

DIN EN ISO 18081



ICS 19.100

**Zerstörungsfreie Prüfung –
Schallemissionsprüfung –
Dichtheitsprüfung mittels Schallemission (ISO 18081:2016);
Deutsche Fassung EN ISO 18081:2016**

Non-destructive testing –
Acoustic emission testing (AT) –
Leak detection by means of acoustic emission (ISO 18081:2016);
German version EN ISO 18081:2016

Essais non destructifs –
Contrôle par émission acoustique –
Détection de fuites par émission acoustique (ISO 18081:2016);
Version allemande EN ISO 18081:2016

Gesamtumfang 37 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 18081:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“.

Das zuständige nationale Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-23 AA „Ultraschallprüfung“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 9712	siehe	DIN EN ISO 9712
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit „Centistokes“, die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr aufgrund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheit dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheit anwenden.

Umrechnung:

$$1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung —
Schallemissionsprüfung —
Dichtheitsprüfung mittels Schallemission
(ISO 18081:2016)

Non-destructive testing —
Acoustic emission testing (AT) —
Leak detection by means of acoustic emission
(ISO 18081:2016)

Essais non destructifs —
Contrôle par émission acoustique —
Détection de fuites par émission acoustique
(ISO 18081:2016)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 22. April 2016 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Qualifizierung von Personal	7
5 Grundlagen des Schallemissionsverfahrens	7
5.1 Das AE-Phänomen	7
5.2 Einfluss unterschiedlicher Medien und unterschiedlicher Phasen	8
5.3 Einfluss von Druckdifferenzen	9
5.4 Einfluss der Geometrie des Leckagekanals	9
5.5 Einfluss der Wellenausbreitung	9
6 Anwendungen	10
7 Prüfausrüstung	11
7.1 Allgemeine Anforderungen	11
7.2 Sensoren	11
7.2.1 Typische Frequenzbereiche (Bandbreiten)	11
7.2.2 Befestigungsart	11
7.2.3 Temperaturbereich, Wellenleiter	11
7.2.4 Eigensicherheit	11
7.2.5 Tauchsensoren	11
7.2.6 Integrierte Elektronik (Verstärker, RMS-Konverter, ASL-Konverter, Bandfilter)	11
7.3 Tragbare und nichttragbare AT-Geräte	12
7.4 Einkanalige und mehrkanalige AT-Geräte	12
7.4.1 Einkanalige Systeme	12
7.4.2 Mehrkanalige Systeme	12
7.5 Messgrößen (RMS-Wert, ASL-Wert gegen Hit oder kontinuierliche AE gegen Burst-AE)	12
7.6 Verifizierung mittels künstlichen Quellen von Leckagegeräuschen	12
8 Prüfschritte der Dichtheitsprüfung	13
8.1 Anbringung der Sensoren	13
8.2 Gemessene Merkmale	13
8.3 Prozessgeräusch	14
8.3.1 Umgebungsgeräusch	14
8.3.2 Betriebsgeräusch	14
8.4 Datenerfassung	14
9 Ortungstechniken	14
9.1 Allgemeine Betrachtungen	14
9.2 Ortung mit einem Sensor basierend auf der Schwächung der AE-Wellen	15
9.3 Ortung mit mehreren Sensoren basierend auf Δt -Werten (linear, planar)	15
9.3.1 Schwellenwert- und Spitzenwert-Zeitverfahren	15
9.3.2 Kreuzkorrelationsverfahren	16
9.4 Wellenart- und wellenmodebasierte Ortung	17

10	Darstellung der Daten.....	17
10.1	Numerische Darstellung der Daten (Schallpegelmessgerät)	17
10.2	Parameterabhängige Funktion (z. B. vom Druck)	17
10.3	Frequenzspektrum	18
11	Auswertung der Daten.....	18
11.1	Leckagevalidierung	18
11.1.1	Vor Ort (während der Prüfung) und außerhalb des Einsatzortes (spätere Analyse)	18
11.1.2	Korrelation mit dem Druck	18
11.1.3	Verwerfen falscher Anzeigen	19
11.2	Abschätzung der Leckagerate.....	19
11.3	Anforderungen an die Folgemaßnahmen	19
12	Qualitätsmanagement-Dokumente	20
12.1	Verfahrensbeschreibung	20
12.2	Prüfanweisung.....	20
13	Prüfdokumente und Prüfbericht.....	21
13.1	Prüfdokumente	21
13.2	Prüfbericht.....	22
	Anhang A (normativ) Beispiele für die Dichtheitsprüfung.....	23
A.1	Funktionsprüfung von Kondensatabscheidern	23
A.1.1	Kondensatabscheider	23
A.1.2	Prüfausrüstung.....	23
A.1.3	Prüfpersonal	23
A.1.4	Prüfprozess.....	23
A.1.5	Auswertung.....	24
A.1.6	Dokumentation	25
A.2	Anwendungen bei Rohrleitungen.....	25
A.2.1	Messung der Wellenschwächung.....	25
A.2.2	Kreuzkorrelation.....	25
A.2.3	Molchtechnik.....	26
A.3	Anwendung der Dichtheitsprüfung während der Wasserdruckprüfung von nuklearen Druckgeräten	27
A.3.1	Zielsetzung.....	27
A.3.2	Vorgehensweise.....	27
A.3.3	Überwachung der Wasserdruckprüfung des Primärkreislaufs.....	28
A.3.4	Qualifizierung und wichtigste Ergebnisse.....	29
A.4	Anwendung an Tankböden	30
A.4.1	Allgemeines	30
A.4.2	Prüfung.....	30
A.4.3	Prüfergebnis.....	32
A.5	Dichtheitsprüfung der Konstruktion von Sicherheitsbehältern.....	32
A.5.1	Hintergrund.....	32
A.5.2	Globale Überwachung.....	32
A.5.3	Kartierung des akustischen Feldes in der Nähe einer Leckagequelle — lokale Überwachung	33
A.5.4	Abhängigkeit des Leckagegeräuschs von der Druckdifferenz.....	33
	Literaturhinweise.....	35

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 18081:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2016, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2016 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 18081:2016 wurde vom CEN als EN ISO 18081:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, 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 empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

ISO 18081 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“, Unterkomitee SC 9, „Acoustic emission testing“, in Übereinstimmung mit dem Abkommen über die technische Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Abkommen).

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die allgemeinen Grundlagen fest, die für die Dichtheitsprüfung mittels Schallemissionsprüfung (en: acoustic emission testing, AT) erforderlich sind. Die Norm behandelt die Anwendung der Technik auf Konstruktionen und Bauteile, bei denen ein Leckagestrom aufgrund von Druckdifferenzen auftritt und Schallemission (en: acoustic emission, AE) hervorruft.

Sie beschreibt Phänomene der AE-Entstehung und den Einfluss der Art des Fluids, der Spaltform, der Wellenausbreitung und der Umgebung.

Es werden verschiedene Anwendungsverfahren, Messgeräte und Darstellungen der AE-Ergebnisse erörtert. Außerdem werden die Leitlinien für die Erstellung der Anwendungsdokumente, die spezielle Anforderungen an die Anwendung des AE-Verfahrens beschreiben, erörtert.

Verschiedene Anwendungsbeispiele werden gegeben.

Sofern in den in Bezug genommenen Dokumenten nichts anderes festgelegt ist, gelten die Mindestanforderungen dieser Internationale Norm.

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 9712, *Non-destructive testing— Qualification and certification of NDT personnel*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

EN 1330-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Teil 1: Allgemeine Begriffe*

EN 1330-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Teil 2: Begriffe, die von allen zerstörungsfreien Prüfverfahren benutzt werden*

EN 1330-9, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Teil 9: Begriffe der Schallemissionsprüfung*

EN 13477-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Schallemissionsprüfung — Charakterisierung der Prüfausrüstung — Teil 1: Gerätebeschreibung*

EN 13477-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Schallemissionsprüfung — Charakterisierung der Prüfausrüstung — Teil 2: Überprüfung der Betriebskenngrößen*

EN 13554, *Zerstörungsfreie Prüfung — Schallemissionsprüfung — Allgemeine Grundsätze*

EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1330-1, EN 1330-2 und EN 1330-9.

ANMERKUNG Die Definitionen von „Leck“, „Leckagerate“ und „dicht“ entsprechen den Definitionen nach EN 1330-8.

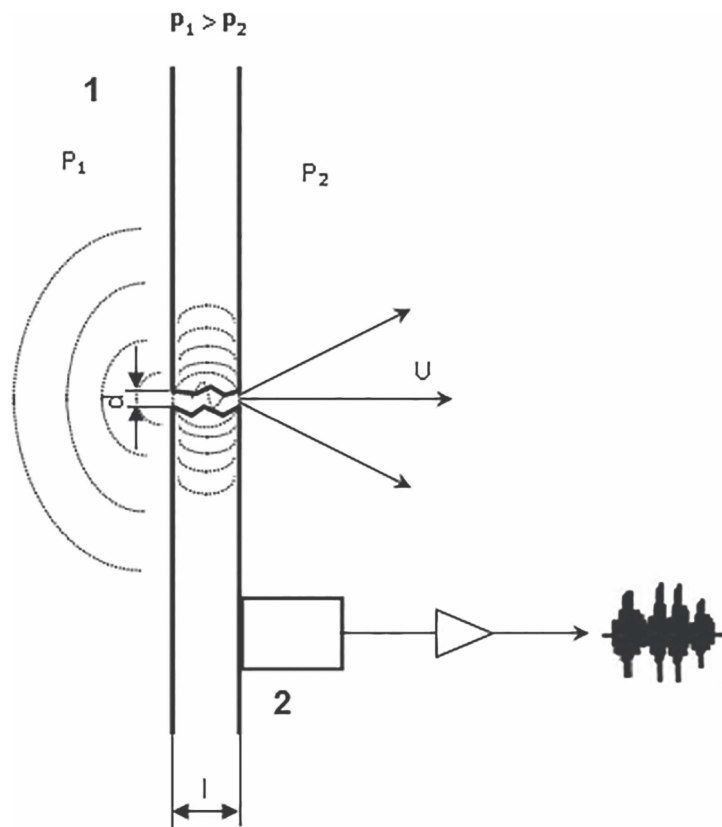
4 Qualifizierung von Personal

Es wird angenommen, dass die Schallemissionsprüfung von qualifiziertem und kompetentem Personal durchgeführt wird. Um die Qualifikation nachzuweisen, wird empfohlen, das Personal nach ISO 9712 zu zertifizieren.

5 Grundlagen des Schallemissionsverfahrens

5.1 Das AE-Phänomen

Siehe Bild 1.



Legende

- 1 Fluid
- 2 AE-Sensor

Bild 1 — Schematische Darstellung des Prinzips der Schallemission und ihres Nachweises

In einem Frequenzbereich sieht die kontinuierliche Schallemission bei einem Leck wie ein scheinbarer Anstieg des Hintergrundgeräuschs in Abhängigkeit vom Druck aus.

Tabelle 1 — Einfluss verschiedener Parameter auf die AE-Aktivität

	Parameter	Stärkere Aktivität	Geringere Aktivität
5.2	Prüfmedium	Gas	flüssig
		zweiphasig	
	Viskosität	niedrig	hoch
	Art der Strömung	turbulent	laminar
	Strömungsgeschwindigkeit	hoch	niedrig
5.3	Druckdifferenz	hoch	niedrig
5.4	Form des Lecks	rissähnlich	Loch
	Länge des Leckagekanals	lang	kurz
	Oberfläche des Leckagekanals	rau	glatt

5.2 Einfluss unterschiedlicher Medien und unterschiedlicher Phasen

Die Nachweisbarkeit des Lecks hängt von der Art und den physikalischen Eigenschaften des Fluids ab. Diese tragen zum dynamischen Verhalten der Leckageströmung bei (laminar, turbulent) (siehe Tabelle 1).

Im Gegensatz zur turbulenten Strömung ruft die laminare Strömung im Allgemeinen keine erkennbaren Schallemissionssignale hervor.

Akustische Signale im Zusammenhang mit einer Leckage werden hervorgerufen durch:

- turbulente Strömung des ausströmenden Gases oder der ausströmenden Fluid;
- Fluidreibung im Leckagekanal;
- Kavitation bei zweiphasiger Strömung (aus einer Lösung austretendes Gas) durch eine Leckageöffnung;
- den plötzlichen Druckanstieg, der entsteht, wenn eine Leckageströmung einsetzt oder aufhört;
- Rückspülen von Partikeln gegen die Oberfläche des überwachten Gerätes;
- gasförmigen oder flüssigen Strahl (Verifizierungsquelle);
- pulsierende Blasen;
- Explosion von Blasen;
- Schockblasen an den Wänden;
- Verdampfen der Flüssigkeit (schlagartig).

Der Frequenzinhalt der Kavitation kann von mehreren kHz bis zu mehreren MHz reichen.

Kavitation resultiert in einer Burstmission, deren Energie mindestens eine Größenordnung höher ist als die der durch Turbulenzen verursachten Energie.

Das Frühstadium der Kavitation wird stark vom relativen Gehalt an Gas oder Luft beeinflusst.

Die durch Lecks hervorgerufenen akustischen Wellen können sich sowohl über die Systemwände als auch über die Fluide im Inneren ausbreiten.

Akustische Wellen werden durch Schwingung der Moleküle des Fluids mit Ultraschallfrequenzen hervorgerufen. Die Schwingungen werden durch Turbulenz erzeugt und treten beim Übergang von einer laminaren und einer turbulenten Strömung im Leckagekanal sowie beim Entweichen dieser Moleküle aus einer Öffnung auf.

Die durch die zuvor erwähnten Faktoren erzeugten Schallwellen werden für die Dichtheitsprüfung und Leckortung verwendet.

5.3 Einfluss von Druckdifferenzen

Die Druckdifferenz ist der wichtigste Faktor, der die Leckagerate beeinflusst. Jedoch kann das Vorhandensein von Leckagekanälen von einem Schwellenwert der Fluidtemperatur oder des Fluiddruckes abhängen. Es wurden druckabhängige und temperaturabhängige Lecks beobachtet; allerdings in sehr geringer Anzahl. Druckabhängige oder temperaturabhängige Lecks kennzeichnen einen Zustand, in dem keine Leckage auftritt, bis der Schwellenwert des Druckes oder der Temperatur erreicht ist. Zu diesem Zeitpunkt setzt die Leckage plötzlich ein und kann nachgewiesen werden. Wenn Druck oder Temperatur umgekehrt werden, folgt die Leckage dem beschriebenen Verlauf bis zum kritischen Punkt, bei dem die Leckage auf null abfällt. Temperatur und Druck werden normalerweise im Verlauf der Dichtheitsprüfung nicht angewandt, um derartige Lecks zu orten. Stattdessen werden sie verwendet, damit vorhandene Inhomogenitäten sich öffnen, um so die Leckagerate einzuleiten oder bis zur Nachweisgrenze zu erhöhen.

Ein Beispiel für diesen Effekt sind reversible Leckagen an Dichtungen unterhalb der Betriebstemperatur und/oder unterhalb des Betriebsdruckes.

AE-Wellen, die aufgrund eines Lecks emittiert werden, weisen normalerweise ein charakteristisches Frequenzspektrum auf, das von der Druckdifferenz und der Form des Leckagekanals abhängt. Daher hängt die Nachweisbarkeit des Lecks vom Frequenzgang des Sensors ab; dies muss bei der Auswahl der Prüfausrüstung berücksichtigt werden.

5.4 Einfluss der Geometrie des Leckagekanals

Die AE-Intensität eines natürlichen komplexen Leckagekanals (z. B. Lochfraßkorrosion, Ermüdungsrisse oder Spannungsrisskorrosionsrisse) ist im Allgemeinen größer als die, die durch eine genormte künstliche Quelle erzeugt wird, wie beispielsweise der Verifizierung verwendete Bohrloch. Die wesentlichen Parameter, die die Komplexität festlegen, sind der Querschnitt, die Länge und die Oberflächenrauheit des Leckagekanals.

5.5 Einfluss der Wellenausbreitung

Schallemissionssignale sind die Antwort eines Sensors auf die in festen Medien erzeugten Schallwellen. Diese Wellen ähneln den sich in Luft und anderen Fluiden ausbreitenden Schallwellen, sind jedoch komplexer, weil feste Medien auch Scherkräften widerstehen können.

Wellen, die von einem in ein anderes Medium wechseln, in dem sie sich ausbreiten, können ihre Richtung ändern oder reflektiert werden. Zusätzlich zur Reflexion bewirkt die Grenzfläche, dass die Welle von ihrer ursprünglichen Ausbreitungsrichtung abweicht oder in das zweite Medium gebrochen wird. Außerdem kann sich bei Reflexion und/oder Brechung die Wellenart ändern.

Eine auf eine Grenzfläche zwischen zwei Medien einfallende Welle wird so reflektiert oder gebrochen, dass die Richtungen der einfallenden, reflektierten und gebrochenen Wellen alle in der gleichen Ebene liegen. Diese Ebene wird definiert durch die Richtung, in der sich die einfallende Welle ausbreitet, und durch die Senkrechte zur Grenzfläche.

Die nachfolgenden Faktoren sind wichtig für die AE-Technik:

- a) die Wellenausbreitung hat den stärksten Einfluss auf die Form des nachgewiesenen Signals;
- b) die Wellengeschwindigkeit ist entscheidend für die errechnete Position der Schallquelle;
- c) die Schallschwächung bestimmt den für einen effektiven Nachweis größten zulässigen Sensorabstand.

Die Wellenausbreitung beeinflusst die empfangene Wellenform folgendermaßen:

- Reflexionen, Brechungen und Wellenumwandlungen auf dem Weg von der Quelle zum Sensor resultieren in vielen verschiedenen Ausbreitungswegen mit unterschiedlichen Längen;
- unterschiedliche Ausbreitungswege von der Schallquelle bis zum Sensor können, sogar ohne reflektierende Grenzflächen, durch die Konstruktion selber verursacht werden, zum Beispiel spiralförmige Wege auf einem Zylinder;
- Trennung unterschiedlicher Wellenkomponenten (verschiedene Wellenmodi, unterschiedliche Frequenzen), die sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausbreiten;
- Schallschwächung (volumetrische Dispersion, Absorption sowie Schwächung aufgrund der zuvor erst und dritt aufgeführten Einflüsse).

Die Schallschwächung wird durch Flüssigkeiten in einer Konstruktion oder in einem Rohr beeinflusst, die die Ausbreitung der Schallwellen ermöglichen, während Flüssigkeiten (innerhalb und außerhalb) die Tendenz haben, das nachweisbare Signal der Schallwellenausbreitung zu verringern. Dieser Effekt hängt vom Verhältnis der akustischen Impedanz der verschiedenen Werkstoffe ab. Die AE-Welle im Inneren wird normalerweise für den Nachweis von AE-Quellen über große Strecken verwendet, wegen der geringen Schallschwächung der meisten Flüssigkeiten.

6 Anwendungen

Die Schallemissionsprüfung bietet viele Möglichkeiten Lecks an druckbeaufschlagten Geräten in Industrie und Forschung nachzuweisen. AT wird in den folgenden Bereichen angewendet:

- a) Druckbehälter;
- b) Rohrleitungen und Rohrleitungssysteme;
- c) Lagertanks;
- d) Druckkessel;
- e) Kesselrohre;
- f) Autoklaven;
- g) Wärmetauscher;
- h) Sicherheitsbehälter;
- i) Armaturen;
- j) Sicherheitsventile;
- k) Pumpen;
- l) Vakuumsysteme.