



Brüssel, den 6. September 2017
(OR. en)

11880/17
ADD 2

ENV 726
CLIMA 227
ENT 185
MI 606

ÜBERMITTLUNGSVERMERK

Absender:	Europäische Kommission
Eingangsdatum:	31. August 2017
Empfänger:	Generalsekretariat des Rates
Nr. Komm.dok.:	D051106/03 - Annex 6
Betr.:	ANHANG der Verordnung (EU) .../... der Kommission zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 595/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bestimmung der CO ₂ -Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs von schweren Nutzfahrzeugen sowie zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnung (EU) Nr. 582/2011 der Kommission

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument D051106/03 - Annex 6.

Anl.: D051106/03 - Annex 6



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den XXX
D051106/03
[...] (2017) XXX draft

ANNEX 6

ANHANG

der

Verordnung (EU) .../... der Kommission

**zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 595/2009 des Europäischen Parlaments
und des Rates hinsichtlich der Bestimmung der CO₂-Emissionen und des
Kraftstoffverbrauchs von schweren Nutzfahrzeugen sowie zur Änderung der
Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der
Verordnung (EU) Nr. 582/2011 der Kommission**

ANHANG

der

Verordnung (EU) .../... der Kommission

zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 595/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bestimmung der CO₂-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs von schweren Nutzfahrzeugen sowie zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnung (EU) Nr. 582/2011 der Kommission

ANHANG VI

ÜBERPRÜFUNG DER DATEN ZU GETRIEBE, DREHMOMENTWANDLER, SONSTIGEN DREHMOMENT ÜBERTRAGENDEN BAUTEILEN UND ZUSÄTZLICHEN BAUTEILEN DES ANTRIEBSSTRANGS

1. Einleitung

Dieser Anhang enthält eine Beschreibung der Zertifizierungsvorschriften hinsichtlich der Drehmomentverluste von Getrieben, Drehmomentwandlern (torque converter, TC), sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteilen (other torque transferring components, OTTC) und zusätzlichen Bauteilen des Antriebsstrangs (additional driveline components, ADC) für schwere Nutzfahrzeuge. Außerdem werden darin Berechnungsverfahren für die Pauschal-Drehmomentverluste festgelegt.

Drehmomentwandler (TC), sonstige Drehmoment übertragende Bauteile (OTTC) und zusätzliche Bauteile des Antriebsstrangs (ADC) können in Kombination mit einem Getriebe oder als selbstständige Einheit geprüft werden. Falls die genannten Bauteile als selbstständige Einheiten geprüft werden, gelten die Bestimmungen der Absätze 4, 5 und 6. Drehmomentverluste durch den Antriebsmechanismus zwischen dem Getriebe und den genannten Bauteilen können vernachlässigt werden.

2. Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke dieses Anhangs bezeichnet der Begriff

- (1) „Verteilergetriebe“ eine Einrichtung, die die Motorleistung eines Fahrzeugs aufteilt und sie zur vorderen und hinteren angetriebenen Achse leitet. Es ist hinter dem Getriebe angebracht und sowohl mit der vorderen als auch mit der hinteren Antriebswelle verbunden. Es besteht entweder aus einem Zahnradsatz oder einem Kettenantriebssystem, in dem die Leistung vom Getriebe auf die Achsen verteilt wird. Das Verteilergetriebe ermöglicht typischerweise ein Umschalten zwischen Standardfahrbetrieb (Vorder- oder Hinterradantrieb), Betrieb mit hoher Traktion (Vorder- und Hinterradantrieb), Betrieb mit niedriger Traktion und Leerlauf;

- (2) „Getriebeübersetzung“ bei Vorwärtsgängen das Verhältnis zwischen der Drehzahl der Eingangswelle (zum Primär Antrieb) zur Drehzahl der Ausgangswelle (zu den Antriebsrädern) ohne Schlupf ($i = n_{in}/n_{out}$);
- (3) „Übersetzungsbereich“ das Verhältnis zwischen dem Vorwärtsgang eines Getriebes mit der größten Getriebeübersetzung zu dem mit der kleinsten: $\varphi_{tot} = i_{max}/i_{min}$;
- (4) „Verbundgetriebe“ ein Getriebe mit einer großen Zahl von Vorwärtsgängen und/oder einem großen Übersetzungsbereich, bestehend aus Teilgetrieben, die kombiniert werden, sodass die meisten leistungsübertragenden Teile in mehreren Vorwärtsgängen eingesetzt werden;
- (5) „Hauptgetriebe“ in einem Verbundgetriebe das Teilgetriebe mit der größten Zahl von Vorwärtsgängen;
- (6) „Nachschaltgetriebe“ ein mit dem Basisgetriebe normalerweise in Reihenschaltung verbundenes Teilgetriebe eines Verbundgetriebes. Ein Nachschaltgetriebe hat normalerweise zwei schaltbare Vorwärtsgänge. Die niedrigeren Vorwärtsgänge des Gesamtgetriebes werden mithilfe des niedrigeren Ganges des Nachschaltgetriebes dargestellt. Die höheren Gänge werden mithilfe des höheren Ganges des Nachschaltgetriebes dargestellt;
- (7) „Vorschaltgetriebe“ eine Bauart, bei der die Gänge des Hauptgetriebes in (normalerweise) zwei Stufen, den niedrigen und den hohen Halbgang, mit im Vergleich zum Übersetzungsbereich des Getriebes nah aneinander liegenden Übersetzungsverhältnissen aufgeteilt werden. Bei einem Vorschaltgetriebe kann es sich um ein selbstständiges Teilgetriebe, eine an das Hauptgetriebe angebaute oder darin integrierte Zusatzeinrichtung oder eine Kombination daraus handeln;
- (8) „Zahnkupplung“ eine Kupplung, bei der das Drehmoment vor allem durch Normalkräfte zwischen ineinandergreifenden Zähnen übertragen wird. Eine Zahnkupplung kann entweder ein- oder ausgekuppelt sein. Sie wird nur unbelastet betätigt (z. B. beim Gangwechsel in einem manuellen Getriebe);
- (9) „Winkelgetriebe“ eine Einrichtung, die Drehleistung zwischen nicht parallelen Wellen überträgt und oft bei quer eingebautem Motor und Kraftübertragung an die Antriebsachse in Längsrichtung verwendet wird;
- (10) „Reibungskupplung“ eine Kupplung zur Übertragung von Antriebsdrehmoment, bei der das Drehmoment dauerhaft durch Reibungskräfte übertragen wird. Eine Reibungskupplung kann schleifend Drehmoment übertragen, daher kann sie (muss aber nicht) beim Anfahren und beim Lastschalten (Gangwechsel ohne Unterbrechung der Leistungsübertragung) betätigt werden;
- (11) „Synchronring“ eine Art der Zahnkupplung, bei der die Drehzahl der zu verbindenden drehenden Teile mittels einer Reibungsvorrichtung angeglichen wird;
- (12) „Zahneingriff-Wirkungsgrad“ das Verhältnis der Ausgangsleistung zur Eingangsleistung in einem Vorwärtsgang bei Übertragung in einem Zahneingriff mit Relativbewegung;

- (13) „Kriechgang“ einen niedrigen Vorwärtsgang (mit einer stärkeren Drehzahlreduktion als bei Nicht-Kriechgängen), der für seltene Verwendung, z. B. bei Manövern mit geringer Geschwindigkeit oder zum gelegentlichen Anfahren an Steigungen, konzipiert ist;
- (14) „Nebenabtrieb (Power take-off, PTO)“ eine Einrichtung an einem Getriebe oder einem Motor, an die eine angetriebene Hilfseinrichtung, etwa eine Hydraulikpumpe, angeschlossen sein kann;
- (15) „Nebenabtriebs-Antriebsmechanismus“ eine Einrichtung in einem Getriebe, die den Einbau eines Nebenabtriebs ermöglicht;
- (16) „Wandlerüberbrückungskupplung“ eine Reibungskupplung in einem hydrodynamischen Drehmomentwandler; sie kann Eingang und Ausgang verbinden und so den Schlupf beseitigen;
- (17) „Anfahrkupplung“ eine Kupplung, die beim Anfahren des Fahrzeugs für den Ausgleich des Drehzahlunterschieds zwischen Motor und Antriebsrädern sorgt. Die Anfahrkupplung ist normalerweise zwischen Motor und Getriebe angebracht;
- (18) „synchronisiertes manuelles Getriebe“ ein manuell bedientes Getriebe mit zwei oder mehr wählbaren Gängen, die mithilfe von Synchronringen eingelegt werden. Für den Gangwechsel wird normalerweise das Getriebe mithilfe einer Kupplung (üblicherweise der Anfahrkupplung des Fahrzeugs) vorübergehend vom Motor getrennt;
- (19) „automatisiertes Schaltgetriebe“ ein automatisch schaltendes Getriebe mit zwei oder mehr wählbaren Gängen, die mithilfe von Zahnkupplungen (unsynchronisiert/synchronisiert) eingelegt werden. Für den Gangwechsel wird das Getriebe vorübergehend vom Motor getrennt. Der Gangwechsel wird von einem elektronisch gesteuerten System durchgeführt, das den Zeitpunkt des Gangwechsels, die Betätigung der Kupplung zwischen Motor und Getriebe sowie Drehzahl und Drehmoment des Motors kontrolliert. Das System wählt automatisch den geeignetsten Vorwärtsgang aus und legt ihn ein, kann jedoch vom Fahrer in einem manuellen Modus übersteuert werden;
- (20) „Doppelkupplungsgetriebe“ ein automatisch schaltendes Getriebe mit zwei Reibungskupplungen und mehreren wählbaren Gängen, welche mithilfe von Zahnkupplungen eingelegt werden. Der Gangwechsel wird von einem elektronisch gesteuerten System durchgeführt, das den Zeitpunkt des Gangwechsels, die Betätigung der Kupplungen sowie Drehzahl und Drehmoment des Motors kontrolliert. Das System wählt automatisch den geeignetsten Gang aus, kann jedoch vom Fahrer in einem manuellen Modus übersteuert werden;
- (21) „Dauerbremseinrichtung“ eine für Dauerbremsungen dienende zusätzliche Bremseinrichtung im Antriebsstrang eines Fahrzeugs;
- (22) „Fall S“ die serielle Anordnung eines Drehmomentwandlers und der damit verbundenen mechanischen Teile des Getriebes;
- (23) „Fall P“ die parallele Anordnung eines Drehmomentwandlers und der damit verbundenen mechanischen Teile des Getriebes (z. B. in Anlagen mit Leistungsaufteilung);

- (24) „automatisches Lastschaltgetriebe“ ein automatisch schaltendes Getriebe mit mehr als zwei Reibungskupplungen und mehreren wählbaren Gängen, welche hauptsächlich mithilfe der genannten Reibungskupplungen eingelegt werden. Der Gangwechsel wird von einem elektronisch gesteuerten System durchgeführt, das den Zeitpunkt des Gangwechsels, die Betätigung der Kupplungen sowie Drehzahl und Drehmoment des Motors kontrolliert. Das System wählt automatisch den geeignetsten Gang aus, kann jedoch vom Fahrer in einem manuellen Modus übersteuert werden. Der Gangwechsel erfolgt normalerweise ohne Traktionsunterbrechung (von Reibungskupplung zu Reibungskupplung);
- (25) „Ölkonditionierungssystem“ ein externes System zur Konditionierung des Getriebeöls bei der Prüfung. Das System leitet Öl in einem Kreislauf in das Getriebe und aus ihm ab. Das Öl wird dabei gefiltert und/oder temperiert;
- (26) „intelligentes Schmiersystem“ ein System, das die lastunabhängigen Verluste des Getriebes (auch als Dreh- oder Schleppverluste bezeichnet) in Abhängigkeit vom Eingangsdrehmoment und/oder dem Leistungsfluss durch das Getriebe beeinflusst. Beispiele hierfür sind gesteuerte Hydraulikdruckpumpen für Bremsen und Kupplungen in einem automatischen Lastschaltgetriebe, die Steuerung des Ölstandes im Getriebe und die Steuerung des variablen Ölflusses/Öldrucks zur Schmierung und Kühlung des Getriebes. Intelligente Schmierung kann auch die Kontrolle der Getriebeöltemperatur umfassen, jedoch werden intelligente Schmiersysteme, die lediglich der Temperaturregelung dienen, hier nicht berücksichtigt, da die Getriebeprüfungen bei festgelegten Prüftemperaturen vorgenommen werden;
- (27) „elektrische Getriebe-Hilfseinrichtung“ eine elektrische Hilfseinrichtung für das Funktionieren des im Stetigbetrieb laufenden Getriebes. Ein typisches Beispiel ist eine elektrische Pumpe zur Kühlung/Schmierung (aber keine elektrischen Schalt-Aktuatoren und elektronischen Steuersysteme einschließlich elektrischer Magnetventile, da diese insbesondere im Stetigbetrieb wenig Energie verbrauchen);
- (28) „Viskositätsgrad der Öllart“ einen Viskositätsgrad gemäß der Definition in SAE J306;
- (29) „ab Werk eingefülltes Öl“ den Viskositätsgrad der Öllart, die im Werk eingefüllt wird und dazu bestimmt ist, im ersten Wartungsintervall im Getriebe, im Drehmomentwandler, in den sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteilen oder in einem zusätzlichen Bauteil des Antriebsstrangs zu verbleiben;
- (30) „Getriebeschema“ die Anordnung der Wellen, Zahnräder und Kupplungen in einem Getriebe;
- (31) „Leistungsfluss“ den Übertragungsweg der Leistung vom Eingang bis zum Ausgang eines Getriebes über Wellen, Zahnräder und Kupplungen.

3. Prüfverfahren für Getriebe

Zur Prüfung der Verluste eines Getriebes muss die Abbildung der Drehmomentverluste für jede einzelne Getriebeart gemessen werden. Getriebe können zu Familien mit ähnlichen oder gleichen CO₂-relevanten Daten gemäß den Bestimmungen in Anlage 6 dieses Anhangs zusammengefasst werden.

Zur Bestimmung der Drehmomentverluste eines Getriebes muss der Antragsteller für die Zertifizierung eines der folgenden Verfahren für jeden Vorwärtsgang (Kriechgänge ausgenommen) anwenden:

- (1) Option 1: Messung der drehmomentunabhängigen Verluste, Berechnung der drehmomentabhängigen Verluste.
- (2) Option 2: Messung der drehmomentunabhängigen Verluste, Messung des Drehmomentverlusts bei maximalem Drehmoment und Interpolation der drehmomentabhängigen Verluste anhand eines linearen Modells.
- (3) Option 3: Messung des gesamten Drehmomentverlusts.

3.1. Option 1: Messung der drehmomentunabhängigen Verluste, Berechnung der drehmomentabhängigen Verluste.

Der Drehmomentverlust $T_{l,in}$ an der Eingangswelle des Getriebes wird wie folgt berechnet:

$$T_{l,in}(n_{in}, T_{in}, Gang) = T_{l,in,min_loss} + f_T * T_{in} + f_{loss_corr} * T_{in} + T_{l,in,min_el} + f_{el_corr} * T_{in}$$

Der Korrekturfaktor für die drehmomentabhängigen hydraulischen Drehmomentverluste wird wie folgt berechnet:

$$f_{loss_corr} = \frac{(T_{l,in,max_loss} - T_{l,in,min_loss})}{T_{max,in}}$$

Der Korrekturfaktor für die drehmomentabhängigen elektrischen Drehmomentverluste wird wie folgt berechnet:

$$f_{el_corr} = \frac{(T_{l,in,max_el} - T_{l,in,min_el})}{T_{max,in}}$$

Der durch die Leistungsaufnahme von elektrischen Getriebe-Hilfseinrichtungen verursachte Drehmomentverlust an der Eingangswelle des Getriebes wird wie folgt berechnet:

$$T_{l,in,el} = \frac{P_{el}}{(0,7 * n_{in} * \frac{2\pi}{60})}$$

dabei gilt:

$T_{l,in}$ = Drehmomentverlust, bezogen auf die Eingangswelle [Nm]

T_{l,in,min_loss} = Drehmomentunabhängiger Verlust bei minimalem hydraulischen Verlust (minimaler Hauptdruck, Kühl-/Schmiermitteldurchsatz usw.), gemessen mit einer frei rotierenden Ausgangswelle aus der Prüfung ohne Last [Nm]

T_{l,in,max_loss} = Drehmomentunabhängiger Verlust bei maximalem hydraulischen Verlust (maximaler Hauptdruck, Kühl-/Schmiermitteldurchsatz usw.),

gemessen mit einer frei rotierenden Ausgangswelle aus der Prüfung ohne Last [Nm]

$f_{\text{loss_corr}}$	=	Korrektur des hydraulischen Verlusts in Abhängigkeit vom Eingangsdrehmoment [-]
n_{in}	=	Drehzahl an der Eingangswelle des Getriebes (ggf. dem Drehmomentwandler nachgeschaltet) [U/min]
f_T	=	Drehmomentverlustkoeffizient = $1 - \eta_T$
T_{in}	=	Drehmoment an der Eingangswelle [Nm]
η_T	=	Drehmomentabhängiger Wirkungsgrad (zu berechnen); bei einem direkten Gang $f_T = 0,007$ ($\eta_T = 0,993$) [-]
$f_{\text{el_corr}}$	=	Korrektur des Verlusts der elektrischen Leistung in Abhängigkeit des Eingangsdrehmoments [-]
$T_{\text{l,in,el}}$	=	Durch Stromverbraucher verursachter zusätzlicher Drehmomentverlust an der Eingangswelle [Nm]
$T_{\text{l,in,min_el}}$	=	Durch Stromverbraucher verursachter zusätzlicher Drehmomentverlust an der Eingangswelle bei minimaler elektrischer Leistung [Nm]
$T_{\text{l,in,max_el}}$	=	Durch Stromverbraucher verursachter zusätzlicher Drehmomentverlust an der Eingangswelle bei maximaler elektrischer Leistung [Nm]
P_{el}	=	Elektrische Leistungsaufnahme durch Stromverbraucher im Getriebe, gemessen bei der Prüfung der Verluste des Getriebes [W]
$T_{\text{max,in}}$	=	Maximal zulässiges Eingangsdrehmoment für alle Vorwärtsgänge des Getriebes [Nm]

3.1.1. Die drehmomentabhängigen Verluste eines Getriebesystems müssen gemäß folgender Beschreibung ermittelt werden:

Mehrere parallele Leistungsflüsse mit gleicher Nennleistung, etwa bei Doppelvorgelegewellen oder mehreren Planetenrädern in einem Planetengetriebe, können in diesem Abschnitt als ein Leistungsfluss behandelt werden.

3.1.1.1. Für jeden indirekten Gang g herkömmlicher Getriebe ohne Leistungsteilung und mit gewöhnlichem Aufbau (kein Planetengetriebe) müssen folgende Schritte durchgeführt werden:

3.1.1.2. Für jeden aktiven Zahneingriff ist als drehmomentabhängiger Wirkungsgrad jeweils ein konstanter Wert für η_m festzulegen:

Zahneingriffe außen-außen: $\eta_m = 0,986$

Zahneingriffe außen-innen: $\eta_m = 0,993$

Zahneingriffe an Winkelgetrieben: $\eta_m = 0,97$

(Winkelgetriebeverluste können alternativ durch eine gesonderte Prüfung gemäß Nummer 6 dieses Anhangs ermittelt werden)

3.1.1.3. Das Produkt dieser drehmomentabhängigen Wirkungsgrade aktiver Zahneingriffe ist mit dem drehmomentabhängigen Lagerwirkungsgrad $\eta_b = 99,5\%$ zu multiplizieren.

3.1.1.4. Der drehmomentabhängige Gesamtwirkungsgrad η_{Tg} von Gang g wird wie folgt berechnet:

$$\eta_{Tg} = \eta_b * \eta_{m,1} * \eta_{m,2} * [...] * \eta_{m,n}$$

3.1.1.5. Der drehmomentabhängige Verlustkoeffizient f_{Tg} von Gang g wird wie folgt berechnet:

$$f_{Tg} = 1 - \eta_{Tg}$$

3.1.1.6. Der drehmomentabhängige Verlust $T_{l,inTg}$ an der Eingangswelle für Gang g wird wie folgt berechnet:

$$T_{l,inTg} = f_{Tg} * T_{in}$$

3.1.1.7. Der drehmomentabhängige Wirkungsgrad des Planetennachschatgetriebes in einer niedrigen Ganggruppe kann für den Sonderfall, dass das Getriebe aus einem vorgelegewellenartigen Basisgetriebe und einem dazu in Reihe geschalteten Planetennachschatgetriebe (mit nicht-rotierendem Außenrad und mit der Ausgangswelle verbundenem Planetenträger) besteht, alternativ zu dem in Absatz 3.1.1.8 beschriebenen Verfahren wie folgt berechnet werden:

$$\eta_{lowrange} = \frac{1 + \eta_{m,ring} * \eta_{m,sun} * \frac{z_{ring}}{z_{sun}}}{1 + \frac{z_{ring}}{z_{sun}}}$$

dabei gilt:

$\eta_{m,ring}$ = Drehmomentabhängiger Wirkungsgrad des Zahneingriffs von Außen- zu Planetenrad = 99,3 % [-]

$\eta_{m,sun}$ = Drehmomentabhängiger Wirkungsgrad des Zahneingriffs von Planeten- zu Sonnenrad = 98,6 % [-]

z_{sun} = Anzahl der Zähne des Sonnenrads des Nachschatgetriebes [-]

z_{ring} = Anzahl der Zähne des Außenrads des Nachschatgetriebes [-]

Das Planetennachschatgetriebe gilt als zusätzlicher Zahneingriff im Vorgelegewelle-Basisgetriebe, und sein drehmomentabhängiger Wirkungsgrad $\eta_{lowrange}$ muss bei der Ermittlung der drehmomentabhängigen Gesamtwirkungsgrade η_{Tg} der niedrigen Gänge in die Berechnung gemäß Absatz 3.1.1.4 einbezogen werden.

- 3.1.1.8. Bei allen anderen Getriebearten mit komplexeren Leistungsteilungen und/oder Planetengetrieben (z. B. bei einem herkömmlichen automatischen Planetengetriebe) muss das folgende vereinfachte Verfahren zur Ermittlung des drehmomentabhängigen Wirkungsgrads angewandt werden. Dieses Verfahren gilt für Getriebesysteme mit herkömmlichem Aufbau (kein Planetengetriebe) und/oder für Planetengetriebe, die aus Außen-, Planeten- und Sonnenrädern bestehen. Alternativ kann der drehmomentabhängige Wirkungsgrad auf Grundlage der VDI-Richtlinie Nr. 2157 berechnet werden. Bei beiden Berechnungen muss derselbe konstante Wert für den Wirkungsgrad des Zahneingriffs gemäß Absatz 3.1.1.2 verwendet werden.

In diesem Fall sind für jeden indirekten Gang g die folgenden Schritte durchzuführen:

- 3.1.1.9. Unter der Bedingung, dass als Eingangs-drehzahl 1 rad/s und als Eingangs-drehmoment 1 Nm gelten, wird eine Tabelle mit Werten für die Drehzahl (N_i) und das Drehmoment (T_i) für alle Zahnräder mit fester Drehachse (Sonnenräder, Außenräder und gewöhnliche Zahnräder) sowie Planetenträger erzeugt. Die Drehzahl- und Drehmomentwerte müssen der Rechte-Hand-Regel folgen, wobei für die Motordrehung die positive Richtung gilt.
- 3.1.1.10. Für jedes Planetengetriebe werden die Relativgeschwindigkeiten Sonnenrad-zu-Planetenträger und Außenrad-zu-Planetenträger wie folgt berechnet:

$$N_{sun-carrier} = N_{sun} - N_{carrier}$$

$$N_{ring-carrier} = N_{ring} - N_{carrier}$$

dabei gilt:

$$N_{sun} = \text{Drehgeschwindigkeit des Sonnenrads [rad/s]}$$

$$N_{ring} = \text{Drehgeschwindigkeit des Außenrads [rad/s]}$$

$$N_{carrier} = \text{Drehgeschwindigkeit des Planetenträgers [rad/s]}$$

- 3.1.1.11. Die Verluste verursachenden Leistungen an den Zahneingriffen sind wie folgt zu berechnen:

Für jedes Getriebe mit gewöhnlichem Aufbau (kein Planetengetriebe) wird die Leistung P wie folgt berechnet:

$$P_1 = N_1 \cdot T_1$$

$$P_2 = N_2 \cdot T_2$$

dabei gilt:

$$P = \text{Leistung am Zahneingriff [W]}$$

$$N = \text{Drehgeschwindigkeit des Zahnrads [rad/s]}$$

$$T = \text{Drehmoment des Zahnrads [Nm]}$$

Für jedes Planetengetriebe wird die virtuelle Leistung von Sonnenrad $P_{v,sun}$ und Außenrad $P_{v,ring}$ wie folgt berechnet:

$$P_{v,sun} = T_{sun} \cdot (N_{sun} - N_{carrier}) = T_{sun} \cdot N_{sun/carrier}$$

$$P_{v,ring} = T_{ring} \cdot (N_{ring} - N_{carrier}) = T_{ring} \cdot N_{ring/carrier}$$

dabei gilt:

$P_{v,sun}$ = Virtuelle Leistung des Sonnenrads [W]

$P_{v,ring}$ = Virtuelle Leistung des Außenrads [W]

T_{sun} = Drehmoment des Sonnenrads [Nm]

$T_{carrier}$ = Drehmoment des Planetenträgers [Nm]

T_{ring} = Drehmoment des Außenrads [Nm]

Ein negativer Leistungswert kennzeichnet die Leistung am Getriebeausgang, ein positiver Leistungswert kennzeichnet die Leistung am Getriebeeingang.

Die verlustbereinigten Leistungen P_{adj} an den Zahneingriffen sind wie folgt zu berechnen:

Für jedes Getriebe mit gewöhnlichem Aufbau (kein Planetengetriebe) ist die negative Leistung mit dem entsprechenden drehmomentabhängigen Wirkungsgrad η_m zu multiplizieren:

$$P_i > 0 \Rightarrow P_{i,adj} = P_i$$

$$P_i < 0 \Rightarrow P_{i,adj} = P_i \cdot \eta_{mi}$$

dabei gilt:

P_{adj} = Verlustbereinigte Leistungen an den Zahneingriffen [W]

η_m = Drehmomentabhängiger Wirkungsgrad (entsprechend dem Zahneingriff; siehe Absatz 3.1.1.2) [-]

Für jedes Planetengetriebe ist die negative virtuelle Leistung mit den drehmomentabhängigen Wirkungsgraden für Sonnen- zu Planetenrad η_{msun} und für Außen- zu Planetenrad η_{mring} zu multiplizieren:

$$P_{v,i} \geq 0 \Rightarrow P_{i,adj} = P_{v,i}$$

$$P_{v,i} < 0 \Rightarrow P_{i,adj} = P_i \cdot \eta_{msun} \cdot \eta_{mring}$$

dabei gilt:

η_{msun} = Drehmomentabhängiger Wirkungsgrad für Sonnen- zu Planetenrad [-]

η_{mring} = Drehmomentabhängiger Wirkungsgrad für Außen- zu Planetenrad [-]

- 3.1.1.12. Alle verlustbereinigten Leistungswerte sind zu addieren, um so den drehmomentabhängigen Leistungsverlust $P_{m,loss}$ am Zahneingriff des die Eingangsleistung betreffenden Getriebesystems zu erhalten:

$$P_{m,loss} = \Sigma P_{i,adj}$$

dabei gilt:

i = Alle Zahnräder mit fester Drehachse [-]

$P_{m,loss}$ = Drehmomentabhängiger Leistungsverlust am Zahneingriff des Getriebesystems [W]

- 3.1.1.13. Der drehmomentabhängige Verlustkoeffizient für Lager und der drehmomentabhängige Verlustkoeffizient für den Zahneingriff

$$f_{T,gearmesh} = \frac{P_{m,loss}}{P_{in}} = \frac{P_{m,loss}}{(1 \text{ Nm}) f_{T,bear} = 1 - \eta_{bear} = 1 - 0.995 = 0.005 * 1 \frac{rad}{s}}$$

sind zu addieren, um so den drehmomentabhängigen Gesamt-Verlustkoeffizienten f_T für das Getriebesystem zu erhalten:

$$f_T = f_{T,gearmesh} + f_{T,bear}$$

dabei gilt:

f_T = Drehmomentabhängiger Gesamt-Verlustkoeffizient für das Getriebesystem [-]

$f_{T,bear}$ = Drehmomentabhängiger Verlustkoeffizient für die Lager [-]

$f_{T,gearmesh}$ = Drehmomentabhängiger Verlustkoeffizient für die Zahneingriffe [-]

P_{in} = Feste Eingangsleistung des Getriebes; $P_{in} = (1 \text{ Nm} * 1 \text{ rad/s})$ [W]

- 3.1.1.14. Die drehmomentabhängigen Verluste an der Eingangswelle des betreffenden Getriebes sind wie folgt zu berechnen:

$$T_{l,inT} = f_T * T_{in}$$

dabei gilt:

$T_{l,inT}$ = Drehmomentabhängiger Drehmomentverlust, bezogen auf die Eingangswelle [Nm]

T_{in} = Drehmoment an der Eingangswelle [Nm]

- 3.1.2. Die drehmomentunabhängigen Verluste sind entsprechend dem nachfolgend beschriebenen Verfahren zu messen.

- 3.1.2.1. Allgemeine Anforderungen

Das für die Messungen verwendete Getriebe muss den Zeichnungsvorgaben für Seriengetriebe entsprechen und neu sein.

Änderungen am Getriebe sind zulässig, wenn sie mit dem Ziel vorgenommen werden, dass das Getriebe die in diesem Anhang genannten Prüfanforderungen erfüllt, z. B. zur Anbringung von Messsensoren oder zur Anpassung eines externen Ölkonditionierungssystems.

Die Toleranzgrenzen in diesem Abschnitt beziehen sich auf Messwerte ohne Sensorunsicherheiten.

Die pro Bestimmungsfahrzeugteil und Gang geprüfte Gesamtzeit darf das 2,5-Fache der tatsächlichen Prüfzeit pro Gang nicht überschreiten (erforderlichenfalls darf das Getriebe bei Mess- oder Aufbaufehlern erneut geprüft werden).

Dasselbe Bestimmungsfahrzeugteil darf für maximal zehn verschiedene Prüfungen verwendet werden, z. B. für Prüfungen der Drehmomentverluste des Getriebes bei Varianten mit und ohne Dauerbremseinrichtung (mit unterschiedlichen Temperaturanforderungen) oder mit unterschiedlichen Ölen. Wird dasselbe Bestimmungsfahrzeugteil für Prüfungen unterschiedlicher Öle verwendet, muss das empfohlene, ab Werk eingefüllte Öl zuerst geprüft werden.

Dieselbe Prüfung mehrmals durchzuführen, um die Prüfserie mit den besten Ergebnissen auszuwählen, ist nicht zulässig.

Auf Verlangen der Genehmigungsbehörde muss der Antragsteller für die Zertifizierung erklären und nachweisen, dass die in diesem Anhang aufgeführten Anforderungen erfüllt sind.

3.1.2.2. Differenzmessungen

Um Einflussgrößen, die durch den Prüfstandsaufbau (z. B. Lager, Kupplungen) bedingt sind, von den gemessenen Drehmomentverlusten abzuziehen, sind Differenzmessungen zulässig, in deren Rahmen sich diese parasitären Drehmomente ermitteln lassen. Die Messungen müssen bei denselben Drehzahlstufen und denselben Prüfstandslagertemperaturen ± 3 K wie bei der eigentlichen Prüfung durchgeführt werden. Die Messunsicherheit des Drehmomentsensors muss weniger als 0,3 Nm betragen.

3.1.2.3. Einlaufen

Auf Ersuchen des Antragstellers kann das Getriebe einem Einlaufverfahren unterzogen werden. Folgende Bestimmungen gelten für ein Einlaufverfahren:

- 3.1.2.3.1. Pro Gang darf das Verfahren nicht länger als 30 Stunden und insgesamt nicht länger als 100 Stunden dauern.
- 3.1.2.3.2. Die Anwendung des Eingangsdrehmoments ist auf 100 % des maximalen Eingangsdrehmoments beschränkt.
- 3.1.2.3.3. Die maximale Eingangsdrehzahl ist durch die angegebene maximale Drehzahl des Getriebes beschränkt.

3.1.2.3.4. Die Drehzahl und der Drehmomentverlauf für das Einlaufverfahren werden vom Hersteller festgelegt.

3.1.2.3.5. Das Einlaufverfahren muss vom Hersteller im Hinblick auf Laufzeit, Drehzahl, Drehmoment und Öltemperatur dokumentiert und der Genehmigungsbehörde mitgeteilt werden.

3.1.2.3.6. Die Anforderungen bezüglich der Umgebungstemperatur (Absatz 3.1.2.5.1), der Messgenauigkeit (Absatz 3.1.4), der Prüfanordnung (Absatz 3.1.8) und des Einbauwinkels (Absatz 3.1.3.2) gelten nicht für das Einlaufverfahren.

3.1.2.4. Vorkonditionierung

3.1.2.4.1. Es ist zulässig, das Getriebe und die Prüfstandseinrichtungen vorzukonditionieren, damit vor dem Einlauf- und Prüfverfahren die richtige Temperatur erreicht und aufrechterhalten wird.

3.1.2.4.2. Die Vorkonditionierung ist am direkten Gang durchzuführen, ohne dass an der Ausgangswelle ein Drehmoment anliegt. Verfügt das Getriebe über keinen direkten Gang, ist der Gang zu verwenden, dessen Verhältnis einem Verhältnis von 1:1 am nächsten kommt.

3.1.2.4.3. Die maximale Eingangsdrehzahl ist durch die angegebene maximale Drehzahl des Getriebes beschränkt.

3.1.2.4.4. Die Gesamtzeit für die Vorkonditionierung darf bei einem Getriebe höchstens 50 Stunden betragen. Da die komplette Prüfung eines Getriebes in mehrere Prüfsequenzen unterteilt werden kann (z. B. kann jeder Gang mit einer individuellen Sequenz geprüft werden), kann auch die Vorkonditionierung in mehrere Sequenzen unterteilt werden. Die Dauer einer einzelnen Vorkonditionierungssequenz darf jedoch höchstens 60 Minuten betragen.

3.1.2.4.5. Die Zeit für die Vorkonditionierung darf nicht zu der Zeitspanne hinzugerechnet werden, die für das Einlaufen oder das Prüfverfahren vorgesehen ist.

3.1.2.5. Prüfbedingungen

3.1.2.5.1. Umgebungstemperatur

Die bei der Prüfung herrschende Umgebungstemperatur muss in einem Bereich von $25\text{ °C} \pm 10\text{ K}$ liegen.

Die Messung der Umgebungstemperatur muss 1 m seitlich neben dem Getriebe erfolgen.

Der für die Umgebungstemperatur angegebene Grenzwert gilt nicht für das Einlaufverfahren.

3.1.2.5.2. Öltemperatur

Mit Ausnahme des Öls ist keine externe Beheizung zulässig.

Während der Messung (außer in der Stabilisierungsphase) gelten folgende Temperaturgrenzwerte:

Bei SMT/AMT/DCT-Getrieben darf die Öltemperatur am Ablassstopfen bei Messungen ohne Dauerbremseinrichtung höchstens 83 °C und bei Messungen mit am Getriebe montierter Dauerbremseinrichtung höchstens 87 °C betragen. Für den Fall, dass Messungen eines Getriebes ohne Dauerbremseinrichtung mit gesonderten Messungen einer Dauerbremseinrichtung kombiniert werden, gilt der geringere Temperaturgrenzwert, damit der Antriebsmechanismus der Dauerbremseinrichtung und das Übersetzungsgetriebe sowie – bei abschaltbarer Dauerbremseinrichtung – die Kupplung ausgeglichen werden können.

Bei Drehmomentwandler-Planetengetrieben und bei Getrieben mit mehr als zwei Reibungskupplungen darf die Öltemperatur am Ablassstopfen ohne Dauerbremseinrichtung höchstens 93 °C und mit Dauerbremseinrichtung höchstens 97 °C betragen.

Damit die vorgenannten höheren Temperaturgrenzwerte auf Prüfungen mit Dauerbremseinrichtung angewandt werden dürfen, muss die Dauerbremseinrichtung im Getriebe integriert sein oder ein integriertes Kühl- oder Ölsystem im Getriebe nutzen.

Für das Einlaufen gelten dieselben Vorgaben für die Öltemperatur wie für die reguläre Prüfung.

Unter folgenden Bedingungen sind für die Öltemperatur außerordentliche Spitzenwerte von bis zu 110 °C zulässig:

- (1) während des Einlaufverfahrens, und zwar über höchstens 10 % der angewandten Einlaufzeit,
- (2) während der Stabilisierungsphase.

Die Öltemperatur ist am Ablassstopfen oder im Ölsumpf zu messen.

3.1.2.5.3. Ölqualität

Für die Prüfung ist neues, für den europäischen Markt empfohlenes Öl für die erste Befüllung zu verwenden. Für die Drehmomentmessungen darf dieselbe Ölfüllung verwendet werden wie für das Einlaufen.

3.1.2.5.4. Ölviskosität

Gibt es mehrere Empfehlungen für die erste Ölbefüllung, werden sie gleichwertig behandelt, sofern sich ihre jeweilige kinematische Viskosität bei gleicher Temperatur um nicht mehr als 10 % voneinander unterscheidet (innerhalb des angegebenen Toleranzbereichs für KV100). Bei einem Öl mit geringerer Viskosität als bei dem in der Prüfung verwendeten Öl wird angenommen, dass die Verluste bei Prüfungen mit dieser Option niedriger ausfallen. Bei zusätzlichen Ölsorten für die erste Befüllung muss die Viskosität entweder in den vorgenannten 10-%-Toleranzbereich fallen oder geringer sein als bei dem in der Prüfung verwendeten Öl, damit für sie dieselbe Zertifizierung gilt.

3.1.2.5.5. Ölstand und Ölkonditionierung

Der Ölstand muss den für das Getriebe geltenden Vorgaben genügen.

Kommt ein externes Ölkonditionierungssystem zum Einsatz, muss eine solche Menge Öl im Getriebe aufrechterhalten werden, die dem angegebenen Ölstand entspricht.

Um sicherzustellen, dass sich das externe Ölkonditionierungssystem nicht auf die Prüfergebnisse auswirkt, muss ein Prüfpunkt einmal mit eingeschaltetem und einmal mit ausgeschaltetem Konditionierungssystem gemessen werden. Die Abweichung zwischen diesen beiden Messungen des Drehmomentverlusts (= Eingangsdrehmoment) muss unter 5 % liegen. Der Prüfpunkt ist wie folgt definiert:

- (1) Gang = höchster indirekter Gang,
- (2) Eingangsdrehzahl = 1600 U/min,
- (3) Temperaturen gemäß Angaben in Absatz 3.1.2.5.

Bei Getrieben mit hydraulischer Druckregelung oder intelligentem Schmiersystem muss die Messung der drehmomentunabhängigen Verluste mit zwei verschiedenen Einstellungen erfolgen: einmal bei einem eingestelltem Getriebesystemdruck von mindestens dem Wert, der bei eingekuppeltem Gang gilt, und ein zweites Mal bei höchstmöglichem Hydraulikdruck (siehe Absatz 3.1.6.3.1).

3.1.3. Montage

- 3.1.3.1. Die elektrische Maschine und der Drehmomentsensor müssen an die Eingangsseite des Getriebes montiert werden. Die Ausgangswelle muss sich ungehindert drehen können.
- 3.1.3.2. Beim Einbau in das Fahrzeug muss für das Getriebe ein Neigungswinkel gemäß Homologationszeichnung von $\pm 1^\circ$ bzw. von $0^\circ \pm 1^\circ$ eingehalten werden.
- 3.1.3.3. Die interne Ölpumpe muss im Getriebe enthalten sein.
- 3.1.3.4. Ist bei dem betreffenden Getriebe der Einsatz eines Ölkühlers optional oder erforderlich, gilt für die Prüfung, dass der Kühler ausgeschlossen oder ein anderer Ölkühler verwendet werden darf.
- 3.1.3.5. Die Prüfung des Getriebes kann mit oder ohne Nebenabtriebs-Antriebsmechanismus und/oder Nebenabtrieb erfolgen. Zur Ermittlung der Leistungsverluste des Nebenabtriebs und/oder des Nebenabtriebs-Antriebsmechanismus werden die Werte aus Anhang VII dieser Verordnung angewandt. Bei diesen Werten wird davon ausgegangen, dass das Getriebe ohne Nebenabtriebs-Antriebsmechanismus und/oder Nebenabtrieb geprüft wird.
- 3.1.3.6. Die Messung des Getriebes kann mit oder ohne montierte Einzel-Trockenkupplung (mit einer oder zwei Scheiben) erfolgen. Bei anderen Kupplungstypen muss die Prüfung mit montierter Kupplung erfolgen.
- 3.1.3.7. Der Einfluss der jeweiligen parasitären Lasten muss für jeden einzelnen Prüfstandsaufbau und jeden einzelnen Drehmomentsensor gemäß der Beschreibung in Absatz 3.1.8 berechnet werden.

3.1.4. Messeinrichtungen

Die Anlagen des Kalibrierlabors müssen die Anforderungen von ISO/TS 16949, der ISO 9000 Reihen oder ISO/IEC 17025 erfüllen. Sämtliche Laboreinrichtungen für

Referenzmessungen, die zur Kalibrierung und/oder Überprüfung verwendet werden, müssen auf nationale (internationale) Normen zurückführbar sein.

3.1.4.1. Drehmoment

Die Messunsicherheit des Drehmomentsensors muss weniger als 0,3 Nm betragen.

Der Einsatz von Drehmomentsensoren mit höheren Messunsicherheiten ist dann zulässig, wenn sich der Teil der Unsicherheit, der 0,3 Nm überschreitet, errechnen lässt und zum gemessenen Drehmomentverlust gemäß der Beschreibung in Absatz 3.1.8 (Messunsicherheit) hinzugerechnet wird.

3.1.4.2. Drehzahl

Die Unsicherheit der Drehzahlsensoren darf höchstens ± 1 U/min betragen.

3.1.4.3. Temperatur

Die Unsicherheit der für die Messung der Umgebungstemperatur eingesetzten Temperatursensoren darf höchstens $\pm 1,5$ K betragen.

Die Unsicherheit der für die Messung der Öltemperatur eingesetzten Temperatursensoren darf höchstens $\pm 1,5$ K betragen.

3.1.4.4. Druck

Die Unsicherheit der Drucksensoren darf höchstens 1 % des maximal gemessenen Drucks betragen.

3.1.4.5. Spannung

Die Unsicherheit des Spannungsmessers darf höchstens 1 % der maximal gemessenen Spannung betragen.

3.1.4.6. Elektrische Stromstärke

Die Unsicherheit des Strommessers darf höchstens 1 % der maximal gemessenen Stromstärke betragen.

3.1.5. Messsignale und Datenaufzeichnung

Mindestens folgende Signale müssen während der Messung aufgezeichnet werden:

- (1) Eingangsdrehmoment [Nm]
- (2) Eingangsdrehzahl [U/min]
- (3) Umgebungstemperatur [°C]
- (4) Öltemperatur [°C]

Ist das Getriebe mit einem Gangschaltungs- und/oder Kupplungssystem mit hydraulischer Druckregelung oder aber mit einem mechanisch angetriebenen intelligenten Schmiersystem ausgestattet, ist zusätzlich Folgendes aufzuzeichnen:

(5) Öldruck [kPa]

Ist das Getriebe mit einer elektrischen Getriebe-Hilfseinrichtung ausgestattet, ist zusätzlich Folgendes aufzuzeichnen:

(6) Spannung der elektrischen Getriebe-Hilfseinrichtung [V]

(7) Stromstärke der elektrischen Getriebe-Hilfseinrichtung [A]

Bei Differenzmessungen zum Ausgleich von Einflussgrößen, die durch den Prüfstandsaufbau bedingt sind, ist zusätzlich Folgendes aufzuzeichnen:

(8) Temperatur der Prüfstandslager [°C]

Die Abtast- und Aufzeichnungsrate muss mindestens 100 Hz betragen.

Um Messfehler möglichst gering zu halten, ist ein Tiefpassfilter zu verwenden.

3.1.6. Prüfverfahren

3.1.6.1. Kompensation Nulldrehmomentsignal:

Das Nullsignal der Drehmomentsensoren ist zu messen. Zum Zwecke der Messung müssen die Sensoren in den Prüfstand montiert werden. Am Antriebsstrang des Prüfstands (Eingang und Ausgang) darf keine Last anliegen. Die gemessene Signalabweichung vom Nullwert ist auszugleichen.

3.1.6.2. Drehzahlbereich:

Für folgende Drehzahlstufen ist der Drehmomentverlust zu messen (Drehzahl der Eingangswelle): 600, 900, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000 [...] U/min bis zur höchsten Drehzahl pro Gang gemäß Getriebespezifikationen oder bis zur letzten Drehzahlstufe vor der festgelegten maximalen Drehzahl.

Die Drehzahlübergangsphase (Zeit für den Wechsel zwischen zwei Drehzahlstufen) darf höchstens 20 Sekunden dauern.

3.1.6.3. Messsequenz:

3.1.6.3.1. Ist das Getriebe mit einem intelligenten Schmiersystem und/oder mit elektrischen Getriebe-Hilfseinrichtungen ausgestattet, muss die Messung mit zwei verschiedenen Messeinstellungen dieser Systeme erfolgen:

Die erste Messsequenz (Absätze 3.1.6.3.2 bis 3.1.6.3.4) muss durchgeführt werden, wenn für das hydraulische und elektrische System beim Betrieb im Fahrzeug die geringste Leistungsaufnahme zu verzeichnen ist (geringer Verlust).

Die zweite Messsequenz muss durchgeführt werden, wenn die Systeme so eingestellt sind, dass die höchstmögliche Leistungsaufnahme beim Betrieb im Fahrzeug zu verzeichnen ist (hoher Verlust).

3.1.6.3.2. Die Messungen müssen so durchgeführt werden, dass mit der niedrigsten Drehzahl begonnen und mit der höchsten Drehzahl geendet wird.

- 3.1.6.3.3. Bei jeder Drehzahlstufe sind mindestens 5 Sekunden zur Stabilisierung innerhalb der in Absatz 3.1.2.5 festgelegten Temperaturgrenzwerte notwendig. Erforderlichenfalls kann die Stabilisierungszeit durch den Hersteller auf maximal 60 Sekunden verlängert werden. Während der Stabilisierung sind die Öl- und Umgebungstemperatur aufzuzeichnen.
- 3.1.6.3.4. Nach der Stabilisierungszeit sind die in Absatz 3.1.5 aufgeführten Messsignale 5 bis 15 Sekunden lang für den Prüfpunkt aufgezeichnet werden.
- 3.1.6.3.5. Jede Messung ist mit jeder Messeinstellung jeweils zweimal durchzuführen.

3.1.7. Validierung der Messwerte

- 3.1.7.1. Für jede der Messungen ist das arithmetische Mittel von Drehmoment, Drehzahl, (ggf.) Spannung und Stromstärke für die 5 bis 15 Sekunden langen Messungen zu berechnen.
- 3.1.7.2. Die gemittelte Drehzahlabweichung muss für jeden gemessenen Punkt in der gesamten Drehmomentverlustserie weniger als ± 5 U/min des Drehzahleinstellungspunkts betragen.
- 3.1.7.3. Die mechanischen Drehmomentverluste und (ggf.) die elektrische Leistungsaufnahme werden für jede der Messungen wie folgt berechnet:

$$T_{loss} = T_{in}$$

$$P_{el} = I * U$$

Es ist zulässig, durch den Prüfstands Aufbau bedingte Einflussgrößen von den Drehmomentverlusten abzuziehen (Absatz 3.1.2.2).

- 3.1.7.4. Die mechanischen Drehmomentverluste und (gegebenenfalls) die elektrische Leistungsaufnahme aus beiden Messserien sind zu mitteln (arithmetischer Mittelwert).
- 3.1.7.5. Die Abweichung zwischen den gemittelten Werten für die Drehmomentverluste an beiden Messpunkten muss bei jeder Einstellung unter ± 5 % des gemittelten Werts bzw. ± 1 Nm liegen, wobei der jeweils größere Wert maßgeblich ist. Dann muss das arithmetische Mittel der beiden gemittelten Leistungswerte verwendet werden.
- 3.1.7.6. Liegt eine größere Abweichung vor, ist der größte gemittelte Drehmomentverlust zu verwenden; alternativ kann die Prüfung für das Getriebe wiederholt werden.
- 3.1.7.7. Die Abweichung zwischen den gemittelten Werten für die elektrische Leistungsaufnahme (Spannung*Stromstärke) bei beiden Messungen muss bei jeder Messeinstellung unter ± 10 % des gemittelten Werts bzw. ± 5 W liegen, wobei der jeweils größere Wert maßgeblich ist. Dann ist das arithmetische Mittel der beiden gemittelten Leistungswerte zu verwenden.
- 3.1.7.8. Liegt eine größere Abweichung vor, sind diejenigen gemittelten Werte für die Spannung/Stromstärke zu verwenden, die der größten gemittelten Leistungsaufnahme entsprechen; alternativ kann die Prüfung für das Getriebe wiederholt werden.
- 3.1.8. Messunsicherheit

Der Teil der berechneten Gesamtunsicherheit $U_{T,loss}$, der 0,3 Nm überschreitet, muss zu T_{loss} des gemeldeten Drehmomentverlusts $T_{loss,rep}$ hinzugerechnet werden. Wenn $U_{T,loss}$ kleiner als 0,3 Nm, dann $T_{loss,rep} = T_{loss}$.

$$T_{loss,rep} = T_{loss} + \text{MAX}(0, (U_{T,loss} - 0,3 \text{ Nm}))$$

Die Gesamtunsicherheit $U_{T,loss}$ des Drehmomentverlusts muss anhand folgender Parameter berechnet werden:

- (1) Temperatureinfluss
- (2) Parasitäre Lasten
- (3) Kalibrierfehler (z. B. Empfindlichkeitstoleranz, Linearität, Hysterese und Wiederholbarkeit)

Die Gesamtunsicherheit des Drehmomentverlusts ($U_{T,loss}$) basiert auf den Unsicherheiten der Sensoren bei einem Vertrauensbereich von 95 %. Zur Berechnung wird die Quadratwurzel aus der Summe von Quadraten gezogen („Gaußsches Fehlerfortpflanzungsgesetz“).

$$U_{T,loss} = U_{T,in} = 2 * \sqrt{u_{TKC}^2 + u_{TK0}^2 + u_{cal}^2 + u_{para}^2}$$

$$u_{TKC} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{w_{tkc}}{K_{ref}} * \Delta K * T_c$$

$$u_{TK0} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{w_{tk0}}{K_{ref}} * \Delta K * T_n$$

$$u_{cal} = 1 * \frac{W_{cal}}{k_{cal}} * T_n$$

$$u_{para} = \frac{1}{\sqrt{3}} * w_{para} * T_n$$

$$w_{para} = \text{sens}_{para} * i_{para}$$

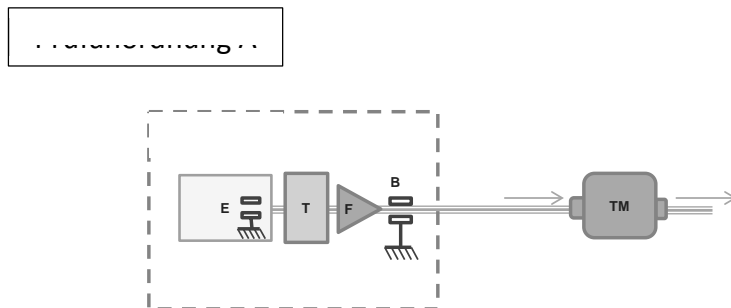
dabei gilt:

$$T_{loss} = \text{Gemessener Drehmomentverlust (unkorrigiert) [Nm]}$$

$T_{\text{loss,rep}}$	=	Gemeldeter Drehmomentverlust (nach Korrektur der Unsicherheit) [Nm]
$U_{T,\text{loss}}$	=	Gesamte erweiterte Unsicherheit bei der Messung des Drehmomentverlusts bei einem Vertrauensbereich von 95 % [Nm]
$U_{T,\text{in}}$	=	Unsicherheit bei der Messung des Eingangsdrehmomentverlusts [Nm]
u_{TKC}	=	Durch den Temperatureinfluss bedingte Unsicherheit am Signal für das momentane Drehmoment [Nm]
w_{tkc}	=	Temperatureinfluss am Signal für das momentane Drehmoment pro K_{ref} gemäß Angaben des Sensorherstellers [%]
u_{TK0}	=	Durch den Temperatureinfluss bedingte Unsicherheit am Nulldrehmomentsignal (bezogen auf das Nenndrehmoment) [Nm]
w_{tk0}	=	Temperatureinfluss am Nulldrehmomentsignal pro K_{ref} (bezogen auf das Nenndrehmoment) gemäß Angaben des Sensorherstellers [%]
K_{ref}	=	Referenztemperaturbereich für u_{TKC} und u_{TK0} , w_{tk0} und w_{tkc} gemäß Angaben des Sensorherstellers [K]
ΔK	=	Zwischen Kalibrierung und Messung vorliegende Differenz der Sensortemperatur [K]. Sollte die Sensortemperatur nicht gemessen werden können, muss der Standardwert von $\Delta K = 15 \text{ K}$ verwendet werden.
T_c	=	Momentaner/gemessener Drehmomentwert am Drehmomentsensor [Nm]
T_n	=	Nenndrehmomentwert des Drehmomentsensors [Nm]
u_{cal}	=	Durch die Kalibrierung des Drehmomentsensors bedingte Unsicherheit [Nm]
W_{cal}	=	Relative Kalibrierunsicherheit (bezogen auf das Nenndrehmoment) [%]
k_{cal}	=	Kalibrierungsfortschrittsfaktor (sofern vom Sensorhersteller angegeben, andernfalls = 1)
u_{para}	=	Durch parasitäre Lasten bedingte Unsicherheit [Nm]
w_{para}	=	$\text{sens}_{\text{para}} * i_{\text{para}}$ Relativer Einfluss von Kräften und Biegemomenten, die durch Versatz verursacht werden
$\text{sens}_{\text{para}}$	=	Maximaler Einfluss parasitärer Lasten auf den jeweiligen Drehmomentsensor gemäß Angaben des Sensorherstellers [%]; wurde kein spezifischer Wert für parasitäre Lasten vom Sensorhersteller angegeben, wird als Wert 1,0 % festgelegt

- i_{para} = Maximaler Einfluss parasitärer Lasten auf den jeweiligen Drehmomentsensor in Abhängigkeit von der Prüfanordnung (A/B/C gemäß nachstehender Festlegung).
- = A) 10 % für den Fall, dass Lager die parasitären Lasten vor und hinter dem Sensor isolieren und dass am Sensor eine elastische Kupplung (oder Kardanwelle) funktional montiert ist (vor- oder nachgelagert); darüber hinaus können diese Lager in einer Antriebs-/Bremsmaschine (z. B. einer elektrischen Maschine) und/oder im Getriebe integriert sein, sofern die Kräfte in der Maschine und/oder im Getriebe vom Sensor ferngehalten werden. Siehe Abbildung 1.

Abbildung 1 Prüfanordnung A für Option 1

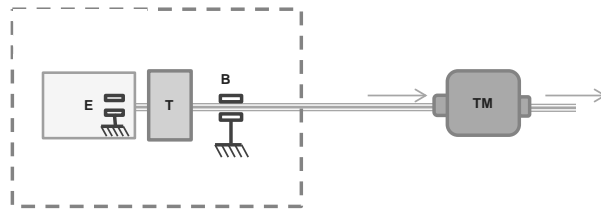


T: Drehmomentsensor
F: Elastische Kupplung
B: Lager

- = **B)** 50 % für den Fall, dass Lager die parasitären Lasten vor und hinter dem Sensor isolieren und dass am Sensor keine elastische Kupplung funktional montiert ist; darüber hinaus können diese Lager in einer Antriebs-/Bremsmaschine (z. B. einer elektrischen Maschine) und/oder im Getriebe integriert sein, sofern die Kräfte in der Maschine und/oder im Getriebe vom Sensor ferngehalten werden. Siehe Abbildung 2.

Abbildung 2 Prüfanordnung B für Option 1

... Messung ...



T: Drehmomentsensor

B: Lager

TM: Getriebe

= C) 100 % für alle anderen Prüfaufbauten

- 3.2. Option 2: Messung der drehmomentunabhängigen Verluste, Messung des Drehmomentverlusts bei maximalem Drehmoment und Interpolation der drehmomentabhängigen Verluste anhand eines linearen Modells.

Bei Option 2 wird der Drehmomentverlust durch Kombination aus Messungen und linearer Interpolation ermittelt. Messungen müssen für die drehmomentunabhängigen Verluste des Getriebes und für einen Lastpunkt der drehmomentabhängigen Verluste (maximales Eingangsdrehmoment) erfolgen. Auf Grundlage der Drehmomentverluste bei Betrieb ohne Last und bei maximalem Eingangsdrehmoment müssen die Drehmomentverluste für die dazwischen liegenden Eingangsdrehmomentwerte mit Hilfe des Drehmomentverlustkoeffizienten f_{Tlimo} berechnet werden.

Der Drehmomentverlust $T_{l,in}$ an der Eingangswelle des Getriebes wird wie folgt berechnet:

$$T_{l,in}(n_{in}, T_{in}, gear) = T_{l,in,min_loss} + f_{Tlimo} * T_{in} + T_{l,in,min_el} + f_{el_corr} * T_{in}$$

Der auf dem linearen Modell f_{Tlimo} basierende Drehmomentverlustkoeffizient wird wie folgt berechnet:

$$f_{Tlimo} = \frac{(T_{l,maxT} - T_{l,in,min_loss})}{T_{in,maxT}}$$

dabei gilt:

$T_{l,in}$ = Drehmomentverlust, bezogen auf die Eingangswelle [Nm]

T_{l,in,min_loss} = Schleppdrehmomentverlust am Getriebeeingang, gemessen mit einer frei rotierenden Ausgangswelle aus der Prüfung ohne Last [Nm]

n_{in}	=	Drehzahl an der Eingangswelle [U/min]
f_{Tlimo}	=	Auf dem linearen Modell basierender Drehmomentverlustkoeffizient [-]
T_{in}	=	Drehmoment an der Eingangswelle [Nm]
$T_{in,maxT}$	=	Höchstes geprüfetes Drehmoment an der Eingangswelle (normalerweise 100 % Eingangsdrehmoment, siehe Absätze 3.2.5.2 und 3.4.4) [Nm]
$T_{l,maxT}$	=	Drehmomentverlust in Bezug auf die Eingangswelle bei $T_{in} = T_{in,maxT}$
f_{el_corr}	=	Korrektur des Verlusts der elektrischen Leistung in Abhängigkeit vom Eingangsdrehmoment [-]
$T_{l,in,el}$	=	Durch Stromverbraucher verursachter zusätzlicher Drehmomentverlust an der Eingangswelle [Nm]
T_{l,in,min_el}	=	Durch Stromverbraucher verursachter zusätzlicher Drehmomentverlust an der Eingangswelle bei minimaler elektrischer Leistung [Nm]

Der Korrekturfaktor für die drehmomentabhängigen elektrischen Drehmomentverluste f_{el_corr} und der Drehmomentverlust an der Eingangswelle des Getriebes, der durch die Leistungsaufnahme der elektrischen Getriebe-Hilfseinrichtung $T_{l,in,el}$ verursacht wird, ist gemäß der Beschreibung in Absatz 3.1 zu berechnen.

3.2.1. Die Drehmomentverluste sind entsprechend dem nachfolgend beschriebenen Verfahren zu messen.

3.2.1.1. Allgemeine Anforderungen:

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.1.

3.2.1.2. Differenzmessungen:

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.2.

3.2.1.3. Einlaufen

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.3.

3.2.1.4. Vorkonditionierung

Siehe Angaben für Option 3 in Absatz 3.3.2.1.

3.2.1.5. Prüfbedingungen

3.2.1.5.1. Umgebungstemperatur

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.5.1.

3.2.1.5.2. Öltemperatur

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.5.2.

3.2.1.5.3. Ölqualität/Ölviskosität

Siehe Angaben für Option 1 in den Absätzen 3.1.2.5.3 und 3.1.2.5.4.

3.2.1.5.4. Ölstand und Ölkonditionierung

Siehe Angaben für Option 3 in Absatz 3.3.3.4.

3.2.2. Montage

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.3 für die Messung der drehmomentunabhängigen Verluste.

Siehe Angaben für Option 3 in Absatz 3.3.4 für die Messung der drehmomentabhängigen Verluste.

3.2.3. Messeinrichtungen

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.4 für die Messung der drehmomentunabhängigen Verluste.

Siehe Angaben für Option 3 in Absatz 3.3.5 für die Messung der drehmomentabhängigen Verluste.

3.2.4. Messsignale und Datenaufzeichnung

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.5 für die Messung der drehmomentunabhängigen Verluste.

Siehe Angaben für Option 3 in Absatz 3.3.7 für die Messung der drehmomentabhängigen Verluste.

3.2.5. Prüfverfahren

Die Abbildung der Drehmomentverluste, die für das Simulationsinstrument zur Anwendung kommt, enthält die Drehmomentverlustwerte eines Getriebes in Abhängigkeit von der Eingangsrehzahl und dem Eingangsdrehmoment.

Um die Abbildung der Drehmomentverluste eines Getriebes zu ermitteln, müssen die Eckdaten für die Abbildung der Drehmomentverluste gemäß diesem Abschnitt gemessen und berechnet werden. Die Ergebnisse für die Drehmomentverluste müssen gemäß Nummer 3.4 ergänzt und gemäß Anlage^o12 formatiert werden, um die weitere Verarbeitung durch das Simulationsinstrument zu ermöglichen.

3.2.5.1. Die drehmomentunabhängigen Verluste müssen nach dem in Absatz 3.1.1 für die drehmomentunabhängigen Verluste für Option 1 beschriebenen Verfahren nur für diejenige Einstellung der elektrischen und hydraulischen Verbraucher ermittelt werden, bei der ein geringer Verlust zu verzeichnen ist.

3.2.5.2. Für jeden Gang sind die drehmomentabhängigen Verluste nach dem in Absatz 3.3.6 für Option 3 beschriebenen Verfahren zu ermitteln, wobei für den betreffenden Drehmomentbereich folgende Abweichung gilt:

Drehmomentbereich:

Die Drehmomentverluste für jeden Gang sind bei 100 % des maximalen Eingangsdrehmoments des Getriebes pro Gang zu messen.

Für den Fall, dass das Ausgangsdrehmoment 10 kNm überschreitet (bei einem theoretischen verlustfreien Getriebe) oder die Eingangsleistung die angegebene maximale Eingangsleistung überschreitet, findet Absatz 3.4.4 Anwendung.

3.2.6. Validierung der Messwerte

Siehe Angaben für Option 3 in Absatz 3.3.8.

3.2.7. Messunsicherheit

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.8 für die Messung der drehmomentunabhängigen Verluste.

Siehe Angaben für Option 3 in Absatz 3.3.9 für die Messung der drehmomentabhängigen Verluste.

3.3. Option 3: Messung des gesamten Drehmomentverlusts.

Bei Option 3 wird der Drehmomentverlust durch vollständige Messung der drehmomentabhängigen Verluste ermittelt, einschließlich der drehmomentunabhängigen Verluste des Getriebes.

3.3.1. Allgemeine Anforderungen

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.1.

3.3.1.1. Differenzmessungen:

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.2.

3.3.2. Einlaufen

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.3.

3.3.2.1. Vorkonditionierung

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.4, wobei folgende Ausnahme gilt:

Die Vorkonditionierung ist am direkten Gang durchzuführen, und zwar unter der Voraussetzung, dass an der Ausgangswelle kein Drehmoment anliegt oder als Zieldrehmoment für die Ausgangswelle null festgelegt wird. Verfügt das Getriebe über keinen direkten Gang, ist der Gang zu verwenden, dessen Verhältnis einem Verhältnis von 1:1 am nächsten kommt.

Oder

es gelten die Anforderungen gemäß Absatz 3.1.2.4 – mit folgender Ausnahme:

Die Vorkonditionierung ist am direkten Gang durchzuführen, und zwar unter der Voraussetzung, dass an der Ausgangswelle kein Drehmoment anliegt oder das Drehmoment an der Ausgangswelle bei ± 50 Nm liegt. Verfügt das Getriebe über keinen direkten Gang, ist der Gang zu verwenden, dessen Verhältnis einem Verhältnis von 1:1 am nächsten kommt.

oder, falls beim Prüfstand eine (Haupt-Reibungs-)Kupplung an der Eingangswelle vorhanden ist:

Es gelten die Anforderungen gemäß Absatz 3.1.2.4 – mit folgender Ausnahme:

Die Vorkonditionierung ist am direkten Gang durchzuführen, ohne dass an der Ausgangswelle oder an der Eingangswelle ein Drehmoment anliegt. Verfügt das Getriebe über keinen direkten Gang, ist der Gang zu verwenden, dessen Verhältnis einem Verhältnis von 1:1 am nächsten kommt.

Das Getriebe würde dann von der Ausgangsseite angetrieben werden. Diese Vorschläge können auch in Kombination übernommen werden.

3.3.3. Prüfbedingungen

3.3.3.1. Umgebungstemperatur

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.5.1.

3.3.3.2. Öltemperatur

Siehe Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.2.5.2.

3.3.3.3. Ölqualität/Ölviskosität

Siehe Angaben für Option 1 in den Absätzen 3.1.2.5.3 und 3.1.2.5.4.

3.3.3.4. Ölstand und Ölkonditionierung

Es gelten die Anforderungen gemäß den Angaben in Absatz 3.1.2.5.5 – mit folgenden Abweichungen:

Der Prüfpunkt für das externe Ölkonditionierungssystem ist wie folgt festgelegt:

- (1) höchster indirekter Gang,
- (2) Eingangsdrehzahl = 1600 U/min,
- (3) Eingangsdrehmoment = maximales Eingangsdrehmoment für den höchsten indirekten Gang

3.3.4. Montage

Für den Prüfstand sind als Antrieb elektrische Maschinen (Eingang und Ausgang) einzusetzen.

Drehmomentsensoren müssen an der Eingangs- und Ausgangsseite des Getriebes montiert sein.

Als sonstige Anforderungen gelten die Angaben gemäß Absatz 3.1.3.

3.3.5. Messeinrichtungen

Für die Messung der drehmomentunabhängigen Verluste gelten die Anforderungen an Messeinrichtungen gemäß den Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.4.

Für die Messung der drehmomentabhängigen Verluste gelten folgende Anforderungen:

Die Messunsicherheit der Drehmomentsensoren muss unter 5 % des gemessenen Drehmomentverlusts oder 1 Nm liegen (es gilt der jeweils größere Wert).

Der Einsatz von Drehmomentsensoren mit höheren Messunsicherheiten ist dann zulässig, wenn sich die Teile der Unsicherheit, die 5 % oder 1 Nm überschreiten, errechnen lassen und der kleinere dieser Teile zum gemessenen Drehmomentverlust hinzugerechnet wird.

Die Messunsicherheit für das Drehmoment ist gemäß der Beschreibung in Absatz 3.3.9 zu errechnen und einzubeziehen.

Als sonstige Anforderungen an die Messeinrichtungen gelten die Angaben für Option 1 in Absatz 3.1.4.

3.3.6. Prüfverfahren

3.3.6.1. Kompensation Nulldrehmomentsignal:

Siehe Angaben in Absatz 3.1.6.1.

3.3.6.2. Drehzahlbereich

Der Drehmomentverlust ist für folgende Drehzahlstufen zu messen (Drehzahl der Eingangswelle): 600, 900, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000 [...] U/min bis zur höchsten Drehzahl pro Gang gemäß Getriebespezifikationen oder bis zur letzten Drehzahlstufe vor der festgelegten maximalen Drehzahl.

Die Drehzahlübergangsphase (Zeit für den Wechsel zwischen zwei Drehzahlstufen) darf höchstens 20 Sekunden dauern.

3.3.6.3. Drehmomentbereich

Für jede Drehzahlstufe ist der Drehmomentverlust für folgende Eingangsdrehmomente zu messen: 0 (frei rotierende Ausgangswelle), 200, 400, 600, 900, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 [...] Nm bis zum höchsten Eingangsdrehmoment pro Gang gemäß Getriebespezifikationen oder bis zur letzten Drehmomentstufe vor dem festgelegten maximalen Drehmoment und/oder zur letzten Drehmomentstufe vor dem Ausgangsdrehmoment von 10 kNm.

Für den Fall, dass das Ausgangsdrehmoment 10 kNm überschreitet (bei einem theoretischen verlustfreien Getriebe) oder die Eingangsleistung die angegebene maximale Eingangsleistung überschreitet, findet Absatz 3.4.4 Anwendung.

Die Drehmomentübergangsphase (Zeit für den Wechsel zwischen zwei Drehmomentstufen) darf höchstens 15 Sekunden (bei Option 2: höchstens 180 Sekunden) dauern.

Zur Erfassung des gesamten Drehmomentbereichs eines Getriebes in der vorstehenden Abbildung können an der Eingangs-/Ausgangsseite verschiedene Drehmomentsensoren mit begrenzten Messbereichen eingesetzt werden. Dazu kann die Messung in mehrere Abschnitte unterteilt werden, bei denen derselbe Satz von Drehmomentsensoren zum Einsatz kommt. Die gesamte Abbildung der Drehmomentverluste muss sich aus diesen Messabschnitten zusammensetzen.

3.3.6.4. Messsequenz

3.3.6.4.1. Die Messungen sind so durchzuführen, dass mit der niedrigsten Drehzahl begonnen und mit der höchsten Drehzahl geendet wird.

3.3.6.4.2. Das Eingangsdrehmoment muss entsprechend den vorstehenden Drehmomentstufen geändert werden, angefangen vom niedrigsten bis zum höchsten Drehmoment, das für jede Drehzahlstufe vom Sensor für das momentane Drehmoment erfasst wird.

3.3.6.4.3. Bei jeder Drehzahl- und Drehmomentstufe sind mindestens 5 Sekunden zur Stabilisierung innerhalb der in Absatz 3.3.3 festgelegten Temperaturgrenzwerte notwendig. Erforderlichenfalls kann die Stabilisierungszeit durch den Hersteller auf maximal 60 Sekunden (bei Option 2: maximal 180 Sekunden) verlängert werden. Während der Stabilisierung sind die Öl- und Umgebungstemperatur aufzuzeichnen.

3.3.6.4.4. Die Messserie ist insgesamt zweimal durchzuführen. Dafür ist es zulässig, mit demselben Satz von Drehmomentsensoren eine sequentielle Wiederholung von Abschnitten vorzunehmen.

3.3.7. Messsignale und Datenaufzeichnung

Mindestens folgende Signale müssen während der Messung aufgezeichnet werden:

- (1) Eingangs- und Ausgangsdrehmoment [Nm]
- (2) Eingangs- und Ausgangsdrehzahl [U/min]
- (3) Umgebungstemperatur [°C]
- (4) Öltemperatur [°C]

Ist das Getriebe mit einem Gangschaltungs- und/oder Kupplungssystem mit hydraulischer Druckregelung oder aber mit einem mechanisch angetriebenen intelligenten Schmiersystem ausgestattet, ist zusätzlich Folgendes aufzuzeichnen:

- (5) Öldruck [kPa]

Ist das Getriebe mit einer elektrischen Getriebe-Hilfseinrichtung ausgestattet, ist zusätzlich Folgendes aufzuzeichnen:

- (6) Spannung der elektrischen Getriebe-Hilfseinrichtung [V]

(7) Stromstärke der elektrischen Getriebe-Hilfseinrichtung [A]

Bei Differenzmessungen zum Ausgleich von durch den Prüfstandsaufbau bedingten Einflussgrößen ist zusätzlich Folgendes aufzuzeichnen:

(8) Temperatur der Prüfstandslager [°C]

Die Abtast- und Aufzeichnungsrate muss mindestens 100 Hz betragen.

Zur Vermeidung von Messfehlern ist ein Tiefpassfilter zu verwenden.

3.3.8. Validierung der Messwerte

3.3.8.1. Für jede der beiden Messungen ist das arithmetische Mittel von Drehmoment, Drehzahl, ggf. Spannung und Stromstärke für die 5 bis 15 Sekunden langen Messungen zu berechnen.

3.3.8.2. Die gemessene und gemittelte Drehzahl an der Eingangswelle müssen für jeden gemessenen Betriebspunkt in der gesamten Drehmomentverlustserie weniger als ± 5 U/min des Drehzahleinstellungspunkts betragen. Das gemessene und gemittelte Drehmoment an der Eingangswelle muss für jeden gemessenen Betriebspunkt in der gesamten Drehmomentverlustserie weniger als ± 5 Nm bzw. ± 5 % des Drehmomenteinstellungspunkts betragen, wobei der jeweils größere Wert maßgeblich ist.

3.3.8.3. Die mechanischen Drehmomentverluste und (gegebenenfalls) die elektrische Leistungsaufnahme sind für jede der Messungen wie folgt zu berechnen:

$$T_{loss} = T_{in} - \frac{T_{out}}{i_{gear}}$$

$$P_{el} = I * U$$

Es ist zulässig, durch den Prüfstandsaufbau bedingte Einflussgrößen von den Drehmomentverlusten abzuziehen (Absatz 3.3.2.2).

3.3.8.4. Die mechanischen Drehmomentverluste und (gegebenenfalls) die elektrische Leistungsaufnahme aus beiden Messserien sind zu mitteln (arithmetisches Mittel).

3.3.8.5. Die Abweichung zwischen den gemittelten Werten für die Drehmomentverluste der beiden Messserien muss unter ± 5 % des gemittelten Werts bzw. ± 1 Nm liegen (es gilt der jeweils größere Wert). Es ist das arithmetische Mittel der beiden gemittelten Werte für die Drehmomentverluste zu verwenden. Liegt eine größere Abweichung vor, ist der größte gemittelte Drehmomentverlust zu verwenden; alternativ kann die Prüfung für das Getriebe wiederholt werden.

3.3.8.6. Die Abweichung zwischen den gemittelten Werten für die elektrische Leistungsaufnahme (Spannung*Stromstärke) bei beiden Messserien muss unter ± 10 % des gemittelten Werts bzw. ± 5 W liegen, wobei der jeweils größere Wert maßgeblich ist. Dann ist das arithmetische Mittel der beiden gemittelten Leistungswerte zu verwenden.

3.3.8.7. Liegt eine größere Abweichung vor, sind diejenigen gemittelten Werte für die Spannung/Stromstärke zu verwenden, die der größten gemittelten Leistungsaufnahme entsprechen; alternativ kann die Prüfung für den Gang wiederholt werden.

3.3.9. Messunsicherheit

Der Teil der berechneten Gesamtunsicherheit $U_{T,loss}$, der 5 % von T_{loss} bzw. 1 Nm ($\Delta U_{T,loss}$) überschreitet, wobei der jeweils kleinere Wert von $\Delta U_{T,loss}$ maßgeblich ist, ist zu T_{loss} des gemeldeten Drehmomentverlusts $T_{loss,rep}$ hinzuzurechnen. Wenn $U_{T,loss}$ kleiner als 5 % von T_{loss} bzw. 1 Nm, dann $T_{loss,rep} = T_{loss}$.

$$T_{loss,rep} = T_{loss} + \text{MAX}(0, \Delta U_{T,loss})$$

$$\Delta U_{T,loss} = \text{MIN}((U_{T,loss} - 5 \% * T_{loss}), (U_{T,loss} - 1 \text{ Nm}))$$

Für jede Messserie ist die Gesamtunsicherheit $U_{T,loss}$ des Drehmomentverlusts anhand folgender Parameter zu berechnen:

- (1) Temperatureinfluss
- (2) Parasitäre Lasten
- (3) Kalibrierfehler (z. B. Empfindlichkeitstoleranz, Linearität, Hysterese und Wiederholbarkeit)

Die Gesamtunsicherheit des Drehmomentverlusts ($U_{T,loss}$) basiert auf den Unsicherheiten der Sensoren bei einem Vertrauensbereich von 95 %. Zur Berechnung wird die Quadratwurzel aus der Summe von Quadraten gezogen („Gaußsches Fehlerfortpflanzungsgesetz“).

$$U_{T,loss} = \sqrt{U_{T,in}^2 + \left(\frac{U_{T,out}}{i_{gear}}\right)^2}$$

$$U_{T,in/out} = 2 * \sqrt{u_{TKC}^2 + u_{TK0}^2 + u_{cal}^2 + u_{para}^2}$$

$$u_{TKC} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{w_{tkc}}{K_{ref}} * \Delta K * T_c$$

$$u_{TK0} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{w_{tk0}}{K_{ref}} * \Delta K * T_n$$

$$u_{cal} = 1 * \frac{W_{cal}}{k_{cal}} * T_n$$

$$u_{para} = \frac{1}{\sqrt{3}} * w_{para} * T_n$$

$$w_{para} = sens_{para} * i_{para}$$

dabei gilt:

T_{loss}	=	Gemessener Drehmomentverlust (unkorrigiert) [Nm]
$T_{loss,rep}$	=	Gemeldeter Drehmomentverlust (nach Korrektur der Unsicherheit) [Nm]
$U_{T,loss}$	=	Gesamte erweiterte Unsicherheit bei der Messung des Drehmomentverlusts bei einem Vertrauensbereich von 95 % [Nm]
$u_{T,in/out}$	=	Messunsicherheit für die Eingangs-/Ausgangsdrehmomentverluste, getrennt nach Eingangs- und Ausgangsdrehmomentsensor [Nm]
i_{gear}	=	Gangübersetzung [-]
u_{TKC}	=	Durch den Temperatureinfluss bedingte Unsicherheit am Signal für das momentane Drehmoment [Nm]
w_{tkc}	=	Temperatureinfluss am Signal für das momentane Drehmoment pro K_{ref} gemäß Angaben des Sensorherstellers [%]
u_{TK0}	=	Durch den Temperatureinfluss bedingte Unsicherheit am Nulldrehmomentsignal (bezogen auf das Nenndrehmoment) [Nm]
w_{tk0}	=	Temperatureinfluss am Nulldrehmomentsignal pro K_{ref} (bezogen auf das Nenndrehmoment) gemäß Angaben des Sensorherstellers [%]
K_{ref}	=	Bezugstemperaturbereich für u_{TKC} und u_{TK0} , w_{tk0} und w_{tkc} gemäß Angaben des Sensorherstellers [K]
ΔK	=	Zwischen Kalibrierung und Messung vorliegende Differenz der Sensortemperatur [K]. Sollte die Sensortemperatur nicht gemessen werden können, muss der Standardwert von $\Delta K = 15$ K verwendet werden.
T_c	=	Momentaner/gemessener Drehmomentwert am Drehmomentsensor [Nm]
T_n	=	Nenndrehmomentwert des Drehmomentsensors [Nm]
u_{cal}	=	Durch die Kalibrierung des Drehmomentsensors bedingte Unsicherheit [Nm]
W_{cal}	=	Relative Kalibrierunsicherheit (bezogen auf das Nenndrehmoment) [%]
k_{cal}	=	Kalibrierungsfortschrittsfaktor (sofern vom Sensorhersteller angegeben, andernfalls = 1)
u_{para}	=	Durch parasitäre Lasten bedingte Unsicherheit [Nm]

$$w_{\text{para}} = \text{sens}_{\text{para}} * i_{\text{para}}$$

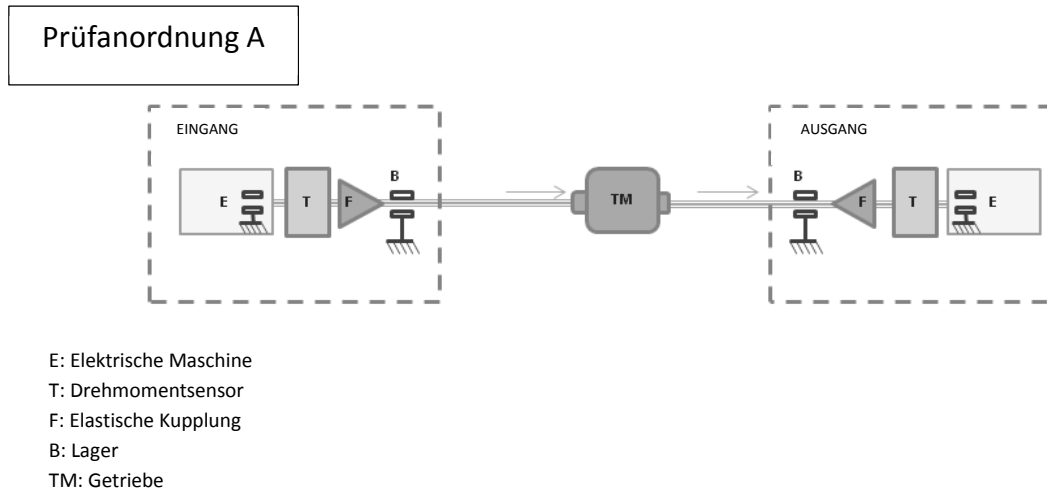
Relativer Einfluss von Kräften und Biegemomenten, die durch Versatz verursacht werden [%]

$\text{sens}_{\text{para}}$ = Maximaler Einfluss parasitärer Lasten auf den jeweiligen Drehmomentsensor gemäß Angaben des Sensorherstellers [%]; wurde kein spezifischer Wert für parasitäre Lasten vom Sensorhersteller angegeben, wird als Wert 1,0 % festgelegt

i_{para} = Maximaler Einfluss parasitärer Lasten auf den jeweiligen Drehmomentsensor in Abhängigkeit von der Prüfanordnung (A/B/C gemäß nachstehender Festlegung).

= A) 10 % für den Fall, dass Lager die parasitären Lasten vor und hinter dem Sensor isolieren und dass am Sensor eine elastische Kupplung (oder Kardanwelle) funktional montiert ist (vor- oder nachgelagert); darüber hinaus können diese Lager in einer Antriebs-/Bremsmaschine (z. B. einer elektrischen Maschine) und/oder im Getriebe integriert sein, sofern die Kräfte in der Maschine und/oder im Getriebe vom Sensor ferngehalten werden. Siehe Abbildung 3.

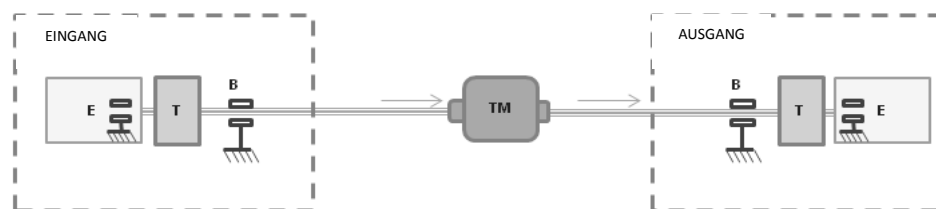
Abbildung 3 Prüfanordnung A für Option 3



- = **B)** 50 % für den Fall, dass Lager die parasitären Lasten vor und hinter dem Sensor isolieren und dass am Sensor keine elastische Kupplung funktional montiert ist; darüber hinaus können diese Lager in einer Antriebs-/Bremsmaschine (z. B. einer elektrischen Maschine) und/oder im Getriebe integriert sein, sofern die Kräfte in der Maschine und/oder im Getriebe vom Sensor ferngehalten werden. Siehe Abbildung 4.

Abbildung 4 Prüfanordnung B für Option 3

Prüfanordnung B



E: Elektrische Maschine
T: Drehmomentsensor
B: Lager
TM: Getriebe

= C) 100 % für alle anderen Prüfaufbauten

3.4. Ergänzung zu den Eingabedateien für das Simulationsinstrument

Für jeden Gang ist eine Abbildung der Drehmomentverluste zu ermitteln, in der die festgelegten Eingangsdrehzahl- und Eingangsdrehmomentstufen enthalten sind, und zwar mit einer der angegebenen Prüfoptionen oder den Pauschalwerten für den Drehmomentverlust. Hinsichtlich der Eingabedatei für das Simulationsinstrument muss diese Grundabbildung der Drehmomentverluste gemäß folgender Beschreibung ergänzt werden:

- 3.4.1. In den Fällen, in denen es sich bei der höchsten geprüften Eingangsdrehzahl um die letzte Drehzahlstufe unterhalb des festgelegten zulässigen Höchstwerts für die Getriebedrehzahl handelt, ist eine Extrapolation des Drehmomentverlusts bis zur höchsten Drehzahl mit linearer Regression anhand der beiden letzten gemessenen Drehzahlstufen vorzunehmen.
- 3.4.2. In den Fällen, in denen es sich bei dem höchsten geprüften Eingangsdrehmoment um die letzte Drehmomentstufe unterhalb des festgelegten zulässigen Höchstwerts für das Getriebedrehmoment handelt, ist eine Extrapolation des Drehmomentverlusts bis zum höchsten Drehmoment mit linearer Regression anhand der beiden letzten gemessenen Drehmomentstufen für die zugehörige Drehzahlstufe vorzunehmen. Um Toleranzen des Motordrehmoments usw. zu berücksichtigen, nimmt das Simulationsinstrument erforderlichenfalls eine Extrapolation des Drehmomentverlusts für Eingangsdrehmomentwerte vor, die bis zu 10 % über dem festgelegten zulässigen Höchstwert für das Getriebedrehmoment liegen.
- 3.4.3. Für den Fall, dass eine Extrapolation der Drehmomentverlustwerte gleichzeitig sowohl für den Höchstwert der Eingangsdrehzahl als auch für den Höchstwert des Eingangsdrehmoments vorgenommen wird, ist der Drehmomentverlust für den

gemeinsamen Punkt von höchster Drehzahl und höchstem Drehmoment anhand einer zweidimensionalen linearen Extrapolation zu berechnen.

- 3.4.4. Sollte das höchste Ausgangsdrehmoment 10 kNm überschreiten (bei einem theoretischen verlustfreien Getriebe) und/oder bei allen Drehzahl- und Drehmomentpunkten, bei denen die Eingangsleistung höher ist als die angegebene maximale Eingangsleistung, ist es dem Hersteller gestattet, die Drehmomentverlustwerte für alle Drehmomente über 10 kNm und/oder für alle Drehzahl- und Drehmomentpunkte mit einer höheren Eingangsleistung als der angegebenen maximalen Eingangsleistung zu verwenden, und zwar jeweils von einer der folgenden Möglichkeiten:

- (1) Berechnete Ausweichwerte (Anlage 8)
- (2) Option 1
- (3) Option 2 oder 3 in Kombination mit einem Drehmomentsensor für höhere Ausgangsdrehmomentwerte
(falls erforderlich)

Für die Fälle i und ii in Option 2 sind die Drehmomentverluste bei Last an demjenigen Eingangsdrehmoment zu messen, das einem Ausgangsdrehmoment von 10 kNm und/oder der angegebenen maximalen Eingangsleistung entspricht.

- 3.4.5. Für Drehzahlen unter der festgelegten Minstdrehzahl und für die zusätzliche Eingangsdrehzahlstufe von 0 U/min sind die für die kleinste Drehzahlstufe ermittelten gemeldeten Drehmomentverluste zu übernehmen.
- 3.4.6. Zur Erfassung des Bereichs mit den negativen Eingangsdrehmomentwerten beim Ausrollen sind für diese negativen Werte die Drehmomentverlustwerte für die entsprechenden positiven Eingangsdrehmomentwerte zu übernehmen.
- 3.4.7. Mit Zustimmung einer Genehmigungsbehörde können die Drehmomentverluste für die Eingangsdrehzahlen unter 1000 U/min durch die Drehmomentverluste bei 1000 U/min ersetzt werden, wenn die Messung aus technischen Gründen nicht möglich ist.
- 3.4.8. Ist die Messung von Drehzahlpunkten aus technischen Gründen nicht möglich (z. B. aufgrund der Eigenfrequenz), ist es dem Hersteller gestattet, die Drehmomentverluste mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde durch Interpolation oder Extrapolation zu berechnen (diese Möglichkeit ist auf max. 1 Drehzahlstufe pro Gang begrenzt).
- 3.4.9. Die Daten für die Abbildung der Drehmomentverluste sind gemäß den Angaben in Anlage 12 dieses Anhangs zu formatieren und zu speichern.

4. Drehmomentwandler

Als Kenndaten des Drehmomentwandlers müssen für die Eingabe in das Simulationsinstrument folgende Werte bestimmt werden: $T_{pum1000}$ (Bezugsdrehmoment bei einer Eingangsdrehzahl von 1000 U/min) und μ (Drehmomentverhältnis des Drehmomentwandlers). Beide Werte hängen vom Übersetzungsverhältnis ν (= Drehzahl am Ausgang (Turbinenrad)/Drehzahl am Eingang (Pumpenrad) für den Drehmomentwandler) des Drehmomentwandlers ab.

Zur Bestimmung der Kenndaten des Wandlers muss der Antragsteller für die Zertifizierung – unabhängig von der gewählten Option für die Beurteilung der Drehmomentverluste des Getriebes – folgendes Verfahren anwenden.

Zur Berücksichtigung der beiden möglichen Anordnungen des Wandlers und der mechanischen Getriebeteile wird wie folgt zwischen Fall S und Fall P unterschieden:

Fall S: Wandler und mechanische Getriebeteile in serieller Anordnung

Fall P: Wandler und mechanische Getriebeteile in paralleler Anordnung (Anlage mit Leistungsteilung)

Bei Anordnungen gemäß Fall S können die Kenndaten des Wandlers entweder gesondert vom mechanischen Getriebe oder zusammen mit diesem bewertet werden. Bei Anordnungen gemäß Fall P ist die Bewertung der Kenndaten des Wandlers nur zusammen mit dem mechanischen Getriebe möglich. In diesem Fall sowie bei den zu messenden hydromechanischen Getrieben gilt die gesamte Anordnung, d. h. Drehmomentwandler und mechanisches Getriebe, als Wandler mit ähnlichen Kennlinien wie bei einem einzigen Drehmomentwandler.

Zur Bestimmung der Kenndaten des Drehmomentwandlers können zwei Messoptionen verwendet werden:

- i) Option A: Messung bei konstanter Eingangsdrehzahl
- ii) Option B: Messung bei konstantem Eingangsdrehmoment gemäß SAE J643

Bei Anordnungen gemäß Fällen S und P kann der Hersteller zwischen Option A und B wählen.

Im Hinblick auf die Eingabe in das Simulationsinstrument sind das Drehmomentverhältnis μ und das Bezugsdrehmoment T_{pum} des Drehmomentwandlers für einen Bereich von $\nu \leq 0,95$ (= Fahrzeug im Fahrbetrieb) zu messen. Der Bereich von $\nu \geq 1,00$ (= ausrollendes Fahrzeug) kann entweder gemessen oder den Pauschalwerten aus Tabelle 1 entnommen werden.

Bei Messungen, die zusammen mit einem mechanischen Getriebe erfolgen, kann der Freilaufpunkt von $\nu = 1,00$ abweichen, so dass der Bereich der gemessenen Übersetzungsverhältnisse entsprechend angepasst werden muss.

Bei Verwendung von Pauschalwerten dürfen die Daten, die als Kenndaten des Drehmomentwandlers in das Simulationsinstrument eingegeben werden, nur für den

Bereich von $v \leq 0,95$ (oder das angepasste Übersetzungsverhältnis) gelten. Das Simulationsinstrument fügt automatisch die Pauschalwerte für Freilaufbedingungen hinzu.

Tabelle 1: Pauschalwerte für $v \geq 1,00$

v	μ	$T_{pum1000}$
1,000	1,0000	0,00
1,100	0,9999	-40,34
1,222	0,9998	-80,34
1,375	0,9997	-136,11
1,571	0,9996	-216,52
1,833	0,9995	-335,19
2,200	0,9994	-528,77
2,500	0,9993	-721,00
3,000	0,9992	-1122,00
3,500	0,9991	-1648,00
4,000	0,9990	-2326,00
4,500	0,9989	-3182,00
5,000	0,9988	-4242,00

4.1. Option A: Gemessene Kenndaten des Drehmomentwandlers bei konstanter Drehzahl

4.1.1. Allgemeine Anforderungen

Der für die Messungen verwendete Drehmomentwandler muss den Zeichnungsvorgaben für Seriendrehmomentwandler entsprechen.

Änderungen am Wandler sind zulässig, wenn sie mit dem Ziel vorgenommen werden, dass die in diesem Anhang genannten Prüfvorschriften erfüllt werden, z. B. zur Anbringung von Messsensoren.

Auf Verlangen der Genehmigungsbehörde muss der Antragsteller für die Zertifizierung erklären und nachweisen, dass er die in diesem Anhang aufgeführten Anforderungen erfüllt.

4.1.2. Öltemperatur

Die Öltemperatur am Eingang des Wandlers muss folgende Anforderungen erfüllen:

Die Öltemperatur für Messungen am Wandler, die unabhängig vom Getriebe erfolgen, muss $90\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ betragen.

Die Öltemperatur für Messungen am Wandler, die zusammen mit dem Getriebe erfolgen (Fälle S und P), muss $90\text{ °C} \pm 20/3\text{ K}$ betragen.

Die Öltemperatur muss am Ablassstopfen oder im Ölsumpf gemessen werden.

Für den Fall, dass die Kenndaten des Wandlers gesondert vom Getriebe gemessen werden, muss die Messung der Öltemperatur vor dem Prüfstand/der Prüftrommel für den Wandler erfolgen.

4.1.3. Öldurchsatz und Öldruck

Der Öldurchsatz am Wandlereingang und der Öldruck am Wandlerausgang sind in den für den Betrieb des Drehmomentwandlers angegebenen Grenzwerten zu halten, die von der zugehörigen Getriebeart und der geprüften maximalen Eingangsdrehzahl abhängig sind.

4.1.4. Ölqualität/Ölviskosität

Siehe Angaben für die Getriebeprüfung in den Absätzen 3.1.2.5.3 und 3.1.2.5.4.

4.1.5. Montage

Der Drehmomentwandler ist mit einem Drehmoment- und einem Drehzahlsensor sowie einer elektrischen Maschine an seiner Eingangs- und Ausgangswelle auf einen Prüfstand zu montieren.

4.1.6. Messeinrichtungen

Die Anlagen des Kalibrierlabors müssen die Anforderungen von ISO/TS 16949, den ISO 9000 Reihen oder von ISO/IEC 17025 erfüllen. Sämtliche Laboreinrichtungen für Referenzmessungen, die zur Kalibrierung und/oder Überprüfung verwendet werden, müssen auf nationale (internationale) Normen zurückführbar sein.

4.1.6.1. Drehmoment

Die Messunsicherheit der Drehmomentsensoren muss unter 1 % des gemessenen Drehmoments liegen.

Der Einsatz von Drehmomentsensoren mit höheren Messunsicherheiten ist dann zulässig, wenn sich der Teil der Unsicherheit, der 1 % des gemessenen Drehmoments überschreitet, errechnen lässt und zum gemessenen Drehmomentverlust gemäß Absatz 4.1.7 hinzugerechnet wird.

4.1.6.2. Drehzahl

Die Unsicherheit der Drehzahlsensoren darf höchstens $\pm 1\text{ U/min}$ betragen.

4.1.6.3. Temperatur

Die Unsicherheit der für die Messung der Umgebungstemperatur eingesetzten Temperatursensoren darf höchstens $\pm 1,5\text{ K}$ betragen.

Die Unsicherheit der für die Messung der Öltemperatur eingesetzten Temperatursensoren darf höchstens $\pm 1,5$ K betragen.

4.1.7. Prüfverfahren

4.1.7.1. Kompensation Nulldrehmomentsignal

Siehe Angaben in Absatz 3.1.6.1.

4.1.7.2. Messsequenz

4.1.7.2.1. Die Eingangsdrehzahl n_{pum} des Wandlers ist auf eine konstante Drehzahl zu bringen, die innerhalb des folgenden Bereichs liegt:

$$1000 \text{ U/min} \leq n_{pum} \leq 2000 \text{ U/min}$$

4.1.7.2.2. Das Übersetzungsverhältnis ν ist so anzupassen, dass die Ausgangsdrehzahl n_{tur} von 0 U/min bis zum festgelegten Wert n_{pum} erhöht wird.

4.1.7.2.3. Für den Bereich des Übersetzungsverhältnisses, der zwischen 0 und 0,6 liegt, ist als Schrittweite 0,1 zu verwenden, für den Bereich zwischen 0,6 und 0,95 hingegen 0,05.

4.1.7.2.4. Als Obergrenze für das Übersetzungsverhältnis kann vom Hersteller ein Wert unter 0,95 festgelegt werden. In diesem Fall sind mindestens sieben gleichmäßig verteilte Punkte zwischen $\nu = 0$ und einem Wert von $\nu < 0,95$ im Rahmen der Messung zu erfassen.

4.1.7.2.5. Bei jedem Schritt sind mindestens 3 Sekunden zur Stabilisierung innerhalb der in Absatz 4.1.2 festgelegten Temperaturgrenzwerte notwendig. Erforderlichenfalls kann die Stabilisierungszeit durch den Hersteller auf maximal 60 Sekunden verlängert werden. Während der Stabilisierung ist die Öltemperatur aufzuzeichnen.

4.1.7.2.6. Bei jedem Schritt sind die in Absatz 4.1.8 angegebenen Signale 3 bis 15 Sekunden lang für den Prüfpunkt aufzuzeichnen.

4.1.7.2.7. Die Messsequenz (Absätze 4.1.7.2.1 bis 4.1.7.2.6) muss insgesamt zweimal durchgeführt werden.

4.1.8. Messsignale und Datenaufzeichnung

Während der Messung sind mindestens folgende Signale aufzuzeichnen:

- (1) Drehmoment am Eingang (Pumpenrad) $T_{c,pum}$ [Nm]
- (2) Drehmoment am Ausgang (Turbinenrad) $T_{c,tur}$ [Nm]
- (3) Drehzahl am Eingang (Pumpenrad) n_{pum} [U/min]
- (4) Drehzahl am Ausgang (Turbinenrad) n_{tur} [U/min]
- (5) Öltemperatur am Wandlereingang KTC_{in} [°C]

Die Abtast- und Aufzeichnungsrate muss mindestens 100 Hz betragen.

Zur Vermeidung von Messfehlern ist ein Tiefpassfilter zu verwenden.

4.1.9. Validierung der Messwerte

4.1.9.1. Für jede der beiden Messungen ist das arithmetische Mittel von Drehmoment und Drehzahl für die 3 bis 15 Sekunden langen Messungen zu berechnen.

4.1.9.2. Die in beiden Messserien gemessenen Werte für das Drehmoment und die Drehzahl sind zu mitteln (arithmetisches Mittel).

4.1.9.3. Die Abweichung zwischen den gemittelten Drehmomentwerten beider Messserien muss unter $\pm 5\%$ des gemittelten Werts bzw. $\pm 1\text{ Nm}$ liegen (es gilt der jeweils größere Wert). Es muss das arithmetische Mittel der beiden gemittelten Drehmomentwerte verwendet werden. Liegt eine größere Abweichung vor, ist für die Absätze 4.1.10. und 4.1.11. folgender Wert zu verwenden; alternativ kann die Prüfung für den Wandler wiederholt werden.

- für die Berechnung von $\Delta U_{T,pum/tur}$: kleinster gemittelter Drehmomentwert für $T_{c,pum/tur}$

- für die Berechnung des Drehmomentverhältnisses μ : größter gemittelter Drehmomentwert für $T_{c,pum}$

- für die Berechnung des Drehmomentverhältnisses μ : kleinster gemittelter Drehmomentwert für $T_{c,tur}$

- für die Berechnung des Bezugsdrehmoments $T_{pum1000}$: kleinster gemittelter Drehmomentwert für $T_{c,pum}$

4.1.9.4. Die gemessenen und gemittelten Werte für die Drehzahl und das Drehmoment an der Eingangswelle müssen für jeden gemessenen Betriebspunkt in der gesamten Übersetzungsverhältnissreihe weniger als $\pm 5\text{ U/min}$ und $\pm 5\text{ Nm}$ des Einstellungspunkts für Drehzahl und Drehmoment betragen.

4.1.10. Messunsicherheit

Der Teil der errechneten Messunsicherheit $U_{T,pum/tur}$, der 1% des gemessenen Drehmoments $T_{c,pum/tur}$ überschreitet, ist für die Korrektur des Kennwerts für den Wandler gemäß folgender Festlegung zu verwenden.

$$\Delta U_{T,pum/tur} = \text{MAX}(0, (U_{T,pum/tur} - 0,01 * T_{c,pum/tur}))$$

Die Messunsicherheit $U_{T,pum/tur}$ für das Drehmoment ist anhand des folgenden Parameters zu berechnen:

i) Kalibrierfehler (z. B. Empfindlichkeitstoleranz, Linearität, Hysterese und Wiederholbarkeit)

Die Messunsicherheit ($U_{T,pum/tur}$) für das Drehmoment basiert auf den Unsicherheiten der Sensoren bei einem Vertrauensbereich von 95% .

$$U_{T,pum/tur} = 2 * u_{cal}$$

$$u_{cal} = 1 * \frac{W_{cal}}{k_{cal}} * T_n$$

dabei gilt:

$T_{c,pum/tur}$	=	Momentaner/gemessener Drehmomentwert am Eingangs-/Ausgangsdrehmomentsensor [Nm]
T_{pum}	=	Drehmoment am Eingang (Pumpenrad) (nach Korrektur der Unsicherheit) [Nm]
$U_{T,pum/tur}$	=	Messunsicherheit für das Eingangs-/Ausgangsdrehmoment bei einem Vertrauensbereich von 95 %, getrennt nach Eingangs- und Ausgangsdrehmomentsensor [Nm]
T_n	=	Nenndrehmomentwert des Drehmomentsensors [Nm]
u_{cal}	=	Durch die Kalibrierung des Drehmomentsensors bedingte Unsicherheit [Nm]
W_{cal}	=	Relative Kalibrierunsicherheit (bezogen auf das Nenndrehmoment) [%]
k_{cal}	=	Kalibrierungsfortschrittsfaktor (sofern vom Sensorhersteller angegeben, andernfalls = 1)

4.1.11. Berechnung der Kenndaten des Wandlers

Für jeden Messpunkt sind die Messdaten folgenden Berechnungen zu unterziehen:

Das Drehmomentverhältnis des Wandlers errechnet sich aus:

$$\mu = \frac{T_{c,tur} - \Delta U_{T,tur}}{T_{c,pum} + \Delta U_{T,pum}}$$

Das Übersetzungsverhältnis des Wandlers errechnet sich aus:

$$v = \frac{n_{tur}}{n_{pum}}$$

Das Bezugsdrehmoment bei 1000 U/min errechnet sich aus:

$$T_{pum1000} = (T_{c,pum} - \Delta U_{T,pum}) * \left(\frac{1000 \text{ U/min}}{n_{pum}} \right)^2$$

dabei gilt:

μ	=	Drehmomentverhältnis des Wandlers [-]
v	=	Übersetzungsverhältnis des Wandlers [-]
$T_{c, pum}$	=	Drehmoment am Eingang (Pumpenrad) (korrigiert) [Nm]
n_{pum}	=	Drehzahl am Eingang (Pumpenrad) [U/min]

n_{tur} = Drehzahl am Ausgang (Turbinenrad) [U/min]

$T_{pum1000}$ = Bezugsdrehmoment bei 1000 U/min [Nm]

4.2. Option B: Messung bei konstantem Eingangs-drehmoment (gemäß SAE J643)

4.2.1. Allgemeine Anforderungen

Siehe Angaben in Absatz 4.1.1.

4.2.2. Öltemperatur

Siehe Angaben in Absatz 4.1.2.

4.2.3. Öldurchsatz und Öldruck

Siehe Angaben in Absatz 4.1.3.

4.2.4. Ölqualität

Siehe Angaben in Absatz 4.1.4.

4.2.5. Montage

Siehe Angaben in Absatz 4.1.5.

4.2.6. Messeinrichtungen

Siehe Angaben in Absatz 4.1.6.

4.2.7. Prüfverfahren

4.2.7.1. Kompensation Nulldrehmomentsignal

Siehe Angaben in Absatz 3.1.6.1.

4.1.7.2. Messsequenz

4.2.7.2.1. Als Eingangs-drehmoment T_{pum} ist ein positiver Wert bei $n_{pum} = 1000$ U/min einzustellen, wobei die Ausgangswelle des Wandlers nicht rotieren darf (Ausgangs-drehzahl $n_{tur} = 0$ U/min).

4.2.7.2.2. Das Übersetzungsverhältnis v ist so anzupassen, dass die Ausgangs-drehzahl n_{tur} von 0 U/min bis zu einem Wert von n_{tur} erhöht und der nutzbare Bereich von v mit mindestens sieben gleichmäßig verteilten Drehzahlpunkten erfasst wird.

4.2.7.2.3. Für den Bereich des Übersetzungsverhältnisses, der zwischen 0 und 0,6 liegt, ist als Schrittweite 0,1 zu verwenden, für den Bereich zwischen 0,6 und 0,95 hingegen 0,05.

4.2.7.2.4. Als Obergrenze für das Übersetzungsverhältnis kann vom Hersteller ein Wert unter 0,95 festgelegt werden.

4.2.7.2.5. Bei jedem Schritt sind mindestens 5 Sekunden zur Stabilisierung innerhalb der unter 4.2.2 festgelegten Temperaturgrenzwerte notwendig. Erforderlichenfalls kann die

Stabilisierungszeit durch den Hersteller auf maximal 60 Sekunden verlängert werden. Während der Stabilisierung muss die Öltemperatur aufgezeichnet werden.

4.2.7.2.6. Bei jedem Schritt sind die unter 4.2.8 angegebenen Werte 5 bis 15 Sekunden lang für den Prüfpunkt aufzuzeichnen.

4.2.7.2.7. Die Messsequenz (Absätze 4.2.7.2.1 bis 4.2.7.2.6) ist insgesamt zweimal durchzuführen.

4.2.8. Messsignale und Datenaufzeichnung

Siehe Angaben in Absatz 4.1.8.

4.2.9. Validierung der Messwerte

Siehe Angaben in Absatz 4.1.9.

4.2.10. Messunsicherheit

Siehe Angaben in Absatz 4.1.9.

4.2.11. Berechnung der Kenndaten des Wandlers

Siehe Angaben in Absatz 4.1.11.

5. Sonstige Drehmoment übertragende Bauteile

Gegenstand dieses Abschnitts sind unter anderem Motorbremsen, Getriebebremsen, Antriebsstrangbremsen und Bauteile, die im Sinne des Simulationsinstruments als Dauerbremseinrichtungen gelten. Zu diesen Bauteilen zählen z. B. Anfahrelemente für Fahrzeuge wie einfache nasse Getriebeeingangskupplungen oder hydrodynamische Kupplungen.

5.1. Verfahren zur Ermittlung der Schleppverluste von Dauerbremseinrichtungen

Beim Schleppdrehmomentverlust einer Dauerbremseinrichtung handelt es sich um eine Funktion der Drehzahl des Bremsenrotors. Da für die Dauerbremseinrichtung verschiedene Einbauorte innerhalb des Antriebsstrangs des Fahrzeugs in Frage kommen, ist die Drehzahl des Bremsenrotors vom Antriebsteil (= Drehzahlreferenz) und vom Übersetzungsverhältnis zwischen dem Antriebsteil und dem Bremsenrotor abhängig – siehe Tabelle 2.

Tabelle 2: Drehzahlen des Bremsenrotors

Anordnung	Drehzahlreferenz	Berechnung der Drehzahl des Bremsenrotors
A. Motorbremse	Motordrehzahl	$n_{retarder} = n_{engine} * i_{step-up}$
B. Getriebe-eingangsbremse	Drehzahl der Getriebeeingangswelle	$n_{retarder} = n_{transm.input} * i_{step-up}$ $= n_{transm.output} * i_{transm} * i_{step-up}$
C. Getriebeausgangsbremse oder Kardanwellenbremse	Drehzahl der Getriebeausgangswelle	$n_{retarder} = n_{transm.output} * i_{step-up}$

dabei gilt:

$i_{step-up}$ = Übersetzungsverhältnis ins Schnelle = Drehzahl des Bremsenrotors/Drehzahl des Antriebsteils

i_{transm} = Übersetzungsverhältnis = Getriebeeingangsdrehzahl/Getriebeausgangsdrehzahl

Dauerbremseinrichtungen, die untrennbar in den Motor eingebaut sind, müssen zusammen mit dem Motor geprüft werden. Diese untrennbar in den Motor eingebauten Dauerbremseinrichtungen sind nicht Gegenstand dieses Abschnitts.

Für Dauerbremseinrichtungen, die vom Antriebsstrang oder Motor durch gleich welche Art von Kupplung getrennt werden können, gilt im getrennten Zustand eine Rotordrehzahl von null, wodurch sich keinerlei Leistungsverluste ergeben.

Die Messung der Schleppverluste der Bremseinrichtungen muss anhand eines der beiden folgenden Verfahren erfolgen:

- (1) Messung an der Dauerbremseinrichtung als Einzelkomponente
- (2) Messung zusammen mit dem Getriebe

5.1.1. Allgemeine Anforderungen

Falls die Verluste an der Dauerbremseinrichtung als Einzelkomponente gemessen werden, wirken sich die Drehmomentverluste in den Lagern der Prüfanordnung auf die Messergebnisse aus. Es ist zulässig, diese Lagerverluste zu messen und anschließend von den Messergebnissen für die Schleppverluste der Bremseinrichtungen abzuziehen.

Der Hersteller muss dafür sorgen, dass die für die Messungen verwendete Dauerbremseinrichtung den Zeichnungsvorgaben für Seriadauerbremseinrichtungen entspricht.

Änderungen an der Dauerbremseinrichtung sind zulässig, wenn sie mit dem Ziel vorgenommen werden, dass die in diesem Anhang genannten Prüfanforderungen erfüllt werden, z. B. zur Anbringung von Messsensoren oder zur Anpassung externer Ölkonditionierungssysteme.

Auf Grundlage der in Anlage 6 dieses Anhangs beschriebenen Familie können die bei Getrieben mit Dauerbremseinrichtung gemessenen Schleppverluste für das gleiche (bzw. ein ähnliches) Getriebe ohne Dauerbremseinrichtung verwendet werden.

Zur Messung von Drehmomentverlusten bei Varianten mit und ohne Dauerbremseinrichtung ist es zulässig, die gleiche Getriebeeinheit zu verwenden.

Auf Verlangen der Genehmigungsbehörde muss der Antragsteller für die Zertifizierung erklären und nachweisen, dass die in diesem Anhang aufgeführten Anforderungen erfüllt werden.

5.1.2. Einlaufen

Auf Ersuchen des Antragstellers kann die Dauerbremseinrichtung einem Einlaufverfahren unterzogen werden. Folgende Bestimmungen gelten für ein Einlaufverfahren:

- 5.1.2.1 Für den Fall, dass der Hersteller die Dauerbremseinrichtung einem Einlaufverfahren unterzieht, darf die Einlaufzeit für die Bremseinrichtung ohne aufgebrachtes Drehmoment höchstens 100 Stunden betragen. Optional kann das Einlaufverfahren anteilig – bis zu 6 Stunden – mit aufgebrachtem Drehmoment durchgeführt werden.

5.1.3. Prüfbedingungen

5.1.3.1. Umgebungstemperatur

Die bei der Prüfung herrschende Umgebungstemperatur muss in einem Bereich von $25\text{ °C} \pm 10\text{ K}$ liegen.

Die Messung der Umgebungstemperatur muss 1 m seitlich neben der Dauerbremseinrichtung erfolgen.

5.1.3.2. Umgebungsdruck

Bei magnetischen Dauerbremseinrichtungen muss der Umgebungsdruck entsprechend der internationalen Standardatmosphäre (ISA) laut ISO 2533 mindestens 899 hPa betragen.

5.1.3.3. Öl- bzw. Wassertemperatur

Bei hydrodynamischen Dauerbremseinrichtungen:

Mit Ausnahme der Flüssigkeit ist keine externe Beheizung zulässig.

Für den Fall, dass die Prüfung als Einzelkomponente erfolgt, darf die Temperatur der Flüssigkeit (Öl oder Wasser) höchstens 87 °C betragen.

Erfolgt die Prüfung zusammen mit dem Getriebe, finden die für die Getriebeprüfung geltenden Grenzwerte für die Öltemperatur Anwendung.

5.1.3.4. Öl- bzw. Wasserqualität

Für die Prüfung muss neues, für den europäischen Markt empfohlenes Öl für die erste Befüllung verwendet werden.

Bei Dauerbremseinrichtungen auf Wasserbasis muss die Wasserqualität den Vorgaben genügen, die der Hersteller für die Bremseinrichtung festgelegt hat. Als Wasserdruck muss ein fester Wert eingestellt werden, der den Fahrzeugbedingungen nahekommt (relativer Druck von $1 \pm 0,2$ bar am Eingangsschlauch der Dauerbremseinrichtung).

5.1.3.5. Ölviskosität

Gibt es mehrere Empfehlungen für die erste Ölbefüllung, werden sie als gleichwertig behandelt, sofern sich ihre jeweilige kinematische Viskosität bei gleicher Temperatur um nicht mehr als 50 % voneinander unterscheidet (innerhalb des angegebenen Toleranzbereichs für KV100).

5.1.3.6. Öl- bzw. Wasserstand

Der Öl-/Wasserstand muss den für die Dauerbremseinrichtung geltenden Vorgaben genügen.

5.1.4. Montage

Die elektrische Maschine, der Drehmomentsensor und der Drehzahlsensor müssen an der Eingangsseite der Dauerbremseinrichtung bzw. des Getriebes montiert sein.

Beim der Anbringung muss für die Dauerbremseinrichtung (und das Getriebe) ein Neigungswinkel wie beim Einbau in das Fahrzeug gemäß Homologationszeichnung $\pm 1^\circ$ bzw. von $0^\circ \pm 1^\circ$ eingehalten werden.

5.1.5. Messeinrichtungen

Siehe Angaben für die Getriebeprüfung in Absatz 3.1.4.

5.1.6. Prüfverfahren

5.1.6.1. Kompensation Nulldrehmomentsignal:

Siehe Angaben für die Getriebeprüfung in Absatz 3.1.6.1.

5.1.6.2. Messequenz

Die Messequenz für die Drehmomentverluste bei der Prüfung der Dauerbremseinrichtung muss den für die Getriebeprüfung geltenden Bestimmungen gemäß Absatz 3.1.6.3.2 bis 3.1.6.3.5 entsprechen.

5.1.6.2.1. Messung an der Dauerbremseinrichtung als Einzelkomponente

Wird die Dauerbremseinrichtung als Einzelkomponente geprüft, muss die Messung der Drehmomentverluste unter Verwendung folgender Drehzahlpunkte erfolgen:

200, 400, 600, 900, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 und weiter bis zur maximalen Drehzahl des Bremsenrotors.

5.1.6.2.2. Messung zusammen mit dem Getriebe

5.1.6.2.2.1. Für den Fall, dass die Dauerbremseinrichtung zusammen mit einem Getriebe geprüft wird, muss der gewählte Getriebegang zulassen, dass die Dauerbremseinrichtung mit maximaler Rotordrehzahl betrieben wird.

5.1.6.2.2. Der Drehmomentverlust muss bei der Betriebsdrehzahl gemessen werden, die für die zugehörige Getriebeprüfung angegeben ist.

5.1.6.2.2.3. Auf Wunsch des Herstellers können bei Getriebeeingangsdrehzahlen von unter 600 U/min weitere Messpunkte hinzugefügt werden.

5.1.6.2.2.4. Der Hersteller hat die Möglichkeit, die Verluste der Dauerbremseinrichtung von den Verlusten des Getriebes insgesamt abzugrenzen, indem er die Prüfungen in der nachstehend beschriebenen Reihenfolge vornimmt:

- (1) Die Messung des lastunabhängigen Drehmomentverlusts für das gesamte Getriebe einschließlich Dauerbremseinrichtung erfolgt bei Prüfungen in einem der höheren Gänge gemäß Absatz 3.1.2

$$= T_{l,in,withret}$$

- (2) Die Dauerbremseinrichtung samt zugehöriger Teile wird durch Teile ersetzt, die für die entsprechende Getriebevariante ohne Dauerbremseinrichtung erforderlich sind. Die Messung von Punkt 1 wird wiederholt.

$$= T_{l,in,withoutret}$$

- (3) Zur Ermittlung des lastunabhängigen Drehmomentverlusts der Dauerbremseinrichtung werden die Differenzen zwischen den beiden Prüfdatensätzen berechnet

$$= T_{l,in,retsys} = T_{l,in,withret} - T_{l,in,withoutret}$$

5.1.7. Messsignale und Datenaufzeichnung

Siehe Angaben für die Getriebeprüfung in Absatz 3.1.5.

5.1.8. Validierung der Messwerte

Alle aufgezeichneten Daten müssen derart geprüft und verarbeitet werden, wie es für die Getriebeprüfung unter Absatz 3.1.7 beschrieben ist.

5.2. Ergänzung zu den für das Simulationsinstrument zu verwendenden Eingabedateien

5.2.1. Als Drehmomentverlust der Dauerbremseinrichtung für Drehzahlen unter der niedrigsten Messdrehzahl muss der bei dieser niedrigsten Messdrehzahl gemessene Drehmomentverlust eingestellt werden.

5.2.2. Für den Fall, dass die Verluste der Dauerbremseinrichtung durch Berechnung der Differenzen zwischen den Datensätzen (Prüfung mit und ohne Dauerbremseinrichtung, siehe Absatz 5.1.6.2.2.4) von den Gesamtverlusten abgegrenzt wurden, sind die tatsächlichen Drehzahlen des Bremsenrotors vom Einbauort der Dauerbremseinrichtung und/oder von der gewählten Gangübersetzung sowie vom Übersetzungsverhältnis der Dauerbremseinrichtung abhängig und können demnach von den gemessenen Drehzahlen an der Eingangswelle des Getriebes abweichen. Das Verhältnis zwischen den tatsächlichen Drehzahlen des Bremsenrotors und den gemessenen Schleppverlustdaten muss gemäß der Beschreibung in Absatz 5.1 (Tabelle 2) berechnet werden.

5.2.3. Die Daten für die Abbildung der Drehmomentverluste müssen gemäß den Angaben in Anlage 12 dieses Anhangs formatiert und gespeichert werden.

6. Zusätzliche Bauteile des Antriebsstrangs/Winkelgetriebe

6.1. Verfahren zur Ermittlung der Winkelgetriebeverluste

Die Winkelgetriebeverluste müssen entsprechend einem der folgenden Fälle ermittelt werden:

6.1.1. Fall A: Messung an einem separaten Winkelgetriebe

Für die Messung der Drehmomentverluste bei einem separaten Winkelgetriebe stehen die drei Optionen zur Verfügung, die für die Ermittlung der Getriebeverluste gelten:

Option 1: Gemessene drehmomentunabhängige Verluste und berechnete drehmomentabhängige Verluste (Getriebeprüfoption 1)

Option 2: Gemessene drehmomentunabhängige Verluste und gemessene drehmomentabhängige Verluste bei Volllast (Getriebeprüfoption 2)

Option 3: Messung unter Volllastpunkten (Getriebeprüfoption 3)

Die Winkelgetriebeverluste sind nach dem Verfahren gemäß der Beschreibung für die zugehörige Getriebeprüfoption in Absatz 3 zu messen, wobei für die Anforderungen folgende Abweichung gilt:

6.1.1.1. Geltender Drehzahlbereich:

Von 200 U/min (an der Welle, die mit dem Winkelgetriebe verbunden ist) bis zur maximalen Drehzahl gemäß Spezifikationen des Winkelgetriebes oder bis zur letzten Drehzahlstufe vor der festgelegten maximalen Drehzahl.

6.1.1.2 Größe der Drehzahlstufen: 200 U/min

6.1.2. Fall B: Einzelne Messung eines Winkelgetriebes, das mit einem Getriebe verbunden ist

Für den Fall, dass das Winkelgetriebe zusammen mit einem Getriebe geprüft wird, muss die Prüfung entsprechend einer der für die Getriebeprüfung festgelegten Optionen erfolgen:

Option 1: Gemessene drehmomentunabhängige Verluste und berechnete drehmomentabhängige Verluste (Getriebeprüfoption 1)

Option 2: Gemessene drehmomentunabhängige Verluste und gemessene drehmomentabhängige Verluste bei Volllast (Getriebeprüfoption 2)

Option 3: Messung unter Volllastpunkten (Getriebeprüfoption 3)

6.1.2.1. Der Hersteller hat die Möglichkeit, die Winkelgetriebeverluste von den Verlusten des Getriebes insgesamt abzugrenzen, indem er die Prüfungen in der nachstehend beschriebenen Reihenfolge vornimmt:

- (1) Der Drehmomentverlust für das gesamte Getriebe einschließlich Winkelgetriebe wird gemäß den Angaben für die entsprechende Getriebeprüfoption gemessen

$$= T_{l,in,withad}$$

- (2) Das Winkelgetriebe samt zugehöriger Teile wird durch Teile ersetzt, die für die entsprechende Getriebevariante ohne Winkelgetriebe erforderlich sind. Die Messung von Punkt 1 wird wiederholt.

$$= T_{l,in,withoutad}$$

- (3) Zur Ermittlung des Drehmomentverlusts des Winkelgetriebes werden die Differenzen zwischen den beiden Prüfdatensätzen

$$= T_{l,in,adsys} = T_{l,in,withad} - T_{l,in,withoutad}$$

6.2. Ergänzung zu den Eingabedateien für das Simulationsinstrument

- 6.2.1 Als Drehmomentverlust für Drehzahlen unter der oben genannten Mindestdrehzahl ist der Drehmomentverlust bei der Mindestdrehzahl einzustellen.
- 6.2.2. In den Fällen, in denen es sich bei der höchsten geprüften Eingangsdrehzahl des Winkelgetriebes um die letzte Drehzahlstufe unterhalb des festgelegten zulässigen Höchstwerts für die Winkelgetriebedrehzahl handelt, ist eine Extrapolation des Drehmomentverlusts bis zur höchsten Drehzahl mit linearer Regression anhand der beiden letzten gemessenen Drehzahlstufen vorzunehmen.
- 6.2.3. Zur Berechnung der Drehmomentverlustdaten für die Eingangswelle des mit dem Winkelgetriebe zu verbindenden Getriebes ist auf die lineare Interpolation und Extrapolation zurückzugreifen.

7. Übereinstimmung der zertifizierten CO₂-Emissionen und der für den Kraftstoffverbrauch maßgeblichen Eigenschaften
- 7.1. Alle Getriebe, Drehmomentwandler, sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteile und zusätzlichen Bauteile des Antriebsstrangs müssen so hergestellt werden, dass sie mit dem genehmigten Typ übereinstimmen, was die Beschreibung laut Zertifizierung und deren Anhängen anbelangt. Die zertifizierten CO₂-Emissionen und die für den Kraftstoffverbrauch maßgeblichen Eigenschaften müssen mit den Vorgaben nach Artikel 12 der Richtlinie 2007/46/EG übereinstimmen.
- 7.2. Der Drehmomentwandler, sonstige Drehmoment übertragende Bauteile und zusätzliche Bauteile des Antriebsstrangs sind von den Bestimmungen für die Prüfung der Übereinstimmung der Produktion nach Abschnitt 8 dieses Anhangs ausgenommen.
- 7.3. Die Übereinstimmung der zertifizierten CO₂-Emissionen und der für den Kraftstoffverbrauch maßgeblichen Eigenschaften muss anhand der Beschreibung in den Zertifizierungen laut Anlage 1 dieses Anhangs überprüft werden.
- 7.4. Die Übereinstimmung der zertifizierten CO₂-Emissionen und der für den Kraftstoffverbrauch maßgeblichen Eigenschaften muss entsprechend den in diesem Abschnitt genannten besonderen Bedingungen bewertet werden.
- 7.5. Einmal pro Jahr muss der Hersteller mindestens die Anzahl der Getriebe prüfen, die in Tabelle 3 angegeben ist, wobei die Gesamtproduktionszahl des Herstellers für Getriebe zugrunde gelegt wird. Zur Ermittlung der Produktionszahlen werden nur diejenigen Getriebe berücksichtigt, für die die in dieser Verordnung genannten Anforderungen gelten.
- 7.6. Jedes vom Hersteller geprüfte Getriebe muss repräsentativ für eine bestimmte Familie sein. Unbeschadet der Bestimmungen gemäß Absatz 7.10. muss nur ein Getriebe pro Familie geprüft werden.
- 7.7. Bei einer Jahresgesamtproduktion von 1001 bis 10 000 Getrieben muss die Wahl der Familie, an der die Prüfung erfolgen soll, gemeinsam vom Hersteller und der Genehmigungsbehörde getroffen werden.
- 7.8. Bei einer Jahresgesamtproduktion von mehr als 10 000 Getrieben muss stets die Getriebefamilie mit dem höchsten Produktionsvolumen geprüft werden. Der Hersteller muss der Genehmigungsbehörde gegenüber die Anzahl der durchgeführten Prüfungen und die Wahl der Familien begründen (z. B. durch Nachweis der Verkaufszahlen). Die Wahl der übrigen Familien, an denen die Prüfungen durchgeführt werden sollen, muss gemeinsam vom Hersteller und der Genehmigungsbehörde getroffen werden.

Tabelle 3: Stichprobengröße für die Übereinstimmungsprüfung

Jahresgesamtproduktion an Getrieben	Anzahl der Prüfungen
0 – 1 000	0
> 1 000 – 10 000	1
> 10 000 – 30 000	2
> 30 000	3
> 100 000	4

- 7.9. Für die Prüfungen, die hinsichtlich der Übereinstimmung der zertifizierten CO₂-Emissionen und der für den Kraftstoffverbrauch maßgeblichen Eigenschaften durchgeführt werden sollen, muss die Genehmigungsbehörde gemeinsam mit dem Hersteller die zu prüfenden Getriebetypen festlegen. Dabei muss die Genehmigungsbehörde sicherstellen, dass die ausgewählten Getriebearten nach denselben Normen hergestellt werden wie bei der Serienproduktion.
- 7.10. Liegt das Ergebnis einer Prüfung gemäß Nummer 8 über den in Absatz 8.1.3 genannten Angaben, müssen drei weitere Getriebe aus derselben Familie geprüft werden. Besteht mindestens ein weiteres Getriebe die Prüfung nicht, gelten die Bestimmungen von Artikel 23.

8. Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion

Zur Überprüfung der Übereinstimmung der für die CO₂-Emissionen und den Kraftstoffverbrauch maßgeblichen zertifizierten Eigenschaften ist in vorheriger Absprache zwischen einer Genehmigungsbehörde und dem Antragsteller folgendes Verfahren anzuwenden:

8.1. Übereinstimmungsprüfungen für Getriebe

8.1.1. Der Wirkungsgrad des Getriebes ist anhand des vereinfachten Verfahrens gemäß der Beschreibung in diesem Abschnitt zu ermitteln.

8.1.2.1. Es gelten sämtliche in diesem Anhang festgelegten Randbedingungen für die Zertifizierungsprüfung.

Werden für die Ölart, die Öltemperatur und den Neigungswinkel andere Randbedingungen verwendet, muss der Hersteller den Einfluss dieser Bedingungen und derer, die für die Zertifizierung betreffend den Wirkungsgrad verwendet wurden, deutlich aufzeigen.

8.1.2.2. Für die Messung muss dieselbe Prüfoption verwendet werden wie für die Zertifizierungsprüfung, begrenzt auf die Betriebspunkte gemäß Angaben in diesem Abschnitt.

8.1.2.2.1. Für den Fall, dass Option 1 für die Zertifizierungsprüfung verwendet wurde, müssen die drehmomentunabhängigen Verluste für die beiden Drehzahlen laut Angaben in Absatz 8.1.2.2.2 Ziffer 3 gemessen und für die Berechnung der Drehmomentverluste an den drei höchsten Drehmomentstufen verwendet werden.

Für den Fall, dass Option 2 für die Zertifizierungsprüfung verwendet wurde, müssen die drehmomentunabhängigen Verluste für die beiden Drehzahlen nach Absatz 8.1.2.2.2 Ziffer 3 gemessen werden. Die drehmomentabhängigen Verluste bei maximalem Drehmoment müssen bei denselben beiden Drehzahlen gemessen werden. Die Drehmomentverluste an den drei höchsten Drehmomentstufen müssen per Interpolation gemäß der Beschreibung im Zertifizierungsverfahren ermittelt werden.

Für den Fall, dass Option 3 für die Zertifizierungsprüfung verwendet wurde, müssen die Drehmomentverluste für die 18 Betriebspunkte nach den Angaben in Absatz 8.1.2.2.2 gemessen werden.

8.1.2.2.2. Der Wirkungsgrad des Getriebes muss für 18 Betriebspunkte ermittelt werden, für die folgende Anforderungen gelten:

(1) Zu verwendende Gänge:

Für die Prüfung müssen die 3 höchsten Gänge des Getriebes verwendet werden.

(2) Drehmomentbereich:

Es müssen die 3 höchsten Drehmomentstufen, die für die Zertifizierung gemeldet wurden, geprüft werden.

(3) Drehzahlbereich:

Es müssen folgende zwei Eingangsdrehzahlen des Getriebes geprüft werden: 1200 U/min und 1600 U/min.

- 8.1.2.3 Für jeden der 18 Betriebspunkte muss der Wirkungsgrad des Getriebes anhand folgender Gleichung berechnet werden:

$$\eta_i = \frac{T_{out} \cdot n_{out}}{T_{in} \cdot n_{in}}$$

dabei gilt:

η_i = Wirkungsgrad jedes Betriebspunkts von 1 bis 18

T_{out} = Ausgangsdrehmoment [Nm]

T_{in} = Eingangsdrehmoment [Nm]

n_{in} = Eingangsdrehzahl [U/min]

n_{out} = Ausgangsdrehzahl [U/min]

- 8.1.2.4 Der Gesamtwirkungsgrad während der Prüfungen, die hinsichtlich der Übereinstimmung der zertifizierten CO₂-Emissionen und der für den Kraftstoffverbrauch maßgeblichen Eigenschaften durchgeführt werden ($\eta_{A,CoP}$), errechnet sich aus dem arithmetischen Mittel der Wirkungsgrade aller 18 Betriebspunkte.

$$\eta_{A,CoP} = \frac{\eta_1 + \eta_2 + [...] + \eta_{18}}{18}$$

- 8.1.3 Die Prüfung, die hinsichtlich der Übereinstimmung der zertifizierten CO₂-Emissionen und der für den Kraftstoffverbrauch maßgeblichen Eigenschaften durchgeführt wird, gilt als bestanden, wenn folgende Bedingung zutrifft:

Der Wirkungsgrad des geprüften Getriebes während der Prüfung, die hinsichtlich der Übereinstimmung der zertifizierten CO₂-Emissionen und der für den Kraftstoffverbrauch maßgeblichen Eigenschaften durchgeführt wird ($\eta_{A,CoP}$), darf nicht unter $X\%$ des für den Getriebetyp genehmigten Wirkungsgrads $\eta_{A,TA}$ liegen.

$$\eta_{A,TA} - \eta_{A,CoP} = X$$

Bei Schaltgetrieben, automatisierten Schaltgetrieben und Doppelkupplungsgetrieben muss X durch 1,5 % und bei Automatikgetrieben bzw. bei Getrieben mit mehr als 2 Reibungsschaltkupplungen durch 3 % ersetzt werden.

Anlage 1

MUSTER EINER BESCHEINIGUNG FÜR EIN BAUTEIL, EINE SELBSTÄNDIGE TECHNISCHE EINHEIT ODER EIN SYSTEM

Größtes Format: A4 [210 x 297 mm]

BESCHEINIGUNG DER EIGENSCHAFTEN EINER GETRIEBEFAMILIE/DREHMOMENTWANDLERFAMILIE/FAMILIE SONSTIGER DREHMOMENT ÜBERTRAGENDER BAUTEILE/FAMILIE ZUSÄTZLICHER BAUTEILE DES ANTRIEBSSTRANGS⁽¹⁾ IN BEZUG AUF DIE CO₂-EMISSIONEN UND DEN KRAFTSTOFFVERBRAUCH

Mitteilung über:

Stempel der Behörde

- die Erteilung⁽¹⁾
- die Erweiterung⁽¹⁾
- die Verweigerung⁽¹⁾
- den Entzug⁽¹⁾

einer Bescheinigung im Hinblick auf die Verordnung (EG) Nr. 595/2009, durchgeführt durch die
Verordnung Nr. ... [this Regulation].

Verordnung (EG) Nr. XXXXX und Verordnung Nr. ... [this Regulation], zuletzt geändert
durch

Nummer der Bescheinigung:

Hash:

Grund für die Erweiterung:

(1) Nichtzutreffendes streichen (trifft mehr als eine Angabe zu, ist unter Umständen nichts zu streichen).

ABSCHNITT I

- 0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)
- 0.2. Typ:
- 0.3. Kennzeichen zur Typidentifizierung, sofern am Bauteil vorhanden
 - 0.3.1. Stelle, an der diese Bezeichnung angebracht ist:
- 0.4. Name und Anschrift des Herstellers:
- 0.5. Bei Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten: Anbringungsstelle und Anbringungsart des EG-Typgenehmigungszeichens:
- 0.6. Namen und Anschriften der Fertigungsstätten:
- 0.7. (Gegebenenfalls) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers

ABSCHNITT II

1. (Gegebenenfalls) zusätzliche Angaben: siehe Beiblatt
 - 1.1. Gewählte Möglichkeit zur Bestimmung der Drehmomentverluste
 - 1.1.1. Bei Getrieben: für jeden Getriebegang separat für die beiden Ausgangsdrehmomentbereiche 0-10 kNm und >10 kNm angeben.
2. Genehmigungsbehörde, die für die Durchführung der Prüfungen zuständig ist:
3. Datum des Prüfberichts
4. Nummer des Prüfberichts
5. Bemerkungen (falls zutreffend): siehe Beiblatt
6. Ort
7. Date
8. Unterschrift

Anlagen:

1. Beschreibungsbogen

2. Prüfprotokoll

Anlage 2

Getriebe-Beschreibungsbogen

Beschreibungsbogen Nr.:

Betrifft:

Ausstellungsdatum:

Änderungsdatum:

gemäß ...

Getriebetyp

...

- 0. ALLGEMEIN
- 0.1. Name und Anschrift des Herstellers:
- 0.2. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)
- 0.3. Getriebetyp
- 0.4. Getriebefamilie:
- 0.5. Getriebetyp als selbstständige technische Einheit/Getriebefamilie als selbstständige technische Einheit
- 0.6. Handelsnamen (sofern vorhanden):
- 0.7. Merkmale zur Modellidentifizierung (falls am Getriebe vorhanden):
- 0.8. Bei Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten: Anbringungsstelle und Anbringungsart des EG-Typgenehmigungszeichens:
- 0.9. Namen und Anschriften der Fertigungsstätten:
- 0.10. Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers:

TEIL 1

WESENTLICHE MERKMALE DES (STAMM-) GETRIEBES UND DER GETRIEBETYPEN

INNERHALB EINER GETRIEBEFAMILIE

		Stammgetriebe Getriebefamilie	Mitglied einer Getriebetyp		
			#1	#2	#3
0.0.	ALLGEMEIN				
0.1.	Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)				
0.2.	Type				
0.3.	Handelsnamen (sofern vorhanden):				
0.4.	Merkmale zur Typidentifizierung:				
0.5.	Anbringungsstelle dieser Merkmale				
0.6.	Name und Anschrift des Herstellers:				
0.7.	Anbringungsstelle und Anbringungsart des Genehmigungszeichens				
0.8.	Namen und Anschriften der Fertigungsstätten				
0.9.	(Gegebenenfalls) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers				
1.0.	SPEZIFISCHE ANGABEN ZUM GETRIEBE/ZUR GETRIEBEFAMILIE				
1.1.	Getriebeübersetzung, Getriebeschema und Leistungsfluss				
1.2.	Abstand der Wellenachsen bei Getrieben mit Vorlegewelle				
1.3.	Art der Lager an den entsprechenden Stellen (falls vorhanden)				
1.4.	Art der Schaltelemente (Zahnkupplungen einschließlich Synchronringe oder Reibungskupplungen) an den entsprechenden Stellen (falls vorhanden)				
1.5.	Zahnradbreite für Option 1 oder Zahnradbreite ± 1 mm für Option 2 oder 3				
1.6.	Gesamtzahl der Vorwärtsgänge				
1.7.	Zahl der Zahnschaltkupplungen				

- 1.8. Zahl der Synchronringe
- 1.9. Zahl der Scheiben bei Reibungskupplungen (außer bei nur einer Trockenkupplung mit einer oder zwei Scheiben)
- 1.10. Außendurchmesser der Scheiben von Reibungskupplungen (außer bei nur einer Trockenkupplung mit einer oder zwei Scheiben)
- 1.11. Oberflächenrauheit der Zähne (einschließlich Zeichnungen)
- 1.12. Zahl der dynamischen Wellendichtringe
- 1.13. Ölfluss zur Schmierung und Kühlung pro Umdrehung der Getriebeeingangswelle
- 1.14. Viskosität des Öls bei 100°C ($\pm 10\%$)
- 1.15. Systemdruck bei hydraulisch gesteuerten Getrieben
- 1.16. Angegebener Ölstand in Bezug auf die zentrale Achse und entsprechend der Angabe in den Zeichnungen (auf der Grundlage des Durchschnittswertes zwischen unterer und oberer Toleranz) bei Stillstand oder im Betrieb. Der Ölstand gilt als ausgeglichen, wenn alle drehenden Getriebeteile (ausgenommen die Ölpumpe und ihr Antrieb) oberhalb des angegebenen Ölstandes liegen.
- 1.17. Angegebener Ölstand ($\pm 1\text{mm}$)
- 1.18. Getriebeübersetzungen [-] und maximales Eingangsdrehmoment [Nm], maximale Eingangsleistung (kW) und maximale Eingangsdrehzahl [U/min]
 1. Gang
 2. Gang
 3. Gang
 4. Gang
 5. Gang
 6. Gang
 7. Gang
 8. Gang
 9. Gang
 10. Gang
 11. Gang
 12. Gang
 - n. Gang

LISTE DER ANLAGEN

Nr.	Beschreibung:	Ausstellungsdatum:
1.	Angaben zu den Bedingungen der Getriebeprüfung	...
2.	...	

Anlage 1 zum Getriebe-Beschreibungsbogen

Angaben zu den Prüfbedingungen (falls zutreffend)

- | | | |
|------|---|---------|
| 1.1. | Messung mit Dauerbremseinrichtung | ja/nein |
| 1.2. | Messung mit Winkelgetriebe | ja/nein |
| 1.3. | Maximale geprüfte Eingangsdrehzahl [U/min] | |
| 1.4. | Maximales geprüftes Eingangsdrehmoment [Nm] | |

Anlage 3

Beschreibungsbogen für einen hydrodynamischen Drehmomentwandler (TC)

Beschreibungsbogen Nr.:

Betrifft:

Ausstellungsdatum:

Änderungsdatum:

gemäß ...

TC-Typ

...

- 0. ALLGEMEIN
- 0.1. Name und Anschrift des Herstellers:
- 0.2. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)
- 0.3. TC-Typ
- 0.4. TC-Familie
- 0.5. TC-Typ als selbstständige technische Einheit/TC-Familie als selbstständige technische Einheit
- 0.6. Handelsnamen (sofern vorhanden):
- 0.7. Merkmale zur Modellidentifizierung (falls am TC vorhanden):
- 0.8. Bei Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten: Anbringungsstelle und Anbringungsart des EG-Typgenehmigungszeichens:
- 0.9. Namen und Anschriften der Fertigungsstätten:
- 0.10. Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers:

TEIL 1

WESENTLICHE MERKMALE DES (STAMM-) TC UND DER TC-TYPEN INNERHALB EINER TC-FAMILIE

		Stamm-TC oder TC-Typ		TC einer TC-Familie #1 #2 #3			
0.0.	ALLGEMEIN						
0.1.	Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)						
0.2.	Type						
0.3.	Handelsnamen (sofern vorhanden):						
0.4.	Merkmale zur Typidentifizierung:						
0.5.	Anbringungsstelle dieser Kennzeichnung						
0.6.	Name und Anschrift des Herstellers:						
0.7.	Anbringungsstelle und Anbringungsart des Genehmigungszeichens						
0.8.	Namen und Anschriften der Fertigungsstätten						
0.9.	(Gegebenenfalls) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers						
1.0.	SPEZIFISCHE ANGABEN ZUM DREHMOMENTWANDLER/ZUR DREHMOMENTWANDLERFAMILIE						
1.1.	Für hydrodynamische Drehmomentwandler ohne mechanisches Getriebe (serielle Anordnung)						
1.1.1.	Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums						
1.1.2.	Innendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums						
1.1.3.	Anordnung von Pumpenrad (P), Turbinenrad (T) und Leitrad (Stator, S) in Flussrichtung						
1.1.4.	Breite des torusförmigen Arbeitsraums						
1.1.5.	Ölart gemäß den Prüfvorschriften						
1.1.6.	Konstruktion der Schaufeln;						

- 1.2. Für hydrodynamische Drehmomentwandler mit mechanischem Getriebe (parallele Anordnung)
 - 1.2.1. Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums
 - 1.2.2. Innendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums
 - 1.2.3. Anordnung von Pumpenrad (P), Turbinenrad (T) und Leitrad (Stator, S) in Flussrichtung
 - 1.2.4. Breite des torusförmigen Arbeitsraums
 - 1.2.5. Ölart gemäß den Prüfvorschriften
 - 1.2.6. Konstruktion der Schaufeln;
 - 1.2.7. Getriebeschema und Leistungsfluss im Drehmomentwandelmodus;
 - 1.2.8. Art der Lager an den entsprechenden Positionen (falls vorhanden);
 - 1.2.9. Art der Kühl-/Schmiermittelpumpe (Verweis auf die Teileliste)
 - 1.2.10. Art der Schaltelemente (Zahnkupplungen (einschließlich Synchronringe) ODER Reibungskupplungen) an den entsprechenden Positionen, falls vorhanden.
 - 1.2.11. Ölstand entsprechend Zeichnung bezogen auf die zentrale Achse

LISTE DER ANLAGEN

Nr.	Beschreibung:	Ausstellungsdatum:
1.	Angaben zu den Bedingungen der Drehmomentwandlerprüfung ...	
2.	...	

Anlage 1 zum Drehmomentwandler-Beschreibungsbogen

Angaben zu den Prüfbedingungen (falls zutreffend)

1. Messverfahren
- 1.1. TC mit mechanischem Getriebe ja/nein
- 1.2. TC als selbstständige Einheit ja/nein

Anlage 4

Beschreibungsbogen für sonstige Drehmoment übertragende Bauteile (OTTC)

Beschreibungsbogen Nr.:

Betrifft:

Ausstellungsdatum:

Änderungsdatum:

gemäß ...

Typ des OTTC

...

- 0. ALLGEMEIN
- 0.1. Name und Anschrift des Herstellers:
- 0.2. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)
- 0.3. Typ des OTTC
- 0.4. OTTC-Familie
- 0.5. OTTC-Typ als selbstständige technische Einheit/OTTC-Familie als selbstständige technische Einheit
- 0.6. Handelsnamen (sofern vorhanden):
- 0.7. Merkmale zur Modellidentifizierung (falls am OTTC vorhanden):
- 0.8. Bei Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten: Anbringungsstelle und Anbringungsart des EG-Typgenehmigungszeichens:
- 0.9. Namen und Anschriften der Fertigungsstätten:
- 0.10. Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers:

TEIL 1

WESENTLICHE MERKMALE DES (STAMM-) OTTC UND DER OTTC-TYPEN INNERHALB EINER OTTC-FAMILIE

|Stamm-OTTC|Mitglied einer OTTC-Familie|

| | #1 | #2 | #3 |

0.0. ALLGEMEIN

0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)

0.2. Type

0.3. Handelsnamen (sofern vorhanden):

0.4. Merkmale zur Typidentifizierung:

0.5. Anbringungsstelle dieser Kennzeichnung

0.6. Name und Anschrift des Herstellers:

0.7. Anbringungsstelle und Anbringungsart des Genehmigungszeichens

0.8. Namen und Anschriften der Fertigungsstätten

0.9. (Gegebenenfalls) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers

1.0. SPEZIFISCHE ANGABEN ZUM OTTC

1.1. Für hydrodynamische Drehmoment übertragende Bauteile
(OTTC)/Dauerbremseinrichtungen

1.1.1. Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums

1.1.2. Breite des torusförmigen Arbeitsraums

1.1.3. Konstruktion der Schaufeln;

1.1.4. Betriebsfluid

1.1.5. Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums – Innendurchmesser des
torusförmigen Arbeitsraums (OD-ID)

1.1.6. Zahl der Schaufeln

- 1.1.7. Viskosität des Betriebsfluids
- 1.2. Für magnetisch Drehmoment übertragende Bauteile (OTTC)/Dauerbremseinrichtungen
 - 1.2.1. Konstruktion der Trommel (Dauerbremseinrichtung mit Elektro- oder Dauermagneten)
 - 1.2.2. Außendurchmesser des Rotors
 - 1.2.3. Konstruktion der Kühlschaufeln
 - 1.2.4. Konstruktion der Schaufeln;
 - 1.2.5. Betriebsfluid
 - 1.2.6. Außendurchmesser des Rotors – Innendurchmesser des Rotors (OD-ID)
 - 1.2.7. Zahl der Rotoren
 - 1.2.8. Zahl der Kühlschaufeln/Schaufeln
 - 1.2.9. Viskosität des Betriebsfluids
 - 1.2.10. Zahl der Arme
- 1.3. Für Drehmoment übertragenden Bauteile (OTTC)/hydrodynamische Kupplung
 - 1.3.1. Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums
 - 1.3.2. Breite des torusförmigen Arbeitsraums
 - 1.3.3. Konstruktion der Schaufeln
 - 1.3.4. Viskosität des Betriebsfluids
 - 1.3.5. Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums – Innendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums (OD-ID)
 - 1.3.6. Zahl der Schaufeln

LISTE DER ANLAGEN

Nr.	Beschreibung:	Ausstellungsdatum:
1.	Angaben zu den Bedingungen der OTTC-Prüfung	...
2.	...	

Anlage 1 zum OTTC-Beschreibungsbogen

Angaben zu den Prüfbedingungen (falls zutreffend)

1. Messverfahren

Mit Getriebe ja/nein

Mit Motor ja/nein

Antriebsmechanismus ja/nein

direkt ja/nein

2. Maximale Prüfdrehzahl des Teils des OTTC mit der größten Drehmomentaufnahme, z. B. des Rotors der Dauerbremseinrichtung [U/min]

Anlage 5

Beschreibungsbogen für zusätzliche Bauteile des Antriebsstrangs (ADC)

Beschreibungsbogen Nr.:

Betrifft:

Ausstellungsdatum:

Änderungsdatum:

gemäß ...

ADC-Typ:

...

- 0. ALLGEMEIN
- 0.1. Name und Anschrift des Herstellers:
- 0.2. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)
- 0.3. ADC-Typ:
- 0.4. ADC-Familie:
- 0.5. ADC-Typ als selbstständige technische Einheit/ADC-Familie als selbstständige technische Einheit
- 0.6. Handelsnamen (sofern vorhanden):
- 0.7. Merkmale zur Modellidentifizierung (falls am ADC vorhanden):
- 0.8. Bei Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten: Anbringungsstelle und Anbringungsart des EG-Typgenehmigungszeichens:
- 0.9. Namen und Anschriften der Fertigungsstätten:
- 0.10. Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers:

TEIL 1

WESENTLICHE MERKMALE DES (STAMM-)ADC UND DER ADC-TYPEN INNERHALB EINER ADC-FAMILIE

Familie	Stamm-ADC Mitglied	einer	ADC-
#2 #3			#1

- 0.0. ALLGEMEIN
- 0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)
- 0.2. Type
- 0.3. Handelsnamen (sofern vorhanden):
- 0.4. Merkmale zur Typidentifizierung:
- 0.5. Anbringungsstelle dieser Kennzeichnung
- 0.6. Name und Anschrift des Herstellers:
- 0.7. Anbringungsstelle und Anbringungsart des Genehmigungszeichens
- 0.8. Namen und Anschriften der Fertigungsstätten
- 0.9. (Gegebenenfalls) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers
- 1.0. SPEZIFISCHE ANGABEN ZUM ADC/zum WINKELGETRIEBE
- 1.1. Getriebeübersetzung und Getriebeschema
- 1.2. Winkel zwischen Ein- und Ausgangswelle
- 1.3. Art der Lager an den entsprechenden Positionen.
- 1.4. Anzahl der Zähne pro Gangrad
- 1.5. Zahnradbreite
- 1.6. Zahl der dynamischen Wellendichtringe
- 1.7. Viskosität des Öls ($\pm 10 \%$)

- 1.8. Oberflächenrauheit der Zähne
- 1.9. Angegebener Ölstand in Bezug auf die zentrale Achse und entsprechend der Angabe in den Zeichnungen (auf der Grundlage des Durchschnittswertes zwischen unterer und oberer Toleranz) bei Stillstand oder im Betrieb. Der Ölstand gilt als ausgeglichen, wenn alle drehenden Getriebeteile (ausgenommen die Ölpumpe und ihr Antrieb) oberhalb des angegebenen Ölstandes liegen.
- 1.10. Ölstand innen ($\pm 1\text{ mm}$)

LISTE DER ANLAGEN

Nr.	Beschreibung:	Ausstellungsdatum:
1.	Angaben zu den Bedingungen der ADC-Prüfung	...
2.	...	

Anlage 1 zum ADC-Beschreibungsbogen

Angaben zu den Prüfbedingungen (falls zutreffend)

1. Messverfahren

mit Getriebe	ja/nein
Antriebsmechanismus	ja/nein
direkt	ja/nein
2. Maximale Prüfgeschwindigkeit am ADC-Eingang [U/min]

Anlage 6

Familienkonzept

1. Allgemeines

Eine Getriebefamilie, Drehmomentwandlerfamilie, Familie von sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteilen oder von zusätzlichen Bauteilen des Antriebsstrangs ist durch Konstruktions- und Leistungsmerkmale gekennzeichnet. Diese müssen für alle Mitglieder einer Familie die gleichen sein. Welche Getriebe, Drehmomentwandler, sonstige Drehmoment übertragenden Bauteile oder zusätzlichen Bauteile des Antriebsstrangs zu einer Familie gehören, kann der Hersteller nach eigenem Ermessen festlegen, solange er sich dabei an die Vorschriften dieser Anlage hält. Die entsprechende Familie ist von der Genehmigungsbehörde zu genehmigen. Der Hersteller muss der Genehmigungsbehörde die entsprechenden Daten zu den Mitgliedern einer Familie zur Verfügung stellen.

1.1. Sonderfälle

In manchen Fällen können Wechselwirkungen zwischen den Parametern vorliegen. Dies muss berücksichtigt werden, damit gewährleistet ist, dass einer Familie nur Getriebe, Drehmomentwandler, sonstige Drehmoment übertragende Bauteile oder zusätzliche Bauteile des Antriebsstrangs mit ähnlichen Eigenschaften zugeordnet werden. Diese Fälle sind vom Hersteller zu ermitteln und der Genehmigungsbehörde mitzuteilen. Sie werden anschließend als Kriterium zur Festlegung einer neuen Getriebefamilie, Drehmomentwandlerfamilie, Familie von sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteilen oder von zusätzlichen Bauteilen des Antriebsstrangs berücksichtigt.

Sind Einrichtungen oder Merkmale vorhanden, die in Absatz 9 nicht aufgeführt sind, aber die Leistung stark beeinflussen, so muss sie der Hersteller nach den anerkannten Regeln der Technik feststellen und der Genehmigungsbehörde mitteilen. Sie werden anschließend als Kriterium zur Festlegung einer neuen Getriebefamilie, Drehmomentwandlerfamilie, Familie von sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteilen oder von zusätzlichen Bauteilen des Antriebsstrangs berücksichtigt.

1.2. Im Familienkonzept werden Kriterien und Parameter festgelegt, die die Hersteller in die Lage versetzen sollen, Getriebe, Drehmomentwandler, sonstige Drehmoment übertragende Bauteile oder zusätzliche Bauteile des Antriebsstrangs in Familien und Typen mit ähnlichen oder gleichen CO₂-relevanten Daten einzuteilen.

2. Die Genehmigungsbehörde kann zu dem Schluss gelangen, dass der höchste Drehmomentverlust der Getriebefamilie, Drehmomentwandlerfamilie, Familie von sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteilen oder Familie von zusätzlichen Bauteilen des Antriebsstrangs durch zusätzliche Prüfungen am besten zu bestimmen ist. In diesem Fall muss der Hersteller die geeigneten Angaben zur Bestimmung des Getriebes, des Drehmomentwandlers, des sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteils oder des zusätzlichen Bauteils des Antriebsstrangs mit dem voraussichtlich höchsten Drehmomentverlust der Familie vorlegen.

Weisen die Mitglieder einer Familie weitere Merkmale auf, von denen man einen Einfluss auf die Drehmomentverluste erwarten kann, sind diese Merkmale ebenfalls zu bestimmen und bei der Auswahl des Stammmitglieds der Familie zu berücksichtigen.

3. Parameter für die Festlegung der Getriebefamilie
- 3.1. Folgende Kriterien müssen bei allen zu derselben Familie gehörenden Getrieben gleich sein:
- a) Getriebeübersetzung, Getriebeschema und Leistungsfluss (nur für Vorwärtsgänge mit Ausnahme von Kriechgängen);
 - b) Abstand der Wellenachsen bei Getrieben mit Vorlegewelle;
 - c) Art der Lager an den entsprechenden Positionen (falls vorhanden);
 - d) Art der Schaltelemente (Zahnkupplungen, einschließlich Synchronringe oder Reibungskupplungen an den entsprechenden Positionen) (falls vorhanden).
- 3.2. Folgende Kriterien müssen bei allen Getrieben einer Getriebefamilie gleich sein. Die Anwendung einer spezifischen Spanne ist bei den nachfolgend aufgeführten Parametern mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde zulässig.
- a) Zahradbreite $\pm 1\text{ mm}$;
 - b) Gesamtzahl der Vorwärtsgänge;
 - c) Zahl der Zahnschaltkupplungen;
 - d) Zahl der Synchronringe;
 - e) Zahl der Scheiben von Reibungskupplungen (außer bei nur einer Trockenkupplung mit einer oder zwei Scheiben);
 - f) Außendurchmesser der Scheiben von Reibungskupplungen (außer bei nur einer Trockenkupplung mit einer oder zwei Scheiben);
 - g) Oberflächenrauheit der Zähne;

- h) Zahl der dynamischen Wellendichtringe;
- i) Ölfluss zur Schmierung und Kühlung pro Umdrehung der Eingangswelle;
- j) Viskosität des Öls ($\pm 10 \%$);
- k) Systemdruck bei hydraulisch gesteuerten Getrieben;
- l) Angegebener Ölstand in Bezug auf die zentrale Achse und entsprechend der Angabe in den Zeichnungen (auf der Grundlage des Durchschnittswertes zwischen unterer und oberer Toleranz) bei Stillstand oder im Betrieb. Der Ölstand gilt als ausgeglichen, wenn alle drehenden Getriebeteile (ausgenommen die Ölpumpe und ihr Antrieb) oberhalb des angegebenen Ölstandes liegen.
- m) angegebener Ölstand ($\pm 1\text{ mm}$)

4. Wahl des Stammgetriebes

Das Stammgetriebe ist nach den nachfolgend aufgeführten Kriterien auszuwählen.

- a) Größte Zahnradbreite bei Option 1 oder größte Zahnradbreite $\pm 1\text{ mm}$ bei Option 2 oder Option 3;
- b) größte Gesamtzahl der Gänge;
- c) höchste Zahl der Zahnschaltkupplungen;
- d) höchste Zahl der Synchronringe;
- e) höchste Zahl der Scheiben von Reibungskupplungen (außer bei nur einer Trockenkupplung mit einer oder zwei Scheiben);
- f) größter Außendurchmesser der Scheiben von Reibungskupplungen (außer bei nur einer Trockenkupplung mit einer oder zwei Scheiben);
- g) größter Oberflächenrauheitswert der Zähne;
- h) größte Zahl der dynamischen Wellendichtringe;
- i) größter Ölfluss zur Schmierung und Kühlung pro Umdrehung der Eingangswelle;
- j) höchste Ölviskosität;
- k) höchster Systemdruck bei hydraulisch gesteuerten Getrieben;
- l) höchster angegebener Ölstand in Bezug auf die zentrale Achse und entsprechend der Angabe in den Zeichnungen (auf der Grundlage des Durchschnittswertes zwischen unterer und oberer Toleranz) bei

Stillstand oder im Betrieb. Der Ölstand gilt als ausgeglichen, wenn alle drehenden Getriebeteile (ausgenommen die Ölpumpe und ihr Antrieb) oberhalb des angegebenen Ölstandes liegen.

- m) höchster angegebener Ölstand ($\pm 1\text{mm}$).
5. Parameter für die Festlegung der Drehmomentwandlerfamilie
- 5.1. Folgende Kriterien müssen bei allen zu derselben Familie gehörenden Drehmomentwandlern (TC) gleich sein.
- 5.1.1. Für hydrodynamische Drehmomentwandler ohne mechanisches Getriebe (serielle Anordnung)
- a) Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums;
 - b) Innendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums;
 - c) Anordnung von Pumpenrad (P), Turbinenrad (T) und Leitrad (Stator, S) in Flussrichtung;
 - d) Breite des torusförmigen Arbeitsraums;
 - e) Öllart gemäß den Prüfvorschriften;
 - f) Konstruktion der Schaufeln.
- 5.1.2. Für hydrodynamische Drehmomentwandler mit mechanischem Getriebe (parallele Anordnung)
- a) Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums;
 - b) Innendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums;
 - c) Anordnung von Pumpenrad (P), Turbinenrad (T) und Leitrad (Stator, S) in Flussrichtung;
 - d) Breite des torusförmigen Arbeitsraums;
 - e) Öllart gemäß den Prüfvorschriften;
 - f) Konstruktion der Schaufeln;
 - g) Getriebeschema und Leistungsfluss im Drehmomentwandelmodus;
 - h) Art der Lager an den entsprechenden Positionen (falls vorhanden);
 - i) Typ der Kühl-/Schmiermittelpumpe (Verweis auf die Teileliste);
 - j) Art der Schaltelemente (Zahnkupplungen (einschließlich Synchronringe) oder Reibungskupplungen) an den entsprechenden Positionen, falls vorhanden.

- 5.1.3. Folgende Kriterien müssen bei allen Mitgliedern einer Familie von hydrodynamischen Drehmomentwandlern mit mechanischem Getriebe (parallele Anordnung) gleich sein. Die Anwendung einer spezifischen Spanne ist bei den nachfolgend aufgeführten Parametern mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde zulässig.
- a) Ölstand entsprechend Zeichnung bezogen auf die zentrale Achse.
6. Wahl des Stammdrehmomentwandlers
- 6.1. Für hydrodynamische Drehmomentwandler ohne mechanisches Getriebe (serielle Anordnung)
- Solange alle Kriterien nach Nummer 5.1.1 identisch sind, kann jeder Drehmomentwandler ohne mechanisches Getriebe einer Familie als Stammdrehmomentwandler ausgewählt werden.
- 6.2. Für hydrodynamische Drehmomentwandler mit mechanischem Getriebe
- Der Stamm der Familie hydrodynamischer Drehmomentwandler mit mechanischem Getriebe (Parallelanordnung) ist nach dem nachfolgend aufgeführten Kriterium auszuwählen.
- a) Höchster Ölstand entsprechend Zeichnung bezogen auf die zentrale Achse.
7. Parameter für die Festlegung der Familie sonstiger Drehmoment übertragender Bauteile (OTTC)
- 7.1. Folgende Kriterien müssen bei allen Mitgliedern einer Familie von hydrodynamischen Drehmoment übertragenden Bauteilen oder Dauerbremseinrichtungen gleich sein:
- a) Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums;
- b) Breite des torusförmigen Arbeitsraums;
- c) Konstruktion der Schaufeln.
- d) Betriebsfluid.
- 7.2. Folgende Kriterien müssen bei allen Mitgliedern einer Familie von magnetischen Drehmoment übertragenden Bauteilen/Dauerbremseinrichtungen gleich sein:
- a) Konstruktion der Trommel (Dauerbremseinrichtung mit Elektro- oder Dauermagneten);
- b) Außendurchmesser des Rotors;
- c) Konstruktion der Kühlschaufeln;
- d) Konstruktion der Schaufeln.

- 7.3. Folgende Kriterien müssen bei allen Mitgliedern einer Familie von Drehmoment übertragenden Bauteilen/hydrodynamischen Kupplungen gleich sein:
- a) Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums;
 - b) Breite des torusförmigen Arbeitsraums;
 - c) Konstruktion der Schaufeln.
- 7.4. Folgende Kriterien müssen alle Mitglieder einer Familie von hydrodynamischen Drehmoment übertragenden Bauteilen oder Dauerbremseinrichtungen gemeinsam haben. Die Anwendung einer spezifischen Spanne ist bei den nachfolgend aufgeführten Parametern mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde zulässig.
- a) Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums – Innendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums (OD-ID);
 - b) Zahl der Schaufeln;
 - c) Viskosität des Betriebsfluids ($\pm 50\%$).
- 7.5. Folgende Kriterien müssen alle Mitglieder einer Familie von magnetischen Drehmoment übertragenden Bauteilen/Dauerbremseinrichtungen gemeinsam haben. Die Anwendung einer spezifischen Spanne ist bei den nachfolgend aufgeführten Parametern mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde zulässig.
- a) Außendurchmesser des Rotors – Innendurchmesser des Rotors (OD-ID);
 - b) Zahl der Rotoren;
 - c) Zahl der Kühlturbinen/Schaufeln;
 - d) Zahl der Arme.
- 7.6. Folgende Kriterien müssen alle Mitglieder einer Familie von Drehmoment übertragenden Bauteilen/hydrodynamischen Kupplungen gemeinsam haben. Die Anwendung einer spezifischen Spanne ist bei den nachfolgend aufgeführten Parametern mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde zulässig.
- a) Viskosität des Betriebsfluids ($\pm 10\%$);
 - b) Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums – Innendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums (OD-ID);
 - c) Zahl der Schaufeln.
8. Wahl des Stammbauteils der Familie von Drehmoment übertragenden Bauteilen

- 8.1. Das Stammbauteil der Familie von hydrodynamischen Drehmoment übertragenden Bauteilen/Dauerbremseinrichtungen ist nach den nachfolgend aufgeführten Kriterien auszuwählen:
- a) Höchstwert: Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums – Innendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums (OD-ID);
 - b) größte Zahl der Schaufeln;
 - c) höchste Viskosität des Betriebsfluids.
- 8.2. Das Stammbauteil der Familie von magnetischen Drehmoment übertragenden Bauteilen/Dauerbremseinrichtungen ist nach den nachfolgend aufgeführten Kriterien auszuwählen:
- a) größter Außendurchmesser des Rotors – größter Innendurchmesser des Rotors (OD-ID);
 - b) größte Zahl der Rotoren;
 - c) größte Zahl der Kühlschaufeln/Schaufeln;
 - d) größte Zahl der Arme.
- 8.3. Das Stammbauteil der Familie von Drehmoment übertragenden Bauteilen/hydrodynamischen Kupplungen ist nach den nachfolgend aufgeführten Kriterien auszuwählen:
- a) höchste Viskosität des Betriebsfluids ($\pm 10\%$);
 - b) größter Außendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums – größter Innendurchmesser des torusförmigen Arbeitsraums (OD-ID);
 - c) größte Zahl der Schaufeln.
9. Parameter zur Definition der Familie von zusätzlichen Bauteilen des Antriebsstrangs
- 9.1 Folgende Kriterien müssen bei allen Mitgliedern einer Familie von zusätzlichen Bauteilen des Antriebsstrangs/von Winkelgetrieben gleich sein:
- a) Getriebeübersetzung und Getriebeschema;
 - b) Winkel zwischen Ein- und Ausgangswelle;
 - c) Art der Lager an den entsprechenden Positionen.
- 9.2. Folgende Kriterien müssen alle Mitglieder einer Familie von zusätzlichen Bauteilen des Antriebsstrangs/von Winkelgetrieben gemeinsam haben. Die Anwendung einer spezifischen Spanne ist bei den nachfolgend

aufgeführten Parametern mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde zulässig.

- a) Zahnradbreite;
- b) Zahl der dynamischen Wellendichtringe;
- c) Viskosität des Öls ($\pm 10\%$);
- d) Oberflächenrauheit der Zähne;
- e) Angegebener Ölstand in Bezug auf die zentrale Achse und entsprechend der Angabe in den Zeichnungen (auf der Grundlage des Durchschnittswertes zwischen unterer und oberer Toleranz) bei Stillstand oder im Betrieb. Der Ölstand gilt als ausgeglichen, wenn alle drehenden Getriebeteile (ausgenommen die Ölpumpe und ihr Antrieb) oberhalb des angegebenen Ölstandes liegen.

10. Wahl des Stammbauteils der Familie von zusätzlichen Bauteilen des Antriebsstrangs

10.1. Das Stammbauteil der Familie von zusätzlichen Bauteilen des Antriebsstrangs/Winkelgetrieben ist nach den nachfolgend aufgeführten Kriterien auszuwählen:

- a) größte Zahnradbreite;
- a) größte Zahl der dynamischen Wellendichtringe;
- c) höchste Viskosität des Öls ($\pm 10\%$);
- d) höchste Oberflächenrauheit der Zähne;
- e) höchster angegebener Ölstand in Bezug auf die zentrale Achse und entsprechend der Angabe in den Zeichnungen (auf der Grundlage des Durchschnittswertes zwischen unterer und oberer Toleranz) bei Stillstand oder im Betrieb. Der Ölstand gilt als ausgeglichen, wenn alle drehenden Getriebeteile (ausgenommen die Ölpumpe und ihr Antrieb) oberhalb des angegebenen Ölstandes liegen.

Anlage 7

Kennzeichnung und Nummerierung

1. Kennzeichnungen

Ein nach diesem Anhang zertifiziertes Bauteil muss folgende Kennzeichnungen tragen:

- 1.1. Herstellername und Handelsmarke;
- 1.2. Handelsmarke und identifizierende Typangabe gemäß Teil 1 Nummern 0.2 und 0.3 der Anlagen 2-5 dieses Anhangs
- 1.3. Das Zertifizierungszeichen (falls zutreffend) besteht aus einem Rechteck, das den Kleinbuchstaben „e“ umgibt, gefolgt von der jeweiligen Kennziffer des Mitgliedstaats, der die Zertifizierung erteilt hat:

1 für Deutschland,
2 für Frankreich,
3 für Italien,
4 für die Niederlande,
5 für Schweden,
6 für Belgien,
7 für Ungarn,
8 für die Tschechische
Republik,
9 für Spanien,
11 für das Vereinigte
Königreich,
12 für Österreich,
13 für Luxemburg,
17 für Finnland,
18 für Dänemark,

19 für Rumänien,
20 für Polen,
21 für Portugal,
23 für Griechenland,
24 für Irland,
25 für Kroatien,
26 für Slowenien,
27 für die Slowakei,
29 für Estland,
32 für Lettland,
34 für Bulgarien,
36 für Litauen,
49 für Zypern,
50 für Malta.

- 1.4. Das Zertifizierungszeichen muss in der Nähe des Rechtecks die in Anhang VII der Richtlinie 2007/46/EG für Abschnitt 4 der Typgenehmigungsnummer vorgeschriebene „Basis-Typgenehmigungsnummer“ umfassen, davor steht die zweistellige laufende Nummer zur Bezeichnung der letzten technischen Änderung dieser Verordnung und ein Buchstabe zur Bezeichnung des Teils, für das die Zertifizierung ausgestellt wurde.

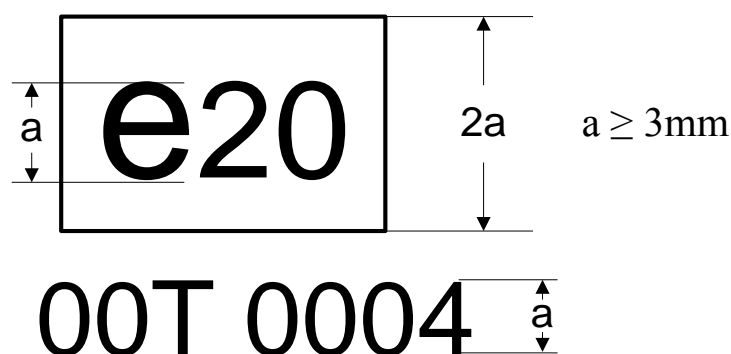
Für diese Verordnung ist die laufende Nummer 00.

Der Buchstabe für diese Verordnung ist in Tabelle 1 festgelegt.

Tabelle 1

T	Getriebe
C	Drehmomentwandler (TC)
O	Sonstiges Drehmoment übertragendes Bauteil (OTTC)
D	Zusätzliches Bauteil des Antriebsstrangs (ADC)

- 1.5. Beispiel für das Zertifizierungszeichen



Das oben dargestellte, an einem Getriebe, Drehmomentwandler (TC), sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteil (OTTC) oder zusätzlichen Bauteil des Antriebsstrangs (ADC) angebrachte Zertifizierungszeichen besagt, dass der betreffende Typ in Polen (e20) gemäß dieser Verordnung genehmigt wurde. Die beiden ersten Ziffern (00) beziehen sich auf die laufende Nummer der letzten technischen Änderung dieser Verordnung. Das nachfolgende Zeichen gibt an, dass die Zertifizierung für ein Getriebe (T) erteilt wurde. Die letzten vier Ziffern (0004) sind die dem Getriebe von der Typgenehmigungsbehörde zugeteilte Basis-Typgenehmigungsnummer.

- 1.6. Auf Antrag der Person, die die Zertifizierung beantragt und nach vorheriger Einigung mit der Typgenehmigungsbehörde können auch andere Zeichengrößen als unter Nummer 1.5 angegeben verwendet werden. Diese müssen weiterhin deutlich lesbar sein.

- 1.7. Die Kennzeichnungen, Label, Schilder oder Aufkleber müssen die gesamte Nutzlebensdauer des Getriebes, Drehmomentwandlers (TC), sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteils (OTTC) oder zusätzlichen Bauteils des Antriebsstrangs (ADC) halten, deutlich lesbar und dauerhaft sein. Der Hersteller stellt sicher, dass die Kennzeichnungen, Label, Schilder oder Aufkleber nicht entfernt werden können, ohne dass sie dabei zerstört oder unleserlich werden.
- 1.8. Werden von derselben Genehmigungsbehörde für ein Getriebe, einen Drehmomentwandler, ein sonstiges Drehmoment übertragendes Bauteil oder ein zusätzliches Bauteil des Antriebsstrangs separate Zertifizierungen ausgestellt und werden diese Teile kombiniert eingebaut, genügt die Angabe eines der Zertifizierungszeichen nach Nummer 1.3. Auf dieses Zertifizierungszeichen folgen, abgetrennt durch „/“, die für das jeweilige Getriebe, den Drehmomentwandler, das sonstige Drehmoment übertragende Bauteil oder zusätzliche Bauteil des Antriebsstrangs geltenden Kennzeichen nach Nummer 1.4.
- 1.9. Das Zertifizierungszeichen muss sichtbar sein, wenn das Getriebe, der Drehmomentwandler, das sonstige Drehmoment übertragende Bauteil oder das zusätzliche Bauteil des Antriebsstrangs in das Fahrzeug eingebaut ist, und ist an einem für den normalen Betrieb notwendigen Teil anzubringen, das während der Lebensdauer des Bauteils normalerweise nicht ausgetauscht werden muss.
- 1.10. Falls Drehmomentwandler oder sonstige Drehmoment übertragende Bauteile so gebaut sind, dass sie nach Zusammenbau mit einem Getriebe nicht zugänglich und/oder nicht sichtbar sind, ist das Zertifizierungszeichen des Drehmomentwandlers oder sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteils am Getriebe anzubringen.

In dem in Absatz 1 beschriebenen Fall ist bei einem Drehmomentwandler oder sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteil, der oder das nicht zertifiziert wurde, anstatt der Zertifizierungsnummer „-“ auf dem Getriebe neben dem Buchstaben gemäß Nummer 1.4 anzugeben.

2. Zertifizierungsnummer

- 2.1. Die Zertifizierungsnummer für Getriebe, Drehmomentwandler, sonstige Drehmoment übertragende Bauteile und zusätzliche Bauteile des Antriebsstrangs muss Folgendes umfassen:

eX*YYY/YYYY*ZZZ/ZZZZ*X*0000*00

Abschnitt 1	Abschnitt 2	Abschnitt 3	Zusätzlicher Buchstabe für Abschnitt 3	Abschnitt 4	Abschnitt 5
Angabe des Landes, das die Zertifizierung ausstellt	Rechtsakt über die CO ₂ -Zertifizierung (.../2017)	Letzter Änderungsrechtsakt (zzz/zzzz)	Siehe Tabelle 1 dieser Anlage	Basis-zertifizierungsnummer 0000	Erweiterung 00

Anlage 8

Pauschalwerte für den Drehmomentverlust – Getriebe

Errechnete Ausweichwerte auf der Grundlage des maximalen Nenndrehmoments des Getriebes:

Der Drehmomentverlust $T_{l,in}$ durch die Eingangswelle des Getriebes wird folgendermaßen berechnet:

$$T_{l,in} = (T_{d0} + T_{add0}) + (T_{d1000} + T_{add1000}) * \frac{n_{in}}{1000rpm} + (f_T + f_{T_add}) * T_{in}$$

Dabei gilt:

$T_{l,in}$	=	Drehmomentverlust durch die Eingangswelle [Nm]
T_{dx}	=	Schleppdrehmoment bei x U/min [Nm]
T_{addx}	=	Zusätzliches Schleppdrehmoment bei Winkelgetriebe bei x U/min [Nm] (falls zutreffend)
n_{in}	=	Drehzahl der Eingangswelle [U/min]
f_T	=	$1-\eta$
η	=	Wirkungsgrad
f_T	=	0,01 für direkten Gang, 0,04 für indirekte Gänge
f_{T_add}	=	0,04 bei Winkelgetriebe (falls zutreffend)
T_{in}	=	Drehmoment an der Eingangswelle [Nm]

Bei Getrieben mit Zahnschaltkupplungen (synchronisierte manuelle Getriebe (SMT), automatisierte Schaltgetriebe (AMT) und Doppelkupplungsgetrieben (DCT)) wird das Schleppdrehmoment T_{dx} folgendermaßen berechnet:

$$T_{dx} = T_{d0} = T_{d1000} = 10Nm * \frac{T_{max,in}}{2000Nm} = 0.005 * T_{max,in}$$

Dabei gilt:

$T_{max,in}$	=	maximal zulässiges Eingangs-drehmoment in einem beliebigen Vorwärtsgang des Getriebes [Nm]
$\max(T_{max,in,gear})$		

$T_{\max, \text{in, gear}}$ = maximal zulässiges Eingangsdrehmoment in einem bestimmten Gang, wobei Gang = 1, 2, 3, ... größter Gang); bei Getrieben mit hydrodynamischen Drehmomentwandler ist dieses Eingangsdrehmoment das Drehmoment am Getriebeeingang vor dem Drehmomentwandler.

Bei Getrieben mit Reibungsschaltkupplungen (> 2 Reibungskupplungen) wird das Schleppdrehmoment T_{dx} folgendermaßen berechnet:

$$T_{dx} = T_{d0} = T_{d1000} = 30 Nm * \frac{T_{\max in}}{2000 Nm} = 0.015 * T_{\max in}$$

„Reibungskupplung“ bezeichnet in diesem Zusammenhang eine Kupplung oder Bremse, die mit Reibung arbeitet und in mindestens einem Gang zur dauernden Drehmomentübertragung erforderlich ist.

Bei Getrieben mit einem Winkelgetriebe (z. B. einem Kegelrad) ist das zusätzliche Schleppdrehmoment T_{addx} in der Berechnung von T_{dx} zu berücksichtigen:

$$T_{addx} = T_{add0} = T_{add1000} = 10 Nm * \frac{T_{\max in}}{2000 Nm} = 0.005 * T_{\max in}$$

(nur falls zutreffend)

Anlage 9

Allgemeines Modell – Drehmomentwandler

Allgemeines Drehmomentwandlermodell auf der Grundlage von Standardtechnologie:

Zur Bestimmung der Eigenschaften des Drehmomentwandlers kann, in Abhängigkeit von spezifischen Motoreigenschaften, ein allgemeines Drehmomentwandlermodell angewandt werden.

Das allgemeine Drehmomentwandlermodell beruht auf den folgenden Motordaten:

n_{rated} = Maximale Motordrehzahl bei maximaler Leistung (bestimmt mithilfe der vom Motor-Vorverarbeitungsinstrument berechneten Vollastkurve) [U/min]

T_{max} = Maximales Motordrehmoment (bestimmt mithilfe der vom Motor-Vorverarbeitungsinstrument berechneten Vollastkurve) [Nm]

Die Eigenschaften des allgemeinen Drehmomentwandlermodells sind dadurch nur für Kombinationen mit einem Motor gültig, der dieselben spezifischen Eigenschaften aufweist.

Beschreibung des Vier-Punkte-Modells für den Drehmomentverlauf des Drehmomentwandlers:

Allgemeiner Drehmomentverlauf und allgemeines Drehmomentverhältnis:

Abbildung 1 Allgemeiner Drehmomentverlauf

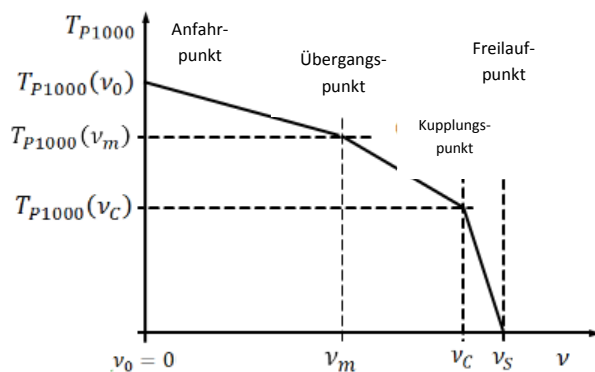
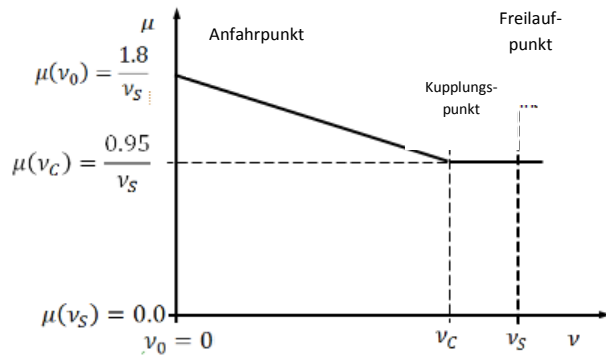


Abbildung 2 Allgemeines Drehmomentverhältnis



Dabei gilt:

$$T_{P1000} = \text{Bezugsdrehmoment der Pumpe} \quad T_{P1000} = T_P * \left(\frac{1000 \text{rpm}}{n_p} \right)^2 \text{ [Nm]}$$

$$v = \text{Drehzahlverhältnis} \quad v = \frac{n_2}{n_1} \quad [-]$$

$$\mu = \text{Drehmomentverhältnis} \quad \mu = \frac{T_2}{T_1} \quad [-]$$

$$v_s = \text{Drehzahlverhältnis am Freilaufpunkt} \quad v_s = \frac{n_2}{n_1} \quad [-]$$

Bei Drehmomentwandlern mit rotierendem Gehäuse (Typ Trilock) ist v_s typischerweise 1. Bei sonstigen Drehmomentwandlerkonstruktionen, speziell bei Konstruktionen mit Leistungsteilung, kann v_s auch andere Werte als 1 haben.

$$v_c = \text{Drehzahlverhältnis am Kupplungspunkt; } v_c = \frac{n_2}{n_1} \quad [-]$$

$$v_0 = \text{Anfahrpunkt } v_0 = 0 \quad [\text{U/min}]$$

$$v_m = \text{Übergangs-Drehzahlverhältnis } v_m = \frac{n_2}{n_1} \quad [-]$$

Das Modell erfordert folgende Definitionen zur Berechnung des allgemeinen Drehmomentverlaufs:

Anfahrpunkt:

- Anfahrpunkt bei 70 % der Nenndrehzahl des Motors

- Motordrehmoment am Anfahrpunkt 80 % des maximalen Motordrehmoments
- Motor-/Pumpen-Bezugsdrehmoment am Anfahrpunkt:

$$T_{P1000}(v_0) = T_{max} * 0,80 * \left(\frac{1000 U/min}{0,70 * n_n} \right)^2$$

Übergangspunkt:

- Übergangs-Drehzahlverhältnis

$$v_m = 0,6 * v_s$$

- Motor-/Pumpen-Bezugsdrehmoment am Übergangspunkt bei 80 % des Bezugsdrehmoments am Anfahrpunkt:

$$T_{P1000}(v_m) = 0,8 * T_{P1000}(v_0)$$

Kupplungspunkt:

- Kupplungspunkt bei 90 % Freilauf: $v_c = 0,90 * v_s$
- Motor-/Pumpen-Bezugsdrehmoment am Kupplungspunkt bei 50 % des Bezugsdrehmoments am Anfahrpunkt:

$$T_{P1000}(v_c) = 0,5 * T_{P1000}(v_0)$$

Freilaufpunkt:

- Bezugsdrehmoment bei Freilauf $= v_s$:

$$T_{P1000}(v_s) = 0$$

Das Modell erfordert folgende Definitionen zur Berechnung des allgemeinen Drehmomentverhältnisses:

Anfahrpunkt:

- Drehmomentverhältnis am Anfahrpunkt $v_0 = v_s = 0$:

$$\mu(v_0) = \frac{1,8}{v_s}$$

Übergangspunkt:

- Lineare Interpolation zwischen Anfahrpunkt und Kupplungspunkt

Kupplungspunkt:

- Drehmomentverhältnis am Kupplungspunkt $v_c = 0.9 * v_s$:

$$\mu(v_c) = \frac{0.95}{v_s}$$

Freilaufpunkt:

- Drehmomentverhältnis bei Freilauf $= v_s$:

$$\mu(v_s) = \frac{0.95}{v_s}$$

Wirkungsgrad:

$$\eta = \mu * v$$

Zwischen den berechneten spezifischen Punkten ist eine lineare Interpolation vorzunehmen.

Anlage 10

Pauschalwerte für den Drehmomentverlust - sonstige Drehmoment übertragende Bauteile

Berechnete Pauschalwerte für den Drehmomentverlust für sonstige Drehmoment übertragende Bauteile:

Für hydrodynamische Dauerbremseinrichtungen (Öl oder Wasser) ist das Schleppdrehmoment der Dauerbremseinrichtung folgendermaßen zu berechnen:

$$T_{retarder} = \frac{10}{i_{step-up}} + \left(\frac{2}{(i_{step-up})^3} \right) * \left(\frac{n_{retarder}}{1000} \right)^2$$

Für magnetische Dauerbremseinrichtungen (Dauer- oder Elektromagneten) ist das Schleppdrehmoment der Dauerbremseinrichtung folgendermaßen zu berechnen:

$$T_{retarder} = \frac{15}{i_{step-up}} + \left(\frac{2}{(i_{step-up})^4} \right) * \left(\frac{n_{retarder}}{1000} \right)^3$$

Dabei gilt:

$T_{retarder}$	=	Drehmomentverlust der Dauerbremseinrichtung [Nm]
$n_{retarder}$	=	Rotordrehzahl der Dauerbremseinrichtung [U/min] (siehe Absatz 5.1 dieses Anhangs)
$i_{step-up}$	=	Übersetzungsverhältnis = Rotordrehzahl der Dauerbremseinrichtung/Drehzahl des Antriebsbauteils (siehe Absatz 5.1 dieses Anhangs)

Anlage 11

Pauschalwerte für den Drehmomentverlust – Winkelgetriebe

Entsprechend dem Berechnungsverfahren für die Pauschalwerte des Drehmomentverlusts eines Getriebes mit Winkelgetriebe nach Anlage 8 sind die Pauschal-Drehmomentverluste eines Winkelgetriebes ohne Getriebe folgendermaßen zu berechnen:

$$T_{l,ad,in} = T_{add0} + T_{add1000} * \frac{n_{in}}{1000rpm} + f_{T_add} * T_{in}$$

Dabei gilt:

$T_{l,in}$	=	Drehmomentverlust durch die Eingangswelle des Getriebes [Nm]
T_{addx}	=	Zusätzliches Schleppdrehmoment bei Winkelgetriebe bei x U/min [Nm] (falls zutreffend)
n_{in}	=	Drehzahl der Eingangswelle des Getriebes [U/min]
f_T	=	$1-\eta$; η = Wirkungsgrad $f_{T_add} = 0,04$ für den Winkelgetriebe
T_{in}	=	Drehmoment an der Eingangswelle des Getriebes [Nm]
$T_{max,in}$	=	maximal zulässiges Eingangs-drehmoment in einem beliebigen Vorwärtsgang des Getriebes [Nm] = $\max(T_{max,in,gear})$
$T_{max,in}$	=	maximal zulässiges Eingangs-drehmoment in einem bestimmten Gang, wobei Gang = 1, 2, 3, ... größter Gang)

$$T_{addx} = T_{add0} = T_{add1000} = 10Nm * \frac{T_{max,in}}{2000Nm} = 0.005 * T_{max,in}$$

Die nach dem vorstehenden Verfahren berechneten Drehmomentverluste können zu den nach den Optionen 1 bis 3 ermittelten Drehmomentverlusten eines Getriebes hinzugefügt werden, um die Drehmomentverluste des jeweiligen Getriebes in Kombination mit einem Winkelgetriebe zu erhalten.

Anlage 12

Eingabeparameter für das Simulationsinstrument

Einführung

Diese Anlage enthält eine beschreibende Aufstellung der vom Hersteller des Getriebes, des Drehmomentwandlers (TC), der sonstigen Drehmoment übertragenden Bauteile (OTTC) und der sonstigen Bauteile des Antriebsstrangs (ADC) für das Simulationsinstrument bereitzustellenden Parameter. Das geltende XML-Schema sowie Beispieldaten können von der dafür bestimmten elektronischen Verteilungsplattform abgerufen werden.

Begriffsbestimmungen

- (1) „Parameter ID“: im „Simulationsinstrument (simulation tool)“ verwendete eindeutige Kennzeichnung für einen bestimmten Eingabeparameter oder einen Satz Eingabedaten
- (2) „Type“: Datentyp des Parameters
 - string Zeichenabfolge in ISO8859-1-Kodierung
 - token Zeichenabfolge in ISO8859-1-Kodierung ohne Leerzeichen am Anfang/am Ende
 - date Datum und Uhrzeit in koordinierter Weltzeit (UTC) im Format: YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ, wobei kursive Zeichen *unveränderlich* sind, z. B. „2002-05-30T09:30:10Z“
 - integer Wert mit integralem Datentyp ohne führende Nullen, z. B. „1800“
 - double, X Bruchzahl mit genau X Ziffern nach dem Dezimalzeichen („.“) und ohne führende Nullen, z. B. für „double, 2“: 2345.67, für „double, 4“: „45.6780“
- (3) „Unit“ ... physikalische Einheit des Parameters

Satz von Eingabeparametern

Tabelle 1: Eingabeparameter „Transmission/General“

Parameter name	Parameter ID	Type	Unit	Beschreibung/Bezug
Manufacturer	P205	Token	[-]	
Model	P206	Token	[-]	
TechnicalReportId	P207	Token	[-]	
Date	P208	dateTime	[-]	Datum und Zeitpunkt der Erstellung des Bauteil-Hashes
AppVersion	P209	Token	[-]	
TransmissionType	P076	String	[-]	Zulässige Werte: „SMT“, „AMT“, „APT-S“, „APT-P“
MainCertificationMethod	P254	String	[-]	Zulässige Werte: „Option 1“, „Option 2“, „Option 3“, „Standard values“

Tabelle 2: Eingabeparameter „Transmission/Gears“ pro Gang

Parameter name	Parameter ID	Type	Unit	Beschreibung/Bezug
GearNumber	P199	integer	[-]	
Ratio	P078	double, 3	[-]	
MaxTorque	P157	integer	[Nm]	fakultativ
MaxSpeed	P194	integer	[1/min]	fakultativ

Tabelle 3: Eingabeparameter „Transmission/LossMap“ pro Gang und für jeden Gitterpunkt in der Verlustabbildung

Parameter name	Parameter ID	Type	Unit	Beschreibung/Bezug
InputSpeed	P096	double, 2	[1/min]	
InputTorque	P097	double, 2	[Nm]	
TorqueLoss	P098	double, 2	[Nm]	

Tabelle 4: Eingabeparameter „TorqueConverter/General“

Parameter name	Parameter ID	Type	Unit	Beschreibung/Bezug
Manufacturer	P210	token	[-]	
Model	P211	token	[-]	
TechnicalReportId	P212	token	[-]	
Date	P213	dateTime	[-]	Datum und Zeitpunkt der Erstellung des Bauteil-Hashes
AppVersion	P214	string	[-]	
CertificationMethod	P257	string	[-]	Zulässige Werte: „Measured“, „Standard values“

Tabelle 5: Eingabeparameter „TorqueConverter/Characteristics“ für jeden Gitterpunkt der charakteristischen Kurve

Parameter name	Parameter ID	Type	Unit	Beschreibung/Bezug
SpeedRatio	P099	double, 4	[-]	
TorqueRatio	P100	double, 4	[-]	
InputTorqueRef	P101	double, 2	[Nm]	

Tabelle 6: Eingabeparameter „Angledrive/General“ (nur erforderlich, wenn entsprechendes Bauteil vorhanden)

Parametername	Parameter ID	Type	Unit	Beschreibung/Bezug
Manufacturer	P220	token	[-]	
Model	P221	token	[-]	
TechnicalReportId	P222	token	[-]	
Date	P223	dateTime	[-]	Datum und Zeitpunkt der Erstellung des Bauteil-Hashes
AppVersion	P224	string	[-]	
Ratio	P176	double, 3	[-]	
CertificationMethod	P258	string	[-]	Zulässige Werte: „Option 1“, „Option 2“, „Option 3“, „Standard values“

Tabelle 7: Eingabeparameter „Angledrive/LossMap“ für jeden Gitterpunkt in der Verlustabbildung (nur erforderlich, wenn entsprechendes Bauteil vorhanden)

Parameter name	Parameter ID	Type	Unit	Beschreibung/Bezug
InputSpeed	P173	double, 2	[1/min]	
InputTorque	P174	double, 2	[Nm]	
TorqueLoss	P175	double, 2	[Nm]	

Tabelle 8: Eingabeparameter „Retarder/General“ (nur erforderlich, wenn entsprechendes Bauteil vorhanden)

Parameter name	Parameter ID	Type	Unit	Beschreibung/Bezug
Manufacturer	P225	token	[-]	
Model	P226	token	[-]	
TechnicalReportId	P227	token	[-]	
Date	P228	dateTime	[-]	Datum und Zeitpunkt der Erstellung des Bauteil-Hashes
AppVersion	P229	string	[-]	
CertificationMethod	P255	string	[-]	Zulässige Werte: „Measured“, „Standard values“

Tabelle 9: Eingabeparameter „Retarder/LossMap“ für jeden Gitterpunkt in der charakteristischen Kurve (nur erforderlich, wenn entsprechendes Bauteil vorhanden)

Parameter name	Parameter ID	Type	Unit	Beschreibung/Bezug
RetarderSpeed	P057	double, 2	[1/min]	
TorqueLoss	P058	double, 2	[Nm]	