



Inhaltsverzeichnis



Thema

Seite

Entstehungsgeschichte der Opferanode.....	2
Gewässertypen.....	2
Woraus Opferanoden gefertigt werden.....	3
Gussformen und Herstellung.....	4
Werkstoffauswahl.....	5
Funktionsweise einer Opferanode.....	5
Installation von Opferanoden.....	5
Wartung der Anoden.....	6
Fehlersuche.....	6
Entsorgung von Opferanoden	7

Entstehungsgeschichte der Opferanode

In den Anfängen der Seefahrt wurden Schiffe hauptsächlich aus Holz gebaut, was sie stabil, aber auch schwer und langsam machte. Zusätzlich bildete sich Bewuchs an den Schiffsrümpfen, der ihre Geschwindigkeit weiter verringerte. Die Schiffe wurden so langsam, dass der Schiffsbohrwurm die Gelegenheit bekam, sich niederzulassen und durch die Planken zu knabbern, wodurch er Löcher in den Rumpf fraß. Um diesen beiden Problemen entgegenzuwirken, wurden Kupferplatten auf den Rumpf genagelt. Dadurch wurden Bewuchs und Schiffsbohrwurm erfolgreich abgewehrt, solange die Nägel nicht rosteten und die Kupferplatten nicht vom Rumpf abfielen. Man glaubte damals, dass die Eisennägel das Holz schädigten. Praktische Bootsbauer fanden eine Lösung für dieses Problem, indem sie die Kupferplatten mit Kupfernägeln am Holzrumpf befestigten.

Dann brachte der Einsatz von Stahl eine Revolution im gewerblichen Schiffsbau mit sich. Schiffe von mehreren Hundert Metern Länge konnten gebaut werden und befuhren die Meere, bis sie durch Rost geschwächt waren. Kein Anstrich schien dieses Problem verhindern zu können.

Gleichzeitig sorgte ein anderes Metall für Aufsehen: Aluminium. Yachten wurden aus diesem leichten Material hergestellt. Die erstaunliche Beobachtung der Bootsbauer war, dass diese Yachten, ohne Schutzanstrich, im Hafen ankerten und keine Anzeichen von Schäden zeigten, obwohl sie sich silbrig-grau verfärbten.

Im 20. Jahrhundert wurden die elektrochemischen Ursachen der Korrosion erkannt und die Schutzmechanismen von Opferanoden entwickelt, die sich im Boots- und Schiffbau schnell verbreiteten. Heutzutage ist allgemein bekannt, dass bestimmte Metalle, die im Boots- und Schiffbau verwendet werden, einen entscheidenden Nachteil haben: Sie neigen zur Korrosion. Dies betrifft nicht nur Eigner von Stahl- oder Aluminium-Yachten, sondern auch von Yachten aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GfK) oder Holz, deren Beschläge, Saildrives und Propeller ebenfalls unter Korrosion leiden können.

Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, sich mit diesen Vorgängen auseinanderzusetzen und die Schutzmaßnahmen gegen Korrosion genauer zu betrachten.

Da fast alle Korrosionsvorgänge auf Redox-Reaktionen (Reduktions-Oxidations-Reaktionen) beruhen, ist es essenziell, diese chemischen Prozesse zu verstehen, um effektive Schutzmaßnahmen ergreifen zu können.

Da die meisten Korrosionsprozesse auf Redox-Reaktionen basieren, ist ein grundlegendes Verständnis der Elektrochemie erforderlich, jedoch ohne Formeln oder spezifisches Vorwissen. Die Metalle, die wir hier betrachten - Eisen, Aluminium, Zink, Magnesium und Kupfer - sind unterschiedlich reaktiv. Das bedeutet, sie reagieren unterschiedlich stark mit anderen Metallen, Sauerstoff oder Wasserstoff und kommen in der Natur meist in Verbindungen vor, meistens mit Sauerstoff. Im Bootsbau werden keine reinen Metalle verwendet, sondern Legierungen, die die Eigenschaften, Verarbeitung und Korrosionsschutz verbessern sollen.

Gewässertypen

Die Auswahl des Anodenmaterials hängt von der Art des Elektrolyten ab, sodass eine optimale Kombination gewährleistet ist. Süßwasser weist einen Salzgehalt von 0,1 Prozent oder weniger auf. Das bedeutet, dass sich in einem Liter Wasser ein Gramm Salz oder weniger befindet. Wenn der Salzgehalt zwischen 0,1 Prozent und einem Prozent liegt, spricht man von Brackwasser.



Dieses entsteht an den Mündungen von Flüssen, wenn sich Flusswasser und Meerwasser vermischen. Der Salzgehalt variiert ständig, aber dennoch haben sich viele Tier- und Pflanzenarten an diese schwankenden Bedingungen angepasst und besiedeln diese Zonen.

Meerwasser hingegen bezeichnet Wasser mit einem Salzgehalt von mehr als einem Prozent. Die durchschnittliche Salzkonzentration in den Weltmeeren beträgt 3,5 Prozent, was 35 Gramm Salz pro Liter Wasser entspricht. Die Nordsee weist einen Salzgehalt von ungefähr 3,5 Prozent auf, während das Mittelmeer aufgrund hoher Verdunstung einen Salzgehalt von etwa 3,8 Prozent aufweist.

Woraus Opferanoden gefertigt werden

Zinkopferanoden bestehen zu 99,99 Prozent aus Zink gemäß der aktuellen Spezifikation des US-Militärs, A-18001K. Diese Spezifikation basiert auf umfangreichen Studien und Experimenten, die von Korrosionswissenschaftlern über einen Zeitraum von mehr als 40 Jahren durchgeführt wurden. Vor Mitte der 1950er Jahre war der Korrosionsschutz für Unterwasserschiffe und Armaturen, der auf Zinkopferanoden basierte, nicht besonders zuverlässig.



Es wurde beobachtet, dass einige Schiffe, die scheinbar die gleichen Zinkopferanoden verwendeten, erhebliche Korrosionsschäden aufwiesen, während andere Schiffe mit denselben Anoden wenig, bis keine Korrosionsschäden hatten. Spätere Untersuchungen ergaben, dass einige Zinkopferanoden nicht elektrochemisch aktiv blieben, sondern mit der Zeit relativ inert (passiviert) wurden. Dies geschah aufgrund der Bildung eines dichten, gut haftenden Films aus Eisenoxiden auf der Zinkoberfläche. Das Eisen stammte aus dem damals verwendeten verunreinigten Zink.

Im Laufe der Jahre haben Metallurgen an diesem Problem gearbeitet und nach einer Legierung gesucht, die ähnlich zuverlässig wie reines Super-High-Grade-Zink (EN 1179 Z1) ist, aber leichter herzustellen. Dabei wurde entdeckt, dass durch die Legierung von Zink mit geringen Mengen an Aluminium und Cadmium ein höherer Eisengehalt toleriert werden kann. Die Spezifikation für Opferanoden wurde geändert, um eine Erhöhung des Eisengehalts auf 0,005 Prozent zu ermöglichen. Zinkanoden, die dieser neuen Spezifikation und allen nachfolgenden Spezifikationen entsprechen, bilden einen locker haftenden Film hauptsächlich aus Zinkoxid. Dieser Film kann leicht von der Oberfläche der Anode abgelöst werden, wodurch frische Zinklegierung freigesetzt wird und die Anode kontinuierlich elektrochemisch aktiv bleibt. Das Zink wird also nicht passiviert. Nur durch diese kontinuierliche elektrochemische Wirkung an der Oberfläche kann eine passivierte Zinkopferanode einen Korrosionsschutz für die Metallstruktur bieten, an der sie befestigt ist.

Unser speziell für den Einsatz als Anode ausgelegter Zink-Werkstoff gemäß EN 1179 Z1 ist hochrein und verringert neben seiner exzellenten Wirkungsweise durch seine besondere Zusammensetzung den Abdruck im Umweltkreislauf.

Wie bei Zink, gibt es auch bei Aluminium, Unterschiede in der Anoden Zusammensetzung, Qualität und der damit zusammenhängenden Wirkungsweise.

Reines Aluminium eignet sich gegenüber Zink nicht gut als Opferanode, da es eine schützende Oxidschicht auf seiner Oberfläche bildet, welche als Aluminiumoxid bekannt ist. Diese Oxidschicht entsteht spontan und schützt das darunterliegende Aluminium vor weiterer Korrosion. Aus diesem Grund werden Aluminiumlegierungen verwendet, deren Legierungskomponenten positive Eigenschaften für die Nutzung als Anode entstehen lassen. Unsere Aluminiumlegierung bestehend aus Aluminium, Zink und Indium wurde für den Einsatz als Anodenmaterial entwickelt. Dabei bricht das anteilige Indium die Oxidschicht und sorgt für eine reaktive Anodenoberfläche. Der Zinkanteil wird so eingestellt, dass das Redoxpotential der Aluminium-Opferanode negativer als das von seewasserbeständigen Aluminium-Legierungen ist, welche im Bootsbau verwendet werden.

Aluminium-Opferanoden bestehen aus Aluminium mit einem Zinkgehalt von 2,5 bis 7,5 Prozent und einem Gehalt von weniger als 0,5 Prozent an Indium und Silizium.

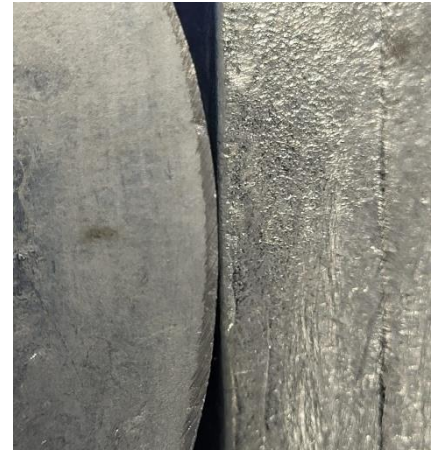


Gussformen und Herstellung

Opferanoden werden in zwei verschiedenen Herstellungsverfahren produziert: als günstige Druckguss-Presslinge, oder als qualitativ hochwertige Kokillen-Gussteile.

Das von uns verwendete hochreine Super-High-Grade-Zink (EN 1179 Z1), sowie unsere Aluminium Legierung AlZn5In werden ausschließlich im Kokillengussverfahren hergestellt und bietet eine hervorragende Schutzfunktion. Kokillen-Gussteile haben den Vorteil einer raueren und größeren Oberfläche, die schnell ein aktives Potenzial bereitstellt. Die Legierung bleibt frei von Zusätzen, Verunreinigungen und weist dabei höchste Passgenauigkeit auf.

Das Druckgussverfahren ist weit verbreitet für die Herstellung von Opferanoden. Es handelt sich dabei um ein vollautomatisiertes, maschinelles Verfahren. Um einen sicheren und wiederholgenauen Herstellungsprozess zu gewährleisten, werden der verarbeiteten Opferanoden-Legierung metallische Zusätze hinzugefügt. Diese Zusätze dienen ausschließlich dem Herstellungsprozess. Allerdings führt die Zugabe dieser Zusätze zu einem Kompromiss zulasten der Korrosionsschutzeigenschaften und der Umweltverträglichkeit der Opferanode. Dieser Kompromiss wird eingegangen, um eine kostengünstige Herstellung zu ermöglichen und die Produktion kostengünstig zu automatisieren.



An dieser Druckguss-Anode befinden sich zudem Auswerferpunkte, die auf diese Fertigungsvariante hinweisen. Solche Anoden stammen häufig aus Drittländern, die keine oder nur geringe Umweltauflagen haben. Dadurch können hochgiftige Substanzen wie Blei oder Cadmium in die Opferanoden gelangen und die Funktion, Umwelt gefährden.



Werkstoffauswahl

Im Allgemeinen ist bei Süß- oder Brackwasser mit einem geringen Salzgehalt von bis zu 0,1 Prozent mit größeren Unterschieden im Redoxpotenzial zu rechnen, um einen ausreichenden Schutzstrom zu gewährleisten. Daher sind hier Aluminium oder Magnesium-Opferanoden die bevorzugte Wahl.

Für Brackwasser mit einem Salzgehalt von bis zu 0,5 Prozent werden Aluminium-Anoden (AlZn5In) eingesetzt.

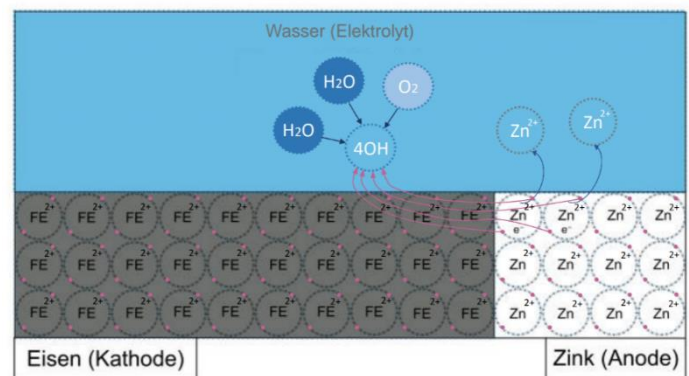
Für Meerwasser mit einem Salzgehalt von 0,5 bis 3,8 Prozent sind Zinkopferanoden, für alle Arten von Schiffsrümpfen geeignet.

Unsere Aluminiumlegierung deckt durch seine besondere Zusammensetzung auch diesen Einsatzbereich ab und bietet auch wie im Brackwasser ausreichend Schutz. Eine Magnesiumanode würde sich in diesem Einsatzgebiet aufgrund des hohen Potenzialunterschieds und der guten elektrischen Leitfähigkeit des Wassers "sichtbar schneller opfern".



Funktionsweise einer Opferanode

In seiner metallischen Form ist Zink ein ausgezeichneter elektrischer Leiter und strebt danach, den Edelgaszustand zu erreichen, indem es Elektronen abgibt. Im Vergleich zu Eisen ist Zink unedler und reaktiver, wodurch es leichter Elektronen abgibt. Wenn Zink elektrisch mit Eisen im Elektrolyten verbunden ist, wandern die Elektronen durch das Metallgitter zum Eisen und setzen eine Schutzreaktion frei, die als Reduktion bezeichnet wird.



Diese Reaktion bewirkt, dass die Eisenatome die Elektronen behalten, in ihrer metallischen Form bleiben und nicht aus dem Eisengitter herausgelöst werden. Dadurch wird das Eisen vor der Rostbildung geschützt. Die positiv geladenen Zinkatome können sich dagegen ohne ihre Elektronen vom Zinkgitter lösen und gehen in den Elektrolyten über, wodurch am Kathodenbereich eine Redoxreaktion stattfindet.

Eine Redoxreaktion (eigentlich: Reduktions-Oxidations-Reaktion) ist eine chemische Reaktion, bei der ein Reaktionspartner Elektronen auf einen anderen überträgt.

Installation von Opferanoden

In Werftbauten sind die Positionen der Opferanoden häufig festgelegt, da die Auslegung genau auf die zu schützenden Komponenten oder Flächen berechnet ist. Dabei werden die Anoden so platziert, dass Sie sich gegenseitig "sehen" können. Diese sorgfältige Anordnung gewährleistet einen umfassenden Schutz der Rumpfbereiche zwischen den Opferanoden. Die Verbindung zwischen zu schützendem Material und der Anode muss leitend sein. Dabei darf die Anode nicht lackiert oder isoliert werden und muss sich genau wie die zu schützende Fläche im Elektrolyt befinden. Die Auslegung der Anodenmasse erfolgt dahingehend über die zu schützende Fläche und kann über unseren Anodenrechner ermittelt werden.

Wartung von Opferanoden

Die regelmäßige Wartung der Opferanoden ist von entscheidender Bedeutung, um einen zuverlässigen Schutz vor Korrosion zu gewährleisten. Es wird empfohlen, die Anoden idealerweise einmal pro Saison oder beim Verlassen des Reviers zu überprüfen und gegebenenfalls auszutauschen. In besonders aggressiven Fahrtgebieten ist eine noch häufigere Überprüfung und Wartung der Opferanoden ratsam.

Es ist äußerst wichtig, sicherzustellen, dass die Opferanoden ausreichend Masse führen, da ansonsten der effektive kathodische Korrosionsschutz gefährdet wäre und die Anoden sogar abfallen könnten. Ein solches Szenario würde nicht nur zu möglichen Schäden führen, sondern auch eine Belastung für die Umwelt darstellen, was unbedingt vermieden werden muss.

Neben der Kontrolle auf sichtbare Auflösungserscheinungen sollte man bei Opferanoden, die keine Auffälligkeiten zeigen, dennoch die Ursache dafür ermitteln und gegebenenfalls weitere Maßnahmen ergreifen. Die ordnungsgemäße Pflege und regelmäßige Überprüfung der Opferanoden gewährleisten einen effektiven Korrosionsschutz und tragen dazu bei, dass sie ihre Schutzfunktion optimal erfüllen können. Durch diese proaktiven Maßnahmen kann die Langlebigkeit und Sicherheit der maritimen Strukturen gewährleistet werden.

Fehlersuche

Wenn eine Opferanode sich nicht auflöst, gibt es immer einen Grund dafür, der einer der folgenden sein kann:

Elektrisch isolierte Anbringung: Die Opferanode und das zu schützende Metall berühren sich nur isoliert, beispielsweise wenn das Unterwasserschiff eines Stahlbootes zuerst lackiert wurde und die Rumpfanode später aufgebracht wurde, wodurch die Anode die Farbe anstatt des Metalls des Rumpfes berührt. In diesem Fall besteht eine Isolierung, da die Opferanode nicht direkt am zu schützenden Metall anliegt, was dazu führen kann, dass weitere Metallteile ungeschützt bleiben, wenn sie nicht leitfähig mit dem Schiffsrumpf verbunden sind.

Ungeeignetes Anodenmetall: Die Legierung der Opferanode ist ungeeignet, d.h. sie ist nicht unedler als der zu schützende Gegenstand oder enthält unzulässige Beimischungen, die sie als Opferanode unbrauchbar machen.

Zum Meerwasser elektrisch isolierte Anode: Wenn die Anode fälschlicherweise überlackiert wird, ist sie gegenüber dem Meerwasser isoliert. Opferanoden müssen metallisch blank sein, um ihre Funktion zu erfüllen.

Störung des Feldes durch andere Metalle: Wenn sich ein Boot in der Nähe einer stählernen Spundwand oder eines anderen metallischen Fahrzeugs oder Gegenstands befindet, kann das Feld im Wasser gestört werden, was dazu führen kann, dass etwas anderes als die Anode(n) zerstört wird.

Störung durch Fremdströme: Falsch installierte elektrische Ausrüstung an Booten oder vagabundierende Ströme durch fehlerhafte Installationen an Land führen zu einem Stromfluss im Wasser oder Erdreich. Dies kann die Wirkung elektrolytischer Schutzmaßnahmen an Booten oder Versorgungsleitungen komplett aufheben oder sogar die Korrosion erheblich verstärken. In einigen Fällen kann die Ursache bei Booten nur durch eine Feldmessung gefunden werden.

Entsorgung von Opferanoden

Die fachgerechte Entsorgung von Opferanoden ist von großer Bedeutung, um eine umweltfreundliche Vorgehensweise sicherzustellen. Unsere Kunden werden dringend gebeten, Opferanoden nicht einfach an den Strand oder ins Wasser zu werfen, da dies die Umwelt erheblich schädigt.

Stattdessen bieten wir einen umweltfreundlichen Recycling-Service für Opferanoden an. Unsere Kunden können die alten oder verbrauchten Anoden an uns zurückgeben und wir kümmern uns um eine fachgerechte Entsorgung und Recycling. Durch dieses Verfahren können wertvolle Rohstoffe wiederverwendet werden und die Umweltbelastung wird minimiert.

Wir legen großen Wert auf Nachhaltigkeit und Umweltschutz, weshalb die ordnungsgemäße Entsorgung von Opferanoden für uns von großer Bedeutung ist. Mit Ihrer Unterstützung können wir gemeinsam dazu beitragen die Umwelt zu schützen und unseren Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten. Zögern Sie nicht, unsere Recycling-Option zu nutzen und uns die alten Opferanoden zurückzugeben, damit wir gemeinsam für eine nachhaltigere Zukunft sorgen können.

Opferanode24.de GmbH

Dieselstr. 26
D-42579 Heiligenhaus

Kontakt

Telefon: +49 (0) 2056 58 01 480
Telefax: +49 (0) 2056 58 01 33

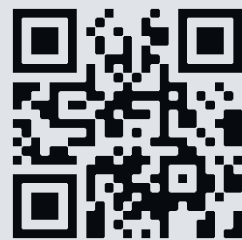
E-Mail:

info@opferanode24.de

HOME



KONTAKT



DAMIT IHRE REISE IMMER WEITER
GEHT