

Was ist eigentlich eine Opferanode aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie

Eine Opferanode ist ein Block aus einem elektrochemisch „unedlen“ Metall. Sie ist elektrisch leitend mit den zu schützenden („edleren“) Metallen verbunden. In wässriger Umgebung bilden die beiden Metalle ein Lokalelement, bei dem sich die Opferanode auflöst und dadurch das edlere Metall vor Korrosion bewahrt.

Vereinfachte Funktionsweise und Anwendungsbeispiele

Um metallische Einrichtungen wie z.B. Tanklager, unterirdische Rohre, oder Erdölbohrtürme, vor Korrosion zu schützen, verbindet man das gefährdete Metall elektrisch leitend mit einem Metall, das sich leichter oxidieren lässt und gemäß der elektrochemischen Spannungsreihe unedler ist. Für Eisen kommen beispielsweise Opferanoden auf Basis von Aluminium oder Zink in Frage.

Dem Basis-Metall werden zur Stabilisierung, bzw. zwecks optimaler Schutzstromausbeute, weitere Metalle hinzulegiert. Die Legierungen sind in einer Norm (DIN bzw. VG) festgelegt.

Aus dem gleichen Grund werden Zink- oder Aluminiumanoden an Booten und Schiffen angebracht, die im Salzwasser unterwegs sind. Auf Flüssen und Binnen-Seen kommen oft Magnesium-Anoden zum Einsatz.

Im Kontakt mit einem edleren Metall wird das unedlere zur Anode einer galvanischen Zelle. An der Anode läuft eine Oxidation ab: Das unedlere Zink bzw. Aluminium gibt über das Eisen Elektronen an Akzeptoren (z. B. Sauerstoff) im Meerwasser ab, das Anoden-Material geht in Lösung. Es löst sich langsam auf (Opferanode), das Eisen bleibt unangegriffen.

Eine weitere Anwendung ist der kathodische Korrosionsschutz bei verzinkten Boilern und anderen Warmwasserspeichern. Das Zink löst sich ohne Opferanode im Wasser auf. Um eine nachfolgende Durchrostung der Warmwasser-Speicher zu vermeiden, wird eine Magnesiumopferanode an der Behälterwand angeschraubt. Die Anode muss von Zeit zu Zeit durch eine neue ersetzt werden. Will man das Austauschen vermeiden, bietet sich zur Kompensation eine Fremdstromanode an, die dann nur mehr mit der Steckdose verbunden werden muss und permanenten Korrosionsschutz bietet.

Detailliertere Funktionsweise

am Beispiel einer Zinkanode eines seegehenden Bootes/Schiffes

Die Elektrochemische Spannungsreihe weist jedem Metall einen Platz zu. Vergleicht man zwei unterschiedliche Metalle miteinander (z. B. Zink und Eisen), ist immer eines davon das „unedlere“ (das Zink) und das andere (Eisen) das „edlere“ Metall.

Stehen die beiden Metalle miteinander elektrisch in Kontakt (sie berühren sich ohne Isolation), z. B. indem eine Zinkanode direkt an den Eisenrumpf eines Schiffes geschraubt wird, und kommt ein Elektrolyt (Seewasser) hinzu, dann gibt das unedlere Metall allmählich durch Elektronenaustausch mit dem höherwertigeren Metall seine Atome an den Elektrolyt ab, bis das minderwertige Metall vollständig im Elektrolyt aufgelöst ist.

Schiffs- und Bootsrümpfe sind jedoch nicht aus reinem Eisen gefertigt, sondern aus einer Legierung (Stahl). Auch Legierungen lassen sich jedoch über molare Berechnungen in edlere und unedlere einteilen und in Relation zu reinen Metallen setzen. Geeignete Opferanoden funktionieren also auch an Legierungen. Sie bestehen ihrerseits ebenfalls aus geeigneten Legierungen.

Ein Boot mit einem Rumpf aus seewasserfestem Aluminium lässt sich nicht mit einer Zink-Opferanode schützen (Aluminium steht in der elektrochemischen Spannungsreihe unter Zink). Die Zinkanode am Rumpf würde bewirken, dass sich statt der Anode der Rumpf auflöst.

Noch schwieriger wird es, wenn das Boot einen Propellerantrieb hat. Oft ist die Welle, die vom Getriebe zum Propeller reicht aus Stahl gefertigt. Das Stevenrohr, die Stelle, an der die Antriebswelle den Rumpf von innen nach außen durchbricht, ist oft aus einer Messinglegierung gefertigt. Der Propeller kann aus Aluminium, Bronze oder Stahl gefertigt sein. Um all diese Komponenten zu schützen, werden am Schiff geeignete Opferanoden verteilt, um der Korrosion vorzubeugen.

See- und Süßwasser sind elektrolytisch unterschiedlich aggressiv. Der Salzgehalt bestimmt die Aggressivität. Der Salzgehalt steigt von Süßwasserrevieren, also in Binnengewässern, über Sackgassennebenmeere, wie die Ostsee, zum Atlantik oder dem Toten Meer hin an.

Opferanoden im Boots- und Schiffbau sind daher von den Werften oder auch den Herstellern der Komponenten (der Motoren, der Propeller, etc) nicht nur auf die zu schützenden Materialien sondern auch auf das Einsatzgebiet hin ausgewählt.

Wartung

Opferanoden an Schiffen sollten einmal in jeder Saison oder beim Wechsel des Einsatzgebietes gewechselt werden, in aggressiven Fahrtgebieten sogar noch häufiger.

Opferanoden von Behältern haben vom Hersteller der Behälter vorgeschriebene Tauschzyklen oder sie müssen inspiziert werden, um deren Tauschzyklus zu bestimmen.

Weist die Opferanode keine Auflösungserscheinungen auf, sollte man die Ursache dafür suchen. Es wird immer irgendetwas aufgelöst. Wenn es nicht die Opferanode ist, kann ein Fehler vorliegen, der woanders zu Korrosion führt. Die Funktion der Opferanode besteht darin, aufgelöst zu werden.

Fehlersuche

Wenn eine Opferanode sich nicht auflöst, hat das immer einen von fünf Gründen:

1. Elektrisch isolierte Anbringung: Die Opferanode und das Metall, das es zu schützen gilt, berühren einander nur isoliert, zum Beispiel, weil das Unterwasserschiff eines Stahlbootes erst lackiert wurde und dann erst die Rumpfanode aufgebracht wurde, die nun die Farbe und nicht das Metall des Rumpfes berührt. Es besteht eine Isolierung, wenn die Opferanode nicht direkt am zu schützenden Metall anliegt. Weitere zu schützende Metallteile bleiben möglicherweise ungeschützt, weil diese nicht leitfähig mit dem Schiffsrumpf verbunden sind.
2. Ungeeignetes Anodenmetall: Die Legierung der Opferanode ist ungeeignet, d. h. sie ist nicht unedler als der zu schützende Gegenstand. Beispiel: Eine Zinkanode an einen Aluminiumrumpf oder eine billige Nachbauanode statt der Originalanode des Herstellers einer Antriebsanlage.
3. Zum Elektrolyt elektrisch isolierte Anode: Wird die Anode fälschlicherweise überlackiert, ist sie gegenüber dem Elektrolyt isoliert. Opferanoden müssen metallisch blank sein, um zu funktionieren.
4. Störung des Feldes durch andere Metalle: Liegt ein Boot/Schiff in der Nähe z. B. einer stählernen Spundwand oder eines anderen Fahrzeuges oder Gegenstandes, das oder der aus Metall gefertigt ist, so kann das Feld im Wasser gestört werden, sodass statt der Anode(n) etwas anderes zersetzt wird.
5. Störung durch Fremdströme: Falsch installierte elektrische Ausrüstung an Booten oder z. B. die Spannungsabfälle entlang der Schienen von Straßenbahnen führen zu einem Stromfluss im Wasser bzw. im Erdreich. Dies kann die Wirkung elektrolytischer Schutzmaßnahmen an Booten oder Versorgungsleitungen komplett aufheben oder die Korrosion sogar erheblich verstärken. Eventuell kann die Ursache bei Booten nur mit einer Feldmessung gefunden werden.

Geschichte

Schon früh arbeitete man mit Metallen auf See, z. B. mit Kupferplatten, um den Holzrumpf gegen die Zerstörung durch den Schiffsbohrwurm zu schützen. Dabei stellte man fest, dass man zur Befestigung der Kupferplatten am Rumpf keine Eisennägel verwenden durfte, weil diese, wie man damals sagte, „das Holz krank machen“. Man beobachtete, dass die Eisennägel sich aus dem Holz lösten und dann mit den Kupferplatten versanken („auf Tiefe gingen“). Das Wissen um die Ursache fehlte, aber man konnte das Problem beseitigen, indem man die Kupferplatten mit Kupfernägeln an den Holzrumpf schlug. Opferanoden brauchte und kannte man damals nicht.

Der Eisennagel hatte sich als das gegenüber den Kupferplatten unedlere Metall teilweise aufgelöst. Durch die entstandenen Spalten konnte in der Folge Seewasser (zusammen mit Zoo- und Phytoplankton) in die Nagelöcher eindringen und das Holz zerstören. Nun war der Eisennagel soweit gelöst, dass er herausfiel. Auch der Kopf des Nagels löste sich auf, sodass die Kupferplatte nicht mehr am Rumpf hielt.

Erst im 19. Jahrhundert, als Dampfmaschinen und Propeller aus Metall für den Antrieb der Schiffe sorgten, kamen Metalle ständig mit Seewasser in Berührung. Das Phänomen der Eisennägel, die den Kupferplatten zum Opfer fielen, war zwar hinlänglich bekannt. Man experimentierte mit verschiedenen Metallen, um die Antriebsanlagen zu schützen, aber über Versuchsstadien in einzelnen Werften kam man nicht hinaus.

Im 20. Jahrhundert kannte man die elektrochemischen Ursachen der Korrosion und den Schutzmechanismus von Opferanoden. Die Opferanode war den Konstrukteuren nun in Funktion und Bauweise bekannt und fand ab Mitte des 20. Jahrhunderts eine allgemeine Verbreitung im Boots- und Schiffbau.

Versorgungsleitungen neben den Gleisen von Straßenbahnen werden mit Fremdstromanoden geschützt, da die Spannungen der elektrochemischen Spannungsreihe zu klein gegenüber den Spannungsabfällen des als elektrische Leitung der Bahn verwendeten Gleisnetzes sind.

Opferanoden im Behälterbau verlieren durch den Einsatz von Plastwerkstoffen und hochlegierten, korrosionsfesten Stählen an Bedeutung. ♦