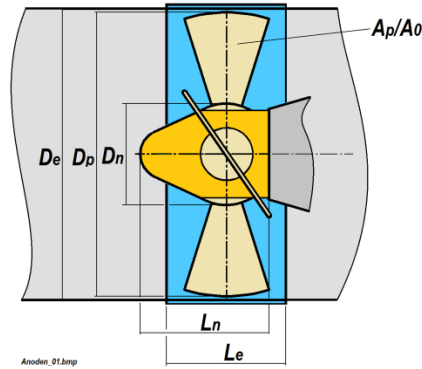


Grobe Abschätzung des Bedarfs an Opferanoden

Rough estimate of the need for sacrificial anodes



1. Geometrische Verhältnisse

Bauteile		
	Propellernabe (n)	Bronze oder CrNi-Stahl
	• Nabendurchmesser	D_n [m]
	• Nabenlänge	L_n [m]
	• Nabenoberfläche	O_N [m ²] $\approx L_n \cdot \pi \cdot D_n + \pi \cdot D_n^2/4$
	Flügel (p)	
	• Propellerdurchmesser	D_p [m]
	• Flächenverhältnis	A_p/A_0 [-]
	• Propelleroberfläche	$O_p \approx 2 \cdot A_e/A_0 \cdot \pi \cdot D_p^2/4$ [m ²]
	Ummantelung (e)	
	• Durchmesser	D_e [m]
	• Länge	L_e [m]
	• Oberfläche	O_e [m ²] $\approx L_e \cdot \pi \cdot D_e$

2. Anoden / Stromkapazität

Anodenmaterial	Stromkapazität	Wirkungsgrad	Bemerkung
-	i	η	
-	Ah / kg	[-]	
Zink (Zn)	780	0,95	1)
Aluminium (Al)	2800	0,75	2)
Magnesium (Mg)	1300	0,95	3)

1)	Allgemein üblich, bei ausreichendem Reinheitsgrad (Zn > 0,99995)
2)	Inaktivierung möglich durch Schutzschichtbildung insbesondere in Brackwasser (z.B. Ostsee, Häfen, Werft / Ausrüstung)
3)	Kostenaufwendig, da Isolierung, Zusatzwiderstand und spezielle Farbanstriche im Umfeld erforderlich

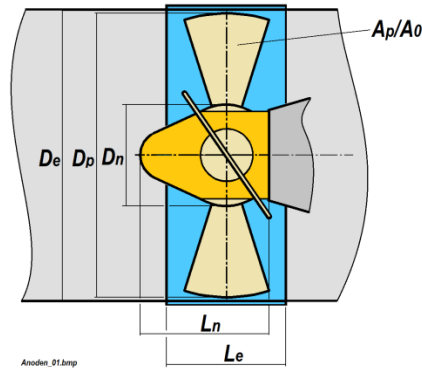
3. Schutzstrombedarf

Material	Schutzstrom während der Standzeit t_s [h]	Schutzstrom Während der Betriebszeit t_{bs} [h]
-	I_{ns}, I_{ps}, I_{es}	I_{nb}, I_{pb}, I_{eb}
-	A/m^2	A/m^2
Bronze	> 0,1	0,3 – 0,7
CrNi-Stahl	> 0,1	0,4 – 0,5

4. Anodenmasse

Bedarf in der Standzeit t_s	$M_{a,t_s} = t_s \cdot (O_n \cdot I_{ns} + O_p \cdot I_{ps} + O_e \cdot I_{es}) / (i \cdot \eta)$
Bedarf in der Betriebszeit t_b	$M_{a,t_b} = t_b \cdot (O_n \cdot I_{nb} + O_p \cdot I_{pb} + O_e \cdot I_{eb}) / (i \cdot \eta)$
Gesamtbedarf	$M_{a,(t_s+t_b)} = M_{a,t_s} + M_{a,t_b}$

Rough estimate of the need for sacrificial anodes



1. Geometric relationships

Componentes / parts		
Propellerhub (n)		Bronze oder CrNi-steel
• Diameter of hub	D_n [m]	
• Length of hub	L_n [m]	
• Surface of hub	O_N [m ²] $\approx L_n \cdot \pi \cdot D_n + \pi \cdot D_n^2/4$	
Propeller blads (p)		
• Diameter of propeller	D_p [m]	
• Area ratio	A_p/A_0 [-]	
• Surface of propeller	$O_p \approx 2 \cdot A_e/A_0 \cdot \pi \cdot D_p^2/4$ [m ²]	
Sheath (e)		
• Diameter	D_e [m]	
• Length	L_e [m]	
• surface	O_e [m ²] $\approx L_e \cdot \pi \cdot D_e$	

2. Anodes / current capacity

Anodes material	Current capacity	Efficiency	Remark
-	i	η	
-	Ah / kg	[-]	
Zinc (Zn)	780	0,95	1)
Aluminium (Al)	2800	0,75	2)
Magnesium (Mg)	1300	0,95	3)

1)	Common practice, with sufficient degree of purity (Zn > 0.99995)
2)	Inactivation possible by protective layer formation, especially in brackish water (e.g., Baltic Sea, ports, shipyard / equipment,...)
3)	Costly, since insulation, additional resistance and special paint in the environment required

3. Protection current requirement

Material	Protection current	Protection current
	During the service time t_s [h]	During the operating time t_b [h]
-	I_{ns}, I_{ps}, I_{es}	I_{nb}, I_{pb}, I_{eb}
-	A/m^2	A/m^2
Bronze	> 0,1	0,3 – 0,7
CrNi-steel	> 0,1	0,4 – 0,5

4. Anoden mass

demand in service time t_s	$M_{a,t_s} = t_s \cdot (O_n \cdot I_{ns} + O_p \cdot I_{ps} + O_e \cdot I_{es}) / (i \cdot \eta)$
demand in the operating time t_b	$M_{a,t_b} = t_b \cdot (O_n \cdot I_{nb} + O_p \cdot I_{pb} + O_e \cdot I_{eb}) / (i \cdot \eta)$
Total demand	$M_{a,(t_s+t_b)} = M_{a,t_s} + M_{a,t_b}$