

Ökonomische Probleme des Korrosionsschutzes durch Anstriche

Autor(en): **Rückriem, Winfried**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen**

Band (Jahr): **21 (1975)**

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-18792>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ökonomische Probleme des Korrosionsschutzes durch Anstriche

Economical Problems of Protection against Corrosion through Painting

Problèmes économiques de la protection antirouille par couches de peinture

Winfried RÜCKRIEM

Fach-Ing. für Korrosionsschutz
 Kombinat VEB Chemische Werke Buna
 Schkopau, DDR

Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Korrosionsschutzes kommt darin zum Ausdruck, daß in Industriestaaten bis zu 3,5 % des jährlichen Bruttosozialproduktes (1) durch Korrosion verloren gehen, wovon allerdings bis zu 25 % durch richtigen Werkstoffeinsatz, optimalen passiven Korrosionsschutz und dergleichen als vermeidbar eingeschätzt werden. Nach neueren Erkenntnissen werden z.B. die jährlichen Verluste in der DDR mit ca. 10 Md. Mark, die der BRD mit ca. 19 Md. DM beziffert (2, 3).

Besondere Anforderungen sind naturgemäß an den Korrosionsschutz von Tragwerken, Konstruktionen und Ausrüstungen aus niedrig- und unlegierten Stählen in Betrieben der chemischen Industrie zu stellen, wo je nach mikroklimatischer Beanspruchung lineare Abrostungsgeschwindigkeiten zwischen 0,12 und 1,7 mm zu verzeichnen sind (4).

Allgemein wird angenommen, daß in vorgenannten Betrieben durch Korrosion, Verschleiß und analoge Ursachen die jährlich entstehenden primären und sekundären Kosten in etwa 10 % der vorhandenen Grundmittelsumme entsprechen (5).

Von den zur Zeit angewandten passiven Korrosionsschutzmaßnahmen entfallen rd. 90 % auf Anstriche, 6 % auf Metallisierungen und 4 % auf sonstige Schutzmaßnahmen (6), speziell beim atmosphärischen Korrosionsschutz fast 100 % auf Anstriche und Duplexsysteme. Eine Betrachtung der ökonomischen Probleme des Korrosionsschutzes durch Anstriche muß von der Aufgabenstellung ausgehen, eine Kostenoptimierung zu erreichen, wobei unter optimalen Lösungen solche zu verstehen sind, die bestimmte Zielstellungen unter Einhaltung gegebener, einschränkender Bedingungen maximieren oder minimieren.

Für den Korrosionsschutz bieten sich folgende 3 Basisvarianten an:

Variante 1: Geringe Aufwendungen für den Korrosionsschutz: Sie führen durch Produktionsstörungen, Werkstoff- und Materialverluste zu hohen Gesamtkosten.

Variante 2: Hohe Aufwendungen für den Korrosionsschutz: Diese bedingen geringe Werkstoff- und Materialverluste,

insgesamt aber ebenfalls hohe Gesamtkosten.

Variante 3: Vertretbare Aufwendungen für den Korrosionsschutz: Sie beinhalten technisch und ökonomisch kalkulierbare Material- und Werkstoffverluste, führen aber im Endeffekt zu einem Kostenoptimum, welches als Minimum der Gesamtkosten ausgewiesen werden kann.

Die Zielstellung bei der Optimierung des Korrosionsschutzes besteht also ausschließlich in einer Minimierung der Gesamtkosten. Da diese Aufgabe nur unter Einbeziehung eines Zeitgliedes erfolgen kann, sind Methoden der dynamischen Optimierung anzuwenden.

In den folgenden Ausführungen sollen die entstehenden Kosten für Erst-, Instandhaltungs- und Erneuerungsanstriche untersucht werden. Nach der in der DDR verbindlichen Terminologie sind unter den vorgenannten Anstrichen gem. TGL 25087 zu verstehen (7):

Erstanstrich: Auftrag eines kompletten Anstrichsystems auf neue Anstrichträger.

Instandhaltungsanstrich: Auftrag von Anstrichen auf bereits beanspruchte Anstrichsysteme, um deren Schutzfunktion zu erhöhen und die Haltbarkeit zu verlängern.

Erneuerungsanstrich: Auftrag eines kompletten Anstrichsystems nach Entfernung des alten und zerstörten Anstriches vom Grundwerkstoff.

Bei Erstanstrichen ist die kostenmäßige Gegenüberstellung verschiedener Systeme durch den jährlichen Kostenfaktor sinnvoll. Dieser errechnet sich bezogen auf die Flächeneinheit von 1 m^2 aus der Summe der Kosten für Anstrichstoffe und Löhne (A), Untergrundvorbehandlung (B), Rüstungen und dergleichen (C) dividiert durch die Standzeit des Anstrichsystems (D). Für die in Abbildung 1 angegebenen Faktoren wurden aus Gründen der Vereinfachung B und C als Konstante angenommen, die Anstrichstoff- und Lohnkosten entsprechen verbindlichen Preisen (8).

Anstrichsystem n. TGL 18 738/2	Systemaufbau	A (M/m ²)	B (M/m ²)	C (M/m ²)	D (a)	Gesamtkosten (M/m ²)	Kg (M/m ² a)
as 101	RG0 3 RG0 4 RVO RDO	5,40	13,67	4,--	4 5 6 7 8	23,08	5,77 4,62 3,85 3,30 2,88
as 201	RG0 3 RG0 4 RVA RDA	4,51	13,67	4,--	4 5 6 7 8	22,18	5,54 4,44 3,70 3,17 2,77
as 505	2xRGV RDV 102 RDV 302 RDV 350	8,77	13,67	4,--	4 5 6 7 8	26,44	6,61 5,28 4,41 3,78 3,10
as 601	Ep.-Grund. "-Vorstr. "-Deckf.	15,91	13,67	4,--	4 5 6 7 8	33,58	8,90 6,72 5,60 4,79 4,20
Duplexsystem 0,15 mm Zn	+ Primer RVA RDA	12,20 +3,55	13,67	4,--	5 6 7 8	33,42	6,68 5,57 4,77 4,18
Duplexsystem 0,05 mm Zn 0,2 mm Al	+ Primer RVA RDA	25,40 +3,55	13,67	4,--	5 8 10 11	46,66	9,33 5,83 4,67 4,24

Abb.1: Jährliche Kostenfaktoren für verschiedene Anstrich- und Duplexsysteme

Aus dieser Gegenüberstellung ist ersichtlich, daß zur Erreichung des annähernd gleichen jährlichen Kostenfaktors von 2,7 bis 2,8 folgende Standzeiten erforderlich sind:

- 8,5 Jahre bei Anstrichsystemen auf Ölbasis
- 8,0 Jahre bei Anstrichsystemen auf Alkydharzbasis
- 9,5 Jahre bei Anstrichsystemen auf PC-Basis
- 12,0 Jahre bei Anstrichsystemen auf Epoxidharzbasis
- 12,0 Jahre beim Duplexsystem Zink und Alkydharzanstriche
- 17,0 Jahre beim Duplexsystem Zink/Aluminium u. Anstriche.

Bei der Ermittlung des Optimums von Anstricharbeiten in der Instandhaltungsphase ist zunächst die Frage zu klären, wann derartige Korrosionsschutzmaßnahmen auszuführen sind.

Verschiedene Autoren (9,10) vertreten die Meinung, daß bereits bei 10 - 15 % Durchrostung ein Voll-Wiederanstrich, d.h. ein Erneuerungsanstrich auszuführen ist. Ökonomisch ist festzustellen, daß ein derartiger Turnus des Erneuerungsanstriches nicht zu empfehlen ist, die Ausführung von Instandhaltungsanstrichen dagegen zu diesem Zeitpunkt eine günstige Variante darstellt. Unter Berücksichtigung der Anstrichzeiten in Abhängigkeit vom Bindemitteltyp und der Art der Untergrundvorbehandlung kann eine pauschale Turnusfestlegung jedoch nicht erfolgen. Die Betriebspraxis zeigt, daß die Ausführung von Instandhaltungsanstrichen im notwendigen Turnus oft nicht möglich ist. Deshalb ist es interessant, welche Kosten nach der Turnusüberschreitung zu kalkulieren sind.

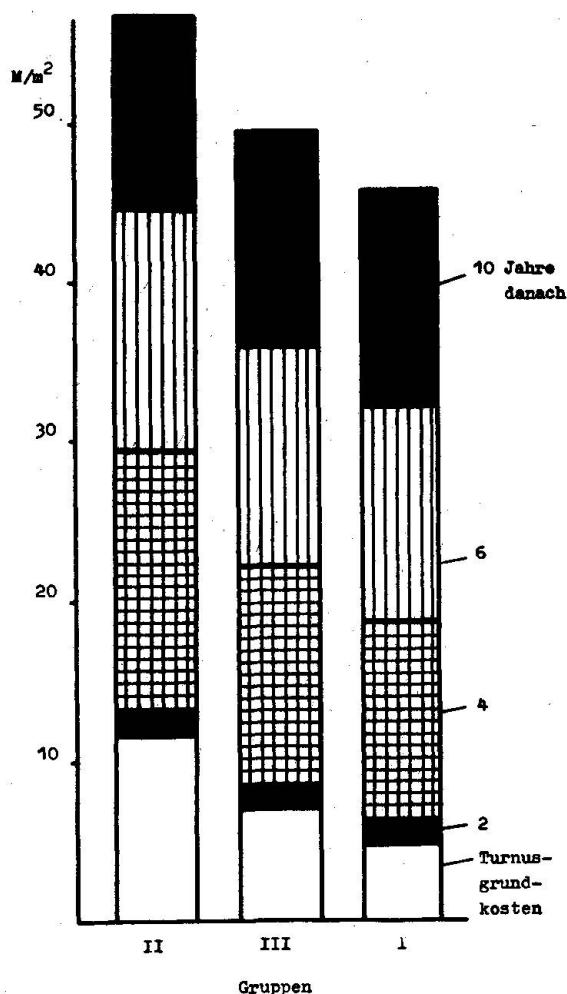


Abb. 2

Kosten für Anstriche nach Überschreitung der Turnuszeiten. Diese sind in Abb. 2 dargestellt, wobei die Anstrichgruppen folgende, preislich vergleichbare Anstrichstoffe beinhalten:

Gruppe I: Oxydativ-trocknende Systeme (Öl-, Alkydharzsysteme)

Gruppe II: Chemisch-trocknende Systeme (Epoxid-, Teeroxidharz-Systeme)

Gruppe III: Physikalisch-trocknende Systeme (PC-, Chlorbuna-, Chlorkautschuk-Systeme)

Aus diesen Darlegungen ist abzuleiten, daß bei Erneuerungsanstrichen die Frage nach dem Optimum gleichbedeutend mit der Fragestellung ist, an welchen Objekten und unter welchen Bedingungen unter Berücksichtigung der vorhandenen Kapazitäten ein Korrosionsschutz durch Anstrich überhaupt noch ökonomisch durchführbar ist.

Allgemein wird davon gesprochen, daß bei Anstricharbeiten bis zu 40 % der aufzuwendenden Kosten auf die Untergrundvorbehandlung und rund 60 % auf Material-, Lohnkosten u. dgl. entfallen. Die vorliegende ökonomische Betrachtung weist jedoch darauf hin, daß diese Relation nur für Erst- und Instandhaltungsanstriche zutrifft. Für Erneuerungsanstriche ergaben sich in Abhängigkeit vom möglichen Zeitpunkt der Korrosionsschutzarbeiten die in Abb. 3 zusammengefaßten Relationen, die erkennen lassen, daß die Kosten für Anstrichstoffe und Löhne für deren Aufbringung eine untergeordnete Bedeutung erreichen können.

Zeitpunkt	Kosten für						
	Untergrundvorbehandlung (%)			Anstrichstoffe und Löhne (%)			
	Gruppe	I	II	III	I	II	III
Turnus		52	22	35	48	78	65
2 Jahre danach		64	31	48	36	69	52
4 Jahre danach		73	46	61	27	54	39
6 Jahre danach		84	63	76	16	37	24
10 Jahre danach		89	72	82	11	28	18

Abb. 3: Kostenrelationen in Abhängigkeit von der zeitlichen Ausführung der Anstricharbeiten

Auch diese Feststellung läßt erkennen, daß höhere Aufwendungen für den Erstkorrosionsschutz ökonomischer sind, als ein billiger Erstanstrich mit einem kurzen Instandhaltungsturnus.

Ein praktisches Beispiel soll diese Aussagen unterstreichen. Die stark korrodierte stählerne Konstruktion eines Kühlturmes sollte durch Schutzmaßnahmen vor einer weiteren Zerstörung geschützt werden. Aus der bisherigen Handhabung waren folgende Kriterien bekannt:

Mögliche Untergrundvorbehandlung: Handentrostung
 Kosten für den Korrosionsschutz : ca. 100.000 M
 Zusätzliche Kosten für provisorische Schutzwände u.dgl. : 20.000-30.000 M
 Standzeit des Anstriches : ca. 1,5 Jahre

Bereits aus Kapazitätsgründen war eine derartige Verfahrensweise nicht mehr vertretbar. Die Aufgabe bestand also darin, eine neue technologische und ökonomische Variante auszuarbeiten und in die Praxis zu überführen.

Zunächst war es erforderlich, folgende Fakten zu ermitteln:

Erneuerungsanstrich mit Handentrostung: ca. 100.000 M
 Neue Stahlkonstruktion (einschl. Montage): ca. 70.000 M
 Vorkonservierungsanstrich mit Strahlentrostung : 50.000-60.000 M
 Duplexsystem (Vorkonservierung mit Strahlenentrostung) : ca. 75.000 M
 Instandhaltungsanstrich : 30.000-40.000 M

Nach Kenntnis dieser Kostenrelationen konnte bereits gesagt werden, daß eine Erhaltung der alten Stahlkonstruktion durch Erneuerungsanstriche ökonomisch nicht vertretbar ist. Es wurde deshalb entschieden, die alte Konstruktion auf Verschleiß zu fahren und im Rahmen einer Rekonstruktion durch eine neue Stahlkonstruktion zu ersetzen. Es muß deshalb die weitere Fragestellung beantwortet werden, welche Anstrichvarianten sind technisch durchführbar und welche davon ist die optimale. Als für die weitere Betrachtung interessante Varianten boten sich an:

- Variante II: Anstrich nach der Montage
 Entrostungsart : Handentrostung
 Anstrichsystem : 6-facher PC-Anstrich
 Anstrichturnus : 5 Jahre
 Anstrichart : Erneuerungsanstrich
- Variante IV: Anstrich vor der Montage
 Entrostungsart : Strahlenentrostung
 Anstrichsystem : 6-facher PC-Anstrich
 Anstrichturnus : 5 Jahre
 Anstrichart : Erneuerungsanstrich
- Variante V : Anstrich vor der Montage
 Entrostungsart : Strahlentrostung
 Anstrichsystem : Duplexsystem
 (100 μm Zn, 200 μm Al und
 4 - 6-facher PC-Anstrich)
 Anstrichart : Instandhaltungsanstrich

Der aus diesen Varianten resultierende Kostenspiegel ist in Abb.4 graphisch dargestellt. Er weist aus, daß die ursprünglich relativ teure Variante V eindeutig die optimale Verfahrensweise bietet. Die zwischenzeitlich gesammelten praktischen Erfahrungen nach dieser Variante lassen erwarten, daß eine weitere Modifizierung möglich ist. Diese Modifizierung könnte so gestaltet werden, daß bei einer Standzeit des Duplexsystems von etwa 12 - 15 Jahren auf Instandhaltungsanstriche verzichtet wird und die Stahlkonstruktion bis zur Erreichung der normativen Nutzungsdauer wieder auf Verschleiß gefahren wird. Die Entscheidung darüber muß aber der weiteren praktischen Bewährung vorbehalten bleiben.

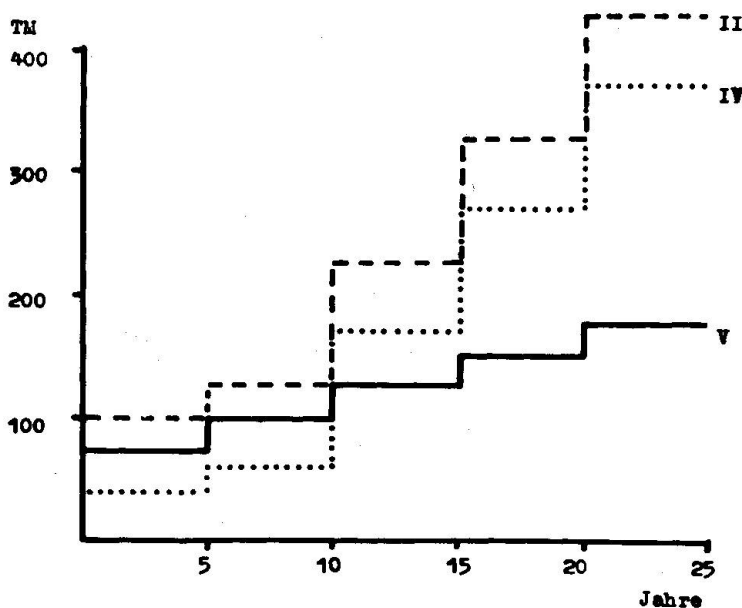


Abbildung 4:
 Graphischer Kostenspiegel
 beim Variantenvergleich
 des Korrosionsschutzes ei-
 nes Kühlturmes

Literaturnachweis

- (1) "Report of the Committee on Corrosion and Protection", London 1971 (Werkstoffe und Korrosion 22 (1971) 9, S. 789 - 792)
- (2) "Korrosionsschutz in der Chemie", Nr. 20/21
- (3) Behrends, D., Vortrag zur 74. Tagung der Europäischen Föderation Korrosion, Budapest 1974
- (4) Philipp, H.J., Rückriem, W.: Plaste und Kautschuk 14 (1967) 12, S. 925 - 930
- (5) Philipp, H.J., Zöllner, A.: Chem. Techn. 24 (1972) 8, S. 509 - 513
- (6) "Werkstoffeinsatz und Korrosionsschutz in der chemischen Industrie", VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig 1973
- (7) TGL 25087: Anstrichstoffe - Anstriche - Begriffe
- (8) Preisanordnung 4410, Anlage 25 vom 1.4.1966
- (9) Charlton, R.F.: Chem. Engng. Bd. 70 (1963), Nr. 22
- (10) Sille, G., Damm, O.: Technik 14 (1959) 7, S. 469 - 471

ZUSAMMENFASSUNG

Die Darlegungen lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

1. Minimierung der Gesamtkosten heisst nicht Minimierung der Korrosionsschutzkosten.
2. Die Korrosions- und Korrosionsschutzkosten sind keine Konstanten, sondern zeitabhängig.
3. Unter Nutzung betrieblicher Erfahrungen hinsichtlich der Standzeit verschiedener Anstrichsysteme kann nachgewiesen werden, dass hohe Primärkosten relativ sind und durch eine längere Standzeit kompensiert werden. Diese Tatsache ist deshalb von Bedeutung, weil bei Neuanlagen es durchaus möglich sein kann, dass die Kosten für den Korrosionsschutz den Preis der zu schützenden Konstruktion übersteigen. Eine Senkung der Investitionssumme zu Lasten des Korrosionsschutzes stellt - wie durch die ökonomische Betrachtung nachgewiesen wurde, - im Regelfall eine kurzfristige Ökonomie dar.

SUMMARY

The statements allow the following conclusions:

1. The least total costs do not mean the least costs for protection against corrosion.
2. The costs for corrosion and for anti-rust protection are not stable, but vary with the time.
3. Experimentation of longtime behaviour of different painting systems proves, that high primary costs are relative and are balanced by a longer duration. This fact is of importance, as it can happen, that for new buildings the costs for the protection against corrosion are higher than the price for the structure to be protected. A reduction of the investment sum on charge of protection against corrosion is generally a short-sighted economy, as has been proved by economical considerations.

RESUME

Le rapport conduit aux conclusions suivantes:

1. Un prix total minimum ne signifie pas un coût de protection antirouille minimum.
2. Les dépenses provoquées par la corrosion et par la protection antirouille ne sont pas constantes mais varient dans le temps.
3. L'expérience de la tenue dans le temps de divers systèmes de peinture montrent que des investissements élevés sont relatifs et sont compensés par une plus longue durée de vie. Ceci est important car il se peut que dans des constructions nouvelles, le coût de la protection antirouille soit plus élevé que celui de la structure à protéger. Une réduction de l'investissement aux dépens de la protection antirouille ne représente en général qu'une économie à court terme, ainsi que le montrent des considérations économiques.