

Hydraulik in der Landtechnik (Teil IV)¹

Dipl.-Ing. G. HASSLAUER*

4. Kraftheberanlagen in Traktoren

4.1. Allgemein

In Teil 3.1 (Teil III) wurde auf die Notwendigkeit der Übereinstimmung der Hydraulikanlagen von Traktoren und mit ihnen gekoppelter Landmaschinen in ihren energetischen Kennziffern hingewiesen.

Nach 3.2.1 (Teil III) gibt es bereits Festlegungen über einige hydraulische Parameter. Diese sind aber noch nicht ausreichend für eine einheitliche Ausrüstung und damit der Kopplung von Traktoren und Landmaschinen aus der Produktion verschiedener Länder des RGW. Außerdem macht sich ein allgemeingültiger und umfassender Beurteilungstab für alle Traktorentypen des In- und Auslands notwendig.

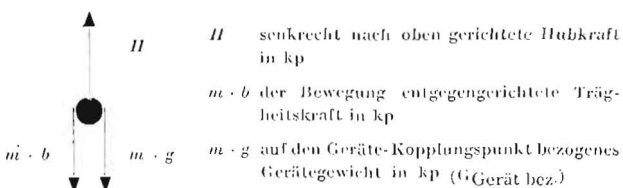
Da in 2.2.2 (Teil II) bereits die Grundmerkmale von Krafthebern behandelt wurden und in Heft 1 bis 4/1967 dieser Zeitschrift eine Aufsatzreihe über Regelhydraulik [1] sowie an anderen Stellen eine ganze Anzahl von Veröffentlichungen über konstruktive Ausführungen von Krafthebern erschienen sind, wird nachfolgend untersucht, wie unter Verwendung von festgelegten Parametern (z. B. des Heckenbaues) und im internationalen Maßstab vorhandenen traktortypischen Kennziffern die am Gerätekopplungspunkt der unteren Lenker erforderlichen Hubkräfte den Traktor-Zugkraftklassen zugeordnet sowie daraus die Hauptparameter der Kraftheber-Zylinder festgelegt werden können. Außerdem wird die Zuordnung der Regel-Förderströme zu den Traktor-Zugkraftklassen untersucht.

4.2. Energetische Forderungen der Anbau-Geräte an die Dreipunkt-Aufhängung

4.2.1. Hubzeiten und Einfluß der Trägheitskräfte auf die Hubkräfte

Nach 3.2.4 (Teil III) erfolgte eine Unterteilung der Hubzeiten, wobei Kraftheber-Zylindern ein $t_{Hub} = 1,5$ bis $2,0$ s zugeordnet wurde.

Da der Hubvorgang aus dem Stillstand (in der untersten Stellung des unteren Lenkers der 3-Punkt-Aufhängung) erfolgt, soll der Einfluß der Trägheitskräfte untersucht werden. Am Geräte-Kopplungspunkt der unteren Lenker treten folgende Kräfte auf:



Da Gleichgewicht der Kräfte herrschen muß, ist

$$H - m \cdot b - m \cdot g = 0 \quad [kp]$$

$$H = m(b + g)$$

Darin sind:

- b Hubbeschleunigung in senkrechter Richtung in m/s^2
- g Erdbeschleunigung = $9,81 m/s^2$

Die Hubbeschleunigung ist:

$$b_{Hub} = \frac{2 \cdot s_{Hub}}{t_{Hub}^2}$$

Darin sind:

s_{Hub} senkrechter Hubweg des Geräte-Kopplungspunktes = $0,75$ m (TGL 33-58101)

t_{Hub} entsprechende Hubzeit = $1,5$ bis $2,0$ s.

Die Hubkraft ergibt sich damit zu:

$$H = m \cdot (b_{Hub} + g) = \frac{G_{Gerät \text{ bez}}}{g} \cdot (b_{Hub} + g)$$

$$H = G_{Gerät \text{ bez}} \cdot \left(1 + \frac{b_{Hub}}{g} \right)$$

$$\frac{H}{G_{Gerät \text{ bez}}} = 1 + \frac{0,15}{t_{Hub}^2}$$

Aus dem Kurvenverlauf in Bild 1 geht hervor, daß für den Bereich der Hubzeit $t_{Hub} = 1,5$ bis $2,0$ s der Anteil der Trägheitskraft nur 4 bis 7% beträgt und deshalb vernachlässigt werden kann.

Für die weiteren Rechnungen kann $H = G_{Gerät \text{ bez}}$ gesetzt werden. (Bild 2)

4.2.2. Zuordnung der erforderlichen Hubkräfte am Geräte-Kopplungspunkt der unteren Lenker zu den Traktor-Zugkraftklassen

Nach FRANKE [2] gilt:

$$\text{Triebkraft des Traktors } T = G_H \cdot (\mu_k - f_r) \quad [kp]$$

darin sind: $f_r \approx 0,1$

$$\mu_k \approx 0,65$$

Diese Werte eingesetzt ergibt:

$$T = G_H \cdot 0,55$$

Weiterhin gilt:

$$\text{Zugkraft } Z = T - G_v \cdot f_r \quad [kp]$$

Für das Fahren auf dem Acker sollen die Achsbelastungen wie folgt sein:

$$G_H = 0,85 \cdot (G_{Traktor} + G_{Gerät}) \quad [kp]$$

$$G_v = 0,15 \cdot (G_{Traktor} + G_{Gerät}) \quad [kp]$$

In die Zugkraftformel eingesetzt ergibt sich:

$$\begin{aligned} Z &= T - 0,15 \cdot (G_{Traktor} + G_{Gerät}) \cdot f_r \\ &= 0,85 \cdot (G_{Traktor} + G_{Gerät}) \cdot 0,55 - 0,015 (G_{Traktor} + G_{Gerät}) \end{aligned}$$

$$Z \approx 0,45 \cdot (G_{Traktor} + G_{Gerät}) \quad [kp]$$

$G_{Gerät}$ ist das Gewicht des angebauteen Gerätes.

In den weiteren Rechnungen wird dieses Gewicht auf den Geräte-Kopplungspunkt des unteren Lenkers bezogen.

Für hinterachsgetriebene Traktoren gilt:

$$G_{Gerät \text{ bez}} \cdot L = \frac{2}{5} \cdot G_{Traktor} \cdot R \quad [kp]$$

* Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (Direktor: Dr.-Ing. H. REICHEL)

¹ Teil I s. II. 1/1967, S. 36; Teil II s. II. 2/1967, S. 86; Teil III s. II. 4/1967, S. 179.

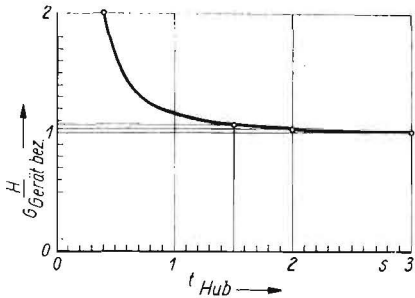


Bild 1
Einfluß der Hubzeit auf die Trägheits- und Hubkräfte

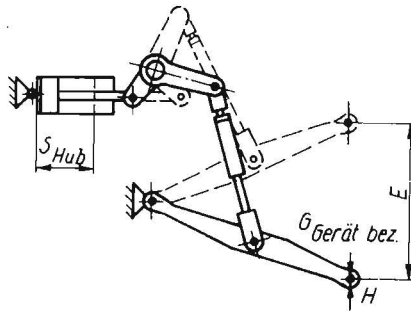


Bild 2
Schema der Kraftheber - Anlage

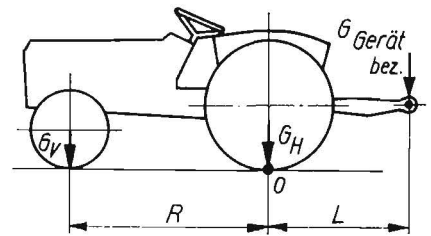


Bild 3
Belastungen am Traktor zur Ermittlung des Aufbaumomentes um Punkt O

Da $H = G_{\text{Gerät bez}}$ ist, kann das Gegenaufbaum-Moment des Traktors (um den Drehpunkt O der Hinterachse in Bild 3) wie folgt angesetzt werden:

$$H \cdot L = \frac{2}{5} \cdot G_{\text{Traktor}} \cdot R$$

Darin sind:

R Radstand des Traktors

L Abstand Hinterachsmittle – Geräteverbindungspunkt

$$\frac{G_{\text{Traktor}}}{H} = 2,5 \cdot \frac{L}{R}$$

Die Gleichung $Z \approx 0,45 \cdot (G_{\text{Traktor}} + G_{\text{Gerät}})$ umgestellt und durch $G_{\text{Gerät}}$ dividiert, ergibt:

$$\frac{G_{\text{Traktor}}}{G_{\text{Gerät}}} + 1 = 2,25 \cdot \frac{Z}{G_{\text{Gerät}}}$$

$G_{\text{Gerät}}$ und G_{Traktor} werden durch H ausgedrückt:

$$G_{\text{Gerät}} = G_{\text{Gerät bez}} \cdot \frac{L}{L + s} = H \cdot \frac{L}{L + s}$$

Darin ist s der Geräte-Schwerpunkt-Abstand vom Geräte-Kopplungspunkt. s wird = L gesetzt.

Der Zusammenhang zwischen H und Z läßt sich dann wie folgt berechnen:

$$\frac{G_{\text{Traktor}}}{H \cdot L} \cdot (L + s) + 1 = 2,25 \cdot \frac{Z \cdot (L + s)}{H \cdot L}$$

$$G_{\text{Traktor}} \cdot (L + s) + H \cdot L = 2,25 \cdot Z \cdot (L + s)$$

$$2,5 \cdot \frac{L}{R} \cdot H \cdot 2L + H \cdot L = 2,25 \cdot Z \cdot 2L$$

$$H \cdot \left(\frac{L}{R} \cdot 5,0 + 1 \right) = 4,5 \cdot Z$$

$\frac{L}{R}$ wird gleich k gesetzt und damit H für Hinterachsenantrieb (HA) errechnet:

$$H_{\text{HA}} = \frac{4,5 \cdot Z}{5,0 \cdot k_{\text{HA}} + 1} \quad [\text{kp}]$$

Für allradgetriebene Traktoren gilt:

$$G_{\text{Gerät bez}} \cdot L = \frac{3}{5} \cdot G_{\text{Traktor}} \cdot R$$

Analog zur Rechnung für Hinterachsenantrieb ergibt sich damit:

$$\frac{G_{\text{Traktor}}}{H} = 1,67 \cdot \frac{L}{R}$$

$$1,67 \cdot \frac{L}{R} \cdot H \cdot 2L + H \cdot L = 2,25 \cdot Z \cdot 2L$$

$$H \cdot \left(\frac{L}{R} \cdot 3,3 + 1 \right) = 4,5 \cdot Z$$

und H für Allradantrieb (AR):

$$H_{\text{AR}} = \frac{4,5 \cdot Z}{3,3 \cdot k_{\text{AR}} + 1} \quad [\text{kp}]$$

In Auswertung von Druckschriften der bedeutendsten traktorenbauenden Firmen der RGW-Länder und des westlichen Auslands wurden die vorhandenen k-Werte ermittelt.

Als Ergebnis der Analyse können die Grenzwerte von k für hinterachs- und allradgetriebene Traktoren wie folgend angesetzt werden:

Hinterachsenantrieb $k_{\text{HA}} = 0,3$ bis $0,45$

Allradantrieb $k_{\text{AR}} = 0,45$ bis $0,6$

Mit diesen Parameter-Werten ist die Hubkraft H in Abhängigkeit von der Zugkraft Z in Bild 4 dargestellt.

Wird Z gleich dem Nennwert einer Zugkraftklasse gesetzt, können den Nenn-Zugkraftklassen Nenn-Hubkräfte zugeordnet werden. Aus Bild 4 geht die folgende mögliche Zuordnung hervor:

Zugkraftklasse	0,6 Mp	H = 1000 kp
Zugkraftklasse	0,9 Mp	H = 1500 kp
Zugkraftklasse	1,4 Mp	H = 2500 kp
Zugkraftklasse	2,0 Mp	H = 3500 kp

4.3. Energetische Forderungen an den hydraulischen Kraftheber

4.3.1. Hubvermögen des Kraftheber-Zylinders

Das mechanische Hubvermögen am Geräte-Kopplungspunkt ergibt sich aus der Hubkraft H und dem senkrechten Hubweg m des Geräte-Kopplungspunktes.

$$\Lambda_{\text{mech}} = H \cdot m \quad [\text{kpm}]$$

$$\Lambda_{\text{hydr}} = \frac{\Lambda_{\text{mech}}}{\eta_{\text{KH}}} = \frac{H \cdot m}{\eta_{\text{KH}}} \quad [\text{kpm}]$$

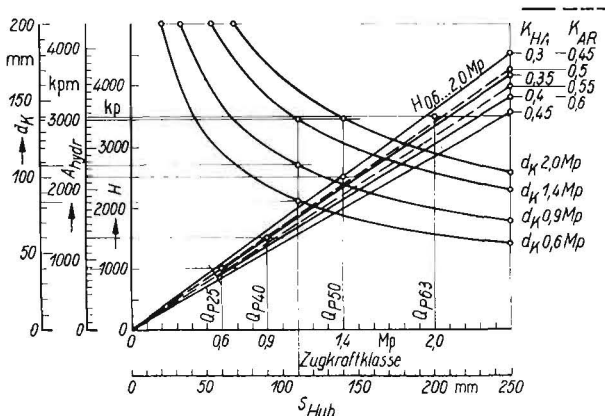


Bild 4. Hubkraft H und Hubvermögen Λ_{hydr} in Abhängigkeit von der Zugkraftklasse, Hauptparameter des Kraftheber-Zylinders

Darin sind:

$$m = 0,75 \text{ m (TGL 33-58101)}$$

$$\eta_{KH} \text{ Wirkungsgrad der Kraftheber-Anlage} \\ = 0,8 \dots 0,85 [3]$$

In der weiteren Rechnung wird $\eta_{KH} = 0,85$ gesetzt.

Für Hinterachs Antrieb ergibt sich:

$$A_{hydr HA} = \frac{m}{\eta_{KH}} \cdot H_{HA} = \frac{0,75}{0,85} \cdot 4,5 \cdot \frac{Z}{(5,0 \cdot k_{HA} + 1)}$$

$$A_{hydr HA} \leftarrow \frac{4,0}{(5,0 \cdot k_{HA} + 1)} \cdot Z \quad [\text{kpm}]$$

Für Allradantrieb ergibt sich:

$$A_{hydr AR} = \frac{4,0}{(3,3 \cdot k_{AR} + 1)} \cdot Z \quad [\text{kpm}]$$

Die speziellen Werte sind in der A_{hydr} -Ordinate in Bild 4 eingetragen. Durch Verlängerung der zur Abszisse parallelen Hilfslinien über die H-Nennwerte der Zugkraftklassen hinaus sind auch die Nennwerte von A_{hydr} markiert.

4.3.2. Erforderlicher Aushebedruck

Der Aushebedruck läßt sich vom Hubvermögen A_{hydr} ableiten.

$$A_{hydr} = N_{hydr} \cdot t_{Hub} \quad [\text{kpm}]$$

$$A_{hydr} = \frac{P_{Hub} \cdot Q_p}{450} \cdot 75 \cdot t_{Hub} = \frac{P_{Hub} \cdot Q_p}{6} \cdot t_{Hub}$$

Für Hinterachs Antrieb ergibt sich:

$$t_{Hub} \cdot \frac{P_{Hub} \cdot Q_p}{6} = \frac{4,0}{(5,0 \cdot k_{HA} + 1)} \cdot Z$$

$$P_{Hub HA} = \frac{24,0}{(5,0 \cdot k_{HA} + 1)} \cdot \frac{Z}{t_{Hub} \cdot Q_p} \quad [\text{kp/cm}^2]$$

Für Allradantrieb ergibt sich:

$$P_{Hub AR} = \frac{24,0}{(3,3 \cdot k_{AR} + 1)} \cdot \frac{Z}{t_{Hub} \cdot Q_p} \quad [\text{kp/cm}^2]$$

Darin sind:

Z in kp

t_{Hub} in s

Q_p in l/min

Die Maximalwerte für $P_{Hub HA}$ treten bei $k_{HA} = 0,3$ und für $P_{Hub AR}$ bei $k_{AR} = 0,45$ auf.

Da $(5,0 \cdot 0,3 + 1) \approx (3,9 \cdot 0,45 + 1)$ ist, sind die absoluten Werte für $P_{Hub HA}$ und $P_{Hub AR}$ im analysierten Bereich von k gleich.

$$P_{Hub 0,6 Mp} = 158 \text{ kp/cm}^2$$

$$P_{Hub 0,9 Mp} = 148 \text{ kp/cm}^2$$

$$P_{Hub 1,4 Mp} = 139 \text{ kp/cm}^2$$

$$P_{Hub 2,0 Mp} = 157 \text{ kp/cm}^2$$

Diese Werte des Aushebedruckes berechtigen zur Forderung, den nach 3.2.1 (Teil III) festgelegten Druck $p_{max} = 130 + 5 \text{ kp/cm}^2$ auf mindestens 150 kp/cm^2 zu erhöhen.

4.3.3. Hauptparameter der Kraftheber-Zylinder

Die wichtigsten Hauptparameter können aus dem Füllungsvolumen des Kraftheber-Zylinders, dem Förderstrom der Pumpe und der Hubzeit ermittelt werden.

$$t_{Hub} = \frac{F_K \cdot s_{Hub}}{Q_p} \cdot \frac{60}{10^3} = \frac{d_K^2 \cdot \pi \cdot s_{Hub}}{4 \cdot Q_p} \cdot \frac{60}{10^3}$$

$$d_K^2 = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{10^3}{60} \cdot \frac{t_{Hub} \cdot Q_p}{s_{Hub}} = 21,2 \cdot \frac{t_{Hub}}{s_{Hub}} \cdot Q_p$$

$$d_K = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{t_{Hub} \cdot Q_p}{s_{Hub}}}$$

Darin sind:

d_K Kolbendurchmesser in cm

t_{Hub} in s

Q_p in l/min

s_{Hub} in cm

Mit den speziellen Werten des Förderstroms und der Hubzeit ergibt sich die Zuordnung zu den Zugkraftklassen:

$$d_{K 0,6 Mp} = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{1,5 \cdot 25}{s_{Hub}}} = 28,2 / \sqrt{s_{Hub}}$$

$$d_{K 0,9 Mp} = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{1,5 \cdot 40}{s_{Hub}}} = 35,8 / \sqrt{s_{Hub}}$$

$$d_{K 1,4 Mp} = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{2,0 \cdot 50}{s_{Hub}}} = 46 / \sqrt{s_{Hub}}$$

$$d_{K 2,0 Mp} = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{2,0 \cdot 63}{s_{Hub}}} = 52 / \sqrt{s_{Hub}}$$

4.4. Zuordnung der Regel-Förderströme zu den Traktor-Zugkraftklassen 0,9 bis 2,0 Mp

In Auswertung der Veröffentlichung [1]

„Tiefenhaltung und ökonomischer Nutzen bei Anwendung der Regelhydraulik an Traktoren“

wird als ungünstiger Mittelwert der auszuregelnden Abweichungen von der konstanten Tiefe für alle Bodenarten ein senkrechter Regelweg von 5 cm auf 1 m Fahrstrecke (s_{Fahr}) angesetzt, wobei die nachfolgenden Betrachtungen auf den Geräte-Koppelungspunkt der unteren Lenker bei einer Fahrgeschwindigkeit von $\approx 7 \text{ km/h} = 2 \text{ m/s}$ bezogen werden.

Die notwendige Zeit t_{Regel} für den Regelweg s_{Regel} ist gleich der notwendigen Zeit t_{Fahr} für die Fahrstrecke s_{Fahr} .

$$t_{Regel} = t_{Fahr} = \frac{s_{Fahr}}{v_{Fahr}} = 0,5 \text{ s}$$

Zur Errechnung des erforderlichen Regel-Förderstromes der Pumpe der Traktor-Anlage ist das Verhältnis des Regelweges s_{Regel} zum Hubweg m des Koppelungspunktes wichtig.

$$\frac{s_{Regel}}{m} = \frac{5}{75} = \frac{1}{15}$$

$$s_{Regel} = \frac{1}{15} \cdot m \quad [\text{cm}]$$

Die Zeit für den Hubweg m , die gleichzeitig vom Kolben des Kraftheber-Zylinders benötigt wird, ist

$$t_{Hub} = \frac{F_K \cdot s_{Hub}}{Q_p} \cdot \frac{60}{10^3} \quad [\text{s}]$$

(Schluß S. 235)

Qualifizierungsmöglichkeiten an der Spezialschule für Landtechnik Großenhain

In den Fachrichtungen Landtechnik, Elektrotechnik und Schweißtechnik bietet die Spezialschule für Landtechnik Großenhain ein umfassendes Aus- und Weiterbildungsprogramm, das von Grundausbildungen bis zur Meisterweiterbildung reicht und daneben noch zahlreiche Spezialausbildungsmöglichkeiten bietet. Dabei soll die Ausbildung entweder zu einer Facharbeiterqualifikation oder auf deren Grundlage zu einer höheren beruflichen Spezialisierung führen. Die differenzierte berufliche Weiterbildung soll dem Absolventen eine Vervollkommnung seiner Ausbildung entsprechend der raschen technischen Entwicklung ermöglichen. Darüber hinaus sollen neue berufliche Qualifikationen für einen veränderten beruflichen Einsatz vermittelt werden. Auch für unsere Genossenschaftsbäuerinnen bieten sich in einigen Lehrgängen für die Innenmechanisierung gute Qualifizierungsmöglichkeiten.

Die anschließende Übersicht vermittelt ein gutes Bild von der breiten Palette der Bildungsmöglichkeiten.

1. Fachrichtung Landtechnik

1.1. Laufende Lehrgänge:

Meister der Landtechnik
Traktoren- und Landmaschinenschlosser
Dreher
Betriebschlosser Innenmechanisierung (Grundausbildung)
Hydraulikspezialisten
Fahrlehrer
Traktoren-Prüfdienst-Spezialisten, Pflegeschlosser, Kranrevisor,
Kfz-Sachverständiger
Ausbildungsberechtigte für Lader T 172 bzw. T 157
Ausbildungsberechtigte für Melkanlagen

1.2. Lehrgänge in Vorbereitung

Meisterweiterbildung TKO
Meisterweiterbildung Innenmechanisierung
Kühlanlagenmonteure
Druckluftbremsenmonteure
Spezialisten für Vollerntemaschinen bzw. technologische Arbeitsprozesse (Getreide, Kartoffeln, Rüben, Futter)

(Schluß v. S. 234)

Die Zeit für den Regelweg $s_{\text{Hub Regel}}$ des Kolbens des Kraftheber-Zylinders entsprechend dem Regelweg s_{Regel} des Geräte-Koppelungspunktes ist

$$t_{\text{Regel}} = \frac{v_K \cdot s_{\text{Hub Regel}}}{Q_{\text{p Regel}}} \cdot 60 \quad [\text{s}]$$

Werden beide Zeit-Gleichungen ins Verhältnis gesetzt, kann der Förderstrom $Q_{\text{p Regel}}$ eliminiert werden.

$$\frac{t_{\text{Regel}}}{t_{\text{Hub}}} = \frac{s_{\text{Hub Regel}}}{s_{\text{Hub}}} \cdot \frac{Q_{\text{p}}}{Q_{\text{p Regel}}}$$

$$= \frac{s_{\text{Regel}}}{m} \cdot \frac{Q_{\text{p}}}{Q_{\text{p Regel}}} = \frac{1}{15} \cdot \frac{Q_{\text{p}}}{Q_{\text{p Regel}}}$$

Nach $Q_{\text{p Regel}}$ aufgelöst, ergibt sich:

$$Q_{\text{p Regel}} = \frac{1}{15} \cdot \frac{t_{\text{Hub}}}{t_{\text{Regel}}} \cdot Q_{\text{p}} \quad [l/\text{min}]$$

Durch Einsetzen der speziellen Werte

$$Q_{\text{p } 0,9} = 40 l/\text{min} \quad t_{\text{Hub } 0,9} = 1,5 \text{ s}$$

$$Q_{\text{p } 1,4} = 50 l/\text{min} \quad t_{\text{Hub } 1,4 \text{ bis } 2,0} = 2,0 \text{ s}$$

$$Q_{\text{p } 2,0} = 63 l/\text{min} \quad t_{\text{Regel}} = 0,5 \text{ s}$$

ergeben sich die entsprechenden Regelströme zu:

$$Q_{\text{p Regel } 0,9} = \frac{1}{15} \cdot \frac{1,5}{0,5} \cdot 40 = 8 l/\text{min}$$

$$Q_{\text{p Regel } 1,4} = \frac{1}{15} \cdot \frac{2,0}{0,5} \cdot 50 = 13 l/\text{min}$$

$$Q_{\text{p Regel } 2,0} = \frac{1}{15} \cdot \frac{2,0}{0,5} \cdot 63 = 16,7 l/\text{min}$$

Damit können die Regel-Förderströme den Traktor-Zugkraftklassen mit folgenden Nennwerten zugeordnet werden:

Tafel 1. Hauptparameter der Kraftheberanlage in der Zuordnung zur Traktor-Zugkraftklasse

Zugkr.-klasse	Nenn-Hubkraft	Hubvermögen hydr.	Kolben-Dmr. und (-Hub)	Nenn-Aushebdruck	Hubzeit	Nenn-Förderströme
[Mp]	[kp]	[kpm]	[mm]	[kp/cm ²]	[s]	Q_{p} $Q_{\text{p Regel}}$ [l/min]
0,6	1000	≈ 880	80 (110)	150	1,5	25
0,9	1500	≈ 1300	110 (110)	150	1,5	40
1,4	2500	≈ 2200	140 (110)	150	2,0	50
2,0	3500	≈ 3100	140 (140)	150	2,0	63

$$Q_{\text{p Regel } 0,9} = 10 l/\text{min} \quad Q_{\text{p Regel } 1,4} = 12,5 l/\text{min}$$

$$Q_{\text{p Regel } 2,0} = 16 l/\text{min}$$

Diese unterschiedlichen Förderströme können analog 3.3.3.3 (Teil III) bei einheitlicher Pumpe wiederum durch verschiedene Antriebsdrehzahlen erzeugt werden, wobei die Nenn-Drehzahl bei $Q_{\text{p Regel}} = 12,5 l/\text{min}$ liegen sollte.

Zweckmäßigerweise ist dafür eine 2-Strom-Pumpe einsetzbar.

4.5. Zusammenfassung

Aus den Kurvenverläufen $H_{0,6}$ bis $2,0 \text{ Mp}$ in Abhängigkeit von der Zugkraftklasse – mit den Werten k_{HA} und k_{AR} als Parameter, wobei $k_{\text{HA}} = 0,3$ und $k_{\text{AR}} = 0,45$ anzustrebende Bestwerte sind – und d_K 0,6 bis $2,0 \text{ Mp}$ in Abhängigkeit vom Kolbenweg s_{Hub} des Kraftheber-Zylinders – mit dem Produkt $t_{\text{Hub}} \cdot Q_{\text{p}}$ als Parameter – in Bild 4 sowie nach 4.4 ergeben sich die in Tafel 1 zusammengestellten Nennwerte für die Kraftheberanlagen in der Zuordnung zu den Nenn-Zugkraftklassen für Hinterachsantrieb und Allradantrieb.

Zur Vervollständigung wurden auf der rechten Seite der d_K -Ordinate Standard-Nenngrößen der Kolben-Dmr. hydraulischer Arbeitszylinder aufgetragen. Von der s_{Hub} -Abszisse – bei $s_{\text{Hub}} = 110 \text{ mm}$ – wurde eine senkrechte Hilfslinie nach oben bis zum Schnittpunkt mit den d_K -Kurven eingetragen. Bei diesem Hubwert ergibt sich eine günstige Ausnutzung der Zylinder-Nenngrößen $d_K = 80, 110$ und 140 mm für die Zugkraftklassen 0,6 bis $1,4 \text{ Mp}$. Für die Klasse $2,0 \text{ Mp}$ sollte zur Sortimentsengung ebenfalls die Nenngröße 140 mm , aber mit einer Hublänge von 140 mm , verwendet werden. Da nach 3.3.1 (Teil III) die zukünftigen Arbeiten ausschließlich von Traktoren der 0,9 bis $2,0 \text{ Mp}$ -Zugkraftklassen ausgeführt werden, sind dazu prinzipiell nur 2 Nenngrößen bei ebenfalls 2 Hublängen erforderlich.

An die von den Nennwerten der Zugkraftklassen-Abszisse nach oben gezogenen Hilfslinien wurden die den Nenn-Zugkraftklassen zugeordneten Nenn-Förderströme angetragen.

Zur Vollständigkeit des Komplexes „Kraftheberanlage“ wurden noch die zuzuordnenden Regel-Nennförderströme und der erforderliche Aushebdruck ermittelt, womit die insgesamt wichtigsten Hauptparameter genannt sind.

Literatur

- [1] PFLÜGER, W.: *Tiefendulung und ökonomischer Nutzen bei Anwendung der Regelhydraulik an Traktoren (Aufsatzreihe)*. Deutsche Agrartechnik (1967) H. 1 bis 4
- [2] FRANKE, R.: *Beispiele über Rollwiderstand, Kraftschluß und Zugkraft von Wagen und Aekerschleppern*. Landtechnische Forschung (1965) H. 5, S. 137 bis 143
- [3] CORNI, A.: *Der Hydraulikheber beim Kuppeln der landwirtschaftlichen Geräte*. Machine Motorie Agricola (1966) H. 6, S. 65 bis 71 (Fortsetzung folgt)

A 6841