

Eliminierung von Eisenkontamination bei der Instandhaltung von Anlagen in kritischen und sterilen Umgebungen

Von Brian Pekarsky

Zusammenfassung

Obwohl die pharmazeutische Industrie heute ein hoch automatisierter Industriezweig ist, werden die wichtigsten Entscheidungen doch immer noch von Individuen getroffen. Welche Produktionsausrüstungen angeschafft, welche Mitarbeiter eingestellt und wie sie qualifiziert werden – all das sind wichtige Faktoren, die eine Auswirkung auf die Effektivität der Produktion haben. In kritischen und sterilen Prozessumgebungen können selbst unwichtig erscheinende Einzelentscheidungen eine große Auswirkung auf Produktivität und Einhaltung geltender Normen haben. Als Entscheidungsträger ist es Ihre Aufgabe, alle möglichen Kontaminationsquellen in Ihren Reinraum-Einrichtungen zu erkennen und eine effiziente Produktion aufrecht zu erhalten. Sobald eine Kontaminationsquelle identifiziert wurde, müssen Sie sie so kosteneffizient wie möglich eliminieren, ohne die Integrität des Produktionsprozesses zu gefährden. Doch wenn das so einfach wäre – Kontaminanten erkennen und eliminieren – dann könnte das jeder tun. Um mit den richtigen Ideen zu reagieren, müssen die richtigen Lösungsansätze gefunden werden. Um weitere mögliche Kontaminationsquellen zu erkennen, muss voraus gedacht und initiativ gehandelt werden. Auf den folgenden Seiten werde ich ein Konzept entwickeln, das es Ihnen ermöglichen soll, einfache, aber fortschrittliche Standardarbeitsanweisungen für die Instandhaltung und die Nutzung von sterilen Produktionsanlagen zu implementieren.

Einleitung

Die Implementierung einfacher, standardisierter Arbeitsanweisungen kann Produktionssicherheit und -effizienz erhöhen.

Industriebereiche, die auf sterile Produktionsumgebungen angewiesen sind, stellen im Vergleich zu anderen Industriezweigen etwas Einmaliges dar, und benötigen daher auch andere Lösungsangebote als Reaktion auf ihre einmaligen Bedürfnisse. Auch wenn das wie eine simple Weisheit klingt – Sie wären überrascht zu erfahren, wie oft diese einfache Idee übersehen wird und wieviel an Effizienz deshalb verloren geht. Sterile Produktionsprozesse unterscheiden sich von denen der allgemeinen Industrie. Die Arbeitsabläufe sind unterschiedlich, die Anforderungen und Normen sind anders, und die Erwartungen in Bezug auf das Endprodukt sind ebenfalls verschieden. In Industriezweigen, in denen regulierende Institutionen wie die FDA in den USA Produktionsabläufe kontrolliert und Sicherheitskriterien des Endprodukts überwacht, sollte man meinen, dass Werkzeuge und Anlagen verwendet werden, die ebenfalls verschieden sind und den

strikten, industriespezifischen Normen entsprechen. Aber bei den Werkzeugen für Instandhaltung steriler Produktionsanlagen hinken ganze Industriezweige hinter dem technologischen Fortschritt hinterher, der normalerweise ein wichtiges Merkmal dieser Industriezweige ist.

Historischer Überblick: Das “Steinzeitalter” der sterilen Produktionsprozesse und die Werkzeugtechnologie

Moderne Technologien erfordern moderne Lösungen.

Historisch gesehen kann der Fortschritt der Zivilisation entsprechend der Typen und der Komplexität der Werkzeuge gemessen werden, die sie benutzt. Von der Verwendung des Steins als einfaches Arbeitsinstrument bis hin zum Industriezeitalter werden Werkzeuge als Maßstab für technologischen Fortschritt herangezogen. Wenn heute moderne Technologien in der wissenschaftlichen Forschung die Möglichkeiten der pharmazeutischen und Biotechnologie weltweit vorantreiben, dann müssen die Werkzeuge und Anlagen, die in den Produktionseinrichtungen verwendet werden, ebenfalls den sich verändernden, fortschreitenden Bedingungen angepasst werden. In vielen Fällen stellt diese Anpassung eine Erhöhung an Komplexität dar, wie bei effizienteren Industriemaschinen, deren Design dem höheren Produktionsvolumen entsprechen muss. In anderen Fällen umfasst diese Anpassung keine höhere Komplexität, sondern erfordert eine Rückbesinnung auf ursprüngliche Prinzipien, jedoch mit einer vorwärts denkenden, innovativen Herangehensweise.

Industriezweige, die unter klinisch sterilen Bedingungen arbeiten müssen, stellen ein ideales Beispiel für die erfolgreiche Anwendung dieses zweiten Anpassungsprinzips dar. Sie müssen eine leicht zu implementierende und kosteneffiziente Lösung finden, die es ihnen ermöglicht, ein oft übersehenes kritisches Problem anzugehen – die Eisenkontamination steriler Prozessanlagen durch Kohlenstoffstahl-Handwerkzeuge.

Die Qualität galvanischer Überzüge auf Kohlenstoffstahl-Werkzeugen verschlechtert sich mit der Zeit – ein sicherer Weg zur Kontamination kritischer Prozesse.

Galvanische Überzüge auf allgemeinen industriellen Handwerkzeugen dienen dazu, dem Kohlenstoffstahl ein Minimum an Korrosionsbeständigkeit zu verleihen, da sie als eine Art Barriere zwischen dem freien Eisen auf der Werkzeugoberfläche und der Umgebung dient und das Niveau der Oxidation verringert. Obwohl beschichtete Kohlenstoffstahl-Werkzeuge für eine Anwendung in sterilen Umgebungen erfolgreich sterilisiert werden können, so trägt doch jeder Autoklavenzyklus dazu bei, die Qualität der Beschichtung zu verschlechtern, was zu ihrem Abblättern oder Abplatzen führt.

Die Gefahr einer Kontamination durch Partikelfreisetzung durch wiederholte Behandlung der

Partikelfreisetzung durch Handwerkzeuge kann eliminiert werden, wenn ihre Quelle beseitigt wird: Kohlenstoffstahl-Werkzeuge in sterilen Umgebungen.

Kohlenstoffstahl-Werkzeuge im Autoklaven kann in zweierlei Hinsicht als Prozessrisiko bezeichnet werden. Zum einen stellt die Chrombeschichtung selbst ein Risiko dar – vielleicht das offensichtlichere Risiko. Kleine Teilchen der abblätternden oder abplatzenden Chrombeschichtung können schnell und auf verschiedene Art und Weise Fremdkörper in die sterile Umgebung tragen, sei es durch direkten Transfer von der Werkzeugoberfläche oder indirekt über den Mechaniker. Zum anderen – und das ist vielleicht die heimtückischere Gefahr – kann die Reinraum- oder sterile Umgebung kontaminiert werden durch die Berührung der eisenhaltigen Werkzeugoberfläche mit der rostfreien Stahloberfläche der Anlage oder mit dem rostfreien Stahl der Halterung. Der Kontakt dieser beiden verschiedenen Materialien transferiert bei normalem Gebrauch Eisenpartikel vom Kohlenstoffstahl-Werkzeug auf die rostfreie Stahloberfläche von Halterung oder Anlage selbst. Die Reaktion von Eisenpartikeln und Sauerstoff führt mit der Zeit selbst in einer Umgebung mit geringer Luftfeuchtigkeit zur Bildung von Eisenoxid. Dies wiederum stellt eine offensichtliche Gefahr für die Aufrechterhaltung eines noch akzeptablen Niveaus an freischwebenden Partikeln dar.

Wie Sie sehen ist die Sterilisation von Wartungswerkzeugen nur die eine Seite der Medaille im Kampf gegen Kontamination. Das inhärente Risiko einer Übertragung von Eisenpartikeln vom Kohlenstoffstahl-Werkzeug auf die Oberfläche aus rostfreiem Stahl beweist, dass Sterilisation allein wenig Wirksamkeit gegen eine langfristige Integrität der kritischen Produktionsausrüstungen hat.

Die Verwendung der richtigen Werkzeuge für Wartungsarbeiten garantieren dem innovativen Werksmanager bessere Normen und bemerkenswerte Ergebnisse.

Verwenden Sie Steritools?

Bis vor kurzem waren es dieselben Werkzeuge – Schraubenschlüssel, Zangen, Steckschlüsseleinsätze – wie beim Automechaniker um die Ecke, die für Wartungsarbeiten modernster Anlagen in kritischen Umgebungen verwendet wurden, einfach weil es keine Alternative gab. Und obwohl die Automechaniker von heute Spezialisten in ihrem Fach sind und ein hohes Wissen aufweisen, würden Sie ihnen doch nicht den Zutritt zu Ihrem Reinraumbereich erlauben, ohne sie vorher mit der richtigen Bekleidung zu versorgen und ihnen eine Einführung in die Besonderheiten Ihrer Produktionsprozesse zu geben. Die selben Normen sollte daher auch für die Werkzeuge gelten, die er mit sich bringt. Nur weil eine Zange dazu benutzt werden kann, eine Mutter zu drehen, heißt das noch lange nicht, dass sie in den Reinraum gehört. Wirklich saubere Werkzeuge für kritische Umgebungen – vor allem solche, die das Risiko von Eisenkontamination und Partikelfreisetzung eliminieren – sind ein integraler Faktor von kritischen Produktionsprozessen,

der häufig übersehen wird. Die Einführung der richtigen Werkzeuge gibt dem Werksmanager die Möglichkeit, Qualitätsnormen zu erhöhen und bemerkenswerte Produktionsergebnisse zu erzielen.

Rostfreier Stahl ist seit langem die Norm für medizinische und zahnmedizinische Instrumente – und das aus gutem Grund. Wie der Name aussagt, hat dieser Stahl Eigenschaften, die es ihm ermöglichen, der Oxidation, die in der Regel durch die Migration freien Eisens an die Oberfläche von Kohlenstoffstahl-Werkzeugen entsteht, zu widerstehen. Das wird vor allem durch den Zusatz von Chrom erreicht – 10% des Gewichts oder mehr. Andere Elemente wie Molybdän, Nickel, Kupfer, Titan, Karbon, Aluminium und weitere werden hinzugefügt, um Korrosionsbeständigkeit, Beanspruchbarkeit und Festigkeit zu sichern. Aber es ist vor allem der Chromgehalt, der eine dünne, nicht rückwirkende Chromoxidschicht auf der Oberfläche des Werkzeugs hervorruft. Diese passive Schutzschicht ist der Schlüssel des Geheimnisses von rostfreiem Stahl: Sie verhindert die Reaktion von freiem Eisen mit Sauerstoff und somit seine Oxidierung. Und da dieser Schutz ohne das Auftragen irgendeiner speziellen Schicht erfolgt, können rostfreie Werkzeuge sterilisiert und gereinigt werden, ohne dass man sich Sorgen um ihre Qualitätsverschlechterung machen müsste. In einem sterilen Operationssaal oder auch in einer Zahnarztpraxis ist dieser Vorteil offensichtlich. Aber wie verhält sich das bei anderen kritischen Umgebungen, die eine Überwachung von Kontamination und freischwebenden Partikeln erfordern? Die pharmazeutische Industrie, biotechnische Forschung und Entwicklung, hochreine Vakuumkammern, Reinräume in der Halbleiterindustrie, Einrichtungen der Atomindustrie sowie Lebensmittelproduktion – all das sind Beispiele von Hochtechnologien, die entweder Sterilisierungsprozesse oder ein besonderes Maß an Sauberkeit erfordern.

Die logische Konsequenz der Verwendung der selben Technologie für medizinische Instrumente wie für andere Werkzeuge für kritische Produktionsprozesse ist die Entwicklung einer ganz neuen, zweckbestimmten Klasse von Werkzeugen: der Handwerkzeuge aus rostfreiem Stahl. Diese kurze Assoziationskette stellt eine dramatische Wendung in der Werkzeugindustrie für kritische Prozesse dar:

rostfrei = steril
rostfreie Werkzeuge = sterile Werkzeuge
Das Ergebnis: **Steritools™**

Steritools™, die Handwerkzeuge, die speziell für den Einsatz in kritischen Bereichen hergestellt werden, stellen kein

*Das Steritools™ -Konzept:
zweckbestimmte
Handwerkzeuge für
kritische Umgebungen.*

Risiko einer Eisen- oder Partikelkontamination dar. Indem sie die wichtigsten philosophischen Prinzipien von ihren medizinischen Vorgängern übernehmen, dienen Steritools™ dem Menschen vor allem nach dem hippokratischen Grundsatz „Primum non nocere“ („Vor allem schade nicht.“). Sie sind so entwickelt, dass sie ihr Leben lang, selbst bei häufiger Benutzung und häufiger Sterilisation, keinen negativen Einfluss auf kritische Umgebungen haben können.

Fallstudie: Der Inbusstiftschlüssel. Die Entwicklung einer Revolution

Der Inbusstiftschlüssel, oder Allenschlüssel, ist eines der einfachsten Handwerkzeuge, die es gibt. Ein hexagonaler Schaft aus Metall, auf eine bestimmte Länge geschnitten und um neunzig Grad gebogen, um ein „L“ zu bilden. Dazu benutzt, um beispielsweise Innensechskantschrauben jeder Art und Größe festzuziehen, in einer unzähligen Anzahl von Industriebereichen, bei zahllosen Anwendungen. Jeder Wartungsmechaniker hat ein Set in seinem Werkzeugkasten.

*Faktoren für die Auswahl
der richtigen Legierung für
Steritools™ schließen ein:
Korrosionsresistenz,
Bruchfestigkeit und Härte.*

Man sollte nicht meinen, dass die Steritool™-Version komplizierter wäre als das Schneiden und Biegen eines Stücks rostfreien Stahls. Aber welche Legierung soll verwendet werden? Wie bereits erwähnt, werden dem Eisen mehrere Elemente hinzugefügt, unter anderem Chrom, was dem rostfreien Stahl seine korrosionsresistenten Eigenschaften verleiht. Es sind Tausende von Legierungskombinationen denkbar, obwohl in der Praxis nur ein paar Dutzende verwendet werden. Unter ihnen sind nur wenige tauglich für die Herstellung der meisten der allgemein üblichen Handwerkzeuge. Korrosionsresistenz ist nicht der einzige Faktor bei der Auswahl der rostfreien Stahllegierung für die Herstellung von Steritools. Härte und Bruchfestigkeit spielen ebenso eine große Rolle bei der Determinierung der Nützlichkeit eines Werkzeugs. Kleine Komponente, die hohen Drehkräften unterliegen, müssen diese Krafteinwirkung überstehen, ohne deformiert zu werden. Ähnliches gilt auch für Schneidwerkzeuge und Zangenbacken.

Wer einigermaßen vertraut ist mit Bezeichnungen für Stahllegierungen in den USA kennt normalerweise die Zahl „316“. Diese verbreitete rostfreie Stahllegierung enthält 16-18 % Chrom und 10-14 % Nickel und ist bekannt für ihre ausgezeichnete Korrosionsresistenz; sie ist verbreitet in einer Vielzahl von Anwendungen, einschließlich industriellen und Laborausrüstungen, Kücheneinrichtungen wie Abwaschbecken, Küchenmaschinen und -utensilien. Man könnte meinen, dass diese Legierung auch ideal für einen Steritool™-Inbusstiftschlüssel sein muss. Aber 316 ist eine nicht-thermisch härtende Legierung mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, und weist

Werkzeuge, von denen eine hohe Drehfestigkeit abverlangt wird, wie kleine Inbusstiftschlüssel, müssen einen hohen Härtegrad aufweisen. Bis vor kurzem stand die Härte in Konkurrenz zur Korrosionsresistenz.

daher nicht die Härte auf, die für die Drehfestigkeit von täglich benutzten Inbusstiftschlüsseln nötig ist. Auf der Rockwell-C-Härteskala (HRC) erreicht die 316er Legierung nur eine 28. Im Vergleich dazu erreicht allgemein üblicher industrieller Kohlenstoffstahl bereits einen HRC-Faktor von 59.

Hoher Karbongehalt im rostfreien Stahl der „400er Serie“ bietet dieses nötige Härteniveau, aber gleichzeitig verringert der Zusatz einer höheren Menge an Karbon (von etwa 0,08 % im 316er zu 0,15 % im 420er, einer weit verbreiteten Legierung) leider auch die Korrosionsresistenz. Um dagegen anzugehen, werden andere Legierungen wie Chrom in größeren Mengen hinzugefügt. Rostfreier Stahl der Serie 400 wird oft bei zahnmedizinischen und chirurgischen Instrumenten verwendet, und auch bei vielen Steritools, die eine härtere Oberfläche oder größere Bruchfestigkeit aufweisen müssen. Die kleinen Zahnungen der normalen Gleitgelenkzange, zum Beispiel, würden sich zu schnell abnutzen, wenn sie aus 316er rostfreiem Stahl hergestellt würden.

Metallurgen sind sich sehr wohl bewusst, dass bei der Produktion von Legierungen für rostfreien Stahl Kompromisse zwischen der Korrosionsresistenz und der Härte gefunden werden müssen. Sie verstehen besser als andere, dass keine Legierung für alle Zwecke gleich gut geeignet ist. Die Weiterentwicklung in Forschung und Technologie erlaubt es ihnen jedoch, die Kunst und Wissenschaft der Produktion von rostfreiem Stahl immer weiter voran zu treiben und dabei die Notwendigkeit von Kompromissen immer niedriger zu halten. Legierungen, die auf traditioneller *Dispersionshärtung* (DPH oder PH) basieren, wie 17-4PH, haben diesen Schritt bereits erfolgreich getan und kommen für vielerlei Anwendungen in Betracht. Bei einem geringen Karbongehalt weisen Legierungen der PH-Serie eine hervorragende Korrosionsresistenz auf, die fast an die der austenitischen Serie „300“ heranreicht. Bei einem HRC-Faktor von 44 sind 17-4PH-Legierungen perfekt für eine Vielzahl von Steritools, einschließlich Steckschlüsseln, Knarren und Knarrenzubehör. Unsere Tests haben auch eine gute Kompatibilität mit Inbusstiftschlüsseln ergeben, wobei allerdings Stahlstangen mit einem Durchmesser von 0,187“ (4,75 mm) und weniger eine nicht mehr akzeptierbare Tendenz zur Deformierung aufweisen. Das hat dann zur Entwicklung der nächsten Generation von rostfreien PH-Stahllegierungen geführt, die eine noch größere Härte aufweisen.

Wieviel kann ein Name aussagen?

Manchmal ist eben alles ein bisschen komplizierter. Fortschritte in Technologie und Produktion haben Carpenter Technologies, einen Hersteller von Speziallegierungen, dazu gebracht, zunächst ihren rostfreien Stahl Custom 455® , und kurz darauf Custom 465® zu produzieren. Diese

*Beurteilen Sie ein Buch
nicht nach dem Umschlag
– und eine Legierung nicht
nach der Bezeichnung.*

urheberrechtlich geschützten, dispersionsgehärteten Legierungen mit niedrigem Kohbongehalt erreichen einen höheren Härtegrad bei ausgezeichneter Bruchfestigkeit, ohne dass die Korrosionsresistenz darunter leidet. Nach umfangreichen Tests wurde Custom 465®, mit seiner Bruchfestigkeit von 1,79 GPa und seinem HRC-Faktor von bis zu 54, bald als die beste Legierung für alle Steritool™-Inbusstiftschlüssel erkannt. Custom 465® hat seinen Wert mit der Zeit immer wieder unter Beweis gestellt, selbst bei Inbusstiftschlüsseln mit dem feinsten Durchmesser. Es ist ein etwas unglücklicher Umstand, dass der numerische Wert, der zu seiner Bezeichnung gehört, manche Menschen dazu verleiten lässt zu glauben, er habe etwas mit der Serie „400“ und ihrem hohen Kohbongehalt wie etwa im 420er Stahl zu tun. Trotzdem werden „falsche Identitäten“ in der Metallurgie schnell erkannt, denn die Legierung hat eine überwältigende Akzeptanz gefunden als ein integraler Bestandteil der Steritool™-Produktpalette für kritische Umgebungen.

Einhaltung von Normen, Kostenersparnis und Sauberkeit

Das Initiieren einer Standardarbeitsanweisung in Bezug auf die Einführung von Steritools für alle kritischen Instandhaltungsbereiche ist der effektivste Weg zu Ergebnissen auf allen drei Gebieten: der Einhaltung regulativer Normen, der Senkung von Produktionskosten und der Aufrechterhaltung höchster Sauberkeitsnormen bei der Benutzung von Handwerkzeugen in kritischen Umgebungen.

*Steritools™ stellen eine
einfache, risikofreie
Lösung dar für das
Problem der
Kontamination durch
Handwerkzeuge in sterilen
und kritischen
Umgebungen weltweit.*

Wie bereits erwähnt sind allgemein übliche industrielle Kohlenstoffstahl-Werkzeuge in vielerlei Hinsicht ungeeignet für kritische Anwendungen. Die Sterilisation von Kohlenstoffstahl-Werkzeugen verursacht eine rapide Verschlechterung der Oberflächenbeschichtung dieser Werkzeuge und erhöht das Risiko einer Prozesskontamination durch Chrom- und Eisenpartikel auf dramatische Weise.

Produktionsingenieure, Instandhaltungsmechaniker und das Personal für Qualitätskontrolle verstehen diese Risiken sehr gut und mussten in der Vergangenheit das potentielle Kontaminationsrisiko durch häufiges Auswechseln der Kohlenstoffstahl-Handwerkzeuge kompensieren. Sobald sich das kleinste Anzeichen einer Verschlechterung bemerkbar machte, musste das Werkzeug entsorgt und durch ein neues ersetzt werden.

Diese häufige Auswechslung von Werkzeugen hat sicher viele vorwärtsdenkende Anlagenmechaniker und Wartungsarbeiter – wenn sie schon wieder einen verstellbaren Schraubenschlüssel von 15 Euro wegwerfen mussten – zu der Frage gebracht: **Wie kommt man nur auf die Idee, bei**

*sensiblen, Standardkontrollen unterworfenen
Produktionsanlagen das gleiche Werkzeug zu verwenden, das
der Automechaniker um die Ecke benutzt?*

Ganz klar: Das ist Geldverschwendung, wenn Sie dabei die Kosten pro Werkzeug, die Häufigkeit des Auswechslens und die Anzahl der Produktionseinrichtungen – oft sogar weltweit – in Betracht ziehen, in denen Werkzeuge für die gleichen oder ähnlichen Anwendungen gebraucht werden. Die Kostenersparnis kann man sich leicht vorstellen, wenn man mit der im Folgenden aufgeführten Formel flexibel umgeht und den 15-Euro-Schlüssel dabei nur als Beispiel nimmt:

**(Kosten je Werkzeug) x (Häufigkeit der Auswechslung) x
(Anzahl der Produktionseinrichtungen weltweit).**

*Steritool™-Grün:
Reinräume sind nicht die
einzige Umgebung, die
unter Kohlenstoffstahl-
Werkzeugen leidet.
Entsorgte Werkzeuge
enden in der ganzen Welt
auf Müllhalden und tragen
zum globalen
Müllentsorgungsproblem
bei.*

Nehmen wir an, dass der durchschnittliche chrombeschichtete Schraubenschlüssel einmal täglich den Autoklavenzyklus durchläuft, das heißt fünfmal die Woche, und dass er zwanzig solcher Zyklen aushält, bevor er Abnutzungserscheinungen aufweist. Selbst bei dieser – in Bezug auf die Qualität des Werkzeugs – recht großzügigen Berechnung leuchtet es ein, dass die Lebensdauer des Schlüssels ungefähr einen Monat beträgt, und dass am Ende des Jahre die Kosten für die Auswechslung des Werkzeugs etwa 180 Euro betragen. Im Vergleich rentiert sich ein Schraubenschlüssel aus rostfreiem Stahl, der speziell für hohe Autoklaventauglichkeit entworfen wurde und 125 Euro kostet, schon nach neun Monaten – ***und die Quelle Ihrer potentiellen Kontamination ist aus dem Produktionsprozess entfernt worden.*** Der Schlüssel muss nicht mehr entsorgt werden, und Ihre Kostenersparnis steigt weiter, Jahr für Jahr. Wenn Sie diese einfachen Zahlen vor Augen haben und dabei die durchschnittliche Anzahl von Werkzeugen in einer Produktionseinheit eines typischen Unternehmens in Betracht ziehen, dann schwellen die Zahlen schnell zu eindrucksvollen Proportionen an. Dann ist es einfach zu verstehen, dass die Einführung von simplen Standardarbeitsanweisungen wie der Auswechslung von Kohlenstoffstahl-Werkzeugen durch Steritools enorme positive Wirkungen auf Produktionssicherheit, Einhaltung von Normen und Effizienz haben kann.

Die Steritool™ -Standardarbeitsanweisung:

Vorteile auf einen Blick

	Steritools™	Kohlenstoffstahl-Werkzeuge
Risiko einer Prozess-kontamination	Gering	Hoch
Partikelerzeugung	Homogenes Material – keine Beschichtung, die abblättern oder abplatzen kann	Chrombeschichtung – blättert oder platzt ab und kann Partikel freisetzen
Sterilisierung	Das Design ist speziell auf routinemäßige Sterilisation über viele Tausende von Zyklen hinweg abgestimmt	Können effektiv nur etwa zehn Zyklen lang sterilisiert werden, bevor die Deteriorisierung einsetzt
Eisen-kontamination	Reine Chromoxidoberfläche erzeugt eine passive (nicht rückwirkende) Schicht ohne Eisenkontamination	Hergestellt aus Kohlenstoffstahl mit Chrombeschichtung. Die eisenhaltige Oberfläche stellt ein hohes Risiko für Eisenkontamination dar
Kosten	Langes Leben der Werkzeuge eliminiert die Notwendigkeit des Auswechslens und sorgt schnell für maximale Rendite	Notwendigkeit des häufigen Auswechslens resultiert mit der Zeit in hohen Kosten
Design	Design speziell auf die Anwendungen in kritischen Umgebungen abgestimmt	Design für allgemeine industrielle Nutzung. Nicht speziell gedacht für Sterilisation
Kritische Umgebung	Keine negativen Auswirkungen auf kritische Umgebungen	Verursachen Partikelfreisetzung und Eisenkontamination

Im Jahre 1993 hat Steritool Inc. die Instandhaltungsprozesse jener Industriezweige revolutioniert, die auf kritische und sterile Produktionsprozesse angewiesen waren, indem es eine Palette an Werkzeugen für industriegerechte Instandhaltungsarbeiten einführte. Heute ist Steritool™ mit seinem Katalog von mehr als 700 Produkten der weltweite Marktführer bei der Technologie für Handwerkzeuge aus rostfreiem Stahl.

Für Informationen nehmen Sie mit Steritool Inc. Kontakt auf:

www.steritool.com

steritool@steritool.com

800-822-3620 (USA)

+1 718 522 5083 (International)

Über den Autor:

Brian Pekarsky ist Geschäftsleiter bei Steritool Inc.

Brian kann über bpekarsky@steritool.com erreicht werden.