

# **Untersuchungen über die Arbeitsleistung von Schweizer Rindern**

---

Von der  
**Eidgenössischen Technischen Hochschule  
in Zürich**

zur Erlangung der  
Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften  
genehmigte

## **Promotionsarbeit**

vorgelegt von  
**Hans Wenger, Dipl. Ing. Agr.**  
aus Thierachern (Bern)

Referent: Herr Prof. Dr. **A. Schmid**  
Korreferent: Herr Prof. Dr. **O. Howald**

---

Leer - Vide - Empty

**Meinem lieben Vater**

Leer - Vide - Empty

# Inhaltsverzeichnis.

<b>I. Einleitung.</b>	Seite
A. Die Umschreibung der Aufgabe . . . . .	7
B. Die Voraussetzungen und die derzeitige Zugnutzung des Rindes in der Schweiz . . . . .	8
1. Die allgemeinen Voraussetzungen . . . . .	8
2. Die besonderen Voraussetzungen und die Art der Zugnutzung des Rindes . . . . .	9
a. Das Rind als Hauptzugkraft . . . . .	10
b. Das Rind als Ergänzungszugkraft . . . . .	14
c. Das Rind als Reservezugkraft . . . . .	15
<b>II. Das Untersuchungsmaterial und die Untersuchungsmethodik.</b>	
A. Die Beschreibung des Untersuchungsmaterials . . . . .	16
B. Die Darstellung der Untersuchungsmethode . . . . .	18
1. Allgemeines . . . . .	18
2. Die Arbeitsbedingungen . . . . .	18
a. Allgemeines . . . . .	18
b. Die Ernährung und Pflege . . . . .	19
c. Die Beschirrung und Anspannung . . . . .	19
d. Die Führung und der Antrieb . . . . .	20
e. Die Fahrbahn und die Fahrroute . . . . .	20
f. Die Standardstrecken . . . . .	20
g. Die Zeit der Messungen . . . . .	21
h. Die Dauer der Messungen . . . . .	21
3. Die Feststellung der Arbeitsleistung . . . . .	22
a. Das Messen der tierischen Arbeit . . . . .	22
aa. Allgemeines . . . . .	22
bb. Die Zugkraftmessung . . . . .	23
cc. Die Wegstrecken- und Zeitmessung . . . . .	24
b. Der Zugkraftmesswagen . . . . .	25
c. Die Durchführung der Messungen . . . . .	27
aa. Die Messungen auf den Standardstrecken von 400 m und 3000 m . . . . .	27
bb. Die Messungen auf der Standardstrecke von 15 m . . . . .	27
4. Die Feststellung der Rück- und Nebenwirkungen der geforderten Arbeit auf den Tierkörper . . . . .	28
a. Allgemeines . . . . .	28
b. Subjektive Feststellungen . . . . .	28
c. Objektive Feststellungen . . . . .	28
C. Das Auswertungsverfahren . . . . .	29
<b>III. Die Ergebnisse der Untersuchung.</b>	
A. Die absolute Arbeitsleistung . . . . .	30
1. Die Zugkraft . . . . .	30
a. Die Zugkraft auf der Standardstrecke von 3000 m . . . . .	30
b. Die Zugkraft auf der Standardstrecke von 400 m . . . . .	34
c. Die Zugkraft auf der Standardstrecke von 15 m . . . . .	35
2. Die Geschwindigkeit . . . . .	37
a. Die Geschwindigkeit auf der Standardstrecke von 3000 m . . . . .	37
b. Die Geschwindigkeit auf der Standardstrecke von 400 m . . . . .	39
c. Die Geschwindigkeit auf der Standardstrecke von 15 m . . . . .	39

	Seite
3. Die Leistung . . . . .	40
a. Die Leistung auf der Standardstrecke von 3000 m (Dauerleistung) . . .	40
b. Die Leistung auf der Standardstrecke von 400 m (Schwere Leistung) . .	41
c. Die Leistung auf der Standardstrecke von 15 m (Höchstleistung) . . .	42
4. Die Rück- und Nebenwirkungen der geforderten Arbeit auf den Tierkörper	43
a. Der Einfluss der zweistündigen Tages-Arbeitsleistung auf die Milchsekretion . . . . .	43
b. Der Einfluss der zweistündigen Tages-Arbeitsleistung auf die Pulsfrequenz und die Körpertemperatur . . . . .	45
<i>B. Der Einfluss einiger Körpereigenschaften und -merkmale auf die Arbeitsleistung</i>	46
1. Der Einfluss auf die Zugkraft . . . . .	46
a. Das Lebendgewicht . . . . .	46
b. Das Alter . . . . .	55
c. Einzelne Körpermasse. . . . .	57
d. Die Milchergiebigkeit . . . . .	58
2. Der Einfluss auf die Geschwindigkeit . . . . .	58
a. Das Temperament . . . . .	58
b. Das Lebendgewicht . . . . .	60
c. Das Alter . . . . .	60
d. Einzelne Körpermasse. . . . .	62
<b>IV. Zusammenfassung . . . . .</b>	<b>63</b>
Schlusswort . . . . .	66
Literatur . . . . .	67

---

## I. Einleitung.

---

### A. Die Umschreibung der Aufgabe.

Die Arbeitsleistung des Rindes ist gegenwärtig in zweifacher Hinsicht für die schweizerische Landwirtschaft von erheblicher Bedeutung.

*Sie bietet zunächst eine Möglichkeit, dem Kulturrind einen unentbehrlichen Lebensfaktor, die Körperbewegung, zu verschaffen.* Die vermehrte ausgiebige Bewegung in der Haltung der Zucht- und Nutztiere muss als eine der dringendsten Gegenwartsaufgaben des Tierzüchters und -halters bezeichnet werden. Sie ist deshalb unerlässlich, weil, was namentlich für Betriebe mit permanenter Stallhaltung zutrifft, bei allen Züchtungsrassen in vielen Beständen Anzeichen von konstitutioneller Schwäche der Tiere, wie mangelnde Entwicklung gewisser Organe, geschwächte Abwehrkraft gegen Krankheiten, Störungen in der Fortpflanzung, frühzeitiges Altern etc., feststellbar sind. Nach der einheitlichen Meinung der Fachleute bildet im Kampfe gegen die Verweichlichung des Tierkörpers die *Körperbewegung* das wirksamste Mittel.

*Die Arbeitsverwendung besitzt ferner den grossen Vorteil, dass die Körperbewegung gleichzeitig nutzbringend in den Dienst der landwirtschaftlichen Produktion gestellt werden kann.* Die einheimische Rinderherde stellt, dank der mehrseitigen Leistungsanlage des Schweizerrindes, dessen *Zuchtziel* (40) auf einen hohen *Milch-, Fleisch- und Arbeitsnutzen* gerichtet ist, eine beträchtliche *Reserve* an latenten Zugkräften dar. Diese Zugkraftreserve ist zur Zeit privat- und volkswirtschaftlich besonders wertvoll, weil die aus kriegsvorsorglichen Rücksichten notwendige Ausdehnung des Ackerbaues die *Bereitstellung zusätzlicher Gespannkräfte* erfordert. Für zahlreiche Betriebe unseres Landes kann ausserdem die Heranziehung des Rindes zur Arbeit als dauernde wirtschaftliche Selbsthilfemassnahme in Frage kommen.

Die vorliegende Untersuchung bezieht sich auf die Nutzbarmachung der Arbeitsanlage des Schweizer Rindes. Sie befasst sich insbesondere mit *der Frage des Arbeitsleistungsvermögens der Kühe*. Es soll auf experimentellem Wege festgestellt werden, welches Mass an Arbeit unter bestimmten Arbeitsbedingungen von gut trainierten Kühen gefordert werden kann, ohne dass nachteilige Rückwirkungen auf den Tierkörper und auf die Milch-, Fleisch- und Zuchtleistung in Erscheinung treten. Im weiteren soll abgeklärt werden, ob gewisse Eigenschaften und Merkmale des Tierkörpers einen *Einfluss auf die Arbeitsleistung auszuüben vermögen*.

Die Kenntnis der von Rassenkühen unter bestimmten festgelegten Versuchsbedingungen neben der Milch- und Fleischleistung *verfügbaren Arbeitsleistung* liegt einerseits im Interesse des Züchters, indem sie objektive Massstäbe für die Selektion erbringt. Andererseits stellen für die *Landbau-* und

*Landmaschinentechnik*, wie für alle anderen technischen Spezialgebiete, welche sich mit der Verwendung der tierischen Zugkraft befassen, genaue Angaben über das Leistungsvermögen des Rindes bei der Arbeit unentbehrliche Grundlagen dar.

Der Vollständigkeit halber erachte ich es als notwendig, vorgängig der Besprechung der experimentellen Untersuchung und der Versuchsergebnisse die betriebswirtschaftliche Bedeutung der Frage kurz zu beleuchten, d. h. die Voraussetzungen und die Art der derzeitigen Zugnutzung des Rindes in der Schweiz einer näheren Betrachtung zu unterziehen.

## B. Die Voraussetzungen und die derzeitige Zugnutzung des Rindes in der Schweiz.

### 1. Die allgemeinen Voraussetzungen.

Die Voraussetzungen für die Verwendung des Rindes als Zugtier sind hauptsächlich durch die natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse eines Landes gegeben. Man findet die Zugnutzung des Rindes vor allem in den Gebirgsgegenden vor, wo die Natur eine mehrseitige Nutzung dieses Haustieres vorschreibt. Dagegen konnte sich der Rindviehzug in den grossen Weideniederungen und Meeresgegenden nicht allgemein behaupten, weil die natürlichen Voraussetzungen dort ein einseitig auf hohe Milch- oder Mästleistung gerichtetes Zuchtziel begünstigen. In vielen extensiv bewirtschafteten Ländern, die für die Pferdezucht geeignet sind, hat das Rind den Zugdienst fast gänzlich an das Pferd abgetreten. Ebenfalls in Wirtschaftsgebieten, wo der Grossbetrieb heimisch ist oder die sich durch einen schweren Boden kennzeichnen und folglich der Kraft und Ausdauer des Pferdes bedürfen, wird die Arbeitsanlage des Rindes, soweit es Zugkühe und Rinder betrifft, selten nutzbar gemacht. Die Kuh ist als billige tierische Kraftquelle vor allem das Zugtier des Klein- und Mittelbauers der Alpenländer geworden.

Der Klein- und Mittelbauer Süddeutschlands z. B. arbeitet zu 70 % (50) mit dem Kuhgespann. Auch der Schweizerbauer schätzt für die Bearbeitung seiner Scholle seit Jahrhunderten die Zugkraft des Rindes hoch ein (38, 41). Der Kleinlandwirt der Ostmark und der Häusler und Kleinbauer der ehemaligen Tschechoslowakei (26) bespannen ihren Erntewagen mit Kühen. Endlich verwendet auch der Bauer Norditaliens und Südfrankreichs das Zugrind ausgiebig am Karren und am Pflug.

Neben zahlreichen natürlichen, wirtschaftlichen und anderen Faktoren wie Boden- und Wegverhältnisse, Marktentfernung, Nebenbeschäftigungsmöglichkeiten, Arbeiterfrage und Ortsgebrauch kann im allgemeinen die *Betriebsgrösse* als charakteristisches Merkmal der Wirtschaften mit Rindviehzug angesprochen werden. *Das Kuh- und Rindergespann hat sich vorwiegend in jenen Betriebskategorien erhalten, in welchen die Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Pferdehaltung fehlen.*

Die rentable Haltung des Pferdes setzt ausreichende Beschäftigungsmöglichkeiten für die Tiere voraus. Die Kosten der Pferdearbeit, die sich grösstenteils aus Aufwendungen für Futter, Pflege, Amortisation und Gebäudemiete zusammensetzen, sind zur Hauptsache *konstant*, d. h. vom Grad der Arbeitsverwendung der Tiere *unabhängig*. Bei ungenügender Beschäftigung des Pferdes kommt demnach die geleistete Arbeitseinheit verhältnismässig



teuer zu stehen. Der Kleinbetrieb, dessen Zugarbeitsbedarf für die volle Ausnützung eines Pferdes nicht ausreicht, wird folglich aus wirtschaftlichen Erwägungen von der Pferdehaltung absehen und den Zugdienst durch eine billigere Zugkraft besorgen lassen. Die in Betracht fallenden Kosten der Rindvieharbeit setzen sich, im Gegensatz zu denjenigen der Pferdearbeit, fast ausschliesslich aus variablen Kostenelementen, d. h. aus dem Mehrbedarf an Produktionsfutter und aus einer allfälligen, durch die Arbeit verursachten Einbusse am Milchertrag zusammen. Wenn die Tiere nicht arbeiten, entstehen demnach sozusagen keine Kosten. Der durch die Arbeit bedingte grössere Nährstoffbedarf dieser Zugtierkategorie kann in den meisten Betrieben mit betriebseigenem Futter und durch eine bessere Ausnützung des Rauhfutters gedeckt werden. Ferner spricht die in der Praxis feststellbare Tatsache, dass bei einer zweckmässigen Arbeitsverwendung der Tiere und namentlich bei einem genügenden Gespannwechsel der allfällige Milchrückgang in der Regel nur unbedeutend und vorübergehend ist, für sehr *niedere absolute und relative Kosten der Kuharbeit*. Der Rindviehzug bietet infolgedessen für den *Kleinbetrieb* besondere wirtschaftliche Vorteile.

## 2. Die besonderen Voraussetzungen und die Art der Zugnutzung des Rindes.

Die naturbedingte Vielgestaltigkeit des eng bemessenen Schweizerbodens, dessen Bearbeitung an die verschiedenartigsten örtlichen Verhältnisse angepasst sein will, sowie die eigenartige politische und rechtliche Entwicklung unseres Staates, die sich namentlich in einer jahrhundertalten Freiheits- und Unabhängigkeitsidee jedes Einzelnen äussert, führten zu der Entstehung von vorwiegend selbständigen klein- und mittelbäuerlichen Wirtschaften. Die Schweiz ist das Land der Klein- und Mittelbauern. Nicht weniger als 74,5% aller Bauernbetriebe mit Rindvieh entfallen nach den Ergebnissen der letzten eidg. Betriebszählung von 1929 (8) auf die Betriebsgrössenklasse von 1 bis 10 ha. Der klein- und mittelbäuerliche Charakter des Schweizerbetriebes, der gleichzeitig ein ausgesprochener Familienbetrieb mit 87,7% familieneigenen Arbeitskräften (9) ist, wird ferner durch seine mittlere Betriebsfläche von 561 Aaren Kulturland mit Wald belegt (9). Die Eigenart des einheimischen Kleinbauernbetriebes, *der seine Existenz weitgehend auf betriebseigenen Mitteln und Kräften aufbauen muss, bietet mit wenigen, durch örtliche Verhältnisse bedingten Ausnahmen auch die Voraussetzung für die Heranziehung des Rindes zur Zugarbeit*.

Um einen Ueberblick über die Art und das Ausmass der Zugnutzung des einheimischen Rindes zu gewinnen, führte ich in Zusammenarbeit mit den Behörden und den Schülern von 10 landwirtschaftlichen Mittelschulen der Schweiz am 1. März 1937 eine Spezialerhebung durch. Dabei wendete ich mich mit einer Anzahl einschlägiger Fragen<sup>1)</sup> an Landwirte, welche das Rind zur Arbeit verwenden. Nach einer gründlichen Sichtung und Nachkontrolle der eingegangenen Antworten konnten aus 375 Betrieben zuverlässige Angaben der statistischen Aufarbeitung unterzogen werden. Diese Angaben stammen aus den Kantonen Aargau, Baselland, Bern (Mittelland), Graubünden, Schaffhausen, St. Gallen, Thurgau und Zürich,

Nach den Ergebnissen der Umfrage stehen unter den zur Arbeit verwendeten Rindviehvertretern die *Kühe* und *Rinder* im Alter von 2—3 Jahren zahlenmässig weitaus an erster Stelle. Vereinzelt gelangen auch Zuchtstiere zur Anspannung. Die ausschliesslich zum Zugdienst gehaltenen Ochsen, Zug-

<sup>1)</sup> Das Erhebungsformular ist der vorliegenden Arbeit im Anhang beigegeben.

stiere und Zwitter („Zwicken“) sind stark im Rückgang, in einzelnen Landes-  
genden im Verschwinden begriffen. Sie werden in den folgenden Darlegungen  
ausgeschieden und später gesondert besprochen. Das zur Arbeit verwendete  
Rind (Kühe, Rinder, eventuell Zuchtstiere) nimmt im schweizerischen land-  
wirtschaftlichen Betrieb je nach den ihm zugewiesenen Aufgaben die Stellung  
der *Hauptzugkraft*, der *Ergänzungszugkraft* oder der *Reservezugkraft* ein.

*a. Das Rind als Hauptzugkraft.*

In dieser Eigenschaft gelangt das Rind in allen jenen landwirtschaftlichen  
Betrieben zur Anspannung, welche über keine anderwertigen, ausschliesslich  
für den Zugdienst gehaltenen Kräfte (Pferd, Zugochse, Motor) verfügen. Es  
verrichtet hier, wie später gezeigt wird, die meisten in diesen Betrieben anfälligen  
Gespannarbeiten. Es handelt sich fast ausschliesslich um klein- und mittel-  
bäuerliche Unternehmungen. Eine rationelle Pferdehaltung kommt in den  
meisten Fällen aus früher dargelegten Gründen in diesen Betrieben nicht in  
Frage. Die mittleren Grössenverhältnisse von 241 derartigen in diese Enquete  
einbezogenen Wirtschaften sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

**Betriebe mit dem Rind als Hauptzugkraft.**

**Die mittlere Betriebsgrösse.**

Nach Bodennutzungssystemen.

*Tabelle 1.*

Bodennutzungssystem <sup>1)</sup>	Anzahl Betriebe	Beackerte Fläche in % des Kulturlandes ohne Wald	Mittlere Betriebsgrösse	
			ohne Wald ha	mit Wald ha
Kleegraswirtschaften . . . . .	59	82,01	4,50	5,17
Verbesserte Dreifelderwirtschaften .	48	46,30	5,06	5,61
Graswirtschaften mit Ackerbau . .	48	21,33	5,37	6,19
Reine Graswirtschaften. . . . .	52	2,70	6,41	7,85
Alpbetriebe <sup>1)</sup> . . . . .	34	4,98	9,99	10,95
Summe und Mittel aller Betriebe	241	28,56	5,97	6,85

<sup>1)</sup> Die bewirtschaftete Fläche im Algebiet wurde auf vollwertiges Kulturland um-  
gerechnet (9,43).

Die Einteilung der Betriebe nach Bodennutzungssystemen wurde nach  
E. Laur (30), sowie nach den Angaben des Eidg. Statistischen Amtes in Bern (9)  
vorgenommen. Der durchschnittliche von der Erhebung erfasste Betrieb ver-  
fügt über eine Kulturlfläche, die rund 6 ha ohne Wald, bzw. 6,8 ha mit Wald  
nicht übersteigt. Dabei ist zu beachten, dass diese Grenze, die unter Vorbehalten  
als allgemeine Grenzgrösse zwischen Rindvieh- und Pferdezug als Hauptkraft-  
quelle bezeichnet werden kann, in den intensiven Ackerbaugebieten tiefer, in  
den Gegenden mit einseitiger Gras- oder Weidewirtschaft höher liegt. Das  
Verhältnis von gepflügtem zu ungepflügtem Land ist als Hauptkriterium für den  
Bedarf an Gespannkräften dieser Betriebe zu bezeichnen.

Dem Zugkraftbedarf entsprechend, für den wir in der Unterteilung der  
Betriebe nach Bodennutzungssystemen eine Abstufung vornehmen können,  
verändert sich mit unbedeutenden Ausnahmen, wie aus nachfolgender Tabelle 2  
hervorgeht, der prozentuale Anteil der zum Zuge angelegerten Tiere.

**Betriebe mit dem Rind als Hauptzugkraft.**  
**Der prozentuale Anteil der zum Zuge angelernten Tiere.**

Nach Bodennutzungssystemen.

Tabelle 2.

Bodennutzungssystem	Anzahl Betriebe	Rinder 1—2 Jahre %	Rinder über 2 Jahre %	Kühe %
Kleegraswirtschaften . . . . .	59	44	84	90
Verbesserte Dreifelderwirtschaften . . . . .	48	38	87	92
Graswirtschaften mit Ackerbau . . . . .	48	28	62	79
Reine Graswirtschaften . . . . .	52	18	55	46
Alpbetriebe . . . . .	34	14	80	58
Summe und Mittel aller Betriebe	241	27	74	71

In den angefragten Betrieben mit dem Rind als Hauptzugkraft werden also im Mittel 71% der Kühe und 74% der Rinder über 2 Jahre zum Ziehen angelernt. Dagegen weisen die Bestände der 1—2jährigen Rinder nur 27% angelernte Zugtiere auf, was darauf zurückzuführen ist, dass die Tiere im Interesse der ungestörten Jugendentwicklung erst im Alter von 22—24 Monaten in die Zuglehre kommen.

Neben der Benützungsweise des Bodens macht ferner die Betriebsgrösse ihren Einfluss auf den Anteil der zum Zug angelernten Rinder bemerkbar. Die kleinsten Betriebe erweisen sich in vermehrtem Masse auf die Zugkraft der Kühe und Rinder angewiesen.

**Betriebe mit dem Rind als Hauptzugkraft.**  
**Der prozentuale Anteil der zum Zuge angelernten Tiere.**

Nach Betriebsgrössenklassen.

Tabelle 3.

Betriebsgrösse Kulturland mit Wald	Anzahl Betriebe	Rinder 1—2 Jahre %	Rinder über 2 Jahre %	Kühe %
Kleinbetriebe 1—5 ha . . . . .	92	36	88	77
Kleine Mittelbauernbetriebe 5—10 ha . . . . .	113	27	74	70
Mittelbauernbetriebe über 10 ha . . . . .	36	23	67	52
Summe und Mittel aller Betriebe	241	27	74	71

Die Zahlenwerte für die Betriebe über 10 ha können, abgesehen von der geringen Frequenz, nicht ohne weiteres auf allgemeine Verhältnisse übertragen werden. Bei den grössten Betrieben, welche dem Rind die Aufgabe einer Hauptzugkraft zuweisen, handelt es sich fast ausschliesslich, wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, um Wirtschaften des Alpgebietes oder Gegenden mit reiner Graswirtschaft, d. h. um Betriebe mit *geringer Bodenbearbeitung*.

Bei der Beurteilung dieser Zahlenwerte bleibt allerdings zu beachten, dass die angelernten Tiere an einem bestimmten Stichtag *nicht alle anspannungsbereit* sind. Im Mittel der 241 untersuchten Betriebe, in welchen das Rind die Hauptzugkraft stellt, beträgt die *Schonungszeit* der hochträchtigen Rinder und Kühe vor dem Kalben 20 Tage. Nach überstandener Geburt werden die in hoher Laktation stehenden Kühe durchschnittlich weitere 30 Tage vom Zugdienst (*ganz leichte Arbeiten ausgenommen*) ausgeschaltet. Demnach wird unabhängig von Klima und Witterung bei den zum Zuge angelernten Kühen mit einem mittleren Arbeitsausfall von rund 50 Tagen je Laktationsperiode zu rechnen sein.

Zur Vervollständigung der Angaben über den zahlenmässigen Einsatz des Rindes als Hauptzugkraft wird nachstehend die auf ein *vollwertiges Zugtier* (Zugtiereinheit) entfallende *Fläche Kulturland* berechnet. Als vollwertige, d. h. voll leistungsfähige Zugtiere werden die Rinder über 2 Jahre und die Kühe betrachtet. Dagegen kommen Rinder von 1—2 Jahren, sofern sie zum Ziehen angelernt sind, nur für leichte Arbeiten in Frage, weshalb sie hier vernachlässigt sind.

**Betriebe mit dem Rind als Hauptzugkraft.  
Die Fläche Kulturland je Zugtiereinheit.**

*Tabelle 4.*

Bodennutzungssystem	Anzahl Betriebe	Anzahl Tiere	Fläche Kulturland je Zugtiereinheit	
			ohne Wald ha	mit Wald ha
Kleegraswirtschaften . . . . .	59	251	1,06	1,21
Verbesserte Dreifelderwirtschaften . . . . .	48	189	1,29	1,42
Graswirtschaften mit Ackerbau . . . . .	48	197	1,31	1,51
Reine Graswirtschaften . . . . .	52	176	1,89	2,32
Alpbetriebe . . . . .	34	134	2,54	2,77
Summe und Mittel aller Betriebe	241	947	1,52	1,74

Das Ausmass der auf ein vollwertiges Zugtier entfallenden Fläche Kulturland wird weitgehend durch die Benützungsweise des Bodens bestimmt. Diese Feststellung bekräftigt die Annahme, dass der *Landwirt im allgemeinen die Rinder und Kühe nach Massgabe seines Bedarfes an Gespannkräften zum Ziehen anlernt*. Im Mittel der 947 Tiere in den 241 Erhebungsbetrieben entfällt auf eine Zugtiereinheit eine Fläche von 1,52 ha Kulturland ohne Wald.

Das als Hauptzugkraft eingesetzte Rind verrichtet die meisten Zugarbeiten des Betriebes. Die Art der Verwendung der Rindviehgespanne in den 241 Erhebungsbetrieben geht aus der folgenden Zusammenstellung (Tabelle 5) hervor.

**Betriebe mit dem Rind als Hauptzugkraft.  
Die Verwendung der Rindviehgespanne.**

Anteil der Betriebe, welche die betreffenden Zugarbeiten dem Rind übertragen.

*Tabelle 5.*

Bodennutzungssystem	Anzahl Betriebe	Gras-einführen		Ernte-führen Heu und Getreide		Jauche-, Mist-führen		Holz-, Kies-führen		Tiefes Pflügen		Acker-egge		Mäh-maschine		Heu-wender	
		Betriebe	%	Betriebe	%	Betriebe	%	Betriebe	%	Betriebe	%	Betriebe	%	Betriebe	%	Betriebe	%
Kleegraswirtschaften . . . . .	59	59	100	59	100	56	95	19	32	38	64	47	80	11	19	3	5
Verbesserte Dreifelderwirtschaften . . . . .	48	48	100	48	100	45	94	25	52	32	67	42	87	18	37	9	19
Graswirtschaften mit Ackerbau . . . . .	48	47	98	48	100	47	98	23	48	20	42	40	83	12	25	12	25
Reine Graswirtschaften	52	-Weide-		36	69	49	94	36	69	—	—	—	—	8	15	9	17
Alpbetriebe . . . . .	34	-Weide-		20	59	28	82	25	73	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe und Mittel aller Betriebe	241	(155)	99	(241)	100	(241)	93	(241)	53	(155)	58	(155)	83	(207)	24	(207)	16

Die gewöhnlich auf wenige Tagesstunden befristeten Zugarbeiten auf dem Felde wie im Hof (Grasfuhren, Erntefuhren, Jauche- und Düngerfuhren usw.) werden in über 90 % dieser Betriebe ausschliesslich dem Rindviehgespann

übertragen. Anders verhält es sich dagegen bei denjenigen Arbeiten, die längere Zeit dauern und bei grosser Hitze oder Kälte oder z. B. auch auf kiesigen Strassen ausgeführt werden müssen (Holz-, Kies- und Marktfuhren), oder die bei längerer Dauer eine sehr hohe Kraftentfaltung erfordern (Pflügen von schwerem Boden). Diese Arbeiten werden nur in der Hälfte der Erhebungsbetriebe ausschliesslich von Rindviehgespannen besorgt. Im Einzelfall machen sich dabei die besonderen Betriebsverhältnisse (Bodenart, Arrondierung, Neigung, Wegverhältnisse, Marktentfernung usw.) geltend. Die verhältnismässig geringe Verbreitung der Mähmaschine dürfte, abgesehen von den Berg- und Hügelgebieten, wo die natürlichen Verhältnisse der Mechanisierung der Landwirtschaft enge Grenzen setzen, in erster Linie auf wirtschaftliche Ursachen (Kapitalmangel, genügend menschliche Arbeitskräfte) zurückzuführen sein.

Als *Anspannungsvorrichtungen* werden in den von der Umfrage erfassten Betrieben, je nach Gegenden, der *Kummet* oder das *Widerristjoch* (Kehlloch) verwendet. In den Gebieten der Kleegraswirtschaften (West-, Zentralschweiz) bedient man sich vorwiegend des Kummets, wogegen in den Dreifeldergebieten und in Gegenden mit Graswirtschaft (Ostschweiz) mehr mit dem Joch gearbeitet wird.

Aus den vorliegenden Ergebnissen geht u. a. eine *Begrenzung* der Einsatzmöglichkeiten für das Rindviehgespann hervor, welche durch die mehrseitige Nutzung des Schweizer Rindes bedingt ist. Da der Landwirt z. B. die Zugkühe der Milchleistung wegen schonend verwendet, ergibt sich gelegentlich die Notwendigkeit, betriebsfremde Ergänzungszugkräfte beizuziehen. In diesen Betrieben werden aushilfsweise Pferde gemietet, oder man behilft sich, indem man bestimmte Zugarbeiten einem Fuhrmann mit Pferden oder mit einem Traktor zur Ausführung im Lohn übergibt. Die Tabelle 6 enthält eine Zusammenstellung der in den Erhebungsbetrieben mit dem Rind als Hauptzugkraft im Wirtschaftsjahr 1936/37 aushilfsweise herbeigezogenen betriebsfremden Zugkräfte.

**Betriebe mit dem Rind als Hauptzugkraft.**

**Pferdemiete, Lohnfuhren.**

In Pferdetagen (1 Pferd je Tag) oder Traktortagen (1 Traktor je Tag) im Wirtschaftsjahr 1936/37 je Betrieb. Tabelle 6.

Bodennutzungssystem	Anzahl Betriebe	Pferdemiete jährliche Pferdetage je Betrieb	Lohnfuhren (Pferde) jährliche Pferdetage je Betrieb	Lohnfuhren (Traktor) jährliche Traktortage je Betrieb
Kleegraswirtschaften . . . . .	59	4,4	4,3	0,04
Verbesserte Dreifelderwirtschaften . .	48	5,3	6,1	0,21
Graswirtschaften mit Ackerbau . . . .	48	3,0	6,4	0,43
Reine Graswirtschaften . . . . .	52	4,8	3,4	0,20
Alpbetriebe . . . . .	34	21,3	1,8	—
Summe und Mittel aller Betriebe	241	6,8	4,5	0,17

Unter den von den Mietgespannen verrichteten Arbeiten steht in den Ackerbaugebieten das *Pflügen* an erster Stelle. Obschon sich diese Arbeit sehr gut mit Rindvieh im Viererzug verrichten lässt, sehen sich die Landwirte gelegentlich zur Herbeiziehung von Pferden schon deshalb veranlasst, weil die erforderlichen *Wechselgespanne* nicht vorhanden sind. In den Gegenden mit reiner Graswirtschaft verwendet man die betriebsfremden Ergänzungsgespanne, abgesehen vom Dienst an der Mähmaschine während der Heuernte, zur Haupt-

sache zum Ausführen des Stalldüngers auf die weit entfernten Grundstücke, wie auch zum Holzführen, das namentlich in den Berggegenden eine bedeutende Rolle spielt.

*b. Das Rind als Ergänzungszugkraft.*

Zahlreiche andere Betriebe unseres Landes verwenden die Kühe und Rinder (eventuell Zuchtstiere) neben Pferden, Zugochsen oder dem Traktor als tierische Ergänzungszugkraft. Das Rind arbeitet in dieser Eigenschaft vorwiegend in *kleinen Mittelbauernbetrieben mit einem Pferd*, seltener in Traktorbetrieben und in Wirtschaften mit Zugochsenhaltung. Die Zugkraft von Rind und Kuh kommt dabei in direkter Anspannung neben dem Pferd, dem Ochsen, oder als selbständiges Gespann zur Nutzenanwendung. Das charakteristische Merkmal dieser Verwendungsart des Rindes als Arbeitsquelle liegt darin, dass die Tiere neben einer Hauptzugkraft im Laufe der *Vegetationszeit fast regelmässig, im Winter dagegen selten Ergänzungsarbeit leisten müssen*.

Bei den hier in Frage kommenden Wirtschaften handelt es sich fast ausschliesslich um kleine Mittelbauernbetriebe, die sich in ihrer Grösse unmittelbar den Kleingütern mit dem Rind als Hauptzugkraft anschliessen. Die mittlere Grösse von 53 von meiner Erhebung erfassten Betrieben, welche neben einem Pferd die Rinder und Kühe als *Ergänzungszugkraft* verwenden und die sich gleichmässig auf die wesentlichsten Bodennutzungssysteme verteilen, beträgt *8,48 ha Kulturland ohne Wald, bzw. 9,58 ha Kulturland mit Wald*. Dabei müssen allerdings auch hier die durch die Bodennutzungsweise bedingten Schwankungen berücksichtigt werden. Weniger einheitlich verhalten sich in der Grössenordnung die Traktorenbetriebe und die Bauerngüter mit Zugochsenhaltung, welche die Ergänzungszugkraft der Rinder und Kühe benötigen. Man findet einzelne landwirtschaftliche Unternehmungen dieser Art auf alle Betriebsgrössenklassen verteilt, so dass hier die Einteilung nach einer bestimmten Gutsgrösse nicht möglich ist.

Da in diesen Betrieben stets eine ausschliesslich für den Zugdienst gehaltene Kraftquelle (Pferd, Zugochse, Traktor) vorhanden ist, die in erster Linie für die Deckung des Zugkraftbedarfes in Frage kommt, und da ferner der Landwirt nur so viele Tiere zum Ziehen anlernt als er benötigt, finden wir in diesen Betrieben eine geringere Zahl angelernter Rinder und Kühe als in den vorgängig besprochenen kleineren Betriebstypen.

**Betriebe mit dem Rind als Ergänzungszugkraft.**

**Der prozentuale Anteil der zum Zuge angelernten Tiere.**

*Tabelle 7.*

Art der Betriebe nach Zugkräften	Anzahl Betriebe	Rinder 1—2 Jahre %	Rinder über 2 Jahre %	Kühe %
<b>Betriebe mit 1 Pferd</b> (Rinder und Kühe)	53	16	50	52
<b>Betriebe mit Traktor (Autotraktor)</b> (Rinder und Kühe)	21	28	37	49
<b>Betriebe mit Zugochsen</b> (Rinder und Kühe)	32	9	63	36
Summe und Mittel aller Betriebe	106	16	53	47

Aus der Tabelle 7 geht hervor, dass in diesen Betrieben, abgesehen von grossen, durch die besonderen Betriebsverhältnisse verursachten Unterschieden, rund die Hälfte der 2-jährigen Rinder und Kühe zum Zugdienst angelernt werden.

Die Kombination verschiedenartiger Zugkraftquellen (Pferde + Rinder, Kühe; Traktor + Rindvieh; Ochsen + Rinder, Kühe) im gleichen Betrieb schliesst den Vorteil in sich, dass die Gespanne jeweilen mit Rücksicht auf ihre besondere Eignung verwendet werden können. Dem Rind werden beispielsweise kurzfristige Arbeiten auf berastem Boden, dem Pferd dagegen Arbeiten auf der kiesigen Strasse zugeteilt. In den 53 Erhebungsbetrieben mit je einem Pferd werden die Feld- und Ackerarbeiten (Gras-, Ernte-, Düngerfahren, leichter Schälflug, Ackeregge), für welche die Zugkraft eines Pferdes etwas knapp bemessen ist, zu rund 70% von Pferd und Rind im gemeinsamen Doppelzug verrichtet. Bei diesem Zusammenspannen von Pferd und Rind bedient man sich mit Vorteil einer verstellbaren Zugwaage, welche ermöglicht, die vom Pferd zu leistende Zugkraft etwas höher zu bemessen. Beim Pflügen wissen sich die Hälfte der Betriebe durch das Vorspannen von Kühen und Rindern zu helfen. Die Mäharbeit wird in 25% der Betriebe ebenfalls mit einem aus Pferd und Rind zusammengesetzten Gespann ausgeführt. Selten finden wir dagegen das Rind in den vorliegenden Betrieben am Heuwender oder am Wagen bei länger dauernden Strassenfahrten (Holz-, Kies-, Marktfahren). Bei diesen Arbeitsbeanspruchungen kann es nicht mit dem Pferd Schritt halten.

1 Aus den Ergebnissen von 21 Traktorenbetrieben geht hervor, dass die leichten Arbeiten wie Graseinführen, leichte Erntefahren usw. zu 90% dem Rindviehgespann übertragen werden, wogegen der Motor die Arbeiten auf der Strasse, das Düngerfahren, die Mäharbeit und das Pflügen zu bewältigen hat.

Die Betriebe mit Zugoachsen verhalten sich ähnlich den Pferdebetrieben, indem sozusagen für alle Arbeiten vorerst der Ochse zum Einsatz kommt und die Kühe und Rinder erst dann herangezogen werden, wenn die Schwere der Arbeit eine Ergänzung erfordert.

### c. Das Rind als Reservezugkraft.

Der Bedarf jedes landwirtschaftlichen Betriebes an Gespannkräften weist im Laufe eines Jahres beträchtliche Schwankungen auf. Dabei zeichnen sich, wie Untersuchungen von Howald (22) u. a. zeigen, besonders die Ernte- und Feldbestellungszeiten durch einen grossen Zugarbeitsbedarf, den man als Spitzenbedarf bezeichnen kann, aus. In den Mittel- und Grossbetrieben, welche die Art und Menge ihrer ständigen Zugkräfte (Pferd, Traktor, eventuell Zugoachse) nach dem mittleren Jahresbedarf an Gespannkräften bemessen, macht sich zur Zeit dieser Arbeitsspitzen oft ein Mangel an Zugtieren geltend. In vielen derartigen Wirtschaften gelangen nun zur Deckung des kurzfristigen Spitzenbedarfes als Reservezugkräfte die Rinder und Kühe zum Einsatz.

Mit unserer Umfrage konnten 28 Mittelbauernbetriebe aus dem Gebiete der Klee graswirtschaften mit einer durchschnittlichen Kulturfläche von 11,70 ha ohne Wald, bzw. 14,58 ha mit Wald, welche neben zwei, in vereinzelt Fällen drei Zugpferden das Rind als Reservezugkraft verwenden, erfasst werden. Die Ergebnisse der Erhebungen zeigen zunächst, dass es vorwiegend ältere Rinder sind, denen die Aufgabe dieser Reservestellung vorbehalten wird. In den erwähnten Betrieben waren rund 60% der Rinder über 2 Jahre, 30% der Kühe und nur 10% der Rinder von 1—2 Jahren zum Ziehen angeleert. Die vermehrte Berücksichtigung der Rinder von über 2 Jahren dürfte darauf zurückzuführen sein, dass gute Milchkühe bei dieser, auf kurze Zeitperioden zusammengedrängten Arbeit, wegen ungenügender Vorbereitung (Training) oft mit einem Milchrückgang antworten würden. Zur Erleichterung der Zugarbeit der nur gelegentlich zum Reservezugdienst herangezogenen Tiere kann, wie

ich an anderer Stelle betont habe, eine zweckmässige Anspannungsvorrichtung (55) wesentlich beitragen. *Die in den vorliegenden Mittelbauernbetrieben von Reservegespannen verrichteten Zugdienste beschränken sich im allgemeinen auf Arbeiten, welche für das Rind als besonders geeignet zu betrachten sind.* In rund 40 % der Betriebe werden im Frühjahr die Wiesenegge und während der Erntezeit der Graswagen vom Rinde gezogen. Ein Drittel der Betriebe beansprucht seine Zugkraft zum Heimführen der Heu- und Getreideernte und zum Vorspannen über steiles Gelände. Die grösste Aufgabe erfüllt das Reservegespann bei der *Feldbestellung*, indem es in rund 90 % der Betriebe beim Pflügen im gemeinsamen Dreier- oder Viererzug mit Pferden zur Verwendung kommt. Wenn auch diese Zahlenwerte des geringen Umfanges der Erhebungen wegen die Merkmale besonderer Betriebsverhältnisse an sich tragen und daher nicht vorbehaltlos verallgemeinert werden dürfen, so sind sie doch wenigstens geeignet, eine charakteristische Verwendungsart des Schweizerindes als Zugtier im Mittelbauernbetrieb zur Darstellung zu bringen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass *das Schweizerind als Hauptzugkraft im Kleinbetrieb, als Ergänzungs- und Reservezugkraft im Mittelbauernbetrieb zum Einsatz gelangt. Weit aus die grösste Bedeutung fällt dabei der Verwendung der Kühe und Rinder als Hauptzugkraft zu.* Die Zahl der Betriebe, die das Rind in dieser Eigenschaft zur Verrichtung der hauptsächlichsten Zugarbeiten heranziehen, lässt sich auf Grund der Ergebnisse der letzten eidgenössischen Betriebszählung von 1929 (8, 9) auf rund 100 000 schätzen. Endlich verdient auch die vom Rind in zahlreichen Mittelbauernbetrieben geleistete Ergänzungs- und Reservezuarbeit ihre Beachtung.

## II. Das Untersuchungsmaterial und die Untersuchungsmethodik.

### A. Die Beschreibung des Untersuchungsmaterials.

Die vorliegende Untersuchung stützt sich auf die Forderung nach vermehrter Körperbewegung in der Haltung des hochgezüchteten Rindes. Sie verfolgt den Hauptzweck, *das wirtschaftliche Mass an mechanischer Arbeit, das das Schweizer Rind ohne nachteilige Beeinträchtigung der Gesundheit und der Milchsekretion leisten kann, auf exakter Grundlage zu messen und darzustellen.*

Diese Zielsetzung war für die Auswahl des Untersuchungsmaterials wegleitend. Im schweizerischen Flach- und Hügelland, in den Ackerbaugebieten und teilweise in den Gegenden mit Graswirtschaft finden wir oft eine einseitige Stallhaltung, welche in zahlreichen landwirtschaftlichen Betrieben den *Kühen* die Möglichkeit zu einer regelmässigen Körperbewegung fast gänzlich nimmt. Dieser Mangel, sowie die Tatsache, dass unter den für den Zugdienst in Frage kommenden Vertretern des Rindes in der Schweiz die *Kühe* die zahlenmässig weitaus wichtigste Stellung einnehmen, haben mich bewogen, die *Milchkühe* zum besonderen Gegenstand meiner Untersuchung zu wählen. Die Rinder, Zuchtstiere und Zugochsen wurden daher, abgesehen von ihrer nicht zu unterschätzenden Bedeutung als Zugtier, in diese Arbeit nur in geringer Zahl zu allfälligen Vergleichszwecken einbezogen. Da das *Zuchtziel* wie die *natürlichen* und *wirtschaftlichen Voraussetzungen* der Haltungsgebiete der zwei bodenständigen Haupttrinderrassen der Schweiz die Verwendung der Tiere zur Arbeit in gleichem Masse rechtfertigen, habe ich es als notwendig erachtet, Vertreter



des *Rotfleck-* oder *Simmentalerviehs* wie des *Braunviehs* in die Untersuchung einzubeziehen.

Die Auswahl der vorwiegend aus *Kleinbetrieben* stammenden Untersuchungstiere erfolgte in Zusammenarbeit mit den Organen der Viehzuchtgenossenschaften. Die Tiere wurden nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt.

Es wurden grundsätzlich nur *Herdebuchtiere*, die im Hinblick auf die *Abstammung* und das *Exterieur* über einen gewissen Zuchtwert verfügten und sich gleichzeitig über ein *gutes Arbeitstraining* ausweisen konnten, berücksichtigt. Die letztere Bedingung musste gestellt werden, um in *bezug auf die Gewöhnung und Uebung der Tiere zur Arbeit eine einheitliche Grundlage zu schaffen*. Da die ausgewählten zugfähigen Tiere im Frühjahr und Sommer 1937 sozusagen regelmässig als Hauptzugkraft Verwendung fanden, konnte zur Zeit meiner Messungen (Juli—Oktober 1937) auch die letztgenannte Bedingung als erfüllt betrachtet werden. Alle Tiere befanden sich auch äusserlich beurteilt in Arbeitskondition und ihr Ernährungszustand war durchwegs gut und ausgeglichen. Um auch über die jährliche Milchleistung der Untersuchungstiere orientiert zu sein, bevorzugte ich nach Möglichkeit solche Kühe, welche von der *Milchleistungskontrolle* der Viehzuchtverbände erfasst worden sind. Alle Tiere mit sichtbaren gesundheitlichen Störungen wie Lahmheiten, Verdauungsbeschwerden, Rheumatismus usw. wurden von vornherein von den Untersuchungen ausgeschlossen.

Gestützt auf diese Anforderungen habe ich nach eingehenden Vorversuchen 72 Kühe als für meine Zwecke geeignet ausgesucht. Davon entfallen 47 Kühe — wovon 30 mit Milchleistungsausweis (2) — auf die *Rotfleckvieh-* oder *Simmentalerrasse*. Die *Braunviehrasse* ist mit 25 Tieren — davon 23 mit Milchleistungsausweis (1) — beteiligt. Zusätzlich gelangten ferner 3 Simmentaler- und 4 Braunviehrinder, 2 Simmentaler Zuchtstiere und 1 Braunvieh-Zuchtstier und endlich 5 Braunviehochsen zur Untersuchung.

Um über den *morphologischen Typus der Untersuchungstiere*, soweit dessen Kenntnis im Interesse der Ermittlung von Beziehungen zwischen Körperform und Leistung notwendig war, orientiert zu sein, wurden bei den ausgewählten Tieren folgende *Körpermasse* (47) abgenommen:

1. *Widerristhöhe*: Senkrechte Distanz vom Boden bis zum höchsten Punkte des Widerristes.
2. *Kreuzbeinhöhe*: Senkrechte Distanz des höchsten Kreuzbeinpunktes vom Boden.
3. *Höhe der Bugspitze*: Senkrechte Distanz des höchsten Punktes des äusseren Rollfortsatzes vom Boden.
4. *Ellenbogenhöhe*: Senkrechte Distanz des oberen Randes des Ellenbogenhöckers vom Boden.
5. *Brusttiefe*: Distanz des Rückgrates von der Unterbrust unmittelbar hinter der Schulter.
6. *Brustbreite*: Horizontales Quermass des Brustkorbes unmittelbar hinter der Schulter.
7. *Brustumfang*: Umfang des Brustkorbes unmittelbar hinter den Schulterblättern.
8. *Schulterwinkel*: Grösse des Winkels der Gräte der Schultern zur Horizontalen.

Neben diesen Massen wurde ferner bei allen Tieren das *Lebendgewicht* festgestellt. Zur Gewichtsbestimmung dienten bei 81 Tieren öffentliche Waagen. Die Zeit der Wägung, welche auf den *späten Nachmittag vor der Abendfütterung* anberaumt war, wurde einheitlich eingehalten. An einem Ort, wo keine Waage zur Verfügung stand, stellte ich das Gewicht von 6 Tieren nach der Messmethode von Glättli (16) fest.

Ich möchte diesen Abschnitt nicht abschliessen, ohne darauf hinzuweisen, dass jede Untersuchung von morphologischen und physiologischen Körper-eigenschaften mit individuell bedingten biologischen Schwankungen zu rechnen hat und sich folglich auf ein möglichst grosses Untersuchungsmaterial ausdehnen muss, wenn allgemein (z. B. für eine Rasse) gültige Mittelwerte gewonnen werden sollen. Die vorliegende Untersuchung, welche mit erheblichen persönlichen Kostenaufwendungen verbunden war, konnte zufolge bemessener, zur Verfügung stehender Mittel nicht in dem hierfür notwendigen Ausmasse zur Durchführung kommen. Es handelte sich daher in dieser Arbeit vielmehr zunächst darum, *eine für wissenschaftliche und praktische Zwecke geeignete exakte Methode zur Untersuchung der Arbeitsleistung des Rindes auszuarbeiten und an einem beschränkten Material anzuwenden.*

## B. Die Darstellung der Untersuchungsmethode.

### 1. Allgemeines.

Zur Einführung in die Methodik der Ermittlung des Arbeitsleistungsvermögens des Rindes sind einige grundsätzliche Erörterungen notwendig. Unter der tierischen *Arbeitsleistung* verstehen wir die durch die Betätigung der aktiven (Muskeln) und passiven (Skeletteile) Bewegungselemente des Körpers hervorgerufene *physische Kraftentfaltung*, welche nach Abzug des Aufwandes für die Eigenbewegung wirtschaftlich nutzbar gemacht werden kann. *Für die Beurteilung des wirtschaftlichen Arbeitsleistungsvermögens ist diejenige Menge Arbeit massgebend, welche vom Rind unter bestimmten festgelegten Bedingungen ohne nachteiligen Einfluss auf den Gesundheitszustand, sowie ohne wesentliche Beeinträchtigung seiner anderweitigen Leistungen (Milch, Fleisch, Zucht) geleistet werden kann.*

Die wirtschaftliche Verwendung des Rindes als Zugtier ist an folgende allgemeine Voraussetzungen gebunden. Der Organismus ist nur dann zu einer vollwertigen Arbeitsleistung fähig, wenn die bei der Arbeit direkt oder indirekt funktionell beteiligten Organsysteme normal ausgebildet sind und sich in gesundem Zustand befinden. Im weitern müssen die Organe für die Anforderungen des Zugdienstes vortrainiert sein. Diese Voraussetzungen treffen bei den für diese Untersuchung ausgesuchten Tieren dank der vorangegangenen Selektion zu. Die zahlenmässige Erfassung des *Arbeitsleistungsvermögens* muss, wenn die Ergebnisse verschiedener örtlich oder zeitlich auseinanderliegender Messungen vergleichbar sein sollen, weitgehend auf *objektive Grundlagen* abstellen.

Aus diesen allgemeinen Richtlinien ergibt sich für den Aufbau einer Untersuchungsmethode die Forderung nach einer *Standardisierung der Arbeitsbedingungen*, der *Messmethodik* und des *Verfahrens zur Feststellung der Rück- und Nebenwirkungen der geforderten Arbeit auf den Tierkörper.*

### 2. Die Arbeitsbedingungen.

#### a. Allgemeines.

Die für meine Untersuchung ausgewählten Tiere wurden ausnahmslos in bäuerlichen Betrieben gehalten. Die Erhebungen konnten daher unter Verhältnissen, die der täglichen Zugbenutzung in der Landwirtschaft und der *Gewohnheit* der Tiere Rechnung tragen, durchgeführt werden. *Um die psychischen Einwirkungen ungewohnter Haltung und Tätigkeit auf das Tier weitgehend auszuschalten, suchte ich, soweit es die Zielsetzung der Arbeit ermöglichte, die prak-*

tisch üblichen Arbeitsbedingungen, an welche die Tiere gewohnt waren, jeweils unverändert beizubehalten.

### b. Die Ernährung und Pflege.

Die Fütterung der Versuchskühe erfolgte in allen Fällen auf der Grundlage der landesüblichen Verhältnisse und mit wirtschaftseigenem Futter. Das Grünfutter bildete durchwegs die Hauptration. Bei den in hoher Laktation stehenden Kühen wurde nebst dem Rauhfutter die übliche kleine Beigabe von Müllereiabfällen (Kleie, Gerste, Hafer usw.) verabreicht. Um allfällige Abweichungen der Fütterung von der landesüblichen Norm feststellen zu können, wurde die Art der Zusammensetzung der Ration, sowie der allfällige mengenmässige Anteil einer Kraftfutterbeigabe zwei Tage vor der Untersuchung, am Tag der Untersuchung selbst und endlich zwei Tage nachher (dies der Milchkontrolle wegen) in einem besonderen Protokoll aufgezeichnet.

In allen Betrieben wurden die Tiere im Stall gefüttert. Die Pflege der Tiere erfolgte in der gewohnten, landesüblichen Art.

### c. Die Beschirrung und Anspannung.

Die Wahl der Beschirrung erfolgte im Hinblick auf die landesüblichen Verhältnisse. Alle Tiere wurden mit denjenigen Geschirren auf ihre Arbeitsleistung untersucht, mit welchen sie bereits während mehreren Monaten regelmässig gearbeitet hatten. Es gelangten der *Kummet* und das *Widerrist-* oder *Kehlloch* zur Verwendung. Die Geschirre wurden bei der Auswahl der Untersuchungstiere auf ihre richtige Anpassung hin kontrolliert. Von der Verwendung einer einheitlichen Beschirrung musste Umgang genommen werden, weil die erforderlichen Mittel fehlten, um für alle Tiere eine mehrmonatige Gewöhnungszeit im Einheitsgeschirr einzuschalten. Ein allfälliger auf den Unterschied in der Beschirrung zurückzuführender Versuchsfehler kann als sehr gering und unbedeutend bezeichnet werden. In einem Spezialversuch stellte ich bei Zugkühen, die unter standardisierten Arbeitsbedingungen nach einer zwei Monate dauernden Angewöhnung mit *verschiedenartigen*, gut angepassten Geschirren wiederholt geprüft wurden, annähernd *gleiche* Leistungen fest. Der Unterschied zwischen den in Frage stehenden Geschirrarten äussert sich, wie ich es an anderer Stelle (55) betont habe, in erster Linie in einer ungleich langen Angewöhnungs- oder Trainingszeit.

Es stellte sich ferner die Frage, ob die Messungen im *Eingespann* oder im *Zweigespann* durchgeführt werden sollten. Gestützt auf Untersuchungen, wonach innerhalb einer Gespannleistung von zwei Tieren die Einzelleistungen nicht gleich gross sein müssen, vertreten *Zorn* und *Blechtschmidt* (57) den auch von *Krüger* (29) geteilten Standpunkt, dass die Prüfung der Tiere im *Einzelgespann* vorzuziehen sei. Diese Auffassung scheint meines Erachtens dann begründet zu sein, wenn die Tiere an die einspännige Arbeit *gewöhnt* sind. Es muss also auch hier, abgesehen von Zweck und Ziel der Untersuchung, auf die *Gewohnheit* der Zugtiere Rücksicht genommen werden. Die für die vorliegende Untersuchung ausgewählten Tiere mussten während den vorangehenden Monaten sozusagen ausnahmslos *zweispännig* arbeiten. Die zweispännige Anspannung ist, wie aus meiner Erhebung hervorgeht, übrigens in der Schweiz auch weitaus am zahlreichsten verbreitet. Ich entschloss mich daher, die Messungen im *Paarzug* durchzuführen. Soweit die Untersuchungstiere im gemeinsamen Gespann untersucht wurden, konnten sie als gut zusammenpassend bezeichnet werden. Das individuelle *Leistungsvermögen* der Tiere konnte

mit der Konstruktion eines eigens von mir zusammengestellten Zugkraftmesswagens auch im zweispännigen Zuge festgestellt werden.

*d. Die Führung und der Antrieb.*

Bei der Wahl der Gespannführer wurden ebenfalls die üblichen Bedingungen eingehalten. Durch das Entgegenkommen der an der Untersuchung beteiligten Landwirte konnte in allen Fällen bei den Messungen diejenige Person mit der Führung der Gespanne betraut werden, welche bei den täglichen Gespannarbeiten die Tiere führte. Die Tiere wurden bei den Arbeitsphasen in der Regel *nicht angetrieben*. Es lag nicht in der Absicht, durch die Verwendung besonderer Antriebsmittel aussergewöhnliche Leistungswerte zu erzielen, welche über der normalen Belastungsgrenze liegen und in der Praxis normalerweise nicht gefordert werden können. Ein ausnahmsweiser Antrieb durch Zurufen oder mit der Peitsche kam nur dann zur Anwendung, wenn es sich erwies, dass die Tiere an einen *ständigen Antrieb gewöhnt waren*, oder wenn ausnahmsweise ein *mangelnder Arbeitswille* festgestellt werden konnte.

*e. Die Fahrbahn und die Fahrroute.*

Die Zugarbeitsmessungen dürfen, wenn der Forderung nach objektiven, vergleichbaren Messergebnissen nachgelebt werden soll, nur auf annähernd *horizontalen, ebener Fahrbahn* mit einheitlichen Stand- und Schrittbedingungen vorgenommen werden. Damit wird ein ungleicher Einfluss der *Eigenbewegung* auf den Kräftehaushalt des Tierkörpers ausgeschlossen.

Die Untersuchungen auf den noch zu besprechenden Standardstrecken von *3000 m* und *400 m* wurden auf *unbekiesten, guten Fahrstrassen* durchgeführt. Für die Durchführung der Messungen auf der Standardstrecke von *15 m* wählte ich *berasteten, festen Boden* aus. Als Fahrrouen bevorzugte ich nach Möglichkeit *Rundstrecken*, um die psychischen Einwirkungen des Hinweges und des Heimweges, die sich namentlich auf die Geschwindigkeit der Tiere auswirken, auszuschalten.

*f. Die Standardstrecken.*

Die Menge Zugkraft, welche von einer Zugtiereinheit auf einem bestimmten Arbeitsgang geleistet werden kann, hängt weitgehend vom Ausmass der zurückzulegenden Wegstrecke ab. Wenn wir dem Zugtier eine lange Wegstrecke vorschreiben, können wir daher nur eine relativ geringe Zugkraft von ihm fordern. Um einen Einblick in diese Verhältnisse zu erhalten, habe ich anlässlich der Voruntersuchungen mit einzelnen Tieren auf mehreren verschiedenen grossen Wegstrecken Messungen über die *höchstverfügbare Zugkraft* durchgeführt. Auf jeder einzelnen Strecke, deren Länge bekannt war, wurden in *mehreren Arbeitsgängen*, mit dazwischenliegenden Erholungspausen, die Anforderungen bezüglich der Zugkraft systematisch bis zu der höchst zulässigen Belastungsgrenze gesteigert.

Ich gebe nachfolgend die durchschnittliche *Höchstzugkraft* der Simmentalerkühe „Rämi“ MM Nr. 1027 Fehraltorf und „Pfau“ MM Nr. 987 Fehraltorf bei verschiedenen Wegstrecken wieder.

**Die durchschnittliche Höchstzugkraft der Simmentalerkühe „Rämi“ und „Pfau“ bei verschiedener Wegstrecke.**

*Tabelle 8.*

Wegstrecke m	15	100	200	400	600	800	1000	3000
Zugkraft kg	243	187	152	115	100	95	87	75

Aus den vorstehenden Zahlen geht die Abhängigkeit der Zugkraftleistung von der Länge der Wegstrecke einwandfrei hervor. Ich ziehe aus dieser Feststellung die Folgerung, *dass die Zugkraft und die Arbeitsleistung verschiedener Versuchstiere nur bei Einhaltung einheitlicher Meßstrecken vergleichbar sind.* Diese Versuchsbedingung ist um so wichtiger, wenn die Prüfstrecke mehrmals abgefahren wird. Die genannte Abhängigkeit erheischt ferner zur Charakterisierung jeder tierischen Arbeitsleistung stets die Angabe der *Meßstrecke.*

Eine derartige objektive Erfassung der tierischen Arbeit war bis heute einzig bei den von Pferdezuchtverbänden (31) durchgeführten Höchstleistungsprüfungen am amerikanischen Zugkraftmesswagen möglich. Diese Prüfungen verlangen eine einheitliche Meßstrecke von  $27\frac{1}{2}$  englischen Fuss<sup>1)</sup> (8,40 m).

Für meine vorliegenden Untersuchungen über die Arbeitsleistung von Rindern wurden die drei Standardstrecken von:

3000 m Länge (Dauerzug);  
400 m Länge (Schwerer Zug) und  
15 m Länge (Höchster Zug)

ausgewählt. Die Auswahl dieser Meßstrecken erfolgte im Hinblick auf die gesamte Untersuchungsmethodik. Ferner entsprechen diese Meßstrecken in weitgehendem Masse der praktischen Beanspruchung der Zugkühe im landwirtschaftlichen Betriebe.

#### g. Die Zeit der Messungen.

Die Bereitschaft der Milchkuh zur Arbeitsleistung ist im Laufe eines Tages zweifellos verschieden. Unmittelbar nach einer reichlichen Fütterung oder einige Zeit vor dem Melken ist bei in hoher Laktation stehenden Kühen das Arbeitsleistungsvermögen sichtbar eingeschränkt. Auf diese Verhältnisse wurde bei der Festlegung des Zeitpunktes für die Messungen Rücksicht genommen. Im weiteren richtete sich die Prüfzeit nach der *Aussentemperatur und nach der Witterung.* Die jahreszeitlich bedingten Temperaturunterschiede in den Monaten Juli bis Oktober, während welchen die experimentellen Untersuchungen zur Durchführung kamen, konnten in der Weise ausgeglichen werden, dass die Messungen, der Praxis der Zugbenutzung folgend, in der warmen Jahreszeit bei heissem Wetter während den kühlen Morgenstunden vorgenommen wurden. Bei bedeckter kühler Witterung konnte auch am frühen Nachmittag gefahren werden. Zur Bekämpfung allfälligen Ungeziefers dienten die von den Landwirten gewöhnlich angewandten Einrichtungen und Mittel, wie Brennkessel und Bremsenöl. Die äussern Arbeitsbedingungen wie Schattentemperatur und Witterung wurden für jedes Tier und für jede Untersuchungsphase im Untersuchungsprotokoll beschrieben.

#### h. Die Dauer der Messungen.

Als Maßstab für die Beurteilung des Einflusses einer Arbeitsleistung auf den Kräftezustand des Tieres ist der physikalische Begriff *Arbeit* (Produkt aus Kraft mal Weg) nicht ausreichend, indem sich, wie *Dolgich* (6) bei Kühen experimentell feststellte, eine Verlängerung der *Wegstrecke* schneller ungünstig bemerkbar macht als innerhalb gewisser Grenzen eine Steigerung der *Zugkraft.* Da eine grössere Wegstrecke zufolge der sozusagen konstanten Geschwindigkeit des Rindes eine *längere Dauer* der effektiven Arbeit bedingt, muss sich eine

<sup>1)</sup> Die Messstrecke von  $27\frac{1}{2}$  Fuss wurde gewählt, um die Berechnung der Leistung in PS zu vereinfachen.

*Verlängerung der Arbeitsdauer* ähnlich der Verlängerung des Weges auswirken. Diese Annahme wird von *Koláčěk* (26), welcher u. a. den Einfluss der *Arbeitsdauer* auf die Nutzleistung der Milchkühe untersuchte, bestätigt. Dieser Autor zieht dabei aus seinen Untersuchungen den Schluss, dass die Kühe nur *halbtagsweise* zur Arbeit herangezogen werden sollten. Die ungünstige Wirkung einer langen täglichen Arbeitsdauer auf die Funktion der Milchdrüse ist auch den praktischen Landwirten bekannt. Nach den eingangs besprochenen Erhebungen werden in rund 90% der Schweizer Betriebe, welche dem Rind den Dienst einer Hauptzugkraft zuweisen, die Milchkühe in der Regel nur *halbtägig* (2 bis 3 Stunden je Tag) zum Ziehen verwendet.

Demgegenüber kann z. B. das Pferd, wie *Nieschling* (37) feststellte, bei entsprechender Fütterung während 13 Tagesstunden ohne Nachteil zur Arbeit verwendet werden.

Als besondere Gründe für die auffallend stark beschränkte wirtschaftliche Arbeitsdauer der Milchkuh wären die Inanspruchnahme des Organismus durch die Bildung der Milch und der komplizierte Verdauungsprozess der Wiederkäuer zu erwähnen. Der Wiederkäuer bedarf als Rohfaserverdauer periodisch der Wiederkau- und Verdauungsruhe.

Aus diesen Betrachtungen ziehe ich den Schluss, dass bei der Untersuchung der tierischen Arbeitsleistung die zwei folgenden Prüfungsarten auseinandergehalten werden müssen:

- a) *Die Feststellung der bei einer einheitlichen Belastung (Zugkraft) zulässigen täglichen Arbeitsdauer.*
- b) *Die Feststellung der optimalen Zugkraft, Geschwindigkeit und Leistung, welche während einer einheitlichen täglichen Arbeitsdauer vom Zugtier gefordert werden kann.*

Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich auf die letztere Frage. Ich wählte eine *einheitliche Arbeitsdauer von zwei Stunden*. Die zweistündige Arbeit kann für die Milchkuh unter unseren Verhältnissen auch mehr oder weniger als praktisch normale Tagesleistung betrachtet werden.

### 3. Die Feststellung der Arbeitsleistung.

#### a. Das Messen der tierischen Arbeit.

##### aa. Allgemeines.

Die Beurteilung der Arbeitsleistung der Tiere setzt die mengenmässige Erfassung der geleisteten Arbeit voraus. Dazu dienen *physikalische Massstäbe* und *Messmethoden*. Der Tierkörper wird als Kraft- und Arbeitserzeuger im Sinne des Motors bewertet. Diese Betrachtungsweise scheint bedingt zugänglich zu sein, weil der tierische Körper wie der Motor die Eigenschaft besitzt, chemische Energie in motorische Kraft und Arbeit umzusetzen.

Die Anwendung mechanischer Maßstäbe und Gesetze bei der Untersuchung der tierischen Arbeitsleistung ist allerdings aus biologischen Gründen nur unter bestimmten Bedingungen zulässig. Dem lebenden Körper wohnt, wie *Brody* (4) zeigt, die physiologische Fähigkeit inne, den Abbauprozessen in der aktiven Körperzelle Aufbauprozesse folgen zu lassen, worauf die Erscheinungen der Müdigkeit, der Zwang zur Arbeitsruhe zurückzuführen sind. Der tierische Organismus kann also, im Gegensatz zum Motor, infolge seiner Ermüdbarkeit nur während einer begrenzten täglichen Dauer arbeiten. Demzufolge ist bei der Beurteilung der Zugtiere hinsichtlich ihrer Zugkraft, Geschwindigkeit

und Leistung stets die tägliche Arbeitsdauer bzw. das Mass der zurückgelegten Wegstrecke mitzubersichtigen. Ausserdem ist den Ermüdungserscheinungen die nötige Aufmerksamkeit zu schenken. Diese Bedingungen sind in der vorliegenden Untersuchung erfüllt.

Die tierische Arbeitsleistung wird zum Zwecke der Messung in folgende mechanische Elemente zerlegt:

Zugkraft (k)      Wegstrecke (s)      Zeit (t).

Als Masseneinheiten werden für die Zugkraft das *Kilogramm* (kg), für die Wegstrecke der *Centimeter* (cm) bzw. *Meter* (m) und für die Zeit die *Sekunde* (sec) verwendet. Aus diesen Elementen lassen sich die *Arbeitsgeschwindigkeit* (V) und die *mechanische Leistung* (L) berechnen.

#### bb. Die Zugkraftmessung.

Die Zugkraft der Tiere kann nach verschiedenen Methoden ermittelt werden. Bevor geeignete Messinstrumente gebaut waren, bediente man sich der *indirekten* Zugkraftbestimmung. Dabei wurde von der bekannten Last eines Fahrzeuges unter Verwendung von *Reibungskoeffizienten* auf die von den Gespanntieren geforderte Zugkraft geschlossen. Die Verschiedenartigkeit der Fahrbahn und die ungleichen Reibungsverhältnisse der Fahrzeuge schliessen jedoch grosse Fehlerquellen in sich ein, so dass dieses bei praktischen Zugleistungsprüfungen angewandte Verfahren als ungenau und für wissenschaftliche Zwecke unbrauchbar zu bezeichnen ist.

*Watt und Bulton* (5) erkannten die Notwendigkeit der *direkten Zugkraftmessung*. Sie liessen das zu prüfende Zugtier mit einem über Rollen gelegten Seil ein der Zugkraft entsprechendes Gewicht aus einem Schacht heben. Diese auf dem Prinzip der Waage aufgebaute einfache Messvorrichtung wurde weiter verbessert und von *Collins und Caine* (5) als Grundlage für die Konstruktion des amerikanischen Zugkraftmesswagens, der für die Messung von *Spitzenleistungen* auf kurzen Wegstrecken Verwendung findet, dagegen für die Ermittlung der Dauerleistung nicht geeignet ist, benützt. Aehnlich dem amerikanischen Zugkraftmesswagen arbeitet auch der von *Huxdorf* (zitiert nach *Berkhoff*) (3) gebaute Pommritzer Bremswagen. Als Mass der geleisteten Zugkraft dienen Gewichte, welche gehoben werden müssen. *Vitali* (53) konstruierte einen Zugkraftmesswagen, wo die erforderliche Zugkraft (Bremswirkung) als Funktion der Wagengeschwindigkeit automatisch reguliert wird. Diese Einrichtung kann den Anforderungen einer exakten Untersuchung der tierischen Zugkraft nicht genügen, weil zwischen Zugkraft und Geschwindigkeit ein funktionelles Verhältnis nicht einwandfrei nachweisbar ist. Ausser den genannten Autoren haben vor allem die Ernährungsphysiologen *Kellner* (24), *Wolf* (24) sowie in letzter Zeit *Ehrenberg*<sup>1)</sup> und *Nietsche*<sup>1)</sup> die tierische Zugkraft mit Hilfe des Bremsgöpels gemessen. Da die Göpelarbeit im Rundgang, wie *Zorn* (56) und *Krüger* (29) richtig bemerken, als höchst einseitig und als von der gewohnheitsmässigen praktischen Verwendungsart abweichend zu bezeichnen ist, dürfte dieses ortsgebundene Verfahren für tierzüchterische Untersuchungen kaum in Frage kommen.

Um den Zugkraftbedarf von landwirtschaftlichen Wagen und Maschinen zu bestimmen, konstruierte man, aufbauend auf dem *Prinzip der Federwaage*, *Messgeräte*, die zwischen *Zugtier und Last eingeschaltet* werden. Derartige mit

<sup>1)</sup> Persönliche Mitteilung.

einem Registrierapparat versehene *Federdynamometer* wurden von *Fränkel* (32), *Polikeit* (32), *Collins* (5) und *Schäffer und Budenberg* (32) gebaut. *Zorn* (58) und *Krüger* (58) verbesserten den Federzugkraftmesser von Schäffer und Budenberg. Sie stellten dessen zweckmässige Einschaltung zwischen Zugtier und Last durch die Konstruktion einer *Aufhängevorrichtung* sicher. Dieser verbesserte Messapparat hat sich zufolge seiner Einfachheit für praktische Zugkraftmessungen bewährt. Vom wissenschaftlichen Standpunkte aus können gegen diese Geräte aber immer noch gewisse Einwände erhoben werden. Jedes Dynamometer, das die Dehnung, bezw. die Streckung von Fischbauchfedern als Maßstab der wirkenden Kräfte verwendet, hat mit erheblichen Abweichungen der registrierten Werte von den tatsächlichen Werten zu rechnen. Abgesehen von den sich auf die Registratur auswirkenden Schwingungen der Masse kann, wie *Lipinski* (32) betont, die Feder ähnlich einem Stossfänger wirken und Kräfte in sich aufnehmen, ohne sie durch eine Formveränderung anzuzeigen. Es können auf diese Weise bezügliche Abweichungen von 20—30 % eintreten (32).

In meiner vorliegenden Untersuchung verwendete ich daher den *1000-kg-Oeldruck-Zugkraftmesser System Amsler*<sup>1)</sup>. Dieser Apparat wurde nach dem Prinzip der hydraulischen Presse gebaut. Er gewährleistet innerhalb des in Frage kommenden Messbereiches eine Genauigkeit von 0,5—1 %. Die eigentliche Messvorrichtung besteht aus einem Presstopf und einem Registrierapparat. Der zwischen Zugtier und Last eingehängte Presstopf ist als Oelpresse erstellt. Der Oeldruck, welcher in einem biegsamen Rohr auf den Registrierapparat übertragen wird, gilt als Ausdruck der Zugkraft und wird im Registrierapparat gemessen und fortlaufend an einer Skala angezeigt, beziehungsweise in einem Diagramm aufgezeichnet. Die Zweiteilung des Zugkraftmessers hat für diese Zwecke den grossen Vorteil, dass zunächst die *reine Zugkraft reibungslos abgenommen werden kann* und dass ferner der Registrierapparat auf meinem noch zu beschreibenden Messwagen derart aufgestellt werden konnte, dass eine beständige Betrachtung der Skala durch den Versuchsleiter möglich ist. Für das Messen der Dauerleistung verwendete ich die Messfedern und Skalen von 100 und 250 kg Messbereich. Die Höchstzugkraft wurde mit der 500-kg-Feder und -Skala gemessen. Die verwendeten Apparate wurden während meinen Messungen wiederholt durch Anhängen von Kontrollgewichten auf ihre Genauigkeit nachgeprüft.

### cc. Die Wegstrecken- und Zeitmessung.

Einfacher als die Erfassung der Zugkraft gestaltet sich die Messung der *Wegstrecke* und der *Zeit*.

Die zurückgelegte Wegstrecke wurde, soweit es sich um die Untersuchungen auf den Standardstrecken von *400 m* und *3000 m* handelte, mit einem vom linken Vorderrad des Messwagens aus betriebenen *Präzisionsmeterzähler*<sup>2)</sup> gemessen. Die Einstellung des Instrumentes erfolgte bei einem Druck der Pneubereifung des Wagens von 2,5 Atmosphären. Durch die konstante Einhaltung dieses Druckes, sowie durch eine einheitliche Belastung des betreffenden Rades konnten eine Veränderung des Durchmessers des Rades vermieden und allfällige Messfehler auf ein Minimum herabgesetzt werden. Eingeschaltete Kontrollmessungen bestätigten die einwandfreie Funktion des Zählers. Bei den auf der Standardstrecke von 15 m durchgeführten Untersuchungen wurden,

<sup>1)</sup> Herstellerfirma: Alfred J. Amsler & Co., Schaffhausen (Schweiz). Was die Einzelheiten, sowie die Bedienung dieses Zugkraftmessapparates anbelangt, verweise ich auf die von der Firma Amsler herausgegebene Beschreibung.

<sup>2)</sup> Herstellerfirma: Emil Eigenheer, Corcelles bei Neuenburg (Schweiz).



um eine genaue Übereinstimmung der Wegstrecken- und Zeitmessung zu gewährleisten, die Strecken vorher *markiert* und nachher mit dem Messband gemessen. Für die *Zeitmessung* diente mir die Stoppuhr.

*b. Der Zugkraftmesswagen.*

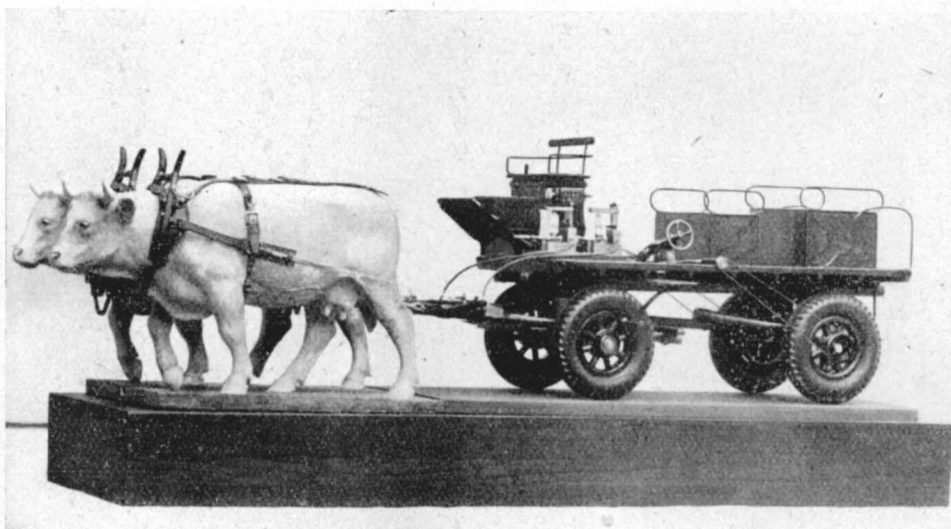
Um eine einwandfreie Durchführung der erforderlichen Messungen für die vorliegende Untersuchung zu gewährleisten, sah ich mich zu der Konstruktion eines besonderen Zugkraftmesswagens veranlasst. Dieser Messwagen hat einmal den *Zugwiderstand* (Zugwiderstand = Zugkraft) zu erzeugen. Weiter dient er der *Aufnahme der Instrumente* für die *Zugkraft-* und die *Wegstreckenmessung*. Eine fein einstellbare Bremsvorrichtung ermöglicht, mit Hilfe der Zugkraftmessapparate innerhalb des Leistungsbereiches der Versuchstiere jeden beliebigen Zugwiderstand herzustellen. Die Funktion des Wagens entspricht somit folgendem Schema:

$$\text{Zugwiderstand} = \text{Zugkraftbedarf des ungebremsten Wagens} + \text{Bremswirkung.}$$

Der Fortschritt dieser Konstruktion liegt darin, dass die *fahrbahnbedingten Unterschiede im Zugkraftbedarf des ungebremsten Wagens durch die Bremswirkung fortlaufend kompensiert werden können*. Innerhalb des in Frage kommenden Messbereiches (20—300 kg Zugkraft je Einzeltier) *kann ein beliebig gewählter, konstanter Zugwiderstand unabhängig von der Beschaffenheit der Fahrbahn mit genügender Genauigkeit eingestellt werden*.

Damit war die Möglichkeit geschaffen, die Messungen auf jeder horizontalen, den gestellten Anforderungen entsprechenden Fahrbahn mit gleicher Zuverlässigkeit und erhöhter Genauigkeit vorzunehmen.

*Abbildung 1.*



**Zugkraftmesswagen, System Wenger, Institut für Tierzucht E. T. H. (Modell<sup>1)</sup>).**

<sup>1)</sup> Für die sorgfältige Herstellung des Wagenmodells sei meinem hochverehrten und lieben Vater, *Johann Wenger*, auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

Die folgenden Darlegungen geben über die wesentlichsten technischen Einzelheiten der Konstruktion noch näheren Aufschluss. Der Zugkraftmesswagen<sup>1)</sup> ist mit *Luftgummireifen*, *Holzachsen* und *Kugellagern* versehen. Sein Eigengewicht beträgt *650 kg*. Die Bremswirkung wird mit zwei auf die Hinterräder wirkenden *Bandbremsen*, die einen Trommeldurchmesser von *42 cm*, eine Bremsbelaglänge je Rad von *106 cm* und eine Bremsbelagbreite von *5,7 cm* aufweisen, erreicht. Für die Feineinstellung der Bremsen dient eine Spindelschraube mit kleiner *Ganghöhe*, die von einem *Bremsrad* aus betätigt werden kann. Der mit einer Tragbrücke versehene Wagen ist mit *zwei Zugkraftmessapparaten* bestückt, so dass bei der Arbeit im Paarzug die Zugkraft von *jedem Einzeltier* getrennt gemessen werden kann. Die Registrierapparate und das Zählwerk des Meterzählers sind auf dem vordersten Teil der Tragbrücke aufgestellt. Auf der linken Seite dieser Brücke ist für den Untersuchungsleiter ein Seitensitz angebracht. Von dort aus können die Skalen der Registrierapparate und des Meterzählers fortlaufend beobachtet werden. Gleichzeitig ist es möglich, das Bremsrad zu bedienen. Um jegliches Gleiten der abgebremsten Hinterräder, namentlich bei den Untersuchungen auf der Standardstrecke von *15 m* zu verhindern, ist der Hinterteil der Tragbrücke für die Aufnahme einer Zusatzbelastung (*600 kg* für ein Zweigespann) bestimmt. Ferner werden *stark gerippte* Niederdruckreifen, deren Auflagefläche *13 cm* Breite misst, verwendet. Für die Untersuchung der Tiere im zweispännigen Zug wird eine Deichsel angebracht. Die Anbindekettens am vorderen Deichselende können sich in der Längsrichtung frei bewegen, so dass an dieser Stelle eine Kraftübertragung unmöglich ist. Bei der Untersuchung von Einzeltieren wird die Deichsel durch Landen (Stangen) ersetzt. Die *Zugwaage*, welche, je nach der Grösse der Untersuchungstiere, *über* der Deichsel (*68 cm* Höhe) oder *unter* derselben (*53 cm* Höhe) angebracht werden kann, ist von der drehbaren Unterstützung nach beiden Seiten hin um zwei Stufen verstellbar, so dass bei ungleich zugstarken Tieren eines Zweigespannes eine entsprechende Zuteilung des Anteiles der Zugwiderstände möglich ist. Die Drehpunkte der Waage liegen auf einer Geraden. Dadurch kann erreicht werden, dass bei einer Schrägstellung der Hebelarme der jedem Zugtier zugeteilte Zugwiderstand unverändert bleibt. Die beiden Endstücke der Zugwaage sind für die Aufnahme der Presstöpfe gebaut. Die Anwaagen werden direkt in die Oesen der Presstöpfe eingehängt. Damit ist eine reibungslose Uebertragung der Zugkraft auf den Messapparat sichergestellt. Das biegsame Rohr, welches den Oeldruck vom Presstopf auf den Registrierapparat überträgt, lässt sich bei der vorliegenden Anordnung der Instrumente anbringen, ohne dass die Bewegung der Waage oder die „Renksamkeit“ des Wagens wesentlich beeinträchtigt wird. Der Antrieb der Registrierapparate erfolgt mit einer endlosen Gummischnur von den Radnaben der Hinterräder, welche mit einer Schlitzrinne versehen sind, aus. Zum Schutze der Instrumente, namentlich während des Nichtgebrauches und Transportes des Wagens, dient ein verschliessbarer Kasten, der bei Regenwetter als *Regenschutz* verwendbar ist.

Bei der Untersuchung des *Dauerzuges* und des *Schweren Zuges* wird der Zugkraftmesswagen wie folgt verwendet. Angenommen, die Zugtiereinheit soll beispielsweise mit einem konstanten *Zugwiderstand* von *80 kg* belastet werden. Dies erfolgt, indem man zusätzlich zum Zugkraftbedarf des ungebremsten

---

<sup>1)</sup> Der Messwagen, der sich heute im Besitze des Instituts für Tierzucht E.T. H. befindet, konnte dank der Unterstützung durch die Lehrstühle für Betriebslehre und Tierzucht an der E.T. H. Zürich gebaut werden.

Die Herstellerfirma war: A. Ettinger, Wagenbauer, *Diessenhofen* (Schweiz).

Wagens (der je Zugtiereinheit ca. 20 kg beträgt) die Bremswirkung so lange erhöht, bis der Zeiger auf der Skala des Registrierapparates 80 kg anzeigt. Bei dieser Art der Prüfung erübrigt es sich, die Zugkraft als Kurvendiagramm zu registrieren, es sei denn, dass man eine Kontrolle der Uebereinstimmung der nach der Skala *eingestellten* mit der tatsächlich *geleisteten* Zugkraft vornehmen will. Mehrfach durchgeführte Kontrollmessungen ergaben nach einiger Uebung in der Handhabung des Bremsrades eine mittlere Abweichung der vorerwähnten Werte von  $\pm 2\%$ . Ueber die *Wegstrecken-* und *Zeitmessung* erübrigen sich weitere Bemerkungen.

Anders ist die Bedienung des Zugkraftmesswagens bei der Feststellung des *Höchstzuges*. Sofort nach dem Anziehen werden die Bremsen derart betätigt, dass das Tier, beziehungsweise das Gespann unter höchster Kraftentfaltung eine Wegstrecke von nicht mehr als ca. 15 m ohne Unterbrechung zurückzulegen vermag. In diesem Fall wird die Höchstzugkraft als Diagramm auf einem Papierstreifen, dessen Vorschub proportional dem zurückgelegten Weg erfolgt, aufgezeichnet.

### c. Die Durchführung der Messungen.

aa. Die Messungen auf den Standardstrecken von 400 m und 3000 m.

Die *Standardstrecke von 400 m* wurde mit Zwischenpausen von je ca. drei Minuten mehrmals abgefahren. Der *Zugwiderstand*, der auf ein und derselben Strecke auf konstanter Höhe blieb, wurde stufenweise um je 10 kg bis zu der Grenze der höchsten verfügbaren Zugkraft gesteigert. Diese Grenze galt dann als überschritten, wenn das arbeitswillige Tier nicht mehr durchziehen konnte, ohne anzuhalten, oder wenn andere sichtbare, noch zu beschreibende Anzeichen einer Ueberbelastung in Erscheinung traten. Als Ausgangsstufe wählte ich bei allen Untersuchungstieren den allgemein als „leicht“ zu bezeichnenden Zugwiderstand von 40 kg. Parallel mit jeder Zugkraftmessung wurden auch die Leistungsfaktoren *Wegstrecke* und *Zeit* ermittelt.

Die *Messungen auf der Standardstrecke von 3000 m* wurden mit Zwischenpausen von je 5 Minuten je 1000 m in *einem Arbeitsgang* vollzogen. Als Ausgangsbelastung benützte ich die Zugkraftstufe, welche sich als arithmetisches Mittel zwischen dem Ausgangswert von 40 kg und der gemessenen optimalen Belastung auf der Standardstrecke von 400 m berechnen lässt. Die Beurteilung der Rück- und Nebenwirkungen der Arbeitsleistung auf den Tierkörper entsprach derjenigen auf der Standardstrecke von 400 m.

bb. Die Messungen auf der Standardstrecke von 15 m.

Diese Messungen wurden jeweils nach einer einheitlichen Versuchsdauer von ca. 1 Stunde zwischen die übrigen Untersuchungen eingeschoben. Da es praktisch unmöglich ist, bei einer hohen Zugbeanspruchung der Tiere exakt die Strecke von 15 m abzufahren, wurde für die Berechnung der mittleren Höchstzugkraft dasjenige Diagrammstück, welches einer Wegstrecke von 15 m von der Stelle des Anhaltens zurück gerechnet entspricht, ausgewertet. Die *Zeit-* und *Wegmessung* für die Berechnung der Geschwindigkeit und der Leistung setzte mit dem Einschalten der Bremse ein. Die Messung des *Höchstzuges*, deren Ergebnisse, wie zu zeigen sein wird, von vielen zufälligen Einflüssen abhängig sind, wurden in der Regel mit jedem Gespann *zweimal* vorgenommen. Für die Verarbeitung verwendete ich das arithmetische Mittel aus den beiden Messergebnissen.

#### 4. Die Feststellung der Rück- und Nebenwirkungen der geforderten Arbeit auf den Tierkörper.

##### a. Allgemeines.

Der tierische Organismus kann, wie *Moskovits* (36) und andere betonen, im Gegensatz zur Kraftmaschine die normale Grenze seiner Arbeitsleistungsfähigkeit während einer bemessenen Zeit *wesentlich übersteigen*. Diese Mehrleistung erfolgt auf Kosten der energieliefernden Reservestoffe im Körper und kennzeichnet sich durch entsprechende Reaktionserscheinungen wie *Müdigkeit, Ueberanstrengung, Milchrückgang, Abnahme des Lebendgewichtes* usw. Erst die Kenntnis der durch eine bestimmte Arbeitsleistung verursachten *Rück- und Nebenwirkungen* ermöglicht in Ergänzung zu den mechanischen Werten ein brauchbares Urteil über das Arbeitsleistungsvermögen der Zugtiere. Der Einbezug dieses Maßstabes in die vorliegenden Betrachtungen ist auch deshalb unerlässlich, weil die Arbeitskraft der Kühe praktisch nur soweit nutzbar gemacht werden sollte, als dies ohne eine wesentliche Beeinträchtigung anderer Nutzleistungen wie der Milchleistung usw. möglich ist.

Zur Beurteilung der Arbeitsreaktion dienten mir im Versuche folgende subjektive und objektive Feststellungen.

##### b. Subjektive Feststellungen.

Als nicht direkt messbare Merkmale starker Körperbeanspruchung wurden bei meinen Untersuchungen in Betracht gezogen: die *vermehrte Kot- und Harnabgabe*, das Auftreten *anormalen, schwankenden Ganges, wiederholtes Anhalten der Tiere* und die *Schweissbildung*. Diese Erscheinungen stehen teilweise unter dem Einfluss der Witterung und sind daher für exakte Erhebungen nur mit Vorbehalten ergänzend zu werten.

Während den Messungen wurden die Tiere *beständig beobachtet* und alle die Arbeitsreaktion betreffenden Beobachtungen im Protokoll festgehalten.

##### c. Objektive Feststellungen.

Als Hauptmerkmal zur objektiven Beurteilung der Rück- und Nebenwirkungen der Arbeit auf den Tierkörper können wir nach Untersuchungen von *Dolgich* (6) und *Koláčěk* (26) bei Kühen einmal die *Milchsekretion* betrachten. Die zur Zeit der Arbeitsmessungen in Laktation stehenden 65 Kühe (7 waren trocken stehend) unterstanden einer *Milchleistungskontrolle*, welche sich auf die Erfassung der Milchmenge und des Fettgehaltes bezog. Die Kontrolle gelangte wie folgt zur Durchführung. Während fünf Tagen (zwei Tage vor, am Tage der Arbeitsmessung selbst und zwei Tage nachher) wurden die Milchmenge jedes Gemelkes mit der *Allgäuer-Milchwaage*<sup>1)</sup> gewogen und die Ergebnisse in einer Tabelle eingetragen. Nach dem Wägen wurde dem Gemelke eine Mischprobe entnommen und in einer Schutzflasche an das Institut für Tierzucht der E. T. H. zur Untersuchung des Fettgehaltes (Methode Gerber) eingesandt. Die Kontrollzeit von zwei Tagen vor und nach der Arbeitsmessung kann nach *Koláčěk* (26) als ausreichend bezeichnet werden, da sich die Milchleistung und die Fettproduktion bei Zugkühen in der Regel 24 Stunden nach Beendigung der Arbeit vollständig auf die Norm ausgleichen.

Ferner ermittelte ich bei allen Tieren *vor und nach der Arbeit* die *Pulsfrequenz* und die *Körpertemperatur*. Für das Zählen der Herzschläge diente

<sup>1)</sup> Die Milchwaagen und -Flaschen wurden uns in zuvorkommender Weise vom Schweiz. Braunviehzuchtverband, Zug (Schweiz), zur Verfügung gestellt.

mir ein Stethoskop<sup>1)</sup>. Die Körpertemperatur wurde im Rektum gemessen. Die Abnahme dieser Werte lag zunächst im Interesse der Kontrolle des Gesundheitszustandes der Tiere. Ferner können auf Grund der durch eine bestimmte Arbeitsleistung hervorgerufenen Erhöhung der *Wärmeproduktion* und der *Tätigkeit des Herzens* nach *Gehring* (15) Rückschlüsse auf das individuelle Leistungsvermögen des Versuchstieres gezogen werden. Allerdings weist der gleiche Autor auch darauf hin, dass man *Puls-* und *Temperaturwerte*, wie übrigens auch Atemwerte, nicht absolut, sondern nur relativ verwerten kann, da sie nicht ausschliesslich von den Arbeitsanforderungen, sondern auch von den *Witterungsverhältnissen* (Aussentemperatur, Besonnung) abhängig sind. Von der Berücksichtigung der Atemfrequenz musste ich absehen. Die Tiere zeigten sich nach den Arbeitsmessungen meistens sehr unruhig, da ihnen gewohnheitsmässig unmittelbar nach der Heimkehr vom Zugdienst etwas Grünfutter und Tränkewasser verabreicht wird. Diese Unruhe schloss in vielen Fällen ein genaues Abnehmen der Atemzahl von vornherein aus.

### C. Das Auswertungsverfahren.

Es sei an dieser Stelle die weitere Verarbeitung der bei den Messungen erbrachten *Leistungselemente Zugkraft* (k), *Wegstrecke* (s) und *Zeit* (t) dargelegt.

Die auf den Standardstrecken von 400 m und 3000 m gemessenen Zugkraftwerte waren für die weitere Verarbeitung direkt verwendbar. Dagegen mussten die auf der Standardstrecke von 15 m aufgenommenen *Kurvendiagramme* für die Höchstzugkraft vorerst für diesen Zweck ausgewertet werden.

Diese Auswertung geschah wie folgt. Zunächst wurde mit einem *Planimeter*<sup>2)</sup> der *Inhalt der Fläche* des Diagrammes festgestellt. Aus der Division des Flächeninhaltes durch die Grundlinie ergab sich die mittlere *Diagrammordinate*. Diese ist proportional der auf der betreffenden Meßstrecke geleisteten *durchschnittlichen Zugkraft*. Die Umrechnung in kg effektiv geleisteter Zugkraft erfolgte auf Grund eines der verwendeten Messfeder entsprechenden Maßstabes.

Die Leistungselemente *Wegstrecke* (s) und *Zeit* (t) konnten direkt zur Verarbeitung verwendet werden.

Zur Beurteilung des Arbeitsleistungsvermögens bediente ich mich auf allen *drei Standardstrecken folgender Maßstäbe*:

*Zugkraft* (k)     *Geschwindigkeit* (V)     *Leistung* (L).

Die Berechnung der Geschwindigkeit und der Leistung erfolgte nach den nachstehenden Formeln:

$$\text{Geschwindigkeit } V = \frac{s}{t}$$

$$\text{Leistung } L = \frac{k \cdot s}{t \cdot 75}$$

Dabei bedeuten:

k = Zugkraft  
s = Wegstrecke  
t = Zeit  
V = Geschwindigkeit  
L = Leistung  
PS = 75 mkg/sec.

<sup>1)</sup> Lieferfirma: Veterinaria A.G., Zürich.

<sup>2)</sup> Präzisionsplanimeter der Firma G. Coradi, Zürich.

Die auf diese Weise ermittelten Zahlenwerte wurden einer variationsstatistischen Aufarbeitung<sup>1)</sup> unterzogen. Ich berechnete zuerst für die nach biologischen Gesichtspunkten gruppierten Untersuchungstiere die Mittelwerte und Variabilitätsmasse der *absoluten Zugkraft*, *Geschwindigkeit* und *Leistung*. Im Anschluss daran versuchte ich mittels biometrischer Rechenmethoden die Abhängigkeit der obgenannten Werte von der Ausbildung einzelner Körpereigenschaften zahlenmässig zu verfolgen.

Die angewendeten mathematischen Methoden werden in den folgenden Abschnitten im Zusammenhang mit den Untersuchungsergebnissen besprochen.

### III. Die Ergebnisse der Untersuchung.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung werden in zwei Teile zusammengefasst. Im ersten Teil gelangen die *absolute Zugkraft*, die *Geschwindigkeit* und die *Leistungen* der Untersuchungstiere zur Besprechung. In Ergänzung dazu wird im zweiten Teil untersucht, inwieweit einzelne Körpereigenschaften und -merkmale einen nachweisbaren Einfluss auf die *Zugkraft* und auf die *Geschwindigkeit* auszuüben vermögen.

#### A. Die absolute Arbeitsleistung.

##### 1. Die Zugkraft.

##### a. Die Zugkraft auf der Standardstrecke von 3000 m.

Ich stelle die auf einer Wegstrecke von 3000 m nutzbare Zugkraft in dieser Besprechung an die erste Stelle. Sie steht der praktischen Zugbeanspruchung der Zugkühe im praktischen landwirtschaftlichen Betriebe am nächsten und kann folglich als wichtige Grundlage für die Beurteilung des Arbeitsleistungsvermögens der Tiere angesprochen werden. Die biometrisch verarbeiteten Messergebnisse sind, nach Rassen geordnet, folgende.

Die Zugkraft der Kühe auf der Standardstrecke von 3000 m.

Tabelle 9.

Rasse <sup>2)</sup>	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Zugkraft kg	± σ	v	Min. kg	Max. kg
			M ± m				
S	Kühe . . .	47	73,30 ± 1,025	7,027	9,59	60	85
B	Kühe . . .	25	59,60 ± 1,038	5,190	8,71	50	70

In der vierten Spalte der obenstehenden Tabelle sind die *Mittelwerte* und die dazu gehörenden *mittleren Fehler* verzeichnet. Die Mittelwerte sind in beiden Fällen grösser als ihr dreifacher mittlerer Fehler und daher statistisch gesichert. Sie können als typischer Ausdruck für sämtliche Einzelwerte der betreffenden

<sup>1)</sup> Die Additionen, Multiplikationen und Divisionen wurden mit einer automatischen Rechenmaschine durchgeführt. Durch die ausnahmslose Nachprüfung sämtlicher Zahlenoperationen war es möglich, allfällige Rechenfehler auszuschalten.

<sup>2)</sup> *Abkürzungen*: S = Simmentaler.  
B = Braunvieh.

Populationen angesehen werden. Beim Vergleich der Mittelwerte fällt zwischen den Vertretern der beiden untersuchten Rassen ein bedeutender Unterschied im Ausmass der Zugkräfte auf. Mit Hilfe des „mittleren Fehlers der Differenz“ können wir auf mathematischem Wege prüfen, ob dieser Unterschied wesentlicher oder nur zufälliger Natur ist. Die Differenz (13,70  $\pm$  1,459), auf deren Ursache ich in einem späteren Abschnitt zurückkommen werde, ist mehr als dreimal so gross wie ihr mittlerer Fehler. Sie ist also rechnerisch gesichert und daher als *wesentlich* bzw. *rassentypisch* anzusprechen. In der fünften Rubrik der Tabelle ist die *Standardabweichung*, welche den Grad der Variabilität innerhalb der Prüfungsreihe wiedergibt, eingetragen. Um die Variabilität beider Versuchsreihen miteinander vergleichen zu können, drücke ich die Standardabweichung in Prozent ihrer Mittelwerte aus (Spalte 6). Die Zugkraft der Simmentalerkühe variiert demnach etwas mehr als diejenige der Braunviehkühe. Wie aus der letzten Spalte ersichtlich ist, beträgt die Differenz zwischen Minimum und Maximum der empirischen Zugkraftwerte bei den Simmentalerkühen 25 kg und bei den Braunviehkühen 20 kg. Die Ursachen des grossen Schwankungsbereiches werden später erörtert.

Für die Berechnung der Mittelwerte und Variabilitätsmasse dienten die nachfolgenden Formeln. Bezüglich der Anwendung dieser mathematischen Methoden verweise ich auf die einschlägige Literatur (23, 28).

$$M = A + \frac{\sum p a}{n}$$

$$\pm \sigma = \sqrt{\frac{\sum p a^2}{n - 1} - b^2 - 0,0833 \cdot K}$$

$$m = \frac{\pm \sigma}{\sqrt{n}}$$

$$v = \frac{\sigma \cdot 100}{M}$$

$$m_{\text{Diff}} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$$

- M = wahrer Mittelwert (arithmetisches Mittel).
- $\sigma$  = Standardabweichung (Streuung).
- m = mittlerer Fehler des Mittelwertes.
- v = Variationskoeffizient.
- m Diff. = mittlerer Fehler der Differenz zweier Mittelwerte.
- A = angenommener Mittelwert.
- a = Abweichung der Klasse von der Mittelklasse.
- n = Gesamtindividuenzahl.
- b = Abweichung des angenommenen Mittelwertes vom wahren Mittelwert.
- p = Klassenfrequenz.
- 0,0833 = Sheppard'sche Korrektur.
- K = Klassenspielraum.
- $\Sigma$  = Summazeichen.

In der nachfolgenden Tabelle vergleiche ich die besprochenen Mittelwerte mit den Zugkraftmessergebnissen einiger anderer von mir untersuchter Zugtiervertreter:

**Die Zugkraft der Vertreter verschiedener Tierkategorien auf der Standardstrecke von 3000 m.**  
Tabelle 10.

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Mittleres Lebendgewicht kg	Mittlere absolute Zugkraft kg	Zugkraft je 100 kg Lebendgewicht kg
S	Kühe . . . . .	47	670,30	73,30	10,93
B	Kühe . . . . .	25	578,92	59,60	10,29
S	Rinder . . . . .	3	611,30	68,33	11,18
B	Rinder . . . . .	4	540,20	53,75	9,95
S	Zuchtstiere . . . .	2	1091,50	90,00	8,25
B	Zuchtstier . . . .	1	916,00	85,00	9,28
B	Ochsen . . . . .	5	728,60	86,00	11,80
Ir <sup>1)</sup>	Pferde (Wallache)	2	492,00	75,00	15,24

In Ergänzung zu den absoluten Zugkraftwerten füge ich in dieser Tabelle für alle Untersuchungstiere das mittlere Körpergewicht und die auf 100 kg Lebendgewicht reduzierte Zugkraft bei. Aus diesen Zahlen geht hervor, dass im allgemeinen die *schwersten Tiere die höchsten absoluten Zugkräfte aufweisen*. Dagegen lassen die auf das Einheitsgewicht umgerechneten Mittelwerte die spezifisch für die Zugarbeit *bevorzugten Tiere* (Pferd, Ochse, Rind, Kuh) erkennen. Die Simmentalerkühe haben sich nach Tabelle 9 hinsichtlich der absoluten Zugkraft den Braunviehkühen gegenüber als *überlegen* erwiesen. Die auf ein einheitliches Lebendgewicht reduzierten Zugkräfte der untersuchten Vertreter beider Rassen weisen eine bedeutend kleinere, aber immerhin noch *gesicherte Differenz* auf, so dass auch die *relative Zugkraft* der untersuchten Simmentalerkühe über derjenigen der Braunviehkühe liegt. Allerdings zeigt dieser Vergleich, dass die Differenz zwischen den Mittelwerten der absoluten Zugkraft zu einem bedeutenden Teil durch das *grössere Lebendgewicht der Simmentalerkühe* verursacht wird. Diese Ergebnisse sollen in einem späteren Abschnitt noch näher untersucht werden. Den beigefügten *Vergleichszahlen* von Rindern, Zuchtstieren, Ochsen und Pferden, welche dank der einheitlichen Untersuchungsmethodik vergleichbar sind, haftet der Mangel der geringen Individuenzahl an. Auffallend ist die verhältnismässig geringe relative Zugkraft der Zuchtstiere. Diese Tiere wurden der Zuchtbenutzung wegen sichtbar schonend verwendet und waren nicht in dem Masse trainiert wie die andern Untersuchungstiere.

Ein Vergleich der vorliegenden Zugkraftzahlen mit ausländischen Messergebnissen ist aus mehrfachen Gründen nicht möglich. Abgesehen von den *nicht standardisierten* Prüfungsmethoden hat man sich zum Messen der Leistungen manchmal gewisser Maßstäbe (gezogene Last) bedient, welche sich für Demonstrationszwecke eignen, jedoch zu exakten Vergleichen mit direkt gemessenen Zugkräften nicht ausreichen.

Interessant ist ein Vergleich der vorliegenden Mittelzahlen mit dem *Zugkraftbedarf* einiger landwirtschaftlicher Geräte und Maschinen. Bei dieser Gegenüberstellung ist einerseits den veränderten Arbeitsbedingungen der Zugtiere, namentlich der veränderten Fahrbahn, und andererseits den grossen *Schwankungen des Zugkraftbedarfes* angemessen Rechnung zu tragen.

<sup>1)</sup> *Abkürzung*: Ir = Irländer.



Der Zugkraftbedarf einiger landwirtschaftlicher Geräte und Maschinen.

Tabelle 11.

Gerät oder Maschine	Arbeitsbedingungen	Zugkraftbedarf reduziert auf	Zugkraftbedarf kg	
<b>Brabantpflug (32):</b>	Leichter Boden . . . . .	1 dm <sup>2</sup> gewendeter Boden	20—30	
	Mittelschwerer Boden . . . . .	1 „ „ „	30—40	
	Schwerer Boden . . . . .	1 „ „ „	40—80	
<b>Eisenegge (44):</b> (Gewicht: 75 kg)	Acker . . . . .	150 cm Arbeitsbreite	90—120	
	<b>Holzegge (7):</b>	Acker . . . . .	150 „ „	60
<b>Ackerwalze (52):</b>	Acker . . . . .	100 „ „	45—50	
<b>Mähmaschine (45):</b> (zweispännig)	Heugras, scharfe Messerschneiden	125 cm Schnittbreite	120—130	
	Heugras, Messerschneiden stumpf . . . . .	Vergrößerung bis	50 %!	
<b>Mähmaschine (44):</b> (mit Aufbaumotor)	Heugras . . . . .	138 cm Schnittbreite	65	
<b>Ackerwagen, Bruttolast 1000 kg (52):</b> a. Gleitlager, Eisenbereifung:	Ebenes Terrain, sehr gute Schotterstrasse . . . . .	( <sup>1</sup> / <sub>30</sub> der Last)	35	
	Gewöhnliche Schotterstrasse . . . . .	( <sup>1</sup> / <sub>20</sub> „ „ )	50	
	Schlechter Feldweg . . . . .	( <sup>1</sup> / <sub>10</sub> „ „ )	100	
	b. Kugellager, Gummibereifung (46):	Ebenes Terrain . . . . .	Zugkraftersparnis . . . . .	rund 45%

Von grosser praktischer Bedeutung ist in der Mehrzahl der Schweizerbetriebe mit Rindviehanspannung zum Beispiel die *Mäharbeit*. Ein Vergleich der Zugkraft der Kühe mit dem Zugkraftbedarf der Mähmaschine zeigt folgendes. Das Maschinenmähen nimmt bei scharfen Messerschneiden die Zugkraft von zwei Zugtiereinheiten der *Braunviehrasse voll* in Anspruch. Wenn sich die Messer abnutzen oder die sonstigen Arbeitsbedingungen ungünstiger werden (z. B. abgestandenes Gras), wird die normale Grenze der Dauerzugkraft für diese Gespanne überschritten. Es werden sich bei diesen Tieren infolgedessen bald Ueberanstrengungserscheinungen bemerkbar machen. Die praktischen Landwirte im schweizerischen Braunviehgebiet beurteilen daher ganz richtig, wie die eingangs besprochene Erhebung zeigt, die Mäharbeit im Paarzug für die braunen Kühe als eine *schwere* Arbeit.

Bei den *Simmentalerkühen* stellt sich das Verhältnis zwischen der *Zugkraft* und dem Zugkraftbedarf der Mähmaschine günstiger, allerdings auch nicht so, dass es bei schlechten Mähbedingungen auf die Dauer befriedigen könnte. Auch diese Feststellung wird durch die Ergebnisse meiner Umfrage in der Praxis bestätigt.

Dieser kurze Hinweis möge genügen, um auf das durch die Landmaschinentechnik zu lösende Problem der Anpassung des Zugkraftbedarfes der landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte an die normal vorhandene Dauerzugkraft der Kühe aufmerksam zu machen.

*b. Die Zugkraft auf der Standardstrecke von 400 m.*

Die Kenntnis der auf der Standardstrecke von 400 m verfügbaren, unterhalb der Grenze der Ueberanstregung liegenden Zugkraft, welche in der Landwirtschaft ebenfalls öfters nutzbar gemacht wird, gewährt einen weitem Einblick in die Eigenart der tierischen Arbeitsleistung.

Die folgende Tabelle 12 enthält die biometrisch ausgewerteten Ergebnisse meiner Versuchsmessungen.

**Die Zugkraft der Kühe auf der Standardstrecke von 400 m.**

*Tabelle 12.*

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Zugkraft kg	$\pm \sigma$	v	Min. kg	Max. kg
			M $\pm$ m				
S	Kühe . . . .	47	106,60 $\pm$ 2,050	14,053	13,18	80	130
B	Kühe . . . .	25	78,80 $\pm$ 1,943	9,716	12,33	60	100

Die errechneten Mittelwerte liegen bei beiden Versuchspopulationen erwartungsgemäss bedeutend über denjenigen für die Dauerzugkraft. Die Mehrleistung beträgt bei den Simmentalerkühen 33,30 kg oder 45% und bei den Braunviehkühen 19,20 kg oder 32%. Vergleicht man die absoluten Mittelwerte der Vertreter beider Rassen, so ergibt sich eine Differenz von 27,80  $\pm$  2,824, welche, nach ihrem mittleren Fehler beurteilt, als *wesentlicher* Rassenunterschied zu bezeichnen ist. Die Variabilität der Messwerte ( $\sigma$  und v) ist bei beiden Prüfungsreihen als verhältnismässig gross zu bezeichnen. Die beträchtlichen individuellen Unterschiede kommen bei den Messergebnissen der Standardstrecke von 400 m erwartungsgemäss deutlicher zum Ausdruck als in den auf der Standardstrecke von 3000 m gemessenen Zahlen.

Alle die Verteilung betreffenden Einzelheiten gehen aus den Variabilitätsmassen in Tabelle 12 hervor.

In Tabelle 13 werden die absoluten Mittelwerte, sowie die auf die Gewichtseinheit reduzierten Zugkraftwerte der Vertreter verschiedener Tierkategorien zum Vergleich dargelegt. Dabei dürften insbesondere die absoluten Zugkraftzahlen interessieren.

**Zugkraft der Vertreter verschiedener Tierkategorien auf der Standardstrecke von 400 m.**

*Tabelle 13.*

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Mittleres Lebendgewicht kg	Mittlere absolute Zugkraft kg	Zugkraft je 100 kg Lebendgewicht kg
S	Kühe . . . . .	47	670,30	106,60	15,90
B	Kühe . . . . .	25	578,92	78,80	13,61
S	Rinder . . . . .	3	611,30	96,70	15,82
B	Rinder . . . . .	4	540,20	67,50	12,50
S	Zuchtstiere . . . . .	2	1091,50	140,00	12,83
B	Zuchtstier . . . . .	1	916,00	130,00	14,19
B	Ochsen . . . . .	5	728,60	132,00	18,12
Ir	Pferde (Wallache).	2	492,00	110,00	22,36

Die absoluten Zugkraftwerte können unter Verwendung von Reibungskoeffizienten beziehungsweise Zugkraftbedarfszahlen in fortbewegte *Bruttolasten* umgerechnet und damit dem Praktiker veranschaulicht werden. Die Zugkraft von zwei 579 kg schweren *Braunviehkühen* würde z. B. nach den Angaben des Zugkraftbedarfes in Tabelle 11 ausreichen, um auf einer gewöhnlichen,

ebenen Schotterstrasse einen Wagen mit Gleitlager und Eisenbereifung mit einer Bruttolast von rund 31 q ohne anzuhalten 400 m weit zu ziehen. Einem Gespann von zwei 670 kg schweren *Simmentalerkühen* könnte am gleichen Wagen auf der gleichen Strecke eine Bruttolast von rund 42 q zugemutet werden und ein paar *Simmentalerzuchtstiere* (von je 1090 kg) würden eine Bruttolast von rund 56 q über die erwähnte Distanz bewegen. Diese Hinweise veranschaulichen die praktische Nutzbarmachung der Zugkraft des Rindes auf der betreffenden Versuchsstrecke.

Die auf 100 kg Lebendgewicht reduzierten Zugkraftwerte der Vertreter verschiedener Tierkategorien verhalten sich, relativ betrachtet, mit unbedeutenden Abweichungen ähnlich den auf der Standardstrecke von 3000 m erbrachten Zahlen (Tabelle 10). Diese Feststellung ist versuchstechnisch wichtig, weil demzufolge die Ergebnisse der Messungen auf der Standardstrecke von 400 m bereits einen zuverlässigen Maßstab für das relative Arbeitsleistungsvermögen der Tiere darstellen.

c. Die Zugkraft auf der Standardstrecke von 15 m.

Die Zugarbeiten in der Landwirtschaft sind, wie aus Untersuchungen von *Teichmann* (52), *Lipinski* (32), *Eibl* (7) u. a. hervorgeht, durch grosse Schwankungen des Zugkraftbedarfes gekennzeichnet. Der Hauptgrund für diese Schwankungen liegt in der Verschiedenartigkeit der Fahrbahn (Strasse, Feldweg, Wiese und Acker), sowie in der mannigfaltigen Beschaffenheit und Gestaltung des Bodens. Das Zugtier besitzt das Vermögen, auf relativ kurzen Wegstrecken verhältnismässig hohe Zugkräfte zu entfalten. Die tierische Zugkraft ist also durch eine weitgehende und rasche *Anpassungsfähigkeit* an die Schwankungen des zu überwindenden Zugwiderstandes charakterisiert. Die Ergebnisse der auf der Standardstrecke von 15 m vorgenommenen Messungen, welche in der Tabelle 14 zusammengestellt sind, liefern dafür einen zahlenmässigen Beweis.

Die Zugkraft der Kühe auf der Standardstrecke von 15 m.

Tabelle 14.

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Zugkraft kg	$\pm \sigma$	v	Min. kg	Max. kg
			M $\pm$ m				
S	Kühe . . .	47	177,94 $\pm$ 4,082	27,992	15,73	140	260
B	Kühe . . .	25	163,38 $\pm$ 4,324	21,618	13,23	120	200

Die vorstehenden Mittelwerte zeigen, dass die *Zugkühe* auf kurzen Wegstrecken zur Entfaltung relativ hoher Zugkräfte fähig sind. Erwartungsgemäss ist bei beiden Populationen die Streuung ( $\sigma$ ), d. h. die Variabilität innerhalb der Prüfungsreihen, gross. Wir haben es hier mit einer Beanspruchung des tierischen Organismus zu tun, welche von zahlreichen unmessbaren endogenen und ektogenen Einflüssen abhängt. Vor allem sind es psychische Momente, die sich bei dieser Beanspruchungsart auswirken und welche u. a. für die grosse Unausgeglichenheit der Messergebnisse verantwortlich zu machen sind. Der Beobachter wird bei der Durchführung dieser Messungen feststellen, wie fast jedes Zugtier gegenüber einer hohen Zugkraftanforderung in vermehrtem Masse individuell verschieden reagiert. Es spielen namentlich der *Arbeitswille* und die *Gewöhnung* der Tiere an diese Zugarforderungen auf kurze Distanz eine wichtige Rolle.

Um den Einfluss der Gewöhnung zahlenmässig erfassen zu können, habe ich mit einigen Tieren stichprobeweise Messungen auf der Strecke von 15 m zunächst an einem Ort durchgeführt, der den Tieren *unbekannt* war. Nachher wurden die gleichen Messungen an einem Ort vorgenommen, wo die Tiere vorher öfters schwere Lasten ziehen mussten. Die andern Arbeitsbedingungen blieben dabei unverändert beibehalten. Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind in der Tabelle 15 ersichtlich.

**Die Zugkraft auf der Strecke von 15 m bei ungewohntem und gewohntem Arbeitsort.**

Tabelle 15.

Rasse	Tier: Name, Metallmarke, Hornbrand	Zugkraft bei ungewohntem Arbeitsort <sup>1)</sup> kg	Zugkraft bei gewohntem Arbeitsort kg	Differenz	
				kg	%
S	Gritli, MM 359, Gruben-Saanen	154,75	174,75	+ 20	13
S	Rösi, MM 2066, Furttal . . .	153,00	185,25	+ 32,25	21
S	Heide, HB 225, Erlinsbach . .	113,25	165,25	+ 52	46
S	Lisi, HB 945, Uster . . . . .	118,75	157,50	+ 38,75	33
B	Lena, MM 1031, Bäretswil . .	124,25	147,00	+ 22,75	18

Auch das *Temperament der Zugtiere*, unter dem wir den äusserlich wahrnehmbaren Ausdruck der Erregbarkeit des gesamten Nervensystems verstehen (49), kommt bei dieser Höchstleistungsprüfung besonders stark zur Auswirkung. Die Differenz zwischen den Mittelwerten der Vertreter beider Rassen beträgt  $14,56 \pm 5,946$  kg Zugkraft. Eine gesicherte rassenbedingte Ueberlegenheit der Simmentalerkühe ist demzufolge nicht nachweisbar. Es machte sich bei dieser Prüfungsart meines Erachtens das etwas lebhaftere Temperament der Braunviehkühe geltend. Die braunen Kühe überboten auf der Standardstrecke von 15 m ihre mittlere Dauerzugkraft mit durchschnittlich  $103,78$  kg um  $174\%$ . Dagegen erhöhten die Simmentalerkühe ihre Dauerzugkraft um  $104,64$  kg oder  $143\%$ .

Die nachfolgende Tabelle 16 veranschaulicht die absolute und relative Höchstzugkraft der untersuchten Vertreter verschiedener Tierkategorien.

**Die Zugkraft der Vertreter verschiedener Tierkategorien auf der Standardstrecke von 15 m.**

Tabelle 16.

Rasse	Tierkategorie	Anzahl	Mittleres Lebendgewicht kg	Mittlere absolute Zugkraft kg	Zugkraft je 100 kg Lebendgewicht kg
S	Kühe . . . . .	47	670,30	177,94	26,55
B	Kühe . . . . .	25	578,92	163,38	28,22
S	Rinder . . . . .	3	611,30	180,92	29,60
B	Rinder . . . . .	4	540,20	170,12	31,49
S	Zuchtstiere . . . . .	2	1091,50	264,00	24,19
B	Zuchtstier . . . . .	1	916,00	291,00	31,77
B	Ochsen . . . . .	5	728,60	273,20	37,50
Ir	Pferde (Wallache) . .	2	492,00	187,40	38,09

Die in Tabelle 16 enthaltenen absoluten Zugkraftwerte zeugen von einer grossen, nutzbaren *Zugkraftreserve* der Versuchstiere. Diese Zugkraftreserve

<sup>1)</sup> Die Ergebnisse dieser Spezialuntersuchung wurden bei der Berechnung der Mittelwerte *nicht* berücksichtigt.

kommt beispielsweise schon beim Anziehen einer Last, wo das Mehrfache der normalen Zugkraft erforderlich ist, zur praktischen Nutzenanwendung. Die auf 100 kg Lebendgewicht bezogenen Zahlen lassen bei den Ochsen und Rindern den vermehrten Einfluss des Temperamentes auf die Zugkraftherzeugung hervortreten. Die Versuchskühe mussten in vielen Fällen mit Rücksicht auf den Trächtigkeitszustand bei dieser Prüfung etwas geschont werden, was in den Zahlen ebenfalls zum Ausdruck kommt.

Interessant ist ein Vergleich meiner Messergebnisse mit denjenigen von *Eibl* (7), welche bei Vertretern eines zu den Höhenrindern zählenden Arbeitsschlages (Kehlheimerschlag) ermittelt wurden. *Eibl* stellte bei 24 Untersuchungskühen auf kurzen, nicht standardisierten Strecken mit einem Federdynamometer eine *mittlere Höchstzugkraft* von 150,74 kg oder 33,5 kg je 100 kg Lebendgewicht fest. Die auf dreiseitige Nutzung gezüchteten Schweizerkühe dürfen sich mit ihren Kraftleistungen neben diesen Prüfungsergebnissen sehen lassen.

## 2. Die Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit stellt die bei gleichförmiger Bewegung in der *Zeiteinheit* (Sekunde) zurückgelegte *Wegstrecke* (in Zentimeter) dar. Sie berechnet sich als Quotient aus der Wegstrecke dividiert durch die Zeit (siehe Formel Seite 29). Die Kenntnis der Geschwindigkeit bildet eine Voraussetzung für die Beurteilung jeder Arbeitsleistung; denn erst durch sie erhält die Zugkraft ihren eigentlichen Nutzeffekt.

Die Untersuchung der Geschwindigkeit des arbeitenden Rindes ist insofern einfach, weil man es bei dieser Zügerart praktisch nur mit *einer* Gangart, dem *Schritt*, zu tun hat.

Die Geschwindigkeit der Gespanntiere steht unter dem Einfluss der *Fahrtechnik*. Ich konnte während den Messungen für die vorliegende Untersuchung die Beobachtung machen, dass die langsamen Gespanne fast ohne Ausnahme auch von langsam gehenden Gespannführern geführt waren. Ein Wechsel des Fahrers hätte aber, wie ich mich wiederholt überzeugte, bezüglich der Gängigkeit des Gespannes vorerst wenig geändert; denn die Tiere waren an ihre Ganggeschwindigkeit gewöhnt. Wir haben es hier mit einem Einfluss des Menschen auf die Arbeitsleistung der Tiere zu tun, mit dem allgemein zu rechnen ist. Man stellt daher bei derartigen Messungen meines Erachtens am besten auf die Grundlage der *gewohnheitsmässigen Geschwindigkeit* ab, welche die zuverlässigsten und praktisch richtigsten Ergebnisse gewährleistet. Da dieser Grundsatz bei allen meinen Messungen streng durchgehalten wurde und die *persönliche Kontrolle* jeglichen besonderen Antrieb der Tiere (erwähnte Fälle ausgenommen) ausschloss, können die vorliegenden Mittelwerte für die untersuchten Gespanntiere als charakteristisch bezeichnet werden.

### a. Die Geschwindigkeit auf der Standardstrecke von 3000 m.

Parallel zu den Messungen der *Dauerzugkraft* fanden exakte Wegstrecken- und Zeitmessungen statt. Durch Division der Zahlenwerte der gesamten Wegstrecke durch die Zahl der gesamten *reinen* Fahrzeit ergibt sich für jedes Untersuchungstier die mittlere Geschwindigkeit. Die folgende Tabelle enthält die bezüglichen biometrisch verarbeiteten Ergebnisse.

**Die Geschwindigkeit der Kühe auf der Standardstrecke von 3000 m.**

Tabelle 17.

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Geschwindigkeit cm/sec	± $\sigma$	v	Min. cm/sec	Max. cm/sec
			M ± m				
S	Kühe . . .	47	120,00 ± 2,335	16,006	13,34	90	160
B	Kühe . . .	25	128,00 ± 2,470	12,352	9,65	100	150

Die mittlere Geschwindigkeit der *Braunviehkühe* beträgt 128 cm/sec und übersteigt diejenige der *Simmentalerkühe* um 8 cm/sec. Diese Differenz ( $8 \pm 3,399$ ) ist kleiner als ihr dreifacher mittlerer Fehler und kann folglich *nicht* als gesicherter Rassenunterschied bezeichnet werden. Sowohl die absolute ( $\sigma$ ) als auch die relative (v) Variation dieser Masse erscheint bei beiden Rassen ziemlich gross. Dabei ist in Betracht zu ziehen, dass die Messungen im Paarzug vorgenommen wurden. Bei Untersuchungen im Einzugs würden die Masse noch mehr variieren.

Das verschiedenartige Temperament innerhalb und zwischen den beiden Rassen dürfte nach meiner Meinung als Hauptgrund für die grosse Unausgeglichenheit in der Geschwindigkeit bezeichnet werden.

Im weitem wird die Geschwindigkeit von der psychischen Einwirkung des *Hinweges*, bzw. des *Heimweges* auf das Tier beeinflusst. Der Landwirt weiss aus Erfahrung, dass die Gespanne nach einer längeren Arbeitsdauer im allgemeinen auf dem Heimweg rascher vorwärtsschreiten als auf dem Hinweg. Dies geht auch aus der folgenden Spezialuntersuchung deutlich hervor.

**Die Geschwindigkeit auf dem Hinweg und auf dem Heimweg.**

(Messungen auf einer Strecke von 1000 m bei 60 kg Zugkraft.)

Tabelle 18.

Rasse	Tier: Name, Metallmarke, Hornbrand	Geschwindigkeit Hinweg cm/sec	Geschwindigkeit Heimweg cm/sec	Differenz	
				cm/sec	%
S	Schimmel, HB 1298, Stammheimertal . . . . .	117,2	140,7	+ 23,5	20,0
S	Rösli, MM 192, Stammheimertal . . . . .	105,3	120,4	+ 15,1	14,3
B	Fink, MM 2869, Pfäffikon-Hittnau . . . . .	117,0	132,7	+ 15,7	13,4
B	Bärbel, MM2626, Pfäffikon-Hittnau . . . . .	122,9	146,1	+ 23,2	18,9

Durch die Wahl von Rundstrecken als Fahrrouten konnten in der Hauptuntersuchung die erwähnten Einwirkungen zum grössten Teil ausgeschaltet werden. Eine vollständige Eliminierung dieser psychischen Einflüsse liess sich aber unter den gestellten Voraussetzungen nicht an allen Orten durchführen, was bei der Beurteilung der Variabilität der vorliegenden Ergebnisse beachtet werden muss.

Die Arbeitsgeschwindigkeit der Vertreter verschiedener Tierkategorien beim Dauerzug ist aus nachfolgender Tabelle 19 ersichtlich. Diese Zahlen dürfen aber der geringen Tierzahl wegen nur mit Vorbehalten verallgemeinert werden.

**Die Geschwindigkeit der Vertreter verschiedener Tierkategorien auf der Standardstrecke von 3000 m.**

Tabelle 19.

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Mittlere Geschwindigkeit cm/sec
S	Rinder . . . . .	3	112
B	Rinder . . . . .	4	131
S	Zuchtstiere . . . . .	2	131
B	Zuchtstier . . . . .	1	124
B	Ochsen . . . . .	5	132
Ir	Pferde . . . . .	2	144

Auf die Herbeziehung fremder Vergleichszahlen muss ich verzichten, da die in der Literatur (48, 53) vorhandenen Angaben Ergebnisse von Gängigkeitskonkurrenzen darstellen, welche unter *anderen Voraussetzungen* erbracht worden sind. Die für meine Versuchskühe gefundenen Mittelwerte dürften aber, gleiche Fahrbahnverhältnisse vorausgesetzt, den in der Landwirtschaft anzutreffenden durchschnittlichen Arbeitsgeschwindigkeiten weitgehend entsprechen.

*b. Die Geschwindigkeit auf der Standardstrecke von 400 m.*

Bei allen Zugkraftmessungen auf der Standardstrecke von 400 m wurde auch die Geschwindigkeit der Tiere festgestellt. Die biometrisch verarbeiteten Zahlenwerte der Geschwindigkeit der Versuchskühe beim Schweren Zuge gehen aus der Tabelle 20 hervor.

**Die Geschwindigkeit der Kühe auf der Standardstrecke von 400 m.**

Tabelle 20.

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Geschwindigkeit cm/sec	$\pm \sigma$	v	Min. cm/sec	Max. cm/sec
			M $\pm$ m				
S	Kühe . . . .	47	118,30 $\pm$ 2,428	16,647	14,07	90	160
B	Kühe . . . .	25	126,60 $\pm$ 2,694	13,472	10,64	110	160

Die bei höchst zulässiger Belastung auf der Wegstrecke von 400 m aufgezeichnete mittlere Arbeitsgeschwindigkeit weist bei beiden Untersuchungsreihen gegenüber den in Tabelle 17 dargestellten Ergebnissen des Dauerzuges nur einen *geringen Rückgang* auf. Die Differenz zwischen den Mittelwerten beider Rassen beträgt  $8,30 \pm 3,627$ . Sie ist auch in diesem Falle rechnerisch nicht gesichert. Auf die Wiedergabe der bei den Vertretern der verschiedenen Zugtierkategorien auf dieser Strecke festgestellten Geschwindigkeiten kann an dieser Stelle verzichtet werden.

Aus dem Vergleich zwischen den Geschwindigkeitswerten beim Schweren Zug und denjenigen des Dauerzuges können wir bereits erkennen, dass *innerhalb bestimmter Grenzen weder die Wegstrecke noch die Zugkraftstufe einen entscheidenden Einfluss auf die Geschwindigkeit der Gespanne auszuüben vermögen*. Ich werde in einem besonderen Abschnitt näher auf diese Fragen eintreten.

*c. Die Geschwindigkeit auf der Standardstrecke von 15 m.*

Zum Vergleiche sei dargestellt, mit welcher Geschwindigkeit die Kühe unter Aufwendung der höchsten verfügbaren Zugkraft auf der Standardstrecke von 15 m arbeiten. Die auf Grund der Messergebnisse berechneten Mittelwerte und Variabilitätsmasse sind in Tabelle 21 zusammengestellt.

Die Geschwindigkeit der Kühe auf der Standardstrecke von 15 m.

Tabelle 21.

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Geschwindigkeit cm/sec		v	Min. cm/sec	Max. cm/sec
			M ± m	± σ			
S	Kühe . . .	47	137,21 ± 3,222	22,094	16,10	100	180
B	Kühe . . .	25	137,16 ± 3,595	17,976	13,10	100	180

Die mittlere Geschwindigkeit beim Höchstzug liegt bedeutend über derjenigen des Dauer- und des Schweren Zuges. Das Zugtier arbeitet, was auch in der Praxis beobachtet werden kann, bei einer schweren Last auf kurzem Wege im allgemeinen mit einer grösseren Geschwindigkeit. Hier fällt die hohe absolute Variabilität der Messergebnisse auf. Diese grosse Unausgeglichenheit konnte man voraussehen. Bei einer derart hohen Beanspruchung des Bewegungsapparates müssen sich die individuellen Unterschiede, namentlich diejenigen des Temperamentes, erwartungsgemäss deutlich kennzeichnen.

In der Tabelle 22 sind die mittleren Geschwindigkeitswerte der Vertreter verschiedener Tierkategorien aufgezeichnet. Auch diese Zahlen weisen gegenüber den auf der Standardstrecke von 3000 m erbrachten Werten (mit einer Ausnahme) eine Erhöhung auf. Allerdings sind diese Messergebnisse auch unter dem Gesichtspunkte der geringen Tierzahl zu betrachten.

Geschwindigkeit der Vertreter verschiedener Tierkategorien auf der Standardstrecke von 15 m.

Tabelle 22.

Rasse	Zugtierkategorie	Anzahl Tiere	Mittlere Geschwindigkeit cm/sec
S	Rinder . . . . .	3	124
B	Rinder . . . . .	4	146
S	Zuchtstiere . . . . .	2	138
B	Zuchtstier . . . . .	1	150
B	Ochsen . . . . .	5	125
Ir	Pferde . . . . .	2	146

Die Ergebnisse der Messungen auf der vorliegenden Standardstrecke sind ein Beweis für die grosse Anpassungsfähigkeit des Schweizer Rindes an besondere Arbeitsbedingungen.

### 3. Die Leistung.

Die *mechanische Leistung*, welche die von einer Kraft in der Zeiteinheit verrichtete Arbeit darstellt, dient neben der Zugkraft und der Geschwindigkeit als Maßstab für die Beurteilung des tierischen Arbeitsleistungsvermögens. Dieser Maßstab schliesst die beiden Faktoren Zugkraft und Geschwindigkeit in sich ein. Die Einheit zur Bemessung der mechanischen Leistung ist in der *Pferdestärke* (PS = 75 mkg/sec) gegeben.

#### a. Die Leistung auf der Standardstrecke von 3000 m (Dauerleistung).

Auf Grund der Ergebnisse der Zugkraft- und der Geschwindigkeitsmessungen ergeben sich für die Untersuchungskühe die nachfolgenden mittleren *Dauerleistungen*.



**Die Leistung der Kühe auf der Standardstrecke von 3000 m.**

*Tabelle 23.*

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Leistung PS	± σ	v	Min. PS	Max. PS
			M ± m				
S	Kühe . . . . .	47	1,1700 ± 0,02681	0,1838	15,71	0,80	1,60
B	Kühe . . . . .	25	1,0156 ± 0,03039	0,1519	14,96	0,80	1,40

Die *Simmentalerkühe* weisen eine durchschnittliche *Dauerleistung* von 1,17 PS auf. Demgegenüber leisten die *braunen Kühe* unter gleichen Voraussetzungen durchschnittlich rund 1,02 PS. Die Differenz von 0,1544 ± 0,0405 PS stellt einen *gesicherten Unterschied* zwischen den Vertretern beider Rassen dar und kann grösstenteils auf die Ueberlegenheit der Simmentalerkühe hinsichtlich ihrer Körperkraft überhaupt zurückgeführt werden. Die im Vergleich zu der absoluten Zugkraft und der Geschwindigkeit grössere Variation (v) dürfte vor allem daher rühren, dass die Zugkraft und die Geschwindigkeit als Ausgangsfaktoren der Leistung unabhängig voneinander variieren.

Die für die Versuchskühe berechnete mittlere Dauerleistung, welche für die Vertreter beider Rassen die beträchtliche Höhe von 1 PS übersteigt, ist auch im Vergleich zu den in der folgenden Tabelle ersichtlichen Leistungen der untersuchten Vertreter *anderer Zugtierkategorien* als relativ *hoch* zu bezeichnen.

**Die Leistung der Vertreter verschiedener Tierkategorien auf der Standardstrecke von 3000 m.**

*Tabelle 24.*

Rasse	Zugtierkategorie	Anzahl Tiere	Mittlere Leistung PS
S	Rinder . . . . .	3	0,96
B	Rinder . . . . .	4	0,98
S	Zuchtstiere . . . . .	2	1,57
B	Zuchtstier . . . . .	1	1,40
B	Ochsen . . . . .	5	1,50
Ir	Pferde . . . . .	2	1,44

Die ausschliesslich zum Zwecke des Gespanndienstes gehaltenen Zugtiere (Pferd, Zugochse) erweisen sich demnach hinsichtlich ihrer absoluten Arbeitsleistung auf der Standardstrecke von 3000 m den Kühen gegenüber nicht in dem Masse überlegen, wie man vielfach annimmt. *Die Ueberlegenheit von Zugpferd und Zugochse kommt vielmehr in einer bedeutend längeren täglichen Arbeitsdauer zum Ausdruck.*

*b. Die Leistung auf der Standardstrecke von 400 m (Schwere Leistung).*

Die auf dieser Standardstrecke festgestellte verfügbare *Zugkraft* und die bei dieser *Belastung* ermittelte *Geschwindigkeit* dienen in analoger Weise als Grundlagen für die Berechnung der vollbrachten *Leistung*.

**Die Leistung der Kühe auf der Standardstrecke von 400 m.**

*Tabelle 25.*

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Leistung PS	± σ	v	Min. PS	Max. PS
			M ± m				
S	Kühe . . . . .	47	1,6832 ± 0,04734	0,3246	19,28	1,10	2,30
B	Kühe . . . . .	25	1,3252 ± 0,04630	0,2315	17,47	1,00	1,80

Die weiblichen Vertreter der Simmentalerrasse leisteten im Mittel auf der Wegstrecke von 400 m 1,68 Pferdestärken. Die Braunviehkühe wiesen unter den gleichen Bedingungen eine mittlere Leistung von 1,32 PS auf. Die Differenz von  $0,3580 \pm 0,0662$  PS stellt einen gesicherten Rassenunterschied dar und wird, wie es bei der Dauerleistung der Fall war, durch die höhere Körperkraft der Simmentalerkühe bedingt. Die mittlere Leistung auf der vorliegenden Wegstrecke weist gegenüber der Dauerleistung eine beträchtliche Erhöhung auf. Diese Zunahme beträgt z. B. für die Simmentalerkühe 0,5132 PS oder 43,9%. Die Zugkühe können demnach auf verhältnismässig kurzen Wegstrecken ihre Kraftentfaltung zu ganz bedeutenden Leistungen steigern. Darin liegt eine charakteristische Eigenart der animalen Arbeitsleistung.

c. Die Leistung auf der Standardstrecke von 15 m (Höchstleistung).

Die auf der Standardstrecke von 15 m in der Zeiteinheit geleistete maximale Zugarbeit bildet einen Ausdruck für die mechanische Leistungsreserve der Zugtiere, welche für aussergewöhnliche Anforderungen mobil gemacht werden kann. Ich habe für die untersuchten Kühe folgende Mittelwerte und Variabilitätsmasse berechnet.

Die Leistung der Kühe auf der Standardstrecke von 15 m. Tabelle 26.

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Leistung PS	$\pm \sigma$	v	Min. PS	Max. PS
			M $\pm$ m				
S	Kühe . . . . .	47	3,3291 $\pm$ 0,13434	0,9211	27,67	2,00	6,00
B	Kühe . . . . .	25	2,9864 $\pm$ 0,10603	0,5302	17,75	1,60	4,40

Die mittlere Höchstleistung der Simmentalerkühe beträgt 3,33 PS. Im Vergleich mit der auf der Standardstrecke von 3000 m verfügbaren Leistung bedeutet dies eine Leistungszunahme von 2,16 PS oder 184,54%. Die Braunviehkühe leisten unter gleichen Voraussetzungen 2,99 Pferdestärken und überbieten damit ihre eigenen Dauerleistungswerte um 1,97 PS oder 194,05%. Die Differenz zwischen den Mittelwerten der Vertreter beider Rassen ( $0,3427 \pm 0,1711$ ) ist, wie der mittlere Fehler der Differenz bestätigt, rechnerisch nicht gesichert. Die sehr grosse Variabilität der beiden Vergleichsreihen erklärt sich, wenn man ihre Teilkomponenten betrachtet. Sowohl die Zugkraft wie die Geschwindigkeit weisen auf dieser Strecke grosse Schwankungen auf. Die etwas grössere Unausgeglichenheit in der Leistung der Simmentalerkühe (v) kann nach meiner Ansicht auf die beträchtlichen individuellen Unterschiede der Vertreter dieser Rasse im Temperament und im Lebendgewicht zurückgeführt werden.

In der Tabelle 27 sind die Höchstleistungen der Vertreter anderer Tierkategorien ersichtlich.

Die Leistung der Vertreter verschiedener Tierkategorien auf der Standardstrecke von 15 m Tabelle 27.

Rasse	Zugtierkategorie	Anzahl Tiere	Mittlere Leistung PS
S	Rinder . . . . .	3	3,04
B	Rinder . . . . .	4	3,29
S	Zuchtstiere . . . . .	2	4,89
B	Zuchtstier . . . . .	1	5,82
B	Ochsen . . . . .	5	4,53
Ir	Pferde . . . . .	2	3,64

Auffallend bei diesen Vergleichszahlen sind die absolut und relativ hohen Leistungswerte der *Zuchtstiere* und *Zugochsen*. Es handelt sich dabei um Zugtiervertreter, welche dank ihres grossen Lebendgewichtes über eine beträchtliche absolute Zugkraft verfügen und eine gute Ganggeschwindigkeit aufweisen.

Zusammenfassend können wir festhalten, dass die auf dieser kurzen Strecke ermittelten hohen absoluten mechanischen Leistungen für die untersuchten Kühe wie für die andern Untersuchungstiere eine *unerwartet hohe Leistungsfähigkeit* nachweisen. Die Leistungsreserven sichern der tierischen Zugkraft für die landwirtschaftlichen Zugarbeiten grosse Vorzüge. Aus der hohen *Variabilität* der Höchstleistung ist jedoch die Folgerung zu ziehen, dass bei der Beurteilung der tierischen Arbeitsleistung (z. B. bei Leistungsprüfungen) dieser Leistungsform keine entscheidende, sondern neben den auf langen Strecken erbrachten Messergebnissen nur eine *ergänzende Rolle* beigemessen werden darf.

#### 4. Die Rück- und Nebenwirkungen der geforderten Arbeit auf den Tierkörper.

Im Anschluss an die Besprechung der absoluten Messwerte stellt sich die Frage, ob die im Versuch geforderten Leistungen tatsächlich nutzbar gemacht wurden, ohne dass der Tierkörper diese als Ueberanstrengung empfand.

Bei der Beurteilung der nachfolgend beschriebenen Reaktionserscheinungen ist zu beachten, dass wir es hier mit dem *Gesamteinfluss* der zweistündigen Arbeitsleistung zu tun haben. Während dieser Arbeitsdauer (Ruhepausen inbegriffen) wurde von den Kühen durchschnittlich eine gesamte Wegstrecke von rund *6000 m* zurückgelegt. Die mittlere mechanische Leistung auf dieser Strecke dürfte, wenn ich die durchschnittliche Beanspruchung bei den Prüfungen auf allen drei Standardstrecken in einer Zahl ausdrücke, ungefähr der ermittelten *Dauerleistung* (*Simmentalerkühe* = 1,2 PS, *Braunviehkühe* = 1,0 PS) entsprechen.

##### a. Der Einfluss der zweistündigen Tagesarbeitsleistung auf die Milchsekretion.

Die Frage, ob die zweistündige Arbeitsleistung dem tierischen Organismus ohne Nachteil zugemutet werden kann, lässt sich am objektivsten an der Einwirkung der Körperbeanspruchung auf die Funktion der *Milchdrüse* beantworten. Eine Ueberbelastung der motorischen Körperelemente müsste sich, wie *Henkel* (18), *Stillich* (51), *Morgen* (35) und *Dolgich* (6) in ihren Untersuchungen zeigten, in einem Rückgang der Milch- und Milchfettmenge geltend machen. Mit der Durchführung der Milchkontrolle wurde auch in meinem Falle bei allen in Laktation stehenden Untersuchungskühen die Voraussetzung geschaffen, um die zweistündige Arbeitsleistung hinsichtlich ihrer Rückwirkung auf die Milchproduktion zu verfolgen.

Nach *Koláčěk* (26) macht sich der Einfluss der Zugarbeit in den Gemelken schon am *Abend nach* der Beanspruchung und hauptsächlich am *nächsten Tage früh* geltend. Nach dem erwähnten Autor sollen aber die Milchleistung und die Fettproduktion 24 Stunden nach Beendigung der Arbeit wieder vollständig auf die Norm ausgeglichen sein.

Gestützt auf diese Forschungsergebnisse, betrachte ich die Summe der zwei Gemelke, welche der Arbeitsleistung folgen (*Arbeitstag-Abend*, folgender *Tag früh*) als *den unter dem Arbeitseinfluss stehenden Tagesmilchertrag*. Diesem Tagesertrag sei bei jeder unter Laktation stehenden Kuh der durchschnittliche Milchertrag der vorgängigen und nachfolgenden Kontrolltage *ohne* Arbeitseinfluss gegenübergestellt. Dabei wird wie oben die Summe der Abend- und

der Morgengemelke als Tagesertrag betrachtet. Auf dieser Grundlage kann der *mittlere Einfluss* der zweistündigen Tagesleistung auf die *Milch- und Milchfettmenge* nach der folgenden Formel berechnet werden:

$$D = \frac{(M_1 - M'_1) + (M_2 - M'_2) + \dots + (M_n - M'_n)}{n}$$

D = Mittlere Differenz als Ursache der Arbeitsverwendung.

M<sub>1</sub> = Tagesmilchertrag (beziehungsweise Tagesmilchfettertrag) unter dem Einfluss der Arbeitsleistung.

M'<sub>1</sub> = Mittlerer Tagesmilchertrag (beziehungsweise Tagesmilchfettertrag) ohne Arbeits-einfluss.

n = Anzahl Tiere.

Für die Berechnung des durchschnittlichen Tagesmilch- beziehungsweise Tagesmilchfettertrages ohne Arbeitseinfluss wurden die Gemelke von je zwei Tagen vor und nach dem Tag der Arbeitsleistungsprüfungen berücksichtigt. Auf diese Weise konnte dem durch die Laktationsdauer bedingten Milchrückgang Rechnung getragen werden. Die nach dem dargelegten Verfahren berechneten Ergebnisse finden in der Tabelle 28 ihre Wiedergabe.

**Der mittlere Einfluss der zweistündigen Tagesarbeitsleistung auf die Milch- und Milchfettmenge.**

Tabelle 28.

Kühe in Laktation	Anzahl Tiere	Mittlere Milch- und Milchfettleistung je Tag ohne Zugarbeitseinfluss		Mittlerer Einfluss der zweistündigen Arbeitsleistung			
		Milch kg	Fett kg	Milchmenge je Tag		Fettgehalt je Tag (absolut)	
				Mittlere Abnahme kg	%	Mittlere Zunahme kg	%
S Kühe . . . . .	41	11,140	0,475	0,1383	1,24	0,00061	0,13
B Kühe . . . . .	24	12,610	0,526	0,2333	1,85	0,00302	0,57
Summe und Mittel aller Kühe . .	65	11,680	0,493	0,1734	1,485	0,00150	0,30

Die Tagesmilchmenge der *Simmentalerkühe* erfuhr unter dem Einfluss der *zweistündigen Arbeitsleistung* eine Verminderung von *0,1383 kg*. Demgegenüber reagierten die *Braunviehkühe* mit einem *Milchausfall* von *0,2333 kg*. Die Ursache für den grösseren Milchrückgang der Vertreter der Braunviehrasse dürfte hauptsächlich auf Witterungs- (Temperatur-) Einflüsse zurückzuführen sein. Die mittlere Schattentemperatur, welche zur Zeit der Prüfungen der Braunviehkühe registriert wurde, betrug *19° C*, wogegen die Simmentalerkühe zufolge der vorgeschrittenen Jahreszeit bei einer mittleren Schattentemperatur von *15° C* arbeiteten. Der mittlere Milchrückgang aller in Laktation stehenden Kühe, welche während den Untersuchungen einen durchschnittlichen *Tagesmilchertrag* (ohne Arbeitseinfluss) von *11,680 kg* aufwiesen, erreichte die geringe Höhe von *0,173 kg* oder rund *1,5 %*. Die absolute Milchfettmenge wurde trotz des etwas kleiner gewordenen Quantums Milch unter der Einwirkung der Arbeitsleistung eher *verbessert*. Die in der letzten Kolonne der Tabelle 28 aufgezeichneten Ergebnisse, die allerdings innerhalb der Fehlergrenze liegen, deuten eher auf einen *günstigen Einfluss* der Körperbewegung auf die Qualität der Milch hin. Dies gilt natürlich nur solange, als die Tiere nicht überanstrengt werden.

Ich fasse die Ergebnisse der Milchleistungskontrolle wie folgt zusammen: Die Milchmenge erfuhr unter dem Einfluss der zweistündigen Arbeitsleistung eine unbedeutende Abnahme. Die absolute Milchfettmenge dagegen wurde nicht vermindert. Die geringe Beeinträchtigung der Milchsekretion durch die Arbeit zeigt, dass die festgestellten Leistungen unter den besprochenen Arbeitsbedingungen tatsächlich ohne Ueberanstrengung der Tiere gefordert werden konnten.

*b. Der Einfluss der zweistündigen Tagesarbeitsleistung auf die Pulsfrequenz und die Körpertemperatur.*

Die Pulszahl und die Körpertemperatur wurden bei allen Untersuchungstieren unmittelbar vor Beginn, sowie kurz nach Beendigung der zweistündigen Arbeitsleistung festgestellt. Die Ergebnisse der bei den Kühen durchgeführten Messungen sind in der Tabelle 29 enthalten.

**Die Pulsfrequenz und die Körpertemperatur der Versuchskühe vor und nach der zweistündigen Tagesarbeitsleistung.**

*Tabelle 29.*

Untersuchungs- tiere	Anzahl Tiere	Pulszahl je Minute				Körpertemperatur (Grad Celsius)			
		vor der Arbeits- leistung	nach der Arbeits- leistung	Differenz		vor der Arbeits- leistung	nach der Arbeits- leistung	Differenz	
				absolut	%			absolut	%
S Kühe . . .	47	71,79	89,45	+ 17,66	24,60	38,73	39,50	+ 0,77	2,00
B Kühe . . .	25	71,68	88,20	+ 16,52	23,05	38,74	39,96	+ 1,22	3,16
Summe u. Mittel aller Kühe .	72	71,75	89,01	+ 17,26	24,06	38,73	39,66	+ 0,93	2,38

Die *Pulsfrequenz* weist im Mittel aller Untersuchungskühe vor den Zugarbeitsmessungen 72 Schläge je Minute auf. Die unmittelbar nach der zweistündigen Zugbeanspruchung festgestellte Pulszahl beträgt 89 Schläge. Die Differenz von 17 Pulsschlägen in der Minute entspricht einer Erhöhung von 24%, welche zum grössten Teil als Einfluss der Arbeitsleistung zu betrachten ist. Dieser Einfluss liegt, soweit mir die zur Verfügung stehenden Zahlen der Literatur einen Vergleich ermöglichen, innerhalb der Grenzen einer normalen, arbeitsbedingten Pulserhöhung. Nach Nörr (49) beträgt die Pulsfrequenz der Kuh im Zustand der Ruhe 55—80 Schläge. Die durch eine anstrengende Muskelarbeit verursachte Erhöhung wird mit 20—30 Schlägen in der Minute angegeben.

Die *Körpertemperatur* stieg, im Rektum gemessen, im Durchschnitt aller Kühe während der Zugarbeit am Messwagen von 38,73° C auf 39,66° C, d. h. um 0,93° C oder 2,38%. Die Braunviehkühe wiesen in Bezug auf die Körpererwärmung eine über dem Durchschnitt liegende Reaktion (1,22° = 3,16%) auf. Diesem Unterschied ist deswegen keine besondere Bedeutung beizumessen, weil sich nach meinem Dafürhalten hier auch die höhere Schattentemperatur zur Zeit der Messungen (vergleiche Seite 44) geltend macht. Die normalen physiologischen Temperaturgrenzen werden von Wirth (49) im Ruhezustand und bei mittlerer Aussentemperatur für das Rind mit 37,5° C bis 39,5° C angegeben. Bei einer länger dauernden Körperbewegung beträgt die Erhöhung nach Münzner (12) 0,7—1,7° C. Die Erhöhung der Körpertemperatur der Kühe bewegt sich demnach in meinen Untersuchungen innerhalb normaler Grenzen. Auffällige Ueberanstrengungserscheinungen waren keine festzustellen.

Die kombiniert gezüchteten Schweizer Rinder sind demnach bei gutem Arbeitstraining zu den von mir geforderten Leistungen fähig, ohne physiologisch überanstrengt zu werden.

## B. Der Einfluss einiger Körpereigenschaften und -merkmale auf die Arbeitsleistung.

Gegenstand nachstehender Betrachtungen bildet die Frage, inwieweit das Arbeitsleistungsvermögen der Tiere von der Ausgestaltung einiger morphologischer und physiologischer Körpereigenschaften abhängig erscheint. Die Kenntnis allfälliger Beziehungen zwischen Körpereigenschaften und Arbeitsleistungsvermögen stellt eine wertvolle Ergänzung der im vorangehenden Abschnitt vorgelegten absoluten Leistungen dar. Sie befähigt uns, die Variation der Leistungswerte teilweise zu erklären und aus der Ausgestaltung bestimmter Körpereigenschaften auf das Arbeitsvermögen der Tiere Rückschlüsse zu ziehen.

Eine umfassende Abklärung der genannten Frage setzt das Vorhandensein eines ausgewählten Untersuchungsmaterials voraus. Die Auswahl der Untersuchungstiere konnte für die vorliegende Arbeit nicht ausschliesslich unter dem Gesichtspunkte dieser Sonderfrage erfolgen. Aus diesem Grunde ist eine abschliessende Bearbeitung der erwähnten Abhängigkeitsverhältnisse im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich. Sie beschränkt sich vielmehr nur auf die Untersuchung einiger Beziehungen, deren Kenntnis als besonders wichtig erscheint.

### 1. Der Einfluss auf die Zugkraft.

#### a. Das Lebendgewicht.

In den nachfolgenden Ausführungen soll auf exakter Grundlage untersucht werden, ob und inwieweit zwischen dem Lebendgewicht und der geleisteten Zugkraft der Arbeitskühe gewisse Beziehungen bestehen. Der Landwirt gibt dort, wo grosse Kraftleistungen erforderlich sind, von sich aus den *schweren Zugtieren* den Vorzug. Diese Erfahrungstatsache würde für ein bestehendes Abhängigkeitsverhältnis zwischen Körpergewicht und absoluter Zugkraft sprechen.

Die erste nachfolgende Berechnung soll sich auf den Einfluss des *Lebendgewichtes* auf die Dauerzugkraft (Meßstrecke 3000 m) beziehen.

Zur zahlenmässigen Erfassung der Abhängigkeit der Dauerzugkraft vom Lebendgewicht berechne ich zunächst den *einfachen Korrelationskoeffizienten* zwischen diesen beiden Variablen. Die Berechnungen erfolgen nach Rassen getrennt. Dabei bediene ich mich folgender von *H. A. Wallace und G. W. Snedecor* (54) angegebenen Formel:

$$r_{AX} = \frac{\sum AX - \frac{\sum A \sum X}{n}}{\sqrt{\sum A^2 - \frac{(\sum A)^2}{n}} \sqrt{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}}$$

Es bedeuten:

$r_{AX}$  = Korrelationskoeffizient zwischen den Variablen A und X.

A = unabhängige Variable (Lebendgewicht).

X = abhängige Variable (Zugkraft).

n = Anzahl Individuen.

$\sum$  = Summazeichen.

Die erhaltenen Korrelationswerte sind in der Tabelle 30 zusammengestellt.

**Einfache Korrelationskoeffizienten zwischen dem Lebendgewicht und der Dauerzugkraft.**  
Tabelle 30.

Untersuchungstiere	Symbol	Anzahl Tiere	Koeffizient	Bemerkungen betreffend statistischer Zuverlässigkeit <sup>1)</sup>
S Kühe. . . . .	rAX	47	0,5381	hoch gesichert (1 % — Punkt)
B Kühe. . . . .	rAX	25	0,4401	gesichert (5 % — Punkt)

Die beiden Koeffizienten der Tabelle 30 bestätigen also tatsächlich die Ansicht der landwirtschaftlichen Praktiker, wonach die absolute Höhe der Zugkraft mit dem Körpergewicht der Tiere korreliert ist. Die gesicherte Abhängigkeit der Dauerzugkraft vom Lebendgewicht der Kühe wird mittels der Korrelationsrechnung als lineare Funktion gemessen.

Zur näheren Untersuchung der festgestellten Beziehung berechne ich für verschiedene Gewichtsklassen die mittlere Dauerzugkraft. Die Ergebnisse dieser für die Vertreter beider Rassen getrennt durchgeführten Rechnung sind aus den Tabellen 31 und 32 ersichtlich. Ich füge der Vollständigkeit halber den empirischen Zahlen auch noch die für die verschiedenen Klassen berechneten Regressionswerte (Y) bei. Die Erklärung für die Berechnung der Regression folgt auf Seite 49.

**Die Zugkraft der Simmentalerkühe auf der Standardstrecke von 3000 m bei verschiedenem Lebendgewicht.**

Tabelle 31.

Gewichtsklasse. . . . . kg	575	625	675	725	775
Anzahl Tiere je Klasse . . . . .	4	14	14	8	7
Mittlere Zugkraft je Klasse . . kg	65,0	70,0	74,3	76,2	79,3
Lineare Regression (Y) . . . . .	67,54	70,56	73,58	76,60	79,62

**Die Zugkraft der Braunviehkühe auf der Standardstrecke von 3000 m bei verschiedenem Lebendgewicht.**

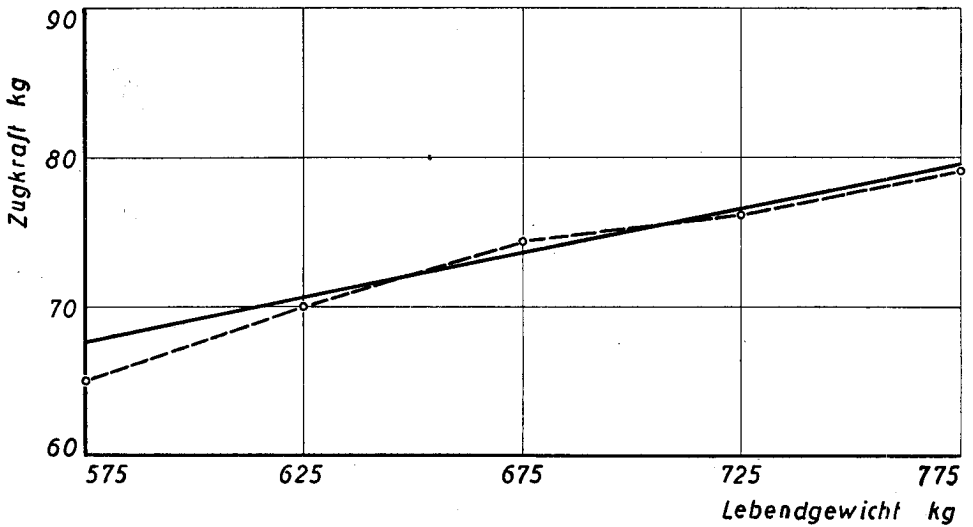
Tabelle 32.

Gewichtsklasse. . . . . kg	525	575	625
Anzahl Tiere je Klasse . . . . .	8	10	7
Mittlere Zugkraft je Klasse . . kg	56,9	60,0	62,10
Lineare Regression (Y) . . . . .	57,05	59,42	61,80

Die in den Tabellen 31 und 32 enthaltenen Werte werden in den nachstehenden Abbildungen 2 und 3 auch noch graphisch veranschaulicht.

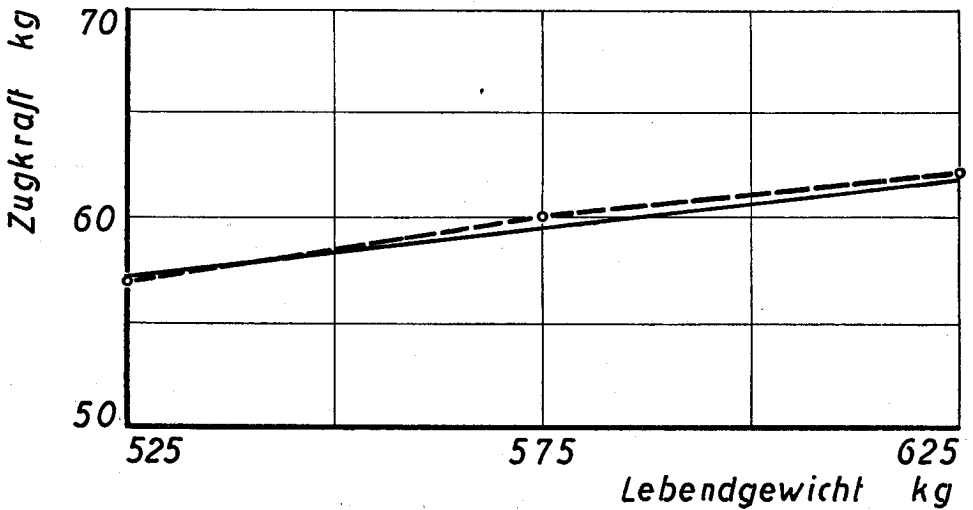
<sup>1)</sup> Die Zuverlässigkeit eines Korrelationskoeffizienten wird durch seinen mittleren Fehler bestimmt, der vom absoluten Wert des Koeffizienten und von der Anzahl der Messungen, aus der er berechnet wurde, abhängt. Die Prüfung erfolgte durch Vergleich mit den von H. A. Wallace und G. W. Snedecor zusammengestellten Minimalkoeffizienten, die bei einer gegebenen Individuenanzahl (n — 2) noch als statistisch gesichert zu betrachten sind. Nach diesen Autoren beträgt der geringste noch gesicherte r-Wert (5 % — Punkt) für (n — 2) = 45 = 0,288 und für (n — 2) = 23 = 0,396.

Abbildung 2.



Mittlere Zugkraft der Simmentalerkühe auf der Standardstrecke von 3000 m bei verschiedenem Lebendgewicht.

Abbildung 3.



Mittlere Zugkraft der Braunviehkühe auf der Standardstrecke von 3000 m bei verschiedenem Lebendgewicht.



Die neben den empirischen Kurven eingezeichneten Geraden stellen die auf den Mittelwert bezogenen *Regressionslinien* dar. Da in beiden Fällen die Beziehung innerhalb des Messbereiches tatsächlich linear erscheint, wurde die Regression aus den entsprechenden Korrelationskoeffizienten nach der Formel

$$\bar{x} = M_X + r_{AX} \frac{\sqrt{\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}}}{\sqrt{\Sigma A^2 - \frac{(\Sigma A)^2}{n}}} (A - M_A)$$

berechnet.

Dabei bedeuten:

- $\bar{x}$  = Regressionswert (zu erwartender Wert der abhängigen Variablen bei einem bestimmten Wert der unabhängigen Variablen).
- $M_X$  = Mittelwert der abhängigen Variablen (mittlere Zugkraft).
- $M_A$  = Mittelwert der unabhängigen Variablen (mittleres Lebendgewicht).
- $r_{AX}$  = Korrelationskoeffizient zwischen den beiden Variablen.

Innerhalb der Grenzen von 575 bis 775 kg Lebendgewicht entspricht also bei den Simmentalerkühen einer Zunahme des Körpergewichtes um 100 kg eine *Erhöhung der mittleren Dauerzugkraft von 6,04 kg*. Demgegenüber nimmt bei den *Braunviehkühen* im Bereich von 525—625 kg Lebendgewicht die Dauerzugkraft um *4,75 kg je 100 kg Lebendgewicht* zu. Die rechnerische Ueberprüfung dieser Differenz ergibt, dass der scheinbar verschiedenartige Verlauf der Regressionslinie bei den Simmentaler- und bei den Braunviehkühen *zufälliger Art* ist, d. h., dass innerhalb der Versuchsbeanspruchung in der *Beziehung zwischen Lebendgewicht und Zugkraft kein rassenmässiger Unterschied zutage trat*.

Der Grund für den linearen Verlauf der obenstehenden Regressionslinien dürfte nach meiner Auffassung in der Beschränkung des Messbereiches liegen. Beim Einbezug von extremen Gewichtsvarianten würde zwischen Lebendgewicht und Dauerzugkraft wahrscheinlich eine andere, nicht lineare Beziehung resultieren.

Die Ergebnisse dieser Darlegungen, welche die Abhängigkeit der Dauerzugkraft vom Lebendgewicht einwandfrei nachweisen, berechtigen zur Annahme, dass auch die Grösse der beim Schweren Zug (Standardstrecke 400 m) verfügbaren Zugkraft vom Lebendgewicht der Tiere abhängig ist. Es wird daher auf die Ermittlung der Korrelationskoeffizienten verzichtet und die Regression direkt aus der mittleren Zugkraft jeder Gewichtsklasse berechnet. Für die Berechnung der linearen Regression diene mir folgende von Fisher (13) angegebene Gleichung:

$$Y = \bar{y} + b (x - \bar{x})$$

Der *Regressionskoeffizient* (b) ergibt sich dabei aus dem Quotienten:

$$b = \frac{\Sigma y (x - \bar{x})}{\Sigma (x - \bar{x})^2}$$

Dabei bedeuten:

- $Y$  = Regressionswert.
- $\bar{y}$  = Mittelwert der emp. Klassenmittelwerte (Zugkraft).
- $b$  = Regressionskoeffizient.
- $x$  = Nummern der Klasse.
- $\bar{x}$  = Mittelwert aller Klassennummern.
- $\Sigma$  = Summazeichen.

Für die Simmentalerkühe wurde neben der linearen auch eine gekrümmte, auf den Mittelwert bezogene Regressionslinie (Tabelle 33) nach der Gleichung (13)

$$Y = \bar{y} + b_1 (x - \bar{x}) + b_2 (\log x - \overline{\log x})$$

berechnet. Dabei wurden die verschiedenen Klassenfrequenzen mitberücksichtigt.

Es bedeuten:

- $\frac{Y}{y}$  = Regressionswert.
- $\frac{\bar{y}}{y}$  = Mittelwert aller  $y$ -Werte.
- $b_1$  u.  $b_2$  = Regressionskoeffizienten.
- $\frac{x}{x}$  = Nummern der Klassen.
- $\frac{\bar{x}}{x}$  = Mittelwert der Klassennummern.
- $\frac{\log x}{\log x}$  = Log. der Klassennummern.
- $\frac{\overline{\log x}}{\log x}$  = Mittelwert der Log. der Klassennummern.

Die entsprechenden Klassenmittelwerte und Regressionswerte sind in den Tabellen 33 und 34 zusammengestellt.

**Die Zugkraft der Simmentalerkühe auf der Standardstrecke von 400 m bei verschiedenem Lebendgewicht.**

*Tabelle 33.*

Gewichtsklasse . . . . . kg	575	625	675	725	775
Anzahl Tiere je Klasse . . . . .	4	14	14	8	7
Mittlere Zugkraft je Klasse . . kg	90,0	100,0	108,6	112,5	118,6
Lineare Regression (Y) . . . . .	92,00	98,97	105,94	112,91	119,88
Gekrümmte Regression (Y) . . . .	89,59	100,53	107,76	113,47	118,35

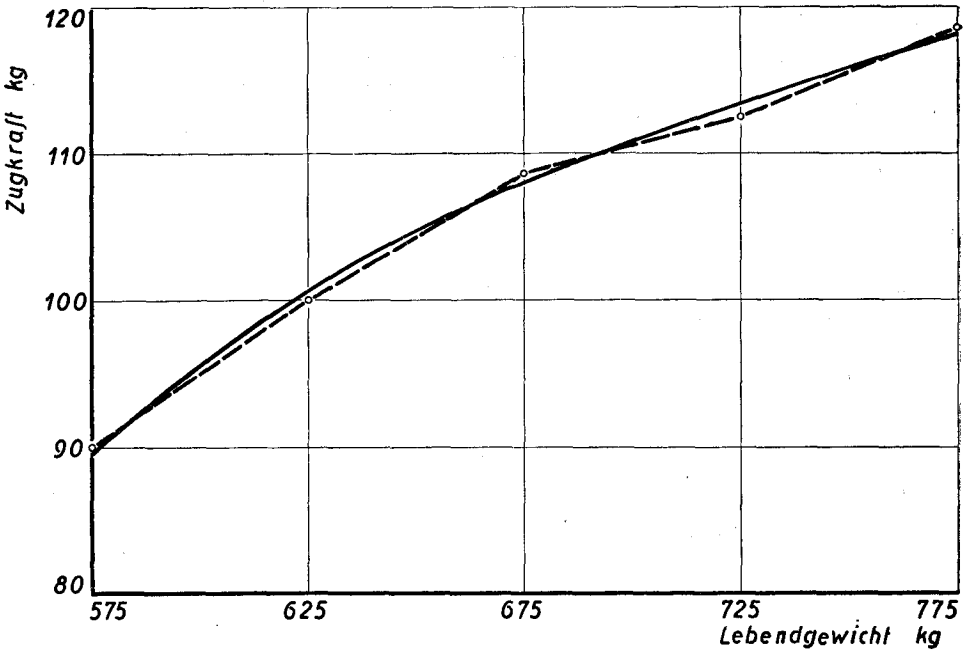
**Die Zugkraft der Braunviehkühe auf der Standardstrecke von 400 m bei verschiedenem Lebendgewicht.**

*Tabelle 34.*

Gewichtsklasse . . . . . kg	525	575	625
Anzahl Tiere je Klasse . . . . .	8	10	7
Mittlere Zugkraft je Klasse . . kg	73,7	80,0	84,3
Lineare Regression (Y) . . . . .	74,03	79,33	84,63

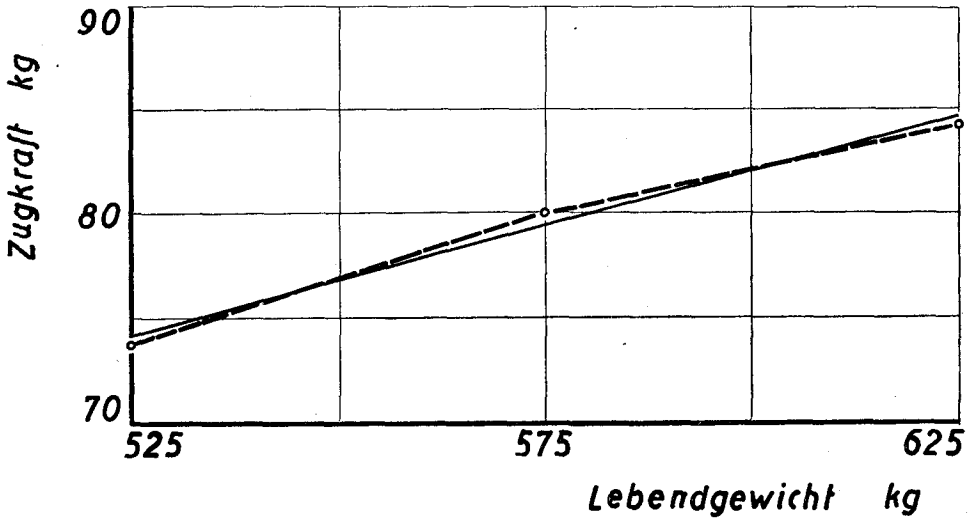
Die in den Tabellen 33 und 34 enthaltenen Mittelwerte der verschiedenen Gewichtsklassen, sowie die berechneten Regressionswerte werden in den Abbildungen 4 und 5 graphisch dargestellt.

Abbildung 4.



Mittlere Zugkraft der Simmentalerkühe auf der Standardstrecke von 400 m bei verschiedenem Lebendgewicht.

Abbildung 5.



Mittlere Zugkraft der Braunviehkühe auf der Standardstrecke von 400 m bei verschiedenem Lebendgewicht.

Die für die Vertreter beider Rassen berechneten Klassenwerte lassen auch auf der Standardstrecke von 400 m die Abhängigkeit der Zugkraft vom Lebendgewicht der Tiere erkennen.

Da bei den Simmentalerkühen (Tabelle 33) die Summe der Abweichungen im Quadrat zwischen den theoretischen und empirischen Klassenwerten für die krummlinige Regression im Vergleich zur linearen etwas kleiner ist, darf die erstere als zutreffender betrachtet werden. Die gekrümmte Regressionslinie (Abb. 4) müsste sich bei einer entsprechenden Ausdehnung des Messbereiches der *obersten Grenze* der physiologisch möglichen Zugkraftentfaltung als Asymptote nähern. Ein solcher Kurvenverlauf ist zu erwarten; denn sobald die Zunahme des Lebendgewichtes durch Aufspeicherung von Reservestoffen im Körper bedingt wird, muss zwangsläufig eine Verminderung des Umsatzes der aktiven motorischen Zellen und Zellverbände eintreten.

Der lineare *Regressionskoeffizient* beträgt für die *Simmentalerkühe* = 6,97 und für die Kühe der *Braunviehrasse* = 5,30. Innerhalb der vorliegenden Gewichtsgrenzen bewirkt demnach eine Erhöhung des Lebendgewichtes um 100 kg bei den *Simmentalerkühen* eine durchschnittliche Vermehrung der Zugkraft im Schweren Zug von 13,94 kg, bei den *Braunviehkühen* von 10,60 kg.

In den folgenden Ausführungen wird die Beziehung zwischen dem Lebendgewicht und der Zugkraft der Kühe auf der Standardstrecke von 15 m besprochen. Ich lege vorerst die getrennt nach Rassenzugehörigkeit für die verschiedenen Gewichtsklassen berechneten Mittelwerte (Tabelle 35 und 36) und anschliessend ebenfalls wieder die graphische Darstellung dieser Zahlen (Abb. 6 und 7) vor.

**Die Zugkraft der Simmentalerkühe auf der Standardstrecke von 15 m bei verschiedenem Lebendgewicht.**

Tabelle 35.

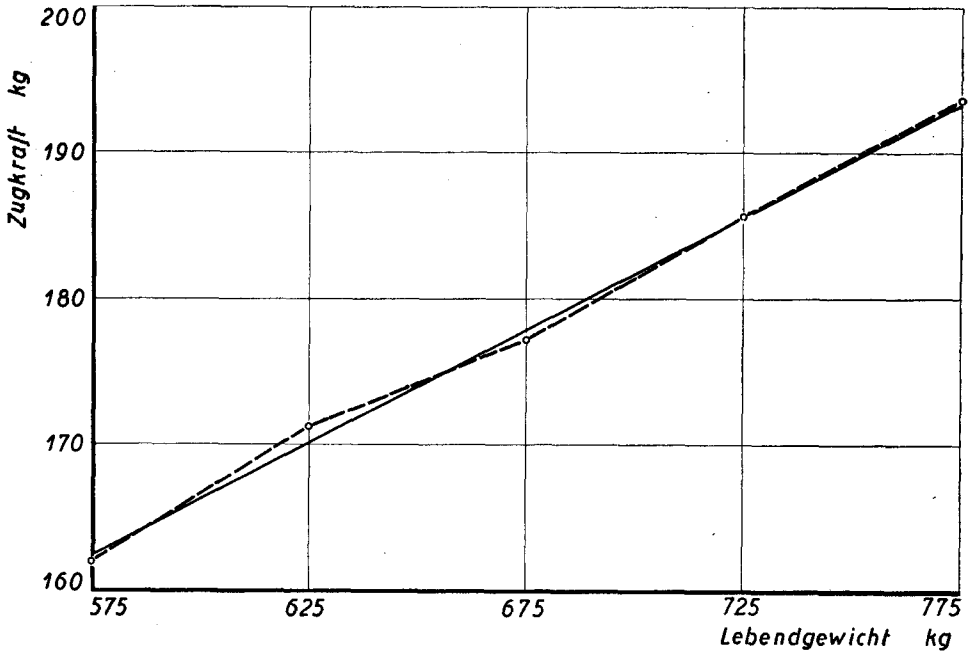
Gewichtsklassen . . . . . kg	575	625	675	725	775
Anzahl Tiere je Klasse . . . . .	4	14	14	8	7
Mittlere Zugkraft je Klasse . . kg	162,00	171,2	177,1	185,6	193,5
Lineare Regression (Y) . . . . .	162,40	170,14	177,87	185,61	193,35

**Die Zugkraft der Braunviehkühe auf der Standardstrecke von 15 m bei verschiedenem Lebendgewicht.**

Tabelle 36.

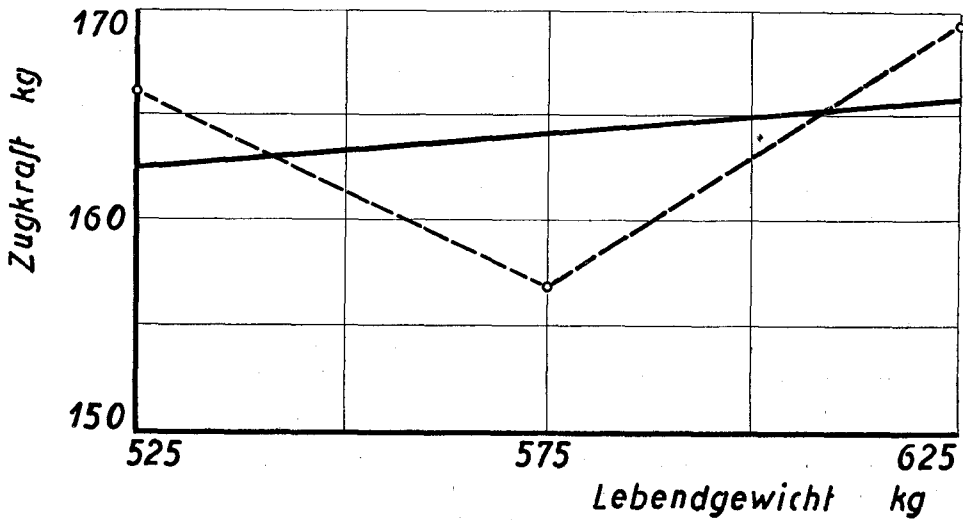
Gewichtsklasse . . . . . kg	525	575	625
Anzahl Tiere je Klasse . . . . .	8	10	7
Mittlere Zugkraft je Klasse . . kg	166,2	156,8	169,5
Lineare Regression (Y) . . . . .	162,56	164,18	165,80

Abbildung 6.



Mittlere Zugkraft der Simmentalerkühe auf der Standardstrecke von 15 m bei verschiedenem Lebendgewicht.

Abbildung 7.



Mittlere Zugkraft der Braunviehkühe auf der Standardstrecke von 15 m bei verschiedenem Lebendgewicht.

Der Regressionskoeffizient beträgt für die Simmentalerkühe 7,74. Innerhalb des Messbereiches bedingt demnach bei den untersuchten Vertretern dieser Rasse die Zunahme des Lebendgewichtes um 100 kg eine mittlere Erhöhung der Höchstzugkraft von 15,48 kg. Demgegenüber beträgt der b-Wert für die Braunviehkühe nur 1,62. Der Verlauf der empirischen Kurve (Abb. 7) der Braunviehkühe ist sehr unausgeglichen. Der Messbereich beim Braunvieh ist aber zu klein, um aus dem Verlauf dieser Kurve zuverlässige Folgerungen ziehen zu können. In einzelnen Fällen konnte ich zwar bei Kühen der Braunviehrasse während den Prüfungen feststellen, dass das Lebendgewicht die Höchstzugkraft insofern begrenzte, als die Körpermasse nicht mehr ausreichte, um das Ausgleiten der Tiere trotz rauher Fahrbahn zu verhindern.

Die dargelegten Untersuchungsergebnisse beweisen, dass sowohl bei den von der Untersuchung erfassten *Simmentaler-* wie den *Braunviehkühen* die Menge der auf den verschiedenen Standardstrecken ermittelten Zugkraft in hohem Masse vom Körpergewicht der Tiere abhängig ist.

Obiges Ergebnis führt zu der Annahme, dass die Variation der gemessenen Zugkräfte, sowie der bezügliche Rassenunterschied zum Teil auf diesen Umstand zurückzuführen sind. Um diese Frage näher prüfen zu können, seien in Tabelle 37 die Mittelwerte und Variabilitätsmasse des Lebendgewichtes der Untersuchungskühe zusammengestellt.

Das Lebendgewicht der Untersuchungskühe.

Tabelle 37.

Rasse	Tierkategorie	Anzahl Tiere	Lebendgewicht kg	$\pm \sigma$	v	Min. kg	Max. kg
			M $\pm$ m				
S	Kühe . . . . .	47	670,30 $\pm$ 9,218	63,200	9,43	550	780
B	Kühe . . . . .	25	578,92 $\pm$ 9,616	48,080	8,30	500	650

Das mittlere Lebendgewicht der beiden Untersuchungsreihen ist durch eine grosse absolute Variation ( $\sigma$ ) gekennzeichnet. In diesen beträchtlichen Gewichtsunterschieden der untersuchten Rassenvertreter dürfte demnach die Unausgeglichenheit der Zugkraft teilweise begründet sein. Da die Simmentalerkühe eine grössere Streuung des Lebendgewichtes als die Braunviehkühe aufweisen, ist es erklärlich, warum bei den ersteren auch eine grössere Standardabweichung der Zugkraft in Erscheinung tritt.

Inwieweit ist nun die wesentliche Differenz der Dauerzugkraft zwischen den untersuchten Vertretern der Simmentaler- und der Braunviehrasse (siehe Seite 31) auf den Unterschied im Lebendgewicht zurückzuführen? Zur Beantwortung dieser Frage reduziere ich mittels der Regressionskoeffizienten die Zugkraft aller Tiere auf das einheitliche Körpergewicht von 579 kg (mittleres Lebendgewicht der Braunviehkühe) und bestimme die Differenz der Mittelwerte beider Rassen. Es ergibt sich ein mittlerer, dem Einfluss des Lebendgewichtes entzogener rassenmässiger Unterschied von 7,15  $\pm$  1,241 kg Zugkraft. Durch Subtraktion dieser Zahl von der auf Seite 31 berechneten Differenz (ohne Korrektur für das Lebendgewicht) von 13,70  $\pm$  1,459 kg Zugkraft ergibt sich die durch den Gewichtsunterschied der Rassenvertreter von rund 91 kg verursachte Differenz von 6,55  $\pm$  1,915 kg Zugkraft. Demnach wird der in meiner Untersuchung festgestellte Rassenunterschied in der Dauerzugkraft zu 47,8% oder zu rund der Hälfte durch das ungleiche Körpergewicht der Rassenvertreter bedingt.

Die praktischen Schlussfolgerungen dieser Darlegungen gehen dahin, dass bei der Beurteilung der tierischen Zugkraft das Lebendgewicht angemessen mitberücksichtigt werden muss.

b. Das Alter.

Es stellt sich die weitere Frage, ob zwischen dem Alter der Kühe und ihrer Zugkraft eine Beziehung nachweisbar ist. Vom biologischen Standpunkt aus wäre eine derartige Korrelation zu erwarten, da einerseits vor dem Abschluss des Körperwachstums eine volle Arbeitsleistung kaum möglich ist und andererseits der Tierkörper nach dem Eintreten der Vollkraft mit zunehmendem Alter sein Leistungsvermögen erwartungsgemäss nach und nach einbüßen muss.

Das Alter der Untersuchungskühe lag zur Zeit der Messungen zwischen 3 und 9 Jahren und betrug im Mittel 6 Jahre. Bei der Untersuchung des Einflusses des Alters der Tiere auf die Grösse der absoluten Zugkraft ist zu beachten, dass sich auch das Lebendgewicht mit dem Alter ändert. Der Korrelationskoeffizient zwischen Alter und Lebendgewicht beträgt in dieser Untersuchung für sämtliche Kühe + 0,2812 und stellt einen statistisch gesicherten Wert dar. Dieser Feststellung ist in der Folge Rechnung zu tragen.

Zur zahlenmässigen Erfassung einer allfälligen Beziehung berechne ich den partiellen Korrelationskoeffizienten zwischen dem Alter und der Zugkraft unter Konstanthaltung des Lebendgewichtes. Zu diesem Zweck benütze ich im Interesse einer übersichtlichen Darstellung die beim *Schweren Zug* registrierte Zugkraft. Die Berechnung der partiellen Korrelation erfolgt nach folgender Formel (54):

$$r_{AX.L} = \frac{r_{AX} - (r_{AL})(r_{LX})}{\sqrt{(1 - r_{AL}^2)} \sqrt{(1 - r_{LX}^2)}}$$

Dabei bedeuten:

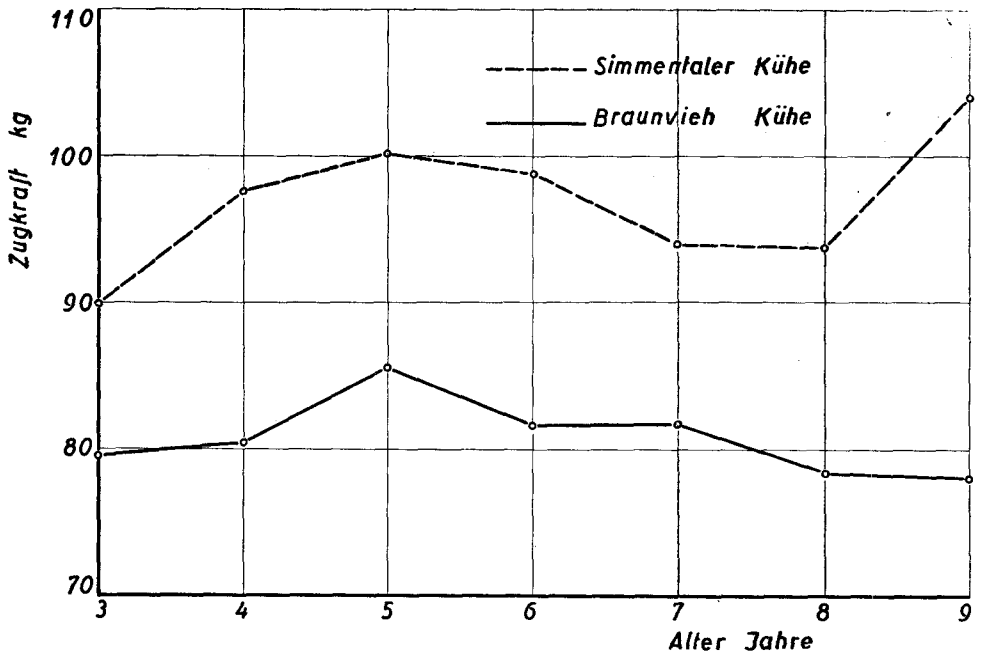
- $r_{AX.L}$  = Partiieller Korrelationskoeffizient zwischen einer Variablen (A) und (X) [unter Konstanthaltung einer Variablen (L)].  
A = Alter, X = Zugkraft, L = Lebendgewicht.
- $r_{AX}$  = Einfacher Korrelationskoeffizient zwischen einer Variablen A und X.
- $r_{AL}$  = Einfacher Korrelationskoeffizient zwischen einer Variablen A und L.
- $r_{LX}$  = Einfacher Korrelationskoeffizient zwischen einer Variablen L und X.

Der partielle Korrelationskoeffizient zwischen dem *Alter* und der *Zugkraft* beträgt:  $r_{AX.L} = -0,1586$  und ist statistisch nicht gesichert.

Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass zwischen dem Alter und der Zugkraft eine andere, nicht lineare Beziehung, die sich im Korrelationskoeffizienten nicht äussert, vorhanden ist. Um das Zahlenmaterial in dieser Richtung zu analysieren, berechne ich für die verschiedenen Altersklassen die mittlere Zugkraft (*Schwerer Zug*). Dem rassenmässigen Unterschied in der Grösse der absoluten Zugkraft Rechnung tragend, wird dabei das Material nach Rassen getrennt verarbeitet. Die Zugkraftwerte werden mit Hilfe der Regressionskoeffizienten für die Vertreter beider Rassen auf ein einheitliches Lebendgewicht von 600 kg umgerechnet.

Die nach diesem zweiten Verfahren für die verschiedenen Altersklassen berechneten Mittelzahlen sind in der Abbildung 8 graphisch dargestellt.

Abbildung 8.



Mittlere Zugkraft der Kühe auf der Standardstrecke von 400 m bei verschiedenem Alter.

(Lebendgewicht 600 kg, konstant.)

Zur Ausschaltung des in der obenstehenden graphischen Darstellung ersichtlichen Rassenunterschiedes drücke ich die absoluten Klassenmittelwerte in Prozenten des angenommenen höchsten Klassenwertes aus. Die entsprechenden Zahlen sind in der Tabelle 38 aufgezeichnet.

Die Zugkraft der Kühe bei verschiedenem Alter.

Tabelle 38.

Alter, Jahre	3	4	5	6	7	8	9
Simmentaler Kühe . . . Zugkraft %	90	97	100	99	94	94	104
Braunviehkühe . . . . . Zugkraft %	93	94	100	95	95	92	91

Auf die Anpassung von Regressionslinien an die obenstehenden Kurven wird verzichtet. Die einzelnen Mittelwerte stehen zufolge der teilweise geringen Frequenzen stark unter dem Zufallseinfluss des Einzeltieres. Ferner sind die absoluten Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersklassen namentlich bei den Braunviehkühen nicht wesentlich grösser als der mittlere Erhebungsfehler.

Der mehr oder weniger übereinstimmende Verlauf der obenstehenden Kurven deutet an, dass bei den untersuchten Tieren die höchste Kraftleistung im Alter von 5 Jahren feststellbar ist. Der Aufstieg der Kurve der Simmentaler-



kühe im 9. Altersjahr ist zweifellos zufällig und zufolge der geringen Frequenz in dieser Klasse bedeutungslos. Vor dem Alter von 5 Jahren scheint sich die mangelnde Entwicklung des Organismus und vermutlich auch das kurze und noch ungenügende Training geltend zu machen. Der allmähliche Rückgang der Zugkraft nach dem 5. Lebensjahr steht möglicherweise mit der von dieser Altersstufe an beginnenden optimalen Milchleistung (33) im direkten oder indirekten Zusammenhange. Ein direkter Einfluss wäre in der Weise möglich, dass in der Periode der grössten Beanspruchung des Organismus durch die Milchleistung eine Schwächung der aktiven Bewegungsorgane eintreten könnte. Indirekt wäre ein äusserlicher Einfluss denkbar, weil der Landwirt die Kühe im besten Milchleistungsalter in der Regel bei der Arbeit schont.

Es ergibt sich somit folgende Uebersicht. Eine lineare Beziehung zwischen Alter und Zugkraft ist nicht nachweisbar. Dagegen lässt der Verlauf der nach Klassenmittelwerten bei konstant gehaltenem Lebendgewicht konstruierten *Zugkraftkurve eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Verlauf der Milchleistungskurve* (siehe Lörtscher [33]) *erkennen. Im 3. und 4. Lebensjahr ist bei den untersuchten Tieren ein Anstieg, im 5. Jahr das Optimum und nachher mit zunehmendem Alter ein allmählicher Rückgang der Zugkraft feststellbar.*

### c. Einzelne Körpermasse.

Die Knochen des Rumpfes und diejenigen der Gliedmassen sind bei jeder Arbeitsleistung sowohl als Stütz- und Traggerüst, als auch zum Teil als Hebelarme beteiligt. Eine vom Gesichtspunkt der Arbeitsleistung aus statisch-mechanisch zweckmässige oder unzweckmässige Konstruktion einzelner Skeletteile sollte sich daher nach meinem Dafürhalten auch auf das Arbeitsvermögen der Tiere auswirken. Zur Prüfung dieser Frage habe ich untersucht, ob zwischen der Ausbildung und Form einzelner messtechnisch erfassbarer Körperpartien und der Zugkraft (Standardstrecke 400 m) Beziehungen nachweisbar sind. Dabei beschränkte ich mich auf wenige Körpermasse der Simmentalerkühe, wobei von der ursprünglichen Absicht, in erster Linie die Masse der beim Zugtier vorwiegend im Dienste der Lokomotion stehenden hinteren Extremitätensäule zu berücksichtigen, abgesehen werden musste. Die Messfehler bei der Abnahme dieser Masse erwiesen sich als zu gross, um bei der geringen Individuenzahl zuverlässige Rückschlüsse ziehen zu können. Ich beschränkte mich aus dem erwähnten Grunde auf die nachstehenden Masse der vorderen Gliedmassensäule und der Brust, welche ohne allzugrobe Messfehler ermittelt werden konnten. Die Widerristhöhe stellt vor allem einen Ausdruck für die absolute Länge der Röhren, Fesseln, des Schulterblattes, sowie deren Winkelung dar. Die Schultermasse (Schulterlänge, Winkellage der Schulter) werden in der praktischen Tierbeurteilung als typische Leistungszeichen für die Arbeitseignung der Tiere bezeichnet. Die Schulter der Arbeitstiere soll nach *Sciuchetti* (47) *lang und breit* sein und zur Horizontalen einen möglichst *engen Winkel* aufweisen. Die Brustmasse (Brusttiefe, Brustbreite) wurden wegen den von der Brust eingeschlossenen Leistungsorganen berücksichtigt. Nach *H. Krämer* (zit. nach *Mierswa*) (34) soll sich bei der Pinzgauerrasse als Folge gesteigerter Bewegung eine Zunahme des Gewichtes von Herz und Lunge und damit parallel eine Vergrösserung der äusseren Brustmasse eingestellt haben.

Da die vorbezeichneten Körpermasse mit Ausnahme des Schulterwinkels mit dem Körpergewicht in Beziehung stehen, musste der Einfluss des Lebendgewichtes mit Hilfe der partiellen Korrelationsrechnung ausgeschaltet werden.

Die zwischen der verfügbaren *Zugkraft* und der *Widerristhöhe* ( $r_{HX \cdot L} = 0,2160$ ), der *Schulterlänge* ( $r_{SX \cdot L} = 0,1209$ ), dem *Schulterwinkel* ( $r_{WX} = 0,1078$ ), der *Brusttiefe* ( $r_{TX \cdot L} = 0,1807$ ) und der *Brustbreite* ( $r_{BX \cdot L} = 0,1995$ ) berechneten Korrelationskoeffizienten sind rechnerisch *nicht gesichert*. *Diesen Koeffizienten ist zu entnehmen, dass in meiner Untersuchung zwischen der Zugkraft und den erwähnten Körpermassen keine statistisch nachweisbaren Beziehungen bestehen*. Wie eine besondere Kontrolle zeigte, ist auch keine andere nicht lineare Abhängigkeit festzustellen. Dieses Ergebnis darf allerdings nicht verallgemeinert werden, da die geringe Anzahl der Individuen keine diesbezüglichen Abstraktionen zulässt.

#### d. Die Milchergiebigkeit.

In der Praxis ist die Meinung verbreitet, nur die mittelmässigen bis schlechten Milchkühe seien in der Lage, erhebliche Zugarbeit zu leisten. Die folgende Teiluntersuchung verfolgt daher die Prüfung allfälliger Beziehungen zwischen der Milchergiebigkeit und der Zugkraft des Rindes.

Wie erwähnt, waren 52 Untersuchungskühe bereits vorgängig meiner Untersuchung der Milchleistungskontrolle der Viehzuchtverbände unterstellt. Der auf 300 Tage berechnete Jahresmilchertrag derselben betrug im Mittel *4110,20 kg*. Im weiteren wurde bei 65 Kühen zur Zeit der Zugkraftmessungen eine Leistungserhebung während 5 Kontrolltagen durchgeführt. Die tägliche Milchmenge betrug im Mittel *11,670 kg*. Es ist nun interessant zu untersuchen, ob zwischen dem *Jahresmilchertrag* bezw. der *Tagesmilchmenge* und der *Dauerzugkraft* ein Abhängigkeitsverhältnis nachweisbar ist. Die Korrelationsrechnung führte zu folgenden Ergebnissen. Der partielle Korrelationskoeffizient zwischen *Jahresmilchertrag* und *Zugkraft* beträgt  $r_{JX \cdot L} = -0,0422$ , derjenige zwischen *Tagesmilchmenge* und *Zugkraft*  $r_{TX \cdot L} = +0,0444$ . Beide Werte sind statistisch *nicht gesichert*. Zwischen den vorvermerkten Leistungseigenschaften besteht, wie diese Korrelationskoeffizienten bezeugen, keine Beziehung. Die Prüfung auf eine allfällige andere, nicht lineare Abhängigkeit führte ebenfalls zu einem negativen Ergebnis.

*Bei den Schweizerrassen schliessen sich also nachgewiesenermassen eine relativ gute Milchergiebigkeit und ein beträchtliches Arbeitsleistungsvermögen innerhalb den vorgezeichneten Grenzen gegenseitig nicht aus.*

## 2. Der Einfluss auf die Geschwindigkeit.

### a. Das Temperament.

Das Temperament der Zugkühe vermag, abgesehen von den Einflüssen der Fahrtechnik und der Art der Angewöhnung, einen wesentlichen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Gespanne bei der Arbeit auszuüben. Zur Feststellung dieses Einflusses wurden die Untersuchungstiere hinsichtlich der äusserlich wahrnehmbaren Erregbarkeit des gesamten Nervensystems nach einem einheitlichen Schema in zwei Klassen (ruhige und lebhaft) eingereiht. In Tabelle 39 sind die für jede Klasse berechneten mittleren Geschwindigkeiten nach Rassenzugehörigkeit der Tiere getrennt aufgezeichnet.

**Die mittlere Geschwindigkeit der Kühe bei ruhigem und lebhaftem Temperament.**  
(Dauerzug.)

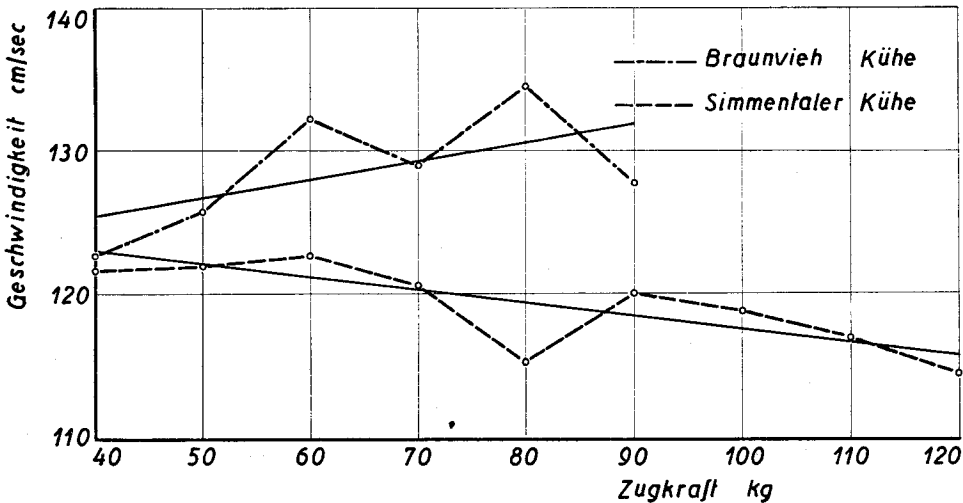
Tabelle 39.

Untersuchungstiere	Ruhiges Temperament		Lebhaftes Temperament	
	Anzahl Tiere	Geschwindigkeit cm/sec	Anzahl Tiere	Geschwindigkeit cm/sec
Simmentaler-Kühe . . . . .	28	110,6	19	134,0
Braunvieh-Kühe . . . . .	9	120,8	16	132,0

Die aus dieser Tabelle ersichtliche Ueberlegenheit der *lebhaften* gegenüber den *ruhigen Simmentalerkühen* beträgt *23,4 cm/sec* oder rund *21 %*. Die als lebhaft beurteilten *Braunvieh-Kühe* legen in der Zeiteinheit einen Weg von *11,2 cm* oder *9 %* mehr zurück als ihre ruhigen Rassenangehörigen. Wenn auch diesen Zahlen der subjektiven Beurteilungsgrundlage des Temperamentes wegen die Beweiskraft fehlt, so stellen sie doch zootecnisch interessante Beobachtungen dar.

Während den Messungen zeigte sich ferner, wie temperamentvolle, lebhaftere Tiere bei einer *Steigerung der Zugkraft* (konstante Fahrdauer) die *Anfangsgeschwindigkeit beibehielten oder sogar etwas erhöhten, während Tiere mit ruhigem Temperament bei zunehmender Belastung in ihrer Gängigkeit eher etwas nachliessen*. Zur Untersuchung der Beziehung zwischen Zugkraft und Geschwindigkeit dienten mir die auf der Standardstrecke von *400 m* gemachten Aufzeichnungen. Die mittleren Geschwindigkeitswerte sind bei verschiedener Zugkraft für beide Rassen getrennt in *Abbildung 9* graphisch dargestellt. Mit der Trennung der Tiere nach ihrer Rassenzugehörigkeit kann die Beurteilung des Temperamentes einermassen auf eine objektive Vergleichsbasis gestellt werden.

Abbildung 9.



Die mittlere Geschwindigkeit der Kühe bei verschiedener Zugkraft.

Die eingezeichneten Geraden stellen die nach der auf Seite 49 wiedergegebenen Formel berechneten *Regressionslinien* dar. *Der Regressionskoeffi-*

zient (b) beträgt für die Simmentalerkühe — 0,867 und für die Braunviehkühe + 1,314.

Während im vorliegenden Messbereich bei den *Simmentalerkühen* einer Erhöhung der Zugkraft um 10 kg eine Abnahme der Geschwindigkeit von durchschnittlich 0,87 cm/sec entspricht, nimmt die Geschwindigkeit der *Braunviehkühe* im Mittel um 1,31 cm/sec zu. Es handelt sich also um ein rassenmässig verschiedenes Verhalten der Untersuchungskühe, das nach meiner Meinung auf dem Unterschied im angeborenen Temperament beruht.

Mehrmalige Kontrollmessungen ergaben bei konstanter Zugkraft im Laufe der zweistündigen Fahrdauer keine wesentliche Veränderung der Geschwindigkeit der Kühe. Eine Ausnahme, auf die ich zurückkommen werde, machen dabei die 3- und 4-jährigen Tiere. Die obige Feststellung deckt sich mit den von Hartmann (17) bei Arbeitspferden erbrachten Untersuchungsergebnissen.

Sowohl die absolute Geschwindigkeit als auch ihre Veränderung bei verschiedener Zugkraft unterliegen somit sichtbar dem Einfluss des Temperamentes der Zugkühe.

#### b. Das Lebendgewicht.

Zur Untersuchung des Einflusses des Lebendgewichtes auf die Ganggeschwindigkeit der Kühe beim Dauerzug wurden die mittleren Geschwindigkeitswerte der verschiedenen Lebendgewichtsklassen berechnet. Die entsprechenden Ergebnisse sind in Tabelle 40 enthalten. Die Vergleichbarkeit der Zahlen wird durch Umrechnung der absoluten Klassenmittelwerte in Prozente des maximalen Klassenwertes erreicht.

#### Die Geschwindigkeit der Simmentalerkühe bei verschiedenem Lebendgewicht.

(Dauerzug.)

Tabelle 40.

Lebendgewicht . . . . . kg	575	625	675	725	775
Anzahl Tiere je Klasse . . . . .	4	14	14	8	7
Geschwindigkeit . . . . . cm/sec	108,4	121,7	120,3	123,1	119,0
Geschwindigkeit in % des max. Klassenwertes	88	99	98	100	97

Aus den absoluten und relativen Zahlen der Tabelle 40 können innerhalb der vorliegenden Gewichtsgrenzen zwischen dem Körpergewicht der Tiere und ihrer Ganggeschwindigkeit keine nachweisbaren Beziehungen abgeleitet werden.

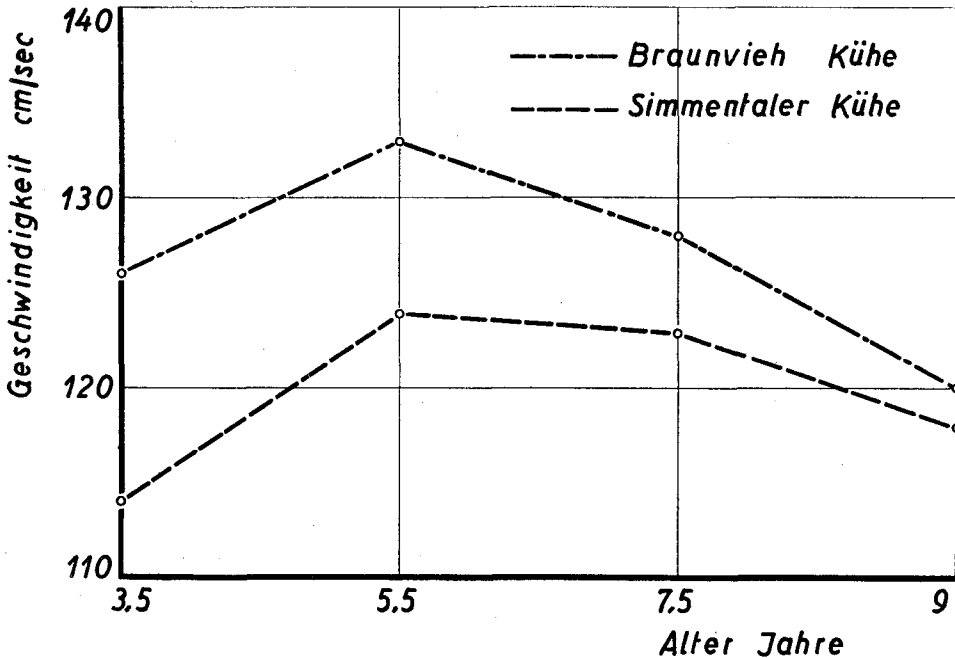
Der Mittelwert der ersten Klasse, welcher hinter den übrigen Werten etwas zurückliegt (108,4 cm/sec bzw. 88%), gibt zu keinen besonderen Rückschlüssen Anlass, da die Frequenz in dieser Klasse nur 4 beträgt und folglich der Zufall beträchtlich mitspielt. Die Schwankungen der übrigen Mittelzahlen liegen innerhalb der Grenzen des Versuchsfehlers. Die für die Braunviehkühe berechneten Zahlen verhalten sich ähnlich. Auf ihre Wiedergabe wird daher verzichtet.

#### c. Das Alter.

Zur Untersuchung der Abhängigkeitsverhältnisse zwischen dem Alter und der Ganggeschwindigkeit der Kühe beim Dauerzug wurde die mittlere Geschwindigkeit nach Altersklassen berechnet. Die auf diese Weise für die Vertreter

beider Rassen getrennt erhaltenen Klassenmittelwerte sind in der Abbildung 10 graphisch dargestellt.

Abbildung 10.



Mittlere Geschwindigkeit der Kühe bei verschiedenem Alter.

Wie aus den verhältnismässig gut übereinstimmenden Kurven hervorgeht, steigt die Ganggeschwindigkeit der Kühe bis zum 5. beziehungsweise 6. Lebensjahr etwas an, um nachher mit zunehmendem Alter wieder langsam abzunehmen. Die 3- bis 4jährigen Tiere haben die maximale Gängigkeit noch nicht ganz erreicht. Diese an sich oft lebhaften Tiere arbeiten zu Beginn der Fahrzeit oder nach Erholungspausen meist mit einer relativ hohen Anfangsgeschwindigkeit, welche nach nicht allzulanger Zeit unter dem Einfluss der vorzeitigen Ermüdung abnimmt. Die Ursache dieses Nachlassens liegt in der noch etwas mangelnden Durcharbeitung der Bewegungsorgane des Körpers. Der allmähliche Rückgang der Ganggeschwindigkeit nach dem 5. und 6. Lebensjahr ist als eine natürliche Erscheinung des Alters zu betrachten.

Um die absoluten Mittelwerte beider Rassen unter sich vergleichbar zu machen, drücke ich sie in Prozenten des höchsten Klassenwertes aus. Die umgerechneten Zahlen, welche als Korrekturfaktoren verwendet werden können, sind in der Tabelle 41 enthalten.

Die Geschwindigkeit der Kühe bei verschiedenem Alter. Tabelle 41.

Alter, Jahre . . . . .	3½	5½	7½	9
Simmentaler-Kühe . . . Geschwindigkeit %	92	100	99	95
Braunvieh-Kühe . . . . . Geschwindigkeit %	95	100	96	90

Es ergibt sich bei beiden Populationen innerhalb des in Frage stehenden Altersbereiches eine *feststellbare Abhängigkeit der Ganggeschwindigkeit vom Alter der Kühe*. Der *Alterseinfluss* liegt zwar, wie aus Tabelle 41 hervorgeht, in allen Fällen unter einem Zehntel des maximalen Klassenwertes und ist als *gering* zu bezeichnen.

#### d. Einzelne Körpermasse.

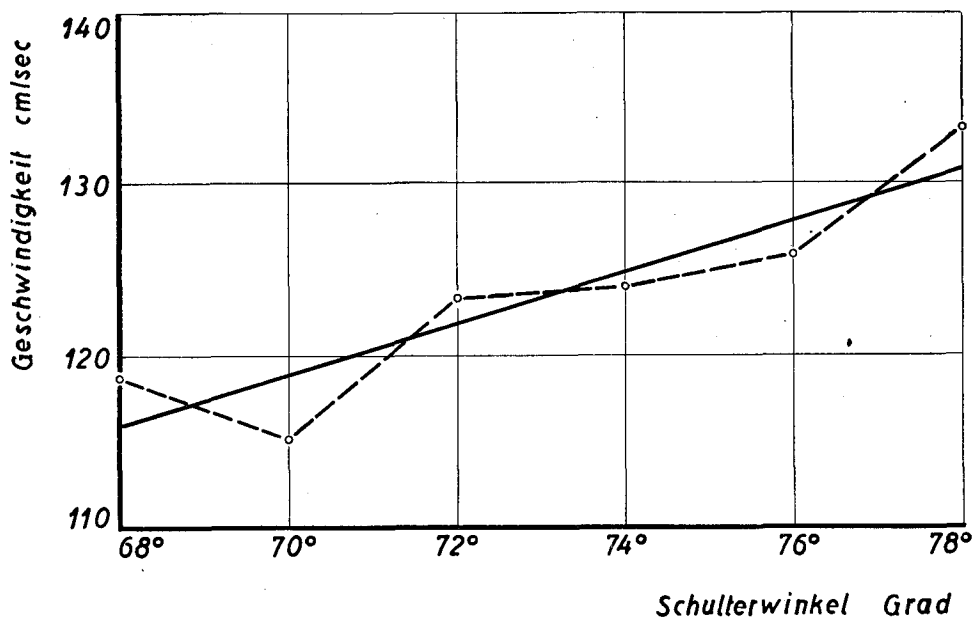
Es liegt nahe, anzunehmen, dass die mechanischen und statischen Konstruktionsverhältnisse des Tierkörpers auch die Ganggeschwindigkeit beeinflussen könnten. Die Funktion der Gliedmassen erfolgt nach Hebelgesetzen. Lange mechanische Achsen wirken als lange Hebelarme. Für die Schnelligkeit der Bewegungen der Skeletteile spielt, wie *Henninges* (19) betont, neben der Streck- und Beugefähigkeit vor allem die *Länge* der Muskeln eine bedeutende Rolle. Lange Hebelarme und offene Winkel der Gliedmassenknochen ermöglichen die Bildung langer Muskeln.

Diese Ueberlegungen legten nahe, zu prüfen, ob im vorliegenden Falle die *Widerristhöhe*, die *Buggelenkhöhe*, die *Ellenbogenhöhe* und die *Schulterlänge* einen nachweisbaren Einfluss auf die *Geschwindigkeit* auszuüben vermochten. Neben den genannten Massen, die vor allem von der Längenentwicklung, wie zum Teil von der Winkelung der mechanischen Achsen abhängig sind, wurde der *Schulterwinkel* als typisches Winkelmaß in die Betrachtungen einbezogen. Für die Berechnungen dienten mir die Zahlenwerte der *Simmentalerkühe*.

Die auf der Meßstrecke von 3000 m ermittelten Geschwindigkeitswerte wurden nach den Angaben in Tabelle 41 auf ein konstantes Alter der Tiere ( $5\frac{1}{2}$  J.) reduziert. Die zwischen der *Geschwindigkeit* und der *Widerristhöhe* ( $r_{AV} = 0,0794$ ), der *Buggelenkhöhe* ( $r_{BV} = 0,0896$ ), der *Ellenbogenhöhe* ( $r_{CV} = 0,1992$ ) und der *Schulterlänge* ( $r_{DV} = 0,1219$ ) berechneten Korrelationskoeffizienten sind statistisch nicht gesichert und folglich bedeutungslos. Dagegen trat zwischen der *Geschwindigkeit* und dem *Schulterwinkel* ( $r_{EV} = 0,2915$ ) eine gesicherte Beziehung zutage. Andere, nicht lineare Beziehungen konnten auch für die übrigen Masse nicht nachgewiesen werden. Mit grösser werdendem Schulterwinkel nimmt, wie der obige gesicherte Korrelationskoeffizient sagt, die *Arbeitsgeschwindigkeit* der Tiere zu. Die Abbildung 11 veranschaulicht diese Abhängigkeit graphisch.

Die eingezeichnete Gerade stellt die auf den Mittelwert bezogene Regressionslinie dar. Der Regressionskoeffizient ( $b$ ) beträgt bei der gewählten Klasseneinteilung  $3,02$ . Einer Vergrößerung des Schulterwinkels um  $1^\circ$  entspricht demnach innerhalb des Messbereiches von  $68 - 78^\circ$  eine mittlere Zunahme der Geschwindigkeit um  $1,51$  cm/sec. Eine *Steilstellung* des Schulterblattes wäre folglich, im Gegensatz zu der allgemein in praktischen Beurteilungsanleitungen vertretenen Ansicht, hinsichtlich der *Arbeitsgeschwindigkeit* der Zugkuh günstiger zu werten als eine *Schrägstellung*. *Henninges* (19), *Kronacher* und *Ogrizek* (27) kommen in ihren Untersuchungen an Warmblutpferden zu dem übereinstimmenden Ergebnis, dass eine *Steillage* der Schulter günstig auf die Länge des *Leistungsschrittes* einwirkt. Die Länge des Leistungsschrittes ist andererseits nach *Franke* (14) mit der Ganggeschwindigkeit korreliert, sodass sich die Ergebnisse der erwähnten Autoren mit den meinigen decken.

Abbildung 11.



Mittlere Geschwindigkeit der Simmentalerkühe bei verschiedenem Schulterwinkel.  
(Dauerzug, Alter konstant.)

*Henniges* sucht diesen Einfluss wie folgt zu erklären: Bei einer steilen Schulter sind die zwischen Schulterblatt und Oberarmbein liegenden Muskeln (*M. triceps brachii*, *M. deltoideus*) lang ausgebildet. Lange Muskeln weisen aber eine beträchtliche Hubhöhe auf, was sich auf die Entfaltung eines geräumigen Schrittes günstig auswirken muss.

Nach dieser Auffassung müsste sich neben dem Schulterwinkel ebensowohl die Länge des Schulterblattes auf die Schrittlänge beziehungsweise auf die Ganggeschwindigkeit geltend machen, was bei meinem vorliegenden Material nicht nachweisbar ist. Es handelt sich meines Erachtens vielmehr um Erscheinungen, deren Klärung nur durch besondere Versuchsanstellungen möglich sein wird.

Die Analyse des vorliegenden Zahlenmaterials ergab demnach eine gesicherte Beziehung zwischen der Ganggeschwindigkeit und der Winkellage des Schulterblattes. Andere Beziehungen zwischen den Bauverhältnissen des Körpers und der Arbeitsgeschwindigkeit konnten nicht nachgewiesen werden. Damit soll aber keineswegs der Einfluss der Konstruktion des Körpers auf die Gängigkeit der Tiere grundsätzlich angezweifelt werden. Allerdings kann dieser Einfluss durch Einwirkungen wie die des Temperamentes und anderer zum Teil noch nicht erfassbarer konstitutioneller und konditioneller Faktoren verdeckt und in ihrer Wirkung kompensiert werden.

#### IV. Zusammenfassung.

In der Einleitung der vorliegenden Untersuchung werden die Voraussetzungen und die Art der derzeitigen Verwendung des Rindes als Arbeitstier in der Schweiz besprochen. Eine in 375 landwirtschaftlichen Betrieben der

Schweiz durchgeführte Erhebung lieferte dazu die notwendigen Unterlagen. Nach den Ergebnissen dieser Umfrage gelangt das Rind im Kleinbetrieb als *Hauptzugkraft*, im Klein- und Mittelbauernbetrieb als *Ergänzungszugkraft* neben Pferd oder Motor und im Mittelbauernbetrieb als *Reservezugkraft* neben anderen Hauptzugkräften zur Verwendung. Die dem Rindviehgespann zugewiesenen Arbeiten richten sich weitgehend nach der Art der Bodenbenutzung und der Zugkraftverfassung der Betriebe. *Weitaus die grösste wirtschaftliche Bedeutung fällt der Verwendung des Rindes als Hauptzugkraft im Kleinbetriebe zu.*

*Die vorliegende Untersuchung verfolgte den Hauptzweck, das Mass an mechanischer Arbeit, welches das Schweizerrind unter standardisierten Arbeitsbedingungen ohne nachteilige Beeinträchtigung der Gesundheit und der Milchsekretion leisten kann, festzustellen.*

Dieser Zielsetzung entsprechend, wurden für die Hauptuntersuchung 72 trainierte Versuchskühe (47 Simmentalerkühe und 25 Braunviehkühe) in 39 landwirtschaftlichen Betrieben ausgesucht. Zu Vergleichszwecken wurden ferner Vertreter anderer Zugtierkategorien (Rinder, Zuchtstiere, Ochsen und Pferde) in die Versuche einbezogen.

Zur objektiven Erfassung und Beurteilung der Arbeitsleistung des Rindes wurde zunächst auf Grund von eingehenden Vorversuchen eine *Untersuchungsmethode* ausgearbeitet.

*Die Vereinheitlichung der Arbeitsbedingungen bildete dabei eine Hauptaufgabe.* Für die Durchführung der Messungen legte ich folgende drei *Standardstrecken* (ebene, horizontale Fahrbahn) fest:

3000 m = Dauerzug, 400 m = Schwerer Zug, 15 m = Höchster Zug. Ich wählte ferner für jedes Tier eine *einheitliche tägliche Arbeitsdauer von zwei Stunden.*

Ferner war eine *Standardisierung der Messmethode* erforderlich. Zu diesem Zweck habe ich einen *Zugkraftmesswagen konstruiert, welcher unabhängig von den Einflüssen der Fahrbahn innerhalb des Messbereiches die Einschaltung jedes beliebigen Zugwiderstandes ermöglicht.* Die oberste Grenze der von einer Zugtier-einheit verfügbaren Zugkraft wurde in mehreren Arbeitsgängen (mit Zwischenpausen) durch eine stufenweise Steigerung der Zusanforderungen festgestellt.

Zur *Beurteilung der Rück- und Nebenwirkungen* der geforderten Arbeitsleistung auf den Tierkörper bediente ich mich folgender einheitlicher Maßstäbe: Als *subjektive, nicht messbare Merkmale starker Körperbeanspruchung* wurden als Ergänzung der objektiven Feststellungen die *vermehrte Kot- und Harnabgabe, der schwankende Gang, wiederholtes Anhalten*, sowie allfällige *Schweissbildung* in Betracht gezogen. Als *objektive Maßstäbe* dienten mir die *Milchleistung, die Pulsfrequenz* und die *Körpertemperatur.*

Das Arbeitsleistungsvermögen wurde bei allen Untersuchungstieren hinsichtlich

#### *Zugkraft, Geschwindigkeit und Leistung*

gemessen.

*Die Untersuchung ergab für die Versuchskühe folgende absoluten Messergebnisse, welche für die Untersuchungstiere als Mass der wirtschaftlich nutzbaren Zugbeanspruchung betrachtet werden können.*

### **1. Die Zugkraft.**

Die *Simmentalerkühe* verfügten auf der Standardstrecke von 3000 m über eine höchste nutzbare Zugkraft von durchschnittlich 73,30 kg. Demgegenüber stellte ich bei den gleichen Tieren auf der Standardstrecke von 400 m als oberste



Grenze der zulässigen Belastung *106,60 kg* Zugkraft und auf der Standardstrecke von 15 m *177,94 kg* Zugkraft fest.

Die *Braunviehkühe* entfalteten auf der Standardstrecke von 3000 m durchschnittlich *59,60 kg* Zugkraft. Beim Schweren Zug (Standardstrecke 400 m) lag die oberste Grenze der zulässigen Belastung bei *78,80 kg* Zugkraft und auf der Standardstrecke von 15 m wurde eine Höchstzugkraft von *163,38 kg* registriert.

*Die Höhe der absoluten Zugkraft erweist sich weitgehend vom Ausmass der Wegstrecke abhängig.* Die *Simmentalerkühe* sind hinsichtlich ihrer absoluten Zugkraft auf den Standardstrecken von 3000 m und 400 m den *Braunviehkühen* etwas *überlegen*. Die Differenzen zwischen den erwähnten Mittelwerten sind, nach ihrem mittleren Fehler beurteilt, gesichert. Die auf der Standardstrecke von 15 m berechnete Differenz ist dagegen zufälliger Art. Die Variabilität der individuellen Zahlenwerte, welche mit kleiner werdender Meßstrecke zunimmt, ist bei beiden Populationen beträchtlich.

## 2. Die Geschwindigkeit.

Die *Simmentalerkühe* arbeiteten auf der Standardstrecke von 3000 m mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von *120 cm/sec*. Beim Schweren Zug auf der Standardstrecke von 400 m betrug ihre Ganggeschwindigkeit *118,3 cm/sec*, und beim Höchstzug wurde die Standardstrecke von 15 m mit einer Geschwindigkeit von *137,21 cm/sec* zurückgelegt.

Die *Braunviehkühe* erreichten auf der Standardstrecke von 3000 m eine durchschnittliche Geschwindigkeit von *128 cm/sec*. Ferner betrug ihre Geschwindigkeit beim Schweren Zug *126,6 cm/sec* und beim Höchstzug *137,16 cm/sec*.

Die auf den Standardstrecken von 3000 m und 400 m ermittelten Geschwindigkeiten weichen nicht wesentlich voneinander ab. Dagegen ist die Geschwindigkeit bei beiden Rassen auf der kurzen Meßstrecke (15 m) bedeutend höher. *Das Zugtier sucht im allgemeinen eine schwere Last auf kurzer Wegstrecke durch eine grössere Geschwindigkeit rasch zu überwinden.* Die Werte beider Populationen weisen eine beträchtliche Variation auf. Die auf den Standardstrecken von 3000 m und 400 m ermittelte, zu Gunsten der *Braunviehkühe* sprechende Differenz zwischen den Mittelwerten ist *nicht gesichert*, sodass nicht von einem typischen Rassenunterschied gesprochen werden kann.

## 3. Die Leistung.

Die *Simmentalerkühe* wiesen auf der Standardstrecke von 3000 m eine durchschnittliche Leistung von *1,17 PS* auf. Ferner leisteten sie beim Schweren Zug *1,68 PS* und beim Höchstzug sogar *3,33 PS*.

Die *Braunviehkühe* leisteten beim Dauerzug *1,01 PS*, beim Schweren Zug *1,32 PS* und beim Höchstzug *2,99 PS*.

Auf den Standardstrecken von 3000 m und 400 m ist ein *gesicherter rassenmässiger Unterschied zwischen den mittleren Leistungen der Simmentaler- und Braunviehkühe feststellbar*. Die Differenz auf der Standardstrecke von 15 m ist zufällig. Die individuellen Zahlenwerte sind durch eine sehr grosse Variabilität gekennzeichnet.

*Die von den Kühen geforderte zweistündige Tagesarbeitsleistung hatte einen sehr geringen Einfluss auf die Milchproduktion zur Folge.* Die unter dem Einfluss der Arbeitsleistung stehende Tagesmilchmenge wies je Tier eine mittlere Ab-

nahme von 0,1734 kg oder von 1,5% auf. Demgegenüber wurde die absolute Milchfettmenge nicht vermindert. Die mittlere Zunahme der Pulsfrequenz betrug unter dem Einfluss der Arbeitsleistung 17 Pulsschläge je Minute. Die Körpertemperatur nahm im Mittel um 0,93° C zu. Die geforderten Arbeitsleistungen hatten keine feststellbaren Ueberanstrengungserscheinungen zur Folge.

In Ergänzung zu den absoluten Untersuchungsergebnissen wurde noch nebenbei geprüft, ob im vorliegenden Falle zwischen der Ausgestaltung bestimmter Körpereigenschaften und -merkmale und der Arbeitsleistung Beziehungen nachweisbar sind. Die Wiedergabe der gefundenen Ergebnisse erfolgt mit der ausdrücklichen Bemerkung, dass einschlägige Folgerungen allgemeiner Art nur aus Massenerhebungen abzuleiten sind.

Die Analyse des Materials ergab zwischen dem Körpergewicht der Untersuchungstiere und ihrer absoluten Zugkraft innerhalb des vorliegenden Messbereiches ein statistisch gesichertes lineares Abhängigkeitsverhältnis. Mit ansteigendem Körpergewicht nimmt die absolute Zugkraft auf allen Meßstrecken zu. Bei Leistungsprüfungen wäre dieser Beziehung Rechnung zu tragen.

Das Alter der Tiere äussert in diesem Falle insofern einen geringen Einfluss auf die Höhe der absoluten Zugkraft, als im 3. und 4. Lebensjahr ein schwacher Anstieg, im 5. Jahr das Optimum und nachher wieder ein allmählicher Rückgang verzeichnet werden konnte.

Demgegenüber erwies sich die Geschwindigkeit der Tiere als im wesentlichen unter dem Einfluss ihres Temperamentes stehend.

Das Alter beeinflusst die Ganggeschwindigkeit der Versuchskühe in ähnlicher Weise wie die Zugkraft. Bis zum 5. und 6. Lebensjahr nimmt die Geschwindigkeit etwas zu, um nachher mit zunehmendem Alter wieder langsam zurückzugehen.

Eine statistisch gesicherte Korrelation konnte zwischen der Geschwindigkeit und dem Schulterwinkel nachgewiesen werden. Mit grösser werdendem Schulterwinkel nimmt die Arbeitsgeschwindigkeit der Kühe zu.

## Schlusswort.

Die vorliegende Promotionsschrift wurde im Institut für Tierzucht der Abteilung für Landwirtschaft an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich und in Verbindung mit landwirtschaftlichen Betrieben ausgearbeitet. Die Versuchstiere wurden mir von folgenden Viehbesitzern und Genossenschaften zur Verfügung gestellt:

Bünzli E., Schönau, Hittnau. Bürgi J., Buch, Erlinsbach. Duttweiler E., Dielsdorf. Egli J., Hittnau. Greuter J., Dürstelen. Gutswirtschaft Maggi, Kempptal (Gutsbetrieb Oberwil). Guyer J., Ottenhausen, Seegräben. Haupt J., Regensberg. Hausamann H., Stammheim. Heusser J., Ottenhausen, Seegräben. Huber R., Reitenbach, Fehraltorf. Hunziker R., Erlinsbach. Imhof F., Urdorf. Isler R., Pfäffikon (Zürich). Keller H., Uster. Kobelt A., Matte, Pfäffikon (Zürich). Kunz M., Regensberg. Kunz J., zur Hütte, Regensberg. Kyburz K., Erlinsbach. Langhard K., Breitweg, Stammheim. Langhard K., Major, Stammheim. Langhard-Rüttmann K., Stammheim. Lüthy H., Lindenhof, Stammheim. Maurer R., Berg, Russikon. Maurer W., Schönau, Hittnau. Meier H., Uster. Ott H., Isikon, Pfäffikon (Zürich). Pauli F., Hard, Erlinsbach. Reiser A., Bussental, Bäretswil. Roth G., Erlinsbach. Roth H., Hard, Erlinsbach. Ruegg J., Wallikon, Pfäffikon (Zürich). Schälchli J., Urdorf. Schmid J., Erlinsbach. Schmid K., Erlinsbach. Stucki F., Irgenhausen, Pfäffikon (Zürich). Süsli J., Dielsdorf. Wettstein W., Nänikon. Wolfensberger H., Pfäffikon (Zürich). Viehzucht-Genossenschaft Erlinsbach. Viehzucht-Genossenschaft Pfäffikon-Hittnau. Viehzucht-Genossenschaft Uster.

Zum Schluss sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. A. Schmid, Vorsteher des Institutes für Tierzucht, E.T.H. Zürich, für die vielen Anregungen und die stetige Förderung dieser Arbeit meinen aufrichtigen Dank auszusprechen. Zu besonderem Dank bin ich auch Herrn Professor Dr. O. Howald, Vorstand der Abteilung für Landwirtschaft, E. T. H. Zürich, für sein grosses Interesse, welches er für die Untersuchung bekundete, verpflichtet. Ebenso danke ich Herrn Dipl. Ing. W. Hauser, Dozent für landwirtschaftliches Maschinenwesen, E.T.H. Zürich, und Herrn Dr. H. Lörtscher, Institut für Tierzucht, E.T.H. Zürich, für die wertvollen Ratschläge, die sie mir in zuvorkommender Weise erteilten. Ich danke ferner der Leitung des Schweizerischen Bauernsekretariates in Brugg für die mir bei der Durchführung der Umfrage gegebenen Hinweise und für die Ueberlassung von Adressen. Ein besonderes Wort der Anerkennung gebührt endlich den Organen der landwirtschaftlichen Schulen und den Viehzuchtverbänden und -genossenschaften, sowie allen Landwirten und Betriebsvorstehern, welche mir bei der Vornahme der Erhebungen und Messungen in grosser Dienstbereitschaft mithalfen.

### Literatur.

1. *Anleitung zur Beurteilung des schweizerischen Braunviehes.* Herausgegeben vom Vorstande des Verbandes schweizerischer Braunviehzucht-Genossenschaften. Huber & Co., Frauenfeld 1929.
2. *Anleitung zur Beurteilung des schweizerischen Fleckviehes (Simmentalervieh).* Herausgegeben vom Vorstande des Verbandes schweizerischer Fleckviehzucht-Genossenschaften. Wyss Erben, Bern 1934.
3. *Berkoff W.:* Untersuchungen über den Energieumsatz von Warmblutpferden und dessen Beziehungen zu morphologischen und physiologischen Merkmalen. Zeitschrift für Züchtung und Züchtungsbiologie, Bd. 42, Heft 1, Berlin 1938.
4. *Brody S. and Cunningham R.:* Comparison between efficiency of horse, man, and motor, with special reference to size and monetary economy. University of Missouri, Columbia 1936.
5. *Collins E. V. and Caine A. B.:* Testing draft horses. Agricultural Experiment Station, Ames, Iowa 1926.
6. *Dolgich J.:* Ueber den Einfluss der Arbeitsleistung auf die Milchsekretion der Kühe. Diss., Halle a. S. 1902.
7. *Eibl K.:* Ueber den Einfluss der Arbeitsleistung auf die Milchsekretion. Diss., München 1934.
8. *Eidg. Statistisches Amt:* Die Landwirtschaftsbetriebe in der Schweiz, Tabellenteil, Bd. 6, Eidg. Betriebszählung 1929, Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 31, Bern 1933.
9. *Eidg. Statistisches Amt:* Die Landwirtschaftsbetriebe in der Schweiz, Textteil, Bd. 7, Eidg. Betriebszählung 1929, Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 36, Bern 1933.
10. *Eidg. Statistisches Amt:* Viehzählung vom 21. April 1936, Bern 1936.
11. *Eidg. Statistisches Amt:* Der Rindvieh- und Schweinebestand 1937. Eidg. Kontrollzählung vom 21. April, Bern 1937.
12. *Ellenberger W. und Scheunert A.:* Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haus- säugetiere. 3. Aufl., P. Parey, Berlin 1925.
13. *Fisher R. A.:* Statistical Methods for Research Workers. Biological Monographs and Manuals. Oliver & Boyd, London 1932.
14. *Franke H.:* Untersuchungen über den Einfluss des Körperbaues auf die Schrittlänge des Pferdes. Diss., Berlin 1935.
15. *Gehring K.:* Die tierärztliche Mitarbeit bei den Leistungsprüfungen in der Pferdezucht. Berliner tierärztliche Wochenschrift Nr. 10, Berlin 1938.
16. *Glättli G.:* Bauers Viehwaage. Anleitung zur Gewichtsbestimmung des Schweizerviehes und anderer nahestehender Rassen nach dem Mass. 7. Aufl., Huber & Co., Frauenfeld 1921.
17. *Hartmann K.:* Ein Beitrag zur Frage der Arbeitsleistungsprüfungen von Pferden. Landw. Jahrbücher, Bd. 81, Heft 3, P. Parey, Berlin 1935.

18. *Henkel Th.* : Ueber den Einfluss der anstrengenden Bewegungen auf die Milchproduktion. Landw. Versuchsstationen, Bd. 46, 344, Berlin 1896.
19. *Henniges H. E.* : Untersuchungen über den Einfluss der Körpermasse und Gliedmassenwinkel auf die Leistungsschrittlänge bei pommerschen Warmblutstuten. Diss., Berlin 1933.
20. *Howald O.* : Die Dreifelderwirtschaft im Kanton Aargau mit besonderer Berücksichtigung ihrer historischen Entwicklung und ihrer wirtschaftlichen und natürlichen Grundlagen. Verbandsdruckerei AG., Bern 1927.
21. *Howald O.* : Untersuchungen über die Verwendung und Verteilung der Arbeitszeit in schweizerischen Bauernbetrieben. Nr. 9 der betriebswirtschaftlichen und buchhaltungstatistischen Beiträge des Schweiz. Bauernsekretariates. Landw. Jahrbuch der Schweiz, Bern 1933.
22. *Howald O.* : Das Lehrgut für bäuerliche Betriebswirtschaft. Schweiz. Landw. Monatshefte, Heft 5, Benteli AG., Bern-Bümpliz 1939.
23. *Johannsen W.* : Elemente der exakten Erbliehkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik. 3. Aufl., G. Fischer, Jena 1926.
24. *Kellner O.* : Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 7. Aufl., P. Parey, Berlin 1916.
25. *Kiener A.* : Le type actuel de la vache d'élevage de la race suisse tachetée rouge et blanche. Landw. Jahrbuch der Schweiz, Bern 1938.
26. *Kolacek S.* : Der Einfluss der Zugarbeit auf die Nutzleistung der Milchkühe. Archiv für Tierernährung und Tierzucht, Bd. 8, Heft 3, Berlin 1933.
27. *Kronacher C. und Ogrizek A.* : Exterieur und Leistungsfähigkeit des Pferdes mit besonderer Berücksichtigung der Gliedmassenwinkelung und Schrittlängenverhältnisse. Zeitschrift für Züchtung, Reihe B, Bd. 23, Heft 2, Berlin 1932.
28. *Kronacher C. und v. Patow C.* : Biometrik. Eine Einführung. P. Parey, Berlin 1930.
29. *Krüger L.* : Einige grundsätzliche Bemerkungen zur Durchführung von Arbeits-Leistungsprüfungen. Deutsches Kaltblut, Heft 13 und 14, Hannover 1938.
30. *Laur E.* : Der Schweizerbauer, seine Heimat und sein Werk. Eine Darstellung der Verhältnisse und der Entwicklung der schweizerischen Landwirtschaft im zwanzigsten Jahrhundert. Schweizerischer Bauernverband, Brugg 1939.
31. *Leistungsprüfungsordnung, L. P. O.* : Herausgegeben von der obersten Behörde für die Prüfung von Kaltblutpferden. Berlin-Charlottenburg 1938.
32. *Lipinski G.* : Die Ermittlung der tierischen Arbeitsleistung in der Landwirtschaft durch Kraftmesser und ihre Ergebnisse (an Hand eigener und fremder Versuche behandelt). Die Landw. Versuchs-Stationen, Bd. 112, Heft 3 und 4, Berlin 1931.
33. *Lörtscher H.* : Variationsstatistische Untersuchungen an Leistungserhebungen in einer British-Friesian-Herde. Ein Beitrag zur Vererbung der Milchleistung beim Rind. Zeitschrift für Züchtung, Reihe B, Bd. 39, Heft 3, Berlin 1937.
34. *Mierswa K.* : Beziehungen zwischen äusseren und inneren Massen des Brustkorbes und seiner Organe beim Rinde. Diss., Giessen 1930, J. Springer. Berlin 1932.
35. *Morgen A., Kreuzhage C. und Hölzle R.* : Versuche mit Milchkühen über den Einfluss der Arbeitsleistung auf die Menge und Zusammensetzung der Milch. Landw. Versuchsstationen, Bd. 51, 117, Berlin 1899.
36. *Moskovits St.* : Die neuzeitlichen Methoden der Arbeitsleistungsprüfung und ihre Mängel. Deutsche Landw. Tierzucht, Nr. 20, Hannover 1932.
37. *Nieschling H.* : Experimentelle Untersuchungen über die Ausnutzungsmöglichkeit landwirtschaftlicher Arbeitspferde bei verlängerter 13stündiger Arbeitszeit unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Landw. Jahrbücher, Bd. 80, Heft 4, Berlin 1934.
38. *Rychner J.* : Zeitschrift für Rindviehkunde, Bern 1844 und 1845.
39. *Schmid A.* : Die direkten Leistungsprüfungen, besonders die relative Milchleistungsprüfung beim Rinde. Landw. Vorträge. Verband der Lehrer an landwirtschaftlichen Schulen der Schweiz. Huber & Co., Frauenfeld 1927.
40. *Schmid A.* : Das Simmentalervieh als neuzeitliche Leistungsrasse. Schweiz. Landw. Monatshefte, Heft 5, Benteli AG., Bern-Bümpliz 1929.
41. *Schmid A.* : Das Schweizer Braunvieh, eine alte internationale Kulturrasse. Schweiz. Landw. Monatshefte 12, Benteli AG., Bern-Bümpliz 1929.
42. *Schmid A.* : Nutztierzüchtung und Kulturassen der Schweiz. Huber & Co., Frauenfeld 1934.
43. *Schweizerisches Bauernsekretariat* : Untersuchungen über die Rentabilität der schweizerischen Landwirtschaft 1935/36. Landw. Jahrbuch der Schweiz, Heft 1, Bern 1937.
44. *Schweizerische Stiftung Trieur* : Prüfungsbericht, Heft 15, Brugg 1934.

45. *Schweizerische Stiftung Trieur*: Prüfungsbericht vom 24. Juli 1935 (unveröffentlicht).
  46. *Schweizerische Stiftung Trieur*: Vergleichsprüfung mit Ackerwagen, Brugg 1935.
  47. *Sciuchetti A.*: Der derzeitige weibliche Zuchttypus des schweizerischen Braunviehes, dargestellt mittels der Körpermasse und Lebendgewichte von ausgesprochenen Rassetieren. *Zeitschrift für Züchtung*, Reihe B, Bd. 28, Heft 3, Berlin 1933.
  48. *Spann J.*: Das Rind als Arbeitstier. Datterer & Cie., Freising 1925.
  49. *Stang V. und Wirth P.*: Tierheilkunde und Tierzucht. Urban & Schwarzenberg, Berlin, Wien 1931.
  50. *Steinmetz H.*: Kuhanspannung in Deutschland. Arbeiten des Reichsnährstandes, Bd. 11, Reichsnährstand Verlag, Berlin 1935.
  51. *Stillich O.*: Ueber den Einfluss der Arbeit der Kühe auf Menge und Zusammensetzung der Milch. Diss., H. Voigt, Leipzig 1896.
  52. *Teichmann W.*: Zugkraft der Zugtiere und Zugkraftbedarf landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte. Diss., Königsberg. R. Noske, Borna-Leipzig 1928.
  53. *Vitali G.*: Prove funzionali di potenza e resistenza su bovini di razza calvana. *Rivista di Zootecnia* N. 3, Firenze 1934.
  54. *Wallace H. A. and Snedecor G. W.*: Correlation and machine calculation. Iowa State College, Official Publication 30, No. 4, revised edition 1931.
  55. *Wenger H.*: Kummet oder Joch? *Schweiz. landw. Zeitschrift „Die Grüne“*, Nr. 22, Zürich 1938.
  56. *Zorn W.*: Die Feststellung der Zugleistung des Pferdes. *Deutsches Kaltblut*, Heft 13 und 14, Hannover 1938.
  57. *Zorn W., Blechschmidt und Kopp*: Ein Beitrag zur Frage der Durchführung von Arbeitsleistungsprüfungen beim Pferd. *Züchtungskunde*, Bd. 10, Heft 11, Berlin 1935.
  58. *Zorn W. und Krüger L.*: Die Messungen der Zugkraft. *Deutsches Kaltblut*, Heft 13 und 14, Hannover 1938.
-

# Anhang.

Fragebogen wurde überbracht von:

Name: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_

Strasse: \_\_\_\_\_

Schüler der Landw. Schule: \_\_\_\_\_

## Fragebogen.

Mit dem vorliegenden Fragebogen beabsichtigen wir, die praktischen Erfahrungen, die der Schweizerbauer bei der Heranziehung der Rinder, Kühe, Ochsen und Zuchtstiere (evtl. „Zwicken“) zur **Zugarbeit** gemacht hat, zu sammeln, um die **Arbeitsfähigkeit** unserer Schweizer Rinderrassen nachzuweisen.

Es ist eine Forderung der Zeit, in vielen landwirtschaftlichen Betrieben unseres Landes das Rindvieh wieder in vermehrtem Masse für die **Arbeitsleistung** heranzuziehen, und es ist in erster Linie der Bauer, der das volle Interesse daran hat, dass die Arbeitseignung unserer Rinderrassen in Zukunft wieder mehr zur Beachtung kommt.

Wir sind uns der grossen Arbeit bewusst, die Ihnen die Beantwortung der nachfolgenden Fragen verursacht; aber wir hoffen bestimmt auf Ihre geschätzte Mitarbeit und bitten Sie, die gestellten Fragen möglichst genau zu beantworten. Sie leisten damit nicht nur uns, sondern der schweizerischen Landwirtschaft einen Dienst, für den wir Ihnen zum voraus bestens danken.

**Im Interesse eines baldigen Abschlusses unserer Erhebungen bitten wir Sie, den Fragebogen umgehend auszufüllen!**

Name: \_\_\_\_\_ Gemeinde: \_\_\_\_\_ Höhe ü. M.: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_ Strasse (Gehöft): \_\_\_\_\_

Kanton: \_\_\_\_\_

Grösse des Betriebes mit Wald und Pachtland (Talgut): \_\_\_\_\_ ha

davon entfallen auf Wald: \_\_\_\_\_ ha

### I. Die Bewirtschaftung des Bodens:

#### 1. Wiesland:

Wieviel Kunstwiesen (Wechselwiesen) hatten Sie 1936? \_\_\_\_\_ ha

Wieviel Dauerwiesen hatten Sie 1936? \_\_\_\_\_ ha

**Total Wiesland:** \_\_\_\_\_ ha

#### 2. Ackerland:

Wieviel Getreide pflanzten Sie 1936? \_\_\_\_\_ ha

Wieviel Hackfrüchte (Kartoffeln, Rüben, Gemüse etc.) pflanzten Sie 1936? \_\_\_\_\_ ha

**Total Ackerland:** \_\_\_\_\_ ha

#### 3. Weide- und Streueland:

Wieviel **nur als Weide** genutztes Land hatten Sie 1936? \_\_\_\_\_ ha  
(Zeitweise als Weide benützte Parzellen = Wiesland.)

Wieviel Streue- oder Riedland hatten Sie 1936? \_\_\_\_\_ ha

**Total Weide- und Streueland:** \_\_\_\_\_ ha

#### 4. Andere Kulturarten:

Wieviel Rebland hatten Sie 1936? \_\_\_\_\_ ha

Andere Kulturen (z. B. Beeren) 1936? \_\_\_\_\_ ha

**Total andere Kulturen:** \_\_\_\_\_ ha

**Total Kulturland ohne Wald** \_\_\_\_\_ ha

### II. Die Weidenutzung:

1. Wird Ihr Jungvieh gesömmert? \_\_\_\_\_ (Ja oder Nein).

2. Haben Sie für Ihre Rinder, Kühe und Zuchtstiere Weidegang?

**Im Frühjahr** für die Rinder? Kühe? Zuchtstiere?

**Im Sommer** für die Rinder? Kühe? Zuchtstiere?

**Im Herbst** für die Rinder? Kühe? Zuchtstiere?

(Zutreffendes unterstreichen.)



Halten Sie die Ochsen hauptsächlich zum Zwecke der:

**Mast?** \_\_\_\_\_ Alter bei der Schlachtung? \_\_\_\_\_

**Arbeit?** \_\_\_\_\_ Alter bei der Schlachtung? \_\_\_\_\_

Ziehen Sie das Rindvieh, das zum Zuge verwendet wird, in der Regel **selbst auf?** \_\_\_\_\_

**Kaufen Sie es zu?** \_\_\_\_\_

Welcher Viehzuchtgenossenschaft gehören Sie an? \_\_\_\_\_

Haben Sie **Kühe mit Milchleistungsausweis?** Anzahl Stück: \_\_\_\_\_

Davon werden zur Zugarbeit verwendet: Stück: \_\_\_\_\_

2. **Die Pferde:** Anzahl Stück: \_\_\_\_\_

**Arbeitspferde unter 4 Jahre:** \_\_\_\_\_

**Arbeitspferde über 4 Jahre:** \_\_\_\_\_

**Zuchtstuten** (Alter: \_\_\_\_\_ Jahre) \_\_\_\_\_

## VI. Pferdemiete, Lohnfahren, Zusammenspannen mit dem Nachbar:

1. Haben Sie im Jahre 1936 Pferde gemietet? \_\_\_\_\_

Während wieviel Tagen? \_\_\_\_\_ Wieviele Pferde? \_\_\_\_\_

Für welche Zugarbeiten wurden die Mietpferde verwendet? \_\_\_\_\_

2. Haben Sie im Jahre 1936 **Lohnfahren** ausführen lassen?

Wieviele Tage \_\_\_\_\_ arbeitete 1 Mann mit \_\_\_\_\_ **Pferden** im Lohn auf Ihrem Betrieb?

Was für Arbeiten wurden ausgeführt? \_\_\_\_\_

Wieviele Tage arbeitete 1 Mann mit **einem Traktor** im Lohn auf Ihrem Betrieb? \_\_\_\_\_

Was für Arbeiten wurden ausgeführt? \_\_\_\_\_

3. Spannen Sie gelegentlich mit dem Nachbar zusammen?

**Mit Pferden?** \_\_\_\_\_ **Mit Kühen?** \_\_\_\_\_

Was für **Zugarbeiten** wurden im Jahre 1936 bei diesem Zusammenspannen (Aus-  
helfen) verrichtet? \_\_\_\_\_

**Mit den Pferden?** \_\_\_\_\_

**Mit dem Rindvieh?** \_\_\_\_\_

## VII. Das Anlernen der Rinder, Kühe, Ochsen und Zuchtstiere zur Arbeit:

1. In welchem Alter lernen Sie Ihre \_\_\_\_\_ Alter: Jahre Monate

**Rinder** zum Zuge an? \_\_\_\_\_

**Ochsen** zum Zuge an? \_\_\_\_\_

**Zuchtstiere** zum Zuge an? \_\_\_\_\_

## VIII. Die Beschirrung der Rinder, Kühe, Ochsen und Zuchtstiere:

1. Benützen Sie den **Kummet?** \_\_\_\_\_

2. Benützen Sie das **Joch?** \_\_\_\_\_ Welches?

Stirnjoch? (Joch liegt auf der Stirne).

Genickjoch, Hornjoch? (Joch liegt hinter den Hörnern).

Widerrist-, Nacken- oder Kehljoch? (Joch liegt vor dem Widerrist).

(Zutreffendes unterstreichen.)

3. Mit welcher Geschirrrart haben Sie die besten Erfahrungen gemacht? \_\_\_\_\_

4. Wie führen Sie Ihr Rindvieh bei der Arbeit?

An der Halfter? \_\_\_\_\_ Gelegentlich am Leitseil? \_\_\_\_\_ Am Horn? \_\_\_\_\_

(Zutreffendes unterstreichen.)



**IX. Was für Arbeiten verrichten Ihre Rinder, Kühe, Ochsen und Zuchtstiere?**

Art der Arbeiten:	Wieviele Tiere werden zusammen angespannt? (z. B. zweispännig = 2)	Was für Tiere spannen Sie zusammen an? (z. B. Kuh und Pferd = K+Pf)	Wie lange bleibt das gleiche Gespann je Tag im Zug?	
			Vormittag Std.	Nachmittag Std.
<b>1. Führen:</b>				
Tägliches Grasholen . . .				
Jaucheführen . . . . .				
Mist- und Düngerführen .				
Heu, Emd und Getreide einführen . . . . .				
Kartoffeln einführen . . .				
Holz- und Kiesführen . . .				
Marktführen . . . . .				
(Marktentfernung? ___ km)				
<b>2. Acker- und Wiesenarbeiten:</b>				
Pflügen, tiefe Furche . . .				
Pflügen, Schälfurche . . .				
Eggen, Ackeregge . . . . .				
Eggen, Wiesenegge . . . . .				
Walzen . . . . .				
Kartoffelpflügen . . . . .				
<b>3. Erntearbeiten:</b>				
Mähen von Heu und Emd				
Heuwender . . . . .				
Schwadenrechen . . . . .				
<b>4. Andere Arbeiten:</b>				

Welche Arbeiten eignen sich nach Ihrer Erfahrung **am besten** für das Rindvieh? \_\_\_\_\_

Welche Arbeiten sind nach Ihrer Erfahrung **zu schwer** für  
 die Rinder? \_\_\_\_\_  
 die Kühe? \_\_\_\_\_  
 die Zuchtstiere? \_\_\_\_\_

**Verwenden Sie Wagen oder Maschinen, die speziell für das Rindvieh gemacht sind?**  
 Wagen? \_\_\_\_\_  
 Maschinen? \_\_\_\_\_

Haben Sie einen leichten?, einen schweren Selbsthalterpflug?  
 Haben oder benützen Sie mit Ihrem Rindvieh eine 1-Spannermäähmaschine?, eine 1½-Spannermäähmaschine (Kuhmäher)?, eine 2-Spannermäähmaschine?  
 (Zutreffendes unterstreichen.)  
 Andere Maschinen oder Geräte, die speziell für das Rindvieh gebaut sind: \_\_\_\_\_

**X. Die Verwendung der Rinder, Kühe, Ochsen und Zuchtstiere zur Arbeit in den einzelnen Monaten:**

An wievielen **Tagen im Monat** leistete Ihr Rindvieh schätzungsweise im Jahr 1936 Zugdienst?

Arbeitstage	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Total

**XI. Die Beschläge der Rinder, Kühe, Ochsen und Zuchtstiere:**  
 Wieviele von Ihren Tieren, die zum Zug verwendet werden, sind beschlagen?

	Stück	Vorderfüsse	Hinterfüsse
<b>Rinder und Kühe</b> . . . . .			
<b>Ochsen</b> . . . . .			
<b>Zuchtstiere</b> . . . . .			



## Lebenslauf.

---

Ich, Hans Wenger, von Thierachern (Bern), wurde am 28. August 1908 in meinem Bürgerort als Bauernsohn geboren. Nach neunjährigem Besuch der dortigen Primarschule und einem Jahr Sekundarschule in Colombier (Neuenburg), sowie einem Sommerkurs an der Ackerbauschule Crézancy (Frankreich), absolvierte ich zwei Winterkurse an der landwirtschaftlichen Mittelschule Schwand-Münsingen, die ich im Frühjahr 1932 mit dem Diplom verliess. Anschliessend besuchte ich während eines halben Jahres das Institut Humboldtianum (Realabteilung) in Bern, um im Herbst 1932 die Aufnahmeprüfung der landwirtschaftlichen Abteilung an der E. T. H. abzulegen. Nach siebensemestrigem Studium erwarb ich im März 1936 das Diplom als Ingenieur-Agronom. Seit 16. März 1936 bin ich im Institut für Tierzucht an der E. T. H. unter der Leitung von Herrn Professor Dr. A. Schmid als Vorlesungsassistent beschäftigt. Neben dieser Betätigung führte ich die vorliegende Promotionsarbeit durch.

Praktisch betätigte ich mich von 1924—1925 als Praktikant auf dem Betriebe des Herrn F. Schopfer in Montfleury, Satigny (Genf), und von 1925—1929 auf dem väterlichen Betrieb in Thierachern, den ich von 1927 bis Herbst 1929 selbständig leitete.

---