

DIN 25475-1

ICS 27.120.20

Ersatz für
DIN 25475-1:2004-05**Kerntechnische Anlagen –
Betriebsüberwachung –
Teil 1: Körperschallüberwachung zum Erkennen loser Teile**

Nuclear facilities –
Operational monitoring –
Part 1: Monitoring of structure-borne sound for loose parts detection

Installations nucléaires –
Surveillance en exploitation –
Partie 1: Surveillance du bruit solidien pour la détection des corps errants

Gesamtumfang 30 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN
Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Beschreibung der Überwachungstechnik	6
5 Anforderungen an das Körperschallüberwachungssystem	11
5.1 Prinzipieller Aufbau und Auslegungskriterien	11
5.2 Signalerfassung	13
5.2.1 Auswahl und Montage der Körperschallaufnehmer	13
5.2.2 Vorverstärker	14
5.3 Signalaufbereitung	14
5.3.1 Allgemeines	14
5.3.2 Bandpassfilter	14
5.3.3 Signalausgänge	15
5.3.4 Verstärker	15
5.4 Signaldarstellung	15
5.4.1 Effektivwert-Anzeige	15
5.4.2 Digitalisierung und Speicherung	15
5.4.3 Abhöreinheit	16
5.4.4 Informationsdarstellung	16
5.5 Signalüberwachung	18
5.5.1 Grenzsinalgeber	18
5.5.2 Verknüpfungslogik	19
5.6 Kalibrierung	19
5.6.1 Allgemeines	19
5.6.2 Mechanische Funktionsprüfeinrichtung	19
5.6.3 Elektrische Kalibriereinrichtung	20
6 Inbetriebsetzung und Betrieb	20
6.1 Allgemeines	20
6.2 Systemprüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme der Kühlmittelumwälzpumpe	20
6.3 Vorläufige Überwachung ohne Grenzwerte	21
6.4 Einstellung des Systems auf die Anlagenbedingungen	21
7 Durchführung der Überwachung	22
7.1 Allgemeines	22
7.2 Referenzaufzeichnungen	22
7.3 Maßnahmen bei Betrieb des Körperschallüberwachungssystems	23
7.3.1 Vorläufige Überwachung	23
7.3.2 Überwachung	23
7.4 Maßnahmen nach Meldung	23
7.5 Wiederkehrende Überprüfung des Körperschallüberwachungssystems	24
7.5.1 Allgemeines	24
7.5.2 Funktionskontrolle	24
7.5.3 Elektrische Systemprüfung	24
7.5.4 Testschläge	25
8 Dokumentation	26
Anhang A (informativ) Hinweise zur Auswertung	27

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Fachbereich Kerntechnik, Arbeitsausschuss NA 062-07-48 AA „Betriebsüberwachung — Kerntechnik“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP), erarbeitet. Es werden Anforderungen an das Körperschallüberwachungssystem, dessen Inbetriebsetzung und Betrieb, die Durchführung der Überwachung und die Dokumentation festgelegt zu dem Zweck, lose Teile innerhalb der druckführenden Umschließung des Reaktorkühlmittels frühzeitig zu erkennen, zu orten und zu bewerten, um damit Folgeschäden zu verhindern.

In Anlehnung an KTA 3201.4 ist der Titel dieser Norm Betriebsüberwachung.

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

DIN 25475, *Kerntechnische Anlagen — Betriebsüberwachung* besteht aus:

- *Teil 1: Körperschallüberwachung zum Erkennen loser Teile*
- *Teil 2: Schwingungsüberwachung zur frühzeitigen Erkennung von Änderungen im Schwingungsverhalten des Primärkreises von Druckwasserreaktoren*
- *Teil 3: Betriebsbegleitende Ermittlung von thermischen Belastungen¹⁾*

Änderungen

Gegenüber DIN 25475-1:2004-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an den Stand der Technik;
- b) Präzisierung verschiedener Anforderungen, z. B. 7.5.4 Testschläge.

Frühere Ausgaben

DIN 25475-1: 1983-10, 2004-05

1) In Vorbereitung.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anzuwenden für Verfahren zur kontinuierlichen Überwachung des an der druckführenden Umschließung des Reaktorkühlmittels von Leichtwasserreaktoren gemessenen Körperschalls zum Erkennen loser Teile innerhalb der druckführenden Umschließung. Bei dem hierzu verwendeten Körperschallüberwachungssystem handelt es sich um eine betriebliche Einrichtung, die demnach nicht nach KTA 3501:1985-06 ausgelegt werden muss.

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).

KTA 3501:1985-06, *Reaktorschutzsystem und Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems*²⁾

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe.

**3.1
abgelöstes Teil**
Teil, das keine Verbindung mehr mit den Komponenten innerhalb der druckführenden Umschließung des Reaktorkühlmittels hat und deshalb mit dem Reaktorkühlmittel mitgeführt werden kann

**3.2
Adaptionen-Resonanzfrequenz**
Eigenfrequenz des mechanischen Adaptionssystems (z. B. Schrauben, Magnete) einschließlich Körperschallaufnehmer

**3.3
bekanntes Ereignis**
Ereignis für das folgende Anforderungen erfüllt werden:

- vergleichbare Ereignisse traten mehrmals auf, wurden erfasst, ausgewertet und beurteilt;
- die Kriterien für die Vergleichbarkeit dieser Ereignisse sind identifiziert und definiert (z. B. Signalform, Laufzeit).

Anmerkung 1 zum Begriff Ein bekanntes Ereignis kann als nichtalarmrelevantes Ereignis oder als alarmrelevantes Ereignis eingestuft werden.

**3.4
Burst**
im Körperschallaufnehmer infolge eines Einzelschallereignisses erzeugte Signalanteil, der dem Signal des monotonen Grundgeräusches überlagert ist

2) Herausgeber: Kerntechnischer Ausschuss (KTA) beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS); Bezugsquelle: kta-gs.de

3.5**Burst-Amplitudenverteilung**

Häufigkeitsverteilung der beobachteten Betragsmaximalwerte der Bursts im Signal eines Körperschallaufnehmers

3.6**Burst-Intervallverteilung**

Häufigkeitsverteilung der beobachteten Zeitintervalle zwischen den einzelnen Bursts im Signal eines Körperschallaufnehmers

3.7**Einzelkanal-Alarmunterdrückung**

Funktion zur Reduzierung von Meldungen, realisiert in der Verknüpfungslogik

Anmerkung 1 zum Begriff Mit der Funktion Einzelkanal-Alarmunterdrückung können Meldungen von Einzelschallereignissen, die nur an einem Körperschallüberwachungskanal Bursts bringen, verhindert werden. Ist diese Funktion für einen Überwachungskanal aktiv, so muss der Grenzwert in mindestens einem weiteren Grenzsinalgeber überschritten werden, um eine Meldung auszulösen.

3.8**Einzelschallereignis**

durch ein Einzelereignis erzeugter Körperschall, der dem monotonen Grundgeräusch erkennbar überlagert ist (z. B. Anschlag eines losen Teiles, Steuerstabantriebsgeräusch, ruckartiger Abbau von Spannungen)

3.9**Grenzsinalgeber**

Einrichtung, die den Wert einer Variablen mit einem festen oder variablen Grenzwert vergleicht

Anmerkung 1 zum Begriff Wird der Grenzwert überschritten, ändert sich das Ausgangssignal sprunghaft.

3.10**Hintergrundgeräusche**

Körperschall, der auch ohne Vorhandensein loser Teile beim Betrieb der Reaktoranlage erzeugt wird

Anmerkung 1 zum Begriff Hintergrundgeräusche setzen sich zusammen aus monotonen Grundgeräuschen und betriebsbedingten Einzelschallereignissen.

3.11**Körperschall**

<Kerntechnik> Schall, der sich in festen Körpern ausbreitet

Anmerkung 1 zum Begriff Hierunter wird überwiegend der Schall im hörbaren Frequenzbereich verstanden.

3.12**Körperschallaufnehmer**

mechanisch elektrische Wandler zur Aufnahme von Körperschall, der an der Oberfläche eines festen Körpers als Weg, Geschwindigkeit oder Beschleunigung erfasst werden kann

3.13**Laufzeitdifferenz**

Zeitdifferenz zwischen dem Auftreten der Bursts, die durch ein Einzelschallereignis in den Signalen verschiedener Körperschallaufnehmer verursacht werden

3.14**lockeres Teil**

Teil, das sich teilweise gelöst hat, jedoch noch in Verbindung mit der jeweiligen Komponente steht

3.15

loses Teil

abgelöstes oder lockeres Teil

Anmerkung 1 zum Begriff Zu den losen Teilen gehören auch Fremdkörper.

3.16

monotones Grundgeräusch

Geräusch mit stochastischen (z. B. Kühlmittelströmungsgeräusch, Fluidresonanzen) und deterministischen Anteilen (z. B. drehzahlabhängiges Pumpengeräusch)

3.17

Überwachungsbereich

Bereich innerhalb der druckführenden Umschließung des Reaktorkühlmittels, in dem sich Teile lockern können oder die Aufenthaltswahrscheinlichkeit abgelöster Teile groß ist

BEISPIEL Reaktordruckbehälter-Kalotte oder Dampferzeuger-Primärkammer

3.18

überwachtes Signal

Signal, das von dem bandpassgefilterten Anteil des Signals des Körperschallaufnehmers abgeleitet wird

4 Beschreibung der Überwachungstechnik

Beim Anschlagen abgelöster oder lockerer Teile auf die innere Oberfläche der druckführenden Umschließung des Reaktorkühlmittels oder deren Einbauten findet eine Energieübertragung auf die Wandung statt. Hierdurch werden Einzelschallereignisse erzeugt.

Außerdem werden durch die Kühlmittelströmung und Pumpen sowie durch andere in oder an der druckführenden Umschließung angebrachte und während des Betriebes betätigte Komponenten (z. B. Ventile und Steuerstabantriebe) Hintergrundgeräusche erzeugt. Diese setzen sich zusammen aus monotonen Grundgeräuschen (siehe Bild 1 und Bild 2) und betriebsbedingten Einzelschallereignissen (siehe Bild 3). Bild 2 enthält Signalverläufe von monotonen Grundgeräuschen (mit Fluidresonanzen) eines Siedewasserreaktors (SWR). Bild 4 zeigt Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch den Anschlag eines abgelösten Teils. Die Signalamplituden in Bild 4 sind aus Darstellungsgründen unterschiedlich skaliert.

Das Signalmuster eines Testschlages und das zugehörige Ortungsergebnis sind in Bild 5 für einen Siedewasserreaktor und in Bild 6 für einen Druckwasserreaktor (DWR) dargestellt.

Für die Ursachenbestimmungen von Bursts reicht die Analyse des Signalverlaufs im Allgemeinen nicht aus. In diesen Fällen müssen zusätzliche betriebliche Informationen herangezogen werden.

Der Körperschall wird durch Körperschallaufnehmer erfasst, die außen an der druckführenden Umschließung des Reaktorkühlmittels angebracht sind. In dieser Norm wird davon ausgegangen, dass zur Aufnahme des Körperschalls Beschleunigungsaufnehmer verwendet werden.

Zum Erkennen loser Teile wird eine Amplitudenüberwachung des überwachten Signals durchgeführt. Die Signale der Körperschallaufnehmer werden in regelmäßigen Abständen abgehört. Ausgehend von Referenzaufzeichnungen werden Grenzwerte für das überwachte Signal eingestellt, deren Überschreitung im Allgemeinen Meldungen auslösen. Die Ursache eines Einzelschallereignisses kann durch Vergleich mit Referenzaufzeichnungen eingegrenzt werden. Als Kriterium für die Unterscheidung zwischen abgelösten und lockeren Teilen werden Laufzeitdifferenzen von Bursts eines Einzelschallereignisses herangezogen. Bei der Auswertung mehrerer aufeinander folgender Einzelschallereignisse treten bei lockeren Teilen gleiche Laufzeitdifferenzen auf, während bei abgelösten Teilen unterschiedliche Laufzeitdifferenzen auftreten können.

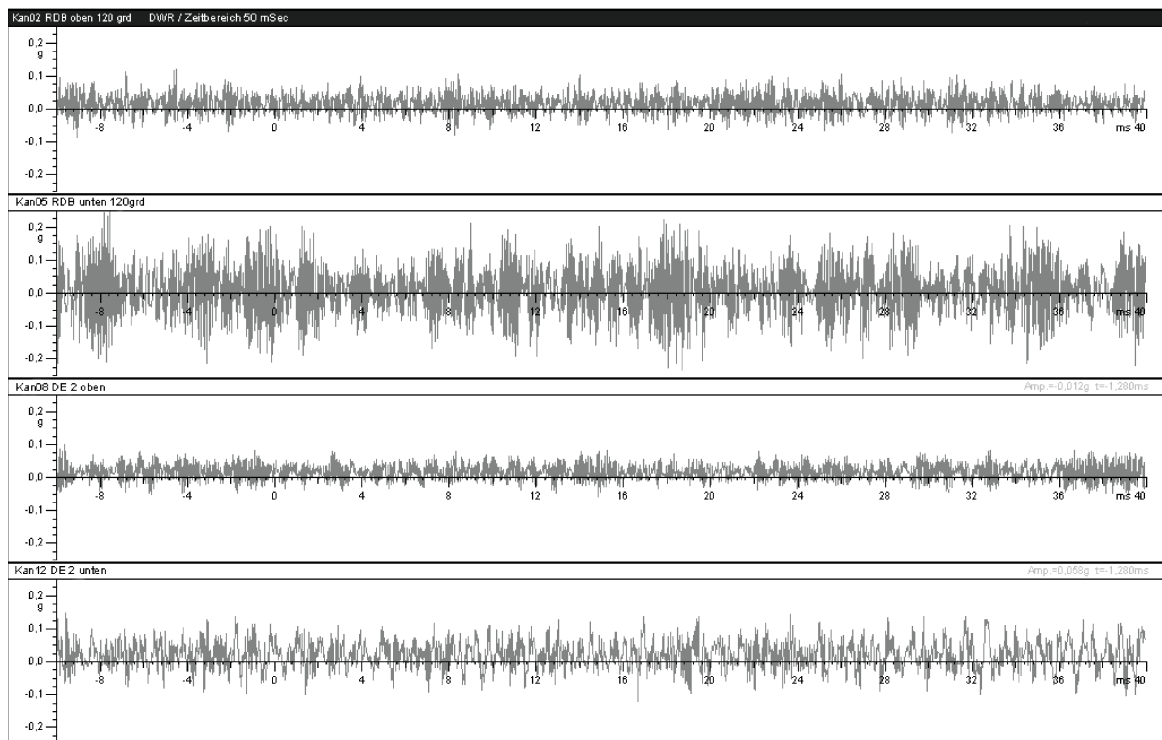


Bild 1 — Typische Signalverläufe von monotonen Grundgeräuschen eines DWR

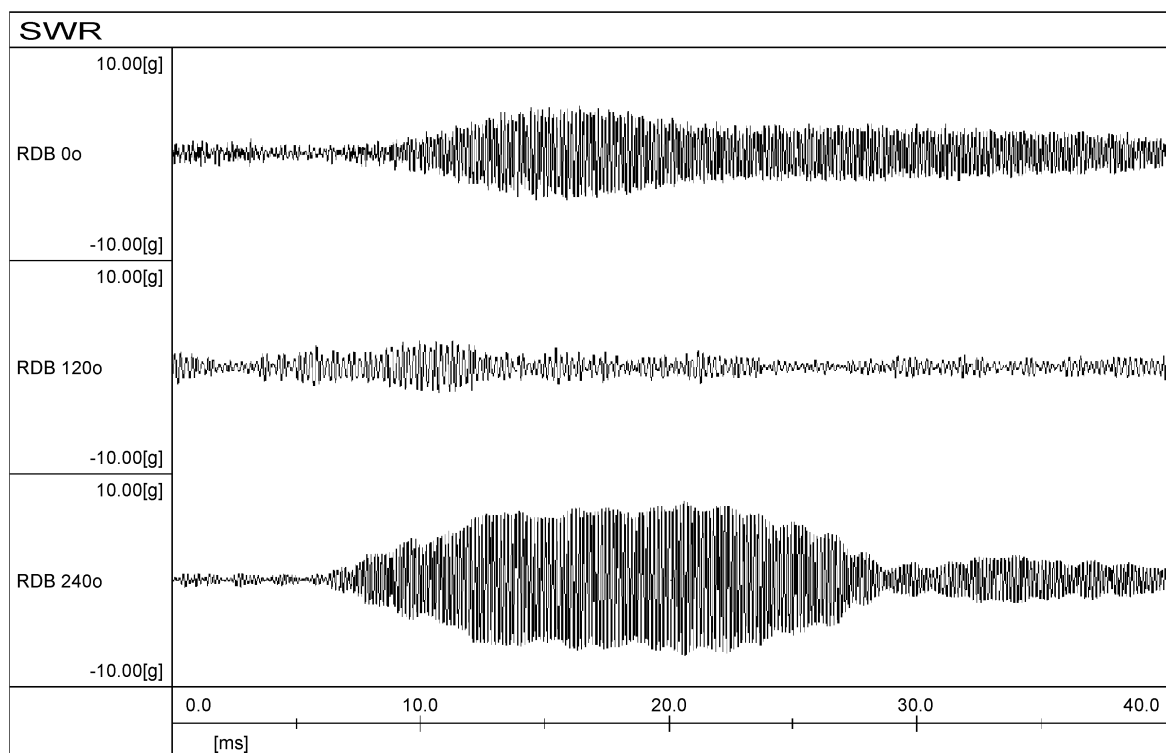


Bild 2 — Typische Signalverläufe von monotonen Grundgeräuschen eines SWR

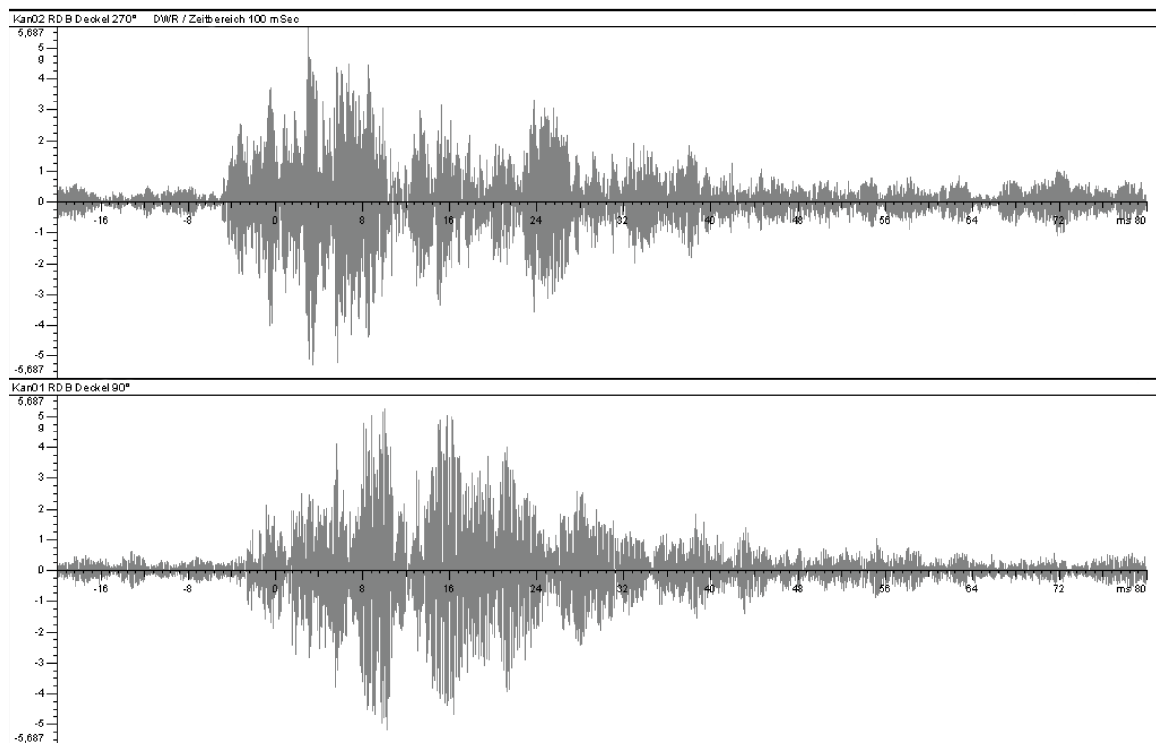


Bild 3 — Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch ein betriebsbedingtes Einzelschallereignis (Steuerstabfahren)

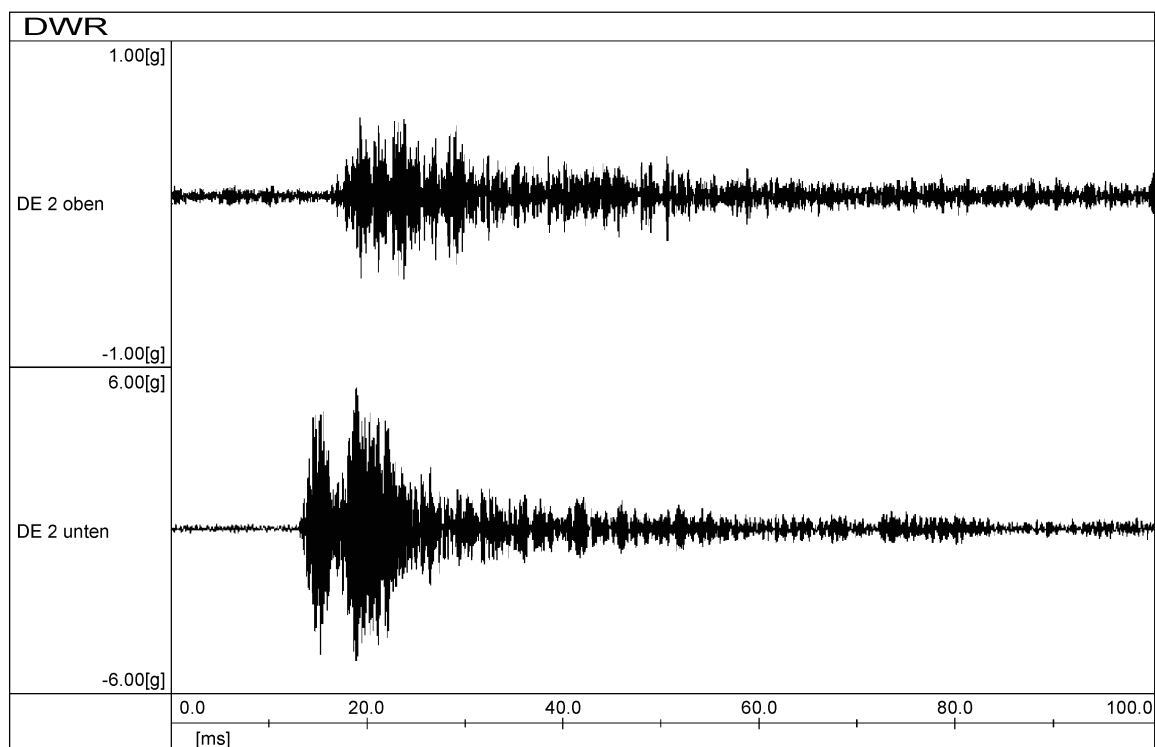


Bild 4 — Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch den Anschlag eines abgelösten Teils (Brennelement-Zentrierstift)

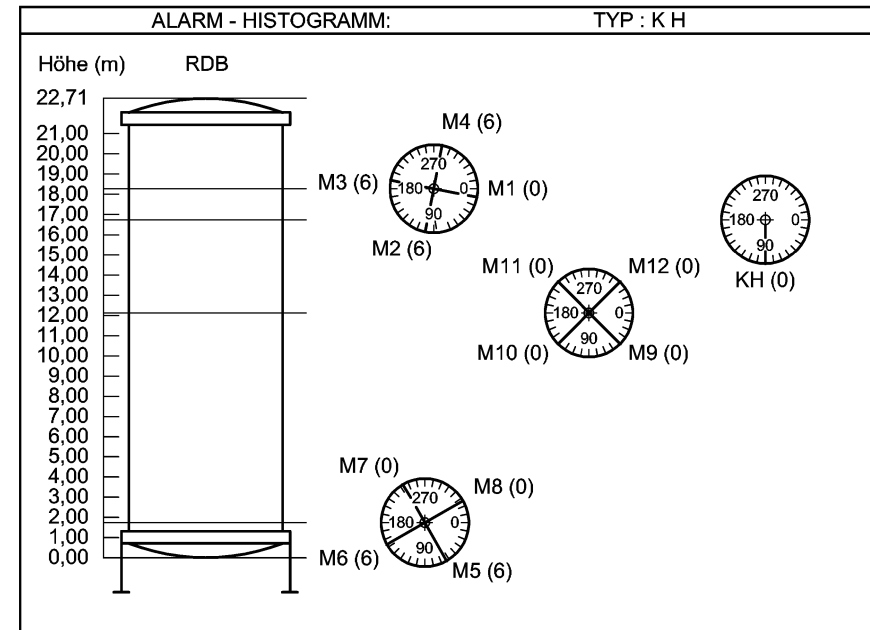
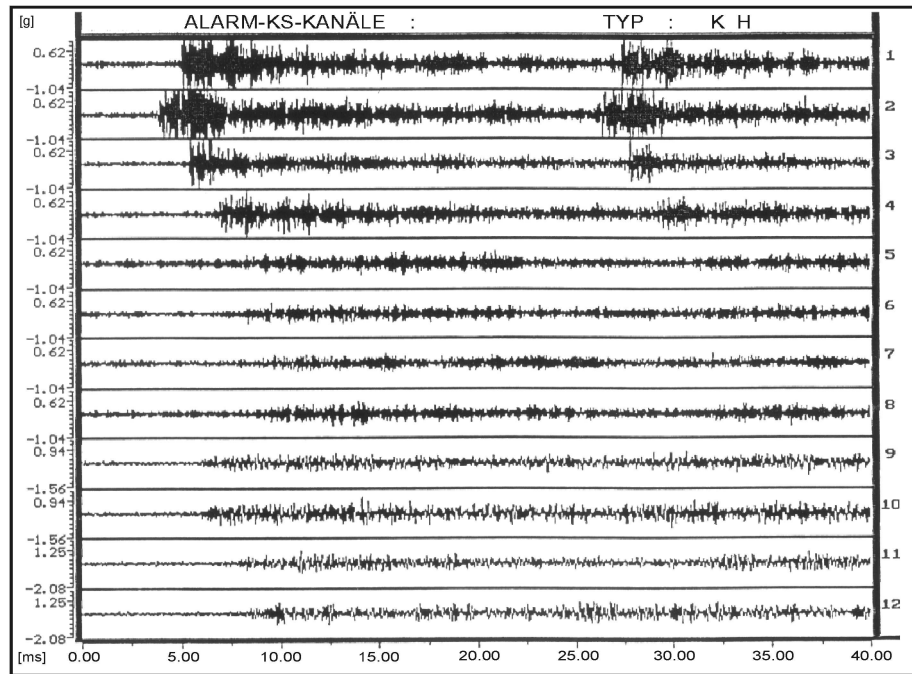


Bild 5 — Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch einen Testschlag sowie Ortung beim Siedewasserreaktor