

	DIN EN 17860-4	
ICS 43.150	Einsprüche bis 2024-09-05	
Entwurf		
Lastenfahrräder – Teil 4: Schwere Lastenfahrräder – Mechanische und funktionale Aspekte; Deutsche und Englische Fassung prEN 17860-4:2024 Carrier cycles – Part 4: Heavy weight carrier cycles – Mechanical and functional aspects; German and English version prEN 17860-4:2024 Cycles utilitaires – Partie 4: Cycles utilitaires lourds – Aspects mécaniques; Version allemande et anglaise prEN 17860-4:2024 Anwendungswarnvermerk Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-07-05 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben; – oder als Datei per E-Mail an nasport@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden; – oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Sport- und Freizeitgerät (NASport), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin. Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 109 Seiten DIN-Normenausschuss Sport- und Freizeitgerät (NASport)		

Nationales Vorwort

Das Dokument prEN 17860-4:2024 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 333 „Fahrräder“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI (Italien) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitskreis NA 112-06-01-01 AK „Transport- und Lastenfahrrad“ im DIN-Normenausschuss Sport- und Freizeitgerät (NASport).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Juli 2024

prEN 17860-4

Lastenfahrräder – Teil 4: Schwere Lastenfahrräder – Mechanische und funktionale Aspekte

Carrier cycles – Part 4: Heavy weight carrier cycles – Mechanical and functional aspects

Cycles utilitaires – Partie 4: Cycles utilitaires lourds – Aspects mécaniques

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Anwendungsfälle: kommerzielle/professionelle Nutzung oder Nutzung mit geringer Fahrleistung	8
5 Allgemeine Fahrzeuganforderungen	8
5.1 Anzahl und Zustand der Proben für die Festigkeitsprüfungen	8
5.2 Messunsicherheiten der Prüfbedingungen für Brems- und Festigkeitsprüfungen	9
5.3 Überstehende Teile	9
5.4 Scharfe Kanten	9
5.5 Sicherung und Festigkeit sicherheitsrelevanter Befestigungsteile	9
5.6 Lenkfunktion	9
5.7 Flattern	9
5.8 Anforderungen an Lastenaufnahmen/Ladungssicherung	9
5.9 Parken und Stabilität	9
5.9.1 Anforderung	9
5.9.2 Kippstabilität von mehrspurigen Lastenfahrrädern	9
5.9.3 Parkstabilität beim Beladen	9
5.9.4 Dynamische Kippstabilität von mehrspurigen Lastenfahrrädern	9
5.9.5 Prüfung mit zweifachem Fahrstreifenwechsel	9
5.9.6 Dynamische Kippstabilität in der Neigung	10
5.9.7 Schutz gegen Laufradverklemmung von mehrspurigen Lastenfahrrädern	10
5.10 Pedalabstand	10
5.10.1 Bodenfreiheit	10
5.10.2 Fußfreiheit	10
5.11 Laufrad/Reifen-Einheit – Abstand	10
5.12 Laufradbefestigung	10
5.13 Vibrationen, Ergonomie und Gestaltung	11
6 Bremsen	11
6.1 Allgemeines	11
6.2 Handbremsen	11
6.2.1 Lage der Bremshebel	11
6.2.2 Maß des Bremshebelabstands	11
6.2.3 Montage der Bremsseinheit und Anforderungen an die Bremsseile	11
6.2.4 Bremshebel – Stelle der Kraftaufbringung	11
6.2.5 Bremsklotz- und Bremsbelag-Einheiten – Sicherheitsprüfung	11
6.2.6 Handbremssystem – Festigkeitsprüfung	11
6.2.7 Rücktritt-Bremssystem – Festigkeitsprüfung	11
6.3 Anforderungen des Prüfverfahrens auf einer Prüfstrecke	11
6.4 Anforderungen des Prüfverfahrens auf einem Prüfstand	12
6.4.1 Anforderung an die Mindestbremskraft	12
6.4.2 Anforderung an die Gleichmäßigkeit der Bremskräfte.	12
6.5 Prüfungen	12
7 Lenkung	12
8 Rahmen	12
8.1 Gefederte Rahmen — Spezielle Anforderungen	12
8.2 Anforderungen an alle Rahmentypen	13
8.3 Rahmen – Dynamische Prüfung mit Pedalkräften	13
8.3.1 Allgemeines	13

8.3.2	Prüfverfahren	13
8.4	Rahmen – Dynamische Prüfung mit horizontalen Kräften	15
8.4.1	Allgemeines	15
8.4.2	Bestimmung der Prüfkraft	16
8.4.3	Prüfverfahren	17
8.5	Rahmen — Dynamische Prüfung mit einer vertikalen Kraft auf die Sattelstütze	18
8.6	Rahmen – Dynamische Prüfung mit vertikalen Kräften auf die Lastenaufnahme	18
8.7	Rahmen – Dynamische Prüfung mit Querkräften	18
8.7.1	Allgemeines	18
8.7.2	Bestimmung der lateralen Prüfkraft	19
8.7.3	Anforderung	20
8.7.4	Prüfverfahren	20
8.8	Rahmeneinheit – Stoßprüfung (fallender Rahmen)	24
8.8.1	Allgemeines	24
8.8.2	Anforderung	24
8.8.3	Prüfverfahren	24
8.9	Rahmen – Prüfung der Bremsenaufnahme	26
8.9.1	Anforderungen	26
8.9.2	Dynamische Prüfung der Bremsenaufnahme	27
8.9.3	Statische Momentprüfung der Bremsenaufnahme	27
8.10	Rahmen – Belastungsprüfung der Anhängereignung	28
8.10.1	Anforderung	28
8.10.2	Prüfverfahren	28
9	Vorderradgabel	28
9.1	Allgemeines	28
9.2	Anbringung der Achse und Laufradbefestigung	28
9.3	Vorderradgabel — Statische Biegeprüfung	29
9.3.1	Anforderungen	29
9.3.2	Bestimmung der statischen Prüfkraft ($x_S \geq 0,8 z_S$)	29
9.3.3	Prüfverfahren	30
9.4	Vorderradgabel — Dynamische Biegeprüfung	31
9.5	Vorderradgabel — Stoßprüfung rückwärts	31
9.6	Gabeln zur Verwendung mit Naben- oder Scheibenbremsen	31
9.6.1	Anforderungen	31
9.6.2	Gabel für Naben-/Scheibenbremse — Dynamische Prüfung der Bremsenaufnahme	31
9.6.3	Gabel für Naben-/Scheibenbremse – Statische Bremsmomentprüfung	31
10	Laufräder und Laufrad/Reifen-Einheit	32
11	Felgen, Reifen und Schläuche	32
12	Radschützer/-abdeckungen	32
13	Pedale und Pedal/Tretkurbel-Antriebssystem	32
14	Antriebskette- und Antriebsriemen	32
15	Schutzvorrichtung für Kettenblatt und Riemenantrieb	32
16	Sattel/Sitze und Sattelstützen	32
17	Beleuchtungssysteme und Rückstrahler	32
18	Warnvorrichtung	32
19	Rückspiegel	32
20	Sicherheitsgurte für Radfahrer	32
21	Kennzeichnung	33
22	Herstelleranweisungen	33
23	Prüfung der strukturellen Unversehrtheit	33
23.1	Allgemeines	33
23.2	Anforderungen	33
23.3	Nachweisverfahren	33
Anhang A (normativ)	Prüfzyklen für professionelle/kommerzielle Nutzung oder Nutzung mit geringer Fahrleistung	34
Anhang B (informativ)	Argumentation für die Notwendigkeit einer „Gesamtfahrzeugprüfung“	36
B.1	Einleitung	36

B.2	Straßenprüfung (Feldprüfung auf einer Prüfstrecke)	36
B.3	Gesamtfahrzeugprüfstand	37
B.3.1	Allgemeines	37
B.4	Multi-Stempel-Prüfsystem (Straßensimulator)	37
B.5	Rollenprüfstand	37
B.6	Simulationsprüfung (Berechnung)	37
Anhang C (informativ)	Tatsächliche Prüfung des Fahrzeuges auf Dauerhaltbarkeit durch Prüffahrten unter Zurücklegen einer repräsentativen Fahrstrecke (Straßenprüfung)	39
C.1	Allgemeines	39
C.2	Anforderungen	39
Anhang D (informativ)	Prüfung von Fahrzeugen auf ihre Dauerhaltbarkeit auf einem Prüfstand	40
D.1	Allgemeines	40
D.2	Anforderungen	40
D.3	Prüfeinrichtung	40
D.4	Prüfverfahren	41
Anhang E (informativ)	Schwingungsprüfung für Fahrzeuge auf einem einachsigen vibrierenden Tisch/Schüttler	46
E.1	Allgemeines	46
E.2	Anforderungen	46
E.3	Schwingungsprüfung	46
Anhang F (informativ)	Bauvorschrift für eine „Belgisch-Block“-Prüfstrecke	49
F.1	Fahrbahnbreite	49
F.2	Oberfläche	49
F.3	Funktionsbeständigkeit	49
F.4	Maße der Blöcke	49
F.5	Werkstoff der Blöcke	49
F.6	Untergrund	49
F.7	Pflaster	49
F.8	Blockzwischenräume	50
F.9	Randstreifen und Rampen	50
F.10	Fahrbahnwölbung	50
Anhang G (informativ)	Rahmen — Dynamische Prüfung mit vertikalen Kräften auf Vorderrad/-achse	51
G.1	Allgemeines	51
G.2	Bestimmung der Prüfkräfte	51
G.3	Prüfverfahren	52
Literaturhinweise		55

Bilder

Bild 1	Aufbau der Prüfstrecke für dynamische Kippstabilität	10
Bild 2	Rahmen — Dynamische Prüfung mit Pedalkräften	15
Bild 3	Rahmen — Dynamische Prüfung mit horizontalen Kräften	18
Bild 4	Schematische Draufsicht eines mehrspurigen Fahrzeuges	22
Bild 5	Schematische Vorderansicht — dreispuriger Prüfaufbau für die Prüfung mit am Boden fixierten Laufrädern	23
Bild 6	Schematische Vorderansicht — dreispuriger Prüfaufbau für die Prüfung mit Hebeln als Ersatz für die Laufräder	23
Bild 7	Rahmen — Stoßprüfung (fallender Rahmen)	26
Bild 8	Vorderradgabel — Berechnung der Prüfkraft	30
Bild 9	Vorderradgabel — Statische Biegeprüfung	30
Bild D.1	Rollenprüfstand	44
Bild D.2	Leisten, Stufe 1 und Stufe 2	44
Bild D.3	Leisten, Stufe 3 und Stufe 4	45
Bild B.4	Leisten, Stufe 5 und Stufe 6	45

Bild B.5 — Leisten, Stufe 5 und Stufe 6, isometrische Ansicht	45
Bild E.1 — Spektrale Beschleunigungsdichte (PSD) der Beschleunigung in x-, y- und z-Achsen für mehrspurige Lastenfahrräder	48
Bild G.1 — Rahmen — Dynamische Prüfung mit vertikalen Kräften auf Vorderrad/-achse	54

Tabellen

Tabelle 1 — Prüfzyklen — Rahmen — Dynamische Prüfung mit Querkräften	22
Tabelle 2 — Fallhöhen und Verteilung der Massen	25
Tabelle 3 — Hebellängen bei unterschiedlichen Reifendurchmessern	27
Tabelle A.1 — Prüfzyklen	34
Tabelle D.1 — Anzahl der Anschläge	42
Tabelle E.1 — Spektrale Beschleunigungsdichte (PSD) der Beschleunigung in x-, y- und z-Achsen (Längs-, Quer- und Vertikalachsen), mehrspurige Lastenfahrräder, Schwingungspegel für den Rahmen und fest mit ihm verbundene Komponenten	47

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17860-4:2024) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 333 „Fahrräder“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ist Bestandteil einer Normenreihe, die folgende Teile beinhaltet, und Nutzer werden gebeten zu prüfen, welche Teile auf ihre Situation zutreffen:

- FprEN 17860-1:2023, *Lastenfahrräder — Teil 1: Begriffe und Definitionen*
- FprEN 17860-2:2023, *Lastenfahrräder — Teil 2: Leichte einspurige Lastenfahrräder — Mechanische Aspekte*
- FprEN 17860-3:2023, *Lastenfahrräder — Teil 3: Leichte mehrspurige Lastenfahrräder — Mechanische Aspekte*
- prEN 17860-4, *Lastenfahrräder — Teil 4: Schwere mehrspurige Lastenfahrräder — Mechanische und funktionale Aspekte*
- prEN 17860-5:2023, *Lastenfahrräder — Teil 5: Elektrische Aspekte*
- prEN 17860-6, *Lastenfahrräder — Teil 6: Personentransport*
- prEN 17860-7:2023, *Lastenfahrräder — Teil 7: Anhänger*

Beispiele für Konfigurationen von Lastenfahrrädern sind in FprEN 17860-2:2023, Anhang A, aufgeführt. FprEN 17860-2:2023, Anhang B, enthält eine Lesehilfe für Teil 2, 3 und 4 dieser Normenreihe.

Einleitung

Dieses Dokument gibt Anforderungen und Prüfverfahren für mechanische und funktionale Aspekte für schwere Lastenfahrräder vor.

Dieses Dokument wurde aufgrund der europaweiten Nachfrage entwickelt. Es soll eine Norm für die Beurteilung von mechanischen Aspekten für mehrspurige Lastenfahrräder eines Typs vorgeben, der von der Typzulassung nach Verordnung (EU) Nr. 168/2013 ausgeschlossen ist.

Aufgrund der Vielfalt von Geometrien und Lösungen für Lastenfahrräder sind möglicherweise nicht alle Anforderungen und Prüfverfahren dieses Dokumentes auf jedes Lastenfahrzeug anwendbar.

FprEN 17860-2:2023, Anhang A, gibt einen Überblick über Fahrzeugkonfigurationen.

FprEN 17860-2:2023, Anhang B, enthält eine Lesehilfe für die Teile dieser Normenreihe.

FprEN 17860-2:2023, Anhang J, enthält eine Argumentation für die Entscheidungen, die bei der Entwicklung der Normenreihe getroffen wurden.

Dieses Dokument basiert auf einer Risikoanalyse, und der Fokus liegt auf mechanischen Aspekten für mehrspurige Lastenfahrräder. Bei diesem Dokument handelt es sich um eine Typ-C-Norm, wie in EN ISO 12100:2010 festgelegt. Die betroffenen Maschinen und der Umfang, mit dem Gefährdungen, gefährliche Situationen und gefährliche Ereignisse behandelt werden, sind im Anwendungsbereich dieses Dokumentes angegeben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für Lastenfahrräder mit oder ohne elektrische Unterstützung mit einem minimalen Bruttofahrzeuggewicht von über 300 kg und einem maximalen Bruttofahrzeuggewicht von 600 kg.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

FprEN 17860-1:2023, *Lastenfahrräder — Teil 1: Begriffe und Definitionen*

FprEN 17860-2:2023, *Lastenfahrräder — Teil 2: Leichte einspurige Lastenfahrräder — Mechanische Aspekte*

FprEN 17860-3:2023, *Lastenfahrräder — Teil 3: Leichte mehrspurige Lastenfahrräder — Mechanische Aspekte*

prEN 17860-7:2023, *Lastenfahrräder — Teil 7: Anhänger*

EN ISO 4210-3:2023, *Fahrräder — Sicherheitstechnische Anforderungen an Fahrräder — Teil 3: Allgemeine Prüfverfahren (ISO 4210-3:2023)*

EN ISO 4210-6:2023, *Fahrräder — Sicherheitstechnische Anforderungen an Fahrräder — Teil 6: Prüfverfahren für Rahmen und Gabel (ISO 4210-6:2023, korrigierte Fassung 2023-08)*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach FprEN 17860-1:2023 und EN ISO 12100:2010.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp/>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

4 Anwendungsfälle: kommerzielle/professionelle Nutzung oder Nutzung mit geringer Fahrleistung

Die Anforderungen im Hauptteil dieser Norm beziehen sich auf Lastenfahrräder für die kommerzielle/professionelle Nutzung. Falls der Hersteller festlegt, dass die Lastenfahrräder für die Nutzung mit geringer Fahrleistung vorgesehen sind, gelten für dynamische Prüfungen niedrigere Prüfwerte. Anhang A gibt die niedrigeren Prüfwerte für die jeweiligen dynamischen Prüfungen vor.

Bei typischer Nutzung mit geringer Fahrleistung liegt die erwartete jährliche Fahrleistung unter 5 000 km; typische Anwendungsfälle sind Fahrräder für den Landschaftsbau, Verkaufsfahrräder und Rikschas für Sonderfälle.

5 Allgemeine Fahrzeuganforderungen

5.1 Anzahl und Zustand der Proben für die Festigkeitsprüfungen

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 5.1.

5.2 Messunsicherheiten der Prüfbedingungen für Brems- und Festigkeitsprüfungen

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 5.2.

5.3 Überstehende Teile

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 5.3.

5.4 Scharfe Kanten

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 5.4.

5.5 Sicherung und Festigkeit sicherheitsrelevanter Befestigungsteile

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 5.5.

5.6 Lenkfunktion

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 5.6.

5.7 Flattern

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 5.7.

5.8 Anforderungen an Lastenaufnahmen/Ladungssicherung

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 5.7.

5.9 Parken und Stabilität

5.9.1 Anforderung

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 5.8.1.

5.9.2 Kippstabilität von mehrspurigen Lastenfahrrädern

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 5.8.2.

5.9.3 Parkstabilität beim Beladen

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 5.8.3.

5.9.4 Dynamische Kippstabilität von mehrspurigen Lastenfahrrädern

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 5.8.4.

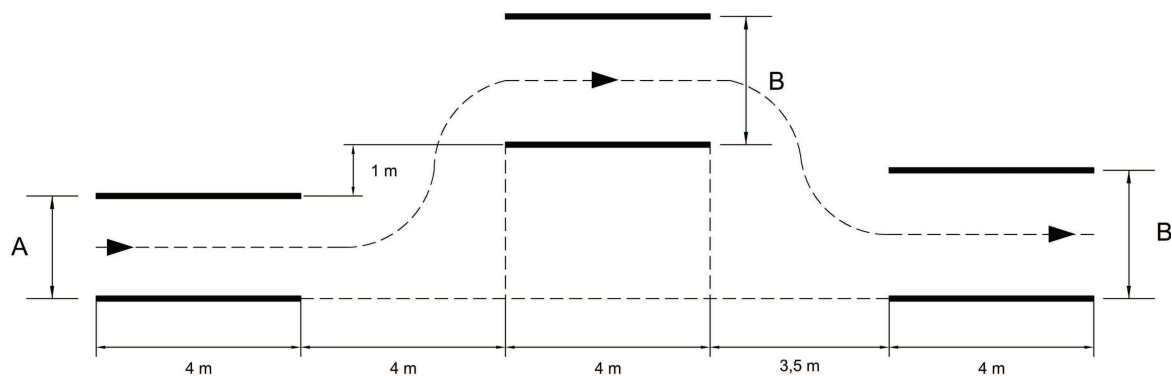
5.9.5 Prüfung mit zweifachem Fahrstreifenwechsel

5.9.5.1 Anforderung

Zur Bewertung der dynamischen Stabilität muss ein Manöver mit zweifachem Fahrstreifenwechsel durchgeführt werden.

5.9.5.2 Prüfverfahren

Die Spezifikationen einer Prüfstrecke für das Manöver mit zweifachem Fahrstreifenwechsel sind in Bild 1 dargestellt.



Legende

A $1,1 \times \text{Fahrzeugbreite} + 0,25 \text{ m}$

B Fahrzeugbreite + 1 m

Bild 1 — Aufbau der Prüfstrecke für dynamische Kippstabilität

Das Lastenfahrzeug fährt in den in Bild 1 dargestellten Kurs von links nach rechts an der Prüfstreckenbreite „A“ mit einer Geschwindigkeit von mindestens 10 km/h ein und muss die Geschwindigkeit während der gesamten Prüfung beibehalten, wobei der Fahrer den Kurs durchfährt, ohne von der Strecke abzukommen.

Es wird empfohlen, dass die Prüfgeschwindigkeit schrittweise erhöht und die Prüfung von einem erfahrenen und geschulten Fahrer durchgeführt werden sollte.

Die Prüfung muss mit einem unbeladenen Lastenfahrzeug und bei maximalem Bruttofahrzeuggewicht durchgeführt werden. Für das voll beladene Lastenfahrzeug müssen die Prüfkräfte auf den Ladeflächen nach der Lastverteilung des Herstellers, die zum höchsten zulässigen Schwerpunkt führt, aufgebracht werden.

5.9.6 Dynamische Kippstabilität in der Neigung

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 5.8.5.

5.9.7 Schutz gegen Laufradverklemmung von mehrspurigen Lastenfahrzeugen

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 5.8.6.

5.10 Pedalabstand

5.10.1 Bodenfreiheit

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 5.9.1.

5.10.2 Fußfreiheit

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 5.10.2.

5.11 Laufrad/Reifen-Einheit – Abstand

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 5.11.

5.12 Laufradbefestigung

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 5.11.

5.13 Vibrationen, Ergonomie und Gestaltung

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 5.14.

6 Bremsen

6.1 Allgemeines

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 6.1.

6.2 Handbremsen

6.2.1 Lage der Bremshebel

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 6.2.1.

6.2.2 Maß des Bremshebelabstands

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 6.2.2.

6.2.3 Montage der Bremseinheit und Anforderungen an die Bremsseile

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 6.2.3.

6.2.4 Bremshebel – Stelle der Kraftaufbringung

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 6.2.4.

6.2.5 Bremsklotz- und Bremsbelag-Einheiten – Sicherheitsprüfung

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 6.2.5.

6.2.6 Handbremssystem – Festigkeitsprüfung

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 6.2.6.

6.2.7 Rücktritt-Bremssystem – Festigkeitsprüfung

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 6.2.7.

6.3 Anforderungen des Prüfverfahrens auf einer Prüfstrecke

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 6.3, mit folgender Ergänzung in Punkt b):

- b) Das Lastenfahrrad muss unter Berücksichtigung seines bestimmungsgemäßen Gebrauchs und der Fähigkeiten des zu erwartenden Fahrers ein gleichmäßiges, sicheres Bremsverhalten aufweisen. Bei der Prüfung auf der Prüfstrecke sind die Merkmale des gleichmäßigen, sicheren Anhaltens so zu verstehen, dass beim Anhalten innerhalb der geforderten Wegvorgabe Folgendes nicht auftreten darf:
- erhöhtes Ruckeln;
 - Blockieren des/der vorderen Laufrades/Laufräder;
 - Verlust der Kontrolle über das Lastenfahrrad durch übermäßiges Wegrutschen, das den Fahrer möglicherweise veranlasst, zur Wiedererlangung der Kontrolle den Fuß auf den Boden zu setzen, oder Verlassen der Fahrspur um mehr als 5 % der Bremsweglänge des mehrspurigen Lastenfahrrades. Dabei ist ein aktives Gegenlenken nicht zulässig. Wenn das Lastenfahrrad zu einem beliebigen Zeitpunkt wäh-

rend der Bremsenprüfung zur Seite zieht, hat das Bremssystem versagt, und die Prüfung muss unterbrochen werden.

Bei manchen Bremssystemen wird es nicht möglich sein, das Wegrutschen eines Laufrades bei Bremsungen vollständig zu vermeiden; dies wird als zulässig erachtet, solange es nicht zu der unter b) 3 angeführten Situation kommt.

ANMERKUNG 1 Die Anforderung in Punkt 3 bezüglich Verlassen der Fahrspur um mehr als 5 % kann durch das Spannen einer Richtschnur oder durch eine gerade Kreidemarkierung auf der Straße überprüft werden.

ANMERKUNG 2 Die Anforderung, dass das Fahrzeug um höchstens 5 % ausweichen darf, bezieht sich auf eine seitliche Abweichung von der Mittellinie während des Bremsens entweder der Vorder- oder der Hinterachse. Beispiel: Bei einem gemessenen Bremsweg von 6 m darf sich eine der Achsen um höchstens 0,3 m zur Seite bewegen.

6.4 Anforderungen des Prüfverfahrens auf einem Prüfstand

6.4.1 Anforderung an die Mindestbremskraft

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 6.4, mit folgender Ergänzung in Punkt a):

Während der Prüfung muss das Lastenfahrrad die in Tabelle 3 von FprEN 17860-2:2023, 6.4, aufgeführten Anforderungen erfüllen.

Um die gleichmäßige Bremswirkung beider Bremsen an einer Achse eines mehrspurigen Lastenfahrrades zur Vermeidung eines seitlichen Rutschens beim Bremsen zu prüfen, müssen die Bremskräfte gleichzeitig auf einem Prüfstand gemessen werden.

6.4.2 Anforderung an die Gleichmäßigkeit der Bremskräfte.

In den oberen 2/3 des Prüfbereichs darf die Differenz der Bremskräfte an den Laufrädern einer Achse, bezogen auf den höheren Messwert, nicht mehr als 25 % betragen. Bei der Auswertung muss sichergestellt werden, dass der Messwert zum Zeitpunkt des Blockierens eines Laufrades nicht in die Auswertung einfließt.

Die Einhaltung dieser Anforderung muss bei der Prüfung auf einem Bremsenprüfstand achsweise wie folgt überprüft werden, siehe Gleichung (1):

$$\frac{\text{unterschiedliche Bremskräfte}}{\text{höhere Bremskraft}} \times 100 \leq \Delta_{Br(max)} \text{ in } \% \quad (1)$$

Dabei ist:

$\Delta_{Br(max)}$ die maximal zulässige Differenz der Bremskräfte

6.5 Prüfungen

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 6.5.

7 Lenkung

Es gilt FprEN 17860-3:2023, 7.

8 Rahmen

8.1 Gefederte Rahmen — Spezielle Anforderungen

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 8.1.

8.2 Anforderungen an alle Rahmentypen

Bei der Prüfung nach 8.3 bis 8.9 dürfen an keinem Teil des Rahmens sichtbare Risse oder Brüche auftreten, und es dürfen sich keine Komponenten des Federungssystems abtrennen.

Bei Lastenfahrrädern mit elektrischer Kraftunterstützung über eine am Tretlager positionierte Antriebseinheit (Mittelmotor) kann bei den Rahmenprüfungen, bei denen entweder eine Befestigung am Tretlager verwendet wird oder anstelle der Originalantriebseinheit eine Kraft auf das Tretlager aufgebracht wird, eine Ersatzprüfeinheit mit derselben Position der Pedalachse verwendet werden. Die Ersatzprüfeinheit muss dieselben Montagepunkte wie der Originalmotor verwenden, und die Verwendung der Ersatzprüfeinheit darf das Ergebnis der Prüfung nicht beeinflussen.

Bei Systemen aus Verbundwerkstoffen dürfen sich die Werte der maximalen Auslenkung über die Prüfzeit (Spanne zwischen zwei Spitzenwerten) an den Punkten der Krafteinleitung um nicht mehr als 20 % gegenüber den Anfangswerten erhöhen (siehe EN ISO 4210-3:2023, 4.6).

8.3 Rahmen – Dynamische Prüfung mit Pedalkräften

8.3.1 Allgemeines

Bei Prüfungen von gefederten Rahmen mit Gelenkverbindungen müssen Feder, Luftdruck bzw. Dämpfer so eingestellt werden, dass der größtmögliche Widerstand erreicht wird, oder die Federeinheit muss durch ein starres Verbindungsstück ersetzt werden, wobei sichergestellt werden muss, dass die Befestigungen am Rahmen und die seitliche Steifigkeit der Originalausführung genau nachgebildet sind.

8.3.2 Prüfverfahren

Bei mehrspurigen dreirädrigen Lastenfahrrädern, bei denen das einzelne Laufrad vorn an einer Gabel montiert ist, kann die Vorderradgabel durch eine Ersatzprüfgabel (siehe FprEN 17860-2:2023, Anhang G) mit gleicher Länge und mindestens gleicher Steifigkeit wie die der Originalgabel ersetzt werden.

Die Rahmeneinheit muss in eine Vorrichtung nach Bild 2 a) eingespannt werden, wobei die Vorderradachse der Gabel bzw. der Ersatzprüfgabel in einer starren Befestigung der Höhe R_w (Radius der Laufrad/Reifen-Einheit ± 30 mm) befestigt ist, wobei die Nabe um die Achse frei drehbar ist. Die Hinterradachse oder die hinteren Laufräder müssen an eine geeignete Vorrichtung angebracht werden, um dem Rahmen unter Einwirkung der Prüfkraft eine Verlängerung bzw. Verkürzung des Radstandes zu ermöglichen.

Bei mehrspurigen dreirädrigen Lastenfahrrädern, bei denen sich das einzelne Laufrad hinten befindet, muss die Rahmeneinheit in eine Vorrichtung nach Bild 2 b) geklemmt werden, wobei beide Vorderräder in einer starren Befestigung der Höhe R_w (Radius der Laufrad/Reifen-Einheit ± 30 mm) befestigt sind und die Naben um die Achse frei drehbar sind. Die hinteren Ausfallenden werden an der Achse in einer starren senkrechten Stütze in der Höhe R_w (Radius der Laufrad/Reifen-Einheit ± 30 mm) befestigt. Dabei muss die obere Befestigung der Stütze frei um die Hinterradachse drehbar, aber seitlich starr eingespannt sein, und das untere Ende der Stütze muss mit einem Kugelgelenk versehen sein.

Bei mehrspurigen vierrädrigen Lastenfahrrädern muss die Rahmeneinheit in eine Vorrichtung nach Bild 2 c) geklemmt werden, wobei beide Vorderräder in einer starren Befestigung der Höhe R_w (Radius der Laufrad/Reifen-Einheit ± 30 mm) befestigt sind und die Naben um die Achse frei drehbar sind. Die Hinterradachse oder die hinteren Laufräder müssen an eine geeignete Vorrichtung angebracht werden, um dem Rahmen unter Einwirkung der Prüfkraft eine Verlängerung bzw. Verkürzung des Radstandes zu ermöglichen.

Am Tretlagergehäuse nach Bild 2 und entsprechend Punkt a) oder Punkt b) muss entweder eine Tretkurbel/Kettenblatt-Einheit oder vorzugsweise eine feste steife Ersatzprüfeinheit mit den Maßen der Originalteile befestigt werden.

- a) Bei Verwendung einer Tretkurbel/Kettenblatt-Einheit müssen beide Kurbeln vorwärts und um 45° (auf $\pm 2,0^\circ$) zur Waagerechten abwärts geneigt werden, wenn das Lastenfahrrad mit einem Sattel aus-

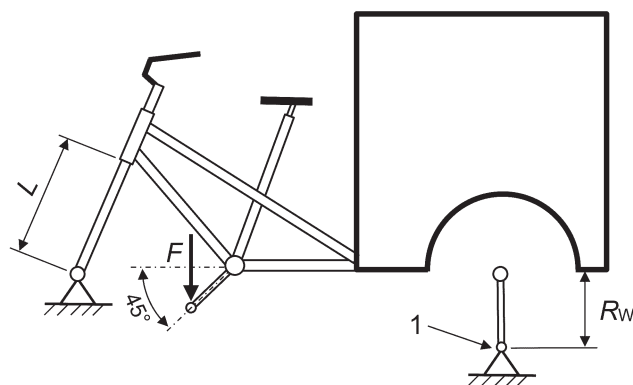
gestattet ist; bei Lastenfahrrädern, auf denen der Fahrer auf einem Sitz sitzt und deren Pedalbewegung vorwärts und abwärts gerichtet ist, müssen beide Kurbeln nach oben und um 45° (auf $\pm 2,0^\circ$) zur Richtung der Pedalkraft vorwärts geneigt werden, wie in Bild 2 c) dargestellt. Das vordere Ende der Kette muss bei drei Kettenblättern auf das mittlere Kettenblatt oder bei zwei Kettenblättern auf das kleinere Kettenblatt oder bei einem Kettenblatt auf das einzige Kettenblatt aufgelegt werden. Das hintere Ende der Kette muss rechtwinklig an der Hinterradachse befestigt werden.

- b) Bei Verwendung einer Adaptereinheit (wie in Bild 2 dargestellt) muss diese frei um die Achse des Tretlagergehäuses drehbar befestigt werden, und die Länge L der beiden Ersatzprüftretkurbeln muss 175 mm sein; dabei müssen beide Ersatzprüftretkurbeln vorwärts gerichtet und um 45° (auf $\pm 2,0^\circ$) zur Waagerechten abwärts geneigt montiert werden, wenn das Lastenfahrrad mit einem Sattel ausgestattet ist; bei Lastenfahrrädern, auf denen der Fahrer auf einem Sitz sitzt und deren Pedalbewegung vorwärts und abwärts gerichtet ist, müssen beide Ersatzprüftretkurbeln nach oben und um 45° (auf $\pm 2,0^\circ$) zur Richtung der Pedalkraft vorwärts geneigt werden, wie in Bild 2 c) dargestellt. Die Fixierung der Ersatzprüftretkurbeln muss durch einen vertikalen Hebelarm (der das Kettenblatt ersetzt) sowie durch eine Zugstange mit Kugelenken an beiden Enden, die an der Hinterradachse rechtwinklig oder, sofern vorhanden, an einem Zwischenzahnrad befestigt ist, erfolgen. Die Länge des vertikalen Hebelarms (R_c) muss 75 mm betragen, und die Achse der Zugstange muss in einem Abstand von 50 mm parallel zur vertikalen Ebene durch die Mittelachse des Rahmens verlaufen.
- c) Wenn die Kraftübertragung auf das Antriebsrad nicht mechanisch ist (z. B. nicht über einen Antriebsriemen oder eine Kette, sondern elektrisch durch Umwandlung der Energie durch einen Generator), muss die Prüfung so mit einem blockierten Generator oder einer Ersatzprüfantriebseinheit durchgeführt werden, dass beide Kurbeln auch nach vorn gerichtet montiert und in einem Winkel von 45° (bis zu $\pm 2,0^\circ$) zur Horizontalen geneigt werden können. Die Zugstange (2) in Bild 2 entfällt in diesem Fall.

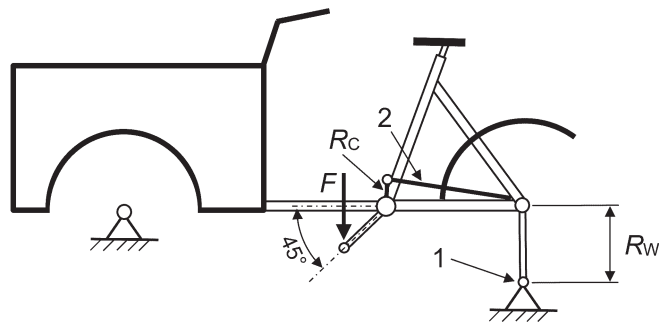
Eine in Richtung der Pedalkräfte gerichtete Prüfkraft F wird um $7,5^\circ$ (auf $\pm 0,5^\circ$) zur senkrechten Mittelachse geneigt in einem Abstand von 150 mm zur Mittelachse des Rahmens wiederholt auf jedes Pedal (oder jedes gleichwertige Adapterbauteil) aufgebracht, wie in Bild 2 dargestellt. Im Allgemeinen wird bei einem Lastenfahrrad mit Sattel die Pedalkraft als vertikal angenommen. Bei einem Lastenfahrrad mit Sitz kann die Richtung der Pedalkraft als die Linie von der Achse der Tretkurbel zur Mitte der Rückenlehne angenommen werden, wie in Bild 2) dargestellt. In diesem Fall entfällt die Neigung der Pedalkraft um $7,5^\circ$.

Bei Aufbringen dieser Prüfkraft muss die auf eine „Pedalachse“ wirkende Kraft auf $\leq 5\%$ der maximalen Kraft reduziert werden, bevor die Kraft auf die andere „Pedalachse“ aufgebracht wird.

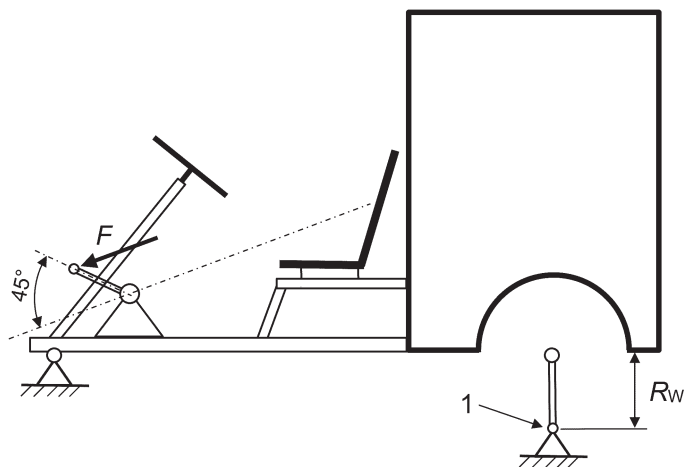
Die Prüfkraft von 1 200 N muss für 200 000 Zyklen ($c1$) aufgebracht werden, wobei ein Zyklus aus der Be- und Entlastung mit zwei Prüfkraften besteht. Die maximale Prüffrequenz muss entsprechend den Festlegungen nach EN ISO 4210-3:2023, 4.5, eingehalten werden. Die Anzahl an Prüfzyklen ($c1$) für vom Hersteller für die Nutzung mit geringer Fahrleistung vorgesehene Lastenfahrräder ist in Anhang A aufgeführt.



a) Mehrspuriges dreirädriges Lastenfahrrad mit einem Laufrad an der Gabel



b) Mehrspuriges dreirädriges Lastenfahrzeug mit einem Laufrad hinten



c) Mehrspuriges vierrädriges Lastenfahrzeug mit Fahrersitz

Legende

R_w Höhe der starren Befestigung und des vertikalen Verbindungsstückes

R_c Länge des vertikalen Hebelarmes

L Länge der Ersatzprüfgabel

1 Kugelgelenk

2 Zugstange

F Prüfkraft

Bild 2 — Rahmen — Dynamische Prüfung mit Pedalkräften

8.4 Rahmen - Dynamische Prüfung mit horizontalen Kräften

8.4.1 Allgemeines

Die Verwendung der Gabel, sofern vorhanden, zur Prüfung wird empfohlen – siehe FprEN 17860-3:2023, Abschnitt 9.

Die Lage des Schwerpunktes muss bei der kritischsten zulässigen Gesamtmasse bestimmt werden.

Eine Aufhängung oder ein Federelement der Hinterachse muss durch die Einstellung der Feder-/Dämpfungseinheit, durch eine externe Vorrichtung oder durch Ersetzen des Federelementes durch ein massives Verbindungsstück geeigneter Größe so blockiert werden, dass die Elemente entsprechend der Herstellerangabe oder bei fehlender Vorgabe um 20 % des Gesamtfederweges eingefedert sind.

Bei Lastenfahrzeugen mit Vorderradaufnahmen, die nicht in Form einer Gabel ausgeführt sind (z. B. Achsschenkel-/Achszapfenlenkung), darf die nach 8.4.2 ermittelte Prüfkraft nicht vorwärts und rückwärts

gerichtet an der Vorderradachse aufgebracht werden, sondern an der hinteren Achse als in Fahrtrichtung wirkende Kraft, und das daraus entstehende Bremsmoment um die jeweiligen vorderen Achsen muss in den Rahmen eingeleitet werden.

Dazu muss die vordere Achse über das vorgesehene Laufrad (oder bei Fahrrädern mit mehreren Vorderrädern: die vorgesehenen Räder) am Radaufstandspunkt fixiert werden. Alternativ muss die Achse über eine senkrechte Abstützung, die sowohl um ihre Befestigung als auch um die Achse frei rotieren kann und somit das/die über die Bremsabstützung blockierte(n) Rad/Räder realistisch nachbildet, abgestützt werden. Das entstehende Bremsmoment um die Radachse(n) ist an die entsprechenden Bremsbefestigungen am Rahmen unter Verwendung eines geeigneten Adapters entsprechend zu übertragen. Die Prüfkraft muss dann in Fahrtrichtung über die hintere Laufradachse (oder Achsen) eingeleitet werden.

Der mechanische Aufbau ist abhängig vom Rahmendesign, muss jedoch ähnlich den Vorgaben aus EN ISO 4210-6:2023, 4.6.3 und 5.6.3, ausfallen.

8.4.2 Bestimmung der Prüfkräfte

8.4.2.1 Allgemeines

Für die Bestimmung der Prüfkräfte müssen Gesamtmasse und Lage des Schwerpunktes des Lastenfahrrades bekannt sein.

Sofern der Schwerpunkt des Lastenfahrrades nicht bekannt ist, kann dieser praktisch ermittelt (siehe FprEN 17860-3:2023, Anhang B.1) oder rechnerisch abgeschätzt (siehe FprEN 17860-3:2023, Anhang B.2) werden. Die Lage des Schwerpunktes muss bei der kritischsten zulässigen Gesamtmasse bestimmt werden.

8.4.2.2 Lage des Gesamtschwerpunktes weit hinten/unten ($x_S \geq 0,8 z_S$)

Der Hersteller ist für die Belastungssituation zur Bestimmung der Schwerpunktlage verantwortlich. Die Prüfkraft F_{Test} muss, abhängig von der Gesamtmasse m und der Schwerpunktlage (x_S/z_S), als Gesamtbremskraft abzüglich der halben am Hinterrad wirkenden Bremskraft für eine Verzögerung mit $5,5 \text{ m/s}^2$ wie folgt bestimmt werden, siehe Gleichung (2):

$$F_{Test} = m \times a - \frac{\mu}{2} \left(\frac{m \times g \times x_S}{WB} - \frac{m \times a \times z_S}{WB} \right) \quad (2)$$

Dabei ist:

F_{Test} die dynamische Prüfkraft in horizontaler Richtung;

a $5,5 \text{ m/s}^2$;

g $9,81 \text{ m/s}^2$;

μ $0,8$;

m die Gesamtmasse, in kg;

WB der Radstand, in mm;

x_S der horizontale Abstand des Gesamtschwerpunktes von der Vorderachse, in mm;

z_S die Höhe des Gesamtschwerpunktes über der Fahrbahn, in mm.

8.4.2.3 Lage des Gesamtschwerpunktes vorn/hoch ($x_S < 0,8 z_S$)

Bis zu einer Gesamtmasse von 120 kg beträgt die Prüfkraft $F_{Test} \pm 500 \text{ N}$; bei einer höheren Gesamtmasse m des Lastenfahrrades wird die Prüfkraft mit F_{Test} als $m/120 \text{ kg} \times 500 \text{ N}$ bestimmt.

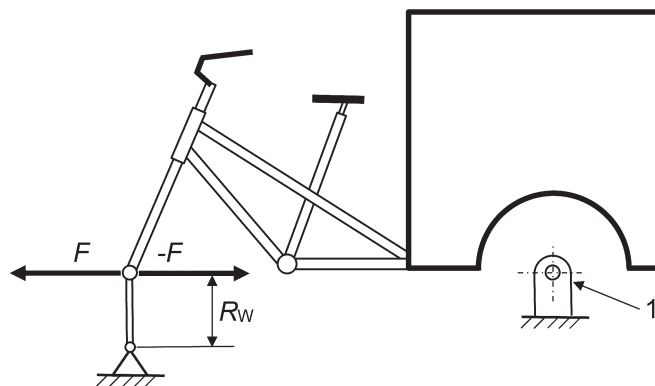
8.4.3 Prüfverfahren

Der Rahmen muss in üblicher Stellung frei drehbar an den hinteren Ausfallenden eingespannt werden (d. h. vorzugsweise an der Hinterradachse), wie in Bild 3 dargestellt. Es muss sichergestellt werden, dass der Rahmen in der Position, die dem normalen Verwendungszweck des Lastenfahrrades entspricht, eingespannt wird. Sind Vorder- und Hinterraddurchmesser gleich groß, müssen beide Achsen fluchten.

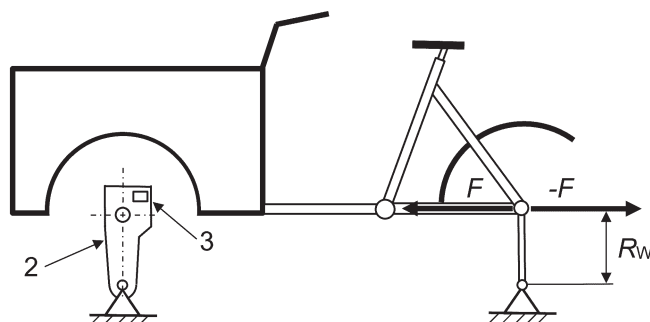
Dynamische horizontale Kräfte F_{Test} müssen vorwärts und rückwärts gerichtet für 200 000 Zyklen (c2) auf die Achsaufnahme aufgebracht werden, wie in Bild 3 a) dargestellt, wobei die Vorderradgabel bei der Kraftaufbringung in der vertikalen Ebene fixiert, die Gabel jedoch vorwärts und rückwärts frei beweglich ist. Bei Lastenfahrrädern mit Vorderradaufnahmen, die nicht in Form einer Gabel ausgeführt sind, müssen dynamische horizontale Kräfte F_{Test} vorwärts und rückwärts gerichtet für 200 000 Zyklen (c2) an der hinteren Achse, wie in Bild 3 b) und Bild 3 c) dargestellt, aufgebracht werden, und das daraus entstehende Bremsmoment um die jeweiligen vorderen Achsen muss in den Rahmen eingeleitet werden.

Die maximale Prüffrequenz muss entsprechend den Festlegungen nach EN ISO 4210-3:2023, 4.5, eingehalten werden.

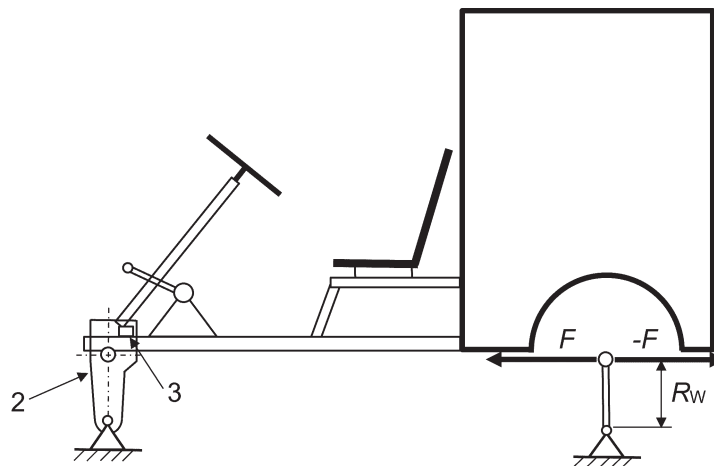
Die Anzahl an Prüfzyklen (c2) für vom Hersteller für die Nutzung mit geringer Fahrleistung vorgesehene Lastenfahräder ist in Anhang A aufgeführt.



a) Mehrspuriges dreirädriges Lastenfahrzeug mit einem Laufrad an der Gabel



b) Mehrspuriges dreirädriges Lastenfahrzeug mit einem Laufrad hinten



c) Mehrspuriges vierrädriges Lastenfahrzeug mit Fahrerplatz

Legende

- 1 starre, drehbar gelagerte Befestigung für die Hinterradaufnahme
- 2 Prüfadapter
- 3 Montagepunkt der Bremse
- R_W Radradius
- F Prüfkraft

Bild 3 — Rahmen — Dynamische Prüfung mit horizontalen Kräften

8.5 Rahmen — Dynamische Prüfung mit einer vertikalen Kraft auf die Sattelstütze

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 8.5.

8.6 Rahmen – Dynamische Prüfung mit vertikalen Kräften auf die Lastenaufnahme

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 8.6.

ANMERKUNG In vielen Fällen wird in dieser dynamischen Prüfung die Tragfähigkeit des Rahmens unter vertikalen Kräften auf angemessene Weise geprüft. Bei manchen Designs von Lastenfahrzeugen führt die Position der Lastenaufnahme jedoch dazu, dass nur Teile der Rahmenstruktur belastet werden und somit die komplexe Belastungssituation im realen Fahrbetrieb durch diese Prüfung nicht abgebildet wird. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn der Mittelpunkt der Lastenaufnahme genau über der Hinterachse liegt. In diesem Fall wirken keinerlei Lasten auf die Vorderachse.

In diesem Fall ist es ratsam, eine separate dynamische Prüfung mit vertikalen Lasten auf der Vorderachse durchzuführen. Ein Vorschlag für eine solche Prüfung ist in Anhang G (informativ) zu finden.

Alternativ kann eine Prüfung der strukturellen Unversehrtheit, wie in Abschnitt 23 beschrieben, durchgeführt werden.

8.7 Rahmen – Dynamische Prüfung mit Querkräften

8.7.1 Allgemeines

Bei Prüfungen von gefederten Rahmen mit Gelenkverbindungen müssen Feder, Luftdruck bzw. Dämpfer so eingestellt werden, dass der größtmögliche Widerstand erreicht wird, oder die Federeinheit muss durch ein starres Verbindungsstück ersetzt werden, wobei sichergestellt werden muss, dass die Befestigungen am Rahmen und die seitliche Steifigkeit der Originalausführung genau nachgebildet sind.

8.7.2 Bestimmung der lateralen Prüfkraft

Bei der Kurvenfahrt mehrspuriger Fahrzeuge entstehen Querkräfte, die bei einspurigen Fahrzeugen nicht auftreten.

Die größte Querkraft tritt am kurvenäußeren Radaufstandspunkt von Vorder- oder Hinterachse dann auf, wenn das/die kurveninnere(n) Rad/Räder gerade von der Fahrbahn abhebt/abheben und das Fahrzeug mit Schwerpunkthöhe z_s um die Linie durch die beiden kurvenäußeren Radaufstandspunkte kippt. Die dazu benötigte Querbeschleunigung a_1 wird wie folgt berechnet, siehe Gleichung (3):

$$a_1 = g \times \frac{l}{z_s} \quad (3)$$

Dabei ist:

a_1 die Querbeschleunigung, in m/s^2 ;

l der für die Kippkraft wirksame Hebel, in mm;

z_s die Höhe des Gesamtschwerpunktes über der Fahrbahn, in mm;

g die Erdbeschleunigung $9,81 \text{ m/s}^2$.

Der wirksame Hebel l für die Kippkraft bei zweispurigen Fahrzeugen (vier Räder mit identischer Spurweite an der Vorder- und Hinterachse) entspricht der halben Spurweite ($l = \frac{AT}{2}$). Bei einem dreispurigen Fahrzeug [drei Räder mit einem Laufrad entweder an der Vorder- oder der Hinterachse, siehe Bild 4 a)] siehe dagegen Gleichung (4):

$$l = \frac{\frac{AT}{2WB}}{\sqrt{1 + \left(\frac{AT}{2WB}\right)^2}} \times x_s \quad (4)$$

Dabei ist:

x_s der horizontale Abstand des Gesamtschwerpunktes von der Achse mit einem Laufrad, in mm;

l der für die Kippkraft wirksame Hebel, in mm;

AT die Spurweite, in mm;

WB der Radstand, in mm.

Bei einem vierspurigen Fahrzeug [vier Räder mit unterschiedlicher Spurweite an der Vorder- und der Hinterachse, siehe Bild 4 b)] wird der wirksame Hebel l nach Gleichung (5) berechnet:

$$l = \frac{\frac{AT_2}{2WB}}{\sqrt{1 + \left(\frac{AT_2}{2WB}\right)^2}} \times \left(x_s + \frac{WB}{\frac{AT_2}{AT_1} - 1} \right) \quad (5)$$

Dabei ist:

x_s der horizontale Abstand des Gesamtschwerpunktes von der Achse mit der geringeren Spurweite, in mm;

l der für die Kippkraft wirksame Hebel, in mm;

E DIN EN 17860-4:2024-08
prEN 17860-4:2024 (D)

AT_1 die geringere Spurweite, in mm;

AT_2 die höhere Spurweite, in mm;

WB der Radstand, in mm.

Bei der Kurvenfahrt erfolgt die Kraftverteilung vom Schwerpunkt des Lastenfahrrades über die Struktur des Rahmens, die Achsaufhängung und die Laufräder zu den Radaufstandspunkten auf den Boden. In dem Sonderfall kurz vor Abheben des/der kurveninneren Laufrades/-räder wird keine Quer- oder Vertikalkraft über das/die kurveninnere(n) Laufrad/-räder übertragen.

Die Querbeschleunigung verursacht an den kurvenäußeren Laufrädern (für den Fall der Kurvenfahrt mit konstanter Geschwindigkeit) eine laterale Reaktionskraft, die der statischen Achslast des Gesamtfahrzeuges (siehe FprEN 17860-3:2023, Anhang B) multipliziert mit der Querbeschleunigung entspricht. Dieser Wert wird als die laterale Prüfkraft angenommen, siehe Gleichung (6):

$$F_{Q\max} = \frac{g \times l \times m}{z_s} \quad (6)$$

Dabei ist:

$F_{Q\max}$ die maximale Querkraft, in N;

m das Gesamtgewicht, in kg;

g die Erdbeschleunigung, 9,81 m/s²;

z_s die Höhe des Gesamtschwerpunktes über der Fahrbahn, in mm;

l der wirksame Hebel um die Kippachse.

Im Falle von vierrädrigen Fahrzeugen oder mehrspurigen Fahrzeugen mit niedrigem Schwerpunkt ist es gegebenenfalls möglich, sehr hohe Querbeschleunigungen, die bei der tatsächlichen Fahrt nicht erreicht werden, zu berechnen. Aus diesem Grund muss die Prüfkraft auf eine maximale Querbeschleunigung von 0,5 g begrenzt werden, wenn für a_1 in Gleichung (3) ein höherer Wert erreicht wird. In diesem Fall muss das Verhältnis von l zu z_s in Gleichung (6) mit 0,5 angenommen werden.

8.7.3 Anforderung

Bei schweren mehrspurigen Lastenfahrrädern müssen der Rahmen und die Radaufhängung sowohl der Vorder- als auch der Hinterachse gleichzeitig geprüft werden. Bei symmetrischen Designs genügt die Prüfung einer Seite. Bei der Prüfung nach 8.7.4 dürfen an keinem Teil des Rahmens oder der Radaufhängung sichtbare Anrisse oder Brüche auftreten.

8.7.4 Prüfverfahren

Der durch die Fahrzeugmasse verursachte Kraftvektor wird von der Zentripetalkraft so überlagert, dass der resultierende Kraftvektor vom Schwerpunkt in Richtung der Verbindungslinie der Radaufstandspunkte der kurvenäußeren Laufräder verläuft.

Bei der Prüfung von Rahmenstrukturen und Radaufhängungen von schweren mehrspurigen Lastenfahrrädern mit Querkräften muss die vertikale Kraftkomponente berücksichtigt werden. Die resultierende Prüfkraft muss in dynamisch pulsierender Form aufgebracht werden und besteht aus einer vertikalen Gewichtskraft und einer lateralen Zentripetalkraft, die über eine geeignete Vorrichtung im Schwerpunkt des Prüfkörpers aufgebracht wird.

Die kurvenäußeren Radaufstandspunkte werden seitlich und vertikal an der Außenseite abgestützt. Das Fahrzeug wird waagrecht gegen Wegrollen gesichert. Der/die kurveninnere(n) Radaufstandspunkt(e) ist/sind

seitlich frei. Der Prüfkörper steht auf den Originallaufrädern, deren Reifen mit dem maximal zulässigen Reifendruck aufgepumpt sind; alternativ kann ein geeigneter, frei um die jeweilige Laufradachse drehbarer Hebel mit einem der Länge R_W entsprechenden Laufradradius verwendet werden.

Die Prüfkraft und Richtung werden wie folgt berechnet, siehe Gleichung (7):

$$F_{\text{dyn}} = \sqrt{F_{Q_{\text{max}}}^2 + F_G^2} \quad (7)$$

Dabei ist:

F_{dyn} die resultierende dynamische Prüfkraft, in N;

$F_{Q_{\text{max}}}$ die maximale Querkraft, in N;

F_G die Gewichtskraft $m \times g$ unter Berücksichtigung des Gesamtgewichts, m .

Daraus ergibt sich Gleichung (8):

$$F_{\text{dyn}} = m \times g \times \sqrt{\left(\frac{l}{z_S}\right)^2 + 1} \quad (8)$$

Die Richtung des resultierenden Prüfkraftvektors im Vergleich zur vertikalen Achse wird nach Gleichung (9) berechnet:

$$\alpha_{\text{res}} = \tan^{-1}\left(\frac{l}{z_S}\right) \quad (9)$$

Dabei ist:

α_{res} der resultierende Winkel für die Richtung der Prüfkraft, in °;

m die Gesamtmasse, in kg;

g 9,81 m/s²;

l der wirksame Hebel um die Kippachse, in mm;

z_S die Höhe des Gesamtschwerpunktes über der Fahrbahn, in mm.

Aus praktischen Gründen sollte für die Berechnung der Prüfkraft Gleichung (7) verwendet werden, und anstelle der Gesamtmasse m sollte ein reduzierter Wert, der die Leermasse des zu prüfenden Fahrrads berücksichtigt, oder, im Falle eines unvollständigen Prüffahrzeugs, die tatsächliche Masse verwendet werden, um das Eigengewicht des Prüfaufbaus in Bezug auf die Vertikalkraft F_G zu berücksichtigen. Der berechnete Winkel des Kraftvektors bleibt hiervon unberührt.

Die Prüfkraft F_{dyn} muss in dynamisch pulsierender Form über eine geeignete Vorrichtung am Schwerpunkt des Lastenfahrrades mit höchstem zulässigem Gesamtgewicht und in einem Winkel α_{res} über $c3$ Zyklen nach Tabelle 1 aufgebracht werden.

Dabei müssen die kurvenäußeren Laufräder seitlich und vertikal abgestützt werden und das Lastenfahrrad muss gegen eine Bewegung in Fahrtrichtung gesichert werden; das/die kurveninnere(n) Laufrad/-räder muss/müssen vertikal abgestützt werden, wie in Bild 5 und Bild 6 dargestellt.

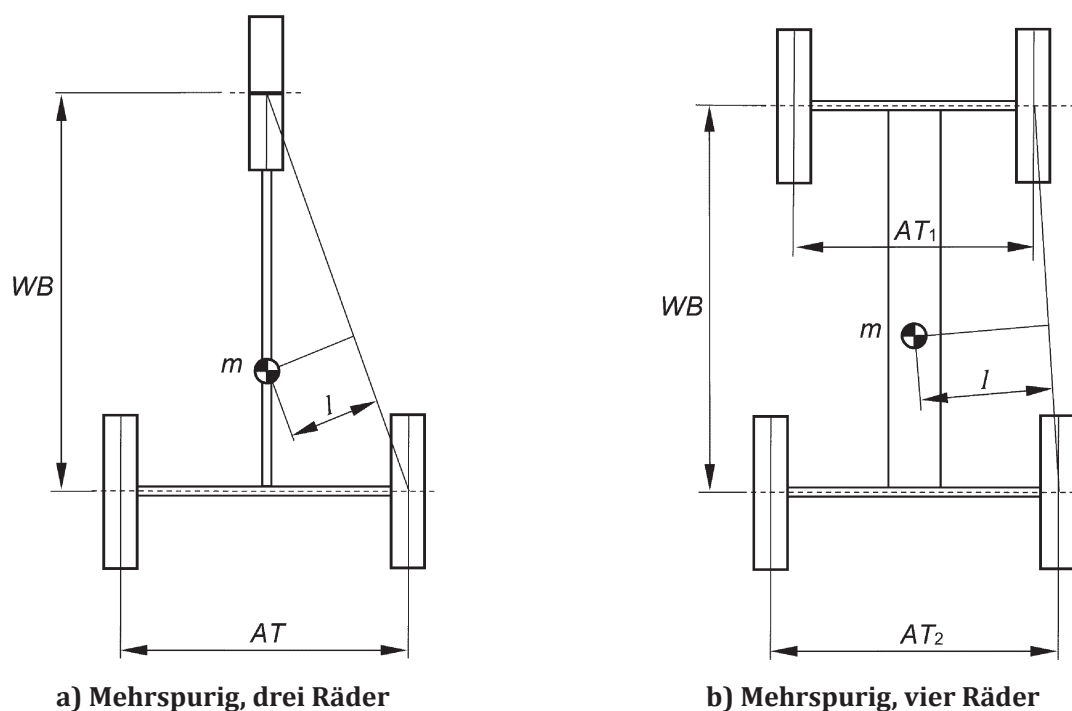
Bei Lastenfahrrädern mit kippbaren Laufrädern kann die Prüfung entweder mit der Lenkung in Geradeausstellung, d. h. in nicht gekipptem Zustand, oder in gekipptem Zustand mit einem Lenkwinkel, der einer Kurvenfahrt mit einem Radius zwischen 3 m und 5 m entspricht, durchgeführt werden.

Führt die Kinematik der Kippfunktion zu einer erheblichen Änderung der Schwerpunkthöhe (mehr als 5 %), muss dies für die Prüfung in gekipptem Zustand für die Berechnung der Prüfkräfte bei der Eingabe des Wertes für z_s berücksichtigt werden.

Tabelle 1 — Prüfzyklen — Rahmen — Dynamische Prüfung mit Querkräften

Typ Lastenfahrrad	Zyklen c3 für kommerzielle/professionelle Nutzung
Mehrspurig, drei Räder	200 000
Mehrspurig, vier Räder	200 000

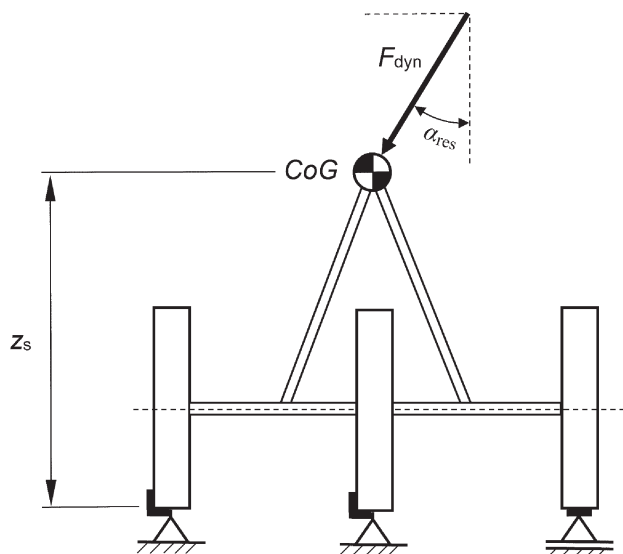
Die Anzahl an Prüfzyklen für vom Hersteller für die Nutzung mit geringer Fahrleistung vorgesehene Lastenfahrräder ist in Anhang A aufgeführt.



Legende

- m Gesamtgewicht in kg (Schwerpunkt)
- WB Radstand
- AT Spurweite eines dreirädrigen Fahrzeuges
- AT_1 geringere Spurweite eines vierrädrigen Fahrzeuges
- AT_2 höhere Spurweite eines vierrädrigen Fahrzeuges
- l wirksamer Hebel um die Kippachse (leverage)

Bild 4 — Schematische Draufsicht eines mehrspurigen Fahrzeuges



Legende

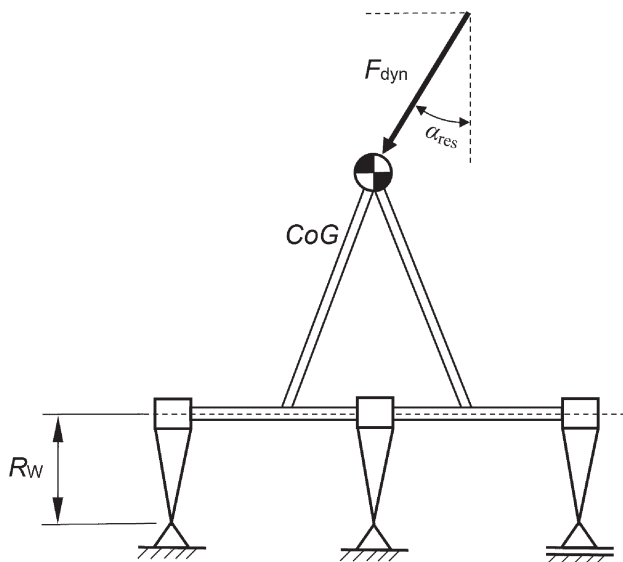
CoG Schwerpunkt für Gesamtgewicht

F_{dyn} resultierende Prüfkraft

α_{res} Winkel der resultierenden Prüfkraft

z_s Höhe des Gesamtschwerpunktes

Bild 5 — Schematische Vorderansicht — dreispuriger Prüfaufbau für die Prüfung mit am Boden fixierten Laufrädern



Legende

CoG Schwerpunkt für Gesamtgewicht

F_{dyn} resultierende Prüfkraft

α_{res} Winkel der resultierenden Prüfkraft

R_w Radradius

Bild 6 — Schematische Vorderansicht — dreispuriger Prüfaufbau für die Prüfung mit Hebeln als Ersatz für die Laufräder

8.8 Rahmeneinheit – Stoßprüfung (fallender Rahmen)

8.8.1 Allgemeines

Bei der Prüfung eines vollständigen Lastenfahrrades mit einer Gabel muss die Stoßprüfung der Rahmeneinheit an einem Rahmen mit geeigneter eingebauter Gabel durchgeführt werden.

Ist eine gefederte Gabel oder eine gefederte Vorderachse montiert, muss sie sich vor dem Stoß in ausgefederter Lage befinden. Ist/sind die Feder-/Dämpfungs-Einheit(en) blockierbar, muss/müssen sie in ausgefederter Lage blockiert werden. Ist die Feder-/Dämpfungs-Einheit nicht blockierbar, wird eines der beiden folgenden alternativen Verfahren angewendet:

- die Gabel oder die Vorderachse wird in ausgefederter Länge durch eine externe Vorrichtung blockiert, oder
- die Gabel wird durch eine starre Gabel, deren Länge der maximal zulässigen Gesamtmasse des Fahrzeuges bei Anbringung der gefederten Gabel entspricht, ersetzt; im Falle von Lastenfahrrädern mit Vorderradaufnahmen, die nicht in Form einer Gabel ausgeführt sind, wird/werden die Feder-/Dämpfungs-Einheit(en) durch ein massives Verbindungsstück von geeigneter Größe und mit Befestigungen, die denen der Feder-/Dämpfungseinheit entsprechen, ersetzt.

Ist eine Hinterradfederung Bestandteil des Rahmens, wird/werden die Feder-/Dämpfungs-Einheit(en) so blockiert, als würde ein 100 kg schwerer Fahrer das Lastenfahrrad belasten. Ist die Blockierung der Federung konstruktionsbedingt nicht möglich, wird/werden die Feder-/Dämpfungs-Einheit(en) durch ein massives Verbindungsstück von geeigneter Größe und mit Befestigungen, die denen der Feder-/Dämpfungseinheit entsprechen, ersetzt.

8.8.2 Anforderung

Bei der Prüfung nach 8.8.3 dürfen an der Einheit keine sichtbaren Risse oder Brüche auftreten, und nach dem letzten Aufprall dürfen sich keine Bestandteile des Federungssystems abtrennen. Die bleibende Verformung, gemessen am Abstand zwischen den Mittellinien der beiden Radachsen, darf 100 mm nicht überschreiten.

8.8.3 Prüfverfahren

Die Prüfung wird an der Einheit durchgeführt.

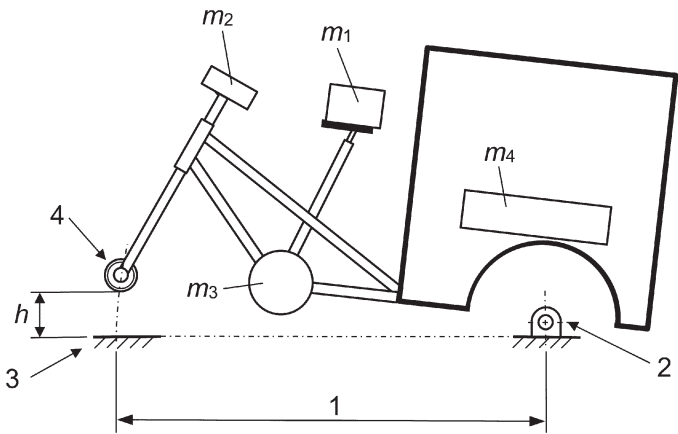
Eine Prüfrolle mit einer Masse von weniger oder gleich 1 kg und mit Maßen und Werkstoffeigenschaften entsprechend EN ISO 4210-6:2023, 4.1, wird in die Gabel oder an den Radnaben der Vorderachse eingebaut. Wie in Bild 7 dargestellt, wird die Rahmen/Gabel-Einheit an der Hinterradachsaufnahme so eingespannt, dass sie in senkrechter Ebene frei um die Hinterradachse drehbar ist. Die Vorderradgabel oder die Radnaben der Vorderachse wird/werden so auf einem flachen Stahlamboss gelagert, dass der Rahmen sich in üblicher Gebrauchsstellung befindet. Die Masse m_1 wird sicher, wie in Bild 7 dargestellt, auf der Sattelstütze angebracht, wobei sich der Schwerpunkt in einem Abstand D ($= 75$ mm) längs der Achse der Sattelstütze vom Einsteckpunkt entfernt befindet, oder, im Falle eines Sitzes auf der Sitzfläche oder der Sitzschiene, und die Massen m_2 , m_3 und m_4 (siehe Tabelle 2) werden oben auf dem Lenker, dem Tretlagergehäuse bzw. der Lastenaufnahme angebracht, wie in Bild 7 dargestellt.

Der Radstand wird mit den vier wie vorgesehen angebrachten Massen gemessen. Die Einheit wird so weit um die Hinterradachse gedreht, bis der Abstand zwischen der Prüfrolle mit geringer Masse und dem Amboss h beträgt, dann wird die Einheit frei auf den Amboss fallengelassen.

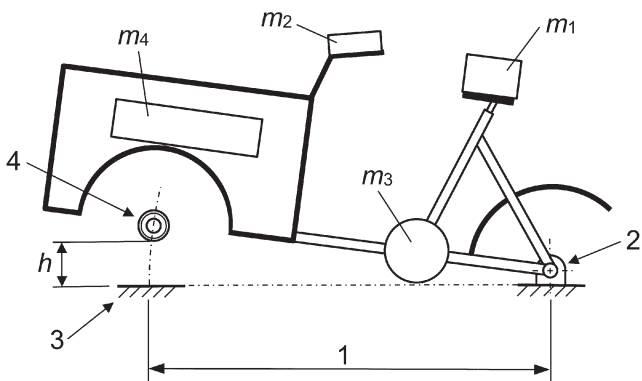
Die Prüfung wird 6 Mal (3 Mal bei Nutzung mit geringer Intensität) wiederholt und der Radstand nach jeder Prüfung erneut mit den vier wie vorgesehen angebrachten Massen gemessen, wobei die Prüfrolle auf dem Amboss ruht.

Tabelle 2 — Fallhöhen und Verteilung der Massen

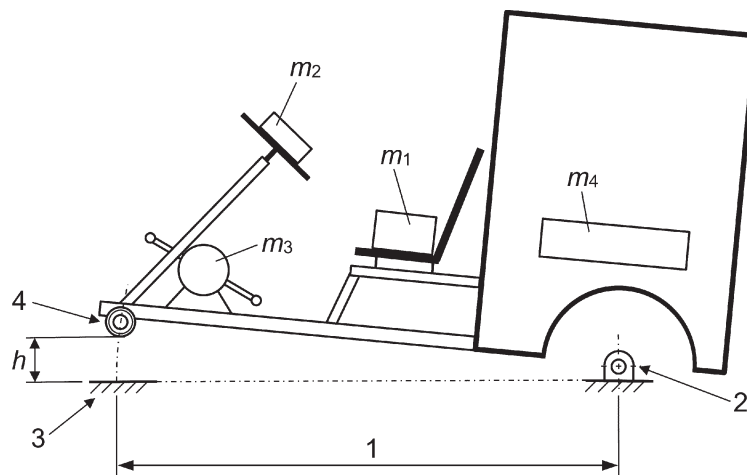
Typ Lastenfahrrad	Fahrrad mit Sattel	Fahrrad mit Sitz
Masse 1 Sattelstütze, m_1 (kg)	30	50
Masse 2 Lenkkopf, m_2 (kg)	2×10	2×10
Masse 3 Tretlagergehäuse, m_3 (kg)	50	30
Masse 4 Lastenaufnahme, m_4 (kg)	vom Hersteller angegebene maximale Last für die Lastenaufnahme	
Fallhöhe, h (mm)	150	150



a) Mehrspuriges dreirädriges Lastenfahrrad mit einem Laufrad an der Gabel



b) Mehrspuriges dreirädriges Lastenfahrrad mit einem Laufrad hinten



c) Mehrspuriges vierrädriges Lastenfahrrad mit Fahrersitz

Legende

- 1 Radstand
- 2 starre Befestigung für die Hinterradachsaufnahme
- 3 Stahlamboss
- 4 Prüfrolle mit geringer Masse (höchstens 1 kg)
- h Fallhöhe
- m_1 Masse 1 Sattelstütze
- m_2 Masse 2 Lenkung (2×)
- m_3 Masse 3 Tretlagergehäuse
- m_4 Masse 4 Lastenaufnahme

Bild 7 — Rahmen — Stoßprüfung (fallender Rahmen)

8.9 Rahmen – Prüfung der Bremsenaufnahme

8.9.1 Anforderungen

Für mehrspurige dreirädrige Lastenfahrräder mit einem in einer Gabel montierten Vorderrad gilt FprEN 17860-2:2023, 9.6.

Die Prüfungen nach 8.9.2 und 8.9.3 müssen an einer einzelnen zu prüfenden Einheit in der Reihenfolge dynamische Prüfung – statische Prüfung durchgeführt werden.

Bei der Prüfung nach 8.9.2 und 8.9.3 dürfen keine sichtbaren Schäden, wie z. B. Anrisse, Brüche oder plastische Verformungen, an irgendeinem Teil der Bremsenaufnahme oder des Rahmens auftreten.

Kein Teil des Federungssystems darf sich lösen.

Ein drehbar gelagerter gerader Adapter muss an einer Achse des Laufrades befestigt werden. Der Adapter muss gleichzeitig als Drehmomentstütze der Länge L_2 (siehe Tabelle 3) und als geeigneter Aufsatz für den Befestigungspunkt der Bremse dienen. Ist die Reifengröße nicht in Tabelle 3 aufgeführt, muss die Länge L_2 der Hälfte des Reifendurchmessers entsprechen.

Tabelle 3 — Hebellängen bei unterschiedlichen Reifendurchmessern

Reifendurchmesser	16"	18"	20"	24"	26"	650b	29" oder 700c
Hebellänge, L ₂	202	228	254	305	330	349	368
ANMERKUNG Maße entsprechen ISO 5775-1:2023 <i>Bicycle tyres and rims Part 1: Tyre designations and dimensions</i> .							

8.9.2 Dynamische Prüfung der Bremsenaufnahme

Die Prüfung wird an sämtlichen Rahmen, die auslegungsbedingt am Hinterrad bzw. an den Hinterrädern mit einer Naben- oder Scheibenbremse ausgestattet werden können, durchgeführt. Für mehrspurige Lastenfahrräder mit einem in einer Gabel montierten Vorderrad gilt FprEN 17860-3:2022, 9.6.2. Bei mehrspurigen Lastenfahrrädern, die nicht mit einer Gabel ausgestattet sind, wird die dynamische Prüfung der Bremsenaufnahme durch die Rahmenprüfung nach 8.4 abgedeckt.

Die angegebenen Prüfkraften für das Hinterrad bzw. die Hinterräder werden über den Adapter, der als gebremstes Ersatzprüfhinterrad dient, das an der Bremszange unterstützt wird, aufgebracht.

Das Lastenfahrrad wird so in vertikaler und horizontaler Richtung fixiert, dass das Hinterrad bzw. die Hinterräder frei beweglich ist/sind. Wiederholt rückwärts gerichtete Kräfte F_{RW} von 60 % der statischen Radlast (N) des vollständig belasteten Lastenfahrrades einschließlich Fahrer werden auf die Drehmomentstütze senkrecht und waagrecht zur Laufradachse und in der Laufradebene aufgebracht.

Eine positive Prüfkraft bedeutet, dass die Kraft für eine Bremsung in Fahrtrichtung aufgebracht wird, während ein Minuszeichen angibt, dass die Kraft entgegen der Fahrtrichtung oder für eine Rückwärtsbremsung aufgebracht wird.

Stufe 1: $+F_{RW}$, 40 000 Zyklen (c4)

Stufe 2: $-F_{RW}$, 100 Zyklen

Die Anzahl an Prüfzyklen (c4) für vom Hersteller für die Nutzung mit geringer Fahrleistung vorgesehene Lastenfahrräder ist in Anhang A aufgeführt.

Die maximale Prüffrequenz muss entsprechend den Festlegungen nach EN ISO 4210-3:2023, 4.5, eingehalten werden.

8.9.3 Statische Momentprüfung der Bremsenaufnahme

Die Prüfung wird an sämtlichen Rahmen, die auslegungsbedingt an den Vorder- und Hinterrädern mit einer Naben- oder Scheibenbremse ausgestattet werden können, durchgeführt.

Das Lastenfahrrad wird so in vertikaler und horizontaler Richtung fixiert, dass die Laufräder frei beweglich sind.

Im Falle eines einzelnen Vorderrades wird eine rückwärts gerichtete Kraft von $F = 1,0 \times m \times g$, wobei m die Gesamtmasse des Fahrzeuges ist, auf die Drehmomentstütze senkrecht und waagrecht zur Vorderradachse und in der Laufradebene aufgebracht.

Im Falle einer Vorderachse mit zwei Laufrädern wird auf jedes Laufrad eine rückwärts gerichtete Kraft von $F = 0,5 \times m \times g$, wobei m die Gesamtmasse des Fahrzeuges ist, auf die Drehmomentstütze senkrecht und waagrecht zur Vorderradachse und in der Laufradebene aufgebracht.

Diese Kraft wird 1 min beibehalten.

Für das Hinterrad bzw. die Hinterräder wird eine rückwärts gerichtete Kraft, die der statischen Radlast (N) des vollständig belasteten Lastenfahrrades einschließlich Fahrer entspricht, auf die Drehmomentstütze senkrecht und waagerecht zur Laufradachse und in der Laufradebene aufgebracht.

Diese Kraft wird 1 min beibehalten.

8.10 Rahmen – Belastungsprüfung der Anhängereignung

8.10.1 Anforderung

Diese Prüfung ist nur erforderlich, wenn die Verwendung eines Anhängers vom Hersteller zugelassen ist.

Während der Prüfung nach 8.9.2. dürfen keine sichtbaren Schäden, wie z. B. Anrisse, Brüche oder plastische Verformungen, an irgendeinem Teil des Rahmens des Lastenfahrrades auftreten.

Während der Prüfung dürfen keine Brüche, sichtbaren Risse, bleibenden Verformungen oder andere Schäden an der Verbindungseinrichtung oder an der Verbindung zwischen Deichsel und Lastenfahrrad auftreten.

8.10.2 Prüfverfahren

Das Lastenfahrrad wird vertikal und horizontal am Tretlagergehäuse und am vorderen Ausfallende oder an den Radachsen der Vorderräder fixiert. Kräfte werden in horizontaler Richtung und in einer parallelen Linie zur Mittelachse des Lastenfahrrades auf die vom Hersteller angegebenen Befestigungspunkte, z. B. auf das hintere Ausfallende oder die Hinterachse oder die Deichselklemme, oder über eine Deichsel aufgebracht.

Stufe 1:

Dynamische Kräfte (100 000 Zyklen bei Nutzung mit geringer Fahrleistung, 200 000 Zyklen bei professioneller/kommerzieller Nutzung) müssen auf die Verbindungseinrichtung, die Deichsel oder die Verbindung zwischen Deichsel und Lastenfahrrad nach prEN 17860-7:2023, 5.11.3 (Festigkeitsprüfung der Deichsel), in Abhängigkeit von dem vom Hersteller des Lastenfahrrades zugelassenen maximalen Gesamtgewicht des Anhängers aufgebracht werden.

Stufe 2:

Eine statische Kraft muss auf die Verbindungseinrichtung, die Deichsel oder die Verbindung zwischen der Deichsel und dem Lastenfahrrad nach prEN 17860-7:2023, 5.11.4 (Statische Deichselprüfung), in Abhängigkeit von dem vom Hersteller des Lastenfahrrades zugelassenen maximalen Gesamtgewicht des Anhängers aufgebracht werden. Während der Prüfung darf kein Bruch und keine bleibende Verformung von mehr als 20 mm an der Verbindungseinrichtung, der Deichsel oder der Verbindung zwischen der Deichsel und dem Lastenfahrrad auftreten.

9 Vorderradgabel

9.1 Allgemeines

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 9.1.

9.2 Anbringung der Achse und Laufradbefestigung

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 9.2.

9.3 Vorderradgabel — Statische Biegeprüfung

9.3.1 Anforderungen

Bei der Prüfung nach 9.3.2 dürfen keine Brüche oder sichtbaren Risse in irgendeinem Teil der Gabel auftreten, und die bleibende Verformung, gemessen als Verschiebung der Achse des Laufrades bezogen auf die Achse des Gabelschaftes, darf 10 mm nicht überschreiten.

9.3.2 Bestimmung der statischen Prüfkraft ($x_S \geq 0,8 z_S$)

Die statische Prüfkraft F_{stat} muss, abhängig von der Gesamtmasse m und der Schwerpunktlage (x_S/z_S), als Gesamtbremskraft abzüglich der halben am Hinterrad wirkenden Bremskraft für eine Verzögerung mit $9,0 \text{ m/s}^2$ in horizontaler Richtung und unter Berücksichtigung der statischen Achslast und der dynamischen Achslastverlagerung in vertikaler Richtung (siehe Bild 8) wie folgt bestimmt werden, siehe Gleichung (10) und Gleichung (11):

$$F_h = m \times a - \frac{\mu}{2} \left(\frac{m \times g \times x_S}{WB} - \frac{m \times a \times z_S}{WB} \right) \quad (10)$$

$$F_v = F_{\text{vdyn}} + F_{\text{vst}} = m \times a \times \frac{z_S}{WB} + m \times g \times \left(\frac{WB - x_S}{WB} \right) \quad (11)$$

Dabei ist:

F_h die horizontal wirkende Kraftkomponente, in N;

F_v die vertikal wirkende Kraftkomponente, in N;

F_{vdyn} die vertikal wirkende Teilkraft aufgrund der dynamischen Achslastverlagerung, in N;

F_{vst} die vertikal wirkende Teilkraft aufgrund der statischen Achslast, in N;

a $9,0 \text{ m/s}^2$;

g $9,81 \text{ m/s}^2$;

μ $0,8$;

m die Gesamtmasse, in kg;

WB der Radstand, in mm;

x_S der horizontale Abstand des Gesamtschwerpunktes von der Vorderachse, in mm;

z_S die Höhe des Gesamtschwerpunktes über der Fahrbahn, in mm.

Die resultierende Kraft F_{res} , die auf die Vorderradgabel wirkt, wird nach Gleichung (12) berechnet:

$$F_{\text{res}} = \sqrt{F_h^2 + F_v^2} \quad (12)$$

Winkel α der resultierenden Kraft wird nach Gleichung (13) berechnet:

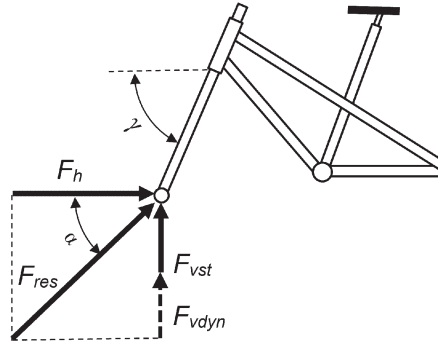
$$\alpha = \tan^{-1} \frac{F_v}{F_h} \quad (13)$$

Für die Prüfkraft, die senkrecht zur Achse des Gabelschaftes wirkt (siehe Bild 8), müssen der Winkel der resultierenden Kraft α und der tatsächlichen Lenkwinkel nach Gleichung (14) berücksichtigt werden:

$$F_{\text{stat}} = 1,5 \times F_{\text{res}} \times \cos(90^\circ + \alpha - \gamma) \quad (14)$$

Dabei ist:

γ der Lenkwinkel, in $^\circ$.



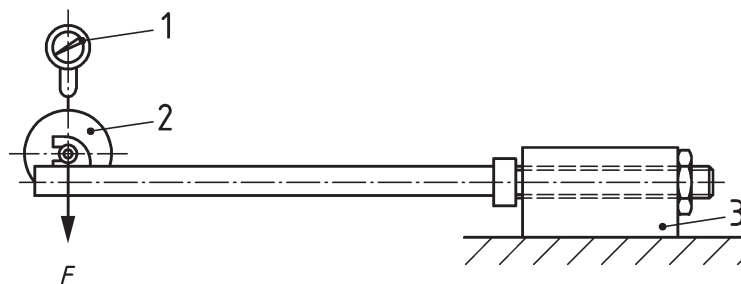
Legende

- γ Lenkwinkel
- F_h horizontale Kraft (Verzögerung)
- F_{vst} statische Last auf die Vorderachse
- F_{vdyn} dynamische Achslastverlagerung (Verzögerung)
- F_{res} resultierende Kraft
- α Winkel der resultierenden Kraft

Bild 8 — Vorderradgabel — Berechnung der Prüfkraft

9.3.3 Prüfverfahren

Die Gabel wird nach FprEN 17860-2:2023, Anhang F, montiert, und eine Rolle mit Achse zur Kraftaufnahme wird in die Achsaufnahmen der Gabelscheiden eingebaut (siehe Bild 9). Eine Messvorrichtung für die Durchbiegung wird oberhalb der Rolle angebracht, um die Durchbiegung und die bleibende Verformung der Gabel senkrecht zur Achse des Gabelschaftes und in der Laufradebene zu messen.



Legende

- 1 Vorrichtung zum Messen der Durchbiegung
- 2 Rolle mit einer Achse zur Kraftaufnahme
- 3 starre Befestigung einschließlich Lenkkopflagerung
- F statische Prüfkraft

Bild 9 — Vorderradgabel — Statische Biegeprüfung

Eine statische Vorspannkraft von 100 N wird auf die Prüfrolle senkrecht zur Achse des Gabelschaftes entgegen der Fahrtrichtung und in der Laufradebene aufgebracht. Diese Kraft wird gelöst und erneut aufgebracht, bis ein gleichbleibender Messwert für die Durchbiegung erzielt wird. Danach wird die Vorrichtung zum Messen der Durchbiegung auf null gestellt.

Die statische Kraft wird auf F_{stat} erhöht und für 1 min beibehalten, danach wird die Kraft auf 100 N verringert, und etwaige bleibende Verformungen werden aufgezeichnet.

9.4 Vorderradgabel — Dynamische Biegeprüfung

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 9.4.

9.5 Vorderradgabel — Stoßprüfung rückwärts

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 9.5.

9.6 Gabeln zur Verwendung mit Naben- oder Scheibenbremsen

9.6.1 Anforderungen

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 9.6.1.

9.6.2 Gabel für Naben-/Scheibenbremse — Dynamische Prüfung der Bremsenaufnahme

Es gilt FprEN 17860-2:2023, 9.6.2.

9.6.3 Gabel für Naben-/Scheibenbremse – Statische Bremsmomentprüfung

Die Gabel muss nach FprEN 17860-2:2023, 9.6.3, eingebaut werden.

Eine Messvorrichtung für die Durchbiegung muss an der Nabenachse an der Gabel angebracht werden, um die Durchbiegung und die bleibende Verformung der Gabel senkrecht zur Achse des Gabelschaftes und in der Laufradebene zu messen.

Eine statische, rückwärts gerichtete Vorspannkraft von 100 N muss auf das Ende der Drehmomentstütze senkrecht zur Achse des Gabelschaftes und in der Laufradebene aufgebracht werden. Nach erfolgter Entlastung muss diese Beanspruchung wiederholt werden, bis ein gleichbleibender Messwert für die Durchbiegung erzielt wird. Danach muss die Messvorrichtung für die Durchbiegung auf null gestellt werden. Die resultierende Kraft F_{res} und der Winkel α der resultierenden Kraft müssen nach 9.3.2 berechnet werden, und unter Berücksichtigung des Lenkwinkels der Gabel γ muss die statische Prüfkraft F_{br} nach Gleichung (15) berechnet werden:

$$F_{\text{br}} = F_{\text{res}} \times \cos(90^\circ + \alpha - \gamma) \quad (15)$$

Dabei ist:

F_{br} die statische Prüfkraft, in N;

F_{res} die resultierende Kraft nach 9.3.2, in N;

α der Richtungswinkel der resultierenden Kraft, in $^\circ$;

γ der Lenkwinkel, in $^\circ$.

Die rückwärts gerichtete Kraft F_{br} muss auf den Hebel senkrecht zur Achse des Gabelschaftes und in der Laufradebene aufgebracht werden. Die Kraft muss 1 min beibehalten, anschließend auf 100 N verringert werden, und eine gegebenenfalls bleibende Verformung muss aufgezeichnet werden.