



TECHNISCHER LEITFADEN

ABS-Steuergerät und Raddrehzahlsensor am Lkw: Störung, Wechsel und Wartung

Die gelbe ABS-Leuchte im Lkw leuchtet, die Bremse greift trotzdem? Ohne ABS können Räder blockieren. Sensor, Impulsrad und Steuergerät prüfen und wechseln.

vaden.com.tr · vadenoriginal.com · Ausgabe: September 2026 · Nutzfahrzeug (LKW · Sattelzugmaschine · Bus)

Wenn im Sattelzug die gelbe ABS-Kontrollleuchte im Armaturenbrett aufleuchtet, sagen die meisten Fahrer: „Die Bremse greift ja, ich fahre weiter.“ Doch bei deaktiviertem ABS blockieren die Räder beim scharfen Bremsen, der Auflieger kann ausbrechen und der Bremsweg verlängert sich deutlich. Beim Nutzfahrzeug ist genau dieser Unterschied der Abstand zwischen einem Unfall und einem kontrollierten Halt. Dieser Leitfaden erklärt das Trio aus ABS-Raddrehzahlsensor, Tone Ring (Impulsrad) und ECU/Modul in der Sprache der Werkstattpraxis; er behandelt Störungssymptome, die Einstellung des Luftspalts, Messverfahren und Wechselschritte der Reihe nach.

E-E-A-T-Hinweis: Dieses Dokument wurde vom technischen Team von VADEN erstellt, das sich mit Brems- und Elektroniksystemen von Nutzfahrzeugen befasst. Die hier genannten Werte dienen als allgemeine Orientierung; für exakte Werte wie Luftspalt, Widerstand und Drehmoment ist stets das aktuelle OE-Servicehandbuch des Fahrzeug-/Achsherstellers maßgeblich. **Letzte Aktualisierung: September 2026.**

Druckluftbremsanlagen von Nutzfahrzeugen werden im Rahmen der ECE R13 (UN/EU-Bremsvorschrift) und ISO 611 ausgelegt.

Was ist der ABS-Raddrehzahlsensor und die ECU? Aufgabe und Funktionsprinzip

Der ABS-Raddrehzahlsensor ist ein elektronisches Mess- und Regelsystem, das die Drehzahl jedes Rades in ein elektrisches Signal umwandelt und an das ABS/EBS-Modul (ECU) übermittelt; die ECU wiederum regelt anhand dieser Information den Bremsdruck rad-individuell und verhindert so das Blockieren.

Das Herz des Systems besteht aus drei Komponenten: dem nahe der Radnabe positionierten **Drehzahlsensor**, dem mit dem Rad mitdrehenden Zahnkranz (**Tone Ring / Tone Wheel / Impulsrad**) und der **ECU/dem ABS-Modul**, das die Signale aller Räder verarbeitet. Während die Zähne des Tone Rings am Sensor vorbeilaufen, erzeugt der Sensor mehrere Hundert Impulse pro Sekunde. Steigt die Impulsfrequenz, erkennt die ECU, dass das Rad beschleunigt; fällt sie plötzlich ab, erkennt sie, dass dieses Rad zu blockieren beginnt, und baut den Druck zum betreffenden Bremszylinder über die Modulatorventile innerhalb von Sekundenbruchteilen ab und wieder auf.

Beim Nutzfahrzeug ist dieses System meist eng mit dem EBS (Elektronisches Bremssystem) verzahnt. Module vom Typ Knorr-Bremse, Wabco (ZF) oder Bendix steuern neben dem ABS auch ASR (Antriebsschlupfregelung), die Anfahrhilfe am Berg und die Retarder-Integration. Sind die Sensordaten gestört, kann nicht nur das ABS, sondern können auch diese Zusatzfunktionen ausfallen.

- **Drehzahlsensor:** Die Sonde, die Änderungen des Magnetfelds in ein elektrisches Signal umwandelt und meist mit einer Klemmbuchse (Clamping Bush) an der Nabe fixiert wird.
- **Tone Ring (Zahnkranz):** Ein in die Achsnabe oder den Achsschenkel eingepresster, umlaufend verzahnter Metallring; er bestimmt die Impulszahl.
- **Sensorkabel und Steckverbinder:** Der Vibration und Wasser am stärksten ausgesetzte Punkt; die meisten Korrosions- und Scheuerstörungen entstehen hier.

- **ECU / ABS-EBS-Modul:** Das „Gehirn“, das die Signale verarbeitet, Fehlercodes erzeugt und die Modulatorventile ansteuert.

Wie funktioniert der passive (induktive) Sensor?

Der passive Sensor ist ein einfacher Aufbau mit einem Dauermagneten und einer Spule im Inneren; er benötigt keine externe Versorgung. Während die Zähne des Tone Rings vorbeilaufen, ändert sich das Magnetfeld und in der Spule wird eine Wechselspannung (AC) erzeugt. Die Signalamplitude hängt von der Raddrehzahl ab: Bei niedriger Drehzahl ist die Spannung schwach, weshalb der passive Sensor bei sehr langsamer Fahrt „blind“ bleiben kann. Bei einem Großteil der Nutzfahrzeuge ist er wegen seiner Robustheit nach wie vor verbreitet.

Wie funktioniert der aktive Sensor?

Der aktive Sensor (Hall-Effekt oder magnetoresistiv) erhält eine Versorgung von der ECU und liefert am Ausgang ein drehzahlunabhängiges Rechtecksignal (digital) mit konstanter Amplitude. Er kann selbst bei sehr niedriger, nahezu null Drehzahl auslesen; deshalb wird er bei Anfahrhilfe am Berg und präzisen ASR-Anwendungen bevorzugt. Aktive Sensoren arbeiten meist mit einem magnetisch codierten Ring (Encoder Ring) und können empfindlicher gegenüber Verschmutzung sein als der induktive Typ.

Verarbeitung des Signals in der ECU

Die ECU vergleicht die Signale der vier (oder in 6x2/6x4-Konfiguration mehr) Räder fortlaufend. Weicht die Drehzahl eines Rades ungewöhnlich von den anderen ab, interpretiert sie dies als Kabelbruch, Luftspaltfehler oder Tone-Ring-Schaden; sie schreibt den entsprechenden Fehlercode (DTC) in den Speicher und deaktiviert das ABS bei Bedarf teilweise oder vollständig.

Merkmal	Passiver / induktiver Sensor	Aktiver Sensor (Hall/MR)
Versorgung	Nicht erforderlich (erzeugt selbst)	Versorgung von der ECU erforderlich
Signaltyp	Analog AC (Sinus)	Digitales Rechtecksignal
Auslesen bei niedriger Drehzahl	Schwach / eingeschränkt	Sehr gut (nahezu null)
Messung	Widerstand (Ohm) + AC-Spannung	Widerstandsmessung meist sinnlos; Signal/Strom prüfen
Typische Anwendung	Klassisches Nutzfahrzeug-ABS	Modernes EBS, ASR, Anfahrhilfe am Berg
Verschmutzungsempfindlichkeit	Mittel	Beim codierten Ring hoch möglich

Teilenummer-Prüfung: An Vorder- und Hinterachse desselben Sattelzugs können unterschiedliche Sensorlängen, Steckertypen und Signalarchitekturen (passiv/aktiv) verwendet werden. Bauen Sie einen Sensor nicht nur deshalb ein, weil er dem aus der Nabe ausgebauten alten ähnelt; bestätigen Sie ihn anhand der Fahrgestellnummer und der OE-Teilereferenz. Ein Sensor des falschen Typs führt dazu, dass das ABS gar nicht erst anspricht.

Störungssymptome und Diagnose

ABS-Sensorstörungen treten selten plötzlich als „alles steht still“ auf; meist beginnen sie als Signale, die unter bestimmten Bedingungen auftreten und dann wieder verschwinden. Die folgende Tabelle fasst die in der Praxis am häufigsten anzutreffenden Symptome, ihre möglichen Ursachen und das Prüfverfahren zusammen.

Symptom	Mögliche Ursache	Kontrolle / Prüfung
ABS-Warnleuchte leuchtet dauerhaft	Sensor Unterbrechung, Kabelbruch, Tone Ring beschädigt	DTC mit dem Diagnosegerät auslesen; betroffenes Rad ermitteln, Widerstand/Signal messen
ABS-Leuchte leuchtet nur während der Fahrt	Luftspalt zu groß, Tone-Ring-Zahn gebrochen, Sensor lose	Sitz des Sensors und Air Gap prüfen; Rad drehen und Live-Daten beobachten
Bei bestimmter Geschwindigkeit blockiert ein Rad / Vibration	Signal setzt aus, verschmutzte Sensorspitze, sporadischer Kontaktverlust	Signalform mit dem Oszilloskop beobachten; beim Bewegen des Kabels auf Signalverlust achten
ASR/Antriebsschlupf oder Anfahrhilfe am Berg funktioniert nicht	Ein Achssensor liefert ein schwaches Signal	Alle Raddrehzahlen in den Live-Daten vergleichen; das abweichende Rad finden
Beim Bremsen kein Geradeauslauf, zieht zur Seite	Das ABS eines Rades ist deaktiviert, die anderen aktiv	Testfahrt + DTC; das deaktivierte Rad bestimmen
Sporadischer ABS-Fehler, kommt nach dem Löschen wieder	Steckerkorrosion, Kabelriss, Nabenspiel (Radlager)	Stecker öffnen und reinigen; Rad rütteln, um das Lagerspiel zu prüfen
Fehler tritt bei Kälte/Regen auf und verschwindet beim Trocknen	Wassereintritt in den Stecker, Riss in der Kabelisolierung	Dichtheit des Steckers und Kabelverlauf sichtprüfen + messtechnisch testen

Diagnose-(DTC-)Auslesen

Der erste Schritt ist immer das Auslesen des Fehlercodes. Moderne ABS-Module melden getrennt, an welchem Rad (z. B. „vorne links“, „hinten rechts“) und welche Art von Fehler (Unterbrechung, Kurzschluss, kein Signal, Signal unplausibel) vorliegt. Der Code „Signal unplausibel“ deutet in der Regel nicht auf den Sensor hin, sondern auf den Luftspalt oder den Tone Ring; einen Sensor zu tauschen, ohne diese Unterscheidung zu treffen, ist eine häufige Verschwendung.

Radvergleich mit Live-Daten

Heben Sie das Fahrzeug an und drehen Sie die Räder von Hand oder im Leerlauf; vergleichen Sie die Drehzahlwerte der vier Räder auf dem Live-Daten-Bildschirm des Diagnosegeräts. In einem gesunden System steigen und fallen die Werte gleichmäßig und liegen nah beieinander. Springt der Wert eines Rades, wird auf null gesetzt oder bleibt hinter den anderen zurück, liegt das Problem an dieser Leitung.

Signalformanalyse mit dem Oszilloskop

Die genaueste Methode ist das Oszilloskop. Beim passiven Sensor wird beim Drehen des Rades eine gleichmäßige, symmetrische Sinuswelle erwartet; plötzliche Amplitudenabfälle deuten auf einen Schaden am Tone-Ring-Zahn oder auf einen schwankenden Luftspalt hin. Beim aktiven Sensor sollte ein sauberes Rechtecksignal mit klaren Low-High-Übergängen zu sehen sein. Verzerrt sich die Welle, während man das Kabel von Hand bewegt, ist das der eindeutige Beweis für eine unterbrochene/sporadische Kontaktstörung.

Normen und weiterführende Informationen

Dieses Thema unterliegt den Ausrüstungsvorschriften für druckluftgebremste Nutzfahrzeuge. In den USA definiert die bundesweite Druckluftbremsnorm **FMVSS 121 (49 CFR 571.121)** die Behälter, den Schutz und das Timing, die eine vorschriftsmäßige Anlage bieten muss, und Europa wendet die entsprechenden Grenzwerte der UNECE-Regelung Nr. 13 an. Weitere Einzelheiten finden Sie in dem bebilderten Nachschlagewerk auf airbrakecompressor.com. Prüfen Sie konkrete Werte stets anhand der geltenden Vorschrift und der Serviceunterlagen des Fahrzeugherstellers.

Für den Betrieb in Deutschland gelten daneben die nationalen Ausrüstungsvorschriften: **§ 41 StVZO „Bremsen und Unterlegkeile“** beschreibt, welche Bremsanlagen Kraftfahrzeuge und Anhänger führen müssen und wie deren Wirkung nachzuweisen ist. Die Verantwortung des Halters für den vorschriftsmäßigen Zustand des Fahrzeugs ergibt sich aus **§ 31 StVZO**.

Wechsel- / Einbauschritte

Persönliche Schutzausrüstung und Sicherheit (PSA): Sichern Sie das Fahrzeug vor Arbeitsbeginn auf ebenem Untergrund, keilen Sie es und bauen Sie den Luftdruck auf ein sicheres Niveau ab. Schalten Sie beim Anheben die ABS/EBS-Versorgungszündung aus; das Trennen eines Steckers unter Spannung kann zu einem Fehlereintrag im Modul führen. Tragen Sie Handschuhe und Schutzbrille; achten Sie bei Arbeiten am Bremssystem auf den in Bremszylindern und Ventilen verbliebenen Restdruck.

- 1 Störung bestätigen:** Lesen Sie vor dem Ausbau des Sensors den DTC aus und stellen Sie sicher, welches Rad verantwortlich ist; vermeiden Sie unnötigen Ausbau.
- 2 Zündung und Versorgung trennen:** Schalten Sie das System aus, um das ABS-Modul vor einem Fehlereintrag zu schützen, und keilen Sie das Fahrzeug.
- 3 Rad anheben und zugänglich machen:** Heben Sie das betreffende Rad vom Boden ab, bauen Sie bei Bedarf die Felge ab; verschaffen Sie sich Zugang zum Sensor und Kabelverlauf.
- 4 Stecker trennen:** Lösen Sie den Sensorstecker vorsichtig aus seiner Verriegelung; erzwingen Sie den Clip nicht und brechen Sie ihn nicht, notieren Sie vorhandene Korrosion.

- 5 Alten Sensor ausbauen:** Beim Typ mit Klemmbuchse wird der Sensor durch leichtes Drehen herausgezogen; bei Festsitz mit der Zange drehen und lösen, dabei die Bohrung nicht überlasten.
- 6 Sitz und Tone Ring reinigen:** Reinigen Sie Rost und Schmutz im Sensorsitz; prüfen Sie die Zähne des Tone Rings sichtprüfend, bei gebrochenen/zugesetzten Zähnen erneuern Sie auch den Ring.
- 7 Neue Klemmbuchse (Bush) einsetzen:** In den meisten Anwendungen wird zusammen mit dem Sensor eine neue Clamping Bush verwendet; sie sorgt dafür, dass der Sensor im richtigen Abstand fest am Tone Ring sitzt.
- 8 Sensorspitze vorbereiten:** Auf den Sensorkopf kann ein vom Hersteller empfohlenes dünnes Fett/eine Paste aufgetragen werden (siehe OE-Handbuch); zerkratzen Sie die Spitze nicht und halten Sie sie sauber.
- 9 Sensor bis zum Anschlag einschieben:** Schieben Sie den Sensor in den Sitz, bis er den Tone Ring berührt. Bei vielen Ausführungen stellt sich der Luftspalt bei der ersten Radumdrehung automatisch ein; bei Typen, die eine gesonderte Messung erfordern, prüfen Sie den Air Gap.
- 10 Kabel im richtigen Verlauf verlegen:** Führen Sie das Kabel durch die Originalclips; halten Sie es fern von rotierenden/beweglichen Teilen, dem Auspuff und scharfen Kanten. Verriegeln Sie den Stecker vollständig.
- 11 Löschen, testen und Probefahrt:** Löschen Sie den Fehlerspeicher mit dem Diagnosegerät, prüfen Sie die Raddrehzahl in den Live-Daten; bestätigen Sie mit einer kontrollierten Probefahrt bei niedriger Geschwindigkeit, dass die ABS-Leuchte erloschen bleibt.

Worauf zu achten ist (häufige Fehler)

Häufigster Fehler: Nicht nach dem Symptom, sondern nach dem Code arbeiten. Wegen „ABS-Leuchte leuchtet“ wahllos den Sensor zu tauschen, ist ein verbreiteter Zeit- und Geldverlust. Der Großteil der Probleme liegt nicht am Sensor, sondern am Luftspalt, am Tone-Ring-Zahn, an Steckerkorrosion oder am Spiel des Nabenlagers. Erst auslesen, dann ausbauen.

Das Nabenlager nicht übersehen: Ein verschlissenes Radlager verändert während der Drehung den Abstand zwischen Tone Ring und Sensor und erzeugt einen Fehler „sporadisches Signal“. Wenn der Fehler trotz neu eingebautem Sensor weiterbesteht, prüfen Sie das Lagerspiel.

- Einen Sensor falscher Länge/Typ einbauen — der Sensor sitzt, aber es kommt gar kein Signal.
- Vergessen, den Sensor an den Tone Ring zu schieben; einen zu großen Luftspalt lassen.
- Den Stecker nicht vollständig verriegeln oder einen wassergefüllten Stecker ungereinigt wieder einbauen.
- Nur den Sensor tauschen, ohne den Bruch/die Verschmutzung am Tone-Ring-Zahn zu sehen.
- Das Kabel nahe an einem rotierenden Teil oder einer heißen Oberfläche verlegen — es scheuert und reißt in kurzer Zeit durch.

- Beim aktiven Sensor den Widerstand messen und daraus „intakt/defekt“ ableiten wollen; die richtige Methode beim aktiven Typ ist die Signal-/Versorgungsprüfung.
- Ohne Löschen des Fehlerspeichers zur Probefahrt aufbrechen; das Ergebnis wegen eines alten Eintrags falsch interpretieren.

Technische Werte und Prüfpunkte

Die folgenden Werte sind bei Nutzfahrzeugen häufig anzutreffende **typische/allgemeine Referenzbereiche**; der exakte Wert variiert je nach Fahrzeug, Achse und Sensortyp und maßgeblich ist stets das OE-Servicehandbuch.

Parameter	Typische / allgemeine Referenz	Hinweis
Spulenwiderstand passiver Sensor	~ 1.000 – 2.500 ohm	Variiert je nach Typ; OE-Wert zugrunde legen
Luftspalt (Air Gap)	~ 0,1 – 1,5 mm	Die meisten Typen stellen sich selbst ein; bei messpflichtigen Typen ins Handbuch sehen
AC-Ausgang bei Prüfdrehzahl (passiv)	beginnt bei einigen Hundert mV beim Drehen von Hand und steigt an	Amplitude sollte schnell ansteigen; bei niedrig/konstant liegt ein Problem vor
Isolation (Sensor – Fahrgestell/Masse)	sehr hoch (praktisch offener Stromkreis)	Niedriger Wert = Kabel-/Gehäuseschluss
Steckerpin-Widerstand	vernachlässigbar (≈ 0 ohm)	Hoher Widerstand = Korrosion/Lockerheit
Betriebstemperaturbereich	etwa -40 °C bis +150 °C	Muss bremsennah hohen Temperaturen standhalten

Auch die Drehmomentwerte bei Sensormontage und Umgebungsanschlüssen sind allgemeine Referenz; für den exakten Wert ist das Herstellerhandbuch maßgeblich:

Verbindung	Typisches Drehmoment (allgemeine Referenz)
Sensorhalter- / Halteschraube (M6)	~ 6 – 9 Nm
Sensorhalter- / Halteschraube (M8)	~ 15 – 25 Nm
Kabelschellen-/Clip-Verbindungen	von Hand fest + Schellenverriegelung (kein Drehmoment erforderlich)

Praxistipp: Wenn der Sensorwiderstand grenzwertig ist, wiederholen Sie die Messung, während Sie den Sensor bewegen und das Kabel biegen. Bleibt der Wert konstant, ist der Sensor wahrscheinlich intakt; springt er beim Bewegen, liegt eine Unterbrechung im Kabel/Stecker vor.

- Gibt es an den Tone-Ring-Zähnen Brüche, Dellen oder Schlamm-/Rostzusetzungen – sicht- und tastprüfen.
- Sitzt die Sensorspitze so weit, dass sie den Tone Ring berührt, oder hat sie Spiel?
- Gibt es im Stecker grüne Korrosion, Wasserspuren oder lockere Pins?
- Gibt es im Kabelverlauf Scheuer-, Quetsch- oder Hitzeschadensspuren?

- Gibt es im Radlager spürbares Spiel (verändert den Sensorabstand)?
- Kommt nach dem Löschen derselbe Code zurück oder wurde er gelöscht?

Wartung und Lebensdauer

Der ABS-Raddrehzahlsensor ist kein Verschleißteil mit festem Wechselintervall; er arbeitet, bis eine Störung auftritt. Seine Lebensdauer hängt jedoch unmittelbar von den Umgebungsbedingungen ab, denen er ausgesetzt ist. Intensiver Schlamm, Salz, Straßenchemikalien und ständige Vibration verkürzen die Lebensdauer des Sensors und besonders der Kabel-Stecker-Gruppe. Deshalb ist bei der regelmäßigen Wartung das Ziel, nicht den Sensor, sondern die Umgebungsbedingungen unter Kontrolle zu halten.

- Prüfen Sie bei jeder Bremswartung Sensorkabel und Stecker sichtprüfend; suchen Sie nach Scheuerstellen und Lockerheit.
- Reinigen Sie den Bereich des Tone Rings mit Druckluft/einer trockenen Bürste; halten Sie keinen direkten Hochdruck-Wasserstrahl auf die Sensorspitze.
- Stellen Sie sicher, dass die Stecker verriegelt und trocken sind; bringen Sie an einem wassergefüllten Stecker eine geeignete Abdichtung an.
- Prüfen Sie bei der Naben-/Lagerwartung, dass der Sensorabstand erhalten bleibt.
- Wenn an einer Sensorleitung ein wiederkehrender Fehler auftritt, bewerten Sie zusammen mit dem Sensor auch Kabel und Stecker als Ganzes.
- Schützen Sie den Sensor bei Arbeiten an der Achse (Lager, Bremse, Nabe) vor Verschmutzung und Stößen; bauen Sie ihn nach dem Ausbau sauber wieder ein.

Mit dem richtigen Sensortyp, intakter Verkabelung und einem korrekt sitzenden Tone Ring arbeitet das ABS-System jahrelang störungsfrei. Entscheidend ist, die Warnleuchte nicht mit „schaue ich später an“ aufzuschieben; auch wenn das Fahrzeug bei deaktiviertem ABS scheinbar bremst, ist die Sicherheitsmarge erheblich geschrumpft.

Wenn ABS-Raddrehzahlsensor, Tone Ring und ECU einwandfrei arbeiten, bleibt Ihr Nutzfahrzeug bei jeder Bremsung auf der Straße. Für Vorder- und Hinterachsanwendungen schwerer Nutzfahrzeuge fertigt VADEN ORIGINAL den ABS-Sensorring und den ABS-Sensorhalter nach OE-Maßen sowie das ABS-Magnetventil und Reparatursätze für ABS-Magnetventil, ABS-Doppelrelaisventil und ABS-Steuergerät. Mit der richtigen Teileauswahl und den Diagnose- und Wechselschritten aus diesem Leitfaden können Sie die ABS-Warnleuchte dauerhaft zum Erlöschen bringen.

Zugehörige Produktkategorie: ABS-Sensor