

Wasserstraßen und Schifffahrt

Erkenntnisse und Herausforderungen zur Anpassung an den Klimawandel

Stakeholder-Konferenz des BMVI am 26.09.2019 in Berlin

Möglichkeiten und Grenzen im Schiffbau

Dipl.-Ing. Joachim Zöllner



Propellertypen

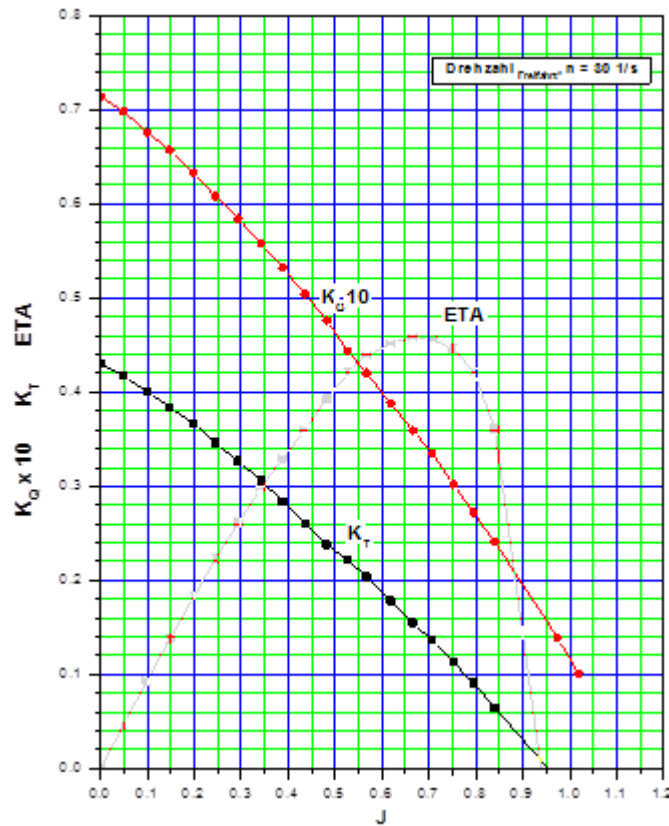


Propellervergleich

	D_P [m]	P_D/A_0 [kW/m ²]	P_D [kW]	Pfahlzug [kN]
freier Propeller	1,7	300	681	90,9
Kaplan-Propeller in Düse	1,6	350	703	112,5
Skew-Propeller in Düse	1,6	400	804	139,4

D_P = Propellerdurchmesser, P_D = Propellerdrehleistung, A_0 = Propellerkreisfläche

Propellerfreifahrtdiagramm – Propeller 198r



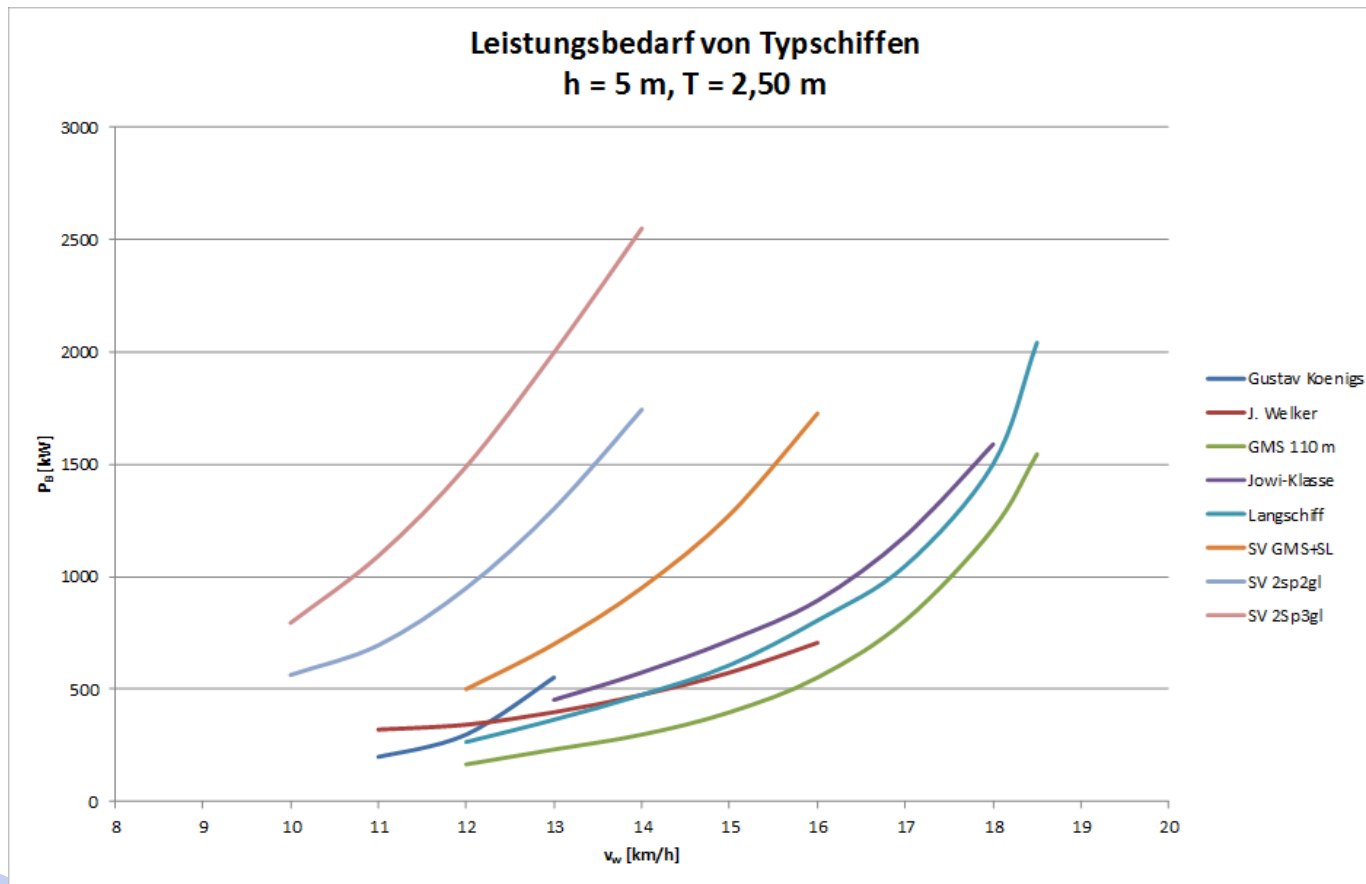
$$K_T = \frac{T}{\rho \cdot D^4 \cdot n^2}$$

$$K_Q = \frac{Q}{\rho \cdot D^5 \cdot n^2}$$

$$J = \frac{V_A}{n \cdot D}$$

$$\eta_0 = \frac{K_T}{K_Q} \cdot \frac{J}{2\pi} \approx \frac{1}{D^4} \cdot \frac{D^5}{1} \approx D$$

Propulsionsvergleich



Ladungsspezifische Leistung – Schiffsgrößenvergleich

$h = 5,0 \text{ m} - T = 2,5 \text{ m} - v = 13 \text{ km/h}$

Typ	L x B [m]	dW [t]	ms [t]	P _B [kW]	D _P [m]	P _B / dW [W/t]
Gustav Koenigs	67,0 x 8,2	935	243	549	1,40	587
Johann Welker	80,0 x 9,5	1272	400	421	1,50	331
Gütermotorschiff	110,0 x 11,4	1900	850	230	1,85	121
Jowi-Klasse	135,0 x 17,0	3335	1410	480	3 x 1,74	144
Langschiff	150,0 x 15,0	3404	1500	390	2 x 1,76	115
SV (GMS + SL)	185,0 x 11,4	3487	1200	700	2 x 1,76	201
SV 2spurig-2gliedrig	193,0 x 22,8	6260	2340	1365	3 x 2,05	218
SV 2spurig-3gliedrig	269,5 x 22,8	9390	3160	2100	3 x 2,05	224

L = Länge
 B = Breite
 dW = deadweight
 ms = Masse Schiff
 P_B = Bremsleistung
 D_P = Propellerdurchmesser
 SV = Schubverband
 GMS = Großmotorschiff
 SL = Schubleichter

Kreuzerheck



Spiegelheck



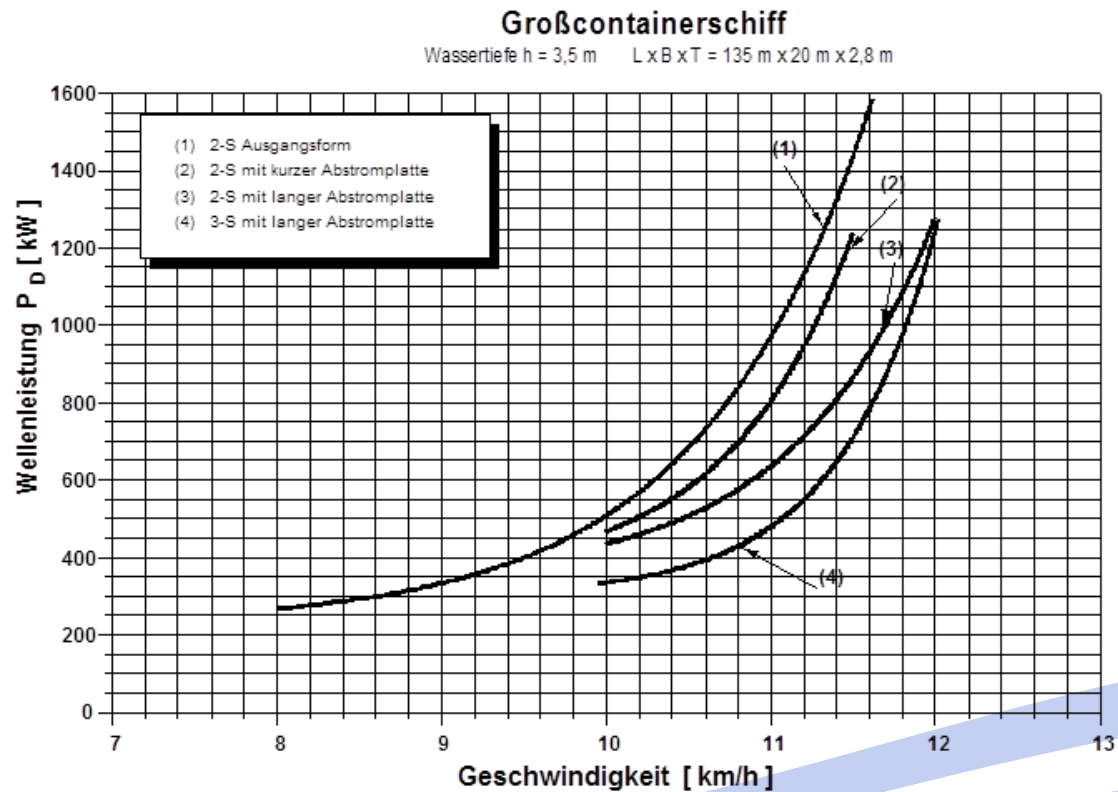
Kombiniertes Kreuzer-Spiegelheck



Abstromplatte



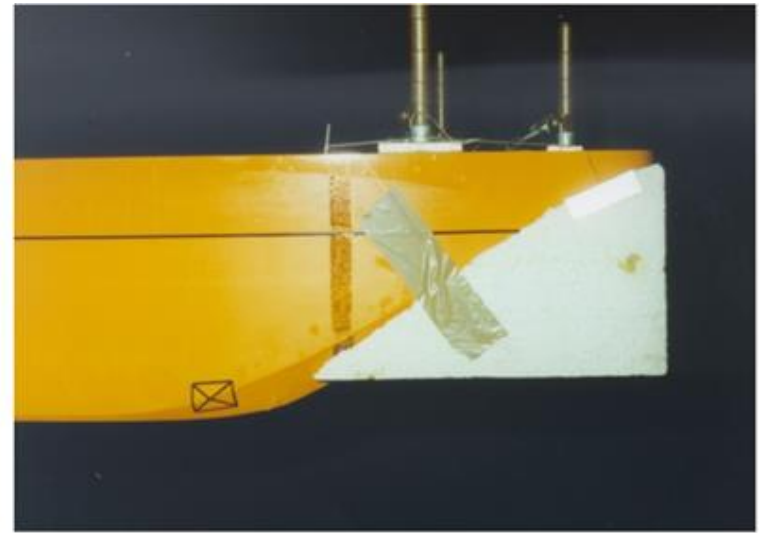
Propulsionsvergleich - Detailuntersuchung



Wirbelbildung an der Koppelstelle

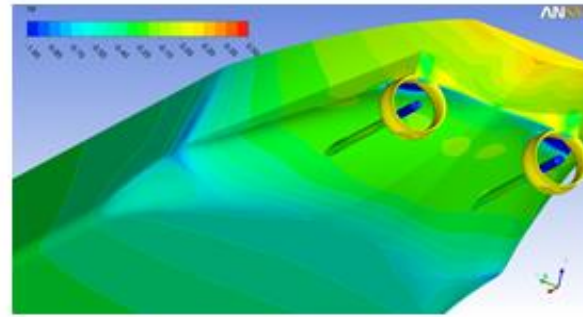


Auffüllung der Koppelstelle

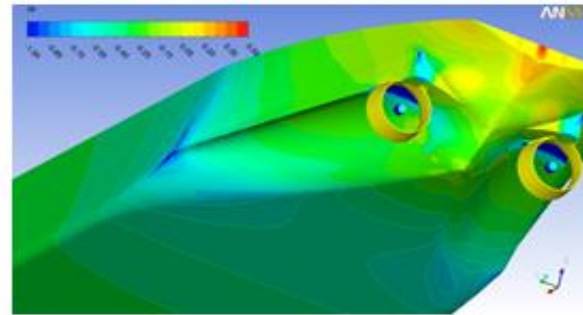


Druckverteilung
 $h = 5,0 \text{ m}$
 $T = 3,2 \text{ m}$

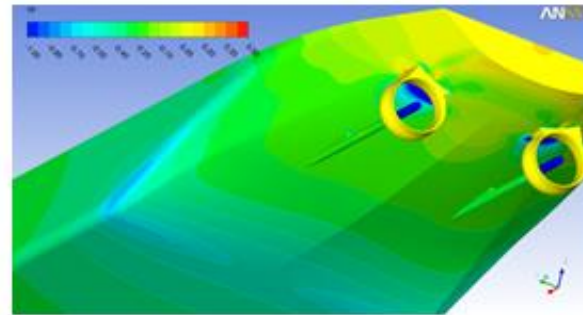
Variante 1



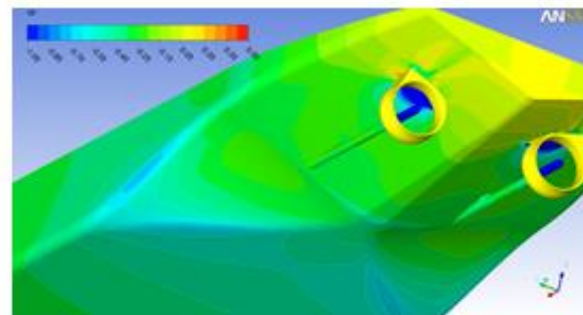
Variante 2



Variante 3

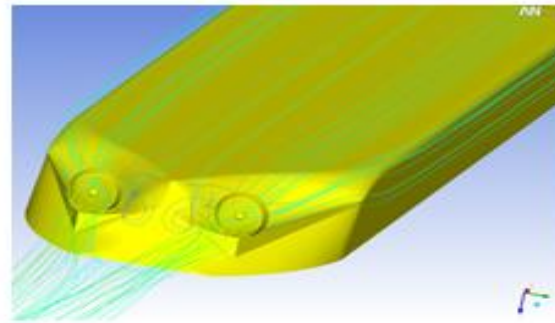


Variante 4

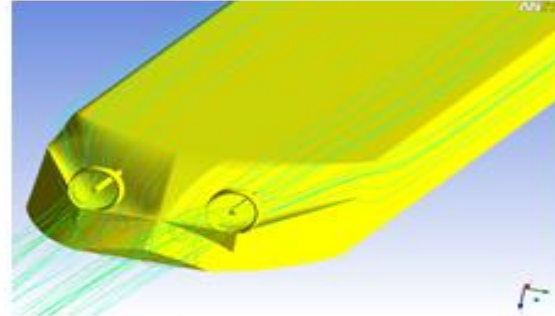


Stromlinien
 $h = 5,0 \text{ m}$
 $T = 3,2 \text{ m}$

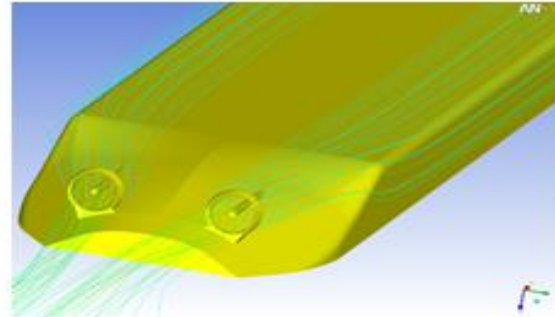
Variante 1



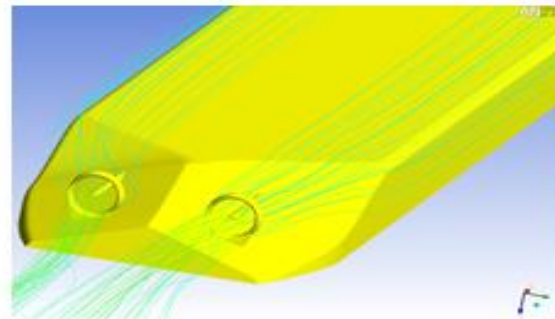
Variante 2



Variante 3

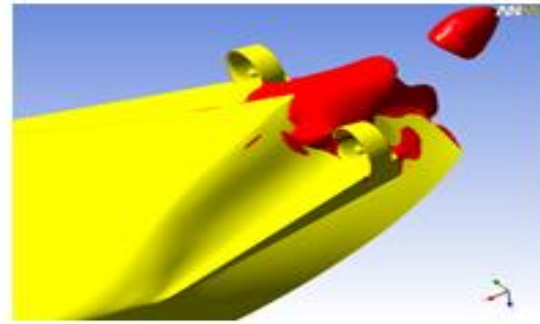


Variante 4

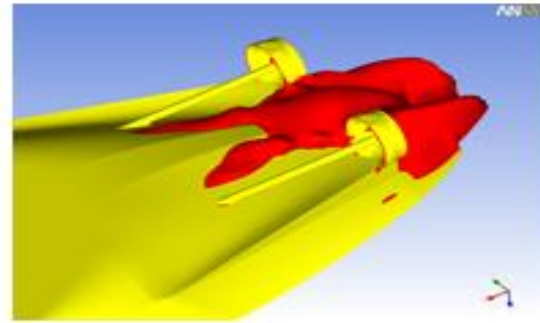


Rückstromgebiete
 $h = 5,0 \text{ m}$
 $T = 3,2 \text{ m}$

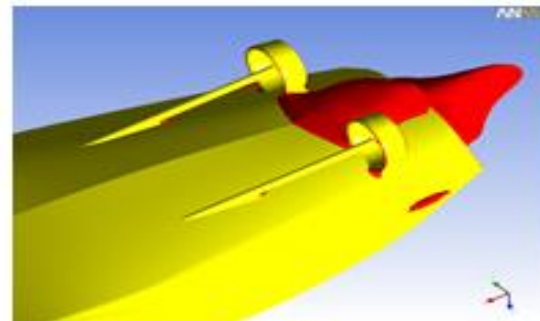
Variante 1



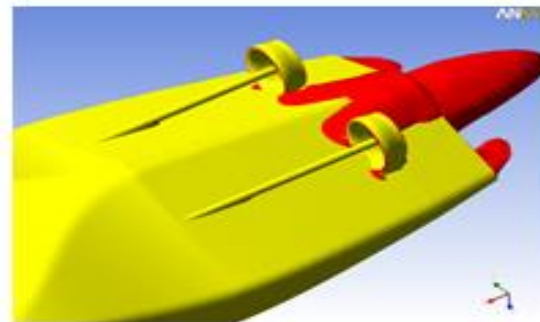
Variante 2



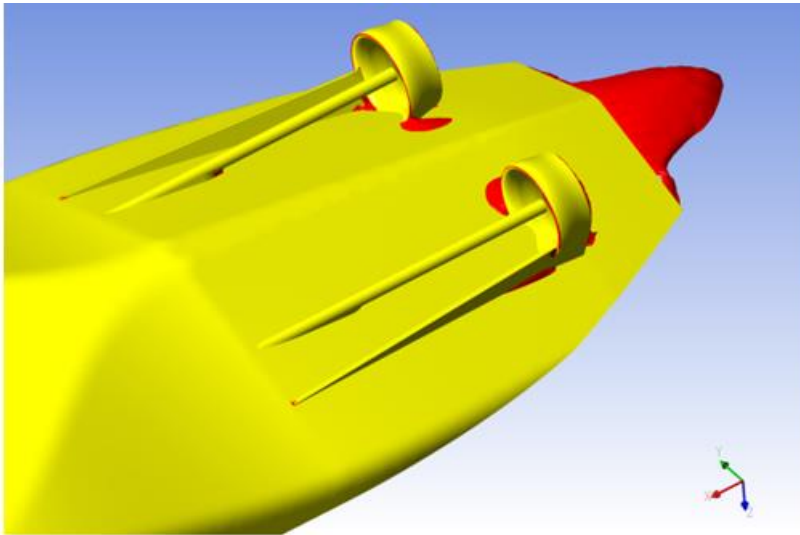
Variante 3



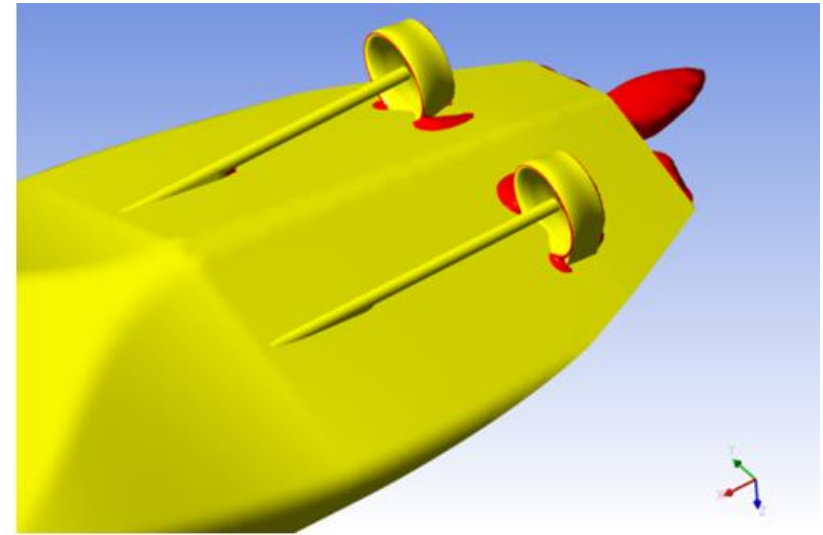
Variante 4



Wirkung des Tunnels
 $h = 5,0 \text{ m}$ - $T = 2,8 \text{ m}$



mit Tunnelschürze



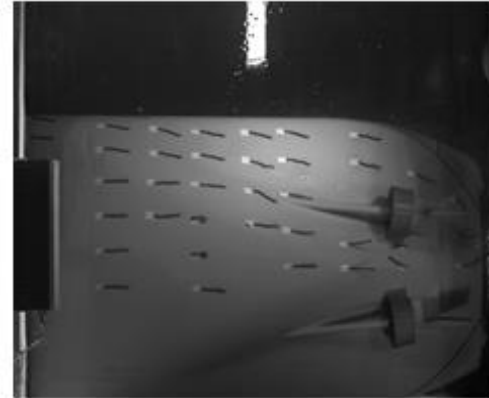
ohne Tunnelschürze



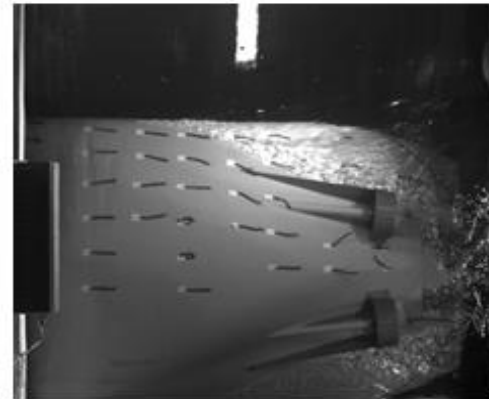
Modell ohne und mit Tunnel



ohne Schürze
 $T = 2,80 \text{ m}$, $v_s = 10 \text{ km/h}$



mit Schürze
 $T = 1,36 \text{ m}$, $v_s = 13 \text{ km/h}$



lange Schürze
 $T = 1,20 \text{ m}$, $v_s = 13 \text{ km/h}$



Stromfäden
 $h = 3,50 \text{ m}$



Leistungsvergleich mit und ohne Tunnel

h [m]	T [m]	V [km/h]	P _D [kW]		ΔP _D [%]
			mit Tunnel	ohne Tunnel	
5	2,8	10	125	100	25
		13	285	250	14
		16	620	560	10
3,5	2,8	10	195	145	26
		13	590	420	29
		13,5	780	500	36

h = Wassertiefe
 T = Tiefgang
 V = Geschwindigkeit
 P_D = Propellerdrehleistung
 Δ = Differenz

Ansicht Flextunnel



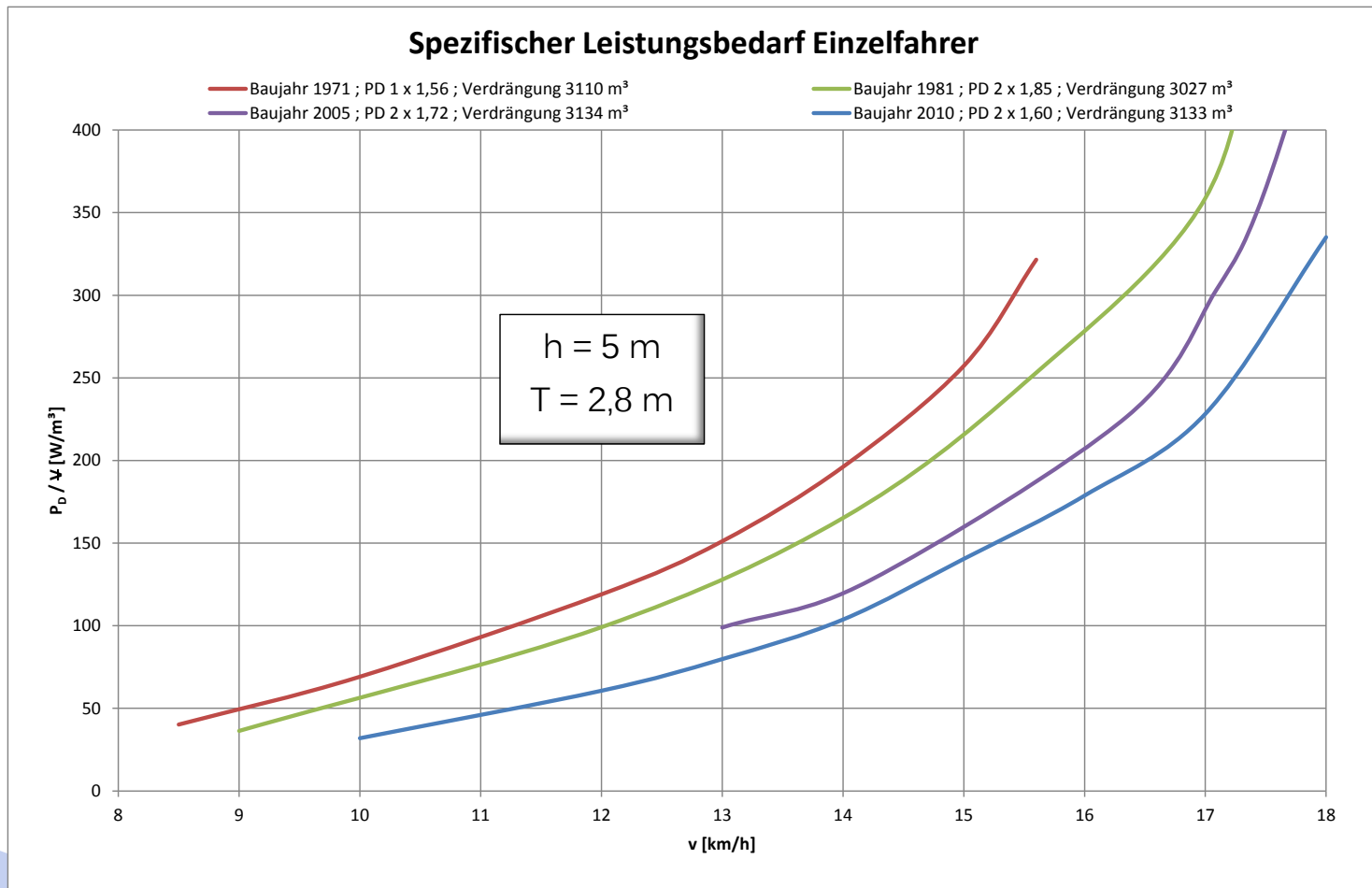
Tunnel aktiv



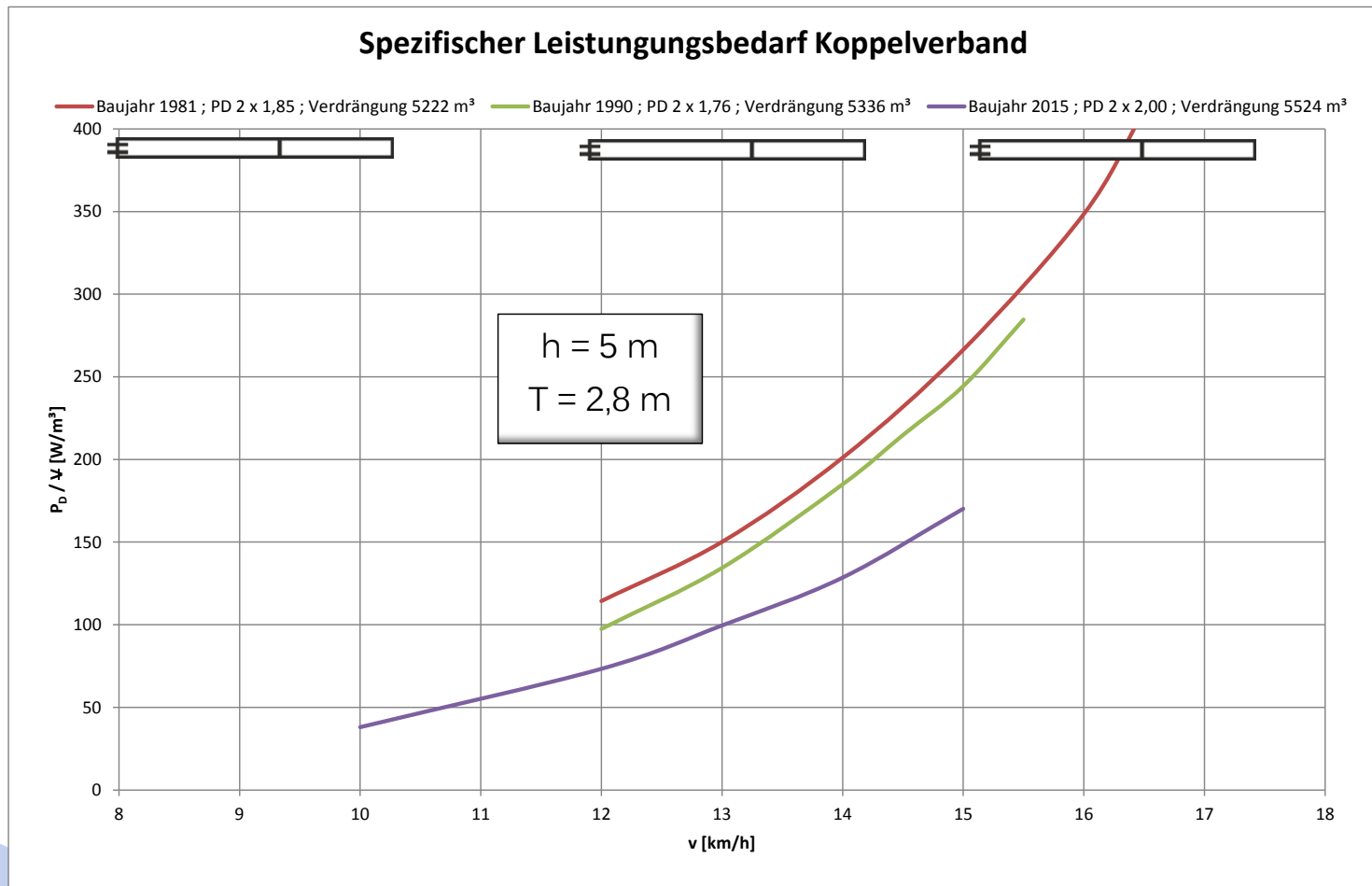
Tunnel entfernt



Verdrängungsspezifischer Leistungsbedarf Einzelfahrer



Verdrängungsspezifischer Leistungsbedarf Schubverband einspurig-zweigliedrig



Verdrängungsspezifischer Leistungsbedarf Schubverband zweispurig-zweigliedrig

