

Leitsätze des KWF zu Herstellung, Beschaffung und Einsatz von Forstmaschinen

INTRO:

Forstmaschinen sind inzwischen ein nicht mehr wegzudenkender Bestandteil der Arbeit im Forstbetrieb. Sie sind vielfach die entscheidende Voraussetzung für erfolgreiche Arbeit, nicht nur aus ökonomischer Sicht, sondern häufig auch unter ökologischen und sozialen Aspekten.

Der Einsatz von Forstmaschinen kann sich aber heute nicht mehr allein am Kriterium des wirtschaftlichen Ergebnisses ausrichten, wie dies vielleicht am Beginn der technischen Entwicklung der Fall war. Andere Interessen des Betriebes sowie solche der Gesellschaft bedingen zunehmend auch die Beachtung anderer Aspekte. Neu hinzukommen außerdem die Anforderungen der verschiedenen Zertifizierungssysteme, denen sich die allermeisten Forstbetriebe angeschlossen haben. Umwelt- und Sozialverträglichkeit gewinnen dadurch verstärkt an Gewicht.

Der KWF-Arbeitsausschuss „Waldbau und Forsttechnik“ hat deswegen in Zusammenarbeit mit dem KWF-Arbeitsausschuss „Mensch und Arbeit“ sowie „Schlepper und Maschinen“ Leitsätze zum Einsatz von Forstmaschinen formuliert, die diese Gesichtspunkte aufgreifen und die wesentlichen Kriterien benennen. Sie richten sich an die Betreiber und Hersteller von Forstmaschinen, insbesondere an Forstbetriebe, forstliche Unternehmer und Dienstleister sowie Firmen, Prüf- und Versuchsinstitutionen.

Die Leitsätze sollen ein „roter Faden“ zu Herstellung, Beschaffung und Einsatz von Forstmaschinen sein. Sie nehmen Bezug auf anerkannte Prüfgrundlagen des KWF, womit die eher abstrakten Kriterien durch konkrete und praxisbedeutsame Maßstäbe und Zahlenangaben ergänzt werden. Hinsichtlich der Sozialverträglichkeit des Forstmaschineneinsatzes werden ergonomische Aspekte sowie Arbeitssicherheit und Erholung behandelt. Unter der Überschrift „Umweltverträglichkeit“ werden Aussagen zu den Bereichen Boden, Bestand, Emissionen und Energieverbrauch gemacht.

Mit diesen Leitsätzen haben die o.g. Zielgruppen einen breiten und ausgereiften Kriterienkatalog zur Hand, um unter der zunehmenden Vielfalt von Aspekten, die beim Einsatz von Forstmaschinen zu beachten und zu bedenken sind, abgewogen und zielführend zu entscheiden.

Josef Stratmann, Niedersächsische Landesforsten, Gebietsleitung Süd; Obmann des KWF-Arbeitsausschusses „Waldbau und Forsttechnik“

Leitsätze für den Einsatz von Forstmaschinen zur Waldbewirtschaftung

Zielgruppen der Leitsätze für den Einsatz von Forstmaschinen zur Waldbewirtschaftung sind die Hersteller und Betreiber von Forstmaschinen (z.B. Forstbetriebe, forstliche Dienstleister, Firmen sowie auch Prüf- und Forschungsinstitutionen).

Die Leitsätze geben quasi den „roten Faden“ für den Maschineneinsatz bzw. die Maschinenbeschaffung vor. Mithilfe der Prüfgrundlagen des KWF wurden sie auf eine praktische Ebene „hinuntergebrochen“, um zu vermeiden, dass sie zu abstrakt und mit wenig konkretem Handlungsbezug versehen sind.

Damit stehen neben dem „theoretischen Überbau“ auch konkrete, praktisch verwertbare Handlungshinweise zur Verfügung.

Oberster Leitsatz:

Der Forstmaschineneinsatz dient der Umsetzung waldbaulicher und wirtschaftlicher Ziele des Waldeigentümers. Neben einem Höchstmaß an technischer Verfügbarkeit der Maschinen sind Ergonomie, Arbeitssicherheit und Umweltverträglichkeit wichtige Entscheidungskriterien für ihren Einsatz.

- **Der Forstmaschineneinsatz ist aus ökonomischen und ergonomischen Gründen unumgänglich. Dabei sind aber Zielkonflikte oftmals nicht vermeidbar.**
- **Nachteilige Wirkungen des Forstmaschineneinsatzes lassen sich durch sorgfältige Arbeitsvorbereitung, -organisation und -kontrolle wesentlich verringern.**

Nachfolgende Leitsätze beziehen sich auf die Teilbereiche Sozialverträglichkeit und Umweltverträglichkeit.

1. Sozialverträglichkeit

1.1 Ergonomie

Leitsätze:

- Arbeitsplätze auf Maschinen sind funktionell zu gestalten
- Schwere körperliche Arbeit ist durch den Einsatz von Forstmaschinen zu minimieren
- einseitige mentale und körperliche Belastungen sind z.B. durch Abwechslung zu mildern

Kriterien:

Maschinentechnik (Anhang):

- 1.1.1 Lärmbelastung
- 1.1.2 Schwingungsbelastung
- 1.1.3 Sichtverhältnisse
- 1.1.4 Arbeitsfeld-Ausleuchtung

1.2 Arbeitssicherheit

Leitsätze:

- Das Gefährdungspotenzial für Maschinenführer sowie für außerhalb von Maschinen mitarbeitendes Personal muss durch konstruktive Vorkehrungen an den Maschinen gering gehalten werden.
- Die Qualifikation der Anwender (Maschinenführer, Einsatzleiter und andere Mitarbeiter) wird durch sorgfältige und ausreichende Schulung erreicht.
- Die Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften hat zentrale Bedeutung. Arbeitssicherheit ist Führungsaufgabe. Die im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung erforderliche Risikoanalyse des Arbeitsplatzes ist vom verantwortlichen Unternehmer sorgfältig durchzuführen. Die erforderlichen betrieblichen Arbeitsschutzmaßnahmen sind darauf abzustimmen.

Kriterien:

Maschinentechnik (Anhang):

- 1.2.1 Sicherheitstechnisches Prüfzertifikat (Sicherheitstechnische Begutachtung der Maschine, Erfüllung der Anforderungen an den Arbeitsplatz gemäß Prüfliste der DPLF)
- 1.2.2 Kabinenprüfungen (Arbeitsplatz, Kabinenmaße, Betätigungskräfte)

1.3 Erholung

Leitsatz:

Die Erholungsfunktion der Wälder sollte nur zeitweise und punktuell eingeschränkt sein.

Kriterien:

Maschinentechnik (Anhang):

- 1.3.1 Außengeräusch der Maschine (nur zum Maschinenvergleich), **Erläuterungen siehe 1.1.1**

2. Umweltverträglichkeit

Für die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern ist die Schonung von Boden und Bestand unumgänglich. Beide haben eine hohe ökologische Bedeutung. Daneben sind auch die Auswirkungen auf die Luft- und Wasserbelastung, Lärm und Energieverbrauch zu beachten.

2.1 Boden

Der Waldboden ist Ressource und der entscheidende forstliche Produktionsfaktor.

Leitsätze:

- Waldböden sind zu schonen.
- Holzernte ist nur von der Erschließungslinie aus durchzuführen.
- Auch alle übrigen Verfahren sind an die Standorte anzupassen.

Kriterien:

Einsatz (unabhängig von der eingesetzten Maschine):

Bodenart, Wassergehalt

Erosionsgefahr

Bodenzustand zum Zeitpunkt des Maschineneinsatzes

Ausmaß des Nährstoffentzugs (Vollbaumernte) oder der Nährstoffverlagerung (langfristige Auswirkung der mechanisierten Aufarbeitung am Rückegassenrand).

Dauerhafte Markierung der Rückegassen

Gegebenenfalls Reisaufgabe auf der Rückegasse.

Maschinentechnik (Anhang):

2.1.1 Betriebsstoffe (Hydraulikflüssigkeit, Schmierstoffe, Gefahrstoffe, Werkstoffe)

- Ausschließliche Verwendung von Betriebsstoffen mit hoher ökologischer Verträglichkeit (Sägekettenhaftöl, Hydraulikflüssigkeiten, Alkylatbenzin)
- Hilfsmittel (z.B. Vakuumpumpe, Ölbindemittel, Feuerlöscher) zur Einschränkung einer Kontamination des Bodens bei Havarien
- Sicherheitsdatenblätter aller in den Maschinen verwendeten Gefahrstoffe

2.1.2 Bodenpfleglichkeit (Bewertungsmodell)

2.2 Bestand

Der Bestand ist sowohl forstlicher Produktionsfaktor als auch Produkt.

Leitsätze:

- Schäden am Bestand, insbesondere am Kollektiv der Z-Bäume, sind zu vermeiden.
- Bei der Feinerschließung sind Auswirkungen auf die Bestandesstabilität zu berücksichtigen.

Kriterien:

Einsatz (unabhängig von der eingesetzten Maschine):

Stamm- und Wurzelschäden

Schäden an Jungwüchsen und –beständen.

Erhöhtes Schadensrisiko in der Hauptsaftzeit.

Geringeres Schadensrisiko bei Kurzholzaufarbeitung gegenüber Langholzaufarbeitung.

Rückegassenabstand und –breite in Abhängigkeit von Baumart, Bestandesalter, Boden und betrieblichen Zielen.

Hiebsordnung.

Maschinentechnik (Anhang):

2.2.1 Maschinenkennwert wie z.B. Abmessungen, Steuerung, Ausleger-/Krantiltbarkeit, Sichtverhältnisse (siehe 1.1.3), Arbeitsfeld-Ausleuchtung (siehe 1.1.4)

2.2.2 Funkfernsteuerung: zum bestandespfleglichen Rücken bei Vorhandensein einer Seilwinde

2.3 Emissionen

Emissionen können Mensch und Umwelt belasten oder schädigen.

Leitsatz:

- Schädliche Emissionen sind nach dem aktuellen Stand der Technik zu minimieren.

Kriterien:

Maschinentechnik (Anhang):

2.3.1 Lärm, **Erläuterung siehe 1.1.1 und 1.3.1**

2.3.2 Abgasemission, Einhaltung der aktuellen Emissionsgrenzwerte (Richtlinie 97/68 EU), soweit möglich, Einhaltung noch nicht verbindlicher strengerer Grenzwerte

2.3.3 Betriebsstoffe (Hydraulikflüssigkeit, Schmierstoffe, Gefahrstoffe, Werkstoffe), **Erläuterungen siehe 2.1.1**

2.4 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch bei der Herstellung eines Produkts (z.B. Fm Holz) spielt eine zunehmend wichtige Rolle. Er wird zum wichtigen Argument für Anschaffung und Einsatz von Maschinen im Wald.

Leitsatz:

- Der Einsatz der Maschinen ist hinsichtlich ihrer Energieeffizienz zu optimieren.

Kriterien:

Maschinentechnik (Anhang):

2.4.1 Kraftstoffverbrauch

Anhang zu: Leitsätze für den Einsatz von Forstmaschinen zur Waldbewirtschaftung

1. Sozialverträglichkeit (Ergonomie, Arbeitssicherheit, Erholung)

1.1.1 Lärmbelastung

Definitionen

Gemäß geltender Unfallverhütungsvorschriften müssen Maschinen, Geräte, Werkzeuge, technische Anlagen und Fahrzeuge so beschaffen sein und betrieben werden, dass auf die Beschäftigten kein Lärm einwirkt, der das Gehör schädigt oder zu anderen Gefahren führt. Folgendes ist aufgrund besonderer Grundsätze für die Lärmbeurteilung festzustellen:

Der Lärmpegel (am Ohr des Fahrers) beim Arbeiten unter Einsatzbedingungen wird ermittelt als äquivalenter Dauerschallpegel in geschlossener Kabine. Die Zeitanteile einzelner Arbeitsverrichtungen werden dabei vergleichbar gehalten.

Das Fahrgeräusch (am Ohr des Fahrers) wird ermittelt nach den geltenden Richtlinien des Bundesverbandes der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften e.V. bei Fahrt mit Nenndrehzahl ohne Last, Kabine geschlossen.

Bewertung / Interpretation

Grundsätzlich sollte der Schallpegel so niedrig wie möglich sein. Als maximal zulässiger Dauerschallpegel am Ohr des Maschinenführers gilt der für Gehörschäden zutreffende Grenzwert von 85 dB(A). Bei äquivalenten Dauerschallpegeln > 85 dB(A) sind Gehörschutzmaßnahmen erforderlich.

Moderne Forstmaschinen überschreiten in der Kabine selten einen Wert von 75 dB(A). Gemäß Maschinenlärminformationsverordnung - 3. GSGV und MRL¹ ist der arbeitsplatzbezogene Geräuschemissionswert ab 70 dB(A) in die Betriebsanleitung aufzunehmen.

Beurteilung	Symbol	Bewertungsrahmen
Sehr gut	++	< 70 dB
Gut	+	≥ 70 dB bis 75 dB
Befriedigend	o	≥ 75 dB bis 80 dB
Ausreichend	-	≥ 80 dB bis 85 dB
Ungenügend	--	≥ 85 dB

Beurteilung der Lärmbelastung am Beispiel der Prüfgrundlage für Kranvollernter.

¹ Maschinenrichtlinie

1.1.2 Schwingungsbelastung

Definitionen

Schwingungen werden durch Ganzkörperschwingungs-Messungen in Richtung der 3 Raumachsen (x-Achse: Fahrzeuglängsachse, y-Achse: quer zur Fahrtrichtung, z-Achse: vertikal) am Fahrersitz während des Arbeitseinsatzes unterteilt nach den jeweiligen Arbeitsverrichtungen untersucht.

Als Ergebnis erhält man zunächst Kollektive von Schwingbeschleunigungen. Daraus wird unter Berücksichtigung der Schwingfrequenzen ein Wahrnehmungsstärkewert K für jede Schwingrichtung errechnet.

Der so ermittelte K-Wert gibt Auskunft über die zulässige Einwirkungsdauer (Länge der Arbeitsschicht), bei der aus arbeitsmedizinischer Sicht keine Beeinträchtigung der Gesundheit durch Schwingungseinwirkung nach derzeitigem Kenntnisstand zu erwarten ist. Für die Bewertung ist der höchste K-Wert entscheidend.

Bewertung / Interpretation

Die Auswirkungen von Vibrationsbelastungen kann mit Hilfe der bewerteten Schwingstärke K abgeschätzt werden.

Hierzu gibt es Vorschläge für Bewertungskriterien in Form von expositionsabhängigen Grenzwerten. Bei einer Überschreitung dieser Grenzwerte ist eine Minderung des Wohlbefindens, der Leistungsfähigkeit oder der Gesundheit zu erwarten.

Die jeweils ermittelten Schwingstärken können mit den Grenzwerten verglichen und eingestuft werden.

K-Wert	Belastungsdauer für Wohlbefinden (h)	Belastungsdauer ohne Leistungs- einschränkung (h)	Belastungsdauer ohne Gesund- heitsschäden (h)
16	0,1	2	7,3
12	0,3	3,4	11,1
8	0,9	5,9	16,9
6	1,7	7,8	21

Schwingungswerte bei Kriterium Gesundheit (Zeitwerte gerundet)

Wegen des erheblichen Einflusses der Randbedingungen (insbesondere der Geländeverhältnisse - Mikrorelief) auf die Messergebnisse ist eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse nur begrenzt gegeben.

Zur Berechnung des K-Wertes werden im Interesse der Vergleichbarkeit festgelegte Normzeitanteile einzelner Arbeitsablaufabschnitte zugrunde gelegt. Dabei werden Zeitabschnitte, in denen der Fahrer die Kabine verlassen hat aus messtechnischen Gründen nicht berücksichtigt. Für Kranvollernter gelten beispielsweise folgende Normzeitanteile:

- Orientieren/Fahren: 20%
- Fällen/Vorrücken: 30%

- Aufarbeiten: 50%

Beurteilung	Symbol	Bewertungsrahmen
Sehr gut	++	≤ 6
Gut	+	6 bis ≤ 8
Befriedigend	0	8 bis ≤ 12
Ausreichend	-	12 bis ≤ 16
ungenügend	--	> 16

Bewertung der Schwingungswerte am Beispiel der Prüfgrundlage für Kranvollerter

1.1.3 Sichtverhältnisse

Definitionen

Der Begriff Sichtfeld bezieht sich auf das aus der Bedienkabine heraus sichtbare Arbeitsfeld.

Sichteinschränkungen entstehen durch Sicht behindernde Maschinenteile (Kabinenholme, Ausleger usw.) oder bei ungünstigen Sichtpositionen (Parallaxenproblemen) durch Sicht behindernde Bäume.

Bewertung / Interpretation

Die Beurteilung der Sicht aus der Kabine auf die Arbeitsfläche erfolgt z.B. anhand der Messwerte „Höhe des Augenbezugspunktes“ und „Abstand des Auslegers vom Augenbezugspunkt“ in Verbindung mit Praxiserfahrungen.

Wesentliche Sichtverdeckungen durch Maschinenteile (Kabinenholme, Auslegersäule etc.) in Richtung der Arbeitsfläche werden gutachtlich aufgenommen und durch Fotos dokumentiert. Die Sicht nach oben (zu den Baumkronen) wird verbal beurteilt.

1.1.4 Arbeitsfeld-Ausleuchtung

Definitionen

Eine gute Arbeitsfeldausleuchtung ist bei einem relativ hohen Anteil an Arbeit in Dunkelheit eine wichtige Voraussetzung zum Erreichen der für einen wirtschaftlichen Einsatz notwendigen Maschinenarbeitsstunden pro Jahr. Kriterien für die Güte einer Arbeitsfeldausleuchtung sind:

- Lichtstärke (Lux),
- Gleichmäßigkeit der Arbeitsfeldausleuchtung (Minimale Lichtstärke der Bewertungsfläche / mittlere Lichtstärke der Bewertungsfläche) und
- Blendfreiheit.

Die Güte der Arbeitsfeldleuchtung und die Blendfreiheit werden gutachtlich eingeschätzt und nur in Sonderfällen (bei diesbezüglichen Problemen) gemessen.

Bewertung / Interpretation (bei Messung)

Es werden folgende Mindestlichtstärken gefordert:

Stand 02. November 2005

Hauptarbeitsbereich > 10 Lux
Nebenarbeitsbereich > 3 Lux
Aufstiege, Kopplungselemente >3 Lux
Beobachtungsobjekte im Sichtfeld >20 Lux

Bewertung	Symbol	Kriterium
Mindestlichtstärke		
Sehr gut	+ +	>50 % überschritten
Gut	+	>25 % überschritten
Befriedigend	0	eingehalten
Ausreichend	-	>25 % unterschritten
Mangelhaft	- -	>50 % unterschritten

Die Einhaltung dieser Grenzwerte und die Gleichmäßigkeit werden in jedem Arbeitsbereich geprüft und bewertet. Die Blendfreiheit der Arbeitsfeldausleuchtung wird im Laufe der Messungen gutachtlich eingeschätzt.

1.2.1 Sicherheitstechnisches Prüfzertifikat

Es muss das Zertifikat einer unabhängigen, sachverständigen Stelle über die Arbeitssicherheit, eine sicherheitstechnische Begutachtung oder eine formelle GS-Prüfung nach dem Gerätesicherheitsgesetz vorliegen.

1.2.2 Kabinenprüfung: Arbeitsplatz, Kabinenmaße, Betätigungskräfte

Prüfkriterien

Geprüft werden Kabinenmaße, Klimatisierung, Lüftung, Heizung, ROPS, FOPS, ggf. OPS, Bedienelemente Kabine, Stellteile, Betätigungskräfte und Anordnung, Nivellierbarkeit des Arbeitsplatzes.

Definitionen

Die Kabine muss der ISO 8082, ROPS (**R**oll-over **P**rotektive **S**tructure) und ISO 8083 FOPS (**F**alling **O**bjekt **P**rotektive **S**tructures) entsprechen sowie ggf. (bei Kranvollerntern) Sicherheit gegen gerissene Sägekettenteile bieten (OPS- Scheiben in Richtung des Aggregates aus ausreichend dickem Sicherheitsglas).

Die Abmessungen für Kabinenzugang, Innenraum, Fahrersitz sowie Bedienelemente müssen der EN 1553 entsprechen.

Eine ausreichende Temperierung des Innenraums für alle Witterungsbedingungen und eine Abschirmung gegen starke Sonneneinstrahlung muss gegeben sein.

Die Nivellierbarkeit des Arbeitsplatzes ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal der Kabine. Es kann auf verschiedene Weise gelöst sein (Nivellierbarkeit des Sitzes, Nivellierbarkeit der gesamten Kabine – längs und/oder quer).

Bewertung / Interpretation

Die Einhaltung der Normforderungen wird verbal bewertet, Abweichungen werden benannt und ggf. bewertet.

Daneben kann der subjektive Eindruck von einer Kabine formuliert werden, wenn sie Besonderheiten aufweist, die außerhalb der Normforderungen liegen (z.B. Die Kabine wirkt aufgrund der Deckengestaltung besonders eng)

1.3.1 Außengeräusch der Maschine

Der Schallpegel (außerhalb der Maschine) wird gemessen im Abstand von 7 m bei Nenndrehzahl an jeder Seite der Maschine. In die Berichterstattung fließen nur die Maximalwerte ein.

2.1.1 Hydraulikflüssigkeit, Schmierstoffe, Gefahrstoffe, Werkstoffe

Definitionen

Über Gefahrstoffe ist zu informieren. Grundlage bildet das Sicherheitsdatenblatt. Hinweise zu Unfallrisiken und Entsorgung sind in die Betriebsanleitung einzufügen. Dies wird im Rahmen der Prüfung kontrolliert.

Als umweltschonende Flüssigkeiten gelten solche, die biologisch **schnell** abbaubar sind und in die Wassergefährdungsklasse 1 eingeordnet wurden. Ein besonderes Qualitätsmerkmal neuer umweltschonender Flüssigkeiten ist deren Ausstattung mit ebenfalls schnell abbaubaren Additiven. Das ist im Prüfbericht als besonders positives Merkmal zu vermerken.

Filtersysteme (z.B. Nebenstrom-Feinstfilter) bewirken in Verbindung mit Ölanalysen eine Erhöhung der Nutzungsdauer der Öle und damit einen indirekten ökologischen Nutzeffekt.

Konstruktive Möglichkeiten zur Leckageminderung sollten genutzt werden (sauberes Verlegen von Leitungen, Schlauchbruchsicherungen, Vakuumpumpe). Vakuumpumpen dienen dazu, bei Reparatur- und Wartungsarbeiten das Ausfließen von Schmierstoffen und Hydraulikflüssigkeiten weitestgehend zu vermeiden. Das Vorhandensein wird im Prüfbericht dargestellt.

Der weitestgehend verlust- und erschwernisfreien Betankung mit Hydraulikflüssigkeit und Kraftstoff dienen Befüllpumpen. Diese können an der Maschine oder extern an Tankcontainern untergebracht sein. Das Vorhandensein wird im Prüfbericht vermerkt.

In der Maschine eingesetzte Kunststoffe sind zwecks späteren Recyclings zu kennzeichnen.

Bewertung

Beurteilung	Symbol	Bewertungsrahmen
Sehr gut	+ +	Einsatz biologisch gut abbaubarer Flüssigkeit mit abbaubaren Additiven/Gefahrstoffe mit WGK >1 nicht vorh.
Gut	+	Einsatz biologisch gut abbaubarer Flüssigkeit/ 0 -1 Gefahrstoff mit WGK >1 vorh.
Befriedigend	o	Einsatz biologisch gut abbaubarer Flüssigkeit/ Gefahrstoffe mit WGK >1 mehrfach vorh.
Ausreichend	-	Einsatz biologisch gut abbaubarer Flüssigkeit mit Einschränkungen mögl./ Gefahrstoffe WGK >1 mehrfach vorh.
Ungenügend	- -	Einsatz biologisch gut abbaubarer Flüssigkeit nicht mögl./ Gefahrstoffe WGK >1 mehrfach vorh.

Ökologische Bewertung der Hydraulikflüssigkeiten und Gefahrstoffe

2.1.2 Bodenpfleglichkeit

Seitens der Maschine:

- Reifeninnendruck
- Radlast
- Antriebsart
- Reifenbreite
- Reifendurchmesser
- Wasserfüllung der Reifen (wird häufig zur Verbesserung der Standsicherheit bei großen Auslagen angewandt. Durch die dabei verursachte Reduzierung des komprimierbaren Reifenvolumens treten Veränderungen der Federsteifigkeit der Reifen - Reifen werden „härter“ - sowie starke kurzzeitige Innendruckerhöhungen bei Hindernisüberfahrten auf. Dadurch besteht auch bei statischem Normaldruck der Reifen erhöhte Gefahr von Reifenschäden
- Reifenprofil (horizontale Scherkräfte)

Der Maschineneinsatz ist daher auf die Rückegasse zu beschränken, deren technische Befahrbarkeit erhalten bleiben muss.

Bewertung / Interpretation

Da eine präzise schadensorientierte Bewertungsmethode derzeit noch nicht zur Verfügung steht, erfolgt die Bewertung bei Radfahrgestellen nach folgendem Schema²:

² siehe Berechnungsprogramm Bodenschonung

Bewertungsschema Bodenbelastung bei Radfahrgestellen (Maximum 200 Punkte)			
Kriterium 1 Reifeninnendruck [kPa]		Kriterium 2 Radlast [kN]	
Wichtungsfaktor: 10	Punkte	Wichtungsfaktor: 4	Punkte
$p \leq 100$	10	$F \leq 10$	10
$100 < p \leq 125$	9	$10 < F \leq 20$	9
$125 < p \leq 150$	8	$20 < F \leq 30$	8
$150 < p \leq 175$	7	$30 < F \leq 40$	7
$175 < p \leq 200$	6	$40 < F \leq 50$	6
$200 < p \leq 225$	5	$50 < F \leq 60$	5
$225 < p \leq 250$	4	$60 < F \leq 70$	4
$250 < p \leq 275$	3	$70 < F \leq 80$	3
$275 < p \leq 300$	2	$80 < F \leq 90$	2
$300 < p \leq 350$	1	$90 < F \leq 100$	1
$p > 350$	0	$F > 100$	0
Kriterium 3 Antriebsart		Kriterium 4 Reifenbreite [mm]	
Wichtungsfaktor: 2	Punkte	Wichtungsfaktor: 1	Punkte
stufenlos	10	$b \geq 800$	10
lastschaltbar	5	$760 \leq b < 800$	9
manuell gestuft/Turbokupplung	3	$720 \leq b < 760$	8
manuell gestuft	0	$670 \leq b < 720$	7
		$630 \leq b < 670$	6
		$580 \leq b < 630$	5
		$640 \leq b < 580$	4
		$490 \leq b < 540$	3
		$450 \leq b < 490$	2
		$400 \leq b < 450$	1
		$b < 400$	0
Kriterium 5 Reifendurchmesser [mm]		Kriterium 6 Wasserfüllung	
Wichtungsfaktor: 1	Punkte	Wichtungsfaktor: 2	Punkte
$d \geq 1900$	10	nein	10
$1800 \leq d < 1900$	9	ja	0
$1700 \leq d < 1800$	8		
$1600 \leq d < 1700$	7		
$1500 \leq d < 1600$	6		
$1400 \leq d < 1500$	5		
$1300 \leq d < 1400$	4		
$1200 \leq d < 1300$	3		
$1100 \leq d < 1200$	2		
$1000 \leq d < 1100$	1		
$d < 1000$	0		
zu 1: Bei Fahrzeugen ohne Reifendruckregelanlage wird der vom Hersteller im Betrieb gewährleistete Innendruck angesetzt; Fahrzeuge mit Reifendruckregelanlage erhalten einen Zuschlag von 20 Punkten zu 2: Bei Kranvollerntern zählt das gemessene Maximum der Radlast, das sich ergibt, wenn sich der Ausleger in Volllauslage über dem höchstbelasteten Rad befindet.			

Die addierten Punkte werden nach folgendem Schema bewertet. (Für Raupenfahrgerüste wird die Bodenschonung vorerst gutachtlich bewertet).

Beurteilung	Symbol	Bewertungsrahmen - Gütepunkte Radfahrgerüste
Sehr gut	+ +	>150
Gut	+	125-149
Befriedigend	o	100-124
Ausreichend	-	75-99
Ungenügend	- -	≤ 74

Bewertung der Bodenschonung

2.2.1 Maschinenkennwerte zu Bestandespfleglichkeit

Konstruktiv günstige Voraussetzungen für Bestandespfleglichkeit sind z.B.:

- geringe Außenabmessungen des Kranvollernteaggregates,
- gut dosierbare Auslegersteuerung
- Tilt-Möglichkeit des Auslegers.

2.3.2 Abgasemissionen

Definitionen

Die Abgasemissionswerte werden von den Motorenherstellern nach den Grundsätzen der Eurotest-Normen gemessen und in Prüfprotokollen dargestellt.

Die uneingeschränkte Zulassung von Motoren für die Verwendung von Bio-Diesel (RME – **R**aps-**M**ethyl-**E**ster) oder der Einsatz von pflanzenöltauglichen Motoren ist für Forstmaschinen wegen eines geringeren Risikos bei Leckagen (durch schnellere biologischer Abbaubarkeit) und geringeren Flammpunktes (kein Gefahrgut) positiv zu beurteilen. Das gilt unabhängig von den derzeit teilweise widersprüchlichen Aussagen von Gutachten des Umweltbundesamtes sowie Presseveröffentlichungen zu diesen Themen.

Bewertung / Interpretation

Der spez. Kraftstoffverbrauch wird nach der Tabelle „Spezifischer Kraftstoffverbrauch“ (Angaben in g/kWh) beurteilt. Die Einhaltung der geltenden Abgasemissionsgrenzwerte wird überprüft. Die Einsatzmöglichkeit von Bio-Diesel oder anderer alternativer Kraftstoffe wird dargestellt.

Eine Betankung sollte regulär nur durch eine Kraftstoffbefüllpumpe möglich sein. Kanisterbetankung sollte nur in Havariefällen möglich sein.

Beurteilung	Symbol	Bewertungsrahmen
Sehr gut	++	Erfüllen bereits die Anforderungen der nächst höheren Euro- Normstufe; RME-/pflanzenöltauglich
Gut	+	Erfüllen bereits die Anforderungen der nächst höheren Euro- Normstufe; nicht RME-/pflanzenöltauglich
Befriedigend	o	Erfüllen derzeit gültige Euro-Normstufe; RME-/pflanzenöltauglich
Ausreichend	-	Erfüllen derzeit gültige Euro-Normstufe
Ungenügend	--	ohne Abgaszertifikat

Bewertung von Abgasemissionen

Motorleistung (kW)	Einführungsdatum	CO	HC	NO _x	PM
Stufe 1					
130-560	1999.01	5,0	1,3	9,2	0,54
75-130	1999.01	5,0	1,3	9,2	0,70
37-75	1999.01	6,5	1,3	9,2	0,85
Stufe 2					
130-560	2002.01	3,5	1,0	6,0	0,2
75-130	2003.01	5,0	1,0	6,0	0,3
37-75	2004.01	5,0	1,3	7,0	0,4
18-37	2001.01	5,5	1,5	8,0	0,8

Tabelle 1: Zulässige Abgasemissionen (g/kWh) bei Dieselmotoren in Radfahrzeugen³

2.4.1 Kraftstoffverbrauch

Definitionen

Das Motorkennliniendiagramm zeigt die wichtigsten Motorkennziffern - Drehmoment (kNm), Leistung (kW), Kraftstoffverbrauch (kg/h) und spezifischer Kraftstoffverbrauch (g/kWh) - in Abhängigkeit von der Motordrehzahl. Das Diagramm gibt Auskunft über die Eignung des gewählten Antriebmotors. Das Diagramm zeigt die Kennlinien für maximales Drehmoment bzw. maximale Leistung.

Der Verlauf und die Höhe der Kennlinie des spezifischen Kraftstoffverbrauches sind wichtige Qualitätsmerkmale eines Motors. Der Verlauf sollte möglichst flach sein.

³ gemäß Direktive 97/68 EC

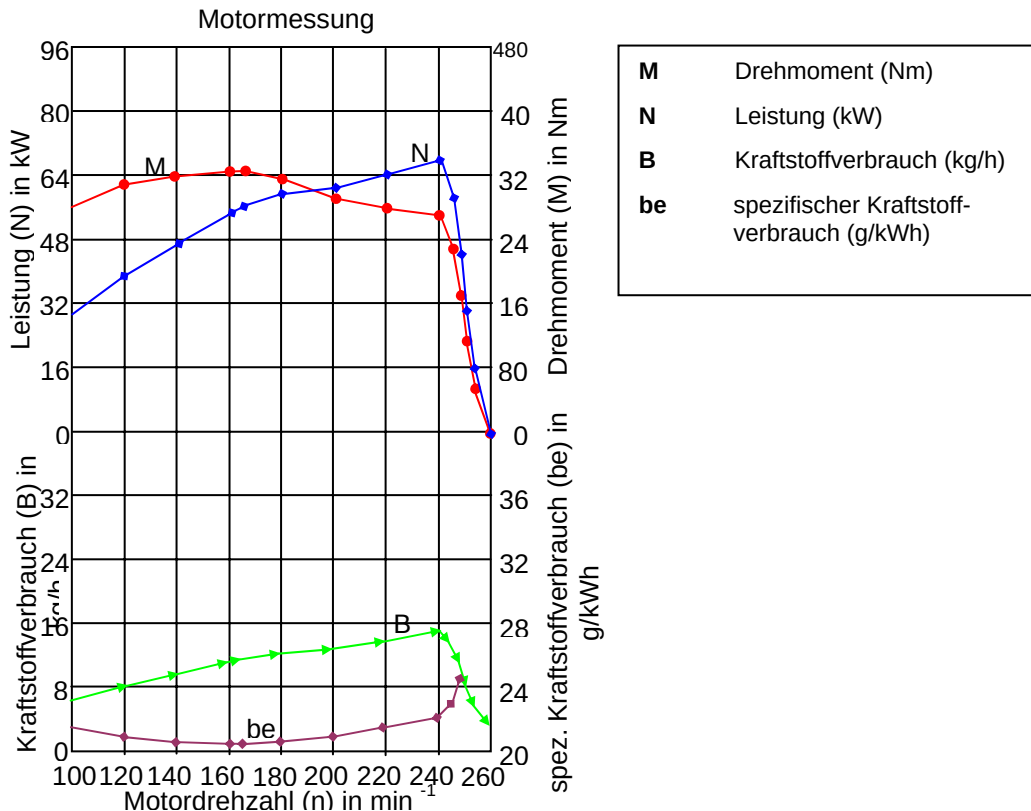


Abbildung 1 : Motorkennliniendiagramm für Volllast (Beispiel)

Messverfahren

Leistung, Drehmoment und spezifischer Kraftstoffverbrauch sind Angaben, die den Fahrzeugpapieren, der technischen Dokumentation, speziellen Motorkennfeldern oder Prüfberichten neutraler Prüfstellen entnommen werden.

Der Kraftstoffverbrauch wird ergänzend zu o.g. Angaben aufgrund von Daten aus den Einsatzbetrieben und/oder Durchflussmessungen als Durchschnittswert in Liter pro MAS (inkl. Umsetzen) ermittelt und mit einem Bereich (z.B. 5 –7 l/MAS) angegeben

Das Kraftstofftankvolumen wird der Dokumentation entnommen.

Bewertung / Interpretation

Zum spezifischen Kraftstoffverbrauch werden im Prüfbericht Vergleichswerte (spezifischer Kraftstoffverbrauch bei Nenndrehzahl und Arbeitsdrehzahl für die jeweilige Maximalleistung) angegeben. Bewertet werden nur der spezifische Kraftstoffverbrauch bei Arbeitsdrehzahl und die Tankgröße nach der Zahl der MAS (inkl. Umsetzen), die mit einer Tankfüllung gefahren werden können.

Beurteilung	Symbol	Bewertungsrahmen
Sehr gut	++	< 190
Gut	+	190 bis < 210
Befriedigend	o	210 bis < 230
Ausreichend	-	230 bis < 250
Ungenügend	--	≥ 250

Spezifischer Kraftstoffverbrauch (Angaben in g/kWh)

Beurteilung	Symbol	Bewertungsrahmen
Sehr gut	++	≥ 20
Gut	+	≥ 16 bis 20
Befriedigend	o	≥ 14 bis 16
Ausreichend	-	≥ 12 bis 14
Ungenügend	--	< 12

Tankvolumen (Betriebszeit mit einer Tankfüllung in MAS)