Für Öfen ausgeführter Formen (2 W und 2 B) ist $f_m/f_i = 0{,}102$, $c_{m\,eff} = 830$ m/sec, somit

$$c_i = 0{,}3 \cdot 830 \cdot 0{,}102 = 25{,}4 \text{ m/sec} \;.$$

Mit dieser Zahl sei im folgenden als Mittelwert gerechnet.

Der Formwert c_w der Tröpfchen

Für diesen kann im Mittel gesetzt werden $c_w = 0{,}2$ (Tropfenform). In Wirklichkeit fliegen die Tropfen z. T. in einem zusammenhängenden Strahl, in dem ein Tröpfchen im Windschatten des vorausgehenden fliegt. c_w dürfte also unter Umständen etwas kleiner werden. Andererseits stellt das Gas im Ofen aber kein homogenes Widerstandsfeld im Sinne der Aerodynamik dar.
Es sei daher im folgenden $c_w = 0{,}2$ beibehalten.

Das spezifische Gewicht des Ofengases γ

Aus einem praktischen Beispiel errechnet sich hierfür

$$\gamma = \frac{p_{i_{eff}}}{R\,T_{i_{eff}}} = 1{,}13 \text{ kg/m}^3 \;.$$

Das Verhältnis G/F

d. i. die „Querschnittsbelastung" des Tröpfchens. Es wächst linear mit dessen Durchmesser d. Ist σ_B wieder das spezifische Gewicht des Brennstoffs, so wird

$$\frac{G}{F} = \frac{\frac{\pi}{6} d^3 \sigma_B}{\frac{\pi}{4} d^2} = \frac{2}{3} d\, \sigma_B \;.$$

Der mittlere Tröpfchendurchmesser d_m

Dieser Durchmesser, in denen der in den Ofen eintretende Flüssigkeitsstrahl **im Mittel** zerlegt wird, läßt sich nur schätzungsweise angeben. Die ganze Berechnung bekommt damit nur den **relativen** Wert, wie sich eine Verringerung dieses Tröpfchendurchmessers auf die Verdampfungszeit usw. auswirkt. Man kann d_m unter Umständen aus empirischen Versuchen über die freie Steighöhe des Flüssigkeitsstrahls bei der betr. Düse messen. Für normale zylindrische Düsenbohrungen von 1 bis 1,5 mm mag größenordnungsmäßig etwa gelten $d_m = 0{,}1$ mm ϕ, für Fliehkraftzerstäubungsdüsen (Fl. P. 32 und 33) wird etwa sein $d_m = 0{,}01$ mm ϕ.
Es ergeben sich dann als Querschnittsbelastungen für $d_m = 0{,}1$ mm $G/F = 0{,}0573$ kg/m², ferner für $d_m = 0{,}01$ mm $G/F = 0{,}00573$ kg/m².
Führt man diese Werte in Gl. (54) ein, so ergibt sich für Tröpfchen von 0,1 mm mittl. Durchmesser als Flugzeit bis zum Umkehrpunkt

$$t_u = \frac{2}{0{,}2 \cdot 1{,}13}\, 0{,}0573 \left(\frac{1}{25{,}4} - \frac{1}{29 + 25{,}4}\right) = 0{,}01065 \text{ sec} \;.$$

Die Flugstrecke von der Einspritzdüse bis zum Umkehrpunkt beträgt dann

$$s_u = 0{,}507 \ln\left[1 + 54{,}4 \cdot 1{,}975 \cdot 0{,}01065\right] - 25{,}4 \cdot 0{,}01065 = 11{,}7 \text{ cm} \;.$$

Ebenso errechnet sich für den zehnmal kleineren Tropfendurchmesser $d_m = 0{,}01$ mm

$$t_u = 0{,}001065 \text{ sec}$$

und

$$s_u = 1{,}17 \text{ cm} \;.$$

Das zehnmal kleinere Tröpfchen durcheilt also bis zum Umkehrpunkt auch nur einen zehnmal kleineren Weg in einem Zehntel der Zeit.
Es ist nun noch zu untersuchen, eine wie lange Zeit Flüssigkeitströpfchen verschiedener Durchmesser bis zu ihrer restlosen Verdampfung benötigen.
Die von einem Körper auf einen anderen übergehende Wärme Q ist proportional der Übergangsfläche O, der Temperaturdifferenz T, der Zeit t_v und einer Wärmeübergangszahl α. Es ist also

$$Q = \alpha\, \Delta T\, O\, t_v \;. \qquad (57)$$

Die zur restlosen Verdampfung eines Tröpfchens erforderliche Wärmemenge ist nun gegeben durch

$$Q = r\, V\, \sigma_B \;. \qquad (58)$$

Hier ist V das Volumen des Tröpfchens und r die Verdampfungswärme.
Die Verdampfungszeit wird dann mit (57) und (58)

$$t_v = \frac{r\, \sigma_B}{\alpha\, \Delta T} \frac{V}{O} \;.$$

Nimmt man der Einfachheit halber an, daß die Tröpfchen kugelförmig seien, so wird zur Verdampfung einer Kugelschale von der unendlich kleinen Dicke $d\varrho$, also dem Volumen $dV = O d\varrho = 4\pi\varrho^2 d\varrho$ eine Zeit

$$dt_v = \frac{r\, \sigma_B}{\alpha\, \Delta T} \frac{4\pi\rho^2}{4\pi\rho^2} d\rho$$

benötigt. Durch Integration ergibt sich somit für die Verdampfungszeit des ganzen Tröpfchens

$$t_v = \frac{r\, \sigma_B}{\alpha\, \Delta T} \rho \;. \qquad (59\,a)$$

Die Wärmeübergangszahl α ist nun nicht genau bekannt. Sie wächst nach Untersuchungen von **Winkler** bei Übergang zwischen Flüssigkeiten und Gas erheblich mit der Relativgeschwindigkeit zwischen beiden. Das erklärt sich so, daß durch eine relative Strömgeschwindigkeit des Gases verhindert wird, daß sich um die Flüssigkeit ein kühlerer Gasmantel herumlegt, der die für den Wärmeübergang wirksame Temperaturdifferenz herabsetzt.
Für den Übergang zwischen Gasöl und Luft fand **Winkler** bei einer Strömgeschwindigkeit der Luft von 6 m/sec eine Übergangszahl $\alpha = 60{,}0$ WE/m² std Grad. Da eine spezielle Meßreihe für Spiritus noch nicht durchgeführt wurde, muß zunächst angenommen werden, daß diese Größenordnung auch für unseren Fall Gültigkeit hat.
Die Verdampfungszeit t_v ergibt sich in Gl. (59) in Stunden. Will man sie in Sekunden erhalten, so ist der Ausdruck mit 3600 zu multiplizieren. Ersetzt man den Tröpfchenradius ferner durch den Durchmesser d, so ergibt sich

$$t_v = 1800 \frac{r\, \sigma_B}{\alpha\, \Delta T} d \;. \qquad (59\,b)$$

Hier darf d in Millimetern und σ_B in kg/lit eingesetzt werden.
Die Temperaturdifferenz ΔT beträgt während der Verdampfung ca. 100° mehr als die mittlere Celsiustemperatur im Ofen. Ist also z. B. $T_i = 2000°$ abs, so wird $\Delta T = 1627°$.
Für ein Tröpfchen von $d = 0{,}1$ mm beträgt dann die Verdampfungszeit

$$t_v = 1800 \frac{150 \cdot 0{,}86}{60 \cdot 1927} 0{,}1 = 0{,}215 \text{ sec} \;.$$

Ein Tröpfchen von $d = 0{,}01$ mm braucht ein Zehntel der Zeit, also

$$t_v = 0{,}0215 \text{ sec} \;.$$

Bis zum Umkehrpunkt sind aber nur 0,01065 bzw. 0,001065 sec verstrichen. **Die Tröpfchen sind bis dort also noch nicht annähernd verdampft.** Es ist auch ersichtlich, daß eine Verkleinerung der Tröpfchen hier nicht hilft: Dadurch werden nur die Flugwege kürzer, das Verhältnis von Flugzeit zu Verdampfungszeit bleibt das gleiche.
Nun haben die Tröpfchen aber Zeit, auch noch nach erfolgter Umkehr im Ofen weiter zu verdampfen. Aus der bekannten Verdampfungszeit läßt sich dann die erforderliche Ofenlänge für einen bestimmten Tröpfchendurchmesser ermitteln. Man geht dabei von der Forderung aus, daß bis zu dem Punkt, wo die Verjüngung des Ofens in Richtung zum Düsenhals beginnt, die Verbrennung und somit auch die Tröpfchenverdampfung beendet sein soll.
Setzt man also in Gl. (55) anstelle der Flugzeit bis zum Umkehrpunkt die erforderliche Verdampfungszeit t_v ein, so ergibt sich der erforderliche Abstand des Düsenanfangs von den Einspritzdüsen zu

$$s_v = \frac{2\,G}{c_w F \gamma} \ln\left[1 + (w_e + c_i)\, c_w \frac{F}{G} \frac{\gamma}{2} t_v\right] - c_i\, t_v \;.$$

Da am Schluß das Tröpfchen auf den Durchmesser Null zusammengeschrumpft sein soll, muß als Mittelwert für die Querschnittsbelastung die Hälfte des Anfangswertes eingesetzt