

Schaltgetriebe: (Stirnradgetriebe)



gezeigte Beispiele:

Synchronisiertes Getriebe: (klassisch, An- und Abtriebswelle sind koaxial / fluchtend)

- Die Hauptwelle ist geteilt (An- und Abtrieb)
- Die Vorgelegewelle wird über verschiedene Zahnradpaare / Übersetzungen mit der Ausgangsseite der Hauptwelle verbunden
- Die Schaltung erfolgt durch das Verschieben des Synchronkörpers und das Eingreifen der Schaltklauen in das Zahnrad
- Der direkte Gang verbindet die An- und Abtriebswelle, dabei gibt es keine Kraftübertragung über die Vorgelegewelle mehr

Schieberadgetriebe (unsynchronisiert):

- Meistens gerade verzahnt
- Höherer Wirkungsgrad
- Lose Zahnräder und Getriebewellen mit Keilnuten werden beim Schalten auf der Welle verschoben
- Nur die Zahnräder des eingelegten Ganges sind im Eingriff
- Getriebe lässt sich nur mit Zwischengas herunter- und mit Zwischenkuppeln hochschalten
- Die gerade Verzahnung erzeugt im Betrieb ein gut hörbares Heulgeräusch

Getrieberevision: (Bilder zum Download: www.bellemeccanica.ch/details/)

- Frühzeitig Literatur, Zeichnungen, Teilekataloge besorgen / Kamera bereitstellen

Vor der Zerlegung:

- Öl raus / Getriebedeckel ab / grob auswaschen mit Petrol / Teilereiniger
- Vorher Schäden evaluieren. Welches ist der primäre Defekt? Was ist die Ursache der Geräusche? Welches sind (nur) Folgeschäden?
- Sichten aller Zahnräder / Zahnflanken
- Bei Geräuschen im Betrieb allenfalls vorgängiger Lauftest mit offenem Getriebedeckel
Wenn kein Getriebeprüfstand vorhanden ist so hilft auch ein Akkuschrauber mit einem Adapter für die Eingangswelle (Vorsicht: siehe S.4/Kontrollen/Geräuschkontrolle)
- Beim «Crash» mit abgebrochenen Zähnen etc. Rundlauf der Wellen kontrollieren!!!
- Axialspiele bereits mit Tastuhr oder Blattlehre vermessen und notieren!
- Radialspiele grob von Hand überprüfen und Auffälligkeiten notieren
- Bei Winkeltrieben aktuelles Zahnspiel mit Magnetständer und Tastuhr ausmessen, Allenfalls mit Touchierpaste Tragbild kontrollieren

Zerlegung:

- Alle Einzelteile auf Schäden und Abnutzung untersuchen
- Nach Baugruppen und nach «intakte/defekte Teile» sortieren / Kamera hilft!
- Feinreinigung aller Komponenten am Teilereiniger (Drahtbürste, Spachtel etc.)



Getriebegehäuse:

- NIEMALS Sandstrahlen oder Glasperlen! Gehäuse sind danach mechanisch unwider- ruflich zerstört. Die ins Gefüge geschossenen Teile lösen sich im Betrieb allmählich und ergeben mit dem Öl zusammen eine Schleifpaste. Reinigen also nur von Hand, mit der Bürste, in geeignetem Bad oder Strahlen mit Stahlkugeln. (z.B. S230 in mon- tiertem, abgedeckten Zustand nur von Aussen in einer sauber gereinigten Kabine ohne Resten von Korund etc.!))

Modifikationen:

- So wenig wie möglich, so viel wie nötig! In aller Regel ist original am besten. Durch verschlissene Originalteile, fehlende Ersatzteile oder epochebedingte Fehlkonstruktionen können Modifikationen aber durchaus Sinn machen. Den Einfüll- und Ablasszapfen mit einem Magneten zu bestücken kann auf jeden Fall nie schaden...

Radialspiele:

- Wo sind die Abnutzungen? Lagerzapfen / Nadellager / Wellensitz? (Ertasten / Mes- sen mit Innen- und Aussenmikrometer)
- Welche Teile können ersetzt / angefertigt werden, was muss revidiert werden? (Hart- chromauftrag / Rundschleifen / neue Büchsen oder Lager)
- Allenfalls den Rundlauf der Zahnkopffläche zur Büchse vor dem Auspressen überprü- fen (auf einem Aufspanndorn oder mit einer Tastuhr in der Büchse)
- Neue Büchsen aus geeignetem Material (Carobronze / Bleibronze 82 etc.)

Axialspiele:

- Wo ist die Abnutzung / wo kann das Axialspiel «eingestellt» werden?
- Anlaufflächen / Anlaufscheiben abziehen / planen (bei grösserer Abnutzung mit Rund-/ Flachsleifmaschine / zur Not reicht auch eine Bandschleifmaschine bis die Schei- ben plan und sauber sind. Dann mit Abziehstein kreisförmig/oszillierend auf Mass. Messen mit Mikrometer / Parallelität in 1/100mm)
- Provisorische Montage der Wellen, Axialspiel vermessen mit Tastuhr/ Blattlehre
- Passende Distanzschmierscheiben verwenden/anfertigen Richtwertspiel 0.05-0.1mm
- Auf Seite der Wellenmutter können die Axialspiele auch oft an den Wellenschultern mit HM Wendepplatten auf der Drehbank verringert werden

Schmiernuten:

- Steigung und Drehrichtung beachten!
- Kanten müssen gerundet sein, damit der Schmierfilm nicht abreißt sondern Druck aufbaut! Runden mit «Stichel», Schaber, abrasive Nylonbürste etc.

Synchronkörper:

- Funktion testen mit Getrieböl (Synchronring und Konus auf Zahnrad ausreichend ei- nölen, Aufsetzen, 1/4 Drehung mit etwas Druck, Anheben – das Zahnrad sollte im Syn- chronkörper klemmen bleiben wie ein Morsekonus...)
- Bei minimalen Abnutzungen der Synchronringe kann die Paarung auch auf der Getrie- bewelle mit etwas Ventileinschleifpaste neu eingeschleift werden (Konus ist gehärtet, Synchronringe aus Sondermessing CW713R / siehe LSM 22, CW704R etc.)
- Neue Ringe anfertigen eher für Fortgeschrittene...



Zahnräder:

- Zahntragbild in Ordnung? Ausbrüche, Materialausrisse durch falsches Öl? Kanten?
- Untersuchungen durch Profis mit dem Magnetpulverprüfungen sagen bei kleinen Zahnrädern und Einzeluntersuchungen leider fast gar nichts aus. Jahrelange Erfahrung und grössere Serien erhöhen die Treffsicherheit massiv...
- Allenfalls Ausbrüche / scharfe Kanten bearbeiten mit HM Fräser / abrasiver Nylonbürste (höhere Belastbarkeit / weniger Ölabriss und Schaumbildung)
- «Shot Peening» (Verfestigungsstrahlen)? Bei Bedarf und Budget können die Zahnräder auch noch zum Verdichten Kugelgestrahlt werden (z.B. Firma Ammann in Tägerwilen)

Wälzlager:

- Immer Markenlager verwenden! Kugellanzahl beachten! Es gibt Industrielager und Automobilgetriebelager! Die Lieferanten von Industrielagern wissen fast nie um die Existenz spezieller Getriebelager mit erhöhten Traglasten. Die Bezeichnungen auf den Lagern sagen ihnen gar nichts, auch nicht nach längerer Abklärung. Dies ist ein ganz anderer Zweig, auch wenn sie zum selben Mutterhaus gehören.
- Es gibt natürlich Industrielager, welche mit den Getriebelagern identisch sind. Diese können selbstverständlich verwendet werden. (z.B. bei original 2-reihigen Schrägkugellagern mit einer Füllnute (diese haben eine vorgegebene Einbaurichtung) können «DA» Lager mit geteiltem Innenring verwendet werden (Einbaurichtung egal). Diese haben aber ihren Preis...
- Das Käfigmaterial wählt man am besten wie original aus Metall (Stahl / Messing). Temperatur, Festigkeit und Chemiebeständigkeit von Kunststoffkäfigen reichen zwar aus. Bei Defekten haben sie aber wenig Reserve. Oft sind die Kunststoffkäfige axial bündig wie die Aussenringe. Wenn keine Aussparung im Gehäuse vorhanden ist, dann streifen diese leicht und erhitzen sich dabei.

Abdichtung:

- Reicht die originale Getriebeabdichtung aus? Welches sind die Schwachstellen?
- Aufwand und Ertrag einschätzen: Was könnte nachgerüstet werden, was muss revidiert / modifiziert werden, damit das Getriebe im Betrieb wieder dicht ist? Stichwort «Schleuderringe der Ausgangswelle im Rückwärtsgang...»
- Themen: O-Ringe / Simmeringe / Speedi-Sleeve
- Stehbolzen demontieren, Gewinde nachschneiden / Dichtflächen entgraten und mit Abziehstein abziehen
- Dichtungen herstellen (Ölpapier, Stahlkugel, kleiner Hammer, Cutter etc.)
- Bolzen mit Kontermutter und Schraubensicherung wieder fest eindrehen
- Dichtmasse: Anstelle «Hermetic» nicht Loctite Flächendichtung verwenden - je nach Getriebeöl und Anwendung ist diese nicht Dauerölbeständig... Besser eine Dichtmasse auf Silikonbasis, Benzin / Ölfest und Temperaturbeständig verwenden (Permatex-Gasket Maker/ Innotec-Easy Gasket etc.)
- Abdichten von Durchgangsschrauben und Enden von verzahnten Wellen nicht vergessen!



Getriebedeckel Schaltwellen, Schaltgabeln:

- Zerlegen, Reinigen, Schaltwellen mit Poliertuch abziehen
- Für Profis: Eingelaufene Verriegelungsnuten ggf. mit WIG-Hartauftrag reparieren, auf Drehbank überdehen ($\varnothing + 0.05\text{mm}$), Nute mit HM-Fräser nachbearbeiten, mit Schleiftuch und Stützholz auf Wellendurchmesser schleifen
- Schaltgabeln auf Abnutzung und Winkligkeit überprüfen. Vorsicht: nur leichte Korrekturen vornehmen, mehrmaliges oder starkes Richten kann zum Bruch der Schaltgabel im Betrieb führen! Daraus resultiert meistens ein kapitaler Getriebeschaden

Montage:

- Umgekehrte Reihenfolge der Demontage (Fotos der Demontage beachten)
- Alle mechanischen Teile auf den Laufflächen mit Getriebeöl benetzen
- Lager mit Einpressringen und Presse oder mit Messingdorn und Hammer montieren.
- Bei Ölrückfuhr-Nuten die Bohrung / Welle mittels «Zehntelblechen» einstellen
- Muttern auf Getriebewellen etc. mit Blechen oder Schraubensicherung sichern
- Hersteller-Drehmomente beim Anziehen der Wellenmuttern beachten! Zu viel kann die Getriebewellen beschädigen

Kontrollen:

- Falls ein Differenzial vorhanden ist (Frontantrieb, Getriebe an Hinterachse): Zahnspiele und Axialeinstellung von Pignon/Tellerrad einstellen / kontrollieren. Tragbild mit Touchierfarbe überprüfen. Dies ist wichtiger als die originale Spielangabe im Reparaturhandbuch! Die Räder sind verschlissen, ändern des Spiels verändert das Tragbild!
 - Abschlusskontrolle der Axialspiele (Blattlehre / Tastuhr und Magnetständer)
 - Geräuschkontrolle: Lauftest mit offenem Getriebedeckel - Wenn kein Getriebeprüfstand vorhanden ist hilft auch ein Akkuschauber mit einem Adapter für die Eingangswelle (Vorsicht: bewegliche Teile etwas ölen, lose Zahnräder mit Kabelbinder sichern) In beide Richtungen drehen lassen (Motordrehrichtung und Gegenrichtung). Ist der Lärm in die Gegenrichtung massiv leiser, so sind allenfalls die Zahnräder des eingelegten Ganges stark eingelaufen oder passen nicht zusammen in der Paarung (wurden früher einzeln / nicht als Paar ersetzt)
 - Einstellung der Schaltpositionen: Schaftschrauben mit abgedrehten Köpfen in den Ecken des Getriebedeckels montieren. Evtl. Verriegelungskugeln entlasten, damit mit weniger Kraftaufwand probegeschaltet werden kann. Jeden Gang einzeln einlegen, dann Getriebedeckel parallel zum Getriebe nach oben vorsichtig ausfahren, Lage der Ritzel / des Synchroniseurs begutachten / ausmessen
 - Keine Teile mehr auf der Werkbank? Alles Werkzeug aus dem Patienten entfernt?
 - Deckel montieren und abdichten, das Getriebe komplett durchschalten und jeden Gang über die Eingangswelle von Hand bewegen
 - Läuft alles leicht und geräuscharm?
 - Öl einfüllen und Getriebe mittels Adapter und Akkuschauber nochmals eine Weile drehen lassen
 - Kein Tropfen Öl sichtbar am nächsten Morgen?
-
- Gratulation, Du hast es geschafft!