

## Gewindestifte mit Innen-6kt, die etwas anderen Verbindungselemente

Info Seite 1-3

### 1. **DIN oder ISO** (siehe CEN-Beschluss)

Die DIN-Normen für Gewindestifte wurden 1980 an die ISO-Vorgaben angepasst und dann 2004 definitiv durch die EN-ISO-Normen ersetzt. Die Unterschiede waren marginal, so dass es keine Umstellungsprobleme gab. Weltweit gelten nur noch die internationalen Normen ISO 4026 bis 4029. Kundenbestellungen mit den alten DIN-Bezeichnungen werden von uns automatisch in ISO bestätigt.

Wie auf der Vorderseite erwähnt, gibt es nur bei kurzen Stiften nach ISO 4027 eine nennenswerte Abweichung zur alten DIN-Norm. Andere geringfügige Änderungen wie z.B. die Schlüsselweiten-Toleranz oder die Vermassung der Innen-6kt-Tiefe entstanden aus laufenden Anpassungen an den Stand der Technik und beeinflussen die Anwendbarkeit nicht.

### 2. **Mechanische Eigenschaften** (siehe EN-ISO 898 Teil 5) (siehe EN-ISO 3506 Teil 3)

Für "normale" Schrauben sind das Anziehen und die Vorspannung typisch. Gewindestifte sind für andere Verwendungen vorgesehen und haben deshalb Materialeigenschaften, die nicht für Zugspannung ausgelegt sind. Gewindestifte aus Stahl sind extrem hart, um die Torsionsfestigkeit im Innen-6kt zu gewähren. Die Materialspezifikation für Gewindestifte wird demzufolge auch in der Härteklasse 45H angegeben - und nicht in einer Festigkeitsklasse. Festigkeitsklassen wie z.B. 8.8, 10.9 oder 12.9 resp. das rostfreie Material A2-70 oder A4-80 sind für Kopfschrauben. Beim Gewindestiften die Härte in Zugfestigkeit umzurechnen kann zu folgeschweren Fehlern führen und ist unzulässig.

Gewindestifte dürfen nur auf Druck belastet werden. Typisch sind Klemmen in einem Stelling oder Drücken auf ein Gegenstück. Werden Gewindestifte angeschweisst, mit Muttern angezogen oder auf Biegung belastet, so liegt mit grösster Wahrscheinlichkeit eine falsche Anwendung vor. Jedes Aufbringen von Zugbelastung entspricht nicht dem vorgesehenen Einsatzzweck und kann zum Versagen führen. Gewindestifte mit Innen-6kt haben weder eine minimale Zugfestigkeit noch eine vorgegebene Zähigkeit oder Dauerfestigkeit. Das entscheidende Materialkriterium ist allein die Härte.

Hinweis: Werden Gewindestifte entgegen den Norm-Vorgaben für Zugbelastung benötigt, so haben wir die Möglichkeit, Gewindestifte auch in den Kopf-Schrauben-Qualitäten (z.B. 8.8, 10.9 oder 12.9 auch 5.6 oder 5.8) herzustellen. Dies ist jedoch eine Spezialausführung mit entsprechend längeren Lieferzeiten, zusätzlichen Prüfaufwendungen und höheren Preisen.

Hinweis: Rostfreie Gewindestifte sind nicht speziell hart, sondern eher das Gegenteil. Damit rostfreie Gewindestifte auf Kaltumformpressen hergestellt werden können, wird weicherer Grundmaterial verwendet als bei Kopfschrauben. Die Kaltverfestigung beim Gewinderollen genügt nicht immer, um die Festigkeit A2-70 oder A4-80 zu erreichen.

Wir liefern gemäß der Norm A1-12H, A2-21H resp. A4-21H.

Bei rostfreien Gewindestiften ist die minimale Zugfestigkeit gemäss A2-50 resp. A4-50 gegeben, auch wenn die Norm nur die Härte definiert. Werden rostfreie Gewindestifte mit grösserer Zugfestigkeit benötigt, sind die Eigenschaften vorgängig mit uns abzusprechen.

### 3. **Kernhärte** (EN-ISO 898 Teil 5)

Die Härte von Gewindestiften ist auf der Mitte des Gewindeendes (Kuppe) zu prüfen. Überschreitet die dort gemessene Härte die Maximalwerte, so kann an einem Querschliff 0.5 x d vom Gewindeende entfernt, eine zweite Prüfung gemacht werden.

Betreffend Kernhärte gibt es keine Vorgaben und Härtemessungen an Querschliffen sind kein Abnahmekriterium. Entsprechend dem Abkühlgradienten im Stiftinneren und den spezifischen Materialeigenschaften, hat der Kern immer eine mehr oder weniger geringere Härte als am Gewindeende. Die Funktion der Härte ist beim Gewindestift 45H auf die Oberfläche beschränkt und kann nicht mit den Härteeigenschaften einer zugbelasteten Schraube gleich gesetzt werden.

### 4. **Galvanische Veredelung "Verzinken" - Gefahr der Wasserstoffversprödung**

(siehe Anhang zu ISO 4042)

Beim Beizen und im galvanischen Prozess wird Wasserstoff freigesetzt, welcher in den Stahl eindringt. Wenn die drei Voraussetzungen:

- ◆ hochfester Stahl (Härte über 320 HV)
- ◆ Wasserstoff-Aufnahme
- ◆ Zugbelastung

gegeben sind, besteht die Gefahr der Wasserstoffversprödung.

Damit es nicht zur Wasserstoffversprödung kommen kann, muss verhindert werden, dass alle drei Voraussetzungen zusammen vorkommen.

Ist dies nicht möglich, wird heute bei hochfesten, galvanisch verzinkten Kopfschrauben sofort nach dem Galvanik-Prozess eine zusätzliche thermische Nachbehandlung ("Tempern", "künstlich Altern", "Entspröden") durchgeführt. Mit dieser Wärmebehandlung wird der eingedrungene Wasserstoff wieder in erhöhte Aktivität versetzt. Man erwartet, dass die "herumrasenden" Wasserstoff-Atome irgendwann an den Teilerand kommen und zum Werkstück hinaus diffundieren oder sich an unkritischen Orten im Werkstück einnisten. Diese Behandlung ergibt gute Resultate, ist aber von vielen und noch unerforschten Bedingungen abhängig. In allen Normen, Handbüchern und Automobilvorschriften wird darauf hingewiesen, dass die thermische Nachbehandlung keine 100% Garantie gibt. Absolute Sicherheit gegen Wasserstoffversprödung kann nur mit anderen Korrosionsschutz-Verfahren erreicht werden, z.B. Dacromet oder Geomet.

Kein Automobilkonstrukteur würde für Sicherheitselemente galvanisch verzinkte 12.9 Kopfschrauben einsetzen; kein Seilbahnhersteller verschwendet auch nur einen Gedanken daran, hochfeste Tragelemente galvanisch zu veredeln.

Gewindestifte mit Innen-6kt sind noch weit härter und spröder als hochfeste Kopfschrauben – und trotzdem werden viele Gewindestifte galvanisch verzinkt. Weltweit werden rund 80% der verzinkten Gewindestifte nicht einmal thermisch nachbehandelt. Der Grund dafür ist einfach: Gewindestifte werden - wenn richtig eingesetzt - nicht auf Zug belastet. Eine der drei Voraussetzungen für den wasserstoffinduzierten Sprödbbruch ist gar nicht gegeben.

Richtig verwendete Gewindestifte (nur auf Druck belastet) brechen nicht, auch wenn sie galvanisch verzinkt worden sind.

Werden 45H-Gewindestifte jedoch auf Zug belastet, so ist nicht nur die Anwendung falsch (siehe Punkt 2), sondern das extrem gehärtete Material auch sprödbrechgefährdet. Wie bereits erwähnt, gibt auch die thermische Nachbehandlung keine 100%ige Sicherheit.

Wenn der Kunde eine thermische Nachbehandlung will, ist diese zu bestellen. Die Analyse des Risikopotentials beim vorgesehenen Einsatz liegt im Verantwortungsbereich des Anwenders resp. Bestellers. Wir gehen davon aus, dass der Kunde den Gewindestift dem Stand der Technik entsprechend richtig einsetzt und die Bestellvorgaben vollständig sind.

## 5. **Oberflächen-Veredlung - Schichtdicke** (siehe ISO 4042)

Gewindestifte werden auch in sehr kleinen Durchmessern hergestellt. Werden hohe Schichtdicken aufgetragen (oft aus Korrosionsschutzgründen und teilweise undifferenziert über ein ganzes Schraubensortiment vorgeschrieben), können die Gewindegängigkeit und die Innen-6kt-Toleranz kritisch werden.

Die in den Gewindestift-Normen definierten Toleranzen gelten für den blanken Stift. Die maximal zulässigen Schichtdicken sind in den entsprechenden Normen festgelegt. Wir als Lieferant garantieren die Toleranzhaltigkeit der blanken Stifte und die Einhaltung der verlangten Schichtdicke. Für die Beschichtung werden praktisch immer blanke Stifte mit Standardtoleranzen ab dem Lager oder ab einer laufenden Produktion genommen.

Verlangt der Besteller grössere Schichtdicken als das Maximum in der Norm, so hat er selber die Passfähigkeit sicherzustellen (z.B. Montageschlüssel mit Untermass oder Gegengewinde mit mehr Spiel).

Hinweis: Bei Grossserien könnte eine Spezialfertigung mit vom Konstrukteur vorgegeben abweichenden Toleranzlagen in Betracht gezogen werden. In dem Fall sind auch die Torsionsmomente neu zu definieren. Auf Anfrage unterbreiten wir gerne ein Angebot.

Hinweis: Galvanische Prozesse tragen an Aussenkanten mehr auf als an der vorgeschriebenen Messstelle. Bei kleinen Stiften kann der Auftrag am Innen-6kt-Anfang leicht überstehen. Der Schlüssel muss dann mit etwas Kraft eingeführt werden.

Im Inneren hingegen wirkt der Innen-6kt wie ein faradayscher Käfig; der Zinkauftrag nimmt mit zunehmender Tiefe ab.

Versiegelungen werden im Tauchverfahren aufgebracht. Die Schichtdicke im Innen-6kt unterliegt grossen Streuungen. Bei kleinen Abmessungen sind ev. Montageschlüssel mit Untermass zu verwenden.

Zink-Lamellen-Beschichtungen sollen erst ab ca. Grösse M6 aufgebracht werden. Bei kleineren Abmessungen muss der Kunde mit einer erhöhten Ausfallrate wegen verstopftem Innen-6kt rechnen.

## 6. **Große Gewindelängen** (siehe ISO 9659)

Gewindestifte gibt es in verschieden, auch sehr grossen Längen. Das Gewindenspiel zwischen Stift und Muttergewinde ist gemäss Norm für eine maximale Gewindeüberdeckung von 1,5 x Nenndurchmesser ausgelegt. Bei längerer Gewindeüberdeckung hat der Konstrukteur die Gewindenspiel-Toleranz neu festzulegen. Wir fertigen unsere Stifte in der Normtoleranz 6g, bei langen Stiften streben wir eine Fertigung im unteren Toleranzbereich bis 6e an.

## 7. **Gewindetoleranz in der Stiftmitte** (bei Steigung 0.35 und kleiner)

Gewindestifte gehören herstellungstechnisch zu den schwierigsten Verbindungselementen, da es mehrere Prozessstufen gibt, welche sich gegenseitig ungewollt beeinflussen. Gewindestifte werden vorwiegend auf 4 oder 5-Stufen-Kaltstauchpressen hergestellt. Dieses Verfahren verursacht bei langen Stiften (länger als 2xd) unweigerlich eine kleine Durchmesserabweichung in der Stiftmitte. Am Stiftenende und im Bereich des Innen-6kt ist der Gewindedurchmesser voll ausgeformt. In der Mitte kann es minimales Untermass geben ("Knochenform"). Diese Differenz kann bei kleinen Gewindesteigungen ( $P = 0.35$  oder kleiner) zur Unterschreitung der 6g-Toleranz führen.

Bei üblicher Anwendung (Gewindeüberdeckung "normal" lang oder eines der Gewindeenden im Eingriff) ist die Funktion nicht gefährdet. Ist in der Anwendung der Gewindeeingriff jedoch auf wenige Gänge in der Stiftmitte beschränkt, könnten Störungen auftreten. Bei solchen Spezialanwendungen können keine Standardstifte eingesetzt werden. Die Anforderungen sind vorgängig mit uns abzusprechen, damit wir die Machbarkeit klären können.