

Seit Beginn des Jahres 1962 werden in unseren Meliorationsbaubetrieben zunehmend die sowjetischen Eimerkettenbagger ETN-171 bei der Tonrohrdränung eingesetzt.

Beschreibung des ETN-171

Der ETN hat laut technischem Paß des Baggerwerks Tallin vom Jahre 1962 folgende technische Daten: Arbeitsbreite 0,50 m, maximale Arbeitstiefe 1,85 m, Antrieb durch 48-PS-Viertakt-Dieselmotor des Traktor „Belarus“, 8 Arbeitsgeschwindigkeiten von 50,3 bis 210 m/h und 8 Transportgeschwindigkeiten von 1,03 bis 4,34 km/h; theoretische Grableistung der mit 2 Geschwindigkeiten von 0,71 und 1,14 m/s gegen die Fahrtrichtung laufenden Eimerkette mit 11 Eimern von je 23 l Inhalt 55,5 bzw. 90,5 m³/h; Aushubablage 1 m links neben der Grabenkante (in Fahrtrichtung) mit 0,50 m breitem, 1,73 m langem Förderband, das mit 2 Geschwindigkeiten von 1,35 bzw. 2,91 m/s umläuft; Masse 9,5 t, spezifischer Bodendruck 0,3 kp/cm², Länge 8,41 m, Breite 2,83 m, Innenabstand der Gleisketten 1,58 m. Die Gefälleregelung erfolgt mit Leitdraht und Taster sowohl von Hand als auch automatisch. Bei Abweichung des Tasters vom Leitdraht nach oben leuchtet in der Kabine ein rotes, bei Abweichung nach unten ein grünes Lämpchen auch bei abgestellter automatischer Tiefenregelung auf. Die Tiefenregelung nach Lichtsignalen und auch mit der Automatik spricht bei höheren Arbeitsgeschwindigkeiten etwa ab IV. Gang (96 m/h) zu langsam an, so daß unzulässige Gefälleabweichungen auftreten. Daher wird meist visuell nach dem Taststab reguliert. — Bei Überlastung des Motors reagieren sowohl die automatische als auch die von Hand betätigte Tiefenverstellung der Eimerleiter nicht mehr. Dann muß der nächst niedrigere Gang eingeschaltet werden, damit der Motor eine höhere Drehzahl erreicht.

Bedienung des ETN-171

Zur Bedienung des ETN-171 sind 1 Fahrer, 1 Rohrverleger (gleichzeitig Hilfsgeräteführer) und 1 Rohreinleger notwendig. Der Fahrer bedient den Bagger, mißt die Visierstäbe ein und führt die Wartung und Arbeitsvorbereitung des Baggers durch, der Rohrverleger stellt die Rohranschlüsse her, kontrolliert die Rohrlage und bedeckt die Rohre mit Mutterboden. Der Rohreinleger nimmt die in 10 m Abstand am Saugergraben abgelegten Rohre auf, legt sie in einen auf der Rohrrutsche stehenden Kasten und führt sie in die Rohrrutsche ein, wobei er auf einwandfreie Rohrqualität zu achten hat.

Eine Schicht beginnt um 7 Uhr am Eimerkettenbagger und endet um 16 Uhr. Eine Stunde ist für Frühstück und Mittagessen vorgesehen, so daß 8 Ah verbleiben. Der Fahrer und der Hilfsgeräteführer sollen eine halbe Stunde vor Arbeitsbeginn Pflege- und Rüstarbeiten am Bagger (Auswechseln von schadhafte Kettengliedern und Bolzen, Ölen der Antriebsketten, Auffüllen von Kraftstoff, Öl und Kühlwasser, Warmlaufenlassen des Motors) durchführen. Diese Vorbereitungszeit t_A wird außerhalb der eigentlichen Arbeitszeit als Überstunden vergütet.

Arbeitsablauf bei der Arbeit mit dem ETN-171

Zuerst wird der Leitdraht gespannt, dann setzt der ETN-171 am Vorfluter oder am Sammler ein. Die Eimerleiter, die meist im zweiten Gang läuft, wird langsam abgesenkt, bis der Taststab waagrecht auf dem Leitdraht aufliegt. Der Bagger fährt 4 bis 5 m vor, dann wird die Rohrrutsche heruntergelassen und die Rohre werden eingelegt. Der Rohrverleger stellt den Anschluß her und verlegt die fehlenden Rohre. Während der Bagger am Ende des Saugers wendet und zum Anfang des nächsten Saugers zurückfährt, werden das oberste Rohrende verschlossen und der Leitdraht abgebaut.

* Direktor des Instituts für Meliorationswesen der Humboldt-Universität zu Berlin

Komplexarbeit mehrerer ETN-171

Eine zügig rationelle Arbeit des ETN-171 ist nach den bisherigen Erfahrungen nur im Rahmen einer Komplexbrigade mit 4 Maschinen möglich, die im untersuchten Gebiet 17 Ak umfaßte:

1 Brigadier	1 Fahrer für KT-50
4 Fahrer für ETN-171	1 Fahrer für Zugmaschine
10 Fach- und Hilfsarbeiter, von denen 4 als Hilfsgeräteführer ausgebildet sind.	

Neben den 4 ETN-171 hat die Brigade 1 Zugmaschine mit Anhänger, 1 Planiertraktor, 1 Bauwagen und 1 Gerätewagen mit Werkzeug. Die zu dränende Fläche muß für eine solche Komplexbrigade mindestens 15 ha umfassen. Während der Arbeit müssen mit den landwirtschaftlichen Betrieben Rücksprachen erfolgen, damit die Flächen rechtzeitig abgeerntet werden und ein fortlaufender Einsatz gewährleistet ist. Durch die schnelle, zügige Arbeitsdurchführung können die Flächen dann auch schneller wieder genutzt werden. Ferner wird durch den Komplexeinsatz eine bessere Auslastung der neben den Baggerbesetzungen beschäftigten Arbeitskräfte erreicht.

Ein ETN-171 braucht bei einer durchschnittlichen Schichtleistung von 360 bis 400 lfm je Schicht einen Anhänger mit 1100 bis 1200 Tonnröhren von 5 bis 6,5 cm Dmr. für die Sauger. Auf die Komplexbaustelle müssen dann bei Berücksichtigung der Verluste je Schicht 5 Anhänger mit Saugerrohren und etwa 2 Anhänger mit Sammlerrohren gefahren, dort abgeladen und ausgelegt werden. Dafür genügen 3 Ak mit einer Zugmaschine und einem Anhänger. Diese Arbeitskräfte müssen ferner die auf den fertigen Bauabschnitten übrig gebliebenen Tonrohre aufsammeln und abfahren sowie Ausmündungstücke ausfahren und einbauen. — Bei Transportentfernungen für die Rohranfahrt von über 1000 m können 2 Anhänger notwendig sein, die evtl. auf der festen Straße gekoppelt gefahren werden können.

Die Rohrfahrer können vom Brigadier auch zur Hilfeleistung beim Abstecken der Sammler und Sauger auf der nächsten Baustelle herangezogen werden. Vor dem Umsetzen auf einen anderen Bauabschnitt sollte ein Bagger eher abgezogen werden, der dann die Sammlergräben bis zum Eintreffen der übrigen Maschinen bereits fertigstellt. Eine Planierraupe KT-50 mit einer Verfülleistung von 1100 bis 1300 lfm je Schicht ist bei dieser Komplexbrigade ausgelastet. Die Brigade rechnet mit Ausnahme des Fahrers der KT-50 gemeinsam im Leistungslohn ab. Reparaturzeiten und das Umsetzen mit Tiefladern werden im Zeitlohn bezahlt. Beim Umsetzen der Brigade mit eigener Kraft erfolgt die Bezahlung nach Normerfüllung. Mit Hilfe des Wettbewerbs und durch Prämien (Zielprämien) werden die Brigaden nach dem Prinzip der materiellen Interessiertheit vergütet.

Arbeitszeitanalyse an einem ETN-171

Um genauere Unterlagen über die effektive Leistung des ETN-171 zu erhalten, arbeitete R. LACHMANN [1] an 6 Tagen als Rohreinleger mit und führte dabei Zeitstudien durch. Die Arbeitsgruppe arbeitete auf Tonboden (BA 4 bis 5), der mit Schwemmsand (BA 3) durchsetzt war und sich in günstigem Feuchtezustand befand. Das Ergebnis der Arbeitszeitanalyse zeigt Tafel 1.

Die Zeit für t_{vA} ist auffallend hoch. Hierunter wurden die über 1 h hinausgehenden Pausenzeiten zusammengefaßt. Die Erholungszeit t_E ist mit 2,5% geringer als vorgesehen; die vorgegebene Zeit (5% von $t_0 = 2,9%$ der Gesamtzeit) könnte von t_{vA} abgezogen werden. Werden die Zeiten t_{vA} , t_A , a_A und t_{vU} zusammengezählt, so ergibt sich eine Zeitreserve von rd. 30% der Arbeitszeit, die nicht für Dränarbeiten ausgenutzt wird. Auch die Hilfszeit t_{H2} (Ab- und

Tafel 1. Arbeitszeitanalyse

Spalte	Zeitelemente	Symbol	min je Ak und 8 h im Durchschnitt	in % der Gesamtzeit
1	Grundzeit (Maschinenhandzeit)	t_{Gmh}	200	41,7
2	Hilfszeit: Umdrehen und Zurückfahren des Baggers	t_{H1}	6 71	1,25 14,8
3	Hilfszeit: Leitdraht um- und aufbauen, Rohrenden verschleifen	t_{H2}		
4	Wartungszeit der Maschine innerhalb der Arbeitszeit	t_W		
5	Ruhepausen	t_E	12	2,5
6	Vorbereitungs- und Abschlusszeit (fiel hier in die Arbeitszeit)	t_A	10	2,1
7	Transportzeit	t_T	22	4,6
8	andere Arbeiten	a_A	9	1,85
9	Verlustzeiten, Ak-abhängig	t_{Va}	94	19,5
10	Verlustzeiten, Ak-unabhängig	t_{Vu}	34	7,1
			480	100

Aufbau des Leitdrahtes) ist mit rd. 15% der Gesamtzeit sehr hoch. Ein technisch weiter entwickeltes Regelsystem könnte hier weitere Zeit für das Baggern freimachen. — Anhand des Materials wurde ferner die Ausnutzung der verschiedenen Arbeitsgeschwindigkeiten und der Belastung des ETN-171 überprüft (Tafel 2 und 3).

Tafel 2. Sammler

Benutzer Gang (Nenn-geschwindigkeit)	Gefahrenre lfm	Durchschnittliche Arbeitstiefe	Im Durchschnitt gefahrene Geschwindigkeit in % der Nenn-geschwindigkeit
[m/h]		[m]	
I (50)	9	1,70	64
	5	1,40	86
II (65)	68	1,28	94
III (81)	214	1,26	88
IV (96)	100	1,32	92
VII (157)	120	1,13	95
insgesamt	516 lfm		

Tafel 3. Sauger

Benutzer Gang (Nenn-geschwindigkeit)	Gefahrenre lfm	Arbeits-tiefe	Durchschnittliche gefahrene Geschwindigkeit in % der Nenn-geschwindigkeit
[m/h]			
I (50)	9	1,00	100
II (65)	9	0,87	100
III (81)	72	1,07	98
IV (96)	197	0,81	97
V (111)	195	0,90	97
VI (124)	717	0,85	95,5
VII (157)	309	0,85	86,5
insgesamt	1508 lfm		

Die Übersichten verraten ein gut ausgeprägtes technisches Gefühl des Baggerführers für seine Maschine, da fast alle Arbeitsgeschwindigkeiten in offensichtlich guter Anpassung an die stark wechselnden Bodenbedingungen verwendet wurden. Nur bei größeren Arbeitstiefen und bei den höheren Arbeitsgeschwindigkeiten (VII. Gang) wird die Maschine überlastet. Der VIII. Gang (210 m/h) wurde nicht benutzt. — Ein stufenloses, von der Motordrehzahl aus gesteuertes Getriebe würde eine noch gleichmäßigere Belastung der Maschine ermöglichen.

Weitere Leistungsermittlungen

Parallel zu den unmittelbaren Zeitmessungen an einer Maschine wurden an 2 ETN-171 während 9 Tagen Leistungsermittlungen durchgeführt, die eine durchschnittliche Schichtleistung von 354 bzw. 366 lfm Dränggräben mit 172 bzw. 149 m³ Aushub ergaben. Bei Dränggrabenlängen unter 30 m nimmt die Grundzeit t_G und damit die Leistung des Baggers erheblich ab, da sich die Hilfszeiten t_{H1} und t_{H2} erhöhen. Für 60 m lange Saugergräben werden durchschnittlich benötigt:

Für das Baggern in BA 4 bis 5, 0,85 m tief	[min]	35,3
für das Umsetzen des Leitdrahts mit 3 Ak		17,2
für das Umdrehen und Zurückfahren des ETN-171		3,4
dazu 15% der Zeit für $t_E + t_W$		8,3
insgesamt		64,2

Daraus ergäbe sich eine Schichtleistung von 448 lfm Saugergräben.

Vom Betrieb tatsächlich erbrachte Leistungen

Von dem Betrieb wurden für den Zeitraum von April bis September 1963 bei monatlich 25 Schichten im Durchschnitt 212 lfm/Schicht erreicht. Dabei wurden alle Ausfallzeiten berücksichtigt.

Berechnung einer möglichen Schichtnorm

Aus den 6tägigen Zeit- und Leistungsmessungen ergibt sich eine Grundzeit t_G von

$$2024 \text{ lfm (Summe v. Tafel 2+3)} = 1,69 \text{ lfm/min} = 0,592 \text{ min/lfm}$$

$$1200 \text{ min (Tafel 1, Spalte 1)}$$

Die Stückzeit t_S je 100 lfm Dränggräben errechnet sich zu:

$$t_S = t_G + t_H + t_E + t_W$$

$$t_G = 59 \text{ min}$$

$$t_H = (\text{nach Tafel 1, Spalte 2 + 3}) 77 \cdot 6 = 462 \text{ min/Ak}$$

oder auf 100 lfm berechnet

$$t_H = \frac{462 \text{ min} \cdot 100 \text{ lfm}}{2024 \text{ lfm}} = 23 \text{ min}$$

$$t_E + t_W = 15\% \text{ von } t_0$$

$$t_0 = t_G + t_H = 82 \text{ min}$$

$$t_E + t_W = 12 \text{ min}$$

$$t_S = 59 + 23 + 12 = 94 \text{ min/100 lfm}$$

$$\text{Schichtnorm} = \frac{\text{Normzeit}}{\text{Stückzeit}}$$

$$\text{Normzeit} = \text{Arbeitszeit minus Transport- oder Wegezeit } t_T$$

$$= 480 - 22 = 458 \text{ min}$$

$$\text{Schichtnorm} = \frac{458 \text{ min}}{94 \text{ min/100 lfm}} = \frac{458 \text{ min} \cdot 100 \text{ lfm}}{94 \text{ min}} = 487 \text{ lfm}$$

In der gleichen Weise läßt sich aus den Unterlagen eine Schichtnorm von 236 m³ Erdaushub errechnen.

Berechnung der neuen Schichtnorm

In den überarbeiteten neuen Schichtnormen, die für den ETN-171 ab 1964 gültig sind, werden vorgegeben:

	[h/lfm]
für Baggern in BA 4	0,019
Leitdraht ab- und aufbauen	0,012
Umsetzen des Baggers von Sauger zu Sauger	0,0025
insges.	0,0335

Bei 8 h Arbeitszeit ergibt sich eine Schichtnorm von

$$\frac{8 \text{ h}}{0,0335 \text{ h/lfm}} = 239 \text{ lfm.}$$

In der Brigade wurde bisher 100% Planerfüllung einer Normerfüllung von 150% gleichgesetzt. Das würde eine Schichtnorm von 359 lfm ergeben.

Aus den Untersuchungen bzw. Berechnungen ergeben sich folgende Leistungen je Schicht:

Mögliche Schichtleistung	487 lfm
Durchschnittliche Schichtleistung in 9 Arbeitstagen	360 lfm
Schichtleistung nach dem neuen Schichtnormenverzeichnis bei 150prozentiger Normerfüllung	359 lfm
Durchschnittliche Schichtleistung von April bis Ende September	212 lfm

Kosten

Nach einer Kostenberechnung der Abteilung Kalkulation des Betriebes nach dem Wirtschaftszweig-Lohngruppenkatalog der Wasserwirtschaft und nach dem Leistungslohn auf der Preisbasis 1956 (Preisordnung 561) ergeben sich bei Berücksichtigung der wirklich gezahlten Lohngruppen und Preise für Treibstoffe:

	[DM/Schicht]
für Löhne	73,52
Treibstoffe	28,75
Vorhaltung	31,74
Gesamtkosten	134,01 DM/Schicht, (= 16,75 DM/h)

Bei 360 lfm Schichtleistung kostet 1 lfm Dränggräben rd. 0,37 DM.

Bei Ausdehnung der Einsatzzeit durch Senkung der Verlustzeiten könnten die Kosten bei einer möglichen Schichtleistung von 487 lfm theoretisch auf etwa 0,28 DM/lfm gesenkt werden.

Literatur

- [1] LACHMANN, R.: Die effektive Arbeitsleistung des Eimerkettenbaggers ETN-171. — Diplomarbeit, Inst. f. Meliorationswesen d. Humboldt-Univ., Berlin, 1963. A 5493