2. Technik und Sicherungseinrichtungen

Wissen Klasse T

- 2.1 Bremsen
- 2.1.1 Betriebsbremse, hydraulische Bremse
- 2.1.2 Druckluftbremse
- 2.1.3 Auflaufbremse und Feststellbremse
- 2.1.4 Einzelradbremsen
- 2.1.5 Unterlegkeile
- 2.2 Lenkung
- 2.3 Räder/Bereifung
- 2.4 Anbaugeräte und Ladung
- 2.5 Be- und Entlastung der Achsen
- 2.6 Betriebsgeschwindigkeit
- 2.7 Ladung

2.1 Bremsen

1) Wichtige Begriffe & Systemübersicht

- **Betriebsbremse (Fußbremse):** Wirkt auf alle/mehrere Räder; dosierbar; Hauptbremse im Fahrbetrieb.
- **Feststellbremse (Parkbremse):** Mechanisch/hydraulisch gesichert; Fahrzeug im Stand gegen Wegrollen sichern. *Nicht* zum Verzögern während der Fahrt.
- **Zusatzbremsen:** Motorbremse/Getriebebremse/Retarder. Entlasten die Betriebsbremse, vor allem bergab.
- **Anhängerbremse (Übersicht):** Auflauf-, hydraulische oder druckluftbetätigte Bremse; *Details in späteren Kapiteln*. Abreißsicherung prüfen.
- **ABS/ASR/ESC/EBS:** Fahrerassistenz für Stabilität. ABS verhindert Blockieren – Pedal bei Vollbremsung fest halten und lenken.
- **Rechtsgrundlagen (Hinweis):** StVZO § 41 (Bremsanlagen), StVO § 3 (Geschwindigkeit), § 4 (Abstand) – vorausschauend, situationsangepasst fahren.

2) Schritt-für-Schritt: Sicher bremsen

1. **Blick & Vorbereitung:** Weit voraus schauen, früh Gas weg. Beide Hände ans Lenkrad.
2. **Normale Bremsung:** Druck *stetig* steigern. Kupplung erst spät treten, damit die Motorbremse mitwirkt.
3. **Gefahrbremsung:** Bremse voll durchtreten, Kupplung zügig dazu, damit der Motor nicht abwürgt. Mit ABS: Pedal halten und dorthin lenken, wo du hinwillst. Ohne ABS: Treten und festhalten, lenken ist nur möglich wenn die Bremse gelöst wird!
4. **Mit Anhänger/Zug:** Gerade halten, keine ruckartigen Lenkbewegungen. Tempo *früh* reduzieren, Abstand vergrößern.
5. **Bergab:** Rechtzeitig einen *kleinen Gang* wählen, Zusatz-/Motorbremse nutzen, keine Dauer-Schleichbremsung (Überhitzungsgefahr).

3) Physik und Faustformeln – einfach erklärt

- **Reaktionszeit:** ca. 1 s (Ablenkung, Müdigkeit = länger). **Faustformel Reaktionsweg:** `v/10 * 3` (m), v in km/h.
- **Bremsweg (trocken, gut Reifen):** `(v/10) * (v/10)` (m). **Anhalteweg** = Reaktionsweg + Bremsweg.
- **Beispiele:**
  - 50 km/h: Reaktion ≈ 15 m + Bremsweg ≈ 25 m → **≈ 40 m** Anhalteweg.
  - 80 km/h: Reaktion ≈ 24 m + Bremsweg ≈ 64 m → **≈ 88 m** Anhalteweg.
- *Wichtig:* Mit Anhänger, Nässe/Schnee, Gefälle oder Beladung wird der Weg deutlich länger.

4) Einflussfaktoren auf den Bremsweg

- **Geschwindigkeit:** Verdoppelt sich v, vervierfacht sich (näherungsweise) der Bremsweg.
- **Reifen:** Profil, Gummi, Luftdruck, Temperatur.
- **Fahrbahn:** Nässe, Schmutz, Schotter, Eis → weniger Grip.
- **Beladung/Anhänger:** Höheres Gewicht, ungünstige Achs-/Stützlasten verlängern den Weg und verschlechtern die Spurtreue.
- **Gefälle:** Hangabtriebskraft addiert sich → niedriger Gang, Motorbremse.
- **Bremsanlage:** Zustand/Temperatur (Fading), gleichmäßige Wirkung links/rechts.
- **Assistenzsysteme:** ABS hält lenkbar, ersetzt aber keinen Abstand.

5) Prüfungen/Checks und Bremsprobe

- **Sicht-/Funktionscheck vor Fahrt:** Pedalweg und -gefühl (nicht schwammig), Warnlampen (ABS) aus, Bremsflüssigkeits-/Druckanzeige i. O., Leitungen dicht (Hydraulik/Luft), Feststellbremse löst vollständig.
- **Bremsprobe:**
  - *Standprobe:* Hält das Fahrzeug am leichten Hang? Zieht die Feststellbremse sicher?

    - *Rollprobe (10–15 km/h):* Kräftig bremsen → der Zug bleibt spurtreu, keine einseitige Blockier-/Schlingerneigung.
- **Mit Anhänger:** Leitungen spannungsfrei verlegt, Kupplung gesichert, Abreißsicherung korrekt, keine Lecks; Bremswirkung passt zum Zug (kein „Schieben“).

6) Typische Fehler – und wie du sie vermeidest

- **Zu spätes/zu zaghaftes Bremsen** → vorausschauend fahren, früh Druck aufbauen.
- **Kupplung zu früh gedrückt** → Normalbremsung: Kupplung erst kurz vor Stillstand (mehr Verzögerung, bessere Stabilität).
- **Bei ABS Pedal lösen** → falsch; halten und lenken.
- **Bergab im Leerlauf** → verboten/gefährlich; kleiner Gang + Zusatzbremsen.
- **Abstand zu gering** → mindestens 2-Sekunden-Regel; mit Anhänger/Nässe eher 3 s.
- **Dauerbremsen → Fading** → Bremsphasen mit Motorbremse kombinieren, Abkühlpausen.

Prüfungskern (Merksatz)

„Ich bremse vorausschauend und dosiert, halte Abstand, nutze bergab die Motorbremse und mache vor der Fahrt eine Bremsprobe. In Gefahr: voll bremsen, Kupplung zügig, blickführen und lenken.“

Praxis-Drill „Brems-Check & Bremsprobe“ (3–5 Min.)

1. Kontrollleuchten prüfen (ABS aus, keine Warnung), Pedalgefühl testen.
2. Hydraulik/Luft: Füllstand/Druck i. O.; Leitungen dicht und spannungsfrei.
3. Feststellbremse: Hält sicher am leichten Hang.
4. Rollprobe 10–15 km/h: Kräftig bremsen → Spurtreue prüfen; mit ABS Pedal halten.
5. Bergab-Strategie festlegen: passender Gang + Motorbremse.

- [ ] Pedal fest, Weg normal
- [ ] Warnlampen aus, Druck/Füllstand i. O.
- [ ] Leitungen dicht/korrekt verlegt
- [ ] Rollprobe spurtreu bestanden
- [ ] Bergab-Plan steht

Sinnvolle Medien zum Einbau

- **Poster/Fotokarten:** Anhalteweg vs. Geschwindigkeit (Faustformeln), Reifen-Einfluss.
- **Kurzvideos (30–60 s):** Gefahrbremsung mit/ohne ABS, richtige Pedaltechnik.
- **Hof-Demo:** Markierte Bremswege (30/50/80 km/h) zum Einschätzen; „Fading-Versuch“ im sicheren Rahmen erklären.
- **Checklisten-Kärtchen/QR:** „Brems-Check & Bremsprobe“ (Fahrschule Eling) fürs Handschuhfach.

Kleine Übungsfragen

- Wie lautet die **Faustformel** für Reaktions- und Bremsweg? Rechne für 80 km/h.
- Warum trittst du bei der **Normalbremsung** die Kupplung erst kurz vor dem Stillstand?
- Was machst du bei einer **Gefahrbremsung** mit ABS – und was ohne ABS?
- Nenne drei **Einflussfaktoren**, die deinen Bremsweg deutlich verlängern.
- Wie gehst du eine **lange Bergabfahrt** mit Zug an?

Hinweis: Spezielle Bremsanlagen (Auflauf-, hydraulische, Druckluft-, elektrische Systeme, ALB/EBS) und deren Besonderheiten folgen in den nächsten Abschnitten zu 2.x.

2.1.1 Betriebsbremse, hydraulische Bremse

---

1) Aufbau & Begriffe

- **Pedal (Betriebsbremse):** Beim Traktor oft *geteilt* (linkes/rechtes Pedal) für enge Wendungen auf dem Feld. Auf der Straße: Pedale koppeln!
- **Hauptbremszylinder (HBZ):** Wandelt Pedaldruck in hydraulischen Druck um.
- **Bremskraftverstärker:** Unterdruck-/Hydraulik-Verstärkung → weniger Pedalkraft nötig.
- **Zweikreis-System:** Zwei unabhängige Kreise (z. B. diagonal oder achsweise) für Sicherheit bei Ausfall eines Kreises.
- **Leitungen/Schläuche:** Stahlleitungen und flexible Bremsschläuche leiten den Druck zu den Rädern.
- **Radbremsen:** Scheibenbremsen, Trommelbremsen oder bei Traktoren häufig *Nasslamellenbremsen* in den Achsen.
- **Ausgleichsbehälter:** Enthält Bremsflüssigkeit (hygroskopisch – zieht Wasser), Füllstand MIN/MAX.
- **ABS (falls vorhanden):** Verhindert Blockieren, Fahrzeug bleibt lenkbar.
- *Abgrenzung:* Feststellbremse = Fahrzeug im Stand sichern (separates System). Hydraulische Anhängerbremse kommt in 2.1.3 gesondert.

2) Bedienung & Fahrtechnik

1. **Vor Fahrtbeginn:** Pedalweg prüfen (fest, nicht schwammig), Warnlampen aus, Bremsflüssigkeitsstand zwischen MIN/MAX.
2. **Normale Bremsung:** Druck *gleichmäßig* aufbauen; Kupplung erst *kurz vor Stillstand*, damit die Motorbremse mithilft.
3. **Gefahrbremsung:** Bremse voll, Kupplung zügig dazu; mit ABS: Pedal halten und lenken.
4. **Bergab:** Früher, kleiner Gang + Motor-/Getriebebremse einsetzen; keine Dauer-Schleichbremsung (Fading-Gefahr).
5. **Mit Anhänger/Zug:** Gerade halten, Abstand vergrößern, Tempo früh senken. Bremsprobe durchführen (s. u.).

6. **Traktor-Spezial:** Straßenfahrt nur mit gekoppelten Pedalen; getrennt nur für langsame Feldmanöver auf abgesperrtem Gelände.

3) Typische Störungen – erkennen & reagieren

- **Schwammiges Pedal / langer Weg:** Luft im System oder Flüssigkeit überhitzt → anhalten, abkühlen lassen; Werkstatt/Entlüften.
- **Pedal sinkt langsam durch:** Dichtungs-/Leckproblem → sofort stoppen, Pannenhilfe.
- **Schiefziehen beim Bremsen:** Ungleiche Bremswirkung (Beläge, Leitungen, Luftdruck) → vorsichtig, prüfen lassen.
- **Fading (nach langer Bergabfahrt):** Wirkung lässt nach, Geruch → Pause, kleinerer Gang, Zusatzbremsen nutzen.
- **Warnleuchte (BRAKE/ABS):** Funktion eingeschränkt → defensiv fahren, prüfen lassen; ABS-Störung: Bremsen möglich, aber ohne ABS-Hilfe.

4) Pflege/Wartung – was du prüfen solltest

- **Bremsflüssigkeit:** Richtige Sorte nach Hersteller (z. B. DOT-Klasse) verwenden, nicht mischen; regelmäßig wechseln (Herstellerintervall), da hygroskopisch → Siedepunkt sinkt.
- **Dichtheit:** Keine feuchten Stellen an HBZ, Radbremsen, Leitungen/Anschlüssen.
- **Schläuche/Leitungen:** Risse, Aufquellen, Scheuerstellen → tauschen; Korrosion an Leitungen im Blick behalten.
- **Pedalspiel/Kopplung:** Freigängigkeit, Rückstellung, Straßenfahrt nur mit gekoppelten Pedalen.
- **Nach Arbeiten am System:** Immer fachgerecht entlüften und Bremsprobe machen.

5) Bremsprobe mit Zugfahrzeug (hydraulische Betriebsbremse)

- *Standprobe:* Auf leichtem Gefälle halten; Pedal fest? Fahrzeug rollt nicht?
- *Rollprobe (10–15 km/h):* Kräftig bremsen → Fahrzeug/Zug bleibt spurtreu, kein Ausbrechen/Schlingern.

- *Nach kurzer Bergabfahrt:* Erneut prüfen (Wirkung/Fading), ggf. Abkühlpause.

Prüfungskern (Merksatz)

„Ich fahre mit gekoppelten Pedalen auf der Straße, prüfe Pedal, Bremsflüssigkeit und Warnlampen, bremse früh und dosiert und nutze bergab die Motorbremse. In Gefahr: voll bremsen, Kupplung zügig, lenken.“

Praxis-Drill „Hydraulik-Betriebsbremse“ (3–5 Min.)

1. Flüssigkeitsstand checken, Pedalgefühl testen, Straßenfahrt: Pedale koppeln.
2. Standprobe am leichten Hang; anschließend Rollprobe 10–15 km/h.
3. Bergab-Plan: kleiner Gang, Motor-/Getriebebremse; keine Dauerbremsung.
4. Nach Probe: Sichtkontrolle auf Leckspuren/Überhitzungsgeruch.

- [ ] Pedal fest, Weg normal
- [ ] Bremsflüssigkeit i. O.
- [ ] Pedale gekoppelt (Straße)
- [ ] Stand-/Rollprobe bestanden
- [ ] Bergab-Strategie festgelegt

Sinnvolle Medien zum Einbau

- **Poster/Fotokarten:** Schema Hydraulikbremse (HBZ, Leitungen, Radbremsen), Pedal-Kopplung Traktor.
- **Kurzvideos (30–60 s):** Gefahrbremsung mit ABS, richtige Kupplungsbetätigung bei Normalbremsung.
- **Hof-Demo:** Bremsflüssigkeit alt vs. neu (Siedepunkt), Pedal getrennt/gekoppelt vergleichen (nur Gelände!).
- **Checkliste/QR:** „Brems-Check Hydraulik“ fürs Handschuhfach (Fahrschule Eling).

Kleine Übungsfragen

- Warum müssen beim Traktor die **getrennten Bremspedale** auf der Straße gekoppelt sein?
- Woran merkst du, dass sich **Luft im System** befindet – und wie reagierst du?
- Warum wird **alte Bremsflüssigkeit** gefährlich, besonders bei Bergabfahrten?

- Wie erkennst du **Fading** und was ist deine sichere Reaktion?
- Welche Schritte gehören zur **Rollprobe** (10–15 km/h) mit dem Zugfahrzeug?

Hinweis: Rechtsgrundlagen u. a. StVZO § 41 (Bremsanlagen). Die hydraulische Anhängerbremse (Einleiter) und andere Bremssysteme behandeln wir in den nächsten Unterkapiteln 2.1.x.

2.1.2 Druckluftbremse

1) Aufbau & Begriffe

- **Zweileiter-System (Standard):** Rot = Vorratsleitung (Versorgung), Gelb = Steuerleitung (Bremssignal). Alternativ: *Duomatic* (Kombi-Kupplung).
- **Kompressor** mit **Lufttrockner/Wasserabscheider** → trockene, saubere Druckluft.
- **Frostschutzpumpe:** Noch weit verbreitet, Sommer/ Winterbetrieb einstellen, Frostschutzmittel regelmäßig prüfen
- **Mehrkreisschutzventil** und **Vorratsbehälter** → getrennte Kreise, Ausfallsicherheit.
- **Fußbremsventil** am Schlepper und **Anhänger-Bremsventil/Relaisventil** im Anhänger.
- **Bremszylinder** am Anhänger (Trommel/Scheibe), ggf. **Federspeicher** für Feststell-/Notbremse.
- **ALB** (Automatische lastabhängige Bremskraftregelung) am Anhänger → passt Bremskraft an die Beladung an.
- *Altbestand:* Einleiter (eine Leitung) kommt noch vor, aber ist technisch überholt. Nicht mit Zweileiter mischen.

2) Richtig kuppeln & in Betrieb nehmen

1. **Papiere/Kompatibilität:** Traktor/Anhänger beide Zweileiter? Kupplungen/Schlauchlängen passend? Abreißsicherung vorhanden?
2. **Drucklos kuppeln:** Schmutz von den Köpfen wischen. Leitungen spannungsfrei führen (keine Knicke/Scheuerstellen).
3. **Reihenfolge:** Erst gelb (Steuer), dann rot (Vorrat) kuppeln. **Rot ist nie allein!** Bei Duomatic: sauber mittig einrasten lassen.
4. **Druck aufbauen:** Warten, bis *Betriebsdruck* erreicht ist (Anzeige im grünen Bereich, Warnlampe aus).
5. **Dichtheit prüfen:** Horchen, Sichtkontrolle; Pedal drücken und halten → Druck bleibt stabil, kein deutliches Nachpumpen.
6. **Leitungen sichern:** So verlegen, dass auch bei Volleinschlag/Ein- und Ausfederung nichts spannt.

3) Fahrtechnik & Sicherheit

- **Bremsprobe vor Abfahrt:** Standprobe am leichten Hang, anschließend Rollprobe bei 10–15 km/h → Zug bleibt spurtreu.
- **Gerade halten:** Beim kräftigen Bremsen keine ruckartigen Lenkbewegungen; Abstand größer wählen.
- **Bergab:** Früher kleiner Gang + Motor-/Getriebebremse; keine Dauer-Schleichbremsung (Fading-Gefahr).
- **ALB im Blick:** Leer → geringere Bremskraft, beladen → höhere. Falsch eingestellte/defekte ALB = instabiles Bremsen.
- **ABS/EBS (falls vorhanden):** Bei Vollbremsung Pedal halten und lenken; keine „Pumpbremsung“ mit ABS.

4) Typische Fehlerbilder & wie du reagierst

- **Druck baut nicht auf/zu langsam:** Leck, Kompressor/Trockner Problem → anhalten, prüfen lassen.
- **Ständiges Zischen/Druckabfall:** Undichtheiten an Kupplungen/Schläuchen → nicht weiterfahren, Dichtungen/Schläuche prüfen.
- **Schiefziehen beim Bremsen:** Ungleiche Bremswirkung/ALB-Problem → defensiv, Werkstatt.
- **Kondenswasser/Eis im System:** Trockner warten; bei Anlagen mit Hand-Ablass regelmäßig entleeren (Herstellerangaben).
- **Frostschutzpumpe:** regelmäßig Anlagen mit Hand-Ablass regelmäßig entleeren.
- **Abriss/Leitungsbruch (Notbremsfunktion):** Fällt der Vorratsdruck aus, bremst der Anhänger automatisch (Zug bleibt möglichst gerade halten). Abreißsicherung korrekt befestigen!

5) Pflege & Wartung

- **Kupplungsköpfe/Dichtungen:** Sauber halten, Dichtungen unbeschädigt; nur geeignete Pflegemittel nach Hersteller.
- **Schläuche/Leitungen:** Auf Risse, Quetschungen, Scheuerstellen prüfen; Halterungen/Nippel fest.
- **Lufttrockner:** Kartusche/Service nach Intervall; so verhinderst du Korrosion/Vereisung.

- **Druckanzeige/Warnsysteme:** Funktion der Manometer/Warnlampen regelmäßig checken.

6) Bremsprobe mit Zweileiter-Anlage (kurz & praxisnah)

- *Vorbereitung:* Kuppeln (rot → gelb), Abreißsicherung, Leitungen frei verlegt.
- *Druck:* Motor laufen lassen bis Betriebsdruck erreicht; Warnlampe aus.
- *Dichtheit:* Bremse treten/halten → kein deutlicher Druckabfall, kein Zischen.
- *Standprobe:* Leichtes Gefälle: Zug hält sicher.
- *Rollprobe 10–15 km/h:* Kräftig bremsen → Zug bleibt spurtreu, kein Schlingern/Blockieren.

Prüfungskern (Merksatz)

„Ich kupple rot vor gelb, warte den Betriebsdruck ab, prüfe Dichtheit und mache eine Stand- und Rollprobe. Bergab nutze ich die Motorbremse – Vollbremsung: Pedal halten und lenken.“

Praxis-Drill „Druckluft – Startklar in 3–5 Min.“

1. Köpfe reinigen, rot → gelb kuppeln (oder Duomatic sauber einrasten), Abreißsicherung an festem Punkt.
2. Betriebsdruck abwarten, Warnlampe aus; Leitungen spannungsfrei prüfen.
3. Standprobe + Rollprobe (10–15 km/h) durchführen.
4. Sicht-/Horchkontrolle: keine Lecks, keine Scheuerstellen.

- [ ] Rot/Gelb korrekt gekuppelt
- [ ] Betriebsdruck i. O., Warnung aus
- [ ] Dichtheit gegeben
- [ ] Stand-/Rollprobe ok
- [ ] Leitungen frei verlegt

Sinnvolle Medien zum Einbau

- **Poster/Fotokarten:** Schema Zweileiter (rot/gelb), ALB-Wirkprinzip, Duomatic-Kopf.
- **Kurzvideos (30–60 s):** Kuppeln rot/gelb, Dichtheitscheck, Rollprobe.
- **Hof-Demo:** „Fehlerbild-Parcours“: geknickter Schlauch vs. korrekt verlegt; ALB leer/beladen vergleichen.
- **Checkliste/QR:** „Druckluft-Startcheck“ (Fahrschule Eling) fürs Handschuhfach.

Kleine Übungsfragen

- Welche Aufgabe haben **rot**e und **gelbe** Leitung im Zweileiter-System?
- Warum wartest du vor der Abfahrt den **Betriebsdruck** ab – und wie erkennst du ihn?
- Was macht die **ALB** und was passiert, wenn sie falsch eingestellt/defekt ist?
- Nenne drei Anzeichen für **Undichtheit** an der Druckluftanlage.
- Wie gehst du eine **lange Bergabfahrt** mit Zug an, um Fading zu vermeiden?

Hinweis: Rechtsgrundlagen u. a. StVZO § 41 (Bremsanlagen), technische Auslegung meist nach ECE-R13. Details zu Einleiter/ALB-Einstellung kommen in den folgenden 2.1.x-Abschnitten.

2.1.3 Auflaufbremse und Feststellbremse

---

1) Auflaufbremse – Prinzip & Aufbau

- **Funktionsprinzip:** Beim Bremsen läuft der Anhänger auf das Zugfahrzeug auf. Die Deichsel (Auflaufeinrichtung) wird zusammengeschoben, ein Bremshebel betätigt über Gestänge/Bowdenzüge (oder Hydraulik) die Radbremsen.
- **Bauteile:** Auflaufeinrichtung mit *Dämpfer*, Zugkugelkupplung (ggf. mit *Stabilisator*), Gestänge/Bowdenzüge, Radbremsen (meist Trommel), *Automatik fürs Rückwärtsfahren* (Rückfahrautomatik).
- **Rückwärtsfahren:** Moderne Anlagen haben eine Rückfahrautomatik, die die Bremswirkung beim Rückwärtsrollen reduziert. Ältere Systeme besitzen ggf. einen *manuellen Rückfahrhebel* (nur kurzzeitig nutzen, danach wieder lösen!).
- **Abreißsicherung (Abreißseil):** Zwingend bei gebremsten Anhängern mit Auflaufbremse. Seil an einem festen Punkt des Zugfahrzeugs oder einer dafür vorgesehenen Öse sichern – nicht nur um die Kugel legen.

2) Feststellbremse – Zweck & Handhabung

- **Zweck:** Sichert Fahrzeug/Anhänger im Stand gegen Wegrollen. Nicht zum Verzögern während der Fahrt.
- **Trailer-Feststellbremse:** Handhebel am Anhänger wirkt mechanisch auf die Radbremsen. Hebel ganz durchziehen, *Rastung prüfen*.
- **Zugfahrzeug-Feststellbremse:** Handbremse oder elektrische Parkbremse (EPB). Beim An-/Abkuppeln immer zuerst das Zugfahrzeug sichern.

- **Zusatzsicherung:** Unterlegkeile an Steigungen/bei Arbeiten am angekuppelten Anhänger verwenden.

3) Praxis: Kuppeln, Check & Bremsprobe

1. **Vorbereitung:** Anhänger gegen Wegrollen sichern (Feststellbremse + Keile). Kugelkopf/ Kupplung sauber, Stützlast im Blick.
2. **Ankuppeln:** Kupplung ganz aufsetzen, Verriegelung einrasten, optische/ mechanische Anzeige kontrollieren. Stützrad hochkurbeln und sichern.
3. Wenn **Abreißseil:** An fester Öse/Adapter am Zugfahrzeug befestigen; Leitung spannungsfrei verlegen.
4. **Lösen der Trailer-Feststellbremse:** Erst wenn alles korrekt verriegelt ist und das Zugfahrzeug gesichert steht.
5. **Funktionscheck:** *Rollprobe 10–15 km/h* auf freier Fläche: kräftig bremsen → Zug bleibt spurtreu, kein Schlingern, keine ungewöhnlichen Geräusche.

4) Fahrtechnik mit Auflaufbremse

- **Vorausschauend fahren:** Früh Gas wegnehmen, *sanft* bremsen → die Auflaufbremse arbeitet dann gleichmäßig, weniger Hitze, weniger Verschleiß.
- **Abstände vergrößern:** Der Bremsweg des Zugs ist länger als solo.
- **Bergab:** Passender kleiner Gang + Motorbremse. Keine Dauer-Schleichbremsung (Fading-Gefahr).
- **Enge Kurven/Unebenheiten:** Bei Mehrachsern kann die Mechanik kurz ansprechen („Rubbeln“) – Tempo anpassen, sauber lenken.

5) Typische Fehlerbilder & Reaktion

- **Ruckartiges Bremsen/Nicken:** Dämpfer in der Auflaufeinrichtung verschlissen → Werkstatt prüfen lassen.
- **Schiefziehen beim Bremsen:** Ungleich eingestellte/verschlissene Radbremsen oder Züge → defensiv fahren, Werkstatt.

- **Bremswirkung schwach/langes Pedalgefühl:** Gestänge/Zug nachstellen lassen; Beläge evtl. verölt/verschlissen.
- **Rückwärts blockiert:** Rückfahrautomatik defekt/verklemmt oder manueller Rückfahrhebel noch eingelegt → anhalten, Ursache beheben.
- **Abreißseil falsch befestigt/verdreht:** Korrekt an Öse montieren, Seil frei führen. Bei Abriss bremst der Anhänger selbsttätig stark ab – Zug gerade halten, kontrolliert anhalten.

6) Wartung & Pflege (kurz)

- Auflaufeinrichtung/Dämpfer regelmäßig prüfen (Spiel, Leichtgängigkeit, Dichtheit).
- Bowdenzüge/Gestänge leichtgängig, korrekt eingestellt, kein Rost/Quetschungen.
- Bremsbeläge/Trommeln: Verschleißgrenze beachten; Radlager spielfrei.
- Kupplung und Stützrad: Verriegelungen funktionieren, kein übermäßiges Spiel.
- Abreißseil/D-Ring/Öse: unbeschädigt, ausreichend dimensioniert.

Prüfungskern (Merksatz)

„Auflaufbremse: sanft vorausschauend bremsen, bergab Motorbremse. Abreißseil an fester Öse sichern. Feststellbremse nur im Stand – beim Kuppeln immer zuerst das Zugfahrzeug sichern.“

Praxis-Drill „Auflauf + Feststellbremse“ (3–5 Min.)

1. Zugfahrzeug fest (Parkbremse), Trailer gesichert (Feststellbremse + Keil).
2. Ankuppeln, Verriegelung prüfen, Stützrad hoch; Abreißseil korrekt einhängen.
3. Trailer-Feststellbremse lösen, kurze *Rollprobe* 10–15 km/h, kräftig bremsen.
4. Nachprobe: Sicht/Horch – keine Klapper- oder Schleifgeräusche, Deichsel bewegt sich gedämpft.

- [ ] Kupplung verriegelt
- [ ] Abreißseil fest am Fahrzeugpunkt
- [ ] Stützrad gesichert
- [ ] Rollprobe spurtreu
- [ ] Keine ungewöhnlichen Geräusche/Vibrationen

Kleine Übungsfragen

- Wie funktioniert die **Auflaufbremse** in einem Satz?
- Wozu dient der **Dämpfer** in der Auflaufeinrichtung – was merkst du, wenn er defekt ist?
- Wie und wo befestigst du das **Abreißseil** richtig?
- Welche Reihenfolge ist beim **Ankuppeln** wichtig (Sichern – Kuppeln – Abreißseil – Feststellbremse)?
- Warum ist bergab die **Motorbremse** so wichtig – was passiert bei Dauerbremsen?

Hinweis: Rechtsgrundlagen u. a. StVZO § 41 (Bremsanlagen). Details zu besonderen Varianten (z. B. hydraulisch betätigte Auflaufbremsen, Sonderkupplungen) behandeln wir in späteren Unterkapiteln.

2.1.4 Einzelradbremsen

---

1) Begriff & Abgrenzung

Einzelradbremsen sind Bremsen, die an jedem Rad wirken. Heute Standard bei Pkw, Lkw, Anhängern und modernen Traktoren. Sie ersetzen bzw. ergänzen ältere *Zentral-/Getriebebremsen*, die nur auf eine Welle wirkten.

- **Vorteile:** stabile Spurtreue, kürzere Bremswege, Regelbarkeit durch ABS/ESC, weniger Überlastung einzelner Bauteile.
- **Hinweis Traktor:** Geteilte Pedale betätigen die Hinterrad-Einzelbremsen links/rechts. Auf der Straße: Pedale koppeln!

2) Bauarten der Radbremsen

Bauart	Wirkprinzip	Stärken	Typische Fahrzeuge
Scheibenbremse (Festsattel/Schwimmsattel)	Beläge pressen auf Bremsscheibe → Reibung	gute Kühlung, standfest, leicht dosierbar	vorn bei Pkw/Lkw fast immer; hinten oft auch
Trommelbremse (Simplex/Duplex)	Bremsbacken drücken nach außen in Trommel	selbstverstärkend, geschützt gegen Schmutz	häufig an Hinterachsen, leichtere Anhänger
Nasslamellenbremse (Ölbad)	Mehrere Lamellenpakete im Achs-/Nabenöl	sehr haltbar, unempfindlich, hohe Dauerlast	Traktoren, Baumaschinen, schwere Achsen

- **Aktuatoren:** Hydraulikzylinder (Pkw/Traktor) oder Druckluft-Bremszylinder/Federspeicher (Lkw/Anhänger) betätigen die Radbremsen.
- **Regelsysteme:** ABS (blockierfrei), EBV/EBD (elektronische Bremskraftverteilung), ESC (Stabilitätsregelung) wirken *radselektiv*.

3) Bedienung & Fahrtechnik (Praxis)

- **Vor Fahrt:** Sichtprüfung auf Leckspuren, beschädigte Schläuche/Leitungen, ungewöhnlichen Belaggeruch. Pedalweg/Vorratsdruck i. O.
- **Bremsprobe:** Rollprobe 10–15 km/h → kräftig bremsen. Der Zug bleibt spurtreu, zieht nicht zur Seite.
- **Bergab:** geeigneter kleiner Gang, Motorbremse nutzen; keine Dauer-Schleichbremsung (Fading-Gefahr).
- **Nass/Schmutz:** Nach Wasser-/Matschdurchfahrt kurz *trockenbremsen* (vorsichtig, ohne Hintermann zu gefährden) – Trommeln/Scheiben trocknen.
- **Traktor (Offroad):** Einzelpedale nur auf Feld/Wiese für enge Wendungen oder zum Geradeziehen bei Traktionsverlust einsetzen; Straße = Pedale gekoppelt.

4) Typische Fehlerbilder & was du merkst

- **Fahrzeug zieht beim Bremsen zur Seite:** ein Rad bremst stärker/schwächer (Belag verölt/verglast, Zylinder schwergängig, ALB/Verteilung falsch) → defensiv weiter, Werkstatt.
- **Rubbeln/Vibrationen im Pedal:** verzogene Bremsscheibe, ungleichmäßige Trommel, Beläge verschlissen.
- **Langer, weicher Pedalweg:** Luft im System, Leck, überhitzte Beläge → anhalten, Ursache prüfen lassen.
- **Heißes Rad/Brandgeruch:** Schleifen/festgehender Sattel oder Nachsteller defekt → Stopp, abkühlen lassen, prüfen.
- **Blockierende Räder ohne ABS-Eingriff:** Raddrehzahlsensor/ABS-Ring verschmutzt/defekt → Warnlampe beachten.

5) Wartung & Einstellung (Kurzüberblick)

- **Beläge/Backen:** Mindestdicke einhalten, keine Öl-/Fettspuren, gleichmäßiger Abrieb.
- **Scheiben/Trommeln:** Verschleißmaß, Riefen, Schlag prüfen; Radlager spielfrei.
- **Nachsteller:** Trommelbremsen meist automatisch, Funktion prüfen; manuell nur nach Herstellervorgabe.
- **Hydraulik/Druckluft:** Dichtheit, Leitungsführung, Manschetten; bei Druckluft: Entwässerung/Lufttrockner warten.
- **Nasslamellen:** Ölqualität/Stand nach Herstellervorgabe; keine Metallspäne/Verfärbungen.

Prüfungskern (Merksatz)

„Einzelradbremsen arbeiten an jedem Rad – für Spurtreue und kurze Bremswege. Probe bremsen, auf gleichmäßige Wirkung achten; bergab Motorbremse. Traktor-Pedale auf der Straße koppeln.“

Praxis-Drill „Radbremsen checken“ (2–3 Min.)

- [ ] Sichtcheck: Leitungen/Schläuche, keine Lecks
- [ ] Pedalweg/Druck i. O., Warnlampen aus
- [ ] Rollprobe 10–15 km/h: spurtreu, kein Ziehen
- [ ] Nach Bremsung: kein Geruch/Qualm, keine ungewöhnlichen Geräusche

Kleine Übungsfragen

- Was ist der **Hauptunterschied** zwischen Einzelradbremse und Zentral-/Getriebebremse?
- Nenne je **einen Vorteil** von Scheiben-, Trommel- und Nasslamellenbremse.
- Woran erkennst du, dass **ein Rad** stärker bremst als die anderen?
- Warum sind **ABS/ESC** mit Einzelradbremsen besonders wirkungsvoll?
- Welche **Schritte** gehören zur kurzen *Bremsprobe* vor der Abfahrt?

Hinweis: Rechtsgrundlagen u. a. StVZO § 41 (Bremsanlagen); technische Anforderungen z. T. nach ECE-R13. Details zur Einstellung von Verteilsystemen/ALB kommen in späteren Abschnitten.

2.1.5 Unterlegkeile

---

1) Zweck & Rechtsgrundlage

- **Zweck:** Unterlegkeile sichern Anhänger beim Abstellen, An-/Abkuppeln und (Be-)Laden gegen Wegrollen.
- **Mitführen & Halterung:** Keile müssen leicht zugänglich im oder am Fahrzeug in Halterungen mitgeführt werden; die Halterung muss Verlieren/Klappern verhindern. Haken oder Ketten sind als Halterungen unzulässig. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))
- **Vorzeigen:** Keile gehören zu den mitzuführenden Gegenständen und sind auf Verlangen vorzuzeigen. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__31b.html?utm_source=openai))

2) Anzahl – so viele Keile sind vorgeschrieben

Rechtsgrundlage: § 41 Abs. 14 StVZO. Entscheidend sind Bauart und Achszahl. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))

- **Sattelanhänger:** 2 Keile. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))
- **Starrdeichselanhänger (inkl. Zentralachsanhänger) > 750 kg zGG: 2 Keile.** ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))
- **Zweiachsige Anhänger > 750 kg zGG** (ausgenommen Sattel- und Starrdeichselanhänger; z. B. *Drehschemel-/Lenkdeichselanhänger*): **1 Keil.** ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))
- **Drei- und mehrachsige Fahrzeuge/Anhänger: 2 Keile.** ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))

- **Leichte Anhänger ≤ 750 kg zGG: keine Pflicht** aus § 41 Abs. 14; in der Praxis dennoch **sinnvoll, mind. 1 Keil** mitzuführen (Sicherheit/Beladen). ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))
- **Zusatzhinweis Zugfahrzeug:** Kraftfahrzeuge (ausg. Gleiskettenfahrzeuge) mit **zGG > 4 t: 1 Keil**; bei **drei+ Achsen: 2 Keile**. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))

Merke zur Einordnung: Trifft mehr als eine Regel zu (z. B. dreiachsiger Anhänger *und* Starrdeichsel), gilt die höhere Keilzahl (= 2).

3) Typfälle – schneller Überblick

Fall	Beispiel	Pflicht
1-achsiger Zentralachsanhänger, 1 300 kg	Pkw-Kastenanhänger mit Kugelkupplung	**2 Keile**
2-achsiger Drehschemelanhänger, 4 000 kg	Traktoranhänger mit Lenkdeichsel	**1 Keil**
3-achsiger Tieflader	Baumaschinentransporter	**2 Keile**
Sattelanhänger	Sattelauflieger	**2 Keile**
Pkw-Anhänger ≤ 750 kg	Leichter Freizeitanhänger	**keine Pflicht** (Empfehlung: 1 Keil)

4) Richtige Anwendung (Praxis)

- **Abrollrichtung sichern:** Keil immer an die talwärts stehende Reifenseite legen.
- **Steile Neigung/Abkuppeln:** Zwei Keile einsetzen (z. B. ein Rad vorne/hinten oder je ein Rad).
- **Reihenfolge Abkuppeln:** 1) Zugfahrzeug+Anhänger mit Feststellbremsen sichern → 2) Keil(e) anlegen → 3) Stützrad setzen → 4) Kupplung lösen → 5) Keile vor Abfahrt wieder verstauen.
- **Untergrund:** Keil vollflächig auflegen; bei weichem Boden ggf. Brett/Platte unterlegen.
- **Halterung:** Keile fest in passenden Haltern, klapperfrei; keine Haken/Ketten als Halter. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))

Prüfungskern (Merksatz)

„Sattel immer 2 Keile. Starr-/Zentralachse > 750 kg: 2 Keile. Zweiachsiger Drehschemel > 750 kg: 1 Keil. Drei+ Achsen: 2 Keile. Keil talwärts anlegen – Halter ohne Haken/Ketten.“

Praxis-Drill „Keile richtig einsetzen“ (2–3 Min.)

1. Standplatz prüfen (Neigung/Untergrund). Feststellbremsen setzen.
2. Erforderliche *Keilanzahl* bestimmen (Bauart/Achszahl). ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))
3. Keil(e) talwärts anlegen; bei starkem Gefälle doppelt sichern.
4. Nach Abkuppeln: Standsicherheit prüfen; Keile vor dem Wegfahren aufnehmen und im Halter verstauen. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))

- [ ] Richtige Anzahl an Bord
- [ ] Halterung i. O., kein Klappern
- [ ] Keil(e) richtig positioniert

Sinnvolle Medien zum Einbau

- A4-Schaubild „Unterlegkeile: Bauarten → Keilanzahl → Position“ (Grafik von Joachim Eling, mit Piktogrammen für Deichselarten).
- Kurzvideo (30 s): Keil richtig anlegen an Steigung vs. Gefälle.

Kleine Übungsfragen

1. Ein 1-achsiger Zentralachsanhänger (1 300 kg) hinter dem Pkw: Wie viele Keile sind mitzuführen?
2. Ein 2-achsiger Drehschemelanhänger (4 000 kg) hinter dem Traktor: Wie viele Keile?
3. Ein 3-achsiger Tieflader: Keilanzahl?
4. Wo legst du den Keil an, wenn der Anhänger bergab zeigt?

Lösungen (kurz): 1) 2 Keile. 2) 1 Keil. 3) 2 Keile. 4) An die talwärts stehende Reifenseite.

Rechtsverweise: § 41 Abs. 14 StVZO (Unterlegkeile – Anzahl, Halterung); § 31b StVZO (Vorzeigen mitzuführender Gegenstände). ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__41.html?utm_source=openai))

2.2 Lenkung

---

1) Aufgabe & Aufbau (kurz erklärt)

- **Aufgabe:** Sichere Richtungsänderung, Spurtreue und Rückmeldung (Straßenkontakt) an den Fahrer.
- **Hauptbauteile:** Lenkrad → Lenksäule (kollabierbar) → Lenkgetriebe (Zahnstange/Rollenkugel) → Spurstangen → Achsschenkel/Lenkhebel → Räder.
- **Lenkhilfen:** Hydraulisch (Servo), elektro-hydraulisch (EHPS) oder elektrisch (EPS). Moderne Fahrzeuge meist *elektrisch*.
- **Sicherheit/Assistenz:** Lenkungswinkel-Sensor, ESC/ESP, Spurhalteassistent, teils *aktive* Lenkung. Bei Lkw/Traktor: oft *hydrostatische* Lenkung mit Notlenkeinrichtung.

2) Typische Lenkungsarten (Fahrzeugklassen)

- **Pkw/Transporter:** Zahnstangenlenkung, meist EPS. Sehr geringer Lenkspiel-Sollwert.
- **Lkw/Bus:** Rollenkugel-/Zahnstange mit Servounterstützung; größere Bauteile, dennoch *spielfrei* gefordert.
- **Traktor/Baumaschine:** Hydrostatlenkung (Ölkreislauf). Achtung: Motor aus = ggf. stark erhöhter Lenkaufwand!
- **Anhänger mit gelenkter Achse:** Nachlauf-Selbstlenkachse oder Zwangslenkung über Deichsel – Funktion/Arretierung fürs Rückwärtsfahren prüfen.

3) Funktionsprüfung vor der Fahrt (2–3 Minuten)

1. **Standcheck (Motor aus):**
   - Lenkrad spielfrei? Keine „toten“ Bereiche spürbar.

- Geräusche? Kein Knacken, Schleifen in der Lenksäule.
- Faltenbälge an Spurstangen/Lenkgetriebe dicht und unbeschädigt.

2. **Servocheck (Motor an, im Stand):**
   - Lenken geht *leicht und gleichmäßig* nach links/rechts.
   - Lenkrad kurzfristig bis *Anschlag* drehen, aber nicht lange halten (Öl/Antrieb nicht überlasten).
   - Warnlampen (*Lenksymbol/ESP*) aus; EPS-Störung? → Werkstatt.
3. **Lenkspiel:**
   - Im Stand leicht hin und her Lenken - bewegt sich der Lenker, aber der Reifen nicht, gibt es Lenkspiel
   - Festen Punkt, z.B. Blinkerhebel zum abschätzen nutzen - maximal 3cm Lenkspiel ist erlaubt (2-3 Finger breit)
4. **Rollprobe (5–15 km/h, gerade Strecke):**
   - Fahrzeug hält Spur, zieht nicht einseitig.
   - Lenkrad *zentriert selbstständig* nach Geradeausfahrt.
   - Keine Vibrationen/„Flattern“ im Lenkrad.
5. **Wenn hydraulisch:** Servoflüssigkeit zwischen *MIN–MAX* (bei EPS: kein Vorratsbehälter vorhanden – normal!).

4) Häufige Mängel – Symptome & Folgen

- **Zu großes Lenkspiel:** Träge Reaktion, Schlangenliniengefahr → Ursache z. B. ausgeschlagene Spurstangenköpfe/Lenkgetriebe.
- **Schwergängigkeit/„Ruckeln“:** Servoausfall, Keilriemen (ältere Systeme), niedriger Ölstand, EPS-Störung.
- **Ziehen zur Seite:** Spur verstellt, ungleicher Reifendruck/Profil, Bremse fest → erst Reifen/Bremsen prüfen, dann Achsvermessung.
- **Undichtigkeiten:** Ölspuren am Lenkgetriebe/Schläuchen (hydraulisch) → Werkstatt; Brandgefahr auf heißen Teilen.
- **Beschädigte Faltenbälge:** Wasser/Schmutz dringt ein → schnelles Ausschlagen von Gelenken.

5) Bedienungstechnik – so lenkst du sicher

- **Handposition:** „9-und-3-Uhr“; Daumen außen am Kranz (nicht in Speichen einhaken).

- **Kleine Lenkwinkel:** Hand-zu-Hand (ohne Umgreifen).
- **Große Lenkwinkel (Abbiegen, Parken):** *Übergreifen* mit flüssigen Handwechseln. Kein „Palmieren“ (mit Handfläche rutschen).
- **Rückstellung:** Lenkrad kontrolliert zurückführen, nicht „durchrutschen“ lassen.
- **Mit Assistenten:** Spurhalte-/Parkassistent unterstützt nur; du bleibst verantwortlich und bereit zu übernehmen.

6) Besonderheiten Lkw/Traktor/Anhänger

- **Lkw:** Größere Lenkübersetzung → mehr Lenkradweg. Vor Abfahrt: Spiel an der Felge prüfen, Lenkhilfepumpe/Keilriemen (falls vorhanden) beachten.
- **Traktor (Hydrostat):** Bei Motor aus sehr schwer zu lenken. *Notlenkeinrichtung* beachten (Herstellerangaben). Keine langen Volleinschläge im Stand.
- **Gelenkte Anhängerachsen:**
  - Nachlaufachsen: Arretierung fürs Rückwärtsfahren kontrollieren (löst/sperrt korrekt?).
  - Zwangslenkung: Gestänge/Leitungen frei bei Volleinschlag; kein Klemmen, ausreichendes Spiel der Kupplung/Deichsel.

7) Mini-Checkliste „Lenkung i. O.“

- [ ] Lenkrad spielfrei, ruhiger Geradeauslauf
- [ ] Keine ungewöhnlichen Geräusche/Vibrationen
- [ ] Servounterstützung funktioniert, Warnlampen aus
- [ ] Faltenbälge/Gelenke dicht und unbeschädigt
- [ ] Bei Hydrostat: Ölstand i. O., keine Leckage

8) Prüfungskern (Merksatz)

„Lenkung muss spielfrei, leichtgängig und selbstzentrierend sein – keine Geräusche, keine Lecks. Bei großen Lenkwinkeln übergreifend lenken, Daumen außen.“

9) Kleine Übungsfragen

1. Woran erkennst du in der Rollprobe, dass die Lenkung technisch in Ordnung ist?
2. Warum solltest du am Anschlag nicht lange „gegenhalten“?
3. Welche Symptome deuten auf zu großes Lenkspiel hin?
4. Was unterscheidet EPS von hydraulischer Servolenkung – und was bedeutet das für die Sichtprüfung?
5. Wie prüfst du bei einem Anhänger mit Nachlaufachse die Funktion vor dem Rückwärtsfahren?

Rechtsbezug: Lenkanlagen müssen betriebssicher und nahezu spielfrei sein (StVZO, anerkannte Regeln der Technik; Bau- und Funktionsanforderungen u. a. nach ECE-R 79). Im Zweifel: Werkstattprüfung/Achsvermessung veranlassen.

2.3 Räder/Bereifung

1) Aufgabe & Grundbegriffe

- **Räder/Bereifung** sorgen für sicheren Bodenkontakt, Traktion, Lenk- und Bremskräfte.
- **Wichtige Begriffe:** *Profiltiefe* (TWI-Markierung), *Tragfähigkeitsindex (LI)*, *Geschwindigkeitskategorie (z. B. V, H, T)*, *DOT* (Herstellungswoche/-jahr), *RDKS/TPMS* (Reifendruckkontrollsystem).

2) Rechtliche Basics (Deutschland)

- **Mindestprofiltiefe:** im *Hauptprofil* mindestens 1,6 mm; bei Kleinkrafträdern/Leichtkrafträdern 1,0 mm. Empfehlung aus der Praxis: Sommer ≥ 3 mm, Winter ≥ 4 mm. Rechtsgrundlage: § 36 StVZO. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__36.html?utm_source=openai))
- **Winterreifenpflicht (situativ):** Bei Glatteis, Schnee-/Eis-/Reifglätte dürfen Kfz nur mit *wintertauglichen* Reifen fahren (*Alpine-Symbol/3PMSF*). Seit 01.10.2024 sind M+S-Reifen ohne Alpine-Symbol im Winterbetrieb nicht mehr zulässig. Grundlage: § 2 Abs. 3a StVO i. V. m. § 36 Abs. 4 StVZO; Info des BMDV. ([bmv.de](https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/winterreifen.html?utm_source=openai))
- **Ausnahmen schwere Nutzfahrzeuge:** M2/M3/N2/N3 dürfen bei winterlichen Bedingungen fahren, wenn *mindestens* die permanent angetriebenen Achsen und die vorderen Lenkachsen mit Winterreifen ausgerüstet sind. ([bmv.de](https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/winterreifen.html?utm_source=openai))
- **Mischbereifung (Bauart):** Radial- und Diagonalreifen nicht mischen (je Fahrzeug/je Achse gleicher Bauart). § 36 StVZO. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__36.html?utm_source=openai))
- **Geschwindigkeitsaufkleber Winterreifen:** Hat der Winter-/Allwetterreifen eine niedrigere Geschwindigkeitskategorie als die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs, muss die zulässige Reifen-Vmax im Sichtfeld des Fahrers gekennzeichnet sein (Sticker). § 36 StVZO. ([reifensuchmaschine.de](https://www.reifensuchmaschine.de/ganzjahresreifen/36_stvzo.h

tm?utm_source=openai))

3) Reifen richtig lesen (Beispiel)

`205/55 R16 91V M+S 3PMSF`

- **205/55 R16:** Breite 205 mm / Querschnitt 55 % / Bauart Radial / Felge 16″
- **91V:** LI 91 (Tragfähigkeit), Speed-Index V
- **M+S 3PMSF:** wintertauglich – maßgeblich ist das Alpine-Symbol (3PMSF). ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__36.html?utm_source=openai))

4) Praxis: Kontrolle vor der Fahrt (2–3 Min.)

1. **Rundum-Sichtprüfung:** keine Schnitte/Beulen/Fremdkörper; gleichmäßiger Abrieb; TWI-Stege noch unter Profil. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__36.html?utm_source=openai))
2. **Profiltiefe messen:** mind. 1,6 mm (Winter besser ≥ 4 mm). ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__36.html?utm_source=openai))
3. **Luftdruck kalt** nach Tür-B-Säule/Betriebsanleitung; bei Beladung anpassen (auch Anhänger-Reifen!).
4. **Radbefestigung:** alle Muttern/Schrauben vorhanden, korrekter Sitz; nach Radwechsel Drehmoment nach 50–100 km prüfen.
5. **RDKS:** Warnlampe aus; bei Fahrzeugen M1/M1G ab 11/2014 Pflicht (Neu-Zulassung). ([bundesverband-reifenhandel.de](https://bundesverband-reifenhandel.de/infopool/rdks-allgemeine-infos?utm_source=openai))

5) Winterreifen – was gilt konkret?

- **Erkennbar** an 3PMSF/Alpine-Symbol. M+S alleine reicht seit 10/2024 nicht mehr. ([bmv.de](https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/winterreifen.html?utm_source=openai))
- **Schwere Kfz (M2/M3/N2/N3):** Winterreifen mind. auf permanent angetriebenen Achsen + vorderen Lenkachsen. ([bmv.de](https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/winterreifen.ht

ml?utm_source=openai))
- **Stickerpflicht** bei niedrigerem Speed-Index (siehe oben). ([reifensuchmaschine.de](https://www.reifensuchmaschine.de/ganzjahresreifen/36_stvzo.htm?utm_source=openai))

6) Anhänger & Tempo-100-Regel (Kurzüberblick)

Zusatzwissen für Klasse B/BE – nützlich in der Praxis.

- **Tempo-100 auf AB/Kraftfahrstraßen** nur mit Genehmigung nach *9. Ausnahmeverordnung zur StVO* (Prüfung + Plakette). ([kues.de](https://kues.de/ratgeber/was-bei-tempo-100-km-h-zu-beachten-ist/?utm_source=openai))
- **Reifenanforderungen Anhänger:** jünger als 6 Jahre und Speed-Index ≥ L (120 km/h). ([hochsauerlandkreis.de](https://www.hochsauerlandkreis.de/hochsauerlandkreis/buergerservice/auto/verkehr/zulassung/tempo-100-bei-fahrzeugkombinationen?utm_source=openai))
- **Hinweis:** Die 6-Jahres-Grenze gilt nur für Tempo-100-Zulassung, nicht generell. ([kues.de](https://kues.de/ratgeber/was-bei-tempo-100-km-h-zu-beachten-ist/?utm_source=openai))

7) Erlaubt & nicht erlaubt (häufige Fragen)

- **Darf ich Sommer und Winter auf einer Achse mischen?** Rechtlich ist die Profilmischung nicht explizit verboten, aber sicherheitskritisch; bauartverschiedene Reifen (Radial/Diagonal) verboten. Empfehlung: achsweise gleiche Marke/Profil. § 36 StVZO. ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__36.html?utm_source=openai))
- **DOT-Alter:** Es gibt keine generelle Altersgrenze; Zustand zählt. Für Tempo-100-Anhänger jedoch ≤ 6 Jahre. ([kues.de](https://kues.de/ratgeber/was-bei-tempo-100-km-h-zu-beachten-ist/?utm_source=openai))
- **RDKS „ignorieren“?** Bei M1/M1G seit 11/2014 Pflicht bei Neuzulassung; defektes RDKS kann HU-relevant sein. ([bundesverband-reifenhandel.de](https://bundesverband-reifenhandel.de/infopool/rdks-allgemeine-infos?utm_source=openai))

8) Merksätze (Prüfungskern)

„1,6 mm ist Pflicht – 3/4 mm sind sicherer. Winter = 3PMSF. Radial/Diagonal nie mischen. Bei niedrigem Winterreifen-Speedindex: Sticker ins Sichtfeld. RDKS-Lampe darf nicht leuchten.“
([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__36.html?utm_source=openai))

9) Mini-Checkliste „Räder/Bereifung i. O.“

- [ ] Profiltiefe i. O. (Sommer ≥ 3 mm empfohlen; Winter ≥ 4 mm empfohlen)
- [ ] Keine Schäden/Beulen/Fremdkörper
- [ ] Luftdruck kalt nach Hersteller; Ventilkappen drauf
- [ ] RDKS ok (keine Warnmeldung)
- [ ] Reifendimension/LI/Speedindex passend zu Fahrzeugpapieren
- [ ] Bei Winterbetrieb: 3PMSF vorhanden; ggf. Geschwindigkeits-Sticker
- [ ] Anhänger (Tempo 100): Reifen ≤ 6 Jahre, Index ≥ L (falls zutreffend)

10) Kleine Übungsfragen

1. Woran erkennst du, dass dein Winterreifen „rechtlich“ wintertauglich ist?
2. Dein Auto fährt 210 km/h, der Winterreifen ist bis 190 km/h zugelassen. Was musst du tun?
3. Warum ist ein Mix aus Radial- und Diagonalreifen unzulässig?
4. Welche zwei Reifenanforderungen gelten für Anhänger mit Tempo-100-Zulassung?
5. Wie viel Profiltiefe ist gesetzlich mindestens vorgeschrieben – und was empfiehlt Joachim für Winterreifen?

Lösungen (kurz): 1) Alpine-Symbol/3PMSF. 2) Geschwindigkeits-Sticker ins Sichtfeld und Vmax einhalten. 3) § 36 StVZO verbietet Bauart-Mix. 4) ≤ 6 Jahre alt und Speed-Index ≥ L. 5) min. 1,6 mm; empfohlen ≥ 4 mm.
([bmv.de](https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/winterreifen.html?utm_source=openai))

Medien für den Unterricht (Fahrschule Eling)

- A4-Poster „Reifen lesen“ (205/55 R16 91V – mit Pfeilen für Laufrichtung/Outside/Rotation).
- Kurzvideo (30 s): Profiltiefe messen am TWI – Sommer vs. Winter.

Rechtsquellen/Infos: § 36 StVZO; § 2 Abs. 3a StVO (BMDV-Infoseite); 9. Ausnahmeverordnung (Tempo 100 – KÜS/Behördeninfos); RDKS-Pflicht (EU-VO 661/2009 – BRV/Medien). ([gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__36.html?utm_source=openai))

2.4 Anbaugeräte und Ladung

---

1) Anbaugerät vs. Ladung – kurz & praxisnah

- **Anbaugeräte** (z. B. Frontlader, Mähwerk, Schneidwerk, Frontgewicht) sind Fahrzeugteile. Sie zählen zu den Abmessungen des Fahrzeugs und müssen so angebaut sein, dass Sicht, Beleuchtung und Verkehrssicherheit erhalten bleiben.
- **Ladung** (z. B. Paletten, Rohre, Balken, Ballen) wird auf oder am Fahrzeug befördert und muss nach StVO gesichert und ggf. gekennzeichnet werden (§ 22 StVO). ([justiz-nrw.wolterskluwer-online.de](https://justiz-nrw.wolterskluwer-online.de/browse/document/4e6af5bb-41c1-3cf6-a3b5-a06ac83f29dc?utm_source=openai))

2) Abmessungen, Überstände und Kennzeichnung – was gilt?

2.1 Grundmaße (Fahrzeug + Ladung)

- **Breite/Höhe:** max. 2,55 m breit und 4,00 m hoch. *Ausnahmen* für land-/forstwirtschaftliche Fahrzeuge: mit Erzeugnissen/Arbeitsgeräten bis 3,00 m breit; mit landw. Erzeugnissen darf die Höhe 4,00 m überschreiten. Kühlfahrzeuge: 2,60 m. ([justiz-nrw.wolterskluwer-online.de](https://justiz-nrw.wolterskluwer-online.de/browse/document/4e6af5bb-41c1-3cf6-a3b5-a06ac83f29dc?utm_source=openai))

2.2 Überstand nach vorn

- Bis **2,50 m Höhe** darf Ladung nicht vor das Fahrzeug ragen (bei Zügen: nicht vor das Zugfahrzeug). Darüber hinaus sind **max. 50 cm** nach vorn zulässig. ([justiz-nrw.wolterskluwer-online.de](https://justiz-nrw.wolterskluwer-online.de/browse/document/4e6af5bb-41c1-3cf6-a3b5-a06ac83f29dc?utm_source=openai))

2.3 Überstand nach hinten

- Grundsätzlich **bis 1,50 m** erlaubt, auf **kurzer Strecke ≤ 100 km** bis **3,00 m**. Fahrzeug/Zug inkl. Ladung max. **20,75 m** lang. ([landkreis-regen.de](https://www.landkreis-regen.de/strasse-und-verkehr/strassenverkehrsbehoerde/grossraum-und-schwerverkehr/ladungssicherung-%C2%A7-22-stvo/?utm_source=openai))
- Ragt das Ende der Ladung **mehr als 1,00 m** über die *Rückstrahler* hinaus, muss es gekennzeichnet werden:
  - am Tag: hellrote Fahne/Schild (≥ 30 × 30 cm) oder roter Zylinder (H ≥ 30 cm, Ø ≥ 35 cm), max. 1,5 m über Fahrbahn angebracht,
  - bei Dämmerung/Dunkelheit/Sichtbehinderung zusätzlich: rote Leuchte an gleicher Stelle und roter Rückstrahler ≤ 0,90 m Höhe. ([landkreis-regen.de](https://www.landkreis-regen.de/strasse-und-verkehr/strassenverkehrsbehoerde/grossraum-und-schwerverkehr/ladungssicherung-%C2%A7-22-stvo/?utm_source=openai))

2.4 Seitlicher Überstand

- Ragt die Ladung seitlich **mehr als 40 cm** über die äußeren Kanten der Begrenzungs-/Schlussleuchten hinaus, ist sie – falls nötig – kenntlich zu machen: vorn weißes, hinten rotes Licht, je ≤ 40 cm vom Rand und ≤ 1,5 m hoch. *Einzelne Stangen/Pfähle, waagerecht liegende Platten u. ä. dürfen seitlich nicht hinausragen.* ([landkreis-regen.de](https://www.landkreis-regen.de/strasse-und-verkehr/strassenverkehrsbehoerde/grossraum-und-schwerverkehr/ladungssicherung-%C2%A7-22-stvo/?utm_source=openai))

3) Ladungssicherung – so machst du’s richtig

- **Grundsatz:** Ladung so verstauen und sichern, dass sie selbst bei Vollbremsung/Ausweichmanöver nicht verrutscht, umkippt oder herabfällt; anerkannte Regeln der Technik beachten. ([justiz-nrw.wolterskluwer-online.de](https://justiz-

nrw.wolterskluwer-online.de/browse/document/4e6af5bb-41c1-3cf6-a3b5-a06ac83f29dc?utm_source=openai))
- **Praxis-Tipps:**
  - Rutschhemmende Matten unterlegen, Ladungsschwerpunkt tief und formschlüssig anlegen (Bordwand/Prallwand).
  - Zurrgurte mit ausreichender LC (daN) verwenden; geeignete Zurrpunkte nutzen; Zurrwinkel ca. 30–60° anstreben.
  - Scharfe Kanten mit Kantenschonern schützen; Gurte vor Beschädigung/Überdehnung prüfen.
  - Plane/Netz bei Schüttgut; keine Personen auf der Ladung mitnehmen.

4) Besonderheiten bei Anbaugeräten (Traktor/SAM/Lkw)

- **Mechanische Sicherung:** Verriegelungen und Sicherungsbolzen schließen; hydraulische Transportsicherung (Schwingungsdämpfung/Schließhähne) aktivieren.
- **Spitzen/Schneiden sichern:** Ballenspieße, Zinken, Schneidkanten abdecken oder so transportieren, dass niemand gefährdet wird (möglichst bodennah, aber mit Bodenfreiheit).
- **Sicht & Beleuchtung:** Alle *vorgeschriebenen* Leuchten/Reflektoren müssen frei sichtbar sein; falls verdeckt, Zusatz-Begrenzungs-/Umrissleuchten/Blinker montieren. Gesamtbreite/-höhe beachten (siehe 2.1). ([justiz-nrw.wolterskluwer-online.de](https://justiz-nrw.wolterskluwer-online.de/browse/document/4e6af5bb-41c1-3cf6-a3b5-a06ac83f29dc?utm_source=openai))
- **Breite über 2,55 m:** Nur im Rahmen der land-/forstwirtschaftlichen Ausnahmen bzw. mit Genehmigung fahren; Fahrschüler: immer vorher mit Joachim klären! ([justiz-nrw.wolterskluwer-online.de](https://justiz-nrw.wolterskluwer-online.de/browse/document/4e6af5bb-41c1-3cf6-a3b5-a06ac83f29dc?utm_source=openai))
- **Transportwagen nutzen:** Große Vorsatzgeräte (z. B. Mäh-/Schneidwerke) nach Herstellervorgaben auf Transportwagen umsetzen; Kupplungshöhe/Deichsel waagrecht, Beleuchtung am Wagen komplett.

5) Mini-Checklisten

5.1 „Ladung i. O.“ vor Fahrtbeginn

- [ ] Gewicht/Verteilung passt, nichts ragt unzulässig vor/seitlich/hinten

- [ ] Zurrmittel/Netz/Plane intakt und richtig gespannt
- [ ] Kennzeichnung vorhanden (falls > 1 m hinten bzw. seitlich > 40 cm), Leuchte/Reflektor bei Dunkelheit
- [ ] Papiere/evtl. Genehmigung dabei (Überbreite/Sondertransport)

5.2 „Anbaugerät i. O.“

- [ ] Verriegelt, gesichert, keine Leckagen/lose Schläuche
- [ ] Keine scharfen Kanten/Spitzen ungeschützt
- [ ] Beleuchtung/Reflektoren nicht verdeckt (ggf. Zusatzleuchten)
- [ ] Gesamtbreite/-höhe geprüft; bei Straßenfahrt Transportstellung gewählt

6) Praxisbeispiele (merke!)

- **Pkw + Dachlast (Ladder/Kajak):** Mehr als 1,0 m Überstand hinten? → rote Fahne; bei Dunkelheit zusätzlich rotes Licht + roter Rückstrahler (≤ 0,9 m hoch). Max. 1,5 m (bzw. ≤ 3,0 m bei ≤ 100 km). ([landkreis-regen.de](https://www.landkreis-regen.de/strasse-und-verkehr/strassenverkehrsbehoerde/grossraum-und-schwerverkehr/ladungssicherung-%C2%A7-22-stvo/?utm_source=openai))
- **Traktor + Frontlader mit Ballenspieß:** Spieße abdecken oder bodennah führen; Breite/Höhe prüfen; Begrenzungsleuchten frei. ([justiz-nrw.wolterskluwer-online.de](https://justiz-nrw.wolterskluwer-online.de/browse/document/4e6af5bb-41c1-3cf6-a3b5-a06ac83f29dc?utm_source=openai))
- **Holztransport auf Anhänger:** Seitlicher Überstand > 40 cm? → seitliche Kennzeichnung (weiß vorn/rot hinten, ≤ 1,5 m hoch). ([landkreis-regen.de](https://www.landkreis-regen.de/strasse-und-verkehr/strassenverkehrsbehoerde/grossraum-und-schwerverkehr/ladungssicherung-%C2%A7-22-stvo/?utm_source=openai))

7) Prüfungskern (Merksätze)

„Ladung sichern – nichts darf rutschen, kippen oder fallen. Vorne erst über 2,5 m Höhe bis 50 cm erlaubt. Hinten 1,5 m, bei ≤ 100 km 3,0 m – ab > 1,0 m: rote Kennzeichnung, nachts mit Licht/Reflektor. Gesamt: max. 2,55 m breit, 4,0 m hoch (Lw-Ausnahmen beachten).“ ([justiz-nrw.wolterskluwer-online.de](https://justiz-nrw.wolterskluwer-online.de/browse/document/4e6af5bb-41c1-3cf6-a3b5-a06ac83f29dc?utm_source=openai))

8) Kleine Übungsfragen

1. Ab welcher Höhe darf Ladung nach vorn überstehen – und wie weit maximal?
2. Dein Surfbrett ragt 1,20 m über die Rückstrahler hinaus. Was ist zu tun – tagsüber und nachts?
3. Wie weit darf Ladung auf kurzer Strecke (≤ 100 km) nach hinten überstehen?
4. Nenne die zulässigen Grundmaße (Breite/Höhe) für Fahrzeug + Ladung – und eine wichtige Lw-Ausnahme.
5. Was ist bei seitlichem Überstand > 40 cm zu beachten?

Antworten (kurz): 1) Über 2,5 m Ladungshöhe bis 50 cm; darunter 0 cm. 2) Tag: rote Fahne/Schild/Zylinder (≤ 1,5 m hoch); Nacht: zusätzlich rotes Licht + roter Rückstrahler (≤ 0,9 m). 3) Bis 3,0 m. 4) 2,55 m/4,0 m; Lw-Fahrzeuge z. B. bis 3,0 m breit (mit Erzeugnissen/Arbeitsgeräten). 5) Kennzeichnung mit weißem Licht vorn/rotem hinten, ≤ 1,5 m hoch. ([justiz-nrw.wolterskluwer-online.de](https://justiz-nrw.wolterskluwer-online.de/browse/document/4e6af5bb-41c1-3cf6-a3b5-a06ac83f29dc?utm_source=openai))

Rechtsbezug: § 22 StVO (Ladung – Maße, Überstände, Kennzeichnung); ergänzend Abmessungen lt. StVO/StVZO; Ausnahmen Lw/Fo. Für Sondertransporte sind ggf. Genehmigungen nötig. ([justiz-nrw.wolterskluwer-online.de](https://justiz-nrw.wolterskluwer-online.de/browse/document/4e6af5bb-41c1-3cf6-a3b5-a06ac83f29dc?utm_source=openai))

2.5 Be- und Entlastung der Achsen

---

1) Worum geht’s?

- **Achslasten** geben an, wie stark Vorder- und Hinterachse belastet sind – im Stand (statisch) und während der Fahrt (dynamisch).
- **Dynamische Lastverlagerung** entsteht beim Bremsen, Beschleunigen und in Kurven. Sie beeinflusst Bremsweg, Traktion, Lenkbarkeit, Stabilität und Verschleiß.

2) Längsdynamik: Bremsen & Beschleunigen

- **Bremsen:** Das Fahrzeug „taucht“ vorn ein → Vorderachse wird stärker belastet, Hinterachse entlastet. Folge: hinten früherer Haftungsverlust möglich.
- **Beschleunigen:** Last wandert nach hinten → Hinterachse stärker belastet, Vorderachse entlastet. Folge: vorne weniger Lenkpräzision möglich.
- **Praxisfolgen:**
  - Fronttriebler: Beim kräftigen Anfahren evtl. Schlupf vorn → sanft dosieren.
  - Hecktriebler: Beim kräftigen Bremsen wird hinten leicht → Fahrzeug kann instabil werden.
  - Allrad: verteilt Kräfte besser, aber die Physik bleibt.

3) Querdynamik: Kurvenfahrt

- In der Kurve verlagert sich Last auf die kurvenäußeren Räder → außen mehr Grip, innen weniger.
- Zu frühes/scharfes Einlenken oder abrupte Gaswechsel können **Unter-** bzw. **Übersteuern** auslösen.

- **Faustregel:** Erst bremsen, dann lenken, dann wieder sanft beschleunigen.

4) Beladen in der Praxis (Pkw/Transporter)

- **Schweres nach unten** und möglichst **zwischen die Achsen**.
- **Keine Hecklastigkeit:** Zu viel Gewicht hinten → Hinterachse überlastet, Vorderachse leicht → Lenkung unpräzise, Scheinwerfer blenden.
- **Keine Kopflastigkeit:** Zu viel Gewicht vorn → Vorderachse/Reifen/Bremsen überlastet.
- **Seitenverteilung:** Links/rechts ausgewogen; Ladung form- und kraftschlüssig sichern.

5) Anhänger: Stützlast und Stabilität

- **Stützlast (S)** = vertikale Kraft auf der Kupplung; zählt zur Hinterachslast des Zugfahrzeugs.
- **Zu kleine S:** Gespann schlingert leichter (Seitenwind, Überholen).
- **Zu große S:** Hinterachse überlastet, Vorderachse entlastet → schlechtere Lenk-/Bremswirkung.
- **Wichtig:** Immer die kleinste zulässige Stützlast aus Fahrzeugpapieren, Kupplung und Anhänger einhalten.
- **Belade-Tipp:** Schweres leicht vor der/den Achse(n) platzieren, S mit Waage prüfen; Achslasten beachten.

6) Lkw/Bus/Traktor – Besonderheiten

- **Lkw mit Luftfederung:** Hält die Fahrzeughöhe, aber nicht automatisch die korrekte Achslastverteilung → Achslasten wiegen.
- **Sattelzug:** Position der Last/Kingpin bestimmt die Verteilung zwischen Zugmaschine und Auflieger (Radsatzschieber richtig einstellen).
- **Traktor/Arbeitsmaschinen:** Frontlader/Anbaugerät erhöht die Vorderachslast; für sichere Lenkbarkeit ggf. Gegenballast einsetzen und Transportstellung nutzen.

7) Was merkst du am Fahrzeug?

- Starkes „Eintauchen“ vorn und frühes Eingreifen der Regelsysteme → Hinterachse deutlich entlastet.
- Traktionsprobleme beim Anfahren bergauf (Fronttriebler leer) → Lastverteilung anpassen, sanft dosieren.
- Nervöses Heck bei Lastwechseln in Kurven → ruhiger lenken, gleichmäßig Gas, Tempo anpassen.

8) Mini-Checklisten

Vor der Fahrt

- [ ] Schweres tief und zwischen die Achsen
- [ ] Links/rechts ausgewogen
- [ ] Stützlast S im zulässigen Bereich (kleinster Wert maßgeblich)
- [ ] Achslasten/ZGG laut Papieren nicht überschritten (bei Bedarf Waage)
- [ ] Ladung gesichert (kein Rutschen/Kippen/Fallen)

Während der Fahrt

- [ ] Vorausschauend, geradeaus abbremsen
- [ ] In Kurven keine abrupten Lastwechsel
- [ ] Mit Anhänger: Tempo reduzieren, Seitenwind/Überholen beachten

9) Praxisbeispiele (kurz)

- **Kombi + Urlaubsgepäck:** Schwere Koffer unten hinter der Rückbank, leichte Sachen nach oben; Dachbox nur moderat beladen (erhöht Schwerpunkt).
- **Kastenwagen leer im Regen:** Vorsichtig bremsen – Hinterachse blockiert schneller, ESP arbeitet häufiger.
- **Einachs-Anhänger mit Brettern:** Bündel leicht vor der Achse, Stützlast mit Waage einstellen; Zurrgurte diagonal, Kantenschoner benutzen.

10) Prüfungskern (Merksätze)

„Bremsen lädt vorn – Gas lädt hinten.“
„Schweres tief und zwischen die Achsen; Stützlast im zulässigen Bereich.“
„Erst bremsen, dann lenken, dann sanft beschleunigen – keine abrupten Lastwechsel.“

11) Kleine Übungsfragen

1. Was passiert mit Vorder- und Hinterachse bei einer Vollbremsung – und welche Folgen hat das fürs Heck?
2. Dein Fronttriebler kommt leer eine nasse Rampe kaum hoch. Was kannst du ändern?
3. Wo platzierst du schweres Ladegut im *Einachs-Anhänger*, um eine stabile Stützlast zu erreichen?
4. Warum verschlechtert eine hohe Dachlast das Fahrverhalten deutlich?
5. Wenn sich zulässige Stützlasten von Zugfahrzeug, Kupplung und Anhänger unterscheiden: Welcher Wert gilt?

12) Nutzen & Kontrollintervall

- **Nutzen:** Kürzere Bremswege, bessere Lenkbarkeit, weniger Verschleiß, sichere Gespannfahrten.
- **Kontrollintervall:** Immer nach dem Beladen/Umräumen; vor längeren Fahrten; bei Anhängerbetrieb vor jeder Fahrt; zusätzlich saisonal (Urlaub/Umzug/Erntezeit).

2.6 Betriebsgeschwindigkeit

1) Wichtige Bauteile & Begriffe

- **bbH (bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit):** Maximalgeschwindigkeit, die dein Traktor konstruktiv erreichen darf. Steht in den Papieren/Typenschild.
- **Betriebsgeschwindigkeit:** Die tatsächlich gefahrene Geschwindigkeit – richtet sich nach bbH, Technik (Bremsen/Reifen), Zugbildung (Anhänger), Strecke, Sicht und Verkehr.
- **Geschwindigkeitsschild:** Hinweis am Heck (z. B. 25/40/60). Daran orientierst du dich, wenn vorhanden – es zeigt die zulässige Höchstgeschwindigkeit für den Zug an.
- **Bremsanlage:** Traktorbremsen + Anhängerbremsen (Auflauf, Hydraulik, Druckluft). Die Bremsart begrenzt oft das zulässige Tempo mit Anhänger.
- **Reifen/Speed-Index:** Reifen müssen für das Tempo freigegeben sein (Last- und Geschwindigkeitsindex beachten).
- **Getriebe/Lastschaltstufen:** Fahrbereich und Stufe so wählen, dass du mit Reserven fahren kannst (bergauf/bergab ohne Hektik).
- **Motorbremse/Lastabtrieb:** Bergab Tempo über Gangwahl/Motorbremse halten, nicht „rollen lassen“.
- **Anbaugeräte/Transportstellung:** Erhöhen Luft-/Rollwiderstand und Schwerpunkt – Tempo ggf. reduzieren.

2) Schritt-für-Schritt: Betriebsgeschwindigkeit festlegen und fahren

1. **Papiere & Schilder checken:** bbH Traktor, evtl. Geschwindigkeitsschild am Zug (25/40/60), Eintragungen zu Bremsart/Reifen.
2. **Zug bewerten:** Mit/ohne Anhänger? Bremsart und Zustand des Anhängers? Ladung/Verteilung/ Stützlast im Soll?
3. **Strecke & Bedingungen:** Sicht, Witterung, Fahrbahn (nass, lose Erde, Spurrillen), Gefälle/Steigung, Ortslage.

4. **Technik passend wählen:** Fahrbereich/Gang so, dass bei Zieltempo ~1.500–2.000 U/min anliegt (Reserve zum Beschleunigen/Bremsen).
5. **Losfahren:** Sanft anfahren, Spur halten, Verkehr beobachten; Tacho mit Soll-Tempo abgleichen.
6. **Bergauf/Bergab:** Frühzeitig runterschalten; bergab Motorbremse nutzen, nicht im Leerlauf rollen.
7. **Mit Anhänger:** Vorausschauend, längere Bremswege einkalkulieren; Seitenwind/Überholen lassen – Tempo stabil halten, nicht „mitschaukeln“.
8. **Bei Unsicherheit:** Tempo reduzieren, Sicherheitsabstand vergrößern, notfalls Haltebucht nutzen und Kolonne vorbeilassen.

3) Masse, Lasten, Werte – einfach erklärt

- **Langsamste Komponente bestimmt das Tempo:** bbH Traktor, Geschwindigkeitsschild, Bremsart/Zugfreigabe, Reifenfreigaben – der niedrigste Wert gilt.
- **Gewicht wirkt auf Bremsweg:** Mehr Masse = längerer Bremsweg. Mit Anhänger immer mit größerem Sicherheitsabstand fahren.
- **Schwerpunkt & Aufbau:** Hohe/weite Lasten (z. B. Ballen, Frontlader oben) erhöhen Kippgefahr → Tempo senken, Kurven weiter und ruhiger fahren.
- **Reifen & Luftdruck:** Falscher Druck = schlechter Grip/lenk- und bremsinstabil → vor Fahrt prüfen, gerade bei Transporttempo.
- **Arbeits- vs. Transportfahrt:** Beim Wechsel Feld → Straße Geräte in Transportstellung, Verriegelungen prüfen, Tempo neu festlegen.

4) Bremsen, Lenkstabilität, Fahreindruck

- **Bremsen:** Bei höherem Tempo verlängert sich der Bremsweg stark. Mit Gespann: erst gerade bremsen, dann lenken.
- **Stabilität:** Hohe Geschwindigkeit + unruhige Lenk- oder Gasbewegungen → Schlingern möglich. Ruhe bewahren, sanft Tempo reduzieren, nicht hektisch gegenlenken.
- **Kurven:** Vor der Kurve Tempo fertig reduzieren; in der Kurve keine starken Lastwechsel (bremsen/ruckartig Gas).
- **Fahreindruck:** Wenn sich der Zug „leicht“ anfühlt (schwammig, schaukelt): Tempo runter, Stützlast/Ladung prüfen.

5) Abmessungen, Sicht, Kennzeichnung

- **Heckkennzeichnung/Tempo:** Geschwindigkeitsschild am Zug (falls vorhanden) sauber und sichtbar; Umrissleuchten/Reflektoren helfen, früh erkannt zu werden.
- **Sicht herstellen:** Spiegel/Kameras so einstellen, dass du die gesamte Breite und den nachfolgenden Verkehr im Blick hast – besonders wichtig bei geringerer Geschwindigkeit als der übrige Verkehr.
- **Überbreite/Überlänge:** Tempo zusätzlich reduzieren; ausreichend Seitenabstand einplanen.

6) Typische Fehler – und wie du sie vermeidest

- **Zu schnell für den Zug:** Geschwindigkeitsschild/Eintrag ignoriert → immer am niedrigsten zulässigen Wert orientieren.
- **Bergab rollen lassen:** Gang raus/Segeln → Bremsen überhitzen, Schlingergefahr. → Gang drin, Motorbremse nutzen.
- **Frontlader oben:** Hoher Schwerpunkt, Nick-/Wankbewegungen. → Lader absenken, Tempo reduzieren.
- **Falscher Reifendruck:** Mindert Spurtreue/Bremsleistung. → Druck prüfen/anpassen.
- **Hektische Korrekturen:** Lenken/Bremsen/Gas ruckartig. → Sanfte Eingaben, vorausschauend fahren.
- **Kolonnenstau verursachen:** Langer Tross hinter dir. → Geeignete Stelle nutzen, kurz rausfahren und vorbeilassen.

Prüfungskern (Merksatz)

„Ich richte mein Tempo nach der langsamsten Komponente, den aktuellen Bedingungen und einem großen Sicherheitsabstand aus – erst bremsen, dann lenken, dann sanft beschleunigen.“

Praxis-Drill „Tempo im Griff“ (3–5 Min.)

1. Papiere/Schilder checken: bbH, Geschwindigkeitsschild, Bremsart, Reifenfreigabe.
2. Strecke bewerten: Sicht/Wetter/Gefälle, Ortslage, Verkehrsdichte.
3. Fahrbereich/Gang wählen: Zieltempo mit Reserve (keine Dauervollgas-Fahrt).
4. Rollprobe 10–15 km/h: Bremsen kräftig testen – Zug bleibt spurtreu?
5. Transportfahrt: Frontlader/Anbaugeräte in Transportstellung, Spiegel feinjustieren.

- [ ] Langsamste Komponente geklärt (bbH/Schilder/Reifen/Bremsen)
- [ ] Sicht & Strecke beurteilt
- [ ] Gangwahl mit Reserven
- [ ] Bremsprobe ok
- [ ] Anbaugeräte gesichert

Sinnvolle Medien zum Einbau

- **Fotokarten/Poster:** Beispiele für 25/40/60-Kennzeichnung am Heck; Reifen-Speed-Index; Typenschilder (bbH).
- **Kurzvideos (30–60 s):** „Bergab mit Motorbremse“, „Bremsprobe mit Anhänger“, „Tempo festlegen nach langsamster Komponente“.
- **Hof-Demo:** Gleiche Strecke einmal mit zu hohem Tempo vs. korrekt (Kontrast im Bremsweg/Fahreindruck fühlbar machen).
- **Checkkarten/QR:** „Tempo-Check vor Fahrtantritt“ als kleine Karte für die Kabine (Fahrschule Eling).

Kleine Übungsfragen

- Welche Punkte legst du zugrunde, um die zulässige Betriebsgeschwindigkeit deines Zuges festzulegen?
- Warum ist bergab die Motorbremse so wichtig – und wie bereitest du sie vor der Abfahrt vor?
- Woran merkst du, dass dein Gespann zu schnell ist (Fahreindruck) – was tust du dann?
- Welche Rolle spielen Reifenfreigabe und Reifendruck für das Tempo auf der Straße?
- Wie verhältst du dich, wenn sich hinter dir eine Kolonne bildet?

2.7 Ladung

1) Wichtige Bauteile & Begriffe

- **Ladung:** Alles, was auf oder am Fahrzeug/Gespann mitgeführt wird (z. B. Paletten, Ballen, Kisten, Rohre) und gesichert werden muss.
- **Anbaugerät:** Gerät, das fest zum Fahrzeug gehört (z. B. Frontlader, Mähwerk, Frontgewicht). *Kein* Ladegut – Abmessungen/Beleuchtung gelten trotzdem.
- **Ladungssicherung:** Maßnahmen, die ein Verrutschen, Umkippen, Rollen oder Herabfallen verhindern (Zurrgurte, Ketten, Netze, rutschhemmende Matten, Bordwände).
- **Zurrmittel & Zurrpunkte:** Gurte/Ketten mit Prüfkennzeichnung; feste Anschlagpunkte am Fahrzeug/Anhänger.
- **Formschluss vs. Kraftschluss:** Formschluss = Ladung liegt dicht an Wänden/Prallwänden an; Kraftschluss = Niederzurren mit Vorspannkraft und rutschhemmender Unterlage.
- **Verantwortung:** Fahrer/in trägt die Verantwortung für sichere und vorschriftsmäßige Ladung (StVO). Halter/Verlader wirken mit.

2) Schritt-für-Schritt: Ladung richtig sichern

1. **Planen:** Was wird transportiert? Form, Gewicht, Schwerpunkt, Anzahl. Passende Hilfsmittel bereitlegen (Matten, Kantenschoner, Gurte/Ketten, Netze).
2. **Fahrzeug prüfen:** Zurrpunkte unbeschädigt, Bordwände/Prallwand funktionsfähig, Ladefläche sauber/trocken.
3. **Schweres nach unten & nah an die Prallwand:** Schwerpunkt tief und zwischen die Achsen. Hohlräume vermeiden/ausfüllen.
4. **Formschluss herstellen:** Paletten/Ballen dicht aneinander und an Bordwände; ggf. Steckrungen nutzen.
5. **Rutschhemmung:** Unter jede Ladeeinheit rutschhemmende Matten; Kanten mit Kantenschonern schützen.
6. **Zurren:** Je nach Ladung Niederzurren, Direktzurren (Diagonal-/Schrägzurren) oder Umspannungen einsetzen; Gurte sauber führen, nicht über scharfe Kanten ohne Schutz.

7. **Spezialfälle:** Rundhölzer/Rohre gegen Rollen sichern (Keile/Unterlagen); Schüttgut abdecken (Netz/Plane); lose Geräte anbinden.
8. **Kontrolle:** Sicht-/Fühlkontrolle aller Zurrpunkte und Sicherungen; nach wenigen Kilometern nachspannen, danach regelmäßig prüfen.
9. **Beleuchtung/Sicht:** Ladung darf Licht, Blinker, Kennzeichen und Sicht nicht verdecken. Falls verdeckt → Zusatzleuchten/-kennzeichen anbringen.

3) Masse, Lasten, Werte – einfach erklärt

- **Zulässige Abmessungen (Straße):** In der Regel max. 2,55 m Breite und 4,00 m Höhe (land-/forstwirtschaftliche Ausnahmen können gelten, ggf. Genehmigung).
- **Überstand vorn:** Grundsätzlich nicht; erst über 2,5 m Höhe bis 50 cm nach vorn erlaubt.
- **Überstand hinten:** Bis 1,5 m zulässig; bis 3,0 m, wenn die Transportstrecke ≤ 100 km ist. Ragt die Ladung mehr als 1,0 m über die Rückstrahler hinaus, muss sie gekennzeichnet werden.
- **Kennzeichnung überstehender Ladung:** Am Tag rote Fahne/rotes Schild; bei Dunkelheit/ schlechter Sicht zusätzlich rote Leuchte und roter Rückstrahler am äußersten Ende der Ladung.
- **Achslasten & Gesamtmassen:** Zulässige Werte in den Papieren beachten; Ladung so verteilen, dass Achsen nicht überlastet werden.
- **Reifen & Luftdruck:** Müssen zur Last passen; korrekter Druck verbessert Fahrstabilität und Bremsleistung.

4) Bremsen, Lenkstabilität, Fahreindruck

- **Bremsweg:** Mit hoher Masse und ungesicherter/hoch gestapelter Ladung wird der Zug instabil – zuerst sichern, dann losfahren.
- **Lenk-/Fahrstabilität:** Hoher Schwerpunkt (z. B. Ballen oben) → stärkere Wankbewegungen, Kippgefahr in Kurven. Kurven weit und mit reduziertem Tempo fahren.
- **Gespannverhalten:** Zu geringe Stützlast/lose Ladung → Schlingern. Gegenmaßnahme: Tempo senken, Ladung nachjustieren, Stützlast prüfen.
- **Bergab:** Motorbremse nutzen; keine abrupten Brems-/Lenkmanöver mit hoher Ladung.

5) Abmessungen, Sicht, Kennzeichnung

- **Sicht & Spiegel/Kameras:** Vor Abfahrt so einstellen, dass die volle Breite und das Zugende sichtbar sind; ggf. Zusatzspiegel.
- **Beleuchtung/Reflexion:** Wenn Ladung Heckleuchten/Nummernschild verdeckt → Zusatzleuchten/ Zusatzkennzeichen montieren.
- **Überbreite/Überlänge:** Tempo anpassen, passende Strecken wählen; ggf. Genehmigung/ Begleitung erforderlich (Betrieb vorher planen).
- **Arbeits- zu Transportstellung:** Anbaugeräte verriegeln/absenken; Ladungslage für Straße sichern.

6) Typische Fehler – und wie du sie vermeidest

- **Nur „ein bisschen“ Gurten:** Einzelne Gurte ohne Rutschhemmung bringen wenig → immer Matten, Kantenschoner und ausreichend Zurrpunkte nutzen.
- **Lücken lassen:** Hohlräume begünstigen Rutschen/Kippen → ausfüllen oder Formschluss herstellen.
- **Überstand falsch markiert:** Ragt die Ladung hinten > 1,0 m über die Rückstrahler hinaus → am Tag rot markieren, nachts/bei schlechter Sicht zusätzlich rotes Licht & Reflektor.
- **Beleuchtung verdeckt:** Ohne Zusatzleuchten/-schild fahren → unzulässig und gefährlich.
- **Frontlader hoch mit Last:** Sehr hoher Schwerpunkt → Kipp-/Nickgefahr → Lader absenken, langsam fahren.
- **Kontrolle vergessen:** Gurte setzen und nie nachspannen → nach kurzer Strecke prüfen und ggf. nachziehen.

Prüfungskern (Merksatz)

„Ladung sichern – nichts darf rutschen, kippen oder fallen. Vorne erst über 2,5 m Höhe bis 50 cm erlaubt. Hinten 1,5 m, bei ≤ 100 km 3,0 m – ab > 1,0 m: rote Kennzeichnung, nachts mit Licht/Reflektor. Gesamt: max. 2,55 m breit, 4,0 m hoch (Lw-Ausnahmen beachten).“

Praxis-Drill „Ladung fix & richtig“ (3–5 Min.)

1. Ladegut und Hilfsmittel planen (Form, Gewicht, Schwerpunkt, Matten/Kantenschoner/Zurrmittel).
2. Formschluss herstellen, Hohlräume schließen, schweres nach unten/ nach vorn zur Prallwand.
3. Zurren passend wählen (Nieder-/Direktzurren), Gurte schützen und sauber führen.
4. Kennzeichnung prüfen: Überstand? Beleuchtung/Nummernschild frei? Zusatzleuchten nötig?
5. Nach 5–10 Min. Fahrt anhalten: Kontrolle und Nachspannen.

- [ ] Zurrpunkte intakt, Hilfsmittel vollständig
- [ ] Formschluss/Rutschhemmung hergestellt
- [ ] Ausreichend und korrekt gezurrt
- [ ] Kennzeichnung/Beleuchtung gemäß Überstand
- [ ] Nachspann-Check erledigt

Sinnvolle Medien zum Einbau

- **Fotokarten/Poster:** Richtige/fehlerhafte Ladungssicherung; Kennzeichnung von Überstand; Beispiele Ballentransport, Paletten, Rohre.
- **Kurzvideos (30–60 s):** Niederzurren richtig, Direktzurren diagonal, Nachspann-Check nach wenigen km.
- **Hof-Demo:** Bremsprobe mit schlecht vs. korrekt gesicherter Ladung (Kontrast im Fahreindruck/ Bremsweg).
- **Checkkarten/QR:** „Ladung in 5 Schritten sichern“ für die Kabine (Fahrschule Eling).

Kleine Übungsfragen

- Wie stellst du Formschluss her – und warum ist er so wichtig?
- Ab wann und wie musst du eine nach hinten überstehende Ladung kennzeichnen?
- Welche Unterschiede gibt es zwischen Niederzurren und Direktzurren – wann setzt du was ein?
- Welche Punkte prüfst du nach den ersten gefahrenen Kilometern?
- Was unterscheidet Ladung von Anbaugeräten – nenne je zwei Beispiele.