

Anhang

zur Dissertation:

„Erweiterung der hydrodynamischen Schmiertheorie durch Einbeziehung des Unterdruckgebietes in die Berechnung instationär belasteter Gleitlager“

Verzeichnis der Abbildungen (nur Anhang)

	Seite
Bild 20: Beispiel 1 der Steuerfelder KX, KZ für ein vollumschlossenes, symmetrisches Lager mit Schmierloch	53
Bild 21: Beispiel 2 der Steuerfelder KX, KZ für ein halbumschlossenes, symmetrisches Lager mit beliebig vorgegebenem Druckverlauf am Spaltanfang X_a und Spaltende X_e	54
Bild 22: Beispiel 3 der Steuerfelder KX, KZ für ein teilweise umschlossenes, unsymmetrisches Lager mit Schmiernut	55
Bild 23: Druckverläufe $P(X)$ nach der Reynolds'schen Schmiertheorie	56
Bild 24: Druckverlauf $P(X)$, örtlicher Füllungsgrad $F(X)$ und Flüssigkeitsverteilung $FH(X)$ nach Modell 1 (Flüssigkeits-Gas-Gemisch)	57
Bild 25: Druckverlauf $P(X)$, örtlicher Füllungsgrad $F(X)$ und Flüssigkeitsverteilung $FH(X)$ nach Modell 2 (Kavitation)	58
Bild 26: Stationärer Druckberganfang nach Modell 1 und Modell 2	59
Bild 27: Veränderlicher Druckberganfang X_1 und dessen Verschiebungsgeschwindigkeit $U_1(X_1)$ nach Modell 1 und Modell 2	60
Bild 28: Einfluß der Mischungskonstanten C auf den Druckverlauf $P(X)$ und den örtlichen Füllungsgrad $F(X)$	61
Bild 29: Einfluß der Mischungskonstanten C auf die Tragfähigkeit S_o und den Gesamtfüllungsgrad F_{ges}	62
Bild 30.1: Nachgerechnete Experimente von Cole und Hughes [9] Fig.9	63
Bild 30.2: Nachgerechnete Experimente von Cole und Hughes [9] Fig.10	64
Bild 31: Nachrechnung der Versuchsergebnisse von Cole und Hughes [9] Fig.9	65
Bild 32: Nachrechnung der Versuchsergebnisse von Cole und Hughes [9] Fig.10	66
Bild 33: Druckverlauf $P(X,T)$, örtlicher Füllungsgrad $F(X,T)$ und Flüssigkeitsverteilung $FH(X,T)$ im wechselnd belasteten Gleitgelenk nach Modell 1	67
Bild 34: Tragfähigkeit $S_o(T)$ und Flüssigkeitsmenge $FH_{ges}(T)$ des wechselnd belasteten, unendlich breiten Gleitgelenks nach Modell 1 und Tragfähigkeit $S_o(T)$ nach bisheriger Theorie	68
Bild 35: Variation des Zufuhrdrucks P_a , P_e und der Nutanordnung X_a , X_e am wechselnd belasteten Gleitgelenk nach Modell 1	69
Bild 36: Tragfähigkeit $S_o(T)$ und Flüssigkeitsmenge $FH_{ges}(T)$ des wechselnd belasteten, endlich breiten Gleitgelenks	70
Bild 37: Tragfähigkeit $S_o(T)$ und Flüssigkeitsmenge $FH_{ges}(T)$ eines Gleitlagers mit unrundem Zapfen und stark instationärer Belastung	71
Bild 38: Druckverlauf $P(X)$ und Flüssigkeitsverteilung $FH(X)$ eines Gleitlagers mit unrundem Zapfen und stark instationärer Belastung kurz vor vollständiger Füllung des Spalts	72

Verzeichnis der Tafeln (nur Anhang)

Tafel 2: Stationär belastetes, unendlich breites, halbumschlossenes Gleitlager	73
Tafel 3: Einfluß der Mischungskonstanten C	74
Tafel 4: Parameter der Nachrechnung der Experimente von Cole und Hughes	75
Tafel 5: Unendlich breites, teilweise umschlossenes Gleitlager mit wechselnder Belastung ohne Drehung	76
Tafel 6: Endlich breites, halbumschlossenes Gleitgelenk mit wechselnder Belastung ohne Drehung	77
Tafel 7: Instationär belastetes Lager mit unrundem Zapfen	78

Bild 20

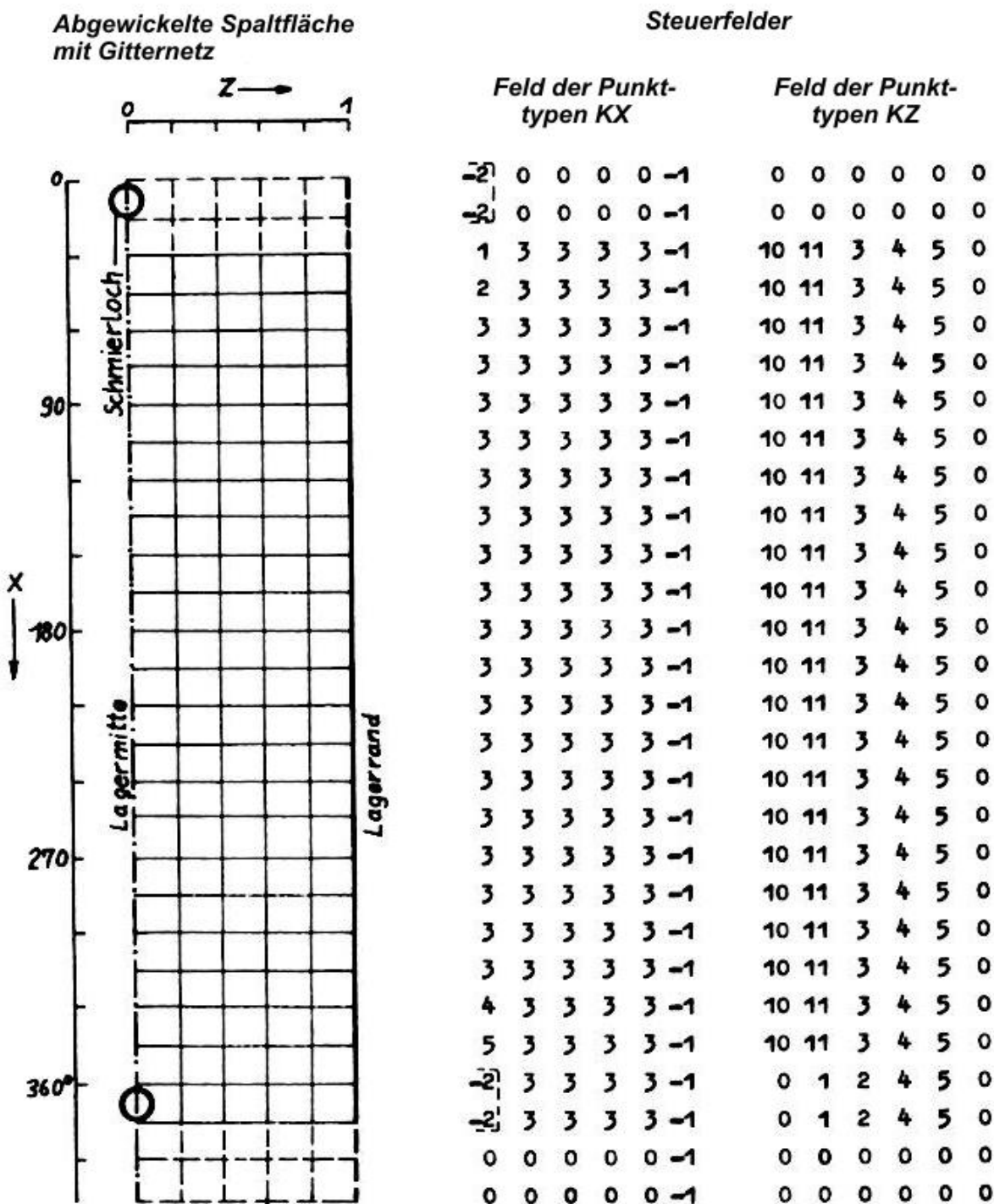


Bild 20: Beispiel 1 der Steuerfelder KX, KZ für ein vollumschlossenes, symmetrisches Lager mit Schmierloch

Wurde verwendet für die Nachrechnung des Experiments Fig.9 von Cole und Hughe [9].
Zahlenschlüssel der Punkttypen und ausführliche Beschreibung siehe [24].

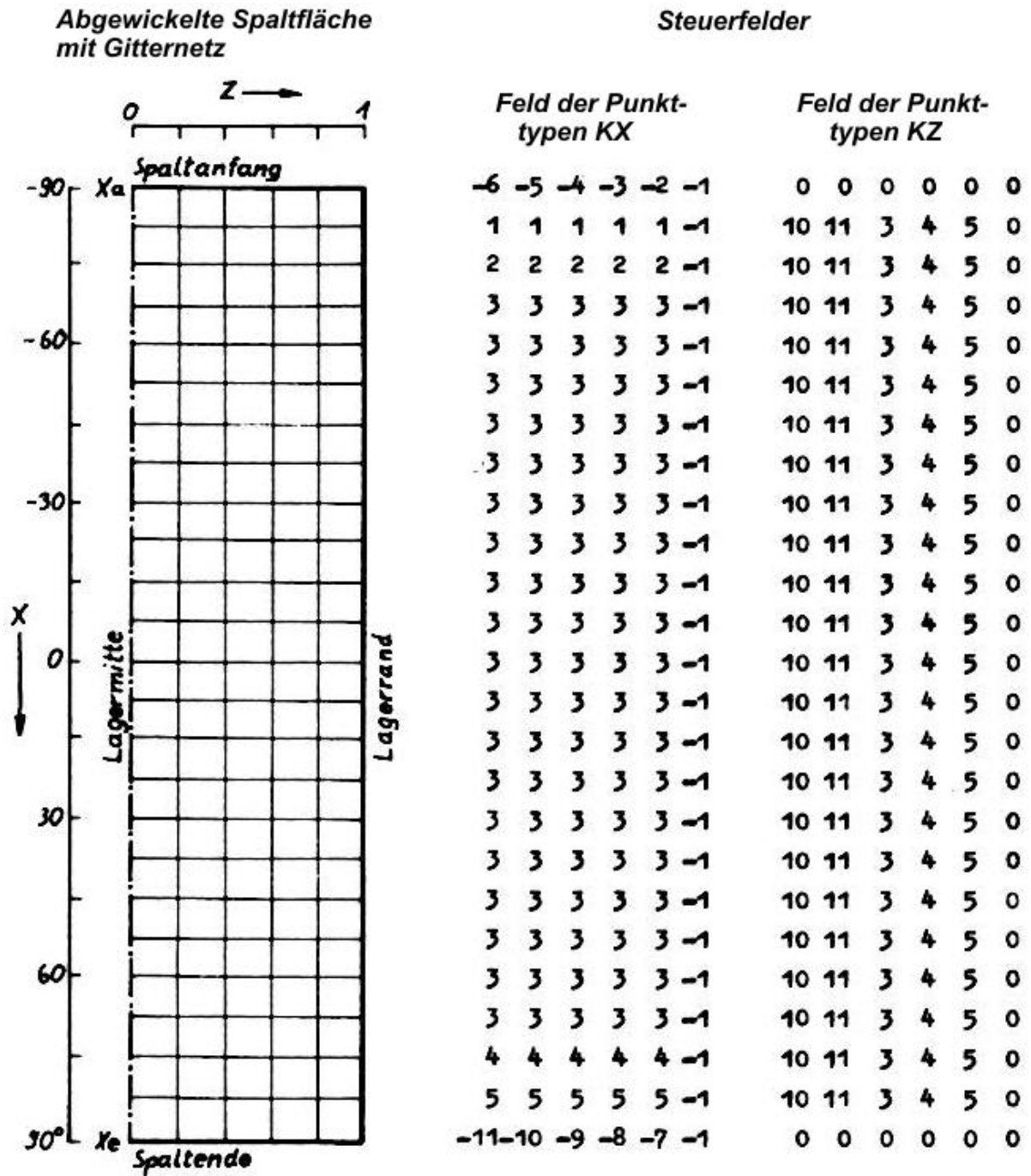
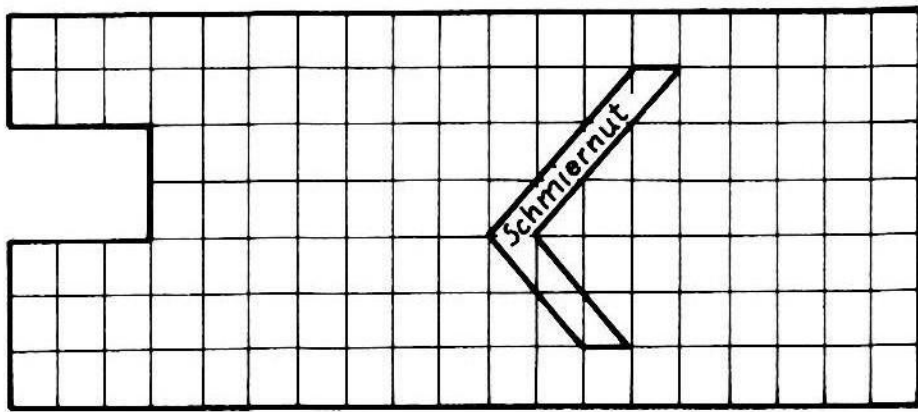


Bild 21: Beispiel 2 der Steuerfelder KX, KZ für ein halbumschlossenes, symmetrisches Lager mit beliebig vorgegebenem Druckverlauf am Spaltanfang X_a und am Spaltende X_e

Abgewinkelte Spaltfläche
mit Gitternetz



Steuerfelder

Feld der Punkttypen KX

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	2	2	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1
-1	3	3	-1	-1	-1	3	-1	-1	-1
-1	3	3	1	1	1	3	-1	-1	-1
-1	3	3	2	2	2	3	-1	-1	-1
-1	3	3	3	3	3	3	-1	-1	-1
-1	3	3	3	3	3	3	3	-1	-1
-1	3	3	4	4	4	3	3	-1	-1
-1	3	4	4	4	4	3	3	-1	-1
-1	4	5	-2	5	4	3	-1	-1	-1
-1	5	-2	-2	-2	5	4	-1	-1	-1
-1	-2	-2	1	-2	-2	5	-1	-1	-1
-1	-2	1	2	1	-2	-2	-1	-1	-1
-1	1	2	3	2	1	-2	-1	-1	-1
-1	2	3	3	3	2	1	-1	-1	-1
-1	3	3	3	3	3	2	-1	-1	-1
-1	4	4	4	4	4	4	-1	-1	-1
-1	5	5	5	5	5	5	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Feld der Punkttypen KZ

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	7	8	0	0	0	0	0	9	0
0	7	8	0	0	0	0	0	9	0
0	7	8	0	0	0	0	0	9	0
0	1	2	3	3	4	5	0	0	0
0	1	2	3	3	4	5	0	0	0
0	1	2	3	3	4	5	0	0	0
0	1	2	3	3	4	5	0	0	0
0	1	2	3	3	4	5	0	0	0
0	1	2	3	3	4	5	0	0	0
0	7	8	0	1	6	5	0	0	0
0	9	0	0	0	7	8	0	0	0
0	0	0	9	0	0	9	0	0	0
0	0	1	6	5	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	0	0	0	0
0	1	2	3	3	4	5	0	0	0
0	1	2	3	3	4	5	0	0	0
0	1	2	3	3	4	5	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bild 22

Bild 22: Beispiel 3 der Steuerfelder KX, KZ für ein teilweise umschlossenes, unsymmetrisches Lager mit Schmiernut

Bild 23

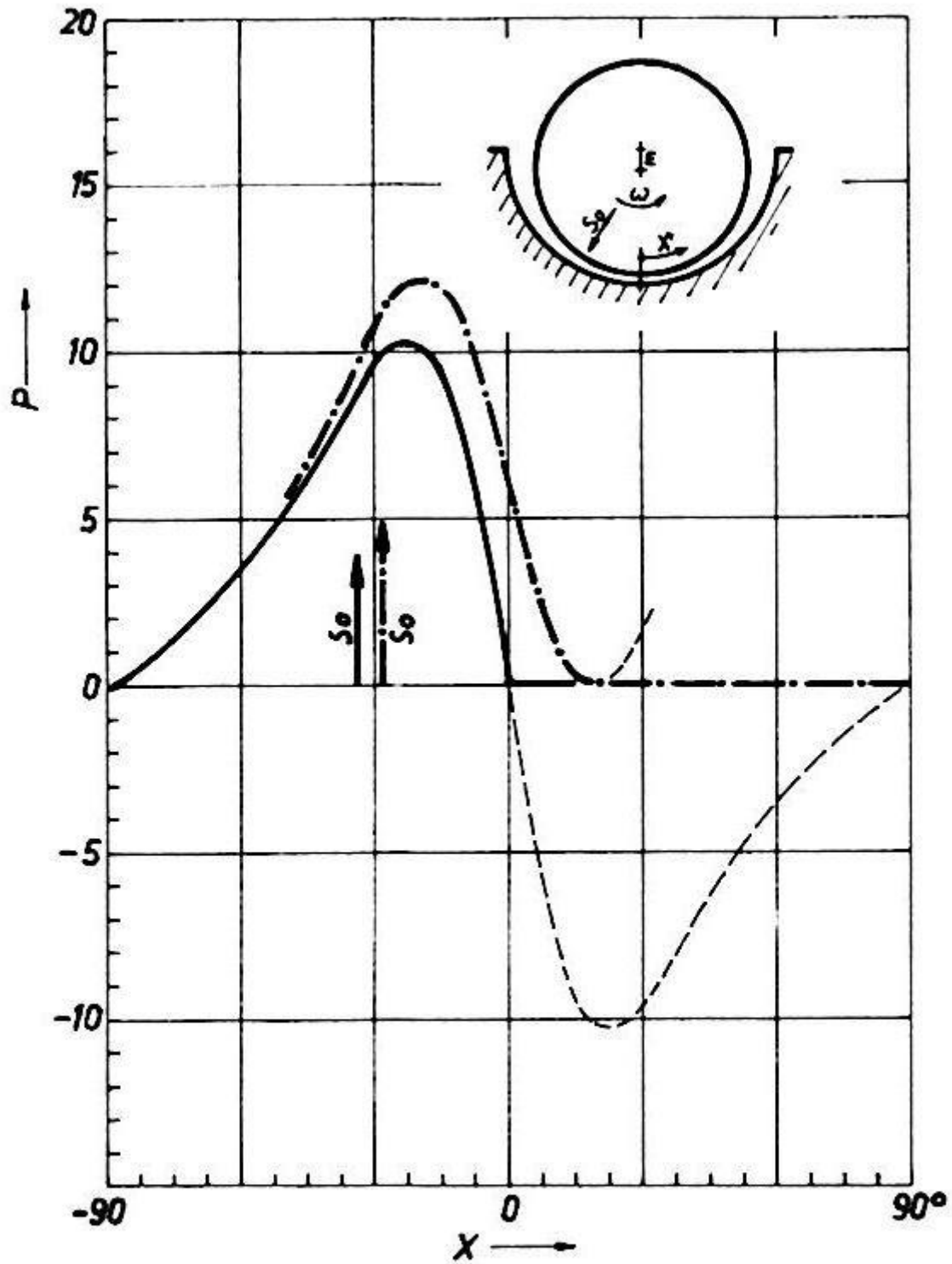


Bild 23: Druckverläufe $P(X)$ nach der Reynolds'schen Schmiertheorie

**stationär belastetes, unendlich breites, halbumschlossenes Gleitlager;
 $E=0,8$; weitere Daten Tafel 2**

— · — mit Randbedingung Nr.2 (glatter Auslauf); $S_0=4,99$

— mit Randbedingung Nr.3 (negative P -Werte $\Rightarrow 0$); $S_0=3,87$

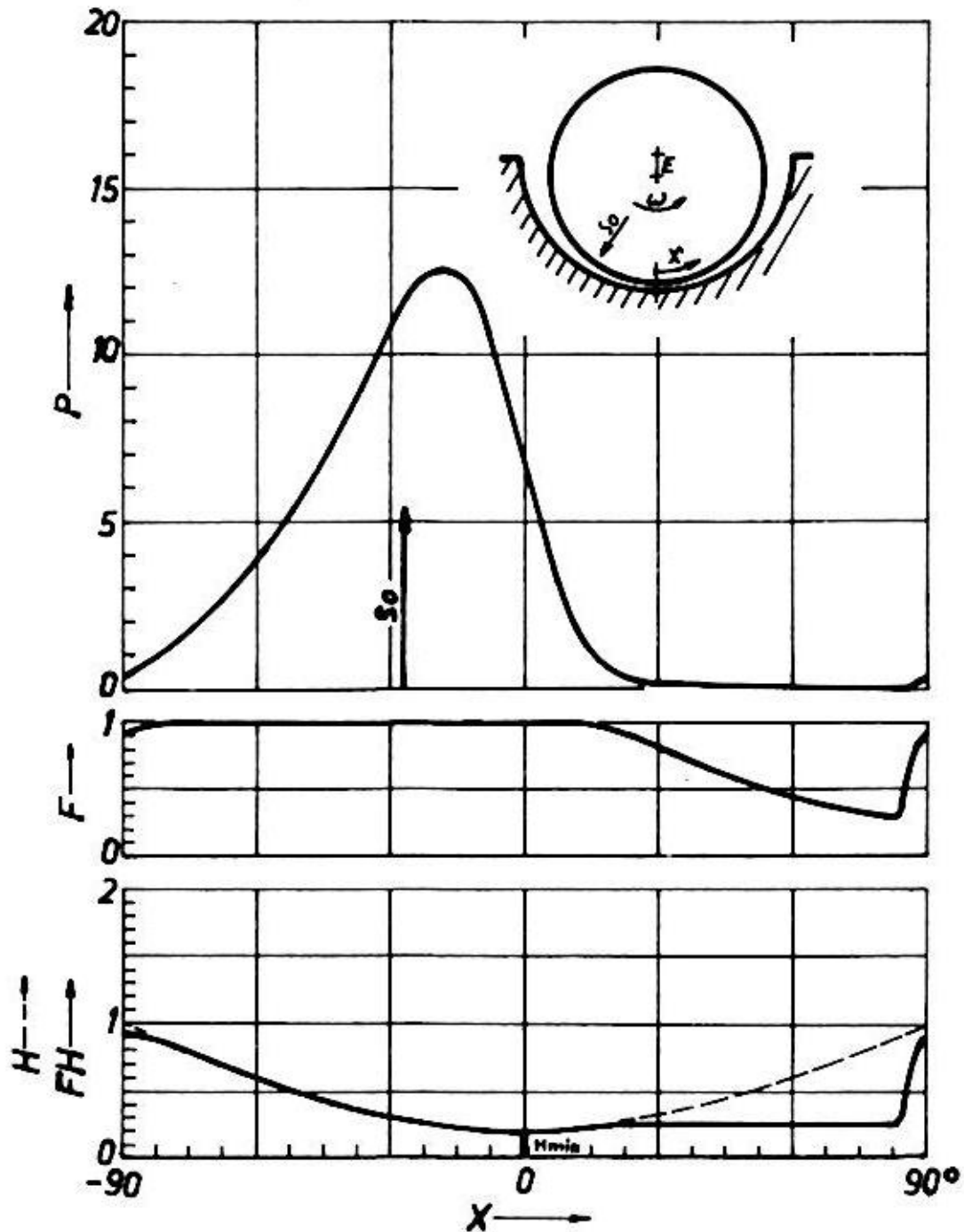


Bild 24: Druckverlauf $P(X)$, örtlicher Füllungsgrad $F(X)$ und Flüssigkeitsverteilung $FH(X)$ nach Modell 1 (Flüssigkeits-Gas-Gemisch)

**stationär belastetes, unendlich breites, halbumschlossenes Gleitlager;
 $E=0,8$; $So=5,33$; $F_{ges}=0,76$; weitere Daten Tafel 2**

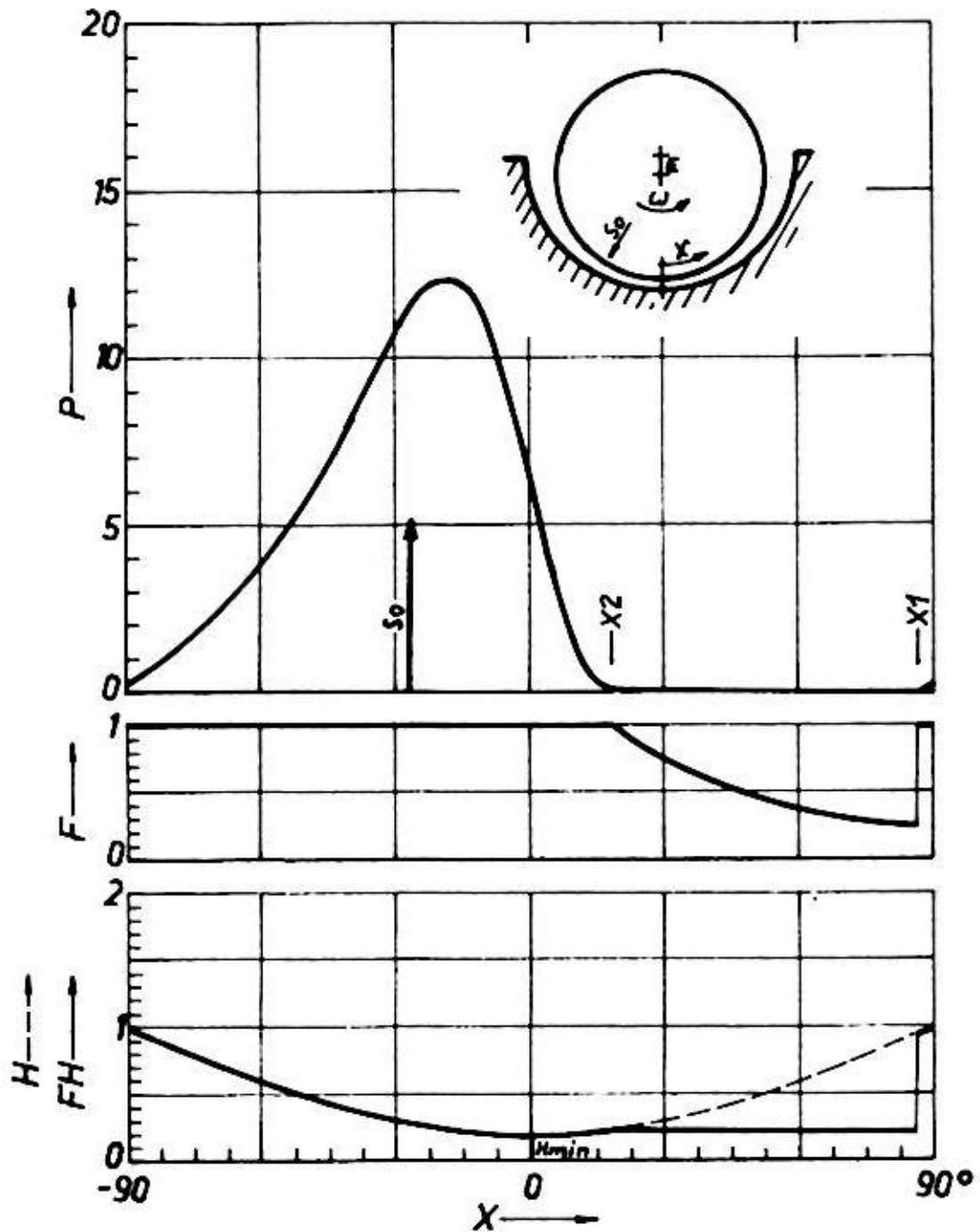


Bild 25: Druckverlauf $P(X)$, örtlicher Füllungsgrad $F(X)$ und Flüssigkeitsverteilung $FH(X)$ nach Modell 2 (Kavitation)

stationär belastetes, unendlich breites, halbggeschlossenes Gleitlager;
 $E=0,8$; $S_0=5,18$; $F_{ges}=0,77$; weitere Daten Tafel 2

Bild 26

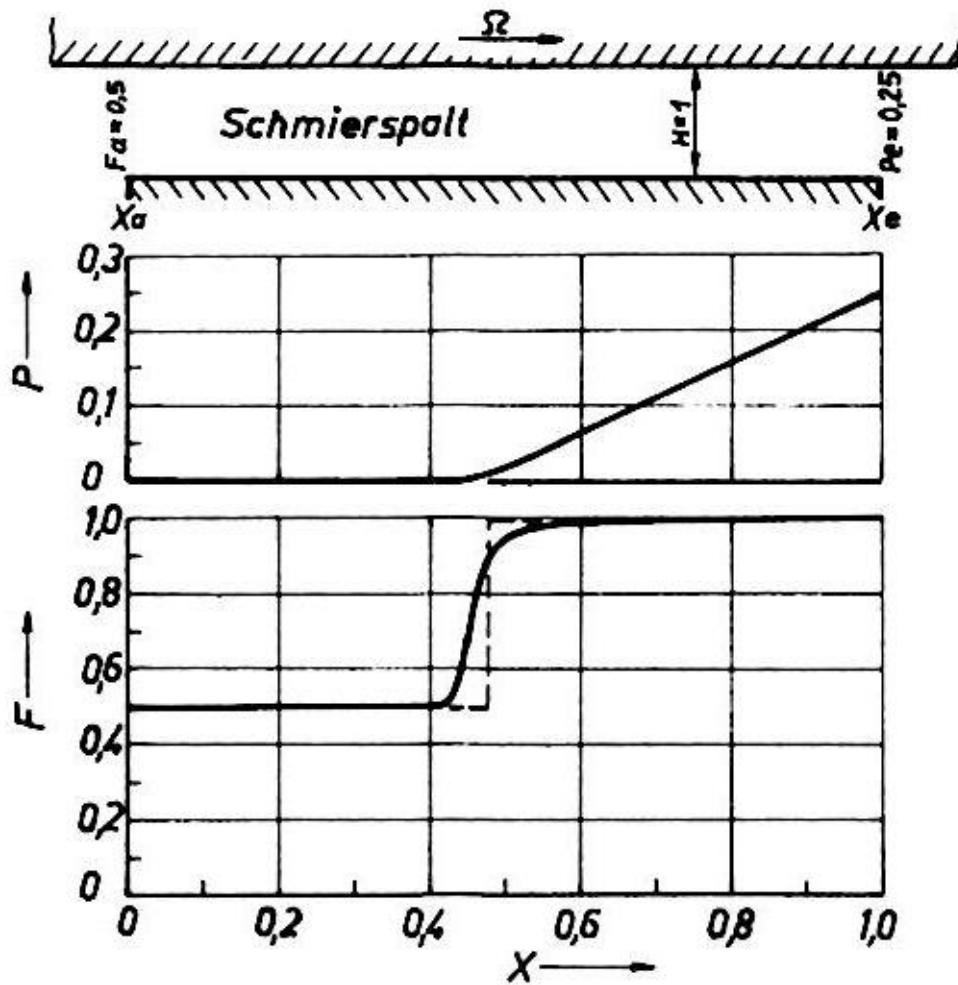


Bild 26: Stationärer Gleitschuh nach Modell 1 und Modell 2

unendlich breiter Gleitschuh mit konstanter Spalthöhe;
 $H(X)=1$; $\Omega=1$; $F_a=F(X_a)=0,5$; $P_e=P(X_e)=0,25$; $NX=51$;
 EDV-Listing: LAGER8 vom 28.1.78 [26]

- Modell 1: $P_a=P(X_a)=0,001$; $dP(X_e)/dX=0,468$; $C=0,001$
 $F_{ges}=0,766$
- - - Modell 2: $P_a=P(X_a)=0$; $dP(X_e)/dX=0,477$; $X_1=0,476$
 $F_{ges}=0,762$

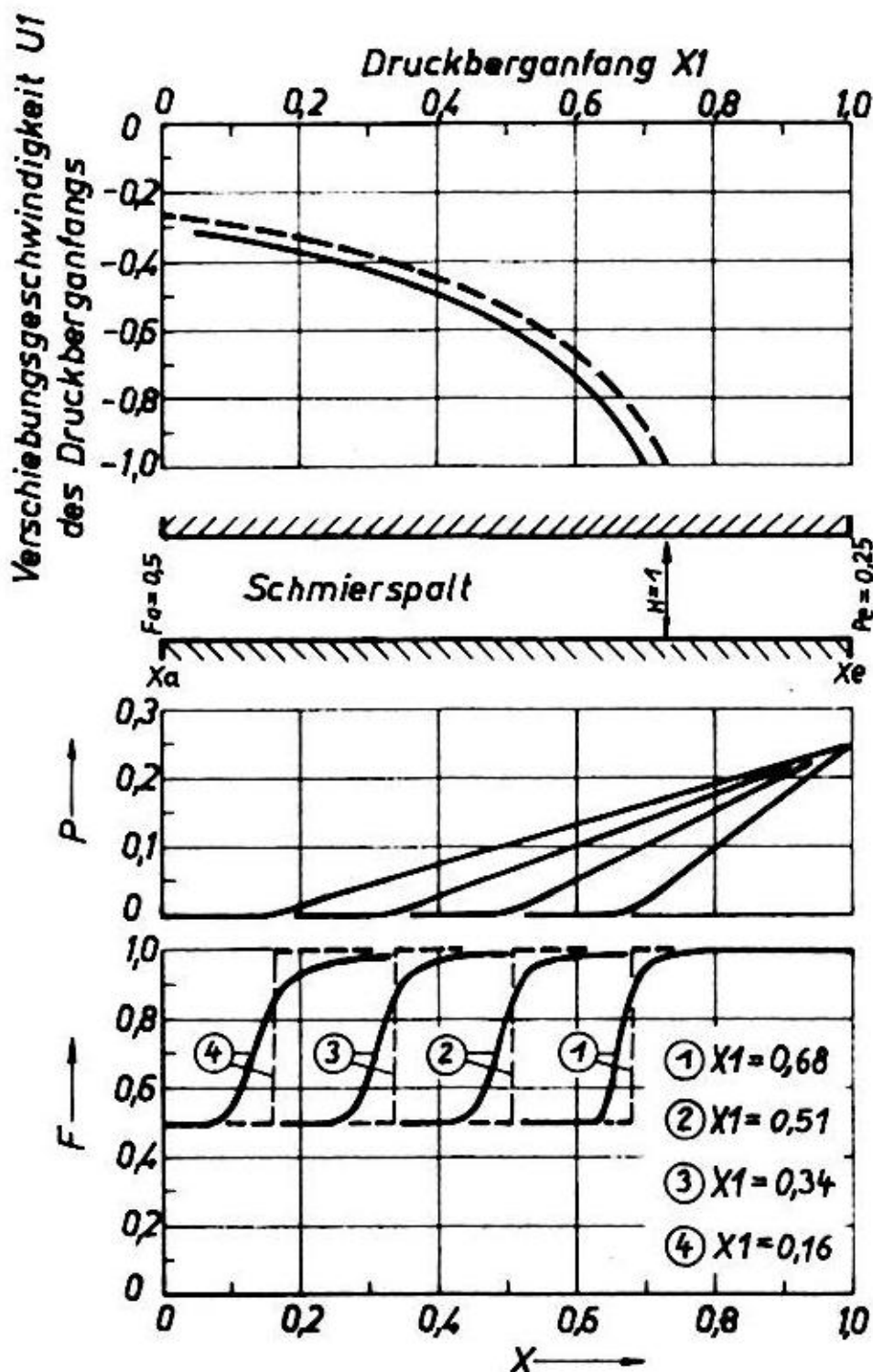


Bild 27: Veränderlicher Druckberganfang X_1 und dessen Verschiebungsgeschwindigkeit $U_1(X_1)$ nach Modell 1 und Modell 2

unendlich breiter Spalt mit konstanter Spalthöhe; der Spalt ist zum Anfangszeitpunkt T_0 gleichmäßig zu 50% mit Flüssigkeit gefüllt; $F(X, T_0) = 0,5$ für $0 \leq X < 1$; $H(X) = 1$; $\Omega = 0$; $F_a = F(X_a) = 0,5$; $P_e = P(X_e) = 0,25$; $NX = 51$; EDV-Listing: LAGER(vom 18.2.78 [26]

— Modell 1: $P_a = P(X_a) = 0,001$; $C = 0,001$

- - - Modell 2: $P_a = P(X_a) = 0$

Bild 28

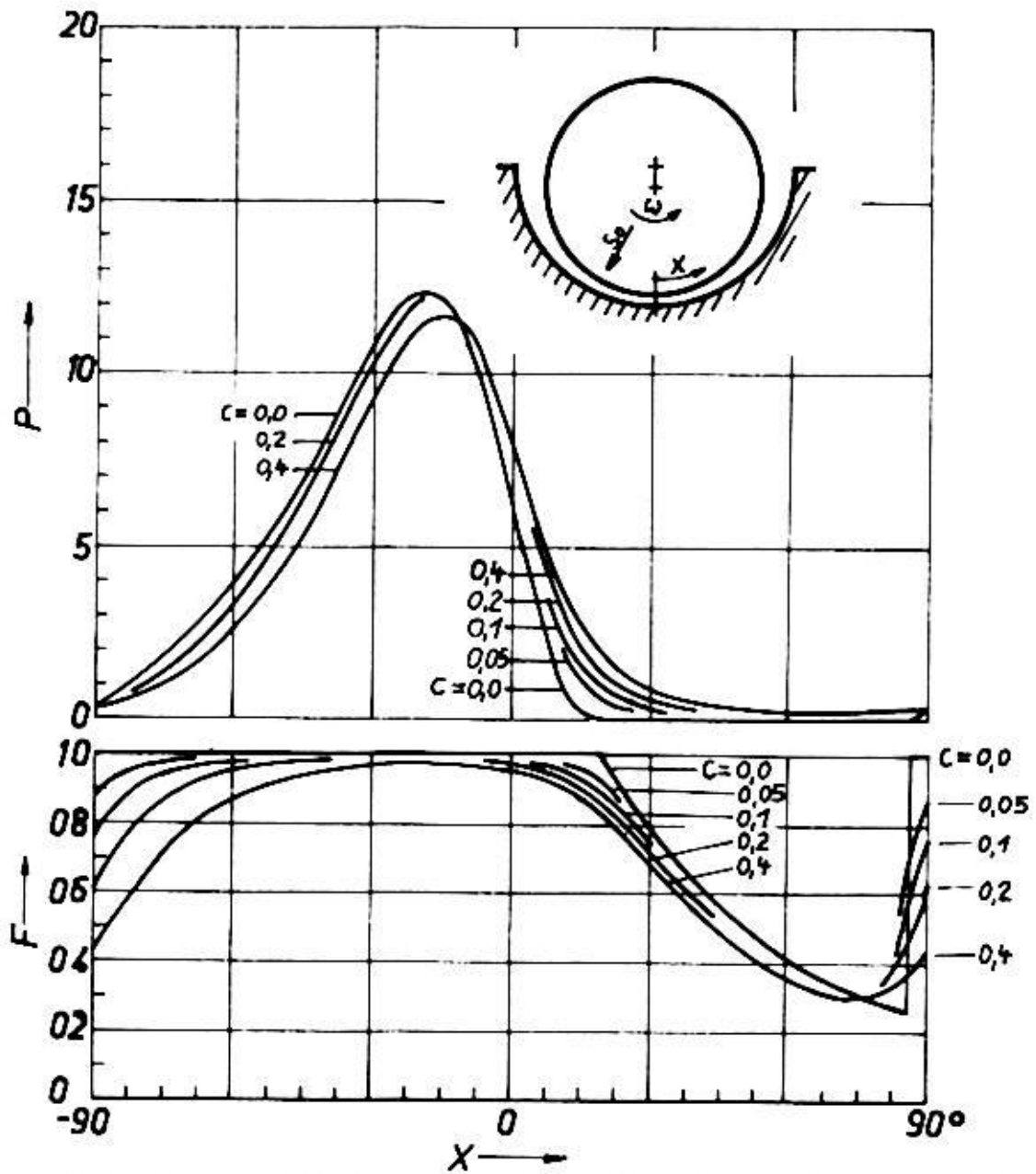


Bild 28: Einfluß der Mischungskonstanten C auf den Druckverlauf $P(X)$ und den örtlichen Füllungsgrad $F(X)$

**unendlich breites, stationär belastetes, halbumschlossenes Gleitlager;
 $E=0,8$; weitere Daten Tafel 3**

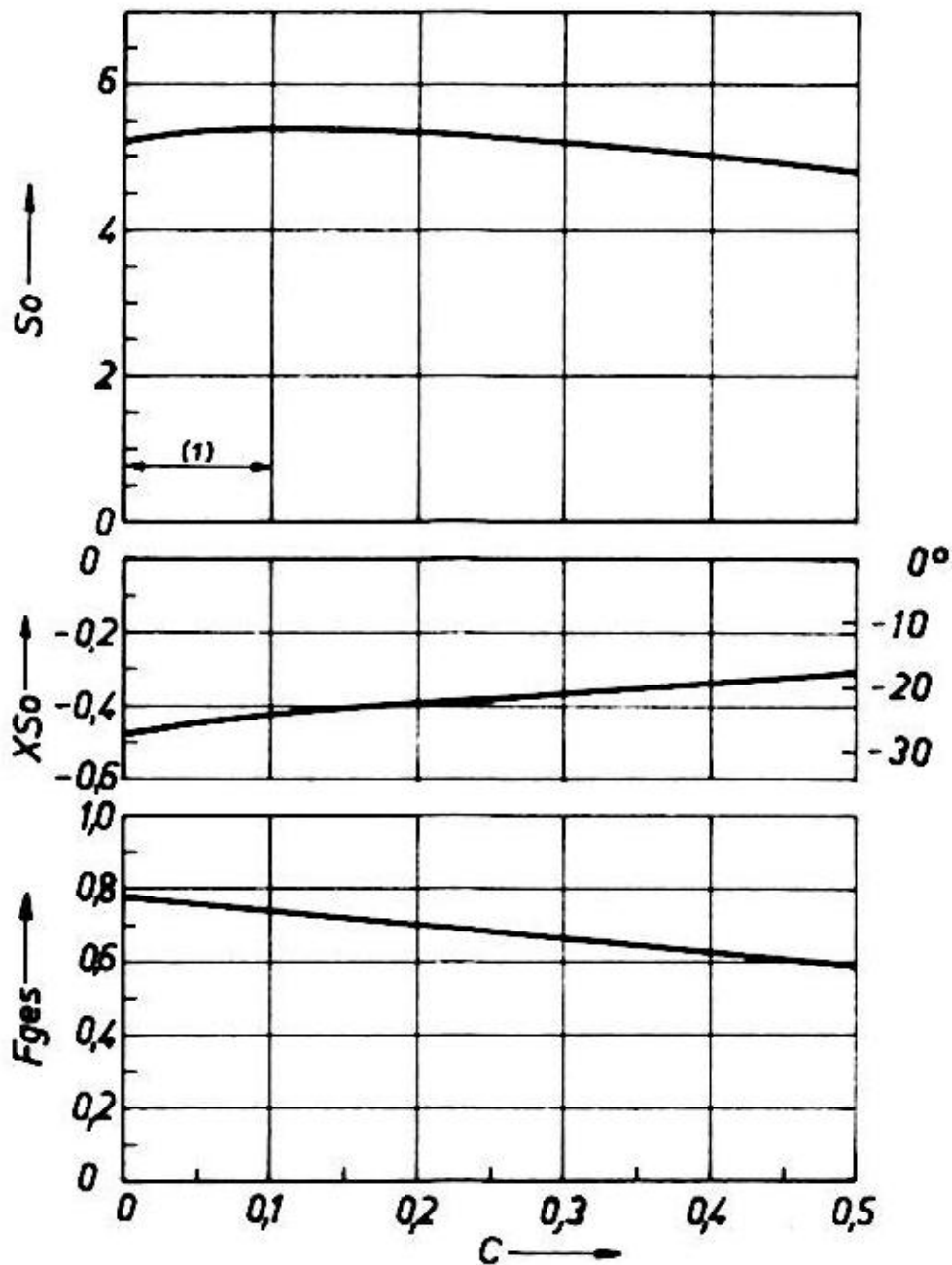


Bild 29: Einfluß der Mischungskonstanten C auf die Tragfähigkeit S_o und den Gesamtfüllungsgrad F_{ges}

stationär belastetes, unendlich breites, halbumschlossenes Gleitlager; $E=0,8$; weitere Daten Tafel 3

(1) -Bereich vorkommender Mischungskonstanten

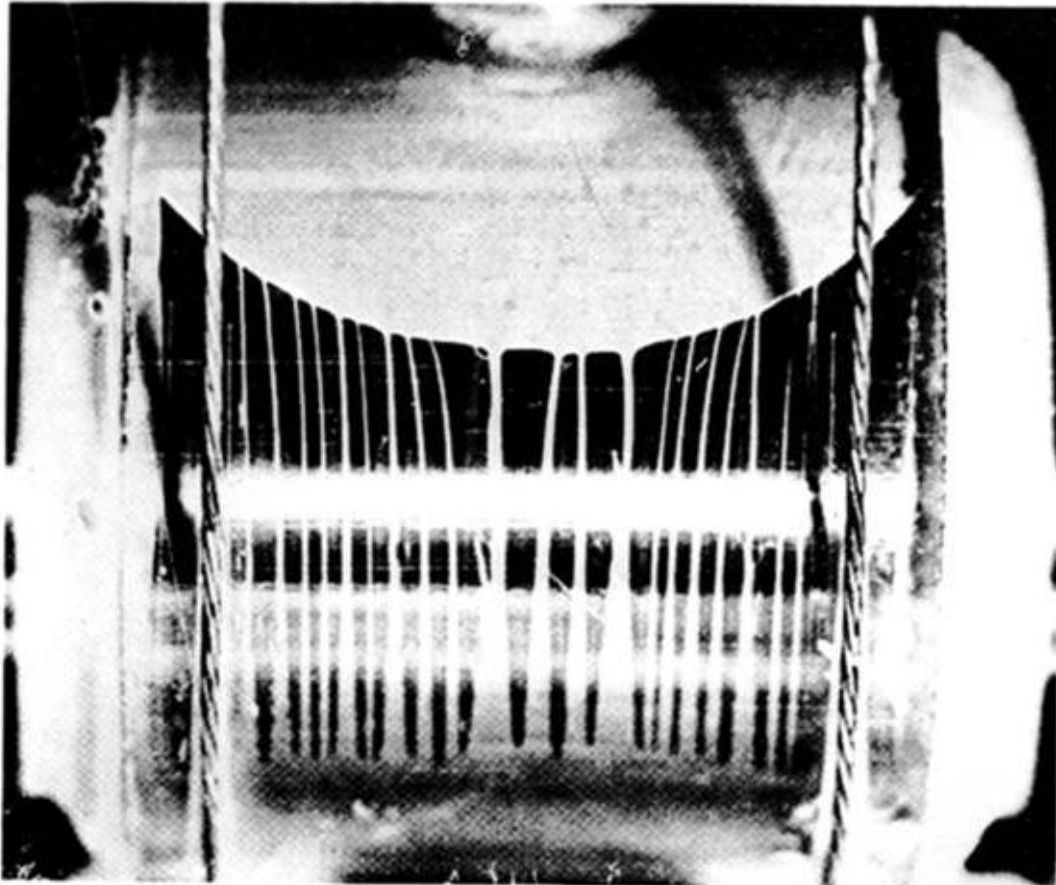


Fig. 9. Outlet Film Showing Backward Spread of Inlet ($S=0.02$)

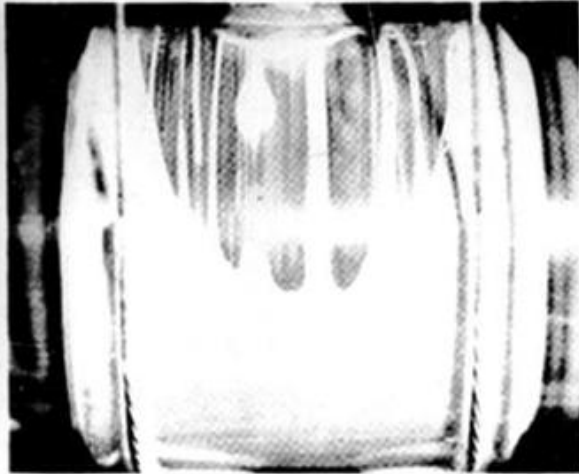
Width/diameter, 1.1. Clearance ratio, 0.0028. Load, 100 lb. per sq. in. Speed, 500 r.p.m.
Supply pressure, 25 lb. per sq. in.

Fig. 9. Auslauffilm, der einen Rückstrahl des Einlaufs zeigt ($S=0,02$)

Breite/Durchmesser=1,1. Relatives Lagerspiel=0,0028. Belastung=100 Pfd. pro Quadrat-
zoll. Drehzahl=500 U/min. Zufuhrdruck= 25 Pfd. pro Quadratzoll.

Bild 30.1: Nachgerechnete Experimente von Cole und Hughes [9]
Fig. 9

weitere Daten Tafel 4



a Oil supply from meniscus.



b Oil supply from meniscus failed.

Fig. 10. Inlet Film Pattern with Oil Starvation

Speed, 1,250 r.p.m. Load, 40 lb per sq. in. Supply pressure, 0 lb. per sq. in.

a Ölzufuhr vom Meniskus

b Ölzufuhr vom Meniskus versagt

Fig. 10. Muster des Einlauffilms mit Ölmangel

Drehzahl=1 250 U/min. Belastung=40 Pfd. pro Quadratzoll. Zufuhrdruck=0 Pfd. pro Quadratzoll.

Bild 30.2: Nachgerechnete Experimente von Cole und Hughes [9], Fig. 10

weitere Daten Tafel 4

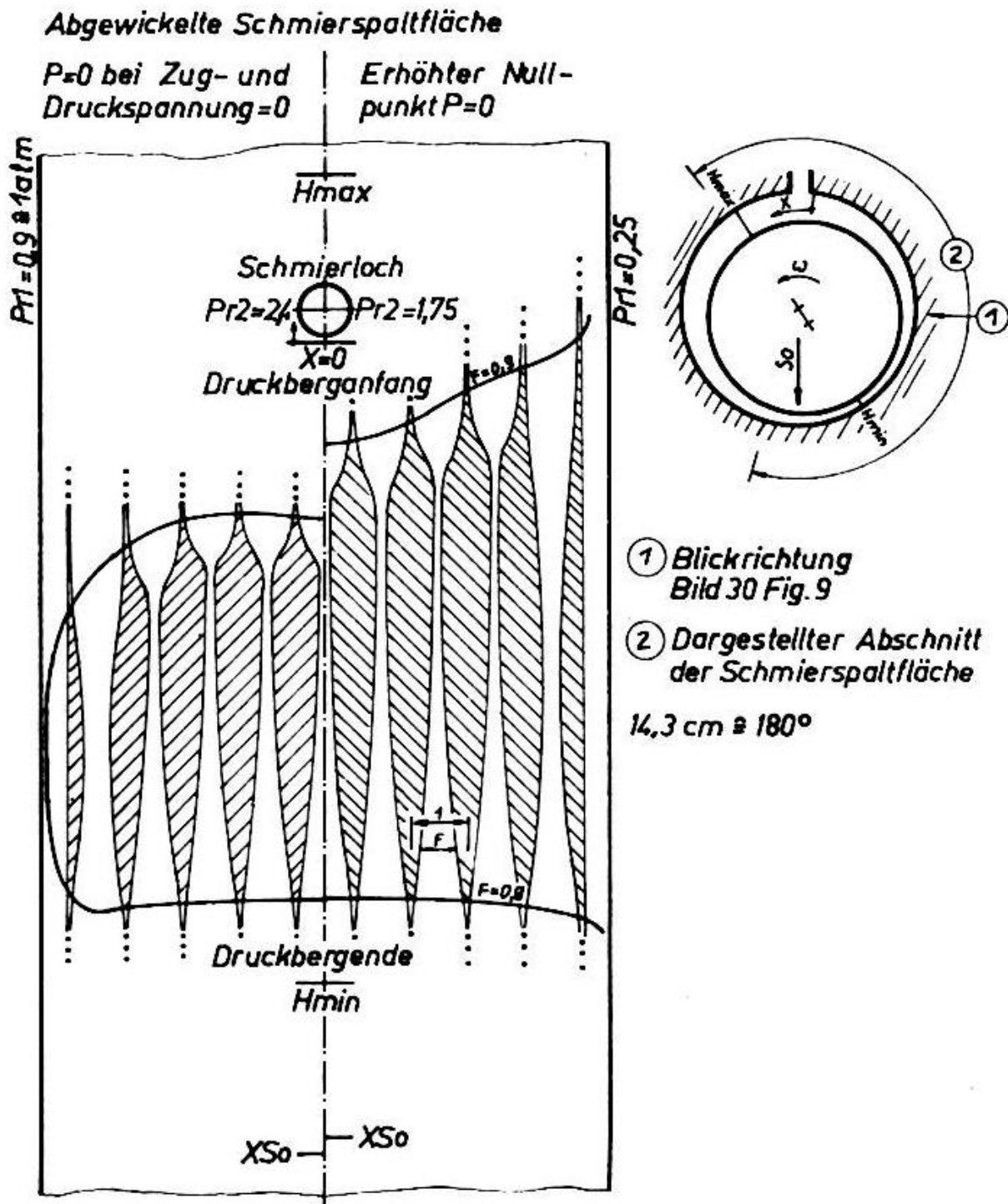
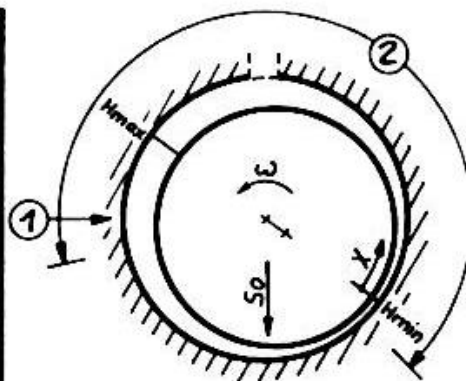
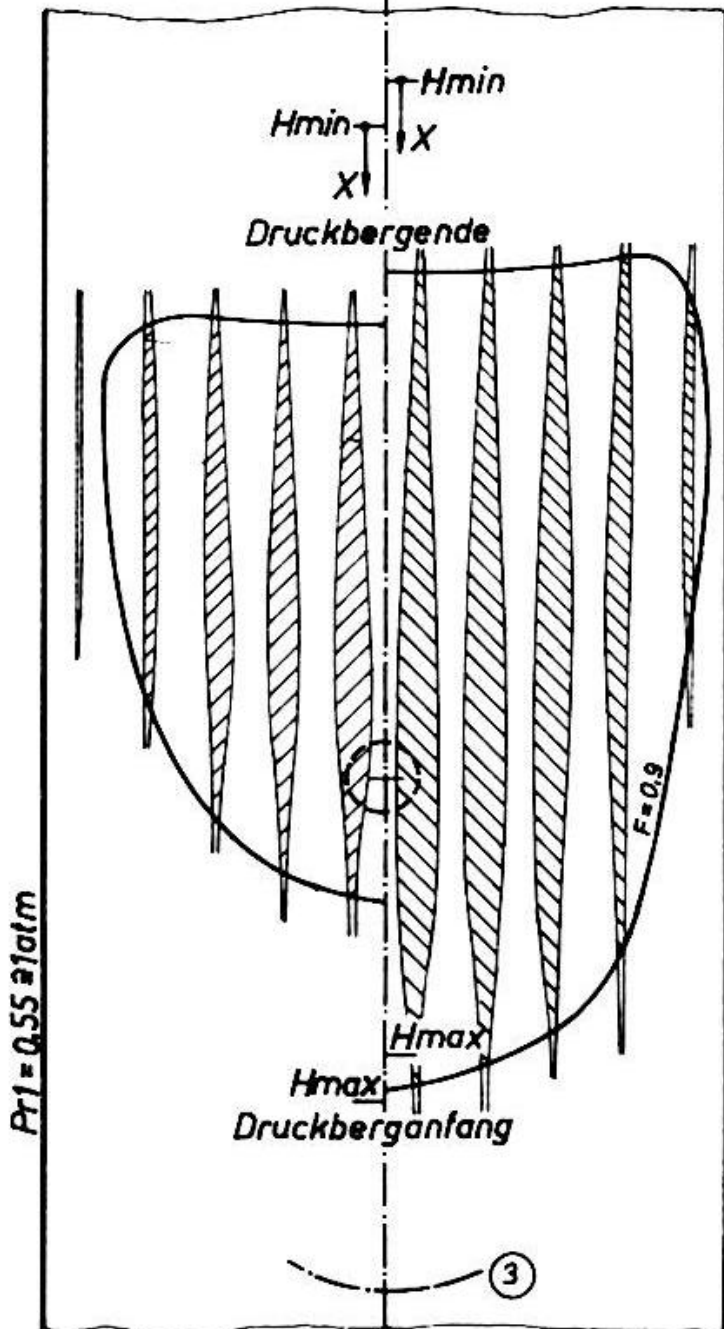


Bild 31: Nachrechnung der Versuchsergebnisse von Cole und Hughes [9] Fig.9
 weitere Daten Tafel 4

Abgewickelte Schmierspaltfläche

$P=0$ bei Zug- und
Druckspannung=0

Erhöhter Null-
punkt $P=0$



- ① Blickrichtung
Bild 30 Fig. 10
- ② Dargestellter Abschnitt
der Schmierspaltfläche
- ③ Druckberganfang nach
Bild 30 Fig. 10 a

14,3 cm \approx 180°

Bild 32: Nachrechnung der Versuchsergebnisse von Cole und Hughes [9] Fig.10

weitere Daten Tafel 4

Bild 33

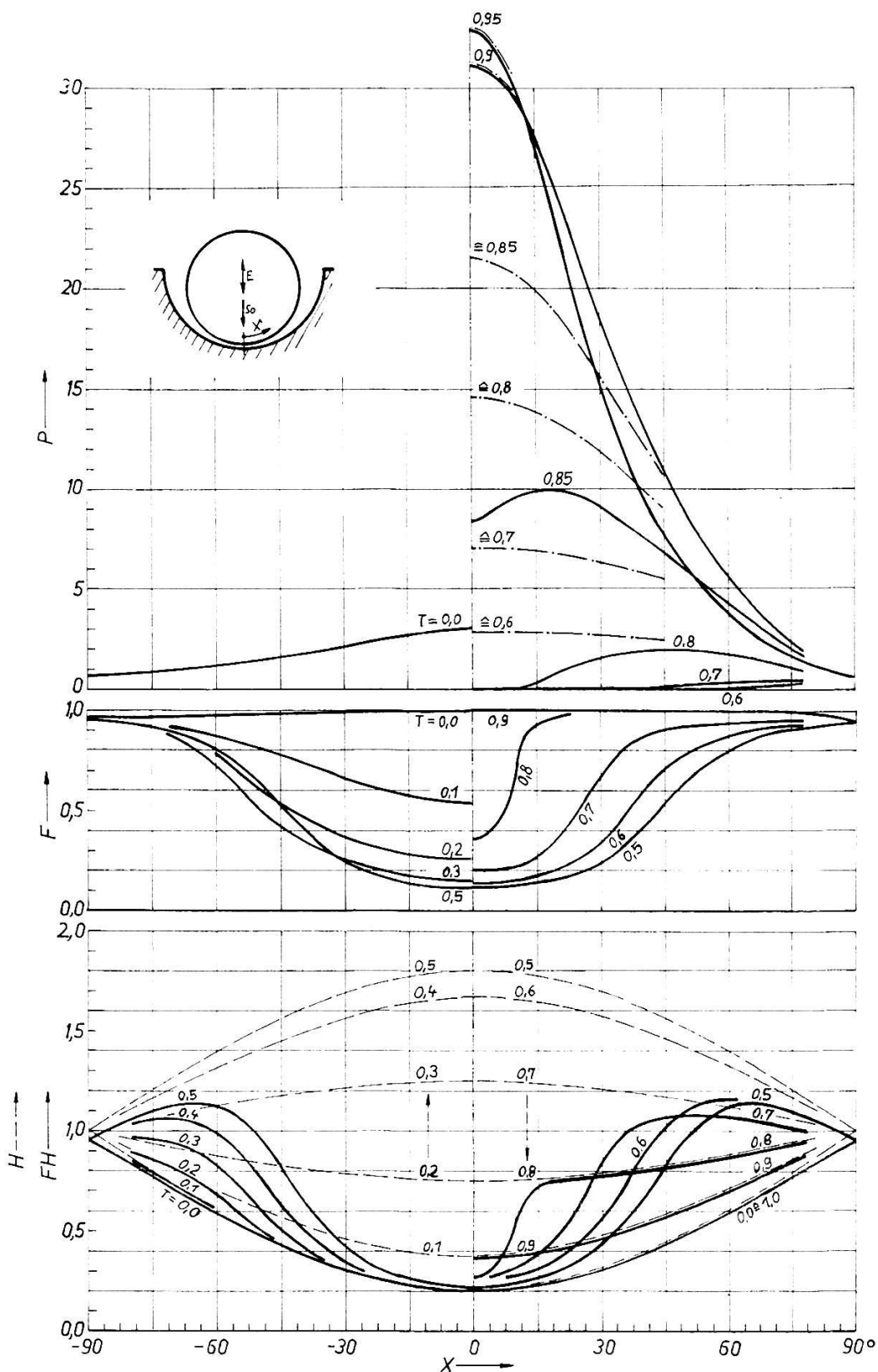


Bild 33: Druckverlauf $P(X,T)$, örtlicher Füllungsgrad $F(X,T)$ und Flüssigkeitsverteilung $FH(X,T)$ im wechselnd belasteten Gleitgelenk nach Modell 1

unendlich breites, halbumschlossenes Gleitgelenk ohne Drehung; $E = -0,8 \cos(2 \pi T)$;
 $P_a = P_e = 0,6$; weiter Daten Tafel 5;

--- Druckverlauf $P(X,T)$, wenn der Schmierstalt bereits vollständig gefüllt wäre
 (bisherige Theorie)

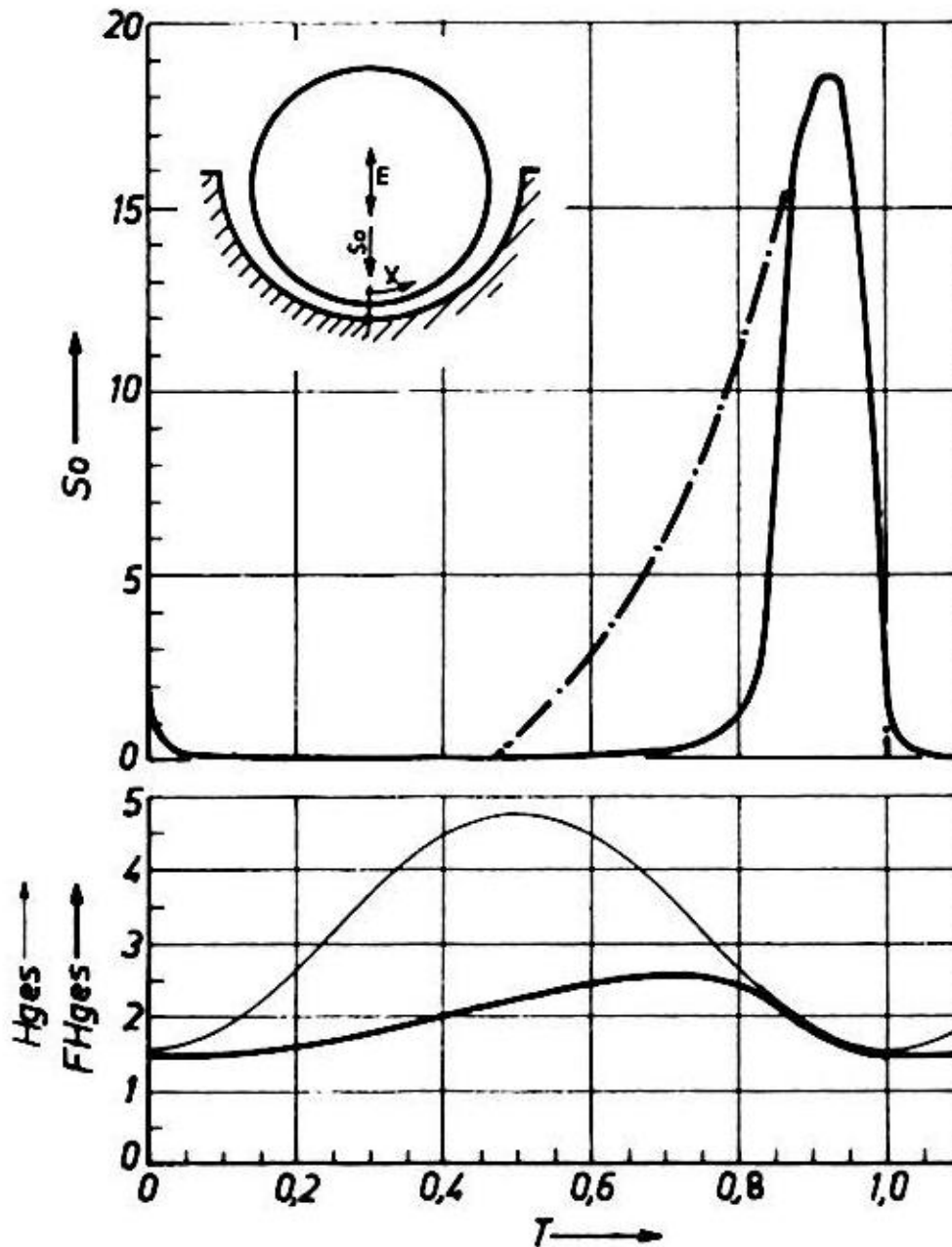


Bild 34: Tragfähigkeit $S_o(T)$ und Flüssigkeitsmenge $FH_{ges}(T)$ des wechselnd belasteten, unendlich breiten Gleitgelenks nach Modell 1 und Tragfähigkeit $S_o(T)$ nach der bisherigen Theorie

**halbumschlossenes Gleitgelenk ohne Drehung; $E = -0,8 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot T)$;
 $P_a = P_e = 0,6$; weitere Daten Tafel 5;**

— Modell 1
 - · - · - bisherige Theorie

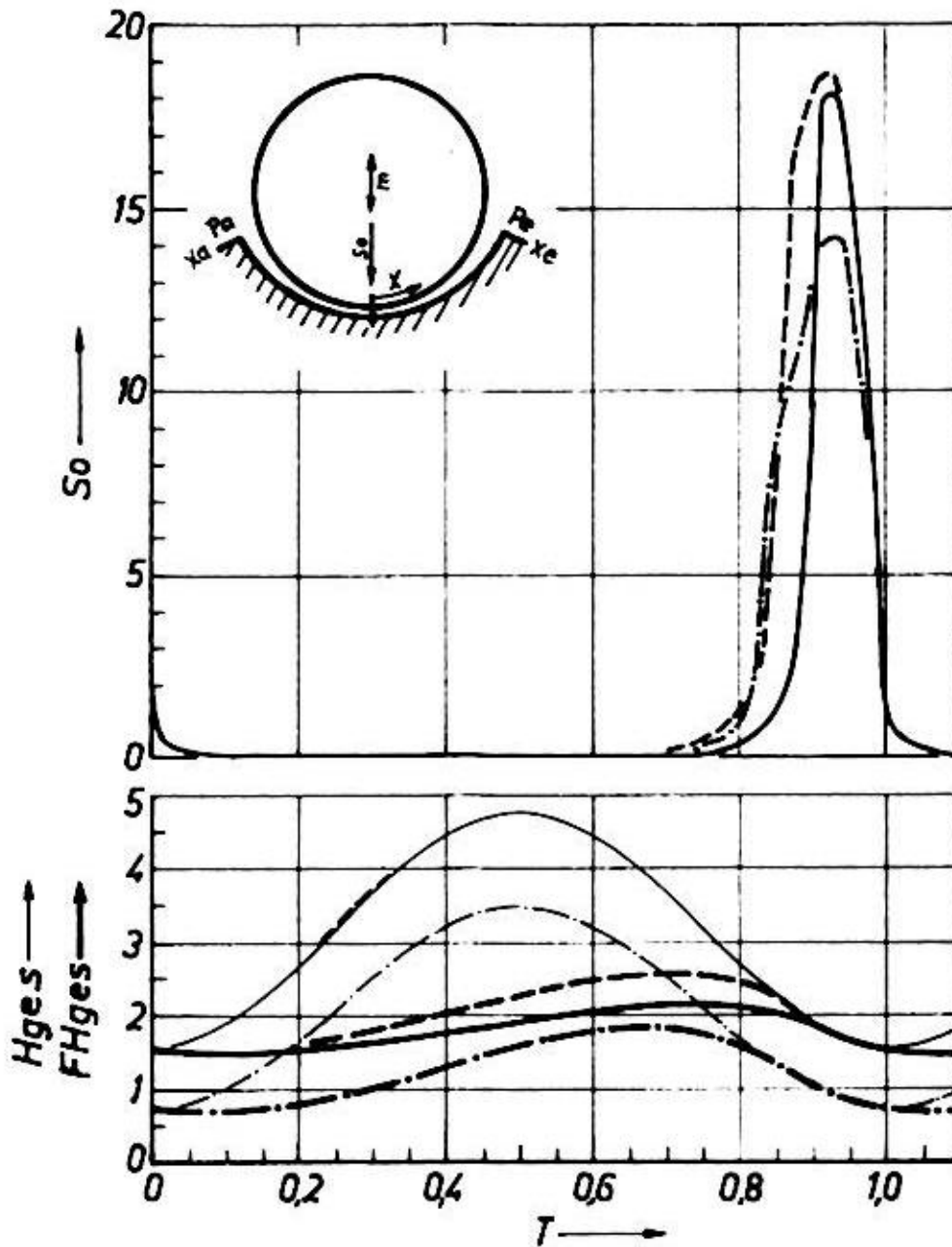


Bild 35: Variation des Zufuhrdrucks P_a , P_e und der Nutanordnung X_a , X_e am wechselnd belasteten Gleitgelenk nach Modell 1

unendlich breites, teilweise umschlossenes Gleitgelenk ohne Drehung; $E = -0,8\cos(2\pi \cdot T)$; weitere Daten Tafel 5;

———— $-X_a=X_e=\pi/2$; $P_a=P_e=0,3$; $S_{om}=1,5$

----- $-X_a=X_e=\pi/2$; $P_a=P_e=0,6$; $S_{om}=2,4$

- · - · - $-X_a=X_e=\pi/3$; $P_a=P_e=0,3$; $S_{om}=1,9$

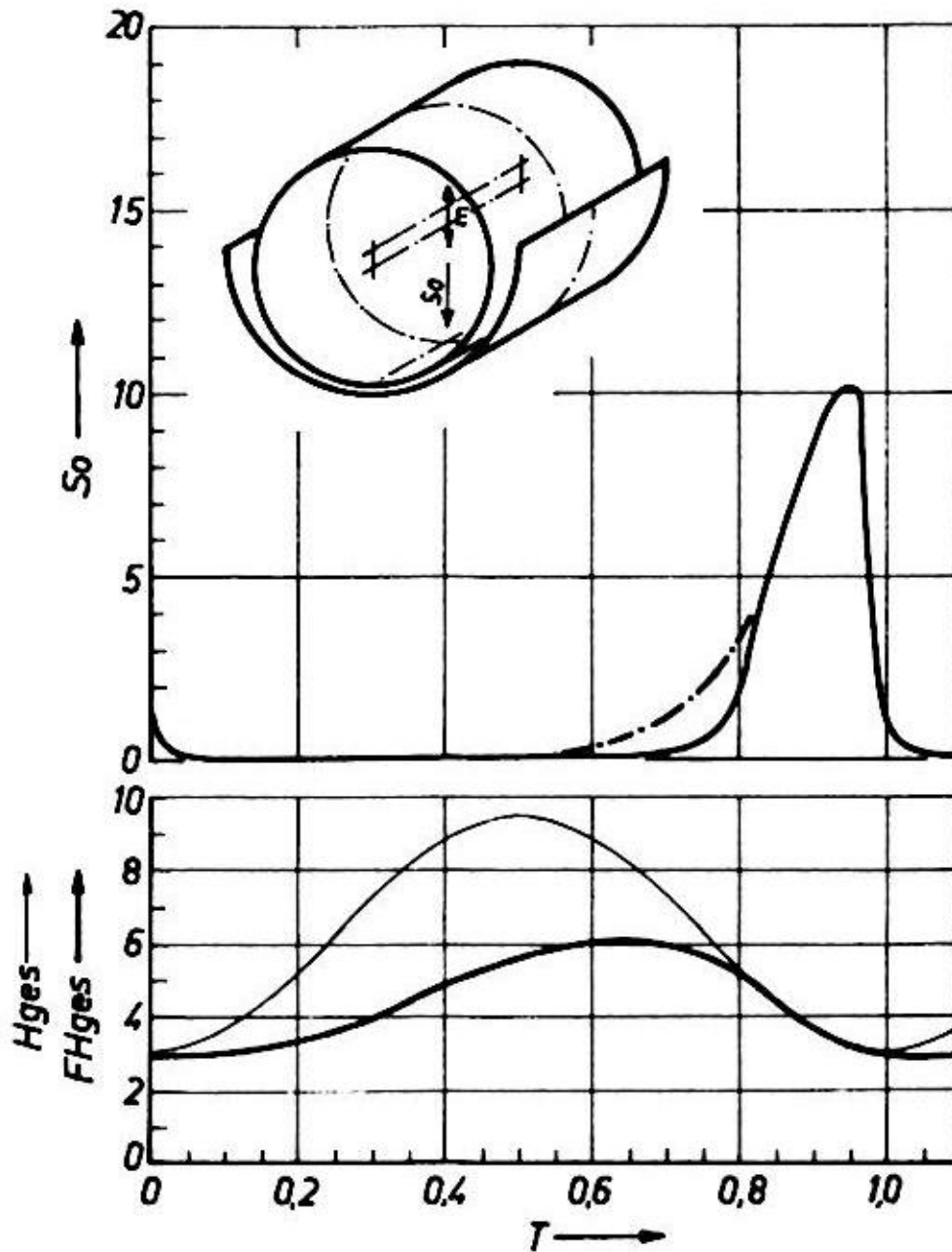


Bild 36: Tragfähigkeit $S_0(T)$ und Flüssigkeitsmenge $FH_{ges}(T)$ des wechselnd belasteten, endlich breiten Gleitgelenks

*halbumschlossen, ohne Drehung; $E = -0,8 \cos(2 \cdot \pi \cdot T)$;
weitere Daten Tafel 6;*

— Modell 1
- - - bisherige Theorie

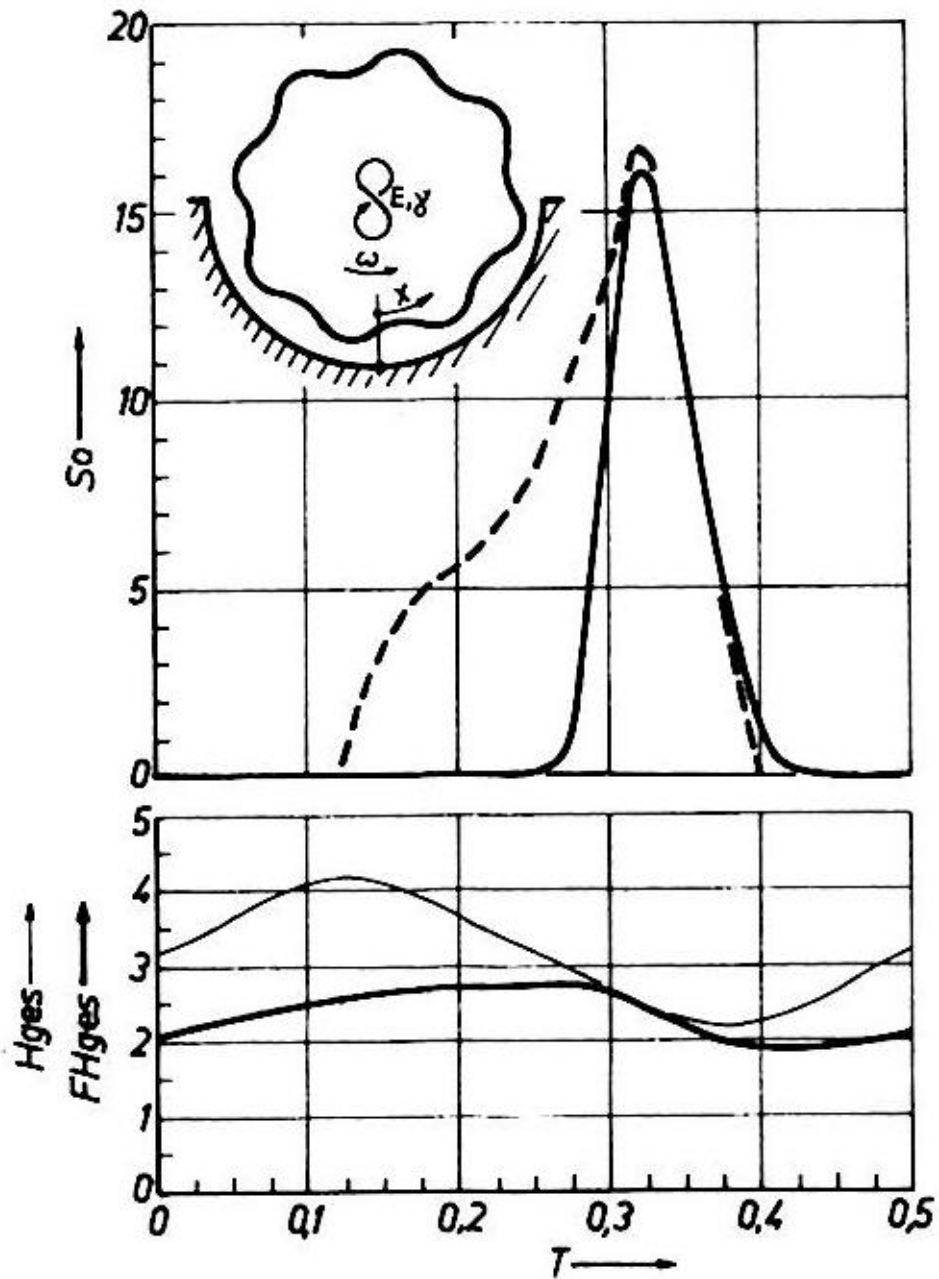


Bild 37: Tragfähigkeit $S_0(T)$ und Flüssigkeitsmenge $FH_{ges}(T)$ eines Gleitlagers mit unrundem Zapfen und stark instationärer Belastung

**unendlich breites, halbumschlossenes Gleitlager;
weitere Daten Tafel 7**

— Modell 1

--- bisherige Theorie (Reynolds'sche Gleichung und Randbedingung Nr.3)

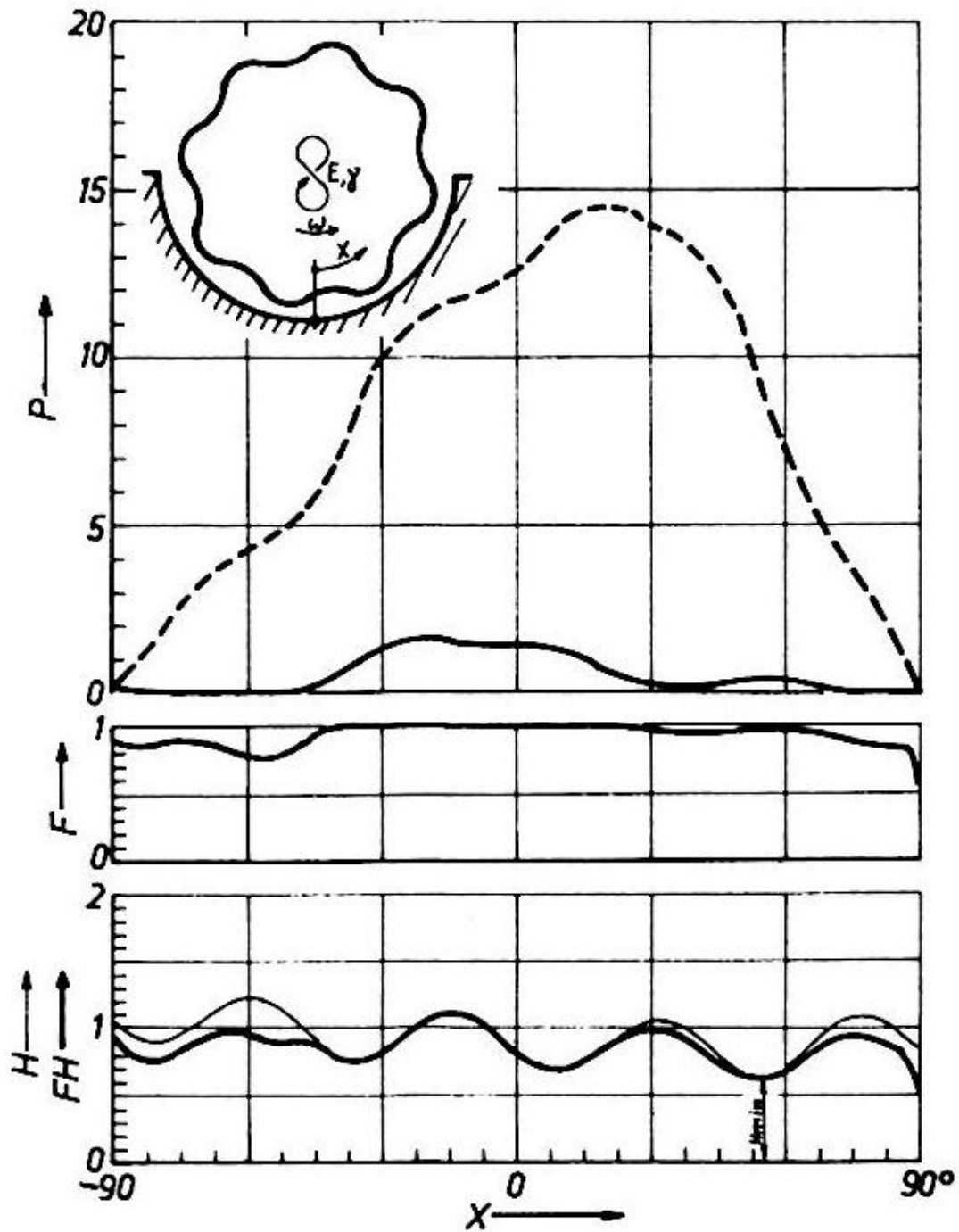


Bild 38: Druckverlauf $P(X)$ und Flüssigkeitsverteilung $FH(X)$ eines Gleitlagers mit unrundem Zapfen und stark instationärer Belastung kurz vor vollständiger Füllung des Spalts

unendlich breites, halbumschlossenes Gleitlager; Zeitpunkt $T=0,275$ (siehe Bild 37); weitere Daten Tafel 7

— Modell 1
 - - - bisherige Theorie

Tafel 2: Stationär belastetes, unendlich breites, halbumschlossenes Gleitlager

$X_a = -\pi/2$ (-90°); $X_e = \pi/2$ (90°); $E = 0,8$; $\gamma = 0$; $\Omega = 2\cdot\pi$; $H_{ges} = 1,5416$

	Reynolds Dgl.		Modell 1	Modell 2
	2.Randbed.	3.Randbed.		
Pa	0	0	0,3	0,3
Pe	0	0	0,3	0,3
C	-	-	0,03	-
NX	49	49	97	49
So	4,99	3,87	5,33	5,18
XSo [rad]	-0,489	-0,576	-0,465	-0,494
[grd]	-28,0	-33,0	-26,6	-28,5
Fges	-	-	0,76	0,77
X1 [rad]	-	-	-	1,50
[grd]	-	-	-	86,2
X2 [rad]	0,33	0	-	0,33
[grd]	19	0	-	19
KDV-Listing [267]	LAGER9 14.2.78	LAGER9 5.12.76	LAGER8 14.3.78	LAGER8 14.2.78

X [grd]	H	Reynolds Dgl.		Modell 1		Modell 2	
		2.Randbed.	3.Randbed.	P	F	P	F
-90	1,000	0,000	0,000	0,300	0,909	0,300	1,000
	0,948	0,311	0,303	0,585	0,951	0,611	usw.
	0,896	0,652	0,635	0,909	0,968	0,952	
	0,844	1,027	0,996	1,272	0,977	1,327	
-75	0,793	1,440	1,397	1,675	0,982	1,739	
	0,743	1,897	1,837	2,123	0,966	2,195	
	0,697	2,402	2,322	2,621	0,989	2,700	
	0,646	2,961	2,856	3,174	0,991	3,258	
-60	0,600	3,580	3,443	3,789	0,992	3,877	
	0,556	4,264	4,087	4,469	0,993	4,560	
	0,513	5,018	4,791	5,220	0,994	5,311	
	0,472	5,841	5,551	6,043	0,995	6,133	
-45	0,434	6,732	6,361	6,935	0,996	7,022	
	0,398	7,680	7,204	7,887	0,996	7,967	
	0,365	8,665	8,052	8,879	0,997	8,948	
	0,335	9,652	8,862	9,878	0,997	9,930	
-30	0,307	10,586	9,566	10,829	0,997	10,858	
	0,282	11,388	10,072	11,657	0,997	11,653	
	0,261	11,960	10,265	12,262	0,998	12,215	
	0,242	12,186	10,014	12,531	0,998	12,427	
-15	0,227	11,952	9,194	12,354	0,998	12,178	
	0,215	11,184	7,724	11,651	0,997	11,391	
	0,207	9,872	5,606	10,417	0,997	10,058	
	0,202	8,111	2,955	8,738	0,997	8,273	
0	0,200	6,094	0,000	6,800	0,996	6,230	
	0,202	4,076	usw.	4,850	0,994	4,188	
	0,207	2,316		3,128	0,990	2,403	
	0,215	1,004		1,808	0,984	1,070	
15	0,227	0,235		0,944	0,969	0,282	
	0,242	0,002		0,489	0,942	0,033	1,000
	0,261	0,000		0,260	0,897	0,000	0,930
	0,282	usw.		0,135	0,838	usw.	
30	0,307			0,103	0,775		0,789
	0,335			0,075	0,713		
	0,365			0,057	0,655		0,664
	0,398			0,045	0,601		
45	0,434			0,037	0,552		0,558
	0,472			0,031	0,507		
	0,513			0,026	0,467		0,473
	0,556			0,023	0,432		
60	0,600			0,020	0,400		0,404
	0,646			0,018	0,371		
	0,694			0,016	0,345		0,350
	0,743			0,014	0,323		
75	0,793			0,013	0,302		0,306
	0,844			0,012	0,284		
	0,896			0,011	0,266	0,000	0,271
	0,948			0,009	0,250	0,002	1,000
90	1,000	0,000	0,000	0,300	0,909	0,300	1,000

Tafel 3: Einfluß der Mischungskonstanten C

stationär belastetes, unendlich breites, halbumschlossenes Gleitlager;
 $X_a = -\pi/2$ (-90°); $X_e = \pi/2$ (90°); $P_a = P_e = 0,3$; $E = 1,8$; $\gamma = 0$; $\Omega = 2 \cdot \pi$; $H_{ges} = 1,5416$; $N_X = 49$;
 EDV-Listing: LAGER8 vom 14.2.78 / LAGER9 vom 14.2.78 [26]

C	S ₀	X _{S0}		F _{ges}
		rad	grd	
0,0 ⁽¹⁾	5,18	-0,494	-28,3	0,77
0,05	5,35	-0,454	-26,0	0,76
0,1	5,37	-0,433	-24,8	0,74
0,2	5,30	-0,399	-22,9	0,69
0,3	5,18	-0,370	-21,2	0,66
0,4	5,01	-0,343	-19,7	0,62
0,5	4,81	-0,317	-18,2	0,59

Bemerkung: (1) Berechnet nach Modell 2

Bemerkungen zu Tafel 4:

- (1) In der Literatur ist nur die Viskositäts-Temperatur-Beziehung angegeben. Temperatur und damit die Viskosität sind entsprechend den Betriebsbedingungen angenommen.
- (2) Drehgeschwindigkeit ω des Zapfens gleich der Bezugswinkelgeschwindigkeit ω_b .
- (3) Es wird vermutet, daß die Angabe des Zufuhrdrucks als Überdruck über den atmosphärischen Druck angegeben ist, und es wurde hier der atmosphärische Druck zugezählt.
- (4) Die Mischungskonstante wurde so klein gewählt, daß die numerische Lösung gerade noch stabil war.
- (5) Der Winkel der resultierenden Lagerbelastung liegt gegenüber dem Schmierloch.
- (6) Der Schmierspalt wurde in Umfangsrichtung in 24 Streifen zerlegt ($\Delta X = 0,2618$). Hinzu kamen 4 Stützstellen Überlappung (Siehe Bild 20).
- (7) Nach der Rechnung über den gesamten Umfang des Lagers wurden Teile des Lagers mit einer Verfeinerung $\Delta X' = \Delta X/3 = 0,0873$ berechnet.
- (8) Die Berechnung erfolgte für eine Hälfte des symmetrischen Lagers, die in 5 Streifen geteilt wurde (Siehe Bild 20).

Tafel 4: Parameter der Nachrechnung der Experimente von Cole und Hughes [9]

			Fig. 9			Fig. 10		
			aus Litera- tur oder abgeleitet	Werte der Berechnung Bild 31		aus Literä- tur oder abgeleitet	Werte der Berechnung Bild 32	
				links	rechts		links	rechts
Wellendurchmesser	d	cm	2,5			2,5		
Lagerbreite	b	cm	2,75			2,75		
relative Lagerbreite	B		1,1	1,1		1,1	1,1	
Lagerspiel	s	μm	70			70		
relatives Lagerspiel	S		0,0028			0,0028		
Drehzahl		U/min	500			1250		
Winkelgeschwindigkeit des Zapfens ω		1/s	52,4			131		
Lagerbelastung f		N	483			193		
mittlerer Druck $\frac{f}{b \cdot d}$		N/cm ²	70,3			28,12		
dyn. Viskosität ⁽¹⁾ η		$\frac{10^{-7} \cdot \text{Ns}}{\text{cm}^2}$	17,2			10,8		
(2) $\frac{s^2}{d^2 \cdot \eta \cdot \omega b}$		cm ² /N	0,087			0,0554		
Umgebungsdruck pr1		N/cm ²	10			10		
Ölzufuhrdruck pr2		N/cm ²	27,6 ⁽³⁾			-		
dimensionsloser Umgebungsdruck Pr1			0,87	0,9	0,25	0,554	0,55	0,275
dimensionsloser Zufuhrdruck Pr2			2,40	2,4	1,75	-	-	-
Mischungs-konstante ⁽⁴⁾ c					0,03			0,015
relative Exzentrizität E					0,87			0,60
Verlagerungswinkel γ		rad			3,80			0,00
dimensionslose Winkelgeschwindigkeit des Zapfens Ω ⁽²⁾			2 $\cdot\pi$		6,2832			6,2832
Sommerfeldzahl So			6,1	6,0	5,9	1,56	1,7	1,6
Winkel der result. Lagerbelastung XSo		rad		3,14	3,20	-	-1,03	-0,89
Stelle des Schmierlochs		rad		0	0,13	-	-	-
Gesamtfüllungsgrad Fges				0,94	0,92		0,92	0,85
Anzahl der Stützstellen:								
in x-Richtung NX					28 ⁽⁶⁾ (25) ⁽⁷⁾			28 ⁽⁶⁾
in z-Richtung NZ					6			6
EDV-Listing /26/					ENDLAG1 vom 30.3.78; 31.3.78;5.4.78;6.4.78			ENDLAG1 vom 21.3.78; 23.3.78

Tafel 5: Unendlich breites, teilweise umschlossenes Gleitgelenk mit wechselnder Belastung ohne Drehung

NT = 41⁽¹⁾; $\Delta T = 0,025$; NX = 49; C = 0,03; $\gamma = 0$; $\Omega = 0$; Xso = 0; E(T) = 0,8·cos(2· π ·T);

- | | | | | | |
|----------------------|-----------------|-----------|-------------------|--------------|--------------------------|
| 1. Bisherige Theorie | -Xa=Xe= $\pi/2$ | Pa=Pe=0,6 | Som \approx 4,2 | EDV-Listing: | LAGER9 vom 11.02.77 [26] |
| 2. Nach Modell 1 | -Xa=Xe= $\pi/2$ | Pa=Pe=0,3 | Som \approx 1,5 | | LAGER8 vom 25.03.77 [26] |
| 3. Nach Modell 1 | -Xa=Xe= $\pi/2$ | Pa=Pe=0,6 | Som \approx 2,4 | | LAGER8 vom 28.10.77 [26] |
| 4. Nach Modell 1 | -Xa=Xe= $\pi/3$ | Pa=Pe=0,3 | Som \approx 1,9 | | LAGER8 vom 29.10.77 [26] |

T	E	$\frac{\partial E}{\partial T}$	So				Fges			Hges	
			1.	2.	3.	4.	2.	3.	4.	1.2.3.	4.
0,00	0,80	0,00	0,60	1,89	1,97	1,36	0,96	0,97	0,97	1,54	0,71
0,1	0,79	-0,78	0,00	0,40	0,41	0,28	0,93	0,94	0,92	1,56	0,73
	0,76	-1,55	0,00	0,19	0,23	0,15	0,89	0,91	0,86	1,62	0,78
	0,71	-2,27	0,00	0,11	0,15	0,09	0,84	0,86	0,78	1,72	0,86
	0,65	-2,94	0,00	0,08	0,10	0,06	0,78	0,81	0,70	1,85	0,97
	0,56	-3,54	0,00	0,06	0,08	0,05	0,72	0,75	0,63	2,01	1,11
0,2	0,47	-4,05	0,00	0,05	0,07	0,04	0,66	0,69	0,59	2,20	1,28
	0,36	-4,46	0,00	0,04	0,06	0,04	0,61	0,64	0,51	2,42	1,47
	0,25	-4,76	0,00	0,03	0,05	0,03	0,57	0,60	0,47	2,65	1,67
	0,12	-4,94	0,00	0,03	0,05	0,03	0,53	0,56	0,43	2,89	1,88
	0,00	-5,00	0,00	0,03	0,04	0,03	0,50	0,53	0,41	3,14	2,09
0,3	-0,12	-4,94	0,00	0,03	0,04	0,03	0,47	0,51	0,40	3,39	2,31
	-0,25	-4,76	0,00	0,02	0,04	0,03	0,45	0,49	0,39	3,64	2,52
	-0,36	-4,46	0,00	0,02	0,04	0,03	0,43	0,47	0,38	3,87	2,72
	-0,47	-4,05	0,00	0,02	0,04	0,03	0,41	0,46	0,39	4,08	2,91
	-0,56	-3,54	0,00	0,02	0,04	0,04	0,40	0,45	0,39	4,27	3,07
0,4	-0,65	-2,94	0,00	0,02	0,04	0,04	0,40	0,45	0,40	4,44	3,22
	-0,71	-2,27	0,00	0,02	0,04	0,04	0,39	0,45	0,41	4,57	3,33
	-0,76	-1,55	0,00	0,02	0,04	0,04	0,39	0,46	0,42	4,66	3,41
	-0,79	-0,78	0,00	0,02	0,05	0,05	0,40	0,46	0,44	4,72	3,46
	-0,80	0,00	0,60	0,02	0,05	0,05	0,40	0,47	0,45	4,74	3,48
0,5	-0,79	0,78	0,00	0,03	0,05	0,05	0,41	0,49	0,47	4,72	3,46
	-0,76	1,55	1,73	0,03	0,06	0,06	0,43	0,51	0,50	4,66	3,41
	-0,71	2,27	0,00	0,03	0,07	0,07	0,44	0,53	0,53	4,57	3,33
	-0,64	2,94	2,94	0,03	0,08	0,08	0,46	0,55	0,56	4,44	3,22
	-0,56	3,54	0,00	0,04	0,09	0,09	0,49	0,58	0,59	4,27	3,07
0,6	-0,47	4,05	4,30	0,05	0,11	0,10	0,52	0,62	0,63	4,08	2,91
	-0,36	4,46	0,00	0,05	0,14	0,12	0,55	0,66	0,67	3,87	2,72
	-0,24	4,76	5,94	0,07	0,18	0,15	0,59	0,71	0,72	3,64	2,52
	-0,12	4,94	0,00	0,09	0,26	0,20	0,64	0,76	0,77	3,39	2,31
	0,00	5,00	8,02	0,12	0,40	0,30	0,69	0,81	0,83	3,14	2,09
0,7	0,12	4,94	0,00	0,17	0,68	0,49	0,74	0,87	0,89	2,89	1,88
	0,24	4,74	10,77	0,28	1,22	0,89	0,81	0,92	0,95	2,65	1,67
	0,36	4,46	0,00	0,54	2,26	3,28	0,87	0,97	0,99	2,42	1,47
	0,47	4,05	14,35	1,14	7,75	8,40	0,93	0,99	0,99	2,20	1,28
	0,56	3,54	0,00	2,52	16,28	10,77	0,97	0,99	0,99	2,01	1,11
0,8	0,64	2,94	17,94	9,73	18,13	12,91	0,98	0,99	0,99	1,85	0,97
	0,71	2,27	0,00	18,13	18,61	14,19	0,99	0,99	0,99	1,72	0,86
	0,76	1,55	16,24	16,20	16,49	13,18	0,98	0,99	0,99	1,62	0,78
	0,79	0,78	0,00	10,21	10,47	8,50	0,98	0,98	0,99	1,56	0,73
	0,80	0,00	0,60	1,89	1,97	1,36	0,96	0,97	0,97	1,54	0,71

Bemerkung:

- (1) Bei der Berechnung nach Modell 1 gehen den hier angegebenen Werten eine Anlaufrechnung voraus.

Tafel 6: Endlich breites, halbumschlossenes Gleitgelenk mit wechselnder Belastung ohne Drehung

$X_a = -\pi/2$ (90°); $X_e = \pi/2$ (90°); $Z_a = 0$ ⁽¹⁾; $Z_e = 1$; $N_X = 25$; $N_z = 6$; $B = 1$; $C = 0,03$;

$NT = 41$ ⁽⁴⁾; $\Delta T = 0,025$; $\gamma = 0$; $\Omega = 0$; $E = 0,8 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot T)$; $X_{So} = 0$;

bisherige Theorie: $Pr_1 = Pr_2 = Pr_3 = 0$; EDV-Listing ENDLAG2 vom 6.5.78 [26]

Modell 1: $Pr_1 = 0,15$ ⁽²⁾; $Pr_2 = Pr_3 = 0,3$ ⁽³⁾; EDV-Listing ENDLAG1 vom 3.5.78 [26]

T	ε	$\frac{\partial \epsilon}{\partial T}$	H _{ges}	Modell 1		bisherige Theorie
				S ₀	F _{ges}	S ₀
0,0	0,80	0,00	3,22	1,25	0,93	0,00
0,1	0,79	-0,79	3,25	0,32	0,91	usw.
	0,76	-1,55	3,37	0,18	0,88	
	0,71	-2,28	3,55	0,12	0,84	
	0,65	-2,95	3,80	0,09	0,79	
	0,57	-3,55	4,11	0,07	0,75	
0,2	0,47	-4,07	4,48	0,06	0,70	
	0,36	-4,48	4,89	0,05	0,67	
	0,25	-4,78	5,34	0,05	0,63	
	0,13	-4,96	5,80	0,04	0,60	
0,3	0,00	-5,03	6,28	0,04	0,58	
	-0,13	-4,96	6,76	0,04	0,57	
	-0,25	-4,78	7,23	0,04	0,57	
	-0,36	-4,48	7,68	0,04	0,55	
	-0,47	-4,07	8,09	0,04	0,55	
0,4	-0,57	-3,55	8,45	0,04	0,55	
	-0,65	-2,95	8,76	0,04	0,55	
	-0,71	-2,28	9,02	0,05	0,56	
	-0,76	-1,55	9,20	0,05	0,57	
0,5	-0,79	-0,79	9,31	0,05	0,58	
	-0,80	0,00	9,35	0,06	0,60	
	-0,79	0,79	9,31	0,06	0,62	
	-0,76	1,55	9,20	0,07	0,64	
	-0,71	2,28	9,02	0,07	0,66	
0,6	-0,65	2,95	8,76	0,08	0,69	
	-0,57	3,55	8,45	0,10	0,72	
	-0,47	4,07	8,09	0,13	0,75	
	-0,36	4,48	7,68	0,15	0,79	
0,7	-0,25	4,78	7,23	0,20	0,82	
	-0,13	4,96	6,76	0,27	0,86	
	0,00	5,03	6,28	0,44	0,90	
	0,13	4,96	5,80	0,89	0,93	
	0,25	4,78	5,34	1,64	0,94	
0,8	0,36	4,48	4,89	3,91	0,95	
	0,47	4,07	4,48	5,48	0,95	
	0,57	3,55	4,11	7,04	0,95	
	0,65	2,95	3,80	8,62	0,95	
	0,71	2,28	3,55	9,69	0,95	
0,9	0,76	1,55	3,37	9,19	0,95	
	0,79	0,79	3,25	6,09	0,94	
	0,80	0,00	3,22	1,25	0,93	
	0,79	0,79	3,25	6,09	0,94	
1,0	0,80	0,00	3,22	1,25	0,93	0,00

Bemerkungen:

(1) Die Lagermitte des symmetrischen Lagers ist $Z_a = 0$ (Siehe Bild 21).

(2) Ist der Umgebungsdruck am Lagerrand.

(3) Sind die Zufuhrdrücke am Spaltanfang bzw. -ende.

(4) Den 41 Zeitpunkten gehen bei Modell 1 10 Schritte Anlaufrechnung voraus.

Tafel 7: Instationär belastetes Lager mit unrundem Zapfen

unendlich breites, halbumschlossenes Gleitlager mit welliger Oberfläche des Zapfens;

$X_a = -\pi/2$ (-90°); $X_e = \pi/2$ (90°); $P_a = 0,1$; $P_e = 0,01$; $NX = 97$; $NT = 21$ ⁽¹⁾; $\Delta T = 0,025$; $\Omega = 2\cdot\pi$; $E(T)$

$= -0,5\cdot\sin(4\cdot\pi\cdot T)$; $\gamma(T) = -(\pi/4)\cdot\cos(4\cdot\pi\cdot T)$; $H(X) = 1 - E\cdot\cos(X-\gamma) - 0,2\cdot\cos(X-\Omega\cdot T)$;

EDV-Listing : LAGER9 vom 19.10.77 ; LAGER8 vom 22.10.77 [26]

T	E	γ	Hges	Hmin	Reynolds Dgl., 3.RB		Modell 1		
					So	XSo	So	XSo	Fges
0,0	0,00	-0,79	3,14	0,80	0,00	-	0,02	-0,16	0,66
	-0,15	-0,75	3,37	0,78	0,00	-	0,02	-0,02	0,64
	-0,29	-0,64	3,61	0,75	0,00	-	0,02	0,17	0,63
	-0,40	-0,46	3,87	0,74	0,00	-	0,02	0,26	0,62
0,1	-0,48	-0,24	4,06	0,75	0,00	-	0,02	-0,40	0,61
	-0,50	0,00	4,14	0,80	0,49	-0,91	0,04	-1,02	0,62
	-0,48	0,24	4,06	0,75	3,38	-0,26	0,08	-1,10	0,65
	-0,40	0,46	3,87	0,74	4,82	-0,13	0,09	-0,95	0,69
0,2	-0,29	0,64	3,61	0,75	5,50	0,03	0,09	-0,70	0,75
	-0,15	0,75	3,37	0,78	6,34	0,17	0,08	-0,42	0,80
	0,00	0,79	3,14	0,80	7,78	0,20	0,13	-0,23	0,85
	0,15	0,75	2,19	0,65	10,43	0,15	0,75	-0,06	0,92
0,3	0,29	0,64	2,67	0,52	14,79	0,14	9,13	0,30	0,97
	0,40	0,46	2,42	0,40	16,60	0,08	16,02	0,09	0,99
	0,48	0,24	2,22	0,36	11,81	-0,21	11,98	-0,20	0,97
	0,50	0,00	2,14	0,30	4,75	-0,67	5,62	-0,60	0,91
0,4	0,48	-0,24	2,22	0,36	0,41	-1,22	1,58	-0,97	0,84
	0,40	-0,46	2,42	0,40	0,00	-	0,10	-0,73	0,77
	0,29	-0,64	2,67	0,52	0,00	-	0,04	-0,47	0,72
	0,15	-0,75	2,91	0,65	0,00	-	0,03	-0,23	0,68
0,5	0,00	-0,79	3,14	0,80	0,00	-	0,02	-0,16	0,66

Bemerkung:

(1) Bei der Rechnung nach Modell 1 gehen den hier angegebenen Werten 10 Zeitschritte Anlaufrechnung voraus.