 21 | 23 | 26 | 29 |

| | | | | | | | | |
|-------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Nenngröße | NS | 29/32 | 34/35 | 45/40 | 60/46 | 71/51 | 85/55 | 100/60 |
| Durchmesser | D | 29,2 | 34,5 | 45 | 60 | 71 | 85 | 100 |
| Neigung | $\alpha/2$ | 1:10 | | | | | | |
| Länge | H | 32 | 35 | 40 | 46 | 51 | 55 | 60 |

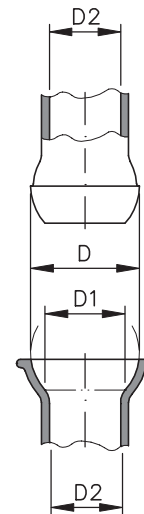


Abmessungen der Kugelschliff-Rohrenden in Zoll-Ausführung

| | | | | | |
|---------------------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Nenngröße | S | 13/2 | 13/5 | 19 | 29 |
| Durchmesser ¹⁾ | D | 12,700 | 12,700 | 19,050 | 28,575 |
| Durchmesser | D1 | 3,3 | 6,2 | 10,5 | 17,5 |
| Durchmesser | D2 | 2 | 5 | 9 | 15 |

| | | | | | |
|---------------------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Nenngröße | S | 35 | 40 | 51 | 64 |
| Durchmesser ¹⁾ | D | 34,925 | 38,100 | 50,800 | 63,500 |
| Durchmesser | D1 | 23 | 28 | 34 | 45 |
| Durchmesser | D2 | 20 | 25 | 30 | 40 |

¹⁾ Maße der Schliffkugel s. auch DIN 12 244, Teil 1

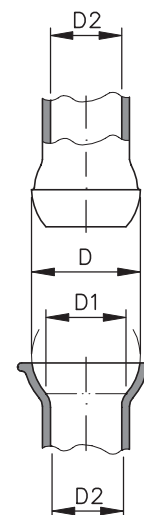


Abmessungen der Kugelschliff-Rohrenden in Millimeter-Ausführung

| | | | | | |
|---------------------------|----|------|------|------|------|
| Nenngröße | KS | 12/3 | 12/5 | 18 | 28 |
| Durchmesser ¹⁾ | D | 12,0 | 12,0 | 18,0 | 28,0 |
| Durchmesser | D1 | 8 | 8 | 13 | 22 |
| Durchmesser | D2 | 3 | 5 | 10 | 18 |

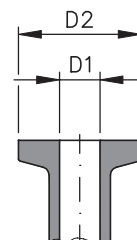
| | | | | | |
|---------------------------|----|------|------|------|------|
| Nenngröße | KS | 35 | 50 | 55 | 75 |
| Durchmesser ¹⁾ | D | 35,0 | 50,0 | 55,0 | 75,0 |
| Durchmesser | D1 | 28 | 38 | 42 | 54 |
| Durchmesser | D2 | 24 | 34 | 38 | 49 |

¹⁾ Maße der Schliffkugel s. auch DIN 12 244, Teil 1



Abmessungen der Hochvakuum-Kleinflansche

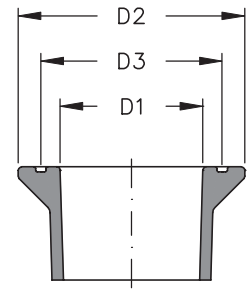
| | | | | | | |
|-------------|----|----|----|----|----|----|
| Nennweite | DN | 10 | 16 | 25 | 40 | 50 |
| Durchmesser | D1 | 10 | 16 | 25 | 40 | 50 |
| Durchmesser | D2 | 30 | 30 | 40 | 55 | 75 |



Abmessungen der Laborflansch-Rohrenden

| | | | | | | |
|-------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nennweite | DN | 60 | 100 | 120 | 150 | 200 |
| Durchmesser | D1 | 63 | 100 | 122 | 148 | 205 |
| Durchmesser | D2 | 100 | 138 | 158 | 184 | 242 |
| Durchmesser | D3 ¹⁾ | 80 | 115 | 137 | 161 | 220 |

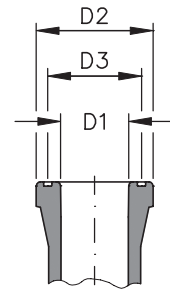
¹⁾ Bei jeder Verbindung ist nur ein Flansch (z.B. der des Gefäßes) mit Nut ausgeführt.



Abmessungen der Sicherheitsplanflansch-Rohrenden

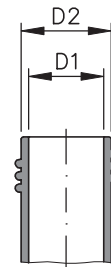
| | | | | | | |
|-------------|------------------|----|------|------|------|------|
| Nennweite | DN | 15 | 25 | 40 | 50 | 80 |
| Durchmesser | D1 ¹⁾ | 17 | 26,5 | 38,5 | 50 | 76 |
| Durchmesser | D2 | 29 | 42,5 | 57,5 | 70 | 99,5 |
| Durchmesser | D3 | 23 | 34 | 48 | 60,5 | 88 |

¹⁾ D1 entspricht nicht dem kleinsten Durchmesser.



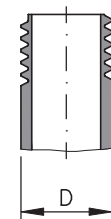
Abmessungen der Gewinde-Rohrenden

| | | | | | | |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nenngröße | - | GL 14 | GL 18 | GL 25 | GL 32 | GL 45 |
| Durchmesser | D1 | 8,5 | 10,5 | 17 | 21,5 | 34,5 |
| Durchmesser | D2 | 12 | 16 | 22 | 28 | 40 |



Abmessungen der Rohrenden mit metrischem Gewinde

| | | | | | | | |
|-------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nenngröße | - | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 |
| Durchmesser | D | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 |



DOPPELMANTELBAUTEILE

Doppelmäntel aus Borosilicatglas übernehmen in der thermischen Verfahrenstechnik unterschiedliche Aufgaben. Sie dienen entweder der Beheizung oder Kühlung des Produktes während des Prozesses oder haben die Funktion einer Isolierung.

Soweit dies konstruktiv vertretbar ist, werden Doppelmäntel beidseitig verschmolzen ausgeführt (s. Abb. 3). Die ab einer bestimmten Länge des Bauteiles spürbar unterschiedliche Ausdehnung von Innen- und Außenzylinder während des Betriebes wird von eingefügten Dehnungsbalgen aufgenommen (s. Abb. 4).

Bei Bauteilen mit Schliff-Rohrenden sind Hülse bzw. Schliffschale in den Doppelmantel integriert, Kern und Schliffkugel dagegen aus fertigungstechnischen Gründen bei kleinen Nenngrößen nicht (s. Abb. 5).

Bauteile, die auch produktseitig mit Sicherheitsplanflansch ausgestattet sind, erlauben übrigens grundsätzlich eine Doppelmantel-Ausführung bis zur Dichtfläche.

Sie finden die Doppelmantelbauteile in den jeweiligen Kapiteln dieses Kataloges.

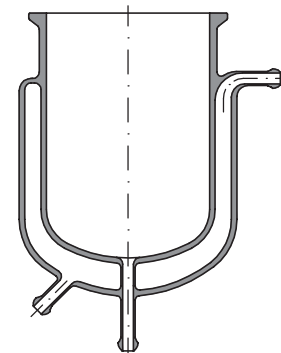


Abb. 3 Doppelmantel beidseitig verschmolzen

Temperiermäntel

Sind die Anschlüsse an Temperiermäntel in Sicherheitsplanflansch ausgeführt, sind dazu Schlaucholiven als Übergangsstücke lieferbar.

Isoliermäntel

Verschiedene Bauteile für die Labortechnik (z.B. Kolonnen) werden auch mit speziellen Isoliermänteln angeboten. In diesen Fällen ist die Innenseite der nach Abb. 4 ausgeführten Mäntel silberverspiegelt und der Mantelraum selbst evakuiert (10^{-6} mbar). Auf diese Weise werden unerwünschte Wärmeverluste auf ein Minimum reduziert.

Zulässige Betriebsbedingungen

Für die Innenteile von Doppelmantelbauteilen gelten die auf Seite 4 genannten zulässigen Betriebsüberdrücke. Konstruktiv bedingte Abweichungen ergeben sich jedoch bezüglich der zulässigen Betriebstemperatur im Innenraum und der zulässigen Betriebsbedingungen im Mantelraum.

Zulässige Betriebstemperatur

Bei einteiligen, beidseitig verschmolzenen Temperiermänteln darf die zulässige Betriebstemperatur im Mantelraum 200 °C betragen. Gleichzeitig soll sie nicht mehr als 180 °C über der Umgebungstemperatur liegen und die Produkttemperatur um höchstens 50 °C überschreiten.

Zulässiger Betriebsüberdruck

Er beträgt bei einteiligen, beidseitig verschmolzenen Doppelmänteln -1 bis $+0,1$ bar.

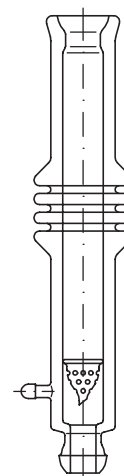


Abb. 4 Doppelmantel mit Dehnungsbalg

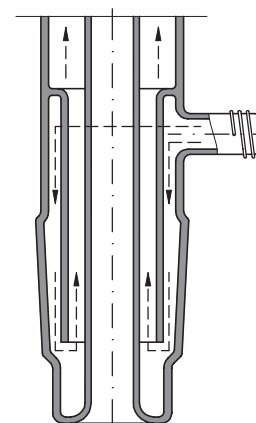


Abb. 5 Beheizbares Rohrende mit temperierbarem Schliffkern

SONDERWERKSTOFFE

In manchen Fällen kommen für Bauteile der Labortechnik neben dem nahezu universell korrosionsbeständigen Werkstoff Borosilicatglas 3.3 auch andere Materialien, wie PTFE oder metallische Werkstoffe, zum Einsatz.

- Diesen Wünschen zu entsprechen, stellt in der Regel kein Problem dar, zumal wir auch auf diesem Gebiet über umfangreiche Erfahrungen verfügen.

PTFE-Werkstoffe

In welchen Fällen reines, modifiziertes oder glasfasergefülltes bzw. kohleverstärktes PTFE als Substitutionsmaterial ausgewählt wird, hängt primär von der Funktion des daraus hergestellten Bauteiles ab. Darüber hinaus spielen jedoch auch fertigungstechnische Gründe eine entscheidende Rolle. Welche dieser Materialien zum Einsatz kommen, ist der jeweiligen Kurzbeschreibung zu den in diesem Katalog aufgeführten Komponenten zu entnehmen.

Sonstige Kunststoffe

Neben PTFE-Werkstoffen werden im Bereich der Labortechnik auch andere Kunststoffe, wie z.B. Silikongummi, eingesetzt.

Metallische Werkstoffe

Die Palette der möglicherweise einsetzbaren Materialien ist sehr umfangreich und reicht von Chrom-Nickel-Stählen über emaillierten Stahl bis hin zu Titan, Tantal oder Hastelloy. Für die Auswahl maßgebend ist neben anderen Faktoren zweifellos die geforderte Korrosionsbeständigkeit.

Informationen über die speziellen Eigenschaften der verschiedenen Werkstoffe erhalten Sie auf Anfrage.

Sonstige Werkstoffe

In Sonderfällen setzen wir auch andere Materialien wie Graphit, Keramik etc. ein. Sowohl konstruktive und verfahrenstechnische Gründe als auch spezielle Kundenwünsche können hierfür ausschlaggebend sein.



Infolge des ständigen Umgangs mit korrosionsbeständigen Werkstoffen verfügen wir auf diesem Gebiet über ein umfangreiches Know-how. Wir werden Sie daher zu diesem Punkt gerne und umfassend beraten.