

Der FAT-Traktortest

Der FAT-Testbericht, eine Entscheidungshilfe beim Traktorkauf

Edwin Stadler und Isidor Schiess, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Wie andere Bereiche der Technik unterliegt auch die Entwicklung der Traktoren einem raschen Wandel. Das Marktangebot ist vielfältig, die Anschaffungskosten sind hoch. Andererseits verstärkt sich der Kostendruck auf die landwirtschaftlichen Produkte zunehmend bzw. der Spielraum für Neuinvestitionen wird kleiner. In diesem Umfeld wird es für den Betriebsleiter immer schwieriger, das sich ständig ändernde Angebot zu überblicken und die richtige Kaufent-

scheidung zu treffen. Erschwerend kommt dazu, dass die technischen Angaben von den Herstellern und Verkäufern begreiflicherweise unterschiedlich ausgelegt und hervorgehoben werden. Um dem künftigen interessierten Landwirt und Lohnunternehmer den Vergleich der verschiedenen Produkte zu erleichtern und um Fehlinvestitionen zu vermindern, führt die FAT Traktorschnelltests durch. Wir empfehlen, diese Testberichte vor Kaufabschluss zu konsul-

tieren. Hinweise zum Bestellen bzw. Einsehen und Herunterladen der Testberichte aus dem Internet finden sich auf Seite 10.

Inhalt	Seite
Allgemeine Hinweise	2
Motor	2
Motortreibstoff aus Rapsöl	2
Getriebe	2
Frontanbau	3
Heckzapfwelle	3
Leistungs- und Treibstoff-Verbrauchsmessung	3
Was sagt das Leistungsdiagramm aus?	4
Emissionen	4
Fahrerplatz	5
Hydraulik	6
Allradantrieb	7
Bremsen	7
Bereifung	7
Gewicht	8
Abmessungen	8
Checkliste zur Traktorbeurteilung	8
Schlussfolgerungen	10
Bezugsquelle für Testberichte	10



Abb. 1: Die Zapfwellenleistung, der Treibstoffverbrauch und die ausgestossenen Motorabgase sind wichtige Vergleichsgrössen beim Traktor. Ein Prüfstand, ausgerüstet mit modernsten Messgeräten sowie elektronischer Datenverarbeitung ermöglichen speditives Arbeiten und sofortige Auswertung der Resultate.

Allgemeine Hinweise

Traktor-Grösse

Der Traktor soll betriebsgerecht, das heisst dem Maschinenpark und Einsatzverhältnissen angepasst, ausgewählt werden. Beim Kauf von Leistung in Reserve ist auch das Mehrgewicht zu beachten. Hohe Komfortansprüche sind oft, neben dem Mehrpreis, mit zusätzlichen leistungszehrenden Hilfseinrichtungen verbunden.

Leistungsangaben

In der Werbung und im Handel erfolgt die Leistungsangabe bezogen auf den Motor. Diese Leistungsangabe dient dem Landwirt indessen nur teilweise, kann er doch mit dem Motor allein weder einen Anhänger ziehen noch eine Anbaumaschine antreiben. Für den Vergleich verschiedener Traktoren ziehen wir deshalb die **effektive Zapfwellenleistung bei Nenndrehzahl** heran. Die auf dem Prüfstand messbare Leistung an der Zapfwelle ist um die Verluste durch Getriebe und Nebenaggregate von rund 10% geringer als die Motorleistung.

Die Angabe der Zapfwellenleistung soll weder in der Preisliste noch in den Kaufverträgen fehlen. Nur die darin enthaltenen Angaben sind verbindlich. Die Zapfwellenleistung lässt sich im Bedarfsfalle an einem Prüfstand, wie er in vielen Landmaschinen-Werkstätten vorhanden ist, mit relativ wenig Aufwand nachprüfen.

Motor

Ein vorrangiges Ziel moderner Motorentwicklung ist die Reduktion der Emissionen von Lärm und Abgasen unter Beibehaltung bzw. der weiteren Verbesserung der Kennwerte von Drehmoment, Leistung, Treibstoffverbrauch und Wartung. Ein grösserer Hubraum bei gleicher Nennleistung ermöglicht ein erhöhtes Drehmoment im untersten Drehzahlbereich. Dadurch sind die Anfahrigenschaften dieses Motors in der Regel besser. Der **Abgasturbolader** steigert die Motorleistung bei gleichem Hubraum vor allem im mittleren und oberen Drehzahlbereich. Neue Traktoren sind zunehmend strengeren Abgasregelungen unterwor-

fen. Um künftige Abgasgrenzwerte zu erfüllen wird der Abgasturbolader, ergänzt mit Ladeluftkühlung, nebst verbesserter Einspritztechnik mit elektronischer Regelung zur Standardausrüstung moderner Traktormotoren gehören. Eine geringere Motordrehzahl bei gleicher Leistung reduziert nebst dem Lärm in der Regel auch den spezifischen Treibstoffverbrauch sowohl im Vollast- als auch im Teillastbetrieb.

Kühlung

Im Traktorenbau herrscht die **Wasserkühlung** vor. Je nach Motorbelastung werden bis zur Hälfte der Treibstoffenergie in Form von Abwärme – ein grosser Teil davon über das Kühlsystem – an die Umwelt abgegeben. Das Kühlsystem ist für den Extremfall, das heisst für Sommertemperatur und hohe Motorbelastung ausgelegt. Der Kühlventilator, direkt vom Motor über Riemen angetrieben, hat ein Leistungsbedarf von 4 bis 8% der Motornennleistung. In der kalten Jahreszeit und bei geringer Motorbelastung oder beim Kaltstart ist der Kühlbedarf aber gleich null oder nur klein, das Kühlsystem sollte darauf reagieren. Ein temperatureregelter **Visco-Ventilator**, Zweikreiskühlsysteme mit einem Hoch- und einem Niedertemperatur-Kreislauf helfen mit, unnötige Leistungsverluste und hohen Treibstoffverbrauch zu vermeiden.

Die Vorteile der Wasserkühlung gegenüber der Luftkühlung sind geringere Lärm- und Abgasemissionen und das Kühlwasser kann zur Kabinenheizung verwendet werden. Im Traktorenbau spielt die **Luftkühlung** wegen ihrer gewichtigen Nachteile im Bereiche der Emissionen (Abgase und Lärm) – trotz ihrer unbestrittenen Vorteile wie einfaches Kühlsystem, keine Kühlmittelpflege, kurze Warmlaufphase – nur mehr eine Nebenrolle.

Motortreibstoff aus Rapsöl

Naturbelassenes Rapsöl sowie es nach dem Abpressen vorliegt, ist zu dickflüssig, als dass es in einem üblichen Traktormotor Verwendung finden könnte. Der Motor müsste mit einigem Kostenaufwand umgebaut und dem Treibstoff angepasst werden. Dagegen ist **Rapsmethylester (RME)** als Traktortreibstoff

geeignet. Durch einen chemischen Prozess, der sogenannten Umesterung, kann die Viskosität von Rapsöl wesentlich gesenkt und gleichzeitig die Cetanzahl (Zündwilligkeit) erhöht werden. Der heute produzierte Rapsmethylester (RME) ist bezüglich seiner motorischen Eigenschaften dem Dieseltreibstoff sehr ähnlich. Die Motorleistung verändert sich kaum, der Treibstoffverbrauch steigt volumetrisch um 5 bis 7% an. Die gasförmigen Abgase verändern sich wenig, dagegen tritt beim Schwarzrauch nahezu eine Halbierung ein. Je nach Veranlagung kann der Pommesfrites-Geruch störend wirken. Die **Kaltstarteigenschaften** sind bis zu Temperaturen von etwa -5 °C gegeben, bei tieferen Temperaturen ist das Zumischen von Winterdiesel empfehlenswert.

Die Traktoren des heutigen Marktangebotes sind RME-tauglich. Zum Teil werden kürzere Ölwechselintervalle beim Motoröl empfohlen. Gleiches gilt im Prinzip auch für ältere Traktoren. RME ist etwas aggressiver gegenüber Farbanstrichen und Gummiteilen. Deshalb sollte vorgängig mit der Traktor-Servicestelle Rücksprache genommen werden.

Treibstofftank

Der Treibstofftank darf weder die Motor- kühlung noch die Wartungsarbeiten behindern. Mit einem Fassungsvermögen von 1,5 bis 2 Litern pro kW angegebener Motorleistung können bei einer Belastung von 40% je nach Traktortyp etwa zehn Betriebsstunden mit dem sparsamen oder etwa sieben bis acht Stunden mit weniger sparsamen Traktoren gefahren werden.

Getriebe

Das moderne Traktorgetriebe soll für jeden Arbeitseinsatz die optimale Fahrgeschwindigkeit ermöglichen. Dieser Wunschvorstellung kommt nur das stufenlose Traktorgetriebe nach. Sowohl ein konventionelles Getriebe als auch ein Teil- oder Voll-Lastschaltgetriebe weisen immer grössere oder kleinere Stufensprünge auf, die aber durch eine gute Motorelastizität problemlos aufgefangen werden. Nicht eine möglichst grosse Anzahl Gänge macht ein gutes Traktorgetriebe aus, sondern die gleichmässigen Abstufungen und die logische Schaltbarkeit. Die **erforderliche Anzahl Gänge**

hängt von den Einsatzbedingungen ab. Der **Hauptarbeitsbereich von 4 bis 12 km/h** wird mit fünf bis sechs gleichmässig abgestuften Gängen abgedeckt. In diesem Hauptarbeitsbereich sind der jeweiligen Vorwärtsgeschwindigkeit angepasste Rückwärtsgänge erwünscht. Eine synchronisierte oder lastschaltbare Wendschaltung von vorwärts auf rückwärts ist für Arbeiten mit vielen Fahrrichtungenwechseln wie Frontladen und Heckstapeln von Vorteil. Heckseitige Anbaugeräte wie Maishäcksler im Rückwärtsfahrbetrieb verlangen auch rückwärts gute Gangabstufungen im Bereich von 3 bis etwa 6 km/h, die meist nur von einem Wendegetriebe erfüllt werden.

Auch die **Getriebeabstufung im Transportbereich** ist zu beachten. Damit das Anfahren mit schweren Lasten auch an Steigungen möglich ist, soll der erste Strassengang unter 10 km/h liegen. Danach sollte in vier bis fünf weiteren Stufen mit einem Schalthebel bis auf 40 km/h durchgeschaltet werden können. Gänge mit Fahrgeschwindigkeiten unter 4 km/h sind im Acker-, speziell aber im Gemüsebau und anderen Spezialkulturen erforderlich. Auch die Maschinenkombinationen mit Eggen und Säen erfordern Geschwindigkeiten im Bereich von 3 bis 5 km/h.

Das **stufenlose Traktorgetriebe** steigert den Fahrkomfort wesentlich. Verbunden mit dem Motor-Getriebe-Management lässt sich die Fahrgeschwindigkeit je nach gewählter Fahrstrategie automatisch der verfügbaren Motor- bzw. Maschinenleistung optimal anpassen. Beim Maschineneinsatz wie zum Beispiel Ballenpressen oder Feldhäckseln unter stark wechselnden Bedingungen kann dadurch gegenüber dem Traktor mit Schaltgetriebe eine **gewisse Leistungssteigerung** erwartet werden.

Da die stufenlosen Getriebe für Fahrgeschwindigkeiten von 50 km/h und mehr ausgelegt sind, lassen sich Transportfahrten auf der Strasse, genügend Motorleistung vorausgesetzt, mit gedrosselter Motordrehzahl, treibstoffsparend (**Eco-Drive**) ausführen. Die stufenlosen Traktorgetriebe sind bezüglich Leistungsverluste mit dem Schaltgetriebe mit Mehrfachlastschaltung vergleichbar. Wie weit sich die **Mehrkosten** für das stufenlose Getriebe durch höhere Flächenleistung und/oder tieferen Treibstoffverbrauch wieder einsparen lassen, ist noch unsicher.

Höchstgeschwindigkeit 40 km/h?

Mit einigen Ausnahmen bei den Spezialtraktoren hat sich der Traktor mit Fahrgeschwindigkeit 40 km/h durchgesetzt. Die bestehende Fahrhabe muss nicht zwingend auf 40 km/h umgerüstet werden. Transport- und Arbeitsanhänger wie zum Beispiel Güllefass, Miststreuer, Pressen usw. dürfen mit dem schnellen Traktor mit Tempo 30 km/h weiter betrieben werden. Bei konsequenter Ausnutzung der Eco-Drive-Fahrstrategie, das heisst Strassenfahrten im 40 km/h-Gang mit gedrosselter Motordrehzahl 30 km/h schnell, ist eine Treibstoffeinsparung von 10 bis 15% zu erwarten.

Frontanbau

Der Frontanbau ermöglicht interessante Gerätekombinationen, zum Beispiel bei der Futterernte mit Frontkreiselmäher und Ladewagen. Die Zapfwelle hat Drehrichtung nach rechts in Fahrtrichtung gesehen und eine Normdrehzahl 1000 min⁻¹. Der Frontanbau (Dreipunkthydraulik und Zapfwelle) sollte einen möglichst kurzen Geräteanbau erlauben. Schnellkuppler erleichtern den Anbau der Frontgeräte. Im Weiteren ist ein Pendelausgleich notwendig, damit sich das Frontgerät den Unebenheiten im Gelände gut anpassen kann. Das Steuerventil der Fronthydraulik soll sich im Bedarfsfall in Schwimmstellung bringen lassen. Die **Hubkraft** der Fronthydraulik reicht für mittlere Traktoren mit **30 daN (~kp) je kW** Motorleistung im Normalfall aus. Die maximal zulässige Vorderachsbelastung und für Fahrten auf öffentlichen Strassen auch der gesetzlich erlaubte **Überhang von 4 m** ab Mitte Lenkrad sind aber zu beachten. Eine so genannte «Druckentlastung», die einen Teil des Anbaugerätengewichtes auf die Traktovorderachse überträgt, verbessert die Spurtreue des Traktors beim Einsatz in Hanglagen wesentlich.

Heckzapfwelle

Bei der Heckzapfwelle sind die Normdrehzahlen von 540 und 1000 min⁻¹ gebräuchlich. Daneben gibt es die so genannte Spar- oder «Eco-Zapfwelle» 540E

und 1000E. Diese Eco-Zapfwellen sind zweckmässig, weil Zapfwellengeräte, die nur einen geringen Leistungsbedarf wie zum Beispiel Düngerstreuer, Schwader oder Druckfass haben, mit gedrosselter Motordrehzahl treibstoffsparend betrieben werden. Mehr Fahrkomfort wegen weniger Lärm und Schwingungen sowie eine Treibstoffeinsparung von 10 bis 15% sind die positiven Resultate. Die gewünschte Zapfwelldrehzahl sollte sich vom Fahrsitz aus umstellen lassen.

Leistungs- und Treibstoff-Verbrauchsmessung

(Siehe Tabelle auf der Rückseite oben rechts des Testberichtes).

Leistung an der Zapfwelle bei Nenndrehzahl des Motors (Zeile 1)

In der Regel, aber nicht immer, deckt sich die Leistung bei Motornenndrehzahl (Nennleistung) mit der Höchstleistung. Wird die Höchstleistung bei einer anderen, tieferen Drehzahl erreicht, so ist der Wert unter Zeile 2 zu finden.

Höchstleistung (Zeile 2)

Moderne Traktormotoren zeichnen sich zum Teil durch eine ungewöhnlich hohe Elastizität aus. Als Folge des stark ansteigenden Drehmomentes ist die Nennleistung über einen breiten Drehzahlbereich verfügbar: «Konstant-Leistung». Steigt das Drehmoment überproportional an, resultiert eine Leistungskurve, die mit fallender Motordrehzahl gar noch ansteigt, es entsteht die sogenannte «Überleistung». Ist dies der Fall, findet sich unter Zeile 2 die effektiv erreichte Höchstleistung (vergleiche dazu auch das Leistungsdiagramm).

Leistung bei Normdrehzahl der Zapfwelle (540 oder 1000 min⁻¹, Zeile 3)

Die Messung bei Zapfwellen-Normdrehzahl ist beim Einsatz von Zapfwellengeräten wichtig.

Treibstoffverbrauch

Der spezifische Treibstoffverbrauch, das heisst der Verbrauch in Gramm pro Kilowattstunde (g/kWh), ist das einzige direkt vergleichbare Mass für die Sparsamkeit

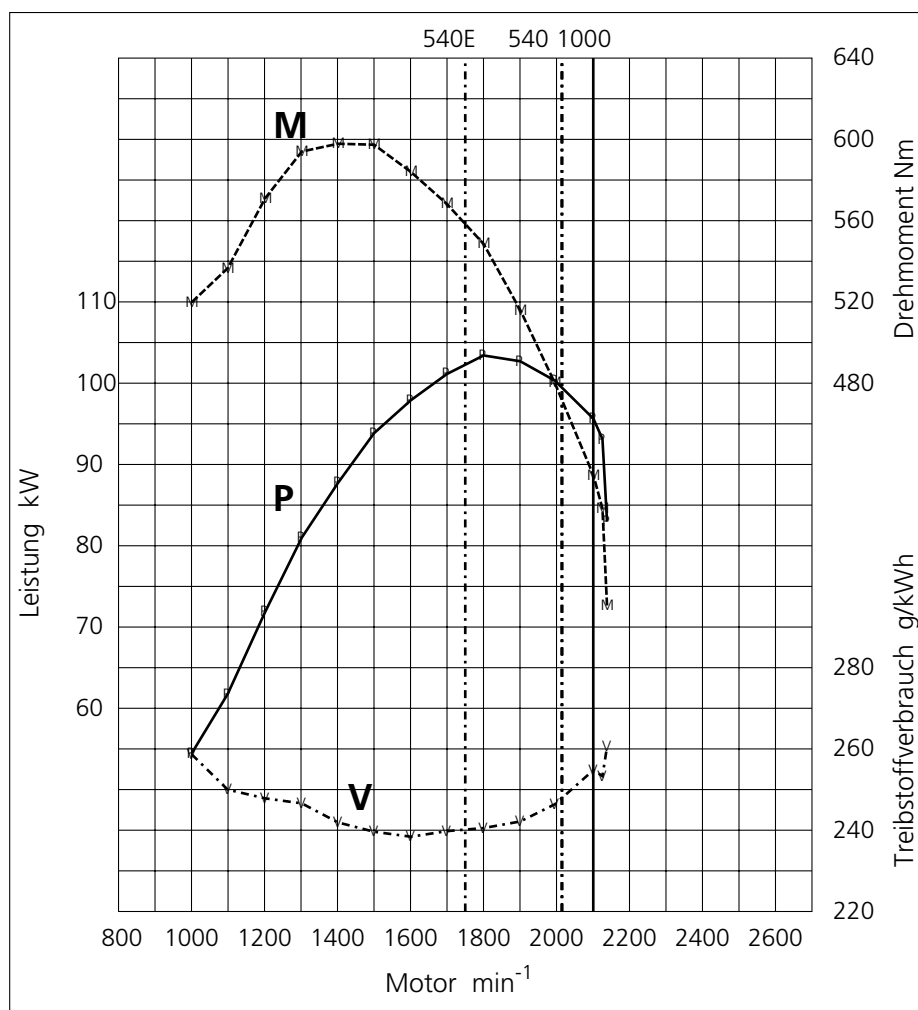


Abb. 2: Das Leistungsdiagramm zeigt die Vollastkurven des Drehmoments *M*, der Leistung *P* und des spezifischen Verbrauchs *V* eines Traktors, gemessen an der Zapfwelle.

eines Traktors. Da vom Traktor im praktischen Einsatz nur selten die volle Motorleistung abverlangt wird, ist neben dem **Treibstoffverbrauch bei Vollastbetrieb Zeile 1 bis 3** auch der Treibstoffverbrauch bei einer **Teilbelastung von 42,5%** und einer Zapfwellendrehzahl von 540 oder 1000 bzw. 540E oder 1000E angegeben. Die Verbrauchsangabe bei der Teilast in l/h (Liter pro Betriebsstunde) gibt zudem einen ungefähren Richtwert für den Jahresdurchschnittsverbrauch an.

Wir **beurteilen den Treibstoffverbrauch** (alle Werte beziehen sich auf die an der Zapfwelle gemessene Leistung):

Bei Vollast (Zeilen 1 bis 3):
 unter 250 g/kWh = günstig
 250–280 g/kWh = mittelmässig
 über 280 g/kWh = hoch

Bei Teilast 42,5% und Normdrehzahl der Zapfwelle 540 bzw. 1000 min⁻¹:

unter 300 g/kWh = günstig
 300–350 g/kWh = mittelmässig
 über 350 g/kWh = hoch

Die Teillast-Verbrauchswerte für Sparzapfwelle 540 E bzw. 1000 E liegen um 10 bis 15% tiefer. Sie zeigen zugleich das Einsparpotential der Eco-Zapfwelle auf.

Drehmomentanstieg

Der Drehmomentanstieg ist ein wichtiges Mass für die Elastizität eines Motors. Je höher der Drehmomentanstieg, desto besser ist das Durchzugsvermögen. Beim heutigen Traktormotor wird der Drehmomentanstieg folgendermassen bewertet:

Anstieg bis 20% = mittelmässig
 Anstieg 20–30% = gut
 Anstieg über 30% = sehr gut

Mit einer guten Gangabstufung kann ein etwas schlechterer Drehmomentanstieg wettgemacht werden. Das **maximale**

Drehmoment sollte der Motor bereits bei etwa 60 bis 70 % der Nenndrehzahl, in der Regel zwischen 1200 und 1600 min⁻¹ erreichen.

Was sagt das Leistungsdiagramm aus?

Das Diagramm gemessen an der Zapfwelle gibt wichtige Aufschlüsse über die Motorcharakteristik (Abb. 2).

Drehmomentkurve (M)

Als Drehmomentanstieg bezeichnen wir die Differenz zwischen Drehmoment bei Nenndrehzahl und dem maximalen Drehmoment. Ein hoher und steiler Drehmomentanstieg deutet auf einen elastischen Motor mit hohem **«Durchzug»** hin. Das ist besonders günstig für schwere Zug- und Zapfwellenarbeiten. Ein möglichst hohes Drehmoment auch im untersten Drehzahlbereich gilt als Mass für **gute Anfahrigenschaften**. Je höher das Drehmoment, umso weniger neigt der Motor zum Abwürgen.

Leistungskurve (P)

Moderne Motoren weisen höhere Drehmomentanstiege auf. Daraus ergibt sich über einen grossen Drehzahlbereich eine fast konstant hohe Leistung. In der Werbung wird dieser Effekt auch mit **Konstant-Leistung** bezeichnet. Dem Traktorfahrer steht damit über einen grösseren Drehzahlbereich die höchste Motorleistung zur Verfügung.

Treibstoffverbrauchskurve (v)

Der Treibstoffverbrauch soll möglichst tief und bis zur Nenndrehzahl ziemlich flach verlaufen. Ein tiefer Verbrauch deutet nebst einem verbrauchsgünstigen Motor auch auf wenig Leistungsverluste für Getriebe und Nebenaggregaten hin.

Emissionen

Beim Betrieb eines Traktors entstehen Emissionen in Form von Abgas, Schwarzrauch und Lärm. Mit der entsprechenden Messmethodik lassen sich diese unterschiedlichen Emissionsformen als Einzel-

grössen messen und beurteilen. Günstige Emissionswerte sollten nicht mit höherem Treibstoffverbrauch erkaufte werden müssen. Deshalb beziehen wir auch diesen als so genannten «Testverbrauch» in den Vergleich mit ein. Mit den Richtlinien 74/311 «Lärm am Fahrerohr» und 2000/25 «Motorabgase» der Europäischen Union (EU) sind seit dem Jahre 2001 für Neufahrzeuge gültige Grenzwerte schrittweise in Einführung. Bei unserer Beurteilung der Messwerte berücksichtigen wir die gesetzlichen Grenzwerte und den Fortschritt der neusten Motorentechnik.

Lärm am Ohr des Fahrers

Der Lärm wird in dB (A) (Dezibel) gemessen, wobei eine Zunahme um 10 dB (A) empfindungsmässig etwa einer Verdoppelung des Lärms entspricht. Für den Traktorfahrer ist vor allem der Lärm am Ohr massgebend. Leider weisen noch zu viele Traktoren **gesundheitsschädigende** Lärmwerte von 90 dB (A) und darüber aus. Es handelt sich dabei um Traktoren, die aus Gründen der Hangtauglichkeit, engen Kulturen, niederen Hofdurchfahrten usw. oder letztlich aus Kostengründen nur mit einem Fahrerschutzrahmen oder einer einfachen Niedrigkabine ausgerüstet sind. Wunschziel müssen Traktoren sein, welche die Lärmschwelle von 80 dB (A) nicht überschreiten. Moderne Traktorkabinen weisen Lärmwerte von 75 dB(A) und weniger auf.

Für die Bewertung des Lärms am Fahrerohr gelten folgende Richtlinien:

unter 80 dB (A) = günstig
80 bis 85 dB (A) = mittelmässig
über 85 dB (A) = hoch

Lärmwerte über 90 dB (A) schaden längerfristig der Gesundheit.

Lärm bei Vorbeifahrt (7,5 m Abstand)

In unserem dicht besiedelten Land findet die landwirtschaftliche Bewirtschaftung zunehmend in der Nähe von Wohnsiedlungen statt. Andererseits erfordert der optimale Einsatz von schweren, leistungsfähigen Maschinen oft einen Traktoreinsatz auch in den frühen Morgenstunden, am späten Abend oder an Wochenenden. Das Ruhebedürfnis der übrigen Bevölkerung soll dadurch nicht unnötig gestört werden. Deshalb ist auch das Aussengeräusch des Traktors, gemessen als Lärm bei Vorbeifahrt, mit zu berücksichtigen.

Gemessen wird der Lärm bei beschleunigter Vorbeifahrt im grössten Gang in einem seitlichen Abstand von 7,5 m.

Wir beurteilen den Vorbeifahrt-Lärm so:

bis 82 dB(A) günstig
83 bis 85 dB(A) mittelmässig
86 und mehr hoch

Motorabgase

Schwarzauch (Partikel)

Den Dieselpartikeln wird eine krebsfördernde Wirkung zugeschrieben. Es gilt somit Schwarzauch aus dem Auspuff soweit als möglich zu eliminieren. Die Ursache für Schwarzauch kann veraltete Motortechnik oder falsche Einstellung der Motorparameter sein. Die Partikelmassebestimmung braucht einen unverhältnismässigen apparativen Aufwand und ist sehr zeit- und kostenintensiv. Die Schwarzauchbestimmung mittels Filtermethode System BOSCH ist dagegen einfach und erlaubt eine vergleichbare Beurteilung. Wir messen den Schwarzauch unter Volllast und 70% der Nenndrehzahl des Motors. Als Ergebnis und Vergleichsgrösse resultiert die BOSCH-Schwärzungszahl (SZ).

Der Schwarzauch sollte folgende Werte nicht überschreiten:

	bis Baujahr 2003	ab Baujahr 2004
Schwärzungszahl SZ (BOSCH)	3,0	2,0
Schwarzauchwerte über 4,0 sind unbedingt zu vermeiden.		

Fahrerplatz

Mit den integrierten Kabinen wird der Fahrer vor **Lärm und Witterungseinflüssen** geschützt. Der Kabineneinstieg soll jedoch breit genug und beidseitig sein. Das Lenkrad, die Fahrpedale und Betätigungshebel sollen in bequemer Sitzposition gut erreichbar sein.

Damit das Ankuppeln von schweren Dreipunkt-Anbaugeräten erleichtert wird, müssen die Unterlenker mit automatischen Schnellkupplern ausgerüstet und die Hydraulik auch am Heck des Traktors exakt bedienbar sein. Die höhenverstellbare Anhängervorrichtung (Zugmaul) sollte vom Fahrersitz aus gut sichtbar und bequem bedient werden können. Die **automatischen Anhängerkupplungen** benötigen genormte Zugösen an den Anhängern.

Bei sehr schweren Anhängern und höheren Fahrgeschwindigkeiten ist auch das **Untenanhängesystem** zum Beispiel Piton-fix oder Hitch in Betracht zu ziehen. Die Fahrsicherheit wird dadurch wesentlich erhöht.

Motorabgase und Testverbrauch

Wir messen die **gasförmigen Motorabgase** in einem Fahrzyklus mit acht unterschiedlichen Belastungsstufen entsprechend der internationalen Regelung ISO 8178-C1 bzw. der EU Regelung 2000/25 EG für Traktoren. Die gesetzlichen Abgasgrenzwerte werden seit ihrer Einführung stufenweise verschärft. Entsprechend passen wir unsere Beurteilung an. Tiefe Abgaswerte sollen nicht durch **höheren Treibstoffverbrauch** erkaufte werden müssen. Deshalb soll auch der Treibstoffverbrauch in die Beurteilung mit einbezogen werden.

Wir bezeichnen einen Traktor als **emissions- und verbrauchsgünstig**, wenn nachfolgende Messwerte erreicht bzw. unterschritten werden:

	bis Baujahr 2003	ab Baujahr 2004
Motorabgase:		
Kohlenwasserstoffe (HC)	≤ 1,5 g/kWh *	≤ 1,3 g/kWh *
Stickoxide (NOx)	≤ 10,5 g/kWh *	≤ 8,0 g/kWh *
Kohlenmonoxid (CO)	≤ 5,0 g/kWh *	≤ 3,0 g/kWh *
Testverbrauch (ISO 8178-C1)	≤ 280,0 g/kWh *	≤ 280,0 g/kWh *
(* Werte bezogen auf die Zapfwellenleistung)		

Der aufgeführte Testverbrauch berechnet sich aus den acht gemessenen Belastungsstufen und ergibt eine sinnvolle Aussage über das Verbrauchsverhalten des Motors bei unterschiedlicher Belastung.



Abb. 3: Die Landwirtschaftstraktoren sind oft schon am frühen Morgen oder noch spät abends im Einsatz und sollten nicht durch übermässigen Lärm auffallen. Die Vorbeifahrtmessung erfolgt auf beiden Seiten des Traktors in einem Abstand von 7,5 Meter. Im Testbericht erscheint der höhere der beiden Messwerte.

Fahrersitz

Der Fahrersitz soll den Traktorfahrer vor **gesundheitsschädigenden Erschütterungen** und Stössen schützen. Es lohnt sich durchaus, auch der Auswahl des Fahrersitzes die nötige Aufmerksamkeit zu schenken. Das Fahrergewicht soll leicht verstellbar sein; bei häufigem Fahrerwechsel bietet diesbezüglich die **Luftfederung** den höchsten Komfort. Moderne Fahrersitze sind mit einer **Horizontalfederung** ausgerüstet, sie schonen den Rücken auch vor schmerzhaften Stössen in Längsrichtung. Damit die Rückenlehne ihre Stützfunktion optimal erfüllen kann, soll sie sich bequem anpassen lassen. Auch eine Unterarmabstützung verbessert die Bequemlichkeit bei langen Arbeitseinsätzen.

Hydraulik

Bei der heckseitigen Dreipunkthydraulik überwiegt die Regelung über die Unterlenker. Der rein mechanischen Regelhydraulik erwachsen Konkurrenz durch elektronische Systeme. Mehr Komfort, bessere Regelempfindlichkeit, rascheres und genaueres Ansprechen der Regelhydraulik bei unterschiedlichen Böden sagt man der **Elektronischen Hubwerks-Regelung** (EHR) nach. Moderne EHR-Systeme

sind mit einer sogenannten **Schwingungstilgung** ausgerüstet. Sie vermindert das Aufschaukeln des Traktors mit angebautem Arbeitsgerät bei rascher Fahrt. Für Fahrgeschwindigkeit 40 km/h ist die Schwingungstilgung unerlässlich.

Ölinhalt

Der Ölhaushalt der Hydraulik kann separat oder gemeinsam mit dem Getriebe (oder) und Hinterachse sein. In der Regel haben Traktoren mit dem gemeinsamen Haushalt etwas mehr Öl für die Fernhydraulik zur Verfügung. Gelangen aber mehrere Traktoren auf demselben Betrieb zum Einsatz, dann sollte auf einen **einheitlichen Ölhaushalt** geachtet werden. Damit kann einer Ölvermischung durch die Fernhydraulik begegnet werden. Für den Einsatz von **umweltschonenden** Hydraulikölen ist ein separater Ölhaushalt empfehlenswert. Vorgängig ist Rücksprache mit Traktor-Servicestelle zu nehmen.

Fernhydraulik

Die Traktorhydraulik wird in grossem Masse auch zum Antrieb oder zur Steuerung von Arbeitsgeräten benötigt, wie zum Beispiel für den Pic-up-Aufzug, die Bedienung des Frontladens, des Kippanhängers usw. Je nach Grösse der jeweiligen Arbeitszylinder wird beim Betätigen dieser Geräte eine mehr oder weniger grosse Ölmenge aus der Traktorhydraulik

abgepumpt. Die im Testbericht angegebene, für die **Fernhydraulik verfügbare Ölmenge** darf im Stationärbetrieb entnommen werden (Klammerwerte gelten mit Zusatztank). Für den Betrieb von mittleren bis grossen Kippanhängern beispielsweise sollen vom Traktor etwa 20 bis 35 Liter Öl für die Fernhydraulik zur Verfügung gestellt werden können. Im Zusammenhang mit der Fernhydraulik ist ein einheitlicher **Maximal-Öldruck von etwa 180 bis 200 bar** günstig. Die **Fördermenge der Hydraulikpumpe** ist mit 30 bis 45 l/min im Normalfall für alle Arbeiten ausreichend. Zum Betrieb von mittleren bzw. schweren Frontladern ist eine Fördermenge von 35 bis 45 l/min bzw. 50 bis 60 l/min erforderlich.

Hydraulische Leistungsübertragung

Die von der Fernhydraulik mögliche übertragbare Leistung hängt von der Förderleistung der Pumpe, vom erforderlichen Betriebsdruck und von der damit zusammenhängenden Ölerwärmung ab. Bei einer Pumpenleistung von 40 l/min und einem Druck von 120 bar lassen sich zum Beispiel 8,0 kW (~11 PS) hydraulisch übertragen. Je grösser die zu übertragende Leistung, um so grösser ist auch die **Ölerwärmung**. Ein zusätzlicher Ölkühler kann dabei Abhilfe schaffen.

Hubkraft

Für die Beurteilung der vom Traktorhersteller gemachten Hubkraftangaben ist wichtig zu wissen, dass es sich dabei in der Regel um Maximalwerte handelt, die nur in einer ganz bestimmten Stellung der unteren Lenker erbracht wird. Für die Praxis wichtig ist jedoch jene Hubkraft, die über den ganzen Hubbereich, von ganz unten bis oben, erbracht wird. Dieser Wert ist in den Testberichten als **«durchgehende Hubkraft»** angegeben.

Die zum Heben eines bestimmten Arbeitsgerätes erforderliche Hubkraft hängt von seinem Eigengewicht, von der Baulänge und der Bodenart (leichter oder schwerer Boden) ab. So benötigt zum Beispiel ein Drei-Schar-Pflug mit einem Eigengewicht von 800 bis 1200 kg eine durchgehende Hubkraft von 1800 bis 2400 daN (kp)

Die **durchgehende Hubkraft** sollte etwa folgende Werte erreichen:

pro kW-Motorleistung
40 daN (kp) im Normaleinsatz
oder 50 daN (kp) im schweren Einsatz (Kombinationen).

Bei der Beurteilung der gemessenen Hubkraft ist auch der erreichte Hubweg zu beachten. Die Norm ISO 730/1 verlangt für die Grössenklasse II einen **Hubweg** von wenigstens 650 mm, für Kategorie III einen solchen von 735 mm.

Allradantrieb

Als **Vorteile des Allradantriebes** sind die bessere Zug-, insbesondere aber auch die Bremswirkung zu nennen. Je ungünstiger die Verhältnisse, desto wirkungsvoller ist der Allradantrieb. Zu erwähnen ist auch die bessere Hangtauglichkeit, besonders in Verbindung mit grösserer Spurweite oder Doppelbereifung sowie die bessere Manövrierfähigkeit beim Einsatz mit stark seitlich belastenden Anbaugeräten wie zum Beispiel Mähwerke und Maishäcksler.

Als **Nachteile des Allradantriebes** gelten die Mehrkosten bei der Anschaffung sowie für Unterhalt und Reifen. Der Bereifungsvariation sind wegen der Abstimmung der Vorder- und Hinterachse enge Grenzen gesetzt.

Bremsen

Die nassen, in Öl laufenden **Vollscheibenbremsen** liegen ganz im Trend moderner Traktortechnik. Neben der Ölbad-scheibenbremse mit hydraulisch-mechanischer Betätigung findet man die vollhydraulische Ringkolbenbremse. Bei der **Ringkolbenbremse** können bei schnellen Transportfahrten und kaltem Getriebeöl spürbare Leerlaufverluste auftreten. Diese entstehen durch die Ölabschabung zwischen den gelösten Bremsflächen. Im Öl laufende Bremsen sind nahezu verschleiss- und wartungsfrei. Die Bremswirkung ist infolge der direkten Ölkühlung auch bei längeren Bremsungen gut. Im Öl laufende Bremsen verlangen ein **spezielles Getriebeöl**. Andernfalls neigen sie zu Knarren und Rucken.

Vierradbremmen

Der nur an den Hinterrädern gebremste Traktor kann seine Bremswirkung sowohl auf der Strasse als auch im Gelände durch Mitbremsen der Vorderräder nahezu verdoppeln. Bei Traktoren mit Allradantrieb kann die im Öl laufende **Scheibenbrem-**

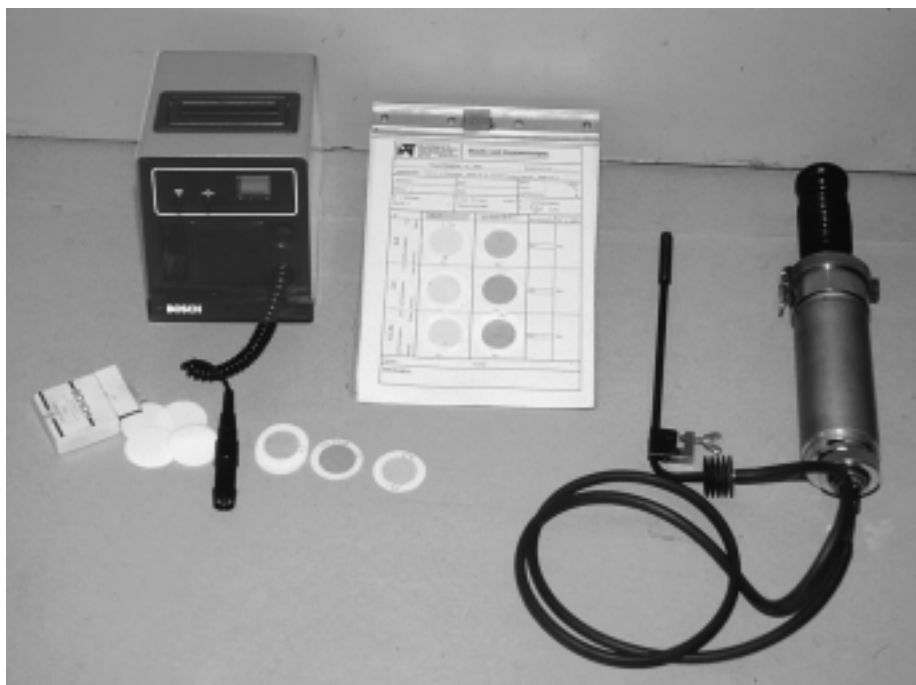


Abb. 4: Schwarzrauch (Russpartikel) aus dem Auspuff ist ein Zeichen ungenügender Verbrennung und soll der Vergangenheit angehören. Die Russpartikel stehen im Verdacht, krebserregend zu sein. Die gemessene Schwärzungszahl SZ (BOSCH) soll möglichst tief sein.

se direkt in der Vorderachse untergebracht als optimal und die Bremse auf der Kardanwelle sitzend als gute Zwischenlösung gelten. Die Bremsbetätigung erfolgt in beiden Fällen hydraulisch gemeinsam mit der Hinterachse.

Auch durch **Zuschalten des Allradantriebes** lässt sich die Bremswirkung des nur an der Hinterachse gebremsten Traktors wesentlich steigern. Bei Traktoren mit elektrohydraulischer Allradzuschaltung schaltet beim Betätigen der Hinteradrbremse die Vorderachse automatisch zu. Die Schaltkupplung und die Antriebswelle zur Vorderachse haben im Falle einer Vollbremsung **sehr hohe Drehmomente** zu übernehmen.

Hydraulische Anhängerbremse

Die hydraulische Anhängerbremse gehört zur **gesetzlichen Grundausrüstung** für Traktoren, die eine **Anhängelast von sechs Tonnen** und mehr zulassen.

Da sämtliche Traktoren mit einer Hydraulikanlage ausgerüstet sind, ist es naheliegend, diese auch zum Bremsen der Anhänger zu benützen. Die Bedienung des Anhängerbremsventiles erfolgt zusammen mit der Fussbremse. **Der Abstimmung von Druck- und Druckverlauf** in der Anhängerbremsleitung, abhängig von der Traktor-Betriebsbrems-Kraft,

kommt grosse Bedeutung zu. Diese Einstellung sollte nur von einer **Fachwerkstatt** vorgenommen werden. Der maximale Öldruck (Bremsdruck) am Bremsanschluss darf bei maximalem Bremspedaldruck 150 bar nicht übersteigen.

Bereifung

Der **Radialreifen hat in der Regel ein besseres Zugvermögen als der Diagonalreifen**. Um das Zugvermögen zu optimieren und den spezifischen Bodendruck möglichst gering zu halten, ist eine grosszügig bemessene Bereifung wichtig. Dabei sollte auf grossen Durchmesser gleichviel Wert wie auf die Breite gelegt werden (gilt auch für die Vorderräder). Mit Breitreifen, reduziertem Reifenluftdruck und/oder Doppelbereifung kann die **Reifenkontaktfläche** zusätzlich vergrössert, die Zugkraft erhöht und der spezifische Bodendruck gesenkt werden. Breitreifen können ihre Vorteile vor allem dann nutzen, wenn sie mit tiefem Luftdruck gefahren werden. Die Kontaktfläche eines Reifens zum Boden ist entscheidend für die Bodenschonung. Sie lässt sich für die meisten Reifen grob nach folgender Formel abschätzen: $\text{Reifenbreite} \times \text{Reifendurchmesser} : 4$.



Abb. 5: Hubkraft der Hydraulik: Der Prüfstand erlaubt die Messung der Hubkraft über den ganzen Hubbereich, von ganz unten bis ganz oben. Im Testbericht erscheint jener Wert, der über den ganzen Hubbereich erbracht wird.

Sind für bestimmte Arbeitseinsätze sehr hohe Zugkräfte gefordert, kann durch das Anbringen von Zusatzgewichten und/oder Füllen der Reifen mit Wasser kurzfristig eine **Steigerung der Zugkraft** erzielt werden.

Die **Reifenprofile** beruhen auf jahrzehntelangen Erfahrungen der Reifenhersteller. Verbesserungen sind nur noch in geringem Umfange möglich. Grundsätzlich gilt: Schmale und kurze Profilstollen verzahnen sich im Boden besser und erhöhen deshalb bei ungünstigen Bedingungen das Zugvermögen. Hochstollenreifen sollten nur für weichen Boden (Moor) eingesetzt werden. Im Futterbau soll die Grasnarbe nicht verletzt werden. Deshalb sind dort Reifen mit langen und breiten Stollen vorzuziehen. Dieser Reifen hat durch seinen grösseren Stollenanteil in der Lauffläche einen geringeren Rollwiderstand und eine längere Lebensdauer.

Gewicht

Für Gewichtsvergleiche ist zu berücksichtigen, dass Allradantrieb, Frontanbau und integrierte Fahrerschutzkabine das Gewicht um je 200 bis 400 kg erhöhen. Im Hinblick auf weniger Bodendruck und günstigeren Treibstoffverbrauch sollte

auch dem Traktorgewicht (Leistungsgewicht in kg/kWh) Aufmerksamkeit geschenkt werden. Bei Traktoren mit Allradantrieb gilt eine **Gewichtsverteilung mit 40 bis 45%** auf der Vorderachse als günstig. Die Angaben für **«zulässiges Gesamtgewicht»** und **«Anhängelast gebremst»** sind dem amtlichen Typenschein entnommen. Die tatsächlichen Werte, angegeben im jeweiligen individuellen Fahrzeugausweis, können wegen abweichender Traktorausrüstung (Reifen usw.) auch etwas tiefer liegen.

Abmessungen

Die Abmessungen gelten nur für Traktoren, die gleich wie der Prüftraktor ausgerüstet sind. Bei anderer Bereifung oder einer anderen Fahrerschutzvorrichtung können diese Masse etwas abweichen.

Sind mehrere Traktoren auf einem Betrieb vorhanden, sollten die Abmessungen des Dreipunktgestänges, der Zapfwelle und der Anhängerkupplung ungefähr übereinstimmen, damit einmal angepasste Maschinen (zum Beispiel Gelenkwellen-Länge) an alle Traktoren angehängt werden können (siehe dazu auch Massskizze auf der Rückseite des Testberichtes).

Checkliste zur Traktorbewertung

Die technischen Messwerte wie Leistung, Verbrauch, Gewicht usw. lassen sich anhand der Testberichte einfach vergleichen und beurteilen, im Gegensatz zur Bedienerfreundlichkeit. Die angefügte Checkliste ist als Beispiel gedacht und dient in erster Linie als Beurteilungshilfe für Wartung und Handhabung des Traktors im Praxiseinsatz. Bereiche also, die von jedem Traktorfahrer individuell unterschiedlich bewertet werden. Es sind auch Kriterien, die je nach Einsatz des Traktors verschieden zu gewichten sind. Beispielsweise sind einfache Spurverstellung oder Vorgewendeautomatik bei einem Traktor für Pflegearbeiten viel höher, als an einem Traktor für den reinen Futterbau zu gewichten. Beim Ausfüllen der Checkliste geht man also so vor: Zuerst stellt man die Gewichtung der einzelnen Kriterien fest. Was ist mir besonders wichtig mit Gewichtungsfaktor 5 und was ist nebensächlich mit Faktor 0. Danach gehen wir an die Beurteilung der einzelnen Kriterien. Bewertung sehr gut mit 3 Punkten, schlecht mit 0 Punkt. Bewertungspunkte mal Gewichtungspunkte ergibt dann die gewichteten Punkte, diese zusammengezählt das Gesamtergebnis.



Checkliste zur Traktorbeurteilung

Kriterien	Traktor A			Traktor B		
	Gewichtung 1 – 5	Bewertung Punkte 1 – 3	Gewichtete Punkte	Gewichtung 1 – 5	Bewertung Punkte 1 – 3	Gewichtete Punkte
Übersicht und Komfort am Fahrerplatz						
Kabinen Auf- und Einstieg						
Sicht auf Anbaugeräte, hinten / vorne						
Ausstellbarkeit der Fenster, Rückspiegel Verstellung						
Fahrersitz, Beifahrersitz, Komfort / Einstellmöglichkeit						
Lärm in Kabine, Radioeinbau						
Übersicht auf Bedienungs- und Anzeigeelemente						
Verständlichkeit der Anzeigeelemente						
Handhabung und Erreichbarkeit der Bedienungselemente						
Gangschalthebel, Gruppenschalthebel						
Lastschaltstufe-/Halbgangschalt-Hebel						
Vorwärts- / Rückwärtsschaltung						
Allradschaltung, Differentialsperre hinten / vorne						
Zapfwellenschaltung in Kabine / aussen Kabine						
Zapfwelle Umschaltung 540, 750, 1000						
Handgas, Fussgas						
Fussbremse, Handbremse						
Heck Hydraulik Bedienung innen / aussen						
Hubbegrenzung, Schwingungstilgung						
Fronthydraulik, Bedienung innen / aussen						
Zusatzsteuerventile, Bedienung, Mengen- / Zeitsteuerung						
Vorgewendeautomatik						
Geräteanbau						
Zugmaul, Höhenverstellung, Bedienbarkeit						
Zugpendel, Pitonfix, Bedienbarkeit						
Dreipunktanbau Schnellkuppler						
Höhenverstellung, Seitenstabilisierung						
Oberlenker, Verstellbarkeit, Fixierung am Traktor						
Hydraulikanschlüsse, Zugänglichkeit						
Anhängerbremse, Signalsteckdose						
Zapfwelle Zugänglichkeit						
Spurverstellung						
Frontgewichte, Anbau						
Vorderradkotflügel, demontierbar						
Zugänglichkeit bei der Wartung						
Betriebsanleitung, Verständlichkeit, Übersicht						
Ölmessstab, Öleinfüllstutzen						
ÖlfILTER, Luftfilter, Dieselfilter						
Wechselintervalle Öl und Filter						
Kühlerelemente, Reinigung						
Tankstutzen, Grösse, Zugänglichkeit						
Getriebe / Hydraulik Öleinfüllstutzen / Filter						
Schmierstellen						
Batterie, Zugänglichkeit						
Werkzeugkasten, Grösse, Anordnung						
Sicherungskasten						
Wischwasserbehälter						
Öffnen der Motorhaube						
Total der Punkte						

Schlussfolgerungen

Der Traktor-Testbericht ist ein wertvolles Hilfsmittel für die technische Beurteilung eines Traktors. Der Landwirt kann unsere Bestrebungen zur besseren Markttransparenz unterstützen, indem er jene Traktortypen in die engere Wahl einbezieht, über die der Verkäufer neutrale FAT-Traktortests vorlegen kann. Bei all den technischen und finanziellen Überlegungen, die bei der Auswahl des neuen Traktors mitspielen, soll jedoch eines nicht vergessen werden:

Ein gutes, auf gegenseitigem Vertrauen basierendes Einvernehmen mit der Servicestelle kann viel Geld und Verdruss ersparen.

Bezugsquelle für Testberichte

Die FAT-Testberichte können bei folgender Adresse bezogen werden: FAT-Bibliothek, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen TG; Tel. 052 368 31 31; Fax 052 365 11 90; E-Mail: bibliothek@fat.admin.ch; die Testblätter finden sich auch im Internet unter der Adresse: <http://www.fat.ch/>

Anfragen über das behandelte Thema und über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (CH-8356 Tänikon) angefordert werden. (Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90).

E-Mail: info@fat.admin.ch, Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat>

- ZH** Merk Konrad, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60
Blum Walter, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60
Kramer Eugen, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60
- BE** Jutzeler Martin, Inforama Berner Oberland,
3702 Hondrich, Telefon 033 654 95 45
Hügi Kurt, Inforama Seeland,
3232 Ins, Telefon 032 312 91 11
Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof,
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10
Hofmann Hans Ueli, Inforama Schwand,
3110 Münsingen, Telefon 031 720 11 21
- LU** Moser Anton, LBBZ Schüpfheim,
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00
Hodel René, LBBZ, Centralstr. 21,
6210 Sursee, Telefon 041 925 74 74
Marti Pius, LBBZ Schüpfheim,
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00
Widmer Norbert, LMS,
6276 Hohenrain, Telefon 041 910 26 02
- UR** Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44,
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66
- SZ** Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon,
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22
- OW** Müller Erwin, BWZ Obwalden,
6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16
Landwirtschaftsamt, St. Antonistr. 4,
6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 58
- NW** Wolf Franz, Landwirtschaftsamt, Kreuzstr. 2,
6371 Stans, Telefon 041 618 40 07
- GL** Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29,
8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00
- ZG** Gut Willy, LBBZ Schluechthof,
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
Furrer Jules, LBBZ Schluechthof,
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
- FR** Krebs Hans, Landw. Institut Freiburg (IAG),
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
- SO** Wyss Stefan, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,
4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
- BL** Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,
4450 Sissach, Telefon 061 976 21 21
- SH** Landw. Beratungszentrum Charlottenfels,
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
- AI** Inauen Bruno, Gaiserstrasse 8,
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
- AR** Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR,
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
- SG** Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof,
9465 Salez, Telefon 081 757 18 88
Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil,
9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
- GR** Föhn Josef, Landw. Schule Plantahof,
7302 Landquart, Telefon 081 307 45 25
- AG** Müri Paul, LBBZ Liebegg,
5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
- TG** Herrmann Samuel, LBBZ Arenenberg, Fachstelle
Betriebsberatung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50,
8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 22
- TI** Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Abt. Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 58

Die FAT-Berichte erscheinen in zirka 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 50.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: FAT, CH-8356 Tänikon. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.

E-Mail: info@fat.admin.ch – Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat> – Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich. – ISSN 1018-502X.