

Wenn es der Warmwasserbedarf erlaubt, empfiehlt es sich, den Begrenzungsregler auf 65 °C maximale Wasserwärme einzustellen, um die Kesselsteinabsonderung herabzusetzen, die erst bei höheren Temperaturen stärker auftritt. Diese Veränderung bedingt das Öffnen der Plombierung und ist deshalb ebenfalls nur vom Fachmann auszuführen.

Bei der Aufheizung mit Elektroenergie ist es vorteilhaft, den Warmwassermantel zu entleeren, da sonst das Mantelwasser mit erwärmt werden muß. Durch diese Maßnahme werden die Aufheizzeit herabgesetzt und der Wirkungsgrad verbessert. Außerdem wirkt der luftgefüllte Mantel wärmeisolierend. Die kombinierte Aufheizung ist nur für Ausnahmen vorgesehen, die besonders schnell warmes Wasser erfordern. Energiesparend ist es, während der Nacht nur schwach zu heizen (Heizstufe II 6 kW).

Es empfiehlt sich, den Wasserboiler höher als den Warmwasserkessel aufzustellen, um die Umlaufgeschwindigkeit zu erhöhen. Dadurch werden Aufheizzeit und Brennstoff gespart. Das Reinigen des Boilers und die Beseitigung des Kesselsteins im Boilerinneren und an den Elektroheizelementen müssen in Zeitabständen von sechs bis achtzehn Monaten je nach Wasserbeschaffenheit von einem Fachmann vorgenommen werden. Im Warmwassermantel läßt sich der Kesselstein nur chemisch entfernen. Bei ausgesprochen aggressivem Wasser sollte der Elektroboiler F 351 nicht eingesetzt werden.

Ing. R. BARTMANN *)

Messung der Taktverhältnisse (Parameter) bei der Prüfung von Melkmaschinen

Bei der Prüfung von Melkmaschinen soll ebenso wie bei jeder Landmaschine der Gebrauchswert der Prüfmaschine für die Landwirtschaft ermittelt werden.

Der Einsatz der Melkmaschine in der Landwirtschaft unterscheidet sich nach KRÜGER [1] von dem anderer Landmaschinen durch fünf Besonderheiten, die bei der Prüfung zu berücksichtigen sind:

1. Die Melkmaschine arbeitet unmittelbar am lebenden Tier.
2. Die arbeitende Melkmaschine muß bei der Kuh einen Gefühlswert erzeugen, so daß diese bereit ist, die Milch herzugeben. Die Ausbildung eines sympathischen Reizes durch die Maschine bei einem Tier wird von keiner anderen Landmaschine gefordert. Trotzdem ist gerade diese Eigenschaft von erheblichem Wert für die Qualität der Melkarbeit, die Milchmenge und den Fettgehalt der Milch.
3. Die Maschine muß eine hohe Nutzungsdauer besitzen und tagtäglich zwei bis dreimal betriebsfähig sein.
4. Absolute Betriebssicherheit ist zu fordern, weil ein Ausfall zu schwerwiegenden Folgen in der Milchviehherde führen kann.
5. Mit der Melkmaschine wird ein hochwertiges und hochempfindliches Nahrungsmittel gewonnen. Die Materialanforderungen umfassen daher nicht nur Haltbarkeit und sichere Funktion der Anlage, sondern schließen hohe hygienische Anforderungen ein.

Die heutigen modernen Melkmaschinen arbeiten alle nach dem Saugprinzip und sind mit Zweiraum-Melkbechern ausgerüstet (Bild 1). Das Herzstück jeder Melkmaschine bildet der Pulsator. Er wandelt das konstante Melkvakuum in ein pulsierendes um und verbindet die Zwischenräume der Melkbecher abwechselnd mit der Atmosphäre (Druck- und Ruhetakt) und dem Melkvakuum (Saugtakt).

Die Leistung und Güte der Melkarbeit einer Maschine werden – neben der Vakuumhöhe und Pulsfrequenz sowie der konstruktiven Ausführung insbesondere des Melkbeckers und des Sitzgummis – sehr stark durch das Verhältnis von Saug-

*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.

5. Zusammenfassung

Für die Bereitung des im Fischgrätenmelkstand benötigten warmen Brauchwassers ist der Elektroboiler mit Warmwassermantel F 351 entwickelt worden. Er kann elektrisch und auch mit Hilfe eines Warmwasserkessels beheizt werden. Ein Sondertyp gestattet die Beheizung durch Niederdruckdampf. Den Anforderungen des Fischgrätenmelkstands wird er voll gerecht und ist für seinen speziellen Einsatzzweck geeigneter als Durchlauferhitzer oder Speicher.

Gegenüber den bisher verwendeten Wasseraufheizaggregaten hat er Vorteile. Bedienung und Wartung sind einfach.

Außer im Fischgrätenmelkstand kann der Elektroboiler auch die Versorgung mit warmem Brauchwasser in Tandem-Melkständen und Stallmelkanlagen sowie bei verschiedenen anderen Bedarfsfällen übernehmen.

Literatur

SCHMITZ, J.: „Warmwasserbereiter und Nutzeffekte von Warmwasserbereitungsanlagen.“ VDI, Unterhausen/Württ.

FLINDT, G.: „Warmwasserbereitung mit festen Brennstoffen im Landhaushalt.“ Stuttgart-Hohenheim.

Prüfbericht des Instituts für Landtechnik Potsdam Bornim Nr. 270.

A 4517

und Druckphase (und Ruhephase bei 3-Takt-Melkmaschinen) sowie den Verlauf der Übergänge bestimmt. Diese Abhängigkeit konnte durch zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen nachgewiesen werden. Hervorzuheben sind die Ergebnisse von HUPFAUER [2]. Nach seinen Untersuchungen wirkt sich unter sonst gleichen Bedingungen (Melkvakuum, Pulszahl, Saug-Druckverhältnis) ein kurzer Druckwechsel vom Druck zum Saugtakt und ein langer Übergang vom Saug- zum Drucktakt günstig auf die Melkgeschwindigkeit aus und ermöglicht ein schonendes Melken.

Auf Grund dieser Kenntnisse ist es möglich, nach Messung der Taktverhältnisse (Parameter) einer Melkmaschine Rückschlüsse auf die zu erwartende Melkgeschwindigkeit und ein schonendes Melken zu ziehen.

Die Messung der Taktverhältnisse wird nach den im Institut für Landtechnik entwickelten Meßverfahren 11a-1 für die Pulsatoren (Bild 2) und 11a-2 (Bild 3) zur Feststellung des Druckverlaufs im Melkbecher durchgeführt (auf eine ausführliche Erläuterung der Meßverfahren wurde hier aus Raumgründen verzichtet.) Die Messungen erfolgen an je drei Melkmaschinen und werden dann gemittelt.

Diskussion einiger charakteristischer Pulsdiagramme

In allen Darstellungen werden folgende Kurzzeichen verwendet:

- U* Unterdruck,
- D* Drucktakt (mittlere Dauer der Druckphase),
- R* Ruhetakt (mittlere Dauer der Druckphase im Innenraum),
- S* Saugtakt (mittlere Dauer der Saugphase),
- aa* voller Betriebsunterdruck in beiden Räumen,
- a* voller Betriebsunterdruck im Zwischenraum,
- bb* atmosphärischer Druck in beiden Räumen,
- b* atmosphärischer Druck im Zwischenraum,
- c* Übergang: Unterdruck-atmosphärischer Druck im Zwischenraum (S-D),
- e* Übergang: Unterdruck-atmosphärischer Druck im Innenraum (D-R),
- f* Übergang: atmosphärischer Druck – Unterdruck in beiden Räumen (R-S),

- d Übergang: atmosphärischer Druck – Unterdruck im Zwischenraum (D-S),
- g Rückgang des Unterdrucks im Innenraum des Melkbechers.
- v Geschwindigkeit des Registrierpapiervorschubes.

Bei allen Messungen beträgt $v = 25 \text{ mm/s}$; es bedeuten:

- I Druckverlauf im Innenraum des Melkbechers,
- Z Druckverlauf im Zwischenraum des Melkbechers.

Bild 4: Pulsdiagramm des Pulsators DT-1

Das Saug-Druckverhältnis ist mit 42:58% ungünstig, so daß keine hohe Melkgeschwindigkeit erwartet werden kann. Der Verlauf der Übergänge ist ebenfalls schlecht. Für ein schonendes Melken müßte Übergang D-S kurz und Übergang S-D lang sein.

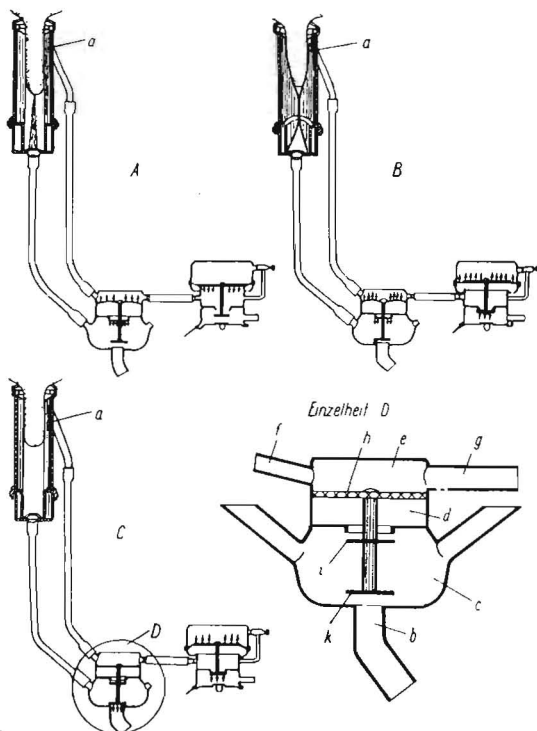


Bild 1: Arbeitsschema des Melkbechers; A Saugtakt, B Preßtakt, C Ruhetakt.
a Zwischenkammer, b Anschluß der Vakuumleitung, c Kammer für das pulsierende Vakuum, d Kammer für den atmosphärischen Druck, e Kammer für das pulsierende Vakuum, f Stutzen, g Stutzen, h Membrane, i Ventil, k Ventil

Bild 5: Pulsdiagramm des Pulsators DA-3M

Dieser Pulsator weist ein zur Erreichung hoher Melkgeschwindigkeit günstiges Saug-Druckverhältnis von 60:40 auf. Der Übergang S-D könnte für ein schonendes Melken etwas länger sein.

Bild 6: Pulsdiagramm des Pulsators „Flaco-Pionier“

Diese nach dem Schnellpuls-Melkverfahren nach EISENREICH [3] arbeitende Melkmaschine stellt eine abweichende Lösung dar. Die Betriebspulszahl beträgt 110 min^{-1} . Die einzelnen Takte sind daher sehr kurz und der Anteil der Übergänge hoch.

Beim Trockenmelken

Bild 7: Pulsdiagramm der Melkmaschine DT-1

Der Druckverlauf im Melkbecher zeigt noch einmal deutlich die ungünstige Taktverteilung und die falschen Übergänge dieser Melkmaschine.

Bild 8: Pulsdiagramm der Melkmaschine DA-3 M

Es handelt sich um das Pulsdiagramm einer 3-Takt-Melkmaschine. Deutlich ist der Wechsel zwischen Atmosphäre und Melkvakuum im Melkbecher-Innenraum unter der Zitze er-

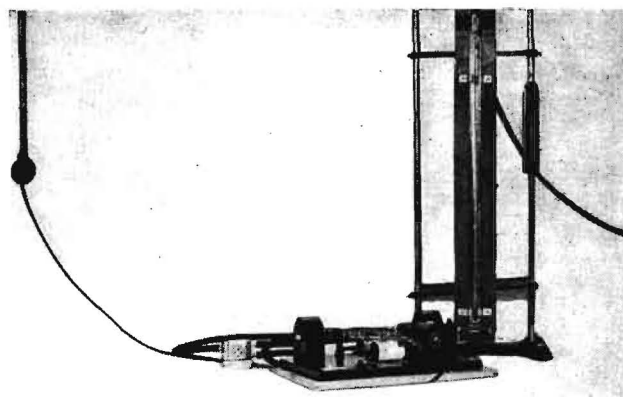


Bild 2: Meßeinrichtung zur Aufnahme von Pulsator-Pulskurven, bestehend aus geeichtem Zweifachunterdruckschreiber, Stoppuhr und Vakuummeter

kennbar. Bei den Zweitaktmaschinen herrscht demgegenüber beim Trockenmelken nahezu konstanter Unterdruck.

Das Saug-, Druck-, Ruhetakt-Verhältnis ist zur Erreichung eines schnellen Melkens günstig, der Übergang vom Saug- zum Drucktakt erscheint für ein schonendes Melken sehr kurz.

Bild 9: Pulsdiagramm der Melkmaschine „Flaco-Pionier“

Der Druckverlauf im Melkbecher bei dieser Maschine zeigt, daß keine exakte Taktausbildung mehr erfolgt. Der Sitzgummi flattert im Melkbecher, wodurch eine Massage der Zitzen und ein fast kontinuierlicher Milchentzug erreicht werden sollen. In beiden Räumen kommt es zu keiner vollen Ausbildung des eingestellten Melkvakuums mehr.

Beim Melken mit Wasser an künstlichen Zitzen

Bild 10: Pulsdiagramm der Melkmaschine DA-3 M

Der Druckverlauf hat sich gegenüber dem in Bild 8 beim Trockenmelken dargestellt nicht geändert.

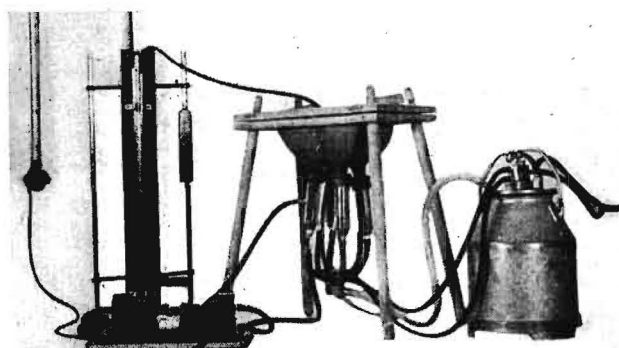
Bild 11: Pulsdiagramm der Melkmaschine DT-1

Gegenüber Bild 7 beim Trockenmelken ist der Druckverlauf im Melkbecherinnenraum nicht mehr konstant, sondern ähnlich pulsierend, wie bei einer 3-Takt-Melkmaschine. Erklären lassen sich diese Druckunterschiede durch die Pendelbewegung der Flüssigkeit im langen Milchslauch. Die Höhe dieser Schwankungen läßt Rückschlüsse auf die Zweckmäßigkeit der konstruktiven Ausbildung der Maschine zu. Je niedriger diese Schwankungen des Melkvakuums im Innenraum des Melkbechers sind, desto besser und kontinuierlicher wird die Milch abgesaugt.

Bild 12: Pulsdiagramm der Melkmaschine M-59

Das Saug-Druckverhältnis ist bei dieser Maschine gegenüber der DT-1 günstiger. Die Druckunterschiede im Innenraum des Melkbechers sind geringer und allmählicher, der Übergang vom Saug- zum Drucktakt ist langgezogen, der vom Druck- zum Saugtakt kürzer. Diese Übergänge sind für ein schonendes Melken günstig.

Bild 3: Meßeinrichtung zur Aufnahme des Druckverlaufs im Melkbecher



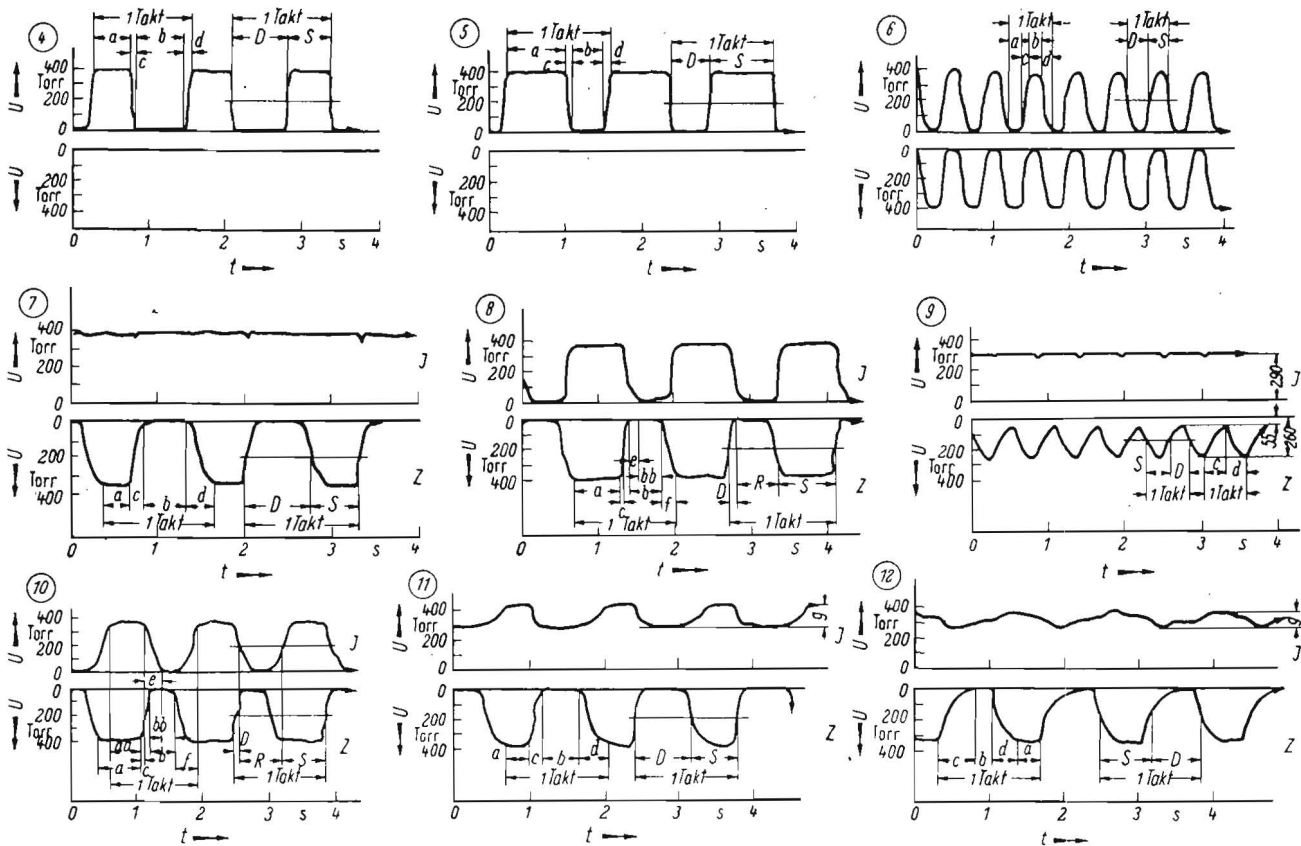


Bild 4. Pulsdiagramm des Pulsators DT-1; Betriebsunterdruck 380 Torr, Pulszahl 45 Takte/min; $S = 42\%$, $D = 58\%$, $d = 11,3\%$, $c = 4,4\%$ **Bild 5.** Pulsdiagramm des Pulsators DA-3 M; Betriebsunterdruck 380 Torr, Pulszahl 45 Takte/min; $S = 60\%$, $D = 40\%$, $d = 5,7\%$, $c = 4,8\%$ **Bild 6.** Pulsdiagramm des Pulsators „Flaco-Pionier“; Betriebsunterdruck 380 Torr, Pulszahl 110 Takte/min; $S = 53\%$, $D = 47\%$, $d = 22\%$, $c = 25\%$ **Bild 7.** Pulsdiagramm der Melkmaschine DT-1 beim Trockenmelken; Betriebsunterdruck 380 Torr, Pulszahl 45 Takte/min; $S = 42,5\%$, $D = 57,5\%$, $d = 28\%$, $c = 13\%$ **Bild 8.** Pulsdiagramm der Melkmaschine DA-3 M beim Trockenmelken; Betriebsunterdruck 380 Torr, Pulszahl 45 Takte/min; $S = 54\%$, $D = 6\%$, $R = 40\%$, $c = 3,5\%$, $e = 8,5\%$, $f = 13\%$ **Bild 9.** Pulsdiagramm der Melkmaschine „Flaco-Pionier“ beim Trockenmelken; Betriebsunterdruck 380 Torr, Pulszahl 110 Takte/min; $S = 60\%$, $D = 40\%$, $c = 55\%$, $d = 45\%$ **Bild 10.** Pulsdiagramm der Melkmaschine DA-3 M beim Melken mit Wasser an künstlichen Zitzen; Betriebsunterdruck 380 Torr, Pulszahl 45 Takte/min; $S = 48\%$, $D = 6\%$, $R = 46\%$, $c = 3\%$, $e = 20\%$, $f = 25\%$ **Bild 11.** Pulsdiagramm der Melkmaschine DT-1 beim Melken mit Wasser an künstlichen Zitzen; Betriebsunterdruck 380 Torr, Pulszahl 45 Takte/min; $S = 44\%$, $D = 56\%$, $c = 14\%$, $d = 36\%$, $g = 150$ Torr **Bild 12.** Pulsdiagramm der Melkmaschine M-59 beim Melken mit Wasser an künstlichen Zitzen; Betriebsunterdruck 350 Torr, Pulszahl 45 Takte/min; $S = 51\%$, $D = 49\%$, $c = 39\%$, $d = 30\%$, $g = 110$ Torr

Tabelle 1. Pulsverhältnisse und Melkleistung von vier Melkmaschinen

Masch.-Typ	Melkverfahren	Pulsverhältnisse im Melkbecher						Durchschnittliche Melkgeschwindigkeit				Durchschnittliche Melkleistung in der Praxis	
		Saugtakt S [%]	Drucktakt D [%]	Ruhe-takt R [%]	Übergänge			1. Periode		2. Periode		[Kühe/AKh]	[%]
					S-D [%]	D-S [%]	R-S [%]	[g/min]	[%]	[g/min]	[%]		
M 59	2-Takt-Wechseltakt	51	49	—	39	30	—	1180	100	920	100	17,75	100
DT-1	2-Takt-Gleichtakt	44	56	—	14	36	—	955	81	765	83	14,18	80
DPD-1	2-Takt-Wechseltakt	46	54	—	21	26	—	1015	86	790	86	14,80	84
DA-3 M	3-Takt-Gleichtakt	48	6	46	3	D-R 20	25	1095	93	880	96	16,13	91

Diese theoretischen Überlegungen an Hand der aufgenommenen Pulscurven der Melkmaschinen sind durch entsprechende praktische Messungen der Melkgeschwindigkeit bei Kühen im Rahmen einer internationalen Vergleichprüfung von Melkmaschinen vollauf bestätigt worden (Tabelle 1).

Obwohl für die erzielbaren Melkleistungen viele Faktoren ausschlaggebend sind, ist doch die übereinstimmende Tendenz günstiger Pulsverhältnisse und hoher Melkleistung eindeutig erkennbar. Diese Kenntnisse gestatten es, bereits an Hand eines Pulsdiagramms Rückschlüsse auf die zu erwartende Melkgeschwindigkeit und auf einen schonenden Melkverlauf zu ziehen.

Zur Erreichung noch genauerer Kenntnisse über Faktoren, die den Melkvorgang günstig oder ungünstig beeinflussen, ist eine Verbesserung der Meßgeräte und Meßmethoden erforderlich. Es fehlt noch ein Meßgerät zur fehlerfreien Registrierung des Druckverlaufs direkt auf der Zitzenoberfläche.

Durch die meßtechnische Erfassung der wesentlichsten Faktoren, die die gute Funktion einer Melkmaschine und die Güte der Melkarbeit bestimmen, wird es möglich sein, immer bessere und vollkommene Melkmaschinen zu entwickeln. Die Bedingungen solcher Messungen sind erfaßbar und reproduzierbar und nach Vereinheitlichung der Meßmethoden international vergleichbar.

Literatur

- [1] KRÜGER, W.: Ausgewählte Probleme der Mechanisierung der hygienischen Milchgewinnung und Milchsammung in sozialistischen Großbetrieben. Vortrag auf der wissenschaftlichen Jahrestagung des Instituts für Landtechnik Potsdam-Bornim 1960.
- [2] HUPFAUER, M.: Untersuchungen über die Pulstakt-Einrichtungen bei Melkmaschinen und ihre Einwirkung auf die Melkgeschwindigkeiten. Diss. v. 10. Mai 1955, TH Stuttgart, Fakultät für Maschinenwesen.
- [3] EISENREICH, L., SCHNEIDER, A., SCHWEIGER, A.: Schnellpuls-Melkverfahren und Saugkopf-Zitzengummi. Landtechnik (1955), H. 12, S. 508 und 509. A 4542