
Hinweise zum Lebenszyklus von Wälzlagern

Allgemein

Der Lebenszyklus von Wälzlagern ist die Art und Weise, wie die AWT GmbH die technische Beratung zu den angebotenen Lagern durchführt und diese auf jeder Stufe im Lebenszyklus einer Maschine (allgemeine Kundenanwendung) anwendet, damit unsere Kunden erfolgreicher, nachhaltiger und profitabler arbeiten können.

Bei der AWT GmbH umfasst die Betrachtung des Lebenszyklus die folgenden Bedingungen:

- Kundenspezifikation beziehungsweise Normenanforderungen
- Design und Entwicklung gemeinsam mit den Lieferanten
- Fertigung, Produktion und Bevorratung für den Kunden
- Gegebenenfalls Betrieb und Überwachung
- Instandsetzung und Reparatur
- Entsorgungshinweise nach Ende des Lebenszyklus

Ganz gleich, ob Linear- oder Drehbewegung oder beides kombiniert, die AWT GmbH unterstützt die Kunden während jeder Lebenszyklusphase der Maschine bei der Verbesserung der Leistung. Dieser Ansatz ist nicht auf Einzelkomponenten wie Lager oder Dichtungen beschränkt. Er bezieht sich auf die Gesamtanwendung und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten.

Lebensdauerberechnung bei veränderlichen Betriebsbedingungen

Es gibt eine Vielzahl von Lagerungen, z.B. die von Industriegetrieben, bei denen die Belastung über die Zeit sowohl in der Größe als auch in der Richtung, die Drehzahl, die Betriebstemperatur und die Schmierbedingungen veränderlich sind. In Fällen mit veränderlichen Betriebsbedingungen sind deshalb die einzelnen Betriebsphasen auf eine begrenzte Anzahl von vereinfachten Lastfällen zu reduzieren. Bei kontinuierlich veränderlichen Belastungen können verschiedene Belastungsstufen gebildet werden. Das Belastungsspektrum kann dann auf ein Histogramm mit Intervallen von konstanten Betriebsbedingungen reduziert werden. Hierbei repräsentiert jedes Intervall einen bestimmten Zeitanteil des Betriebes. Es ist zu beachten, dass hohe und mittlere Belastungen deutlich mehr Lagerlebensdauer „verbrauchen“ als leichte Belastungen.

Deshalb ist es wichtig, auch Stoß- und Spitzenbelastungen im Histogramm ausreichend zu berücksichtigen, selbst dann, wenn diese nur relativ selten auftreten und auf nur wenige Umdrehungen begrenzt sind.

Innerhalb eines jeden Intervalls werden für die Lagerbelastung und die übrigen Betriebsbedingungen konstante Mittelwerte festgelegt. Die Anzahl der Betriebsstunden oder Umdrehungen eines jeden Intervalls kennzeichnen deren Anteil am Gesamtlebenszyklus der Lagerung.

Die Lebensdauerberechnung setzt genauere Kenntnisse über die Betriebsabläufe und jeweils vorliegenden Betriebsbedingungen voraus. Andernfalls müssen für eine bestimmte Lagerung allgemein bekannte und typische Betriebszustände zugrunde gelegt werden.

Die AWT GmbH begleitet die Kunden über den gesamten Lebenszyklus unserer Produkte, d.h. von der ersten Idee, über die Optimierung einer Lagerstelle bis hin zur Instandsetzung von Wälzlagern.

Die AWT GmbH stellt hierzu alle Leistungen zusammen, die darauf abzielen, dass die kundenspezifische Anwendung die technisch und wirtschaftlich optimalste Leistung erbringt, d.h.:

- Konstruktion neuer individueller Lösungen für die einzelnen Lagerstellen und derer Anschlusssteile
- Auswahl der für die Einsatzbedingungen richtigen Lagerbauformen und dem dazugehörigen Schmierkonzept
- Optimierung von bestehenden Lagerkonstruktionen

Dimensionierung von Wälzlagern

Die erforderliche Größe eines Wälzlagers ist von folgenden Anforderungen abhängig:

- Lebensdauer
- Tragfähigkeit (Belastbarkeit)
- Betriebssicherheit

Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer

Das Maß für die dynamische Tragfähigkeit sind die dynamischen Tragzahlen. Die dynamischen Tragzahlen basieren auf ISO 281.

Das Ermüdungsverhalten des Werkstoffs bestimmt die dynamische Tragfähigkeit des Wälzlagers.

Die dynamische Tragfähigkeit wird beschrieben durch die dynamische Tragzahl und die nominelle Lebensdauer.

Die Ermüdungslebensdauer hängt ab von:

- der Belastung
- der Betriebsdrehzahl
- der statistischen Zufälligkeit des ersten Schadeneintritts.

Zeitgemäße Lager hoher Qualität können jedoch bei günstigen Betriebsbedingungen die errechneten Werte der nominellen Lebensdauer erheblich übertreffen.

Durchhärtende Wälzlagerstähle

Der am häufigsten für Wälzlager verwendete durchhärtende Stahl ist ein Chromstahl mit etwa 1 % Kohlenstoff- und 1,5 % Chromgehalt gemäß EN ISO 683-17. Heute kann dieser Stahl als der älteste und am besten erforschte Edelbaustahl angesehen werden – da er den ständig steigenden Anforderungen an die Bauteilfestigkeit von Wälzlagern genügen musste. Seine chemische Zusammensetzung kombiniert auf ideale Weise Werkstoffeigenschaften und Betriebsbewährung. Zwei Arten der Wärmebehandlung - Martensit- oder Bainithärtung - werden normalerweise eingesetzt, um die erforderliche Härte von 58 bis 65 HRC zu erzielen.

Die Weiterentwicklung metallurgischer Prozesse in den letzten Jahren hat Stähle mit höherer Reinheit, Homogenität und Qualität zum Ergebnis. Durch Verringerung des Sauerstoffgehalts und der Anteile an schädlichen, nicht-metallischen Einschlüssen konnten die Eigenschaften der verwendeten Wälzlagerstähle deutlich verbessert werden.

Induktionshärtende Wälzlagerstähle

Induktionshärtende Wälzlagerstähle bieten die Möglichkeit, selektiv nur die Laufbahnen zu härten ohne die Werkstoffstruktur der übrigen Lagerringbereiche durch die Wärmebehandlung zu verändern. Da die partielle Induktions-Oberflächenhärtung die Eigenschaften des Stahls und des Bauteils insgesamt nur unwesentlich verändert,

können bestimmte Funktionseigenschaften gezielt in einem Bauteil kombiniert werden.

Die Radlagerungseinheiten, die sogenannten HBU Einheiten, mit Flansch am Innen- und/oder Außenring sind ein gutes Beispiel für eine solche Kombination. Der ungehärtete Flansch ist auf die erforderliche Dauerfestigkeit ausgelegt, wohingegen die Laufbahnbereiche die für die Belastbarkeit und Ermüdungsfestigkeit erforderliche Härte aufweisen.

Einsatzhärtende Wälzlagerstähle

Bei den einsatzhärtenden Wälzlagerstählen sind es vorwiegend chromnickellegierte und manganchromlegierte Stähle mit rund 0,15 % Kohlenstoffgehalt entsprechend EN ISO 683-17, die für Wälzlager verwendet werden.

Lager mit Ringen und/oder Wälzkörpern aus Einsatzstahl werden für Einbaufälle empfohlen, bei denen hohe Zugspannungen durch sehr feste Passungen und/oder stoßartige Belastungen auftreten.

Nichtrostende Wälzlagerstähle

Für die Lagerringe und Wälzkörper aus nichtrostendem Stahl werden hauptsächlich die hochchromhaltigen Stähle X65Cr14 entsprechend EN ISO 683-17 oder X105CrMo17 entsprechend EN 10088-1 eingesetzt.

In einigen Fällen können Lager mit korrosionsschützenden Beschichtungen die Alternative zu Lagern aus nichtrostendem Stahl sein.

Warmharte Wälzlagerstähle

Abhängig von der Lagerart können einige Standard-Wälzlager aus durchhärtendem Stahl oder Einsatzstahl im Betrieb Temperaturen von 120 bis 200°C ausgesetzt werden. Die maximal zulässige Betriebstemperatur hängt im Wesentlichen von der Wärmebehandlung der Lager bei der Fertigung ab.

Lager, die Betriebstemperaturen bis 250°C aushalten müssen, können bei der Fertigung einer besonderen Wärmebehandlung mit entsprechender Maßstabilisierung unterzogen werden. In diesem Fall muss jedoch eine Verminderung der Tragfähigkeit der Lager in Kauf genommen werden.

Für Lager, die über einen längeren Zeitraum bei Temperaturen von mehr als 250°C betrieben werden sollen, müssen hochlegierte Stähle, wie z.B. der Stahl 80MoCrV42-16 nach EN ISO 683-17, verwendet werden, die auch unter diesen Temperaturen noch die für die Leistungsfähigkeit der Lager hohe Härte beibehalten.

Keramikwerkstoffe

Keramische Lagerringe und Wälzkörper werden vornehmlich aus Siliziumnitrid gefertigt, das aufgrund seiner mechanischen und physikalischen Eigenschaften wohl am besten als Wälzlagerwerkstoff geeignet ist. Ausgangswerkstoff ist ein Beta-Siliziumnitrid, das aus feinen länglichen Kristallkörnern besteht und durch Heißpressen in die gewünschte Form gebracht wird. Dieser Keramikwerkstoff vereint auf ideale Weise die für Wälzlager günstigen Eigenschaften, wie hohe Härte, geringe Dichte, geringe Wärmedehnung, hohe Stromdurchschlagfestigkeit, niedrige Dielektrizitätskonstante und Magnetfeldunempfindlichkeit in einem Werkstoff.

Werkstoffe für Käfige

Stahlblechkäfige

Für die gepressten Stahlblechkäfige werden überwiegend warmgewalzte, kohlenstoffarme Stahlbleche nach DIN EN 10111 verwendet. Die Käfige zeichnen sich durch vergleichsweise hohe Festigkeit bei geringem Gewicht aus und können, zur Verringerung von Reibung und Verschleiß, oberflächenbehandelt sein.

Die Lager aus nichtrostendem Stahl sind normalerweise mit einem Käfig aus Stahl X5CrNi18-10 nach EN 10088-1 ausgerüstet.

Stahlmassivkäfige

Massivkäfige werden normalerweise aus unlegiertem Baustahl S355GT (St52) gefertigt, der EN 10025 entspricht. Zur Verbesserung der Gleit- und Verschleißigenschaften können diese Käfige zum Teil auch oberflächenbehandelt sein. Die Massivkäfige aus Stahl sind für Betriebstemperaturen bis 300°C geeignet. Sie werden weder von den üblichen mineralischen oder synthetischen Schmierstoffen noch von den zum Reinigen verwendeten organischen Lösungsmitteln angegriffen.

Massivkäfige aus Stahl werden vornehmlich für große Lager vorgesehen, finden aber auch in Lagern Verwendung, die direkt aggressiven Medien, wie z.B. Ammoniakdämpfen in Kältemaschinen, ausgesetzt sind und die Gefahr von Spannungsrisskorrosion bei Käfigen aus anderen Werkstoffen besteht.

Messingblechkäfige

Gepresste Messingkäfige kommen in kleinen und mittleren Lagern zum Einsatz. Sie werden aus Messingblech L gefertigt, das EN 1652 entspricht. In Gegenwart von Ammoniakdämpfen (z.B. in Kältemaschinen) kann es bei Käfigen aus Messingblech zu Spannungsrisskorrosion kommen. Deshalb müssen in solchen Fällen Massivkäfige aus Messing oder Stahl verwendet werden.

Messingmassivkäfige

Massivkäfige aus Messing werden meist aus dem Werkstoff CuZn39Pb2 (CW612N) gefertigt, der EN 1652 entspricht. Ausgangsprodukte sind in der Regel gegossene Rohre oder Ringe. Die Käfige werden weder von den üblichen mineralischen oder synthetischen Schmierstoffen noch von den zum Reinigen verwendeten organischen Lösungsmitteln angegriffen. Käfige aus Messing können bei Betriebstemperaturen über 250°C nicht mehr eingesetzt werden.

Kunststoffkäfige

Polyamid 66

Für die Mehrzahl der Käfige, die im Spritzgussverfahren gefertigt werden, wird Polyamid 66 verwendet. Dieser Werkstoff, mit oder ohne Glasfaserverstärkung, zeichnet sich durch eine günstige Kombination von Festigkeit und Elastizität aus. Die mechanischen Eigenschaften der Polymerwerkstoffe hängen hauptsächlich von den im Betrieb auftretenden Temperaturen ab und unterliegen einer Alterung, die sie allmählich verändern. Die wichtigsten Faktoren, die die Alterung des Polymerwerkstoffes beeinflussen, sind neben der Temperatur, die Zeit und das Medium, z. B. der Schmierstoff, dem es ausgesetzt ist.

Ob Polyamidkäfige für spezielle Anwendungsfälle geeignet sind, hängt deshalb von den Betriebsbedingungen und den Anforderungen an die Lebensdauer ab.

Ein typisches Beispiel sind Lagerungsfälle mit Ammoniak oder Freon als Kühlmittel. In solchen Fällen dürfen Lager mit Käfigen aus Polyamid 66 nur bis 70°C eingesetzt werden.

Die Einsatzmöglichkeit der Polyamidkäfige im unteren Temperaturbereich ist ebenfalls begrenzt, weil dann ihre Elastizität stark abnimmt, was zu Schäden führen kann. Käfige aus Polyamid 66 sollten deshalb bei Betriebstemperaturen unter -40°C nicht mehr eingesetzt werden.

Für Fälle, bei denen besondere Anforderungen an die mechanische Festigkeit gestellt werden, wie z.B. an die Lager für Eisenbahn-Radlagerungen, steht ein besonders modifiziertes Polyamid 66 zur Verfügung.

Polyamid 46

Glasfaserverstärktes Polyamid 46 hat in etwa die gleichen Werkstoffeigenschaften wie Polyamid 66 lässt jedoch bis zu 15°C höhere Betriebstemperaturen zu. Käfige aus diesem Werkstoff werden standardmäßig für einige kleine und mittlere Rollenlager verwendet.

Polyetheretherketon (PEEK)

Wenn besondere Anforderungen an das Drehvermögen, die chemische und thermische Beständigkeit der Käfige gestellt werden, kommt vielfach der High-Tech Werkstoff Polyetheretherketon zum Einsatz. Die herausragenden Eigenschaften von PEEK liegen in der besonderen Kombination von Festigkeit und Elastizität, hoher Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit, hoher Verschleißfestigkeit und guter Verarbeitbarkeit. Diese Eigenschaften haben PEEK inzwischen zum Standardwerkstoff für die Käfige ganzer Reihen von Kugel- und Zylinderrollenlagern werden lassen, wie z.B. den Hybrid-Kugellagern oder den Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlagern. Käfige aus diesem Werkstoff zeigen bei Temperaturen bis zu 200°C keine Alterungserscheinungen, auch nicht in Gegenwart von Schmierstoffzusätzen. Für Lagerungen im Hochgeschwindigkeitsbereich sind die maximal zulässigen Betriebstemperaturen jedoch auf +150°C begrenzt, da ab dieser Temperatur PEEK weich wird.

Phenolharz

Phenolharz mit Gewebeeinlage kommt für Käfige in Leichtbauweise in Frage, die hohen Zentrifugal- und Beschleunigungskräften widerstehen müssen, aber keinen hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Hauptsächlich werden Käfige aus Phenolharz in hochgenauen Schrägkugellagern eingesetzt.

Andere Werkstoffe

Zusätzlich zu den beschriebenen Werkstoffen können Lager für spezielle Einbaufälle auch mit Käfigen aus anderen Polymerwerkstoffen, aus Leichtmetallen oder aus besonderen Gusseisen-Werkstoffen ausgerüstet sein.

Werkstoffe für Dichtungen

Die in Lagern integrierten Dichtungen werden vornehmlich aus Elastomerwerkstoffen gefertigt. In Abhängigkeit von Lagerreihe und -größe aber auch den Betriebsbedingungen gelangen dabei im Wesentlichen die nachfolgend genannten Werkstoffe zum Einsatz.

Acrylnitril-Butadien-Kautschuk

Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR) ist schlechthin der Universalwerkstoff für Dichtungen. Das Polymerisat aus Acrylnitril und Butadien weist gute Beständigkeit auf gegenüber

- den meisten Mineralölen und Schmierfetten auf Mineralölbasis,
- Normalbenzin, Dieselkraftstoffen und leichtem Heizöl,
- tierischen und pflanzlichen Ölen und Fetten sowie
- heißem Wasser

Zudem lässt dieser Kautschuk zeitweiligen Trockenlauf der Dichtlippe zu. Der Temperatur-Anwendungsbereich liegt zwischen -40 und $+100^{\circ}\text{C}$, Kurzzeitig sind Temperaturen bis $+120^{\circ}\text{C}$ zulässig. Bei höheren Temperaturen verhärtet der Werkstoff.

Hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk

Hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (HNBR) hat eine erheblich höhere Verschleißfestigkeit als der Acrylnitril-Butadien-Kautschuk und ermöglicht damit Dichtungen mit längerer Gebrauchsdauer. HNBR ist beständiger gegen Wärme, Altern und Aushärten in heißem Öl oder Ozon.

Öl-Luftgemische können jedoch schädliche Einflüsse haben. Die maximal zulässige Betriebstemperatur beträgt $+150^{\circ}\text{C}$ und liegt damit beträchtlich über der für den einfachen Nitrilkautschuk zulässigen.

Fluor-Kautschuk

Die besonderen Eigenschaften des Fluor-Kautschuks (FKM) sind seine hohe thermische und chemische Beständigkeit. Die Alterungs- und Ozonbeständigkeit ist ebenfalls sehr gut und die Gasdurchlässigkeit sehr gering. Dichtungen aus Fluor-Kautschuk weisen außergewöhnliche Verschleißigenschaften auf, selbst unter extremen Umweltbedingungen und vertragen Temperaturen bis $+200^{\circ}\text{C}$. Zeitweiliger Trockenlauf der Dichtlippe ist zulässig.

Fluor-Kautschuk ist beständig gegen Öle und Hydraulikflüssigkeiten, Brenn- oder Schmierstoffe, mineralische Säuren und aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, die bei den übrigen Dichtungswerkstoffen zum Ausfall der Dichtungen führen würden. Nicht möglich ist der Einsatz von Dichtungen aus Fluor-Kautschuk in Verbindung mit Estern, Ketonen, Ätherverbindungen, bestimmten Aminen und heißen, nicht wässrigen Fluorwasserstoffen.

Bei Temperaturen über 300°C gibt Fluor-Kautschuk gesundheitsschädliche Gase und Dämpfe ab. Weil der Umgang mit Dichtungen aus Fluor-Kautschuk Gefahren birgt, sind die folgenden Sicherheitshinweise immer zu beachten.

Sicherheitshinweise für Fluor-Kautschuk

Unter normalen Betriebsbedingungen und bei Temperaturen unter +200°C ist Fluor-Kautschuk sehr stabil und ungefährlich. Wenn er jedoch Temperaturen von mehr als +300°C ausgesetzt wird, z.B. durch Feuer oder die Flamme eines Schneidbrenners, werden gefährliche Gase und Dämpfe frei. Diese Dämpfe sind gesundheitsschädlich, wenn sie eingeatmet werden oder in die Augen gelangen. Auch nach dem Abkühlen ist der Umgang mit Dichtungen, die auf solche Temperaturen erhitzt worden sind, gefährlich. Ein Hautkontakt muss vermieden werden. Wenn mit abgedichteten Lagern umgegangen werden muss, die hohen Temperaturen ausgesetzt waren, wie z.B. beim Ausbau des Lagers, sind die folgenden Sicherheitsbestimmungen einzuhalten:

- Immer Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen, gegebenenfalls auch entsprechenden Atemschutz.
- Die Überreste der Dichtungen in einen dicht schließenden Kunststoffbehälter geben, der mit dem Symbol für "ätzendes Material" gekennzeichnet ist.
- Entsprechende Sicherheitsbestimmungen im Sicherheitsdatenblatt beachten.

Bei unbeabsichtigtem Kontakt mit solchen Dichtungen sind die Hände mit Seife zu reinigen und mit reichlich Wasser zu spülen, Augen mit viel Wasser ausspülen und einen Arzt aufsuchen. Wenn durch Überhitzung der Dichtungen entstehende Dämpfe eingeatmet wurden, sofort einen Arzt aufsuchen.

Für den sicheren Umgang während der Gebrauchsdauer bis hin zur Verschrottung und der umweltgerechten Entsorgung der Dichtungen ist der Anwender zuständig. Die AWT GmbH ist nicht verantwortlich für die aus unsachgemäßer Handhabung von Dichtungen aus Fluor-Kautschuk herrührenden möglichen Folgeschäden.

Polyurethan

Polyurethan (AU) ist ein verschleißfester Werkstoff mit guten elastischen Eigenschaften und kann bei Betriebstemperaturen von -20 bis +80°C eingesetzt werden. Es ist beständig gegenüber Wasser, Wasser-Öl-Gemischen oder auch Mineralölen ohne oder mit geringen Mengen an Additiven. Nicht beständig ist Polyurethan gegenüber Säuren, Laugen und polaren Lösungsmitteln.

Beschichtungen

Beschichtung ist eine bewährte Methode, um Werkstoffe zu verbessern und Lager mit zusätzlichen Eigenschaften für spezielle Einsatzfälle zu versehen. Zwei entwickelte Beschichtungsverfahren stehen zur Verfügung und haben sich bereits in vielen Anwendungen erfolgreich bewährt.

Bei den Verfahren erhalten die Wälzkörper bzw. die Wälzkörper und die Innenringlaufbahnen der Lager eine reibungsarme keramische Beschichtung, die das Lager widerstandsfähig macht z. B. für den Dauerbetrieb unter Mangelschmierungsbedingungen.

Die Beschichtung, die sowohl auf den Außenflächen des Außenrings als auch des Innenrings aufgebracht werden kann, schützt das Lager gegen Stromdurchgang und die daraus resultierenden Schäden.

Andere Beschichtungen, z.B. Zinkchromatierung, bieten sich an als Alternative zu Lagern aus nichtrostendem Stahl in korrosiver Umgebung, besonders bei einbaufertigen Lagerungseinheiten.

Demontage beziehungsweise Entsorgung

In der Regel werden die AWT Wälzlager in Maschinen und Anlagen verbaut. In der technischen Betriebsanleitung unserer Kunden werden die entsprechenden Arbeiten für die Demontage beziehungsweise Entsorgung beschrieben.

Üblicherweise dürfen hierbei die Demontage von Maschinen und Anlagen nur von speziell ausgebildetem Fachpersonal ausgeführt werden.

- Arbeiten an der elektrischen Anlage dürfen nur von Elektrofachkräften ausgeführt werden.
- Vor der Demontage Tank, Behältnis beziehungsweise Rohre u.a. flüssigkeitsfrei schalten.

Bei Kontakt mit spannungsführenden Bauteilen besteht Lebensgefahr. Eingeschaltete elektrische Bauteile können unkontrollierte Bewegungen ausführen und zu schwersten Verletzungen führen.

Deshalb:

- Vor Beginn der Demontage die elektrische Versorgung abschalten und endgültig abtrennen.

Vor Beginn der Demontage:

- Maschine ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
- Gesamte Energieversorgung von der Maschine physisch trennen, gespeicherte Restenergien entladen.
- Betriebs- und Hilfsstoffe sowie restliche Verarbeitungsmaterialien entfernen und umweltgerecht entsorgen. Anschließend Baugruppen und Bauteile fachgerecht reinigen und unter Beachtung geltender örtlicher Arbeitsschutz- und Umweltschutzvorschriften zerlegen.

Sofern keine Rücknahme- oder Entsorgungsvereinbarung getroffen wurde, zerlegte Bestandteile der Wiederverwertung zuführen:

- Metalle verschrotten.
- Kunststoffelemente zum Recycling geben.
- Übrige Komponenten nach Materialbeschaffenheit sortiert entsorgen.

Elektroschrott, Elektronikkomponenten, Schmier- und andere Hilfsstoffe unterliegen der Sondermüllbehandlung und dürfen nur von zugelassenen Fachbetrieben entsorgt werden!

Die örtliche Kommunalbehörde oder spezielle Entsorgungsfachbetriebe geben Auskunft zur umweltgerechten Entsorgung.

Altteile und ausgetauschte Betriebsmittel

Entsorgen der Altteile und ausgetauschte Betriebsmittel bei der Wartung und Instandhaltung muss sachgerecht nach den geltenden Umweltschutzbestimmungen.

Die örtliche Kommunalbehörde oder spezielle Entsorgungsfachbetriebe geben Auskunft zur umweltgerechten Entsorgung.

Zusammenfassung

Für den sicheren Umgang während der Gebrauchsdauer bis hin zur Verschrottung und der umweltgerechten Entsorgung der Lager ist der Anwender zuständig. Die Entsorgung sollte gemäß den oben genannten Werkstoffgruppen erfolgen. Die AWT GmbH ist nicht verantwortlich für die aus unsachgemäßer Entsorgung herrührenden möglichen Folgeschäden.