

# **Fahrkomfort und Fahrsicherheit moderner Traktoren**

**Stand der Technik**

**Bedeutung im Praxiseinsatz**

**Anforderungen in der Zukunft**

**Autor: Manfred Nadlinger**

**Herausgeber: Österreichisches Kuratorium für  
Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL)**

**Wien, 2005**

---

**Der im Jänner 2003 an der Bundesanstalt für Landtechnik (BLT) in Wieselburg fertiggestellte Bericht „Fahrkomfort und Fahrsicherheit moderner Traktoren“ wurde vom Autor Manfred Nadlinger und vom ÖKL etwas gekürzt und liegt nun in der Landtechnischen Schriftenreihe des ÖKL vor.**

**Impressum:**

Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, ÖKL

Gußhausstraße 6, 1040 Wien,

Tel: 01/505 18 91, Fax: 01/505 18 91-16, e-mail: [office@oekl.at](mailto:office@oekl.at)

[www.oekl.at](http://www.oekl.at)

Wien, 2005

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Gesundheitliche Auswirkungen und Bewertung von Fahrzeugschwingungen</b>	<b>3</b>
2.1	Auswirkungen mechanischer Schwingungen auf den Menschen (Ganzkörperschwingungen)	3
2.1.1	Schwingungsverhalten des menschlichen Körpers	6
2.2	Schwingungsprüfung und Schwingungsbewertung	7
2.2.1	Schwingungsprüfung national	8
2.2.2	Schwingungsprüfung nach der EWG-Richtlinie	9
<b>3</b>	<b>Schwingungsreduktion mit Traktorfederungs- systemen (Stand der Technik)</b>	<b>12</b>
3.1	Historischer Rückblick	12
3.2	Sitzfederung	13
3.2.1	Eigenfrequenz des Sitzes	13
3.2.2	Mechanisch gefederter oder luftfederter Sitz	15
3.2.3	Bedeutung des Sitzdämpfers	16
3.2.4	Bedeutung der Sitzhorizontalfederung	17
3.2.5	Prüfung des Funktionszustandes von Fahrersitzen	18
3.2.6	Aktiv gefederter Sitz	19
3.2.7	Was versteht man unter Sitzqualität	20
3.3	Kabinenfederung	21
3.3.1	System Wippe	21
3.3.2	System Vierpunktfederung	24
3.4	Vorderachsfederung	25
3.4.1	Prinzip der hydropneumatischen Federung	25

3.4.2	System „Querschwinge“	27
3.4.3	System „Geschobene Schwinge“	28
3.4.4	System „Zentrale Längsschwinge“	30
3.4.5	System „Geschobene Längsschwinge - luftgefedert“	31
3.4.6	System „Einzelradaufhängung“	31
3.4.7	System „Parallelfederung - QuadLink“	34
3.4.8	System „Vollfederung“	34
<b>4</b>	<b>Ergebnisse der Schwingungstechnischen Untersuchungen mit Vorderachsfederung, Kabinenfederung und Sitzfederung</b>	<b>37</b>
4.1	Einfluss der Federungssysteme auf den Fahrkomfort	37
4.1.1	Versuchsanstellungen und Messmethode	37
4.1.1.1	Federungsvarianten	39
4.1.1.2	Beschreibung der Testbahnen	39
	- Holperbahn 100 m	39
	- Holperbahn 35 m	39
	- Testop-Bahn 24 m	40
	- Asphaltstraße	40
4.1.2	Ergebnisse der BLT - Testbahnen	41
4.1.2.1	Verbesserung des Schwingungskomforts durch den Fahrersitz	41
	- Doppelwirkender oder einfachwirkender Dämpfer	41
	- Federweg (freier Schwingweg) des Sitzes	44
	- Bedeutung der Sitzhorizontalfederung	46
	- Auch der Fahrersitz muss gewartet werden	47
4.1.2.2	Verbesserung des Schwingungskomforts durch die Vorderachsfederung	48
4.1.2.3	Verbesserung des Schwingungskomforts durch die Kabinenfederung	50
4.1.2.4	Verbesserung des Schwingungskomforts durch die Kombination von Vorderachsfederung und Kabinenfederung	52

---

4.1.2.5	Zusammenfassung - Fahrkomfort (BLT-Testbahnen)	54
4.1.3	Ergebnisse des Praxiseinsatzes	56
4.1.3.1	Effizienz der Federungssysteme im Praxiseinsatz	56
	- Grubbern	58
	- Mähen	59
	- Saatbeetbereitung	60
	- Pflügen	61
	- Leerfahrt	63
	- Gerätetransport	65
	- Anhängertransport	68
4.1.3.2	Horizontalschwingungen am Fahrersitz	71
4.1.3.3	Einfluss der Reifenmarken auf den Fahrkomfort	74
4.1.3.4	Zusammenfassung - Fahrkomfort (Praxiseinsatz)	75
4.1.4	Ergebnisse aus einem computergestützten Simulationsmodell zur Konzeption eines passiven Kabinenfederungssystems [Bernd Thomas]	77
4.1.4.1	Vergleich der Ergebnisse aus der Simulation mit den Praxisversuchen	77
	- Wirkung der Vorderachsfederung und der Kabinenfederung	77
	- Längs- und Querbeschleunigung am Fahrersitz	80
4.2	Bedeutung der Vorderachsfederung für die Fahrsicherheit	81
4.2.1	Ergebnisse der Testbahnen	82
4.2.2	Zusammenfassung - Fahrsicherheit	85
<b>5</b>	<b>Niveauregelung der Fahrerkabine („Galileo Cab System“)</b>	<b>86</b>
5.1	Funktionsbeschreibung	86
5.2	Ergebnisse der Untersuchung der Niveauregelung „Galileo-Cab-System	87
5.2.1	Einsatzgrenzen der Niveauregelung	88
5.2.2	Messung der körperlichen Belastung des Fahrers	90

5.2.3	Beurteilung durch Versuchsfahrer und Praktiker	91
5.2.4	Zusammenfassung - Niveauregelung der Kabine	92
<b>6</b>	<b>Integration der Federungsregelung in das Traktormanagement</b>	<b>93</b>
<b>7</b>	<b>Bewertung der Praxiseinsätze mit der künftigen EU-Richtlinie (2002/44/EG) über die Grenzwerte mechanischer Schwingungen am Arbeitsplatz</b>	<b>94</b>
7.1	Bewertung der Schwingungsexposition	94
7.2	Vergleich des Schwingungsaufkommens der BLT-Praxiseinsätze mit den Grenzwerten der EU-Richtlinie	95
7.2.1	Bewertung der Praxiseinsätze im Hinblick auf die neue EU-Richtlinie (89/391 EWG)	95
7.2.2	Zulässige Arbeitszeit der Praxisversuche bewertet nach ISO 2631-1:1997 und VDI 2057:1999	96
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerung</b>	<b>100</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>103</b>