

Einschätzen des Zugkraftbedarfs beim Holzrücken



*Tillers International – TechGuide 2G-212 –
überarbeitet im Januar 2010*

Die Autoren sind: Tim Harrigan, Biosystems and Agricultural Engineering Dept., Michigan State University, East Lansing MI; Richard Roosenberg, Exec. Director; Dulcy Perkins, Project Coordinator, und John Sarge, Shop Coordinator, Tillers International, Scotts MI

Während wir Baumstämme über sehr unterschiedliche Bodenoberflächen gerückt haben, wurde die Zugkraft in der Zugkette gemessen. Durchschnittlich wurde - als Spannung in der Zugkette - ein Zugkraftbedarf von mindestens 4% des Holzgewichts (auf einem Wagen mit luftgefüllten Gummireifen auf Kies) bis zu maximal 57% des Gewichts der Last (mit Ruckezange auf Schnee bei aufgetautem Boden) ermittelt. Diese Informationen können dem Rucker helfen, eine Ladung der vorhandenen Zugkraft anzupassen und bieten gleichzeitig eine realistische Richtlinie für die tierische Leistungskraft.

Einführung

Fast allen Fuhrleuten macht die Arbeit im Holz Spaß. Holzrücken bedeutet neben Feuerholz eine ordentliche Übung für Zugtiere und Rucker; außerdem ist Holzrücken eine großartige Gelegenheit zum Trainieren und Konditionieren der Tiere, weil sie Lasten unter vielen verschiedenen Voraussetzungen bewegen müssen. Im Vergleich zu den modernen mechanisierten Holzgewinnungsmethoden sind Zugtiere die Alternative, die den Wald wenig beeinträchtigt und kaum Bodenverdichtung verursacht. Professionelle Holzrucker sind mit Zugtieren in der Lage Baumstämme aus dem Wald zu holen ohne Schäden für den Waldboden und die stehen bleibenden Bäume. Es gibt einige Geräte und Hilfsmittel die im Wald die Effizienz der Zugtiere erhöhen und sie gleichzeitig schonen. Das Einschätzen des Zugkraftbedarfs und das Anpassen der Last an die Fähigkeiten der Zugtiere setzt Wissen über das Stamm-Gewicht und Verständnis für die Beeinflussung des Zugvorganges durch diverse Rückegeräte und Hilfsinstrumente voraus. Stämme sind schwerer als sie scheinen. Ein frisch gefällter Hickory Baum (nordamerikanische Walnuß) der etwa 3,7m lang und 46cm im Durchmesser ist, wiegt ca. 681kg.



Ochsen sind ideal um schwere Lasten über rauhes und unebenes Gelände zu ziehen

Die Zuglast, die das Gespann als Widerstand in der Zugkette fühlt, unterscheidet sich je nach benutztem Gerät oder Hilfsmittel und je nach dem welche Bodenverhältnisse am Zugweg vorherrschen. Wie die Wahl eines Rückegeräts oder -werkzeugs den Zugbedarf beeinflussen kann ist bislang nicht allgemein bekannt.

Dieser Artikel berichtet über Untersuchungen, die im Tillers International Zentrum in Scotts,

Michigan, durchgeführt wurden, um üblicherweise benutzte Rückegeräte und -hilfsmittel sowohl auf blankem als auch auf schneebedecktem Boden zu vergleichen. Spezielle Ziele waren das Messen eines durchschnittlichen Zugbedarfs und das Entwickeln von Regeln zum Abschätzen des Kräftebedarfs für 1. Rückezangen, 2. Rückeschlitten, 3. Rückewagen, 4. Wagen mit Luftreifen und 5. Wagen mit Stahlrädern.



Transport eines 1000kg schweren Baumstammes auf einem Schlitten.

Holzdicke

Holz variiert in seiner Dichte (kg/m^3) abhängig von der Baumart und dem Feuchtigkeitsgehalt. Frisch geschlagenes Holz enthält eine bedeutende Feuchtigkeitsmenge und kann deshalb doppelt so viel wiegen wie luftgetrocknetes Holz (weniger als 20% Feuchtigkeit). Typische Dichten für verschiedene, beispielhafte Baumarten die häufig im Nordosten und oberen Mittleren Westen der USA vorkommen sind in Tabelle 1 angegeben. Weil ganze Stämme langsam trocknen, ist die „grüne Dichte“ in der Regel charakteristisch für frisch geschlagene Stämme oder gefallenes Holz.

Tabelle 1. Typische Dichten für grünes und luftgetrocknetes Holz.

Holz	Dichte in kg/m^3	
	grün	lufttrocken
Buche	865	737
Kirsche	737	577
Pappel	961	465
Ulme	897	577
Hickory	1121	865
Zuckerahorn	929	737
Roteiche	1009	737
Weißerleiche	977	785
Rotkiefer	545	529

Die Zahlen basieren auf: Forest Products Laboratory. Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. Agric. Handbook 72. Washington DC:USDA; rev. 1987.

Maßeinheiten für den Zug

Die Zugkraft ist das Maß für den Widerstand den eine Last der Vorwärtsbewegung entgegensetzt. Der Zug ist die Kraft (k_p = kilopond = kgf = kilograms-force) die gebraucht wird um einen Gegenstand vorwärts zu bewegen. Über den Daumen gepeilt kann man sagen, daß ein gut trainiertes Pferde- oder Ochsesgespann einen Tag lang einen Kraftaufwand liefern kann, der, als Zugkraft (k_p/kgf) in der Zugkette gemessen, etwa 10-12% ihres Körpergewichts entspricht. Diese Größenordnung belässt eine Kraftreserve zur Bewältigung der normaler Weise auftretenden Schwankungen des Zugkraftbedarfs und ermöglicht ausdauerndes Arbeiten innerhalb der gegebenen Umweltbedingungen. In der Landwirtschaft und im Wald ziehen Arbeitsgespanne für kurze Zeit gewöhnlich wesentlich mehr als diese 10-12% ihres Körpergewichts. Die Zugkraftmessung von Tillers wurde mit Hilfe eines einfachen hydraulischen Manometers durchgeführt, einem geschlossenen Flüssigkeitssystem bestehend aus einem hydraulischen Zylinder und einem Druckmeßgerät. Der hydraulische Zylinder wurde in die Zugkette gehängt und der entstehende Druck wurde am Druckmeßgerät am Zylinderausgang abgelesen. Diese Anordnung erlaubte das unmittelbare Ablesen der Zugkraft (k_p/kgf) und mit Zeit und Entfernung kombiniert, das Umrechnen in Leistung (Kilowatt, kW). Lewis and Clark, Tillers' Ochsen-Gespann (ca.1750kg Lebendgewicht), wurden zum Ziehen der Lasten benutzt.

Was wir wissen müssen ...

Unser Ziel hier bei Tillers International war, mit dem Entwickeln dieser Artikelserie über das Bewegen von Lasten mit Hilfsmitteln, eine Verbesserung der Beziehung zwischen den Menschen und ihren Arbeitstieren zu erreichen. Wir setzen uns engagiert für eine Arbeitserleichterung bei den Tieren ein, weil sie uns helfen den Energiebedarf in kleinen Landwirtschaften

zu decken. Wenn uns das Verständnis dafür fehlt, was wir den Tieren abverlangen, haben wir gleichzeitig wenig Möglichkeiten zu begreifen, warum sie in bestimmten Situationen Ärger machen können.

Ein Fuhrmann kann, in der falschen Annahme es handle sich um eine leichte Last, schnell zu hohe Ansprüche stellen. Das Unterschätzen einer Last kann zu einem erhöhten Peitscheneinsatz führen und die Tiere so frustrieren, daß sie nervös und unberechenbar werden. Ein wiederholt überlastetes Gespann wird demotiviert und verliert seinen Zugwillen. Unser Ziel ist es, die Fähigkeiten des Fuhrmanns zu verbessern, die mögliche Leistung seines Gespanns mit dem nötigen Zugkraftbedarf abzugleichen.

Wir werden mit einer leistungsfähigeren Beziehung zu unseren Tieren belohnt, auch wenn Lastberechnungen etwas Übung und Aufmerksamkeit erfordern. Die Zugtiere vertrauen darauf, daß wir uns um diese Details kümmern und ihr Vertrauen wächst, in dem wir uns diesem Anspruch gewachsen zeigen. Diejenigen, die nie mit Zugrindern oder Zugpferden gearbeitet haben, mögen denken, daß das die Wahrnehmungsfähigkeit und das Gedächtnis der Tiere überschätzt, nichts desto trotz, die Erfahrung zeigt dem aufmerksamen Fuhrmann deutlich, daß Rinder und Pferde verschiedene Grade des Vertrauens und des Respekts für unterschiedliche Personen entwickeln.

Es können also deutliche Vorteile gewonnen werden, wenn man begreift, welche Anstrengungen bei Lasttransporten man seinen Tieren abfordert. Wir hoffen, daß dieser Artikel eine Hilfe für den Fuhrmann darstellt, nachzuempfinden was er seinen Tieren zumutet.

Holzrücken auf schneebedecktem Boden

Holzfällen ist seit ewigen Zeiten eine Winterarbeit für die Landwirte im oberen Mittleren Westen und Nordosten der USA gewesen. Holzrücken im Winter führt nicht zu zeitlichen Konflikten mit anderen landwirtschaftlichen Arbeiten und Insekten sind zu dieser Jahreszeit keine Plage. Gefrorene und schneebedeckte Böden können beim Rücken von schweren Lasten auf unebenem Gelände hilfreich sein. Während viele Hilfsmittel zum Transport von

Baumstämmen zur Verfügung stehen, haben wir Mitte Februar nur zwei auf schneebedecktem Boden getestet:

1. eine Rückezange und
2. einen Rückeschlitten



Rückezangen erfassen den Stamm zum Rücken

Rückezangen sind ein einfacher Behelf zum Greifen und Festhalten eines Stammes während er über den Boden geschleift wird. Sie werden häufig beim Holzrücken über kurze Entfernungen benutzt, wenn es darum geht, eine Sammelstelle zum Beladen eines Wagens oder Schlittens zu erreichen. Rückezangen sind schnell angebracht, wenn man vergleicht, wie lang es dauert eine Kette rund um einen Stamm zu wickeln.

Ein Rückeschlitten besteht aus zwei spitzwinkligen Kufen mit einer erhöhten Plattform um das angehängte Ende des Baumstammes zu tragen. Die angewinkelten Kufen erlauben es dem Rückeschlitten von Baumstümpfen oder anderen Hindernissen abzurutschen. Man

erreicht eine Verringerung des Bodenkontakts wenn das vordere Ende des Stammes angehoben wird, dadurch kommt es zur Reduktion von Reibung und Rückewiderstand, gleichzeitig wird verhindert, daß das dicke Ende des Stammes sich an Wurzeln oder Baumstümpfen verfängt und letztendlich hilft es, den Stamm sauber zu halten.



ein Rückeschlitten hebt das Zugende des Stammes an

Beim Rücken eines ca.670kg schweren Eichenstammes mit einer Rückezange, haben wir die vordere Kante des Baumstammes angeschrägt um zu verhindern, daß er an Wurzeln oder anderen Hindernissen hängen bleibt. Die Schneedecke war 7,5-12,5cm dick und gut abgelagert, der Boden war gefroren und eben. Die Zugkraft betrug im Durchschnitt 384kfg, was in etwa 57% des Gewichtes des Baumstammes entspricht. Es hat erhebliche Anstrengungen gekostet, den Stamm zu ziehen; immerhin entsprach der Widerstand in der Zugkette etwa 22% des Körpergewichts des Gespanns. Das entspricht einer erbrachten Leistung von 3,2kW.

Tabelle 2. Zugkraft und Leistung beim Rücken eines 670kg schweren Eichenstammes

Zugart	Zugkraft kfg	% der Last	% des Körpergewichts	Geschwindigkeit km/h	Leistung kW
Rückeschlitten					
auf Firn	129	19	7	5,5	1,9
auf Schnee	329	49	19	3,4	3,1
Rückewagen					
auf Kiesweg	268	40	15	3,5	2,6
auf der Heuwiese	269	40	15	3,4	2,5
Rückezange					
auf der Heuwiese	366	55	21	3,4	3,4
auf Schnee	384	57	22	3,1	3,2

Wie schwer ist dieser Stamm?

Baumstämme unterscheiden sich in Größe, Baumart und Feuchtigkeitsgehalt.

Wenn man das Gewicht eines Stammes schätzen will, muß man zuerst sein Volumen berechnen (m^3) und dann das Volumen mit der Dichte (kg/m^3 , zB. aus Tabelle 1) multiplizieren.

Beispiel: Berechne das Gewicht eines frisch gefällten Hickory Stammes, 3,7m lang und 0,46m im Durchmesser.

$$\text{Gewicht (kg)} = \text{Volumen (m}^3\text{)} \times \text{Dichte (kg/m}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = 3,14 \times \text{Radius}^2\text{(m}^2\text{)} \times \text{Länge (m)}$$

Der Radius entspricht dem halben Durchmesser.

$$\text{Radius (m)} = 0,23\text{m}$$

$$V = 3,14 \times r^2 \times l$$

$$\text{Volumen} = 3,14 \times 0,23^2 \text{ m}^2 \times 3,7\text{m}$$

$$\text{Volumen} = 3,14 \times 0,053\text{m}^2 \times 3,7\text{m}$$

$$\text{Volumen} = 0,61\text{m}^3$$

das Stammgewicht ist Volumen (m^3) multipliziert mit der Dichte (kg/m^3) des frisch gefällten (grünen) Hickory Baumes.

$$\text{Gewicht (kg)} = 0,61\text{m}^3 \times 1121\text{kg/m}^3$$

$$\text{Gewicht} = 684\text{kg}$$

Mit dem Anheben des Zugendes des Baumstammes auf einen Rückeschlitten reduzierten sich Bodenkontakt, Reibung und Zugwiderstand. Die durchschnittliche Zugkraft betrug etwa 329kgf, das entspricht einer Minderung um 14% im Vergleich zur Rückezange. Der Zug als gemessener Widerstand in der Kette entsprach etwa 49% des Gewichts der Last, einer Kraft die in etwa 19% des Körpergewichts des Gespanns entsprach.

Wir haben den Rückeschlitten auch benutzt um den Stamm über verharschte Schneeflächen zu ziehen. Es handelte sich hierbei um verdichteten Schnee auf einem Kiesweg, nicht

ganz so hart wie Eis, aber wesentlich härter als die abgesetzte Schneedecke auf den Feldern und im Wald. Hier betrug die durchschnittliche Zugkraft 129kgf. Der Zugwiderstand in der Kette entsprach 19% des Stammgewichtes, bzw. 7% des Körpergewichts des Gespanns. Der Zugkraftbedarf stieg um 155% beim Wechsel vom gut verdichteten Schnee auf der Straße zum Altschnee auf dem Feld. Es verwundert also nicht, wenn Holzfäller früher viel Zeit und Mühe darauf verwandten die winterlichen Rückewege mit Schnee zu befestigen und zu vereisen..

Holzrücken auf blankem Boden

Im späten April haben wir die Zugkraft mit Rückezangen auf blankem Wiesenboden gemessen. Auch den Rückewagen haben wir zum Ziehen eines ca.670kg schweren Stammes auf Heuwiese und Kiesweg benutzt.



Fred Herr's Rückewagen

Der Rückewagen ist ein Gerät auf Rädern mit einem erhöhten Zugpunkt, der es ermöglicht, den Wagen über den Stamm zu fahren und das Zugende des Stammes zum Transport vom Boden anzuheben. Dieses Anheben vermindert den Bodenkontakt, die Reibung und den Zugwiderstand. So wird der Zugkraftbedarf verringert, der Stamm sauber gehalten und etwaiger Spurrillenbildung bzw. Bodenzerstörung vorgebeugt.

Der von uns benutzte Rückewagen wurde von Fred Herr gebaut, einem hiesigen Pferdezüchter. Der Rückewagen wog 340kg, der Zugpunkt war 66cm über der Achse und das Deichselgewicht (am vorderen Ende gemessen) betrug 41kg. Unter Belastung verringerte sich das Deichselgewicht als Folge des Drehmoments des rückwärtig angehängten Stammes. Das Vorderende

des Stammes wurde für den Transport mit einer Rückezange fixiert.

Beim Ziehen des Baumstammes mit dem Rückewagen kam es nur zu kleineren Unterschieden im Zugkraftbedarf auf Kiesweg oder Grasboden. Die durchschnittliche Zugkraft betrug 268kgf auf dem Kiesweg und 269kgf auf Gras. Das beinhaltet den Zug sowohl des Rückewagens als auch des Stammes. Die Spannung in der Zugkette entsprach etwa 40% des Stammgewichts bzw. 15% des Körpergewichts der Zugochsen.

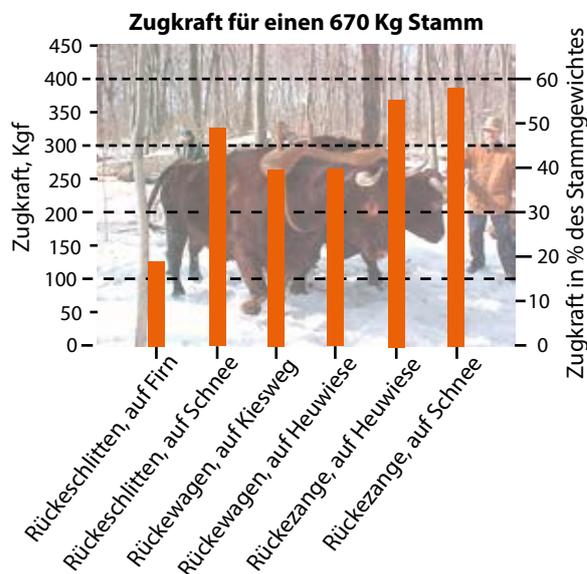
Wir haben auch die Rückezange benutzt um den Stamm über den Grasboden zu ziehen. Der Untergrund war fest aber naß. Der Widerstand in der Zugkette betrug 366kgf, was 55% des Lastgewichts entspricht oder 21% des Körpergewichts der Tiere. Überrascht mußten wir feststellen, daß der Zugkraftbedarf auf Schnee (384kgf) etwa 5% höher war als auf dem blanken Grasboden. Vermutlich war der grasbewachsene Boden für eine höhere Reibung pro Flächeneinheit verantwortlich, aber der Baumstamm sank im Schnee tiefer ein und hatte dort somit eine wesentlich größere Kontaktfläche. Obwohl wir auch hier das Fußende des Stammes angeschrägt hatten, versank er im Schnee, verdichtete ihn und pflügte eine Spur frei. Der Widerstand gegen die Fortbewegung war im Schnee höher als auf dem Grasboden.



Kurz angehängt hebt ein Rückewagen das Vorderende des Stammes vom Boden weg, hält so den Stamm sauber und reduziert den Zugkraftbedarf.

Wenn man die Zahlen für die Heuwiese vergleicht (einmal ein Zugkraftbedarf von 269kgf mit dem Rückewagen und von 366kgf mit der Rückezange) könnte man das Ladegewicht in Relation zur Rückezange um 36% erhöhen wenn man mit dem Rückewagen arbeitet, ohne den

Kraftbedarf steigern zu müssen. Das könnte die Produktivität um ein Drittel verbessern, ohne dem Gespann eine höhere Leistung abzuverlangen.



Vergleich der Zugkräfte für verschiedene Rückegeräte und Hilfsmittel. links die Zugkraft direkt gemessen, rechts die Zugkraft als prozentualer Anteil des Stammgewichtes

Transport mit einem Wagen

Baumstämme werden häufig über eine kurze Strecke zu einem Sammelplatz gerückt um dann auf einen Wagen für den weiteren Transport verladen zu werden.

Die Zugkraft die für einen Wagen bzw. Fuhrwerk auf ebenem Boden gebraucht wird ist größtenteils identisch mit der Kraft die benötigt wird, um den Rollwiderstand der Transporträder zu überwinden. Der Rollwiderstand ist die benötigte Kraft um einen Gegenstand mit einer konstanten Geschwindigkeit fortzubewegen, während der Boden komprimiert oder verschoben und die Reibung der Räder und Achsen überwunden wird. Der Rollwiderstand erhöht sich deutlich beim Übergang von harter Oberfläche zu weichem oder bestelltem Boden.

Die benötigte Zugkraft für Wagen und Arbeitsgeräte steigert sich auch beim bergauf fahren. Eine Steigung wird oft in Prozenten beschrieben, dem Verhältnis von Anstieg zur Länge. Eine 10%ige Steigung bedeutet einen Anstieg von einem Meter auf einer Länge von 10 Metern. Auf einer 10%igen Steigung hebt man 10% der Last um 1m auf jeweils 10m waagrecht Länge. Der Zugkraftbedarf kann ermittelt werden indem

10% des Gewichtes der Last (kg) zur Zugkraft (kgf) addiert werden, die man in der Ebene erwarten würde. Für eine 20%ige Steigung muß man 20% des Lastgewichts addieren. Das ist eine brauchbare Möglichkeit den Zugbedarf für Steigungen, denen man ja regelmäßig begegnet, abzuschätzen. Im Vergleich zu Stahlreifen dämpfen luftgefüllte Gummireifen den Kontakt mit Steinen und anderen Hindernissen. Das ist außerordentlich hilfreich auf unnachgiebigen Oberflächen wie zB einem Kiesweg. Luftreifen geben zudem unter einer Last nach. Im gleichen Maße wie sich die Last erhöht, erhöht sich auch der Reifen/Boden Kontakt. Das sorgt für eine größere Auflagefläche, verbessert den Auftrieb, verringert das Einsinken der Reifen und reduziert den Rollwiderstand

In den Wagen-Zugversuchen bei Tillers haben die Luftreifen mit einer Zugkraft von durchschnittlich 4-10% des Gesamtwagengewichts (GWG, das Gewicht des Wagens plus Ladung) abgeschnitten. Mit Stahlrädern belief sich die durchschnittliche Zugkraft zwischen 9-16% des GWG.



Wagen mit Stahlrädern zum Transport von Baumstämmen. Stahlräder verursachen höhere Zugkräfte als Luftreifen

Die Ergebnisse der Zugversuche mit einem Wagen sind in Tab.3 aufgeführt. Die Zahlen sind hochgerechnet auf jeweils etwa 450kg GWG (Gesamtwagengewicht). Durch die Darstellung der Zugkraftefordernisse in dieser Form lassen sich die unterschiedlichen Wagen und Hilfsmittel mit diversen Lasten vergleichend gegenüberstellen. Wenn also z.B. für ein GWG von 900kg die benötigte Zugkraft errechnet werden soll, braucht man die Zahlen aus Tabelle3 nur verdoppeln.

So können diese Werte als Orientierungshilfe

dienen, wenn es gilt, eine Last mit der vorhandenen Zugkraft in Einklang zu bringen.

Tabelle 3.

Charakteristischer Zugkraftbedarf pro ca. 450kg GWG für unterschiedliche Rucke- und Transportmethoden.

	Zugkraft (kgv)	% des GWG
Wagen mit Luftreifen¹		
Kiesweg	19	4
Grasboden/Heuwiese	32	7
fester Boden	46	10
Wagen mit Stahlrädern²		
Kiesweg	41	9
Grasboden/Heuwiese	57	13
fester Boden	72	16
Rückeschlitten		
verdichteter Schnee	88	19
abgelagerter Schnee	223	49
Rückewagen³		
Grasboden/Heuwiese	181	40
Kiesweg	182	40
Rückezange		
Grasboden/Heuwiese	248	55
abgelagerter Schnee	260	57

1. 6.00-16 Diagonalreifen mit 30psi Luftdruck
2. Stahlräder, 10cm breit, (vorn 10x61cm, hinten 10x71cm)
3. GWG beinhaltet nicht das Gewicht des Rückewagens

Beispiel 1:

Beim Trainieren eines jungen Gespanns möchte der Fuhrmann eine maximale Zugkraft (als Spannung in der Zugkette gemessen) von 136kgf nutzen. Die Stämme sollen über einen ebenen, schneebedeckten Boden gezogen werden unter Benutzung eines Rückeschlittens.

Wieviel darf der größte Baumstamm wiegen?

Antwort: etwa 278kg

Lösung: In Tabelle 3 kann man sehen, daß etwa 49% des Ladegewichts als Zuglast bei den Tieren ankommt, wenn ein Rückeschlitten auf ebenem, schneebedecktem Boden eingesetzt wird. Teile die maximal gewünschte Zugkraft durch 0,49 (entspricht dem prozentualen Anteil des GWG, ausgedrückt als Dezimalzahl) und das Ergebnis beträgt etwa 278kg.

Beispiel 2:

Schätze den Zugkraftbedarf ein um einen 278kg schweren Stamm mit einer Rückezange über eine Steigung von 10% bei schneebedecktem Boden zu ziehen

Antwort: etwa 186kgf

Lösung: der Zugkraftbedarf setzt sich zusammen aus dem Bewegungswiderstand durch die Bodenreibung und dem Anheben der Ladung über die Steigung. Aus Tabelle 3 läßt sich erkennen, daß etwa 57% des Gewichts als Zuglast beim Gespann ankommen, wenn eine Rückezange auf ebenem, schneebedeckten Boden zum Einsatz kommt. $278\text{kg} \times 0,57$ entspricht 158kgf. Bergauf erhöht sich der Zugkraftbedarf prozentual und proportional zur Steigung und dem Ladungsgewicht. $278\text{kg} \times 0,10$ entspricht 28kgf. Insgesamt beträgt der Zugbedarf $158\text{kgf} + 28\text{kgf} = 186\text{kgf}$

Beispiel 3:

Vergleiche den Zugkraftbedarf für einen 817kg schweren Stamm mit Rückezange bzw. Rückewagen; der Baumstamm soll über ebenen, festen Grasboden gezogen werden.

Antwort: 327kgf mit Rückewagen, 449kgf mit Rückezange

Lösung: Laut Tabelle 3 entfallen beim Rückewagen etwa 40% des Stammgewichts als Zugkraft in der Zugkette auf das Gespann, 55% bei der Nutzung einer Rückezange.

$817\text{kg} \times 0,40$ entspricht 327kgf (Rückewagen), $817\text{kg} \times 0,55$ entspricht 449kgf (Rückezange).

Zusammenfassung

Wir bei Tillers International fühlen uns verpflichtet, den Tieren die den Energiebedarf für kleine Landwirtschaften decken helfen, die Arbeit zu erleichtern. Es wurden Messungen zur Zugkraft – als Spannung in der Zugkette – gemacht, während Baumstämme über unterschiedliche Bodenverhältnisse gezogen wurden, um unser Verständnis für die Kräfte die beim Holzrücken zum Einsatz kommen zu verbessern.

Durchschnittlich wurde ein Zugkraftbedarf von 4% des Stammgewichts für einen Wagen mit luftgefüllten Gummireifen auf Kies bis zu 57% des Gewichts der Last mit Rückezange im Schnee ermittelt. Diese Informationen können dem Holzrucker helfen eine Ladung der vorhandenen Zugkraft anzupassen und bieten gleichzeitig eine realistische Richtlinie für die tierische Leistungskraft.

Weitergehende Literatur:

- Harrigan, T.M., R. Roosenberg, D. Perkins and J.Sarge. 2002. Estimating Sled and Stoneboat Draft. TechGuide 2G-211. Tillers International, Scotts, MI.
- Harrigan, T.M., R. Roosenberg, D. Perkins and J.Sarge. 2002. Estimating Wagon Draft. Tech-Guide 2G-213. Tillers International, Scotts, MI.
- Roosenberg, R. 1992. Neck Yoke Design and Fit: Ideas from Dropped Hitch Point Traditions. Tillers International, Scotts, MI

Tillers International

10515 E. OP Ave.

Scotts MI 49088

www.tillersinternational.org

Sharing our Rural Heritage with the World ... for a more Peaceful Earth

Übersetzt mit Hilfe von Tim Harrigan und Peter Herold. Für eine bessere und friedlichere Welt!

www.zugrinder.de