

Treibstoffverbrauch von Weinbautraktoren

Weinbautraktoren stehen im Spannungsfeld zwischen technischen Möglichkeiten und Umweltsünde. Sie sind aber nicht Selbstzweck, sondern dienen der Traubenproduktion, womit wirtschaftliche Überlegungen gelten. Im Beitrag werden diese gegensätzlichen Faktoren gegeneinander abgewogen. Da der Einsatz von Weinbautraktoren in Zukunft wohl weiter zunimmt, wird der Treibstoffverbrauch an Bedeutung gewinnen.

ALOIS F. GEYRHOFER, TECHNIK – WEIN- UND OBSTBAU,
LFZ KLOSTERNEUBURG, ÖSTERREICH
alois.geyrhofer@weinobst.at

Wie Studien belegen, kommt dem Weinbautraktor bei der Traubenproduktion heute grosse Bedeutung zu. Der dieselgetriebene Traktor erfüllt die weinbaulichen Anforderungen besonders gut; andere Treibstoffe bieten kaum eine Alternative und der technische Fortschritt bringt zunehmend eine Verringerung der Nachteile. Verbesserungspotenzial ist zudem vorhanden. Allfälligen Vorbehalten liegt die – zweifellos zutreffende – Beobachtung zugrunde, dass der Fortschritt beim Treibstoffverbrauch und den CO₂-Emissionen durch die stete Erhöhung der Motorenleistung wie auch durch die zunehmende Einsatzzeit «weggefressen» werden. Andere (sub-

jektive) Bedenken gegen den Traktor betreffen die Unfallgefahr.

Bemühungen zur Ressourcenschonung und Umweltschutzanliegen führen zur Frage: «Kann es einen – auch praktisch nutzbaren – 3-Liter-Traktor geben?» Darauf gibt es wegen der Vielfalt von Zielkonflikten und den physikalischen Grundgesetzen keine einfache Antwort. Man erhofft sich aber aus den damit einhergehenden Überlegungen Hilfe bei der Lösung der Umweltproblematik. Dabei wird relevant, wie hoch überhaupt der Treibstoffverbrauch eines Weinbau-Traktors ist. Zur Beantwortung dieser Frage wurden am LFZ Klosterneuburg Versuchsversuche durchgeführt. Sie sollten auch die in sich widersprüchliche Haltung «Traktor Ja, Umweltbelastung Nein», kritisch beleuchten.

Tab. 1: Durchschnittliche Häufigkeit der Kulturmassnahmen pro Jahr im Weingarten des Versuchsguts Agneshof am LFZ Klosterneuburg von 2005 bis 2012.

Kulturmassnahmen	Häufigkeit/Jahr (Ø)
Rebschnitt	1.0
Düngung	0.4
Saatgutaussbringung	0.8
Pflanzenschutz	6.6
Bodenbearbeitung (Fräsen)	0.3
Bodenbearbeitung (Grubbern)	0.4
Bodenbearbeitung (Spatenpflügen)	0.4
Tiefenbodenbearbeitung (Tiefenlockern)	0.3
Begrünungspflege (Mulchen)	2.3
Begrünungspflege (Mulchen, Herbizidanwendung)	1.4
Begrünungspflege (Herbizidanwendung)	0.3
Unterstockpflege (Mähen)	0.8
Unterstockpflege (Anhäufeln)	0.3
Begrünungs- und Unterstockpflege (Herbizid, Stockräumer)	0.3
Unterstockpflege und Bodenbearbeitung (Stockräumer, Fräsen)	0.4
Laubschneidearbeiten	2.6
Ertragsregulierung (Ausdünnen)	0.5
Total durchschnittliche Traktoreinsätze pro Jahr	19.1

Traubenproduktion und Traktoreinsatz

Die moderne Traubenproduktion setzt – neben hoher Sachkenntnis des Winzers – eine Optimierung oder Neuausrichtung der Arbeitsgänge voraus. Um einwandfreies Traubenmaterial als Grundbedingung für qualitativ hochwertige Weine zu erzeugen, sind Kulturmassnahmen wie Rebschnitt, Laubarbeiten, Ertragsregulierung, Bodenpflege, Düngung, Pflanzenschutz etc. nötig. All diese Produktionsschritte erfordern den Einsatz des Weinbautraktors. Traktorstunden und Treibstoffverbrauch sollen aber (unter Beachtung ökonomischer und ökologischer Aspekte) auf ein Mindestmass reduziert werden.

In Tabelle 1 ist die durchschnittliche Häufigkeit der einzelnen Kulturmassnahmen pro Jahr im Zuge der Produktionsmethode am LFZ Klosterneuburg (Versuchsgut Agneshof) für den Zeitraum zwischen 2005 und 2012 angeführt.

Ziel der einzelnen Verfahrensschritte ist ein für das Rebenwachstum optimaler Zustand. Die Arbeiten im Weinberg bei der Traubenproduktion verlangen entsprechend Tabelle 1 eine Planung der Kulturmassnahmen, die neben den Arbeitszielen auch die Auswirkungen auf die Umwelt berücksichtigt.

Absoluter und spezifischer Treibstoffverbrauch

Als absoluter Treibstoffverbrauch wird nach DIN 1940 die Menge an Treibstoff in kg bezeichnet, die ein Verbrennungsmotor pro Stunde benötigt. Die Formel dazu lautet: **Absoluter Treibstoffverbrauch (kg/h) = Treibstoffvolumen (dm³) × Treibstoffdichte (kg/dm³)/Zeit (h)**

Der Treibstoffverbrauch ist beim Weinbautraktor in erster Linie von der Leistung und den Einsatzbedingungen abhängig. Daneben spielt auch der fabrikatsbedingte Verbrauch eine Rolle. Deshalb wird in den Herstellerprospekten der spezifische Treibstoffverbrauch angegeben. Darunter versteht man die Treibstoffmenge in g, die pro kWh vom Motor verbrannt wird. Er wird nach folgender Gleichung berechnet:

Spezifischer Treibstoff (g/kWh) = Absoluter Treibstoffverbrauch (g/h)/effektive Motorleistung (kW)

Zur Ermittlung des spezifischen Treibstoffverbrauchs werden mit den Motoren Versuche auf dem Prüfstand unter verschiedenen Lastzuständen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass in Abhängigkeit von der Motordrehzahl der niedrigste Wert für den spezifischen Treibstoffverbrauch im Bereich des höchsten Drehmoments liegt und damit bei diesen Drehzahlen der Treibstoff am besten ausgenutzt wird.

Infolgedessen lässt sich ein Verbrennungsmotor hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit durch seine spezifischen Treibstoffverbrauchswerte beurteilen (siehe Kästchen auf S. 8). Aufgrund der unterschiedlichen Einsatzzwecke des Weinbautraktors (Bodenbearbeitung, Pflegemassnahmen, Transportarbeiten usw.) liegt der effektive Verbrauch meist erheblich unter den berechneten Werten, da im Durchschnitt nur 40 bis 60% der Motorleistung genutzt werden.

Erfassung des Treibstoffverbrauchs

Der Treibstoffverbrauch des Weinbautraktors hängt einerseits von der Arbeitsleistung und andererseits vom Wirkungsgrad der Kraftübertragung ab. Bei Arbeiten mit Bodeneingriff wird der Verbrauch auch vom Bearbeitungswiderstand beeinflusst. Der Gesamtbedarf umfasst zudem die Anteile für die Arbeit selbst und jene für «Nebenarbeiten» wie Wenden oder Fahrten zum und vom Weinberg.

Für Berechnungen des Treibstoffverbrauchs kommt ein Kalkulationsmodell zur Anwendung, bei dem jeder Arbeitsgang in «Hauptzeiten» für die produktive Arbeit und in «Wendezeiten» für «unproduktive» Arbeiten unterteilt wird. Der Leistungsbedarf in den Hauptzeiten setzt sich aus der Eigenbewegung des Traktors sowie dem Arbeitsaufwand zusammen. Die Verbrauchsdaten müssen soweit wie möglich «praxisnah» sein; das heisst, dass für die jeweiligen Arbeitsgeräte die passende Motorleistung zur Verfügung steht. Am LFZ Klosterneuburg wurde die verbrauchte Treibstoffmenge doppelt erfasst, nämlich anhand der Einsatzzeit sowie des Treibstoffverbrauchs.

Treibstoffverbrauch im Weinberg

Die zunehmende Ökologisierung hat grosse Auswirkungen auf den Maschineneinsatz. Auch Wirtschaftlichkeit und Sicherheit sind wichtige Kriterien. Dabei gilt es, mit



Abb. 1: Gerätekombination.



Abb. 2: Mulcher.

immer geringeren Mengen Treibstoff pro Hektare die Reben zu pflegen. Stark steigende Treibstoffkosten rücken den Dieserverbrauch bei der Traubenproduktion automatisch ins Zentrum der Diskussion. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse des Treibstoffverbrauchs für unterschiedliche Maschinen und Geräte.

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass der Fokus nicht nur auf (aufwendige und damit kostspielige) Gerätekonstruktionen gelegt werden darf, da eine Optimierung des Treibstoffverbrauchs auch mit bestehender Technik möglich ist. Ein Vergleich der Messdaten zeigt, dass sowohl bei Traktoren unterschiedlicher Leistung, als auch innerhalb

Tab. 2: Absoluter Treibstoffverbrauch mit unterschiedlichen Maschinen und Geräten.

Maschinen und Geräte	Fahrgeschwindigkeit	Treibstoffverbrauch		
	km/h	kg/ha Fläche	kg/h Einsatz	g/kg Traube
Traktor 60 kW 1400 U/min	2.8	5.6	2.2	0.6
Traktor 60 kW Steilhang	2.8	14.6	5.7	1.6
Traktor 46.3 kW	2.1	2.5	1.4	0.3
Weinbau-Sprühgerät 540 U/min	3.4	8.8	7.7	1.0
Weinbau-Sprühgerät 750 U/min	2.8	7.8	5.7	0.9
Tunnelspritzgerät 540 U/min	3.6	7.5	6.9	0.8
Tunnelspritzgerät 750 U/min	2.8	4.4	3.2	0.5
Fräse	2.4	22.4	7.1	2.5
Grubber	4.3	12.0	6.6	1.3
Kreiselegge	2.4	20.4	6.5	2.3
Spatenpflug 12 cm Arbeitstiefe	1.4	10.7	4.2	1.2
Spatenpflug 18 cm Arbeitstiefe	1.4	13.7	5.5	1.5
Tiefenlockerer	1.5	10.1	4.1	1.1
Mulcher 540 U/min	3.3	21.6	9.4	2.4
Mulcher 750 U/min	2.8	13.3	5.0	1.5
Mulchbodenlockerer	2.4	5.2	3.4	0.6
Stockräumgerät	3.0	9.3	3.5	1.0
Anhäufelpflug	2.6	10.4	3.7	1.2
Mulcher + Herbizidsprühgerät	2.8	11.5	4.4	1.3
Mulcher + Stockräumgerät	2.7	15.9	5.6	1.8
Unterstockfräse	2.2	11.9	3.6	1.3
Laubschneider	2.2	5.2	3.1	0.6



Abb. 3: Weinbau-Sprühgerät.

der Kulturmassnahmen (z.B. Pflanzenschutz versus Bodenbearbeitung) erhebliche Unterschiede auftreten. Darüber hinaus variiert selbst innerhalb der gleichen Kulturmassnahme die benötigte Treibstoffmenge stark. So zeigt die Fräse gegenüber dem Grubber einen wesentlich höheren Verbrauch. Sprühgeräte benötigen erheblich mehr Energie als Tunnelspritzgeräte.

Treibstoffverbrauch und Motorbelastung

Beim Vergleich von Motoren nach DIN (SAE-Norm in den USA) werden auf dem Prüfstand die Leistung, das Drehmoment und der spezifische Treibstoffverbrauch gemessen. Die Werte ergeben in Abhängigkeit von der Drehzahl die Motorkennlinien. Dabei wird zwischen Vollastkurve und Teillastkurve unterschieden. Aus der Vollastkurve lassen sich das maximale Drehmoment, die maximale Leistung und der minimale Treibstoffverbrauch ablesen. Da Traktormotoren im praktischen Einsatz meist nur zu 40 bis 60% belastet werden, ist die Teillastcharakteristik ebenso wichtig. Hierzu werden Versuche bei verschiedenen Drehzahlen durchgeführt. Theoretisch müsste im gesamten Drehzahlbereich bei gleicher Pedalstellung (gleiche Energiemenge für eine Zylinderfüllung) der Treibstoffverbrauch beziehungsweise das Drehmoment gleich sein und die Leistung mit der Drehzahl gleichmässig steigen. Tatsächlich sinkt aber der spezifische Treibstoffverbrauch zunächst ab und steigt erst wieder ab zirka 80% der Nennleistung. Je nach Einsatzprofil variiert also der spezifische Treibstoffverbrauch. Eine niedrige Motorbelastung hat einen hohen spezifischen Treibstoffverbrauch zur Folge. Im Weinbau sind Motorbelastungen im mittleren Leistungsbereich typisch, woraus sich eine Ausnutzung von etwa 50% ergibt. Der niedrigste spezifische Treibstoffverbrauch moderner Traktormotoren wird zwischen 75 und 100% der Vollast erreicht – der optimale Treibstoffverbrauch liegt hier bei unter 200 g/kWh.

Treibstoffverbrauch – Energiewert

Verbrennungsmotoren werden durch die chemisch gebundene Energie des Treibstoffs angetrieben. Für Dieseltreibstoff beträgt der Energiewert 11.8 kWh/kg. Er gibt an, welche Wärmemenge bei der Verbrennung entsteht. Tabelle 3 zeigt den massenbezogenen Energiewert.

Der Standard wird weiter zunehmen, da Neuerungen in der Motoren- und Traktorherstellung immer wieder durch Verbesserungen auf der Geräteseite ergänzt werden. So ist es möglich, auf der einen Seite den Energieaufwand auf ein Minimum zu reduzieren und auf der anderen selbst unter Berücksichtigung von Umweltansprüchen qualitativ hochwertige Trauben zu produzieren. ■

Tab. 3: Treibstoffverbrauch – angegeben als Energiewerte.

Maschinen und Geräte	Treibstoffverbrauch		
	kWh/ha Fläche	kWh/h Einsatz	kWh/kg Traube
Traktor 60 kW 1400 U/min	66.4	25.4	7.4
Traktor 60 kW Steilhang	172.5	67.3	19.2
Traktor 46.3 kW	29.1	16.7	3.2
Weinbau-Sprühgerät 540 U/min	103.5	90.4	11.5
Weinbau-Sprühgerät 750 U/min	91.6	67.5	10.2
Tunnelspritzgerät 540 U/min	88.8	81.3	9.9
Tunnelspritzgerät 750 U/min	51.4	38.0	5.7
Fräse	264.8	84.2	29.4
Grubber	142.0	77.9	15.8
Kreiselegge	241.2	77.1	26.8
Spatenpflug 12 cm Arbeitstiefe	126.1	50.0	14.0
Spatenpflug 18 cm Arbeitstiefe	161.3	64.9	17.9
Tiefenlockerer	119.6	48.6	13.3
Mulcher 540 U/min	254.8	110.5	28.3
Mulcher 750 U/min	157.1	59.3	17.5
Mulchbodenlockerer	61.6	40.1	6.9
Stockräumgerät	109.5	41.1	12.2
Anhäufelpflug	122.5	43.9	13.6
Mulcher + Herbizidsprühgerät	136.2	51.4	15.1
Mulcher + Stockräumgerät	187.7	65.9	20.9
Unterstockfräse	140.1	41.9	15.6
Laubschneider	61.7	36.7	6.9

La consommation de carburant des tracteurs viticoles

La viticulture compte parmi les secteurs agricoles énérgivores. Dans la technologie de la mobilité, les moteurs à combustion règnent encore en maîtres incontestés. A cause des caractéristiques de leurs moteurs et de la consommation de carburant, les tracteurs viticoles sont munis presque exclusivement de moteurs à diesel. La connaissance exacte des quantités de carburant nécessaires pour chaque mesure culturale permet de diminuer la consommation d'énergie dans la production viticole. Les entrepreneurs de travaux agricoles devraient de toute façon indiquer dans les factures les quantités de carburant effectivement consommées.

R É S U M É

Le Centre de recherches agricoles Klosterneuburg a mené une série d'essais pour recenser la consommation de carburant pour les travaux viticoles. La palette très étendue allait des travaux du sol aux mesures phytosanitaires. L'étude portait sur la consommation de carburant des combinaisons de machines et d'outils typiques utilisées pour ces activités. Les valeurs mesurées sont indiquées en kg par ha de vignoble, kg par heure de travail et grammes par kg de raisin. L'étude avait pour objectif de donner une vue d'ensemble de la consommation de carburant pour les travaux de la vigne.