

DIN EN ISO 16784-1



ICS 77.060

Entwurf

Einsprüche bis 2023-11-01
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 16784-1:2008-07

**Korrosion von Metallen und Legierungen –
Korrosion und Fouling in industriellen Kühlwassersystemen –
Teil 1: Leitfaden für die Bewertung von Zusatzstoffen gegen Korrosion
und Fouling in offenen Kühlwasserrezirkulationssystemen
(ISO/DIS 16784-1:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 16784-1:2023**

Corrosion of metals and alloys –
Corrosion and fouling in industrial cooling water systems –
Part 1: Guidelines for conducting pilot-scale evaluation of corrosion and fouling control
additives for open recirculating cooling water systems (ISO/DIS 16784-1:2023);
German and English version prEN ISO 16784-1:2023

Corrosion des métaux et alliages –
Corrosion et entartrage des circuits de refroidissement à eau industriels –
Partie 1: Lignes directrices pour l'évaluation pilote des additifs anticorrosion et antitartre
pour circuits de refroidissement à eau à recirculation ouverts (ISO/DIS 16784-1:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO 16784-1:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-09-01 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 47 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16784-1:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge, einschließlich des Korrosionsschutzes und der Korrosionsprüfung von Metallen und Legierungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-01-71 AA „Korrosion und Korrosionsschutz“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 8044	siehe	DIN EN ISO 8044
ISO 8407	siehe	DIN EN ISO 8407
ISO 11463	siehe	DIN EN ISO 11463
ISO 16784-2	siehe	DIN EN ISO 16784-2

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 16784-1:2008-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung der Einleitung;
- b) Anpassung des Anwendungsbereiches;
- c) Anpassung der normativen Verweisungen und zu ISO/TC 156 zugehörige Normen hinzugefügt;
- d) Anpassung der Begriffe, sodass diese mit den aktuellen Anforderungen der ISO/IEC-Richtlinien übereinstimmen;
- e) Überarbeitung des Inhalts, Änderung von Abschnitt 4 „Arten der Prüfung“ in „Allgemeine Anforderungen“, Hinzufügen der aktuellen Anforderungen zum Umweltschutz, Zusammenfassung von Abschnitt 7 und Abschnitt 8 in „Wasserbeschaffenheit und -verunreinigung“, zusätzlich wurden Inhalte zu neuen Wasserbehandlungsverfahren hinzugefügt;
- f) das Literaturverzeichnis wurde überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 8044, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Grundbegriffe*

DIN EN ISO 8407, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Entfernen von Korrosionsprodukten von Korrosionsprüfkörpern*

DIN EN ISO 11463, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Richtlinien für die Bewertung der Lochkorrosion*

DIN EN ISO 16784-2, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Korrosion und Fouling in industriellen Kühlwassersystemen — Teil 2: Bewertung der Leistung von Kühlwasser-Behandlungsprogrammen unter Anwendung eines Modell-Prüfstands*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 16784-1:2023-10

– Leerseite –

Korrosion von Metallen und Legierungen – Korrosion und Fouling in industriellen Kühlwassersystemen – Teil 1: Leitfaden für die Bewertung von Zusatzstoffen gegen Korrosion und Fouling in offenen Kühlwasserzirkulationssystemen (ISO/DIS 16784-1:2023)

Corrosion of metals and alloys – Corrosion and fouling in industrial cooling water systems – Part 1: Guidelines for conducting pilot-scale evaluation of corrosion and fouling control additives for open recirculating cooling water systems (ISO/DIS 16784-1:2023)

Corrosion des métaux et alliages – Corrosion et entartrage des circuits de refroidissement à eau industriels – Partie 1: Lignes directrices pour l'évaluation pilote des additifs anticorrosion et antitartre pour circuits de refroidissement à eau à recirculation ouverts (ISO/DIS 16784-1:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Allgemeine Anforderungen	9
4.1 Auswahl der Prüfverfahren	9
4.1.1 Prüfungen im Labor und Prüfungen außerhalb des Anlagenstandortes	9
4.1.2 Prüfung am Standort der Anlage	9
4.1.3 On-line-Prüfung	9
4.2 Umweltvorschriften	9
4.3 Kostenanalyse	9
5 Auslegungsparameter für die Prüfeinheit	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Werkstoffe zum Bau	10
5.2.1 Kühltürme	10
5.2.2 Besondere Anforderungen an Rieseleinbauten	10
5.2.3 Metalloberflächen ohne Wärmeübertragungsfunktion	11
5.2.4 Wärmetauscher	11
5.3 Messinstrument	12
5.4 Weitere Einrichtungen zur Simulation	12
6 Betriebsparameter	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Oberflächentemperatur	13
6.3 Strömungsgeschwindigkeit des Wassers	13
6.4 Verweilzeit	13
7 Wasserbeschaffenheit und -verunreinigung	13
7.1 Allgemeines	13
7.2 Vergleich natürlicher und künstlicher Wasserversorgungen	13
7.3 Wasser aus verschiedenen Quellen	14
7.3.1 Frischwasser	14
7.3.2 See- und Brackwasser	14
7.3.3 Rezirkulierendes/wiederverwendetes Wasser	14
7.3.4 Duale und kombinierte Zusatzwasser-Systeme	15
7.4 Verunreinigungen	15
7.4.1 Allgemeines	15
7.4.2 Prozess-Lecks	15
7.4.3 Biologische Substanzen	15
7.4.4 Durch die Luft übertragene Feststoffe und Gase	15
8 Bewertungsparameter bei Anwendung von Modell-Prüfeinheiten	16
8.1 Korrosion	16
8.1.1 Allgemeine Betrachtungen	16
8.1.2 Kriterien für Bewertungen der Korrosion	16
8.1.3 Arten von Korrosionsschäden	16
8.1.4 Mikrobiologisch beeinflusste Korrosion (MIC)	16
8.1.5 Verfahren zur Bewertung der Korrosion in Modell-Prüfeinheiten	16
8.2 Fouling	17
8.2.1 Allgemeine Betrachtungen	17
8.2.2 Arten des wasserseitigen Foulings	17
8.2.3 Modellverfahren zur Fouling-Bewertung (siehe auch ISO 16784-2)	18

8.3	Zusatzstoffe für die Wasserbehandlung	18
8.3.1	Kombinationsprüfung	18
8.3.2	Kompatibilität der Zusatzstoffe	18
9	Auslegung der Einrichtungen für die Modell-Leistungsprüfung	18
9.1	Zweck	18
9.2	Bedeutung des Simulierens von spezifischen Prozess- und Anwendungsumgebungen	18
9.3	Kompromisse bei der Modell-Leistungsprüfung	19
9.3.1	Wärmequelle, Wärmeauslastung und Temperatur	19
9.3.2	Chemie des Wassers	20
10	Arbeitsgänge bei Anwendung einer Modell-Einrichtung	21
10.1	Dokumentation der Auslegung	21
10.1.1	Allgemeine Betrachtungen	21
10.1.2	Prüfeinrichtung	21
10.1.3	Wasserbehandlung	21
10.2	Wiederholpräzision der Ergebnisse und Vergleich mit der im Feld erzielten Leistung	21
10.3	Aufbewahrung der Aufzeichnungen und Prüfberichte	21
Anhang A (informativ)	Auswahl des Behandlungsverfahrens für zirkulierendes Kühlwasser	22
Literaturhinweise		23

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16784-1:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge, einschließlich des Korrosionsschutzes und der Korrosionsprüfung von Metallen und Legierungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 16784-1:2008 ersetzen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 16784-1:2023 wurde von CEN als prEN ISO 16784-1:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC Directives, Teil 1, beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156, *Corrosion of metals and alloys*, erarbeitet.

ISO 16784 besteht unter dem allgemeinen Titel, *Corrosion of metals and alloys — Corrosion and fouling in industrial cooling water systems*, aus den folgenden Teilen:

- *Part 1: Guidelines for conducting pilot-scale evaluation of corrosion and fouling control additives for open recirculating cooling water systems*
- *Part 2: Evaluation of the performance of cooling water treatment programmes using a pilot-scale test rig*

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 16784-1:2006), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Anpassung der Einleitung;
- Anpassung des Anwendungsbereichs;
- Anpassung der normativen Verweisungen und zu TC 156 zugehörige Normen hinzugefügt;
- Anpassung der Begriffe, sodass diese den neuesten Anforderungen der ISO-/IEC-Richtlinien entsprechen;

E DIN EN ISO 16784-1:2023-10
prEN ISO 16784-1:2023 (D)

- Inhalt angepasst, „Arten der Prüfung“ zu „Allgemeine Anforderungen“ geändert, Ergänzung der neusten Anforderungen an den Umweltschutz; Zusammenfassung von Abschnitt 7 und Abschnitt 8 zu „Wasserbeschaffenheit und -verschmutzung“; sowie Ergänzung von Inhalten zu neuen Wasserbehandlungsverfahren;
- Literaturhinweise angepasst.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 16784 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Seit der Veröffentlichung von ISO 16784-1:2006 sind vierzehn Jahre vergangen. In der Entwicklungsumgebung globaler Industrieunternehmen gab es große Veränderungen und die entsprechenden Technologien haben sich in den letzten 14 Jahren weiterentwickelt. Angesichts der zunehmend erfolgreichen Industrie und des verschärften Wettbewerbs, strengerer Auflagen hinsichtlich der Umweltverschmutzung und zunehmend knapper Wasserressourcen, müssen Unternehmen sicherer, wirtschaftlicher und umweltfreundlicher arbeiten. Aufgrund des Einflusses dieser Umgebung verschlechtert sich die Kühlwasserbeschaffenheit, mit höheren Konzentrationsraten, höherer Korrosivität und Ausfallwahrscheinlichkeit, in vielen Fällen mehr als je zuvor.

Nach der Veröffentlichung der vorherigen Ausgabe dieses Dokuments, wurden neue Technologien zur Kühlwasserbehandlung in großem Umfang entwickelt und fanden schrittweise weitere Verbreitung; Durch in Kühlsystemen verwendete Zusatzstoffe verursachte Wasserverunreinigungen zogen das Interesse der Öffentlichkeit auf sich und die Entwicklung umweltfreundlicher Zusatzstoffe wurde zum neuen Trend in der Entwicklung; Mehr und mehr Werke müssen es schaffen, kein Abwasser einzuleiten. In dieser Umgebung stellt die Kühlwasserbehandlung eine wirksame Maßnahme zur Aufrechterhaltung der Betriebseffizienz, zum Schutz der wirtschaftlichen Lebensdauer der Ausrüstung, zur Korrosionshemmung, Verhinderung von Belägen, mikrobieller Verschmutzung und Ablagerungen an verschiedenen Wärmeübertragungsoberflächen dar.

Diese Norm wurde unter Berücksichtigung der Entwicklung neuer Technologien zur Kühlwasserbehandlung in den letzten Jahren, der Prüfung der Ergebnisse dieser Normenreihe über die Jahre und der Anforderungen der neuesten ISO-/IEC-Richtlinien überarbeitet.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die allgemeinen Anforderungen, Auslegungsparameter für die Prüfeinheit, Betriebsparameter, Wasserbeschaffenheit und -verunreinigung, Bewertungsparameter bei Anwendung von Modell-Prüfeinheiten, Auslegung und Betrieb der Modell-Prüfeinrichtung usw. fest, die bei der Auswertung der Korrosion und ausgefallten Zusatzstoffen in Kühlwassersystemen mit offenem Kreislauf in der Modellprüfung befolgt werden.

Dieser Teil von ISO 16784 deckt die Kriterien ab, die bei einem Prüfprogramm definiert und angewendet werden müssen, um Kühlwasser-Behandlungsprogramme für bestimmte Kühlwasserrezirkulationssysteme auszuwählen.

In diesem Teil von ISO 16784 werden nur offene Kühlwasserrezirkulationssysteme behandelt. Geschlossene Kühlsysteme und Kühlsysteme mit Zwangsdurchlauf sind ausdrücklich ausgeschlossen.

Dieser Teil von ISO 16784 gilt nur für Systeme, in denen Rohrbündelwärmetauscher mit genormten, unbeschichteten, glatten Rohren und rohrseitigem Kühlwasser angewendet werden. Aus dem Anwendungsbereich ausdrücklich ausgenommen sind Wärmetauscher mit mantelseitigem Kühlwasser, Platten- und/oder Spiralwärmetauscher und andere Einrichtungen zur Wärmeübertragung. Wenn jedoch die Prüfbedingungen so abgestimmt werden, dass Oberflächentemperatur und Scherspannung in komplexen Wärmeübertragungseinrichtungen nachzuvollziehen sind, kann aus den Prüfergebnissen vorhergesagt werden, wie sich ein in Betrieb befindlicher Wärmetauscher dieser Ausführung verhält.

Die in diesem Teil von ISO 16784 zusammengestellten Prüfkriterien haben nicht den Zweck, die Art der Labor- und Modellprüfung vorzugeben, die üblicherweise von den Wasseraufbereitungsverbänden als Teil ihrer firmeneigenen Produktentwicklungsprogramme durchgeführt wird. Es steht den Wasseraufbereitungsverbänden frei, Kriterien aus diesem Teil von ISO 16784 als Leitfaden zur Entwicklung eigener Prüfverfahren für die Produktentwicklung auszuwählen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 8044, *Corrosion of metals and alloys — Basic terms and definitions*

ISO 8407, *Corrosion of metals and alloys — Removal of corrosion products from corrosion test specimens*

ISO 11463, *Corrosion of metals and alloys — Evaluation of pitting corrosion*

ISO 11845, *Corrosion of metals and alloys — General principles for corrosion testing*

ISO 16784-2, *Corrosion of metals and alloys — Corrosion and fouling in industrial cooling water systems — Part 2: Evaluation of the performance of cooling water treatment programmes using a pilot-scale test rig*

ISO 22449-2:2020, *Use of reclaimed water in industrial cooling systems — Part 2: Guidelines for cost analysis*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 8044 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Auswahl der Prüfverfahren

4.1.1 Prüfungen im Labor und Prüfungen außerhalb des Anlagenstandortes

4.1.1.1 In einigen Fällen kann bei Auswahl der Programme zur chemischen Behandlung von Kühlwasser eine Prüfung im Labor oder an einem außerhalb der Anlage liegenden Ort (Off-site-Prüfung) notwendig sein. Diese Art der Prüfung kann bei den Erstprogrammen für neue Anlagen angewendet werden, für die noch keine Betriebssysteme verfügbar sind, oder zur Bewertung alternativer Kühlwasser-Behandlungsprogramme. In diesen Fällen sollten in die Bewertung standortspezifische Auslegungsskriterien und Umweltvorschriften einbezogen werden, die das Kühlwassersystem beeinflussen. Nach Möglichkeit sollten standortspezifische Wasserversorgungen angewendet werden. Alle in diesem Teil von ISO 16784 erfassten Kriterien, die sich auf die Zusammensetzung des Wassers, Wasserbehandlungsverfahren (wie in Anhang A beschrieben), die Konfiguration der Prüfeinheit, die Auslegung des Wärmetauschers und die Betriebsbedingungen beziehen, sollten nach Möglichkeit eingehalten werden.

4.1.1.2 Die Bedingungen der Anlage können weder durch ein Laborprüfprogramm noch durch ein Programm für eine außerhalb der Anlage durchgeführte Prüfung exakt reproduziert werden. Standortspezifische Faktoren, z. B. Prozess-Lecks, mikrobiologischer Bewuchs, Korrosionsprodukte, Luftverunreinigungen usw. können den Betrieb der Kühlwassersysteme und die Leistung der chemischen Behandlungsprogramme so beeinflussen, dass die Ergebnisse eines Laborprüfprogramms oder eines Programms für eine außerhalb des Standorts der Anlage durchgeführte Prüfung außer Kraft gesetzt werden.

4.1.2 Prüfung am Standort der Anlage

Nach Möglichkeit sollten die Programme zur Wasserbehandlung am Standort der Anlage unter Anwendung der Wasserversorgung vor Ort und der tatsächlichen Auslegungs- und Betriebsbedingungen bewertet werden, besonders der Bedingungen, die im Laboratorium nicht rekonstruiert werden können.

4.1.3 On-line-Prüfung

Nach Möglichkeit sollten alle Prüfungen außerhalb des Standorts und alle Modellprüfungen am Standort validiert werden, indem die Werte für das tatsächliche Verhalten bei laufendem Betrieb (on-line) überwacht werden. Die Modelleinheiten können durch Zuspiesung des in der Anlage zirkulierenden Kühlwassers als Speisewasser unter Umgehung des Kühlturms der Modelleinheit an den on-line-Ablauf angepasst werden. Die On-line-Prüfung dient zur Validierung von Off-line-Prüfungen/Laboratoriumsprüfungen. Die Kühlsysteme dürfen on-line bewertet werden; die gesammelten Daten repräsentieren jedoch die Kombination aller bestehenden Behandlungen und aller während des Bewertungsverfahrens zugesetzten Chemikalien. Eine derartige On-line-Prüfung kann zur Optimierung des Behandlungsprogramms zweckmäßig sein, um die anlagenspezifischen Anforderungen zu erfüllen. Beispielsweise dürfen kleine Mengen einer zur Behandlung ausgewählten Chemikalie unmittelbar vor der Prüfung des Wärmetauschers hinzugefügt werden, um die Einflüsse einer zunehmenden Dosierung des Zusatzstoffes oder im Rahmen eines bekannten Behandlungsprogramms die möglichen synergetischen Effekte einer neu hinzugefügten Chemikalie zu erfassen.

4.2 Umweltvorschriften

Besonders die für den jeweiligen Standort zutreffenden Gesetze und Umweltvorschriften, die Einfluss auf die zur Wasserbehandlung anwendbaren chemischen Produkte nehmen können, die zulässige Menge und die Zusammensetzung des Ausblaswassers sowie die Vorschriften für die Luftqualität, die das Ausblasen des Kühlturms betreffen, müssen beachtet werden.

4.3 Kostenanalyse

Die Kostenanalyse der gewählten Zusatzstoffe sollte nach ISO 22449-2:2020 ausgewertet werden.

5 Auslegungsparameter für die Prüfeinheit

5.1 Allgemeines

5.1.1 Eine sorgfältige Bewertung der mechanischen Auslegung und des Betriebs aller Kühlwassersysteme ist eine notwendige Vorbedingung für die Planung eines Modellprogramms zur Bewertung eines für die Wasserbehandlung vorgesehenen Produkts. Unter Umständen ist es nicht praktikabel eine bestimmte kritische Wärmelast oder ein bestimmtes kritisches Wasserströmungsmuster der Anlage exakt zu simulieren. Die Entwicklung von Verunreinigungen in einem Modell-Kühlturm kann anders als in den Anlagen-Kühltürmen sein, Kompromisse können daher notwendig sein. In allen diesen Fällen muss die Prüfeinheit so exakt wie möglich Auslegung und Betrieb der Anlage simulieren und Abweichungen müssen im Prüfbericht vermerkt werden.

5.1.2 Neben der Beimischung von Korrosions- und ausfällenden Zusatzstoffen zu zirkulierendem Kühlwasser werden üblicherweise auch einige weitere Wasserbehandlungsverfahren für die Behandlung von zirkulierendem Kühlwasser verwendet, einschließlich: Enthärtungsverfahren, Ionenaustauschverfahren, Entsalzung mittels Umkehrosmose, elektrochemische Behandlungsverfahren, elektromagnetische Verfahren und Nebestromfilterung usw., die unter 5.4 behandelt werden. Die Auswirkungen der Verwendung dieser Verfahren auf die Zusatzstoffauswahl müssen bei der Auslegung der Modelleinheit besonders berücksichtigt werden.

5.1.3 Ein sehr effizientes Verfahren besteht darin, zwei oder mehr identische Prüfeinheiten zur gleichzeitigen Durchführung der Modellprüfungen zu verwenden.

5.2 Werkstoffe zum Bau

5.2.1 Kühltürme

5.2.1.1 Kleine Kühlturmbecken dürfen aus unbeschichtetem, mit Kunststoff beschichtetem, verzinktem niedrig legiertem oder nicht rostendem Stahl hergestellt werden. Größere Kühlturmbecken bestehen in der Regel aus Beton. Im Spritzbereich darf Holz, Keramik oder Kunststoff angewendet werden. Hinsichtlich der Auslegung ist es nicht wichtig, dass der Modell-Kühlturm dem Kühlturm der Anlage exakt entspricht. Wenn im Kühlsystem der Anlage jedoch verzinkter Stahl enthalten ist, sollte verzinkter Stahl in das Modellsystem als nicht Wärme übertragender Prüfwerkstoff enthalten sein.

5.2.2 Besondere Anforderungen an Rieseleinbauten

5.2.2.1 Wenn die Kühltürme der Anlage Rieseleinbauten enthalten, sollte im Modell-Kühlturm ein Abschnitt mit diesen Rieseleinbauten (sofern verfügbar) angewendet werden. Die Rieseleinbauten bestehen aus dicht gepackten Lagen eines leichten Kunststoffs, im Allgemeinen PVC, das in einer wabenartigen Struktur angeordnet ist. Dies erhöht den Oberflächenbereich, über den das Wasser strömen muss, so dass bei der Verdunstung ein höherer Wirkungsgrad erreicht wird. Die vergrößerte Oberfläche in den Rieseleinbauten begünstigt jedoch auch die Bildung von Ablagerungen.

5.2.2.2 Ablagerungen können aus mineralischen Belägen (Zunder-Krusten), die beim Verdunsten von Wasser gebildet werden, aus Korrosionsprodukten und Feinsand, die in den Turm übertragen werden sowie aus mikrobiologischen Ablagerungen bestehen. Bioschichten tendieren dazu, wie „Leim“ zu wirken, der das Anhaften anderer Ablagerungen an den Rieseleinbauten begünstigt. Weil zwischen den benachbarten Lagen der Rieseleinbauten mitunter sehr wenig Platz ist, kann das abgelagerte Material zu einer „Überbrückung“ einzelner Lagen führen und die Wasserströmung blockieren. Daraus resultiert ein schwerwiegendes Problem, weil die Rieseleinbauten nicht chemisch gereinigt werden können, wenn das Wasser nicht durch alle Teile der Einbauten strömen kann.

5.2.2.3 Bei einer mechanischen Reinigung unter Einbeziehung einer Wasserlanze wird häufig das leichte Einbaumaterial beschädigt. Zusätzlich kann das Gewicht einer signifikanten Ablagerungen eine mechanische Beschädigung der Rieseleinbauten herbeiführen. Daraus ergibt sich die Anforderung, dass bei allen Programmen zur chemischen Behandlung von Kühlwasser, die für Kühltürme mit Rieseleinbauten vorgesehen sind, Brückenbildung im Rieselmateriale verhindert werden muss.

5.2.2.4 Der Zustand der Rieseleinbauten in einem in Betrieb befindlichen Kühlturm kann mittels einer „Rieseleinbau-Prüfbox“ überwacht werden. Diese „Prüfbox“ besteht aus einem oben und unten offenen Kasten, in den einfach ein Abschnitt der Rieseleinbauten, der etwa die Form eines Würfels mit einer Kantenlänge von 0,6 m hat, eingebracht wird. Der Kasten wird dem „Regen“ ausgesetzt, der sich an einer zugänglichen Stelle unterhalb der Rieseleinbauten im Kühlturm niederschlägt. Wenn sich die Oberflächen der Rieseleinbauten glitschig anfühlen oder eine sichtbare Ablagerungsschicht vorhanden ist, weist das auf Fouling der Rieseleinbauten hin.

5.2.2.5 Für einen im Betrieb befindlichen Kühlturm ist die Prüfbox ein sehr nützliches Mittel für eine qualitative Überwachung; in einem Modell-Kühlturm kann die Box jedoch wegen der Einschränkungen in Form und Größe möglicherweise nicht eingesetzt werden. In diesen Fällen wird der Modell-Kühlturm am besten so gestaltet, dass die im Turm tatsächlich verwendeten Rieseleinbauten für eine visuelle und eine physikalische Prüfung leicht zugänglich sind.

5.2.3 Metalloberflächen ohne Wärmeübertragungsfunktion

5.2.3.1 Leitungen für umlaufendes Wasser dürfen mit niedrig legiertem Stahl, Kupfer, Messing, Faserglas, Polyethylen oder Zement ausgekleidet sein. Sofern durch die prozesseitigen Bedingungen nicht anders festgelegt, werden die Ummantelungen von Wärmetauschern häufig aus nicht legiertem Stahl hergestellt und das Auftreten von Bimetallkorrosion muss verhindert werden.

5.2.3.2 Alle im Betriebssystem vorhandenen korrosionsanfälligen Metalle sollten als Probestücke (Coupons) ohne Wärmeübertragung in die Modelluntersuchung einbezogen werden. Das ist aus zwei Gründen wichtig: örtliche Korrosion im Rohrleitungsnetz kann zu unerwarteten Ausfällen führen, und Ablagerungen von Korrosionsprodukten können sich auf den Wärme übertragenden Flächen sammeln, wodurch Verluste der Effizienz und Möglichkeiten zur Bildung von Korrosion unter Ablagerungen entstehen. Chemikalien zur Wasserbehandlung können nur dann einen Korrosionsschutz bieten, wenn die Chemikalien die Metalloberflächen erreichen können. Die unter Ablagerungen vorhandenen ungeschützten Metallbereiche werden so zu potentiellen Stellen zur Bildung von Korrosion unter Ablagerungen.

5.2.4 Wärmetauscher

5.2.4.1 Die Auslegung der Wärmetauscher ist im Allgemeinen auf die prozesseitigen Anforderungen und auf den tatsächlich involvierten Prozess konzentriert (Flüssigkeitskühlung, Gaskühlung oder Kondensation). Die Prozess-Wärmetauscher sind so ausgelegt, dass die Temperatur des Prozessmediums unter den ungünstigsten zu erwartenden Bedingungen geregelt wird, d. h. bei den höchsten Kühlwassertemperaturen und bei den höchsten Produktionsraten.

5.2.4.2 Wärmetauscher werden unter Berücksichtigung eines Foulingfaktors¹ so ausgelegt, dass in der Einrichtung die gewünschte Regelung der Prozesstemperatur bei einem bestimmten Effizienzverlust durch entweder wasser- oder prozesseitiges Fouling der Rohre erreicht werden kann. Aus diesen Gründen sind Prozess-Wärmetauscher oft überdimensioniert. Um die gewünschte prozesseitige Regelung der Austrittstemperatur zu erreichen, drosselt das Bedienpersonal die Wasserströmung als Reaktion auf die Umgebungsbedingungen, Produktionsanforderungen und das Ausmaß des Foulings im Wärmetauscher. Die Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers durch die Rohre erhöht die Oberflächentemperatur und bietet eine bessere Gelegenheit dafür, dass sich Schwebeteilchen an den Rohroberflächen absetzen und dass sich mineralische Beläge bilden. Diese beiden Effekte führen zu Verlusten der Wärmeübertragungseffizienz und erhöhen die Korrosionsanfälligkeit der Rohre. Siehe auch 9.3.1.

1 Der *Foulingfaktor* oder *Fouling-Wärmeübergangswiderstand* bezieht sich auf den für den Wärmeübergang gemessenen Widerstand, der durch eine Ablagerung auf einer die Wärme übertragenden Oberfläche verursacht wird. Vom *Foulingfaktor* wird auch dann gesprochen, wenn bei Auslegung eines Wärmetauschers die wirksame Wärmetauscherfläche vergrößert wird, um die wegen Ablagerungen auf der Wärmeübertragungsfläche erwartete thermische Ineffektivität zu kompensieren. Die Benennung *Foulingfaktor* wird im Allgemeinen für beides angewendet. Für den gemessenen Foulingfaktor darf jedoch ersatzweise die Benennung *Fouling-Wärmeübergangseffizienz* angewendet werden.