

Ganzkörperschwingungen

**Anleitung zur Umsetzung der
RL 2002/44/EG auf Erdbewegungsmaschinen**



LIEBHERR

Vorwort

Am 06.07.2005 ist die Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen) in Kraft getreten.

Darin wird vom Betreiber von Erdbewegungsmaschinen für jeden Fahrer folgendes gefordert:

- Ermitteln und Bewerten der Risiken durch Ganzkörperschwingungen
- Dokumentation dieser Schwingungsbewertung
- Regelmäßige Aktualisierung dieser Schwingungsbewertung
- Ergreifen von Maßnahmen zur Verringerung der Schwingungsbelastung
- Schulung der Fahrer über den schwingungsarmen Betrieb von Erdbewegungsmaschinen
- Einleitung einer eventuellen Gesundheitsüberwachung der Fahrer

Die einzuhaltenden Grenzwerte der Hand-Arm-Vibrationen am Fahrerplatz einer Erdbewegungsmaschine werden weit unterschritten. Deshalb wird in dieser Anleitung ausschließlich auf Ganzkörperschwingungen des Fahrers Bezug genommen.

Da die korrekte Messung der einzelnen Belastungszyklen schwierig, nicht reproduzierbar, unökonomisch und nur erforderlich ist, wenn keine entsprechenden Daten für die spezifischen Arbeitsbedingungen verfügbar sind, wird hier eine Möglichkeit aufgezeigt, die tägliche Schwingungsbelastung eines Fahrers vereinfacht zu bestimmen und zu bewerten.

Mit dieser Broschüre stellt Ihnen Liebherr eine Anleitung zur Verfügung, mit der Sie in kurzer Zeit in der Lage sind, gezielt den Anforderungen der neuen Richtlinie nachzukommen.

Weitere Hilfestellung zum Thema Ganzkörperschwingungen können im Internet gefunden werden. Nutzen Sie hierzu die Verweise auf Internet Links Seite 20.



1 Einflüsse auf die Fahrerbelastung
durch Ganzkörperschwingungen

2 Maßnahmen zur Senkung
der Schwingungsbelastung

3 Forderungen des Gesetzgebers

4 Bestimmung und Bewertung der täglichen
Schwingungsbelastung (Vereinfachte Methode)

5 Beispiele aus der Praxis



1 Einflüsse auf die Fahrerbelastung durch Ganzkörperschwingungen

Die Fahrerbelastung durch Schwingungen ist durch Fahrer und Betreiber wesentlich selbst zu beeinflussen. Sie hängt von folgenden Faktoren ab:

Fahrer:	Fahrweise Bedienung Schulung
Baustelle:	Fahrstrecke Gelände Material
Maschine:	Maschinentyp Ausrüstung Sitz Feder/Dämpfersysteme Zustand/Wartung

Zu einem großen Anteil bestimmt der Fahrer die aktuellen Schwingungsbelastungen, da er selbst die Geschwindigkeit, die Arbeitsweise und die Wegstrecke wählt. Außerdem werden die Schwingungsbelastungen des Fahrers durch die Maschinenart, ihre Ausrüstung, den Wartungszustand und den verwendeten Sitz bestimmt.

Die tägliche Schwingungsbelastung des Fahrers hängt von der Höhe der Schwingungswerte und der Einwirkungsdauer ab.



2 Maßnahmen zur Senkung der Schwingungsbelastung

- Richtiger Maschineneinsatz
 - Optimaler Sitz und seine Einstellung
 - Guter Wartungszustand der Maschine
 - Korrekte Bedienung der Maschine
 - Angemessene Fahrgeschwindigkeit
 - Gute Geländebedingungen
 - Nutzung von Feder/Dämpfer-Zusatzsystemen
-
- Beachten Sie unbedingt die Sicherheitshinweise des Maschinenherstellers. Verwenden Sie nur Maschinen, Ausrüstungen und Zusatzgeräte die der Arbeitsaufgabe entsprechen.
 - Verwenden Sie bei einer Nachrüstung des Fahrersitzes nur Sitze nach ISO 7096:2000. Ab Werk sind ausschließlich Sitze nach ISO 7096:2000 eingebaut. Da der Sitz für jeden Fahrer individuell eingestellt werden muss, nutzen Sie den Komfort des Sitzes. Beachten Sie dabei folgendes:
 - Angepasste Höhen und Gewichtseinstellung
 - Optimale Dämpfereinstellung
 - Korrekte Neigungseinstellung
 - Verwendung von Zusatzoptionen, wie Lendenwirbelstütze
 - Überprüfen Sie regelmäßig den Wartungszustand Ihrer Maschinen, insbesondere Reifendruck, Kettenspannung, Bremsen, Lenkung und mechanische Verbindungen.
 - Bewegen und belasten Sie die Maschine und ihre Arbeitsausrüstung nicht ruckartig. Lenken, bremsen und beschleunigen Sie nicht ruckartig.
 - Passen Sie die Fahrgeschwindigkeit der Wegstrecke an.
 - Fahren Sie längere Wegstrecken mit angemessener Geschwindigkeit.
 - Drosseln Sie die Geschwindigkeit, wenn Sie unwegsames Gelände befahren.
 - Umfahren Sie Hindernisse und meiden Sie äußerst unwegsames Gelände.
 - Halten Sie die Geländebedingungen auf denen die Maschine arbeitet und fährt in gutem Zustand.
 - Beseitigen Sie große Steine und Hindernisse.
 - Meiden und füllen Sie Löcher.
 - Halten Sie geeignete Maschinen zur Geländeverbesserung bereit.
 - Kalkulieren Sie genügend Zeit für solche Maßnahmen ein.
 - Nutzen Sie Zusatzsysteme wie Fahrschwingungsdämpfer für Maschinen mit hohem Fahranteil. Wenn kein Zusatzsystem vorhanden ist, verhindern Sie ein Aufschaukeln der Maschine durch verminderte Geschwindigkeit.

3

Forderungen des Gesetzgebers

- In der EU-Richtlinie 2002/44/EG wird die tägliche Schwingungsbelastung eines Fahrers mit zwei Grenzwerten definiert:
 - Auslösewert $0,5 \text{ m/s}^2$
 - Grenzwert $1,15 \text{ m/s}^2$

Beachte: Einzelne EU-Mitgliedstaaten haben gegebenenfalls strengere Grenzwerte festgelegt.

- Bei Überschreitung des Auslösewertes muss der Betreiber von Baumaschinen folgende Maßnahmen ergreifen:
 - Schwingungsbelastungen des Fahrers durch technische und organisatorische Maßnahmen minimieren (siehe Kap. 2)
 - Interne Fahrerschulungen über den schwingungsarmen Betrieb von Baumaschinen durchführen
 - Gesundheitsüberwachung der betroffenen Fahrer sichern
- Bei Überschreitung des Grenzwertes muss der Betreiber von Baumaschinen folgendes erfüllen:
 - Schwingungsbelastungen unverzüglich durch geeignete Maßnahmen unterhalb des Grenzwertes senken
 - Arbeitszeiten gegebenenfalls verkürzen

Die tägliche Schwingungsbelastung eines Fahrers kann mit den Schwingungswerten und den Einwirkungszeiten der einzelnen Arbeitszyklen wie folgt ermittelt werden, wobei die Ergebnisse als Punktesumme oder in m/s^2 gleichwertig sind:

1. Vereinfachte Ermittlungsmethode über ein Punktesystem
2. Berechnung unter Benutzung des beigefügten Tagesschwingungsrechners (CD)
3. Online-Berechnung im Internet (siehe Verweise auf Internet Links Seite 20)

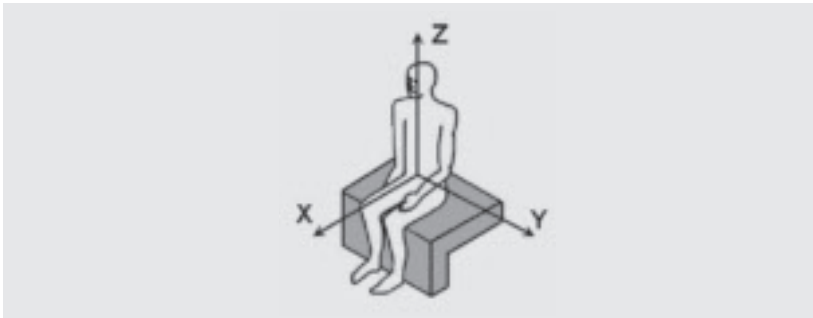
Die folgenden Seiten erklären die einfache Möglichkeit, ohne Messungen und ohne Berechnungen die tägliche Schwingungsbelastung eines Fahrers mit einem Punktesystem zu ermitteln und zu bewerten.

4 Bestimmung und Bewertung der täglichen Schwingungsbelastung (Vereinfachte Methode)

Da die tägliche Schwingungsbelastung des Fahrers von der Höhe der Schwingungswerte und der Einwirkungsdauer abhängt, ist es notwendig beide Faktoren zu ermitteln.

Bestimmung der Schwingungswerte einzelner Arbeitszyklen

Die Schwingungswerte des Fahrers in den jeweiligen Arbeitszyklen werden mit Hilfe der Tabelle auf Seite 8/9 bestimmt. Es sind gemittelte Schwingungswerte von Baumaschinen und ihren typischen Einsätzen angeführt. Die Schwingungswerte werden in den drei Hauptrichtungen x, y und z angegeben.



Die Betriebsbedingungen des Maschineneinsatzes werden in drei Stufen eingeteilt. Diese sind leichte, normale und harte Betriebsbedingungen, wobei der x-, y- und z-Achse die gleiche Bedingung zugeordnet werden muss. Unterteilen Sie die Belastung der Maschine und deren Fahrer wie folgt:

Leichte Bedingungen (L)

Erfahrener Fahrer, ebene Fahrstrecke, loses Material ...

Normale Bedingungen (N)

Geübter Fahrer, ebene Fahrstrecke ...

Harte Bedingungen (H)

Ungeübter Fahrer, harter Einsatz der Maschine ...

Schwingungswerte verschiedener Baumaschinen

Maschinenfamilie	Maschinentyp	typische Arbeitszyklen	Schwingungswerte in m/s ² bei Betriebsbedingungen Leicht , Normal und Hart								
			x-Achse			y-Achse			z-Achse		
			L	N	H	L	N	H	L	N	H
Walzen	Vibrationswalzenzug	Verdichten (Steine)	0,30	0,47	0,64	0,31	0,53	0,75	0,29	0,41	0,53
		Verdichten (Sand)	0,21	0,29	0,37	0,11	0,28	0,45	0,17	0,28	0,39
	Tandemwalze mit Vibration	Asphalt mit Vibration	0,22	0,33	0,44	0,32	0,40	0,48	0,34	0,48	0,62
		Asphalt ohne Vibration	0,22	0,35	0,48	0,23	0,43	0,63	0,17	0,36	0,55
Muldenfahrzeuge	Kompakt-Dumper (knickl.)	Arbeitszyklus	0,41	0,49	0,57	0,54	0,61	0,68	0,43	0,48	0,53
	Muldenfahrzeug mit Knickgelenkrahmen	Beladungsprozess	0,12	0,29	0,46	0,18	0,41	0,64	0,08	0,24	0,40
		Entladungsprozess	0,24	0,49	0,74	0,09	0,42	0,75	0,12	0,30	0,48
		Fahren mit Last	0,43	0,64	0,85	0,60	0,89	1,18	0,46	0,67	0,88
		Fahren ohne Last	0,56	0,82	1,08	0,76	1,02	1,28	0,53	0,81	1,09
	Muldenfahrzeug mit Starrrahmen	Beladungsprozess	0,01	0,20	0,39	0,05	0,22	0,39	0,02	0,21	0,40
		Entladungsprozess	0,23	0,37	0,51	0,24	0,37	0,50	0,25	0,33	0,41
		Fahren mit Last	0,40	0,61	0,82	0,39	0,63	0,87	0,48	0,82	1,16
		Fahren ohne Last	0,53	0,73	0,93	0,48	0,73	0,98	0,54	0,87	1,20
Bagger	Kompakt-Raupenbagger	Baggern	0,14	0,33	0,52	0,09	0,21	0,33	0,09	0,19	0,29
		mit Hydraulikhammer	0,29	0,49	0,69	0,15	0,28	0,41	0,19	0,36	0,53
		Überführungsfahrt	0,28	0,45	0,62	0,21	0,39	0,57	0,34	0,62	0,90
	Raupenbagger	Baggern	0,20	0,44	0,68	0,11	0,27	0,43	0,13	0,30	0,47
		mit Hydraulikhammer	0,23	0,53	0,83	0,13	0,31	0,49	0,27	0,55	0,83
		Einsatz in Gewinnung	0,44	0,65	0,86	0,27	0,42	0,57	0,29	0,61	0,93
		Überführungsfahrt	0,29	0,48	0,67	0,12	0,32	0,52	0,56	0,79	1,02
	Mobilbagger	Baggern	0,26	0,52	0,78	0,13	0,35	0,57	0,16	0,29	0,42
		Überführungsfahrt	0,29	0,41	0,53	0,33	0,53	0,73	0,42	0,61	0,80

Maschinenfamilie	Maschinentyp	typische Arbeitszyklen	Schwingungswerte in m/s ² bei Betriebsbedingungen Leicht , Normal und Hart								
			x-Achse			y-Achse			z-Achse		
			L	N	H	L	N	H	L	N	H
Lader	Baggerlader	Baggern	0,19	0,28	0,37	0,10	0,26	0,42	0,14	0,20	0,26
	Kompakt-Skid-Steer-Lader	Load & carry	0,56	0,86	1,16	0,40	0,73	1,06	0,58	0,93	1,28
	Raupen-Skid-Steer-Lader	V-Betrieb	0,91	1,21	1,51	0,16	1,00	1,84	0,50	0,82	1,14
	Kompakt-Radlader	Load & carry	0,67	0,94	1,21	0,57	0,86	1,15	0,52	0,65	0,78
	Radlader	Load & carry	0,61	0,84	1,07	0,61	0,81	1,01	0,38	0,52	0,66
		Einsatz in Gewinnung	0,80	1,27	1,74	0,66	0,97	1,28	0,34	0,81	1,28
		Überführungsfahrt	0,43	0,76	1,09	0,56	0,91	1,26	0,32	0,49	0,66
		V-Betrieb	0,70	0,99	1,28	0,52	0,84	1,16	0,40	0,54	0,68
	Laderaupe	Load & carry	0,77	0,89	1,01	0,51	0,67	0,83	0,42	0,52	0,62
		Überführungsfahrt	0,40	0,58	0,76	0,37	0,49	0,61	0,45	0,60	0,75
		V-Betrieb	0,83	1,24	1,65	0,58	0,93	1,28	0,45	0,63	0,81
Teleskoplader	Teleskoplader*	Arbeitszyklus*	0,63	0,82	1,01	0,45	0,53	0,68	0,39	0,60	0,81
Planiermaschine	Planierraupe	Planieren	0,43	0,74	1,05	0,33	0,58	0,83	0,39	0,70	1,01
		mit Heckaufreißer	0,85	1,25	1,65	0,78	1,19	1,60	0,74	1,02	1,30
		Überführungsfahrt	0,44	0,87	1,30	0,40	0,80	1,20	0,63	0,97	1,31
Rohrleger	Rohrleger	Arbeitszyklus	0,12	0,21	0,30	0,12	0,23	0,34	0,10	0,24	0,38
Motorgrader	Motorgrader	Feinplanum	0,19	0,41	0,63	0,22	0,48	0,74	0,24	0,38	0,52
		hartes Arbeiten	0,40	0,61	0,82	0,43	0,64	0,85	0,48	0,78	1,08
		Überführungsfahrt	0,14	0,39	0,64	0,11	0,36	0,61	0,24	0,58	0,92
Scraper	Scraper	Arbeitszyklus	0,12	0,21	0,30	0,12	0,23	0,34	0,10	0,24	0,38
Müllverdichter	Müllverdichter	Arbeitszyklus	0,38	0,55	0,72	0,50	0,83	1,16	0,19	0,34	0,49

Quelle: ISO/TR 25398 Mechanical Vibration; * Liebherr-Angabe

Diese Schwingungswerte sind für alle gängigen Baumaschinen, unabhängig vom Hersteller, anwendbar. Andere Quellen für Schwingungsdaten können bei Arbeitsorganisationen und staatlichen Behörden gefunden werden. Bei der Verwendung anderer Daten ist die Qualität und Genauigkeit zu prüfen.

Bestimmung der Einwirkungszeiten auf den Fahrer

Die täglichen Einwirkungszeiten der Schwingungen auf den Fahrer kann man abschätzen oder genau messen. Dabei werden die Einwirkungszeiten der einzelnen Arbeitszyklen erfasst, welche Ihr Fahrer an einem Tag bewältigt. Zum definieren der Arbeitszyklen verwenden Sie Tabelle Seite 8/9.

Beachte: Eine Befragung der Fahrer führt häufig zu einer Überschätzung der Einwirkungszeiten, weil oft schwingungsfreie Zeitabschnitte, wie Motorleerlauf oder Wartezeiten mit einbezogen werden.

Merke: Schwingungsfreie Zeiten sind keine Einwirkungszeiten und dürfen nicht erfasst werden.

Beispiel: Die Benutzungsdauer eines Radladers in einem Steinbruch wird vom Fahrer auf täglich 7,5 h eingeschätzt. Die tatsächlichen Einwirkungszeiten ergeben sich aber nur aus 5 Stunden Dumper beladen und 1 Stunde Arbeiten in der Gewinnung. Die restliche Zeit von 1,5 Stunden wirkt keine Schwingungsbelastung auf den Fahrer ein, weil auf den Dumper sowie auf die Sprengung gewartet werden muss.

1. Arbeitszyklus:	Load & Carry	Einwirkungszeit: 5 Stunden
2. Arbeitszyklus:	Einsatz in der Gewinnung	Einwirkungszeit: 1 Stunde

Vereinfachte Bestimmung und Bewertung der täglichen Schwingungsbelastung

Ziel dieser Methode ist die Ermittlung und die Bewertung der täglichen Schwingungsbelastung eines Fahrers. Dabei wird ein Punktesystem verwendet, wobei die Punktzahlen die Messwerte der einzelnen Arbeitszyklen ersetzen. Die zu ermittelnden Punktzahlen der einzelnen Arbeitszyklen eines Arbeitstages werden zu einer Gesamtpunktzahl addiert. Für die Werte nach der Richtlinie 2002/44/EG gilt:

Auslösewert (0,5 m/s ²)	100 Gesamtpunkte
Grenzwert (1,15 m/s ²)	529 Gesamtpunkte

Die erreichte Gesamtpunktzahl ist einem entsprechenden Farbbereich zugeordnet. Der Farbbereich gibt den Handlungsbedarf für den Baumaschinenbetreiber an. Nutzen Sie dazu die praktischen Beispiele in Kapitel 5.

Einzelne EU-Mitgliedsstaaten haben gegebenenfalls strengere Grenzwerte festgelegt. Bei einem niedrigeren Grenzwert verringern sich auch die Gesamtpunkte. Somit beginnt der rote Bereich früher. Markieren Sie die Farbbereiche selbstständig entsprechend Ihres gültigen Grenzwertes. Für diesen Fall nutzen Sie bitte die nachfolgende Tabelle.

Grenzwert in m/s ²	1,15	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80
Gesamtpunkte	529	484	441	400	361	324	289	256

Schwingungswerte in m/s^2 bei Betriebsbedingungen leicht, normal und hart für x-, y- und z-Achse	2,50	31	63	156	313	625	937	1250	1563	1875	2500
	2,45	30	60	150	300	600	900	1201	1501	1801	2401
	2,40	29	58	144	288	576	864	1152	1440	1728	2304
	2,35	28	55	138	276	552	828	1105	1381	1657	2209
	2,30	26	53	132	265	529	794	1058	1323	1587	2116
	2,25	25	51	127	253	506	759	1013	1266	1519	2025
	2,20	24	48	121	242	484	726	968	1210	1452	1936
	2,15	23	46	116	231	462	693	925	1156	1387	1849
	2,10	22	44	110	221	441	662	882	1103	1323	1764
	2,05	21	42	105	210	420	630	841	1051	1261	1681
	2,00	20	40	100	200	400	600	800	1000	1200	1600
	1,95	19	38	95	190	380	570	761	951	1141	1521
	1,90	18	36	90	181	361	542	722	903	1083	1444
	1,85	17	34	86	171	342	513	685	856	1027	1369
	1,80	13	32	81	162	324	486	648	810	972	1296
	1,75	15	31	77	153	306	459	613	766	919	1225
	1,70	14	29	72	145	289	434	578	723	867	1156
	1,65	14	27	68	136	272	408	545	681	817	1089
	1,60	13	26	64	128	256	384	512	640	768	1024
	1,55	12	24	60	120	240	360	481	601	721	961
	1,50	11	23	56	113	225	338	450	563	675	900
	1,45	11	21	53	105	210	315	421	526	631	841
	1,40	10	20	49	98	196	294	392	490	588	784
	1,35	9	18	46	91	182	273	365	456	547	729
	1,30	8	17	42	85	169	254	338	423	507	676
	1,25	8	16	39	78	156	234	313	391	469	625
	1,20	7	14	36	72	144	216	288	360	432	576
	1,15	7	13	33	66	132	198	265	331	397	529
	1,10	6	12	30	61	121	182	242	303	363	484
	1,05	6	11	28	55	110	165	221	276	331	441
	1,00	5	10	25	50	100	150	200	250	300	400
	0,95	5	9	23	45	90	135	181	226	271	361
	0,90	4	8	20	41	81	122	162	203	243	324
	0,85	4	7	18	36	72	108	145	181	217	289
	0,80	3	6	16	32	64	96	128	160	192	256
	0,75	3	6	14	28	56	84	113	141	169	225
	0,70	2	5	12	25	49	74	98	123	147	196
	0,65	2	4	11	21	42	63	85	106	127	169
	0,60	2	4	9	18	36	54	72	90	108	144
	0,55	2	3	8	15	30	45	61	76	91	121
	0,50	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100
	0,45	1	2	5	10	20	30	41	51	61	81
	0,40	1	2	4	8	16	24	32	40	48	64
	0,35	1	1	3	6	12	18	25	31	37	49
	0,30	0	1	2	5	9	14	18	23	27	36
	0,25	0	1	2	3	6	9	13	16	19	25
	0,20	0	0	1	2	4	6	8	10	12	16
Minuten	6	12	30	60	120	180	240	300	360	480	
Stunden	0,1	0,2	0,5	1	2	3	4	5	6	8	
	Einwirkungszeit										

Ermittlung und Beurteilung der täglichen Schwingungsbelastung eines Fahrers über die Gesamtpunktezahl

1. Bestimmen Sie die Maschinentypen mit den jeweiligen Arbeitszyklen, die der Fahrer an einem Tag bedient.
2. Schätzen oder messen Sie die Einwirkungszeiten der einzelnen Arbeitszyklen. Schwingungsfreie Zeiten dürfen nicht erfasst werden.
3. Legen Sie fest ob Ihr Fahrer leichten, normalen oder harten Bedingungen ausgesetzt ist.
4. Bestimmen Sie aus Tabelle Seite 8/9 für die ermittelten Arbeitszyklen die Schwingungswerte für die x-, y- und z-Achse.
5. Ermitteln Sie aus Tabelle Seite 11 die Punktzahlen der einzelnen Arbeitszyklen für die x-, y- und z-Achse. Die Schwingungswerte sollten bei Zwischenwerten aufgerundet werden.
6. Addieren Sie jeweils die Punktzahlen der x-Achse, der y-Achse und der z-Achse.
7. Die höchste Punktesumme der drei Achsen ist die Gesamtpunktezahl.
8. Vergleichen Sie die Gesamtpunktezahl mit dem Auslösewert und mit dem im jeweiligen EU-Mitgliedsstaat gültigen Grenzwert.
9. Legen Sie somit den Handlungsbedarf des Baumaschinenbetreibers fest.

[illegible]

5 Beispiele aus der Praxis

Beachte: Die zur Erläuterung angeführten Praktischen Beispiele beziehen sich auf die Grenzwerte der Richtlinie 2002/44/EG. Bei niedrigeren Grenzwerten einzelner EU-Mitgliedsstaaten wird der rote Bereich früher erreicht.

Beispiel 1 Radlader-Einsatz

Betriebsbedingungen:

- sehr gute Arbeitsbedingungen
- ebener Untergrund
- große Erfahrung des Fahrers
- typischer Arbeitszyklus 1: Load & carry, 3 Stunden
- typischer Arbeitszyklus 2: Überführungsfahrt, 1 Stunde

Daraus folgt: Leichte Bedingungen (L)

Verwenden Sie die gegebenen Schwingungswerte der x-, y- und z-Achse unter leichten Bedingungen.

Maschine Arbeitszyklus	Einwirkungszeit in Stunden	x-Achse in m/s^2	Pkt. zahl	y-Achse in m/s^2	Pkt. zahl	z-Achse in m/s^2	Pkt. zahl
Radlader Load & carry	3	0,61 aufge- rundet 0,65	63	0,61 aufge- rundet 0,65	63	0,38 aufge- rundet 0,40	24
Radlader Überfüh- rungsfahrt	1	0,43 aufge- rundet 0,45	10	0,56 aufge- rundet 0,60	18	0,32 aufge- rundet 0,35	6
Gesamtpunktezahl: (Höchste Punktesumme der x-, y- und z-Achse)		Punkte- summe x-Achse	73	Punkte- summe y-Achse	81	Punkte- summe z-Achse	30
81							

Bewertung bei einer Gesamtpunktezahl von 0 bis 100:

Der Auslösewert der Schwingungsbelastung wird nicht überschritten.

- Wenn das Ergebnis nahe beim Auslösewert liegt, sind angemessene Maßnahmen zu ergreifen, um die Schwingungsbelastung zu reduzieren (Kap. 2).
- Die Fahrer sind zu unterrichten und zu schulen, wie die Schwingungsbelastung minimiert werden kann.

Beispiel 2

Kombinierter Radlader- und Raupenbagger-Einsatz

Betriebsbedingungen:

- normale Arbeitsbedingungen
- ebener Untergrund
- große Erfahrung des Fahrers
- typischer Arbeitszyklus 1: Radlader V-Betrieb, Lkw-Beladung, 4 Stunden
- typischer Arbeitszyklus 2: Raupenbagger, Einsatz in der Gewinnung, 2 Stunden

Daraus folgt: Normale Bedingungen (N)

Verwenden Sie die gegebenen Schwingungswerte der x-, y- und z-Achse unter normalen Bedingungen.

Maschine Arbeitszyklus	Einwirkungszeit in Stunden	x-Achse in m/s^2	Pkt. zahl	y-Achse in m/s^2	Pkt. zahl	z-Achse in m/s^2	Pkt. zahl
Radlader V-Betrieb	4	0,99 aufge- rundet 1,0	200	0,84 aufge- rundet 0,85	145	0,54 aufge- rundet 0,55	61
Raupen- bagger Gewinnung	2	0,65	42	0,42 aufge- rundet 0,45	20	0,61 aufge- rundet 0,65	42
Gesamtpunktezahl: (Höchste Punktesumme der x-, y- und z-Achse)		Punkte- summe x-Achse	242	Punkte- summe y-Achse	165	Punkte- summe z-Achse	103
242							

Bewertung bei einer Gesamtpunktezahl von 101 bis zum Grenzwert

Die Schwingungsbelastung liegt über dem Auslösewert.
Der Grenzwert wird nicht überschritten.

- Es ist ein Programm zu erarbeiten und durchzuführen, um die Schwingungsbelastung zu minimieren. (Kap. 2)
- Die Gesundheitsüberwachung der betroffenen Fahrer ist zu sichern.

Beispiel 3

Kompakt-Skid-Steer-Lader-Einsatz

Betriebsbedingungen:

- harte Arbeitsbedingungen
- unebener Untergrund
- geringe Erfahrung des Fahrers
- typischer Arbeitszyklus: Load & carry, 7 Stunden

Daraus folgt: Harte Bedingungen (H)

Verwenden Sie die gegebenen Schwingungswerte der x-, y- und z-Achse unter harten Bedingungen.

Maschine Arbeitszyklus	Einwirkungszeit in Stunden	x-Achse in m/s^2	Pkt. zahl	y-Achse in m/s^2	Pkt. zahl	z-Achse in m/s^2	Pkt. zahl
Kompakt-Skid-Steer-Lader Load & carry	7	1,16 aufge- rundet 1,20	504	1,06 aufge- rundet 1,10	424	1,28 aufge- rundet 1,30	592
Gesamtpunktezahl: (Höchste Punktesumme der x-, y- und z-Achse)		Punkte- summe x-Achse	504	Punkte- summe y-Achse	424	Punkte- summe z-Achse	592
592							

Bewertung bei einer Gesamtpunktezahl größer als der Grenzwert:

Der Grenzwert der Schwingungsbelastung wird überschritten.

- Es sind unverzüglich Maßnahmen zu ergreifen, um die Schwingungsbelastung unter den Grenzwert zu senken.
- Gegebenenfalls ist eine Arbeitszeitverkürzung nötig.



Erforderliche Angaben zur Dokumentation

Maschinendaten	
Datum	
Firma	
Einsatzort	
Maschinentyp	
Maschinenhersteller	
Seriennummer	
Motorleistung (kW)	
Maschinenmasse (t)	
Baujahr	
Betriebsstunden	
Maschinenzustand	
Sitztyp	
Sitzhersteller	
Sitzfederung	
Sitz, ISO 7096 (j/n)	
Gewichtseinstellung (j/n)	
Federweg (mm)	
Sitzzustand	
Reifenart	
Reifengröße	
Reifendruck (bar)	
Laufwerkskette (Typ)	
Bodenplattenbreite	
Steganzahl je Bodenplatte	
Sonstiges	

Fahrerbezogene Daten für einen typischen Arbeitstag

Datum

Firma _____

Maschine Arbeits- zyklus	Einwir- kungszeit in Stunden	x-Achse in m/s²	Punkt- zahl	y-Achse in m/s²	Punkt- zahl	z-Achse in m/s²	Punkt- zahl
Gesamtpunktezahl: (Höchste Punkte- summe der x-, y- und z-Achse)		Punkte- summe x-Achse		Punkte- summe y-Achse		Punkte- summe z-Achse	

Fahrerbezogene Daten für einen typischen Arbeitstag

Fahrer

Fahrererfahrung

Betriebs- bedingung	Zustand des Untergrunds	Festigkeit des Untergrunds	Bewegtes Material	Fahrstil

Bemerkungen

Hilfreiche Internet Links

<http://europa.eu.int/eur-lex/>

http://www.bgmetallsued.de/fachausschuss/SG_Vibration.php

<http://www.hse.gov.uk/vibration/calculator.htm>

<http://umetech.niwl.se/eng/wbvcalculator.lasso>

Quellen

ISO/TR 25398 Mechanische Schwingungen – Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Ganzkörpervibrationen auf Erdbewegungsmaschinen mit aufsitzendem Maschinenführer, unter der Verwendung harmonisierter Daten gemessen von internationalen Instituten, Organisationen und Herstellern

Die in dieser Anleitung verwendeten Schwingungsbelastungen beruhen auf gemittelten, realen Messungen der Ganzkörperschwingungen praktischer Arbeitszyklen der jeweiligen Maschinentypen aller Hersteller.

Für weiterführende Fragen wenden Sie sich vertrauensvoll an Ihren Liebherr Händler.

www.liebherr.com



Printed in Germany by Typodruck BK-RP LBH/PM 10331565-1-04.06

Liebherr-Werk Bischofshofen GmbH
Postfach 49,
A-5500 Bischofshofen
☎ +43 6462 888-0
Fax +43 6462 888-385
E-Mail: info.lbh@liebherr.com

Liebherr-Hydraulikbagger GmbH
Liebherrstraße 12
D-88457 Kirchdorf/Iller
☎ +49 7354 80-0
Fax +49 7354 80-7294
E-Mail: info.lhb@liebherr.com

Liebherr-Werk Telfs GmbH
Hans Liebherr-Strasse 35
A-6410 Telfs
☎ +43 5262 6 00-0
Fax +43 5262 6 00-72
E-Mail: info.lwt@liebherr.com

Änderungen vorbehalten.

Liebherr-France S.A.S.
B.P. 287
F-68005 Colmar / Cedex
☎ +33 389 21 30 30
Fax +33 389 21 37 93
E-Mail: info.lfr@liebherr.com