5.2.1 Zugfahrzeug hydraulisch

Rechtsgrundlagen (Auszug)

- StVZO § 41 Bremsen (Betriebs-, Feststell-, Anhängerbremsung)
- ECE-R13 (Bremsanlagen; Kombinationsbetrieb, Umsetzer/Wandler, Sicherheitsfunktionen)
- EU-VO (Agrar): 167/2013 i. V. m. 2015/68 (Bremsanforderungen für T/ landw. Anhänger)
- Herstellerunterlagen/Eintragung: Hydraulik-/Luft-Umsetzer nur, wenn **zugelassen und eingetragen**.

1) Systemübersicht: Hydraulik am Zugfahrzeug

- **Bremspedal → Anhängerbremsventil** (Zugfahrzeug): erzeugt *hydraulischen Bremsdruck* proportional zur Pedalkraft.
- **Leitungen/Kupplungen** zum Anhänger:
  - *Einleitiges Hydrauliksystem*: eine Druckleitung, Rückstellung über Radzylinder/Belagspiel (häufig in der Land-/Forsttechnik).
  - *Zweileitiges Hydrauliksystem*: Druck- und Rücklaufleitung (schnellere Lösezeiten, bessere Wärmebeherrschung – abhängig vom Fahrzeugtyp).
- **Am Anhänger**: Radbremszylinder (hydraulisch), ggf. ALB (lastabhängige Bremskraftregelung), **Notbremseinrichtung/Abreißsicherung** für Leitungsriss/Abtrennung.
- **Medien**: i. d. R. Hydrauliköl (Mineralöl). DOT-Bremsflüssigkeit und Mineralöl sind nicht mischbar → Dichtungs-/Systemschäden!

2) Varianten je nach Anhänger

- **A) Anhänger hydraulisch (Direktbetrieb)**
  - Zugfahrzeug liefert Hydraulikdruck direkt an die Radbremszylinder des Anhängers.
  - Vorteile: einfache Kuppeltechnik, kurze Ansprechzeiten; Nachteile: keine selbsttätige Notbremsung bei Leitungsabriss ohne spezielle Ventile.
  - Sicherheit: Anhänger muss eine **Abreiß-/Notbremsfunktion** haben (z. B. Zugseil, das ein Ventil betätigt und Druck hält/aufbaut).
- **B) Anhänger luftgebremst (nur mit Umsetzer)**
  - **Hydraulik-/Luft-Umsetzer** (Systemwandler) wandelt Hydraulikdruck vom Zugfahrzeug in *Druckluft-Steuerdruck* um.
  - Zusätzlich erforderlich: *Luftversorgung* (Kompressor, Lufttrockner, Behälter, Mehrkreisschutz) – am Zugfahrzeug oder als eigenständiges Pack (je nach System).
  - Zum Anhänger: **Zweileiter-Luftanschlüsse** (rot = Vorrat, gelb = Steuer). Betrieb nur, wenn Umsetzer und Luftanlage zugelassen/eingetragen.

3) An- und Abkuppeln (Praxis)

- **Vorbereitung**: Fahrzeug sichern, Bremsdruck/Ölstand prüfen, Kupplungen/Kappen reinigen, Leitungen spannungsfrei führen.
- **Kuppelreihenfolge – Hydraulik-Anhänger**:
  1. Mechanik kuppeln, Stützrad hoch, Abreißsicherung einhängen, Elektrik prüfen.
  2. *Druck entlasten* (Pedal kurz drücken/lösen), dann Hydraulikleitung(en) sauber einstecken; Verriegelung prüfen.
  3. Funktionsprobe: Pedal langsam drücken/halten → Dichtheit, gleichmäßige Wirkung.
- **Kuppelreihenfolge – Luft-Anhänger (mit Umsetzer)**:
  1. Mechanik/Elektrik wie oben.
  2. Hydraulik zum Umsetzer verbinden.
  3. Luftseite: rot (Vorrat) zuerst, dann gelb (Steuer) zum Anhänger; Dichtungen/Kappen prüfen.
  4. Wirkprobe: Druckaufbau beobachten, kurze Rollprobe durchführen.
- **Abkuppeln**: in umgekehrter Reihenfolge. Restdrucke beachten: bei heißer Anlage kann Kupplung unter Druck stehen → Druck entlasten, ggf. Drucklos-Kuppler nutzen.

4) Typische Störungen – Symptome und Maßnahmen

- **Spongy/weicher Pedalweg** (Hydraulik): Luft im System, zu niedriger Ölstand, undichte Zylinder/Leitungen → Lecksuche, fachgerecht entlüften, defekte Dichtungen erneuern.

- **Bremsen löst träge**: verengter Rücklauf (Zweileiter), verschmutzte Kupplung, gequollenes Dichtungsmaterial (falsches Medium) → reinigen/ersetzen, Medium prüfen.
- **Einseitiges Ziehen/Überbremsen**: ALB-Gestänge schwergängig/falsch eingestellt, Beläge kontaminiert, ungleiche Radzylinder → instandsetzen, ALB prüfen.
- **Hydraulik → Luft (mit Umsetzer):** späte/zu schwache Wirkung am Luft-Anhänger → Umsetzer falsch justiert, Luftleck, unzureichende Luftversorgung (Kompressor/Trockner) → Dichtheit prüfen, Umsetzer nach Herstellervorgabe kalibrieren.
- **Medienverwechslung**: DOT vs. Mineralöl gemischt → Dichtungszerfall, Funktionsverlust → nicht weiterfahren, Anlage spülen und instandsetzen (Werkstatt).

5) Wartung und Besonderheiten

- **Sauberkeit**: Kupplungen stets mit Kappen schützen; Schmutz/Wasser zerstören Dichtungen und Ventile.
- **Ölqualität/Intervalle**: nur freigegebenes Hydrauliköl verwenden; Wechsel/Filter gemäß Hersteller.
- **Winterbetrieb**: kaltes Öl = zäh → längere Ansprechzeiten. Längeren Bremsweg einplanen, früh Bremsprobe.
- **Sichtprüfung**: feuchte Stellen = Leckhinweis; Scheuerstellen/Knicke vermeiden, Scheuerschutz anbringen.
- **Dokumente**: Bei Hydraulik-/Luft-Umsetzer Typenschild, Zulassung/Eintragung und Wartungsnachweise mitführen/beachten.

Prüfungskern (Merksatz)

„Zugfahrzeug hydraulisch: richtiges Medium, dichte Leitungen, klare Funktionsprobe. Luft-Anhänger nur mit zugelassenem Umsetzer und ordentlicher Luftversorgung.“

Praxis-Drill (2–4 Minuten)

1. **Dichtheitscheck**: Pedal 30–60 s halten → Pedalweg/Leitungen beobachten; Leckspray an Kupplungen.
2. **Rollprobe**: geradeaus 15–20 km/h → gleichmäßig bremsen. Beurteile Ansprechzeit, Spurtreue, Löseverhalten.
3. **Mediencheck**: Schau am Anhänger auf die Beschriftung (Mineralöl oder DOT). Was ist bei dir im System? → Konsequenz bei Falschbefüllung nennen.

Sinnvolle Medien zum Einbau

- Schematische Grafik: Pedal → Anhänger-Bremsventil → Hydraulikleitung(en) → Radzylinder (Variante A) / + Umsetzer + Luftkreise (Variante B)
- Foto: Hydraulik-Schnellkuppler mit Staubkappen; Umsetzer mit Typenschild
- Kurzvideo: Entlüftung am höchsten Punkt zeigen; Rollprobe mit/ohne Umsetzer

Kleine Übungsfragen

- Warum dürfen DOT-Bremsflüssigkeit und Mineralöl nicht gemischt werden?
- Welche Aufgaben hat die Abreißsicherung bei hydraulisch gebremsten Anhängern?
- Wie erkennst du bei der Rollprobe, dass die Bremse zu spät anspricht?
- Welche zusätzlichen Baugruppen sind nötig, um mit hydraulischem Zugfahrzeug einen luftgebremsten Anhänger zu ziehen?
- Nenne zwei Ursachen, wenn die Bremse nach dem Lösen „klebt“ oder verzögert zurückgeht.

Revision #2
Created 2025-10-24 12:54:04 UTC by joachimeling
Updated 2025-11-12 15:03:31 UTC by joachimeling