

DIN 25475-1

ICS 27.120.20

Ersatz für
DIN 25475-1:1983-10**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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Begriffe	4
4 Beschreibung der Überwachungstechnik	6
5 Anforderungen an das Überwachungssystem	11
5.1 Prinzipieller Aufbau und Auslegungskriterien	11
5.2 Signalerfassung	13
5.3 Signalaufbereitung	14
5.4 Signaldarstellung.....	15
5.5 Signalüberwachung.....	18
5.6 Kalibrierung.....	19
6 Inbetriebsetzung und Betrieb	20
6.1 Allgemeines.....	20
6.2 Systemprüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme der Kühlmittelumwälzpumpe	20
6.3 Vorläufige Überwachung ohne Grenzwerte.....	20
6.4 Einstellung des Systems auf die Anlagenbedingungen	21
7 Durchführung der Überwachung	21
7.1 Allgemeines.....	21
7.2 Referenzaufzeichnungen	22
7.3 Maßnahmen bei Betrieb des Überwachungssystems.....	22
7.4 Maßnahmen nach Meldung.....	23
7.5 Wiederkehrende Überprüfung des Überwachungssystems	24
8 Dokumentation	25
Anhang A (informativ) Hinweise zur Auswertung	26
Literaturhinweise	30
Bilder	
Bild 1a — Typische Signalverläufe von monotonen Grundgeräuschen eines DWR	7
Bild 1b — Typische Signalverläufe von monotonen Grundgeräuschen eines SWR	7
Bild 2 — Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch ein betriebsbedingtes Einzelschallereignis (Steuerstabfahren)	8
Bild 3 — Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch den Anschlag eines abgelösten Teils (Brennelement-Zentrierstift)	8
Bild 4 — Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch einen Testschlag sowie Ortung beim Siedewasserreaktor	9
Bild 5 — Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch einen Testschlag sowie Ortung beim Druckwasserreaktor	10
Bild 6 — Funktionale Darstellung eines Körperschallüberwachungssystems	11
Bild 7 — Beispiel für ein digitales Körperschallüberwachungssystem	12
Bild A.1 — Leistungsdichtespektrum und Amplitudenverteilungsdichte eines Messsignals mit elektrischen Störungen	27
Bild A.2 — Burst mit zugehörigem linearem Frequenzspektrum	28
Bild A.3 — Trend und Häufigkeitsverhalten der kanalselektiven Burst-Amplituden	28
Bild A.4 — Zeitverläufe mit Ermittlung der Laufzeitdifferenzen	29

Vorwort

Diese Norm wurde vom Fachbereich Kerntechnik, Arbeitsausschuss NMP 748 „Betriebsüberwachung — Kerntechnik“, erarbeitet. Es werden Anforderungen an das Überwachungssystem, 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.

Anhang A ist informativ.

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

Änderungen

Gegenüber DIN 25475-1:1983-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an den Stand der Technik;
- b) Erweiterung der Norm durch Ergänzung der Digitalisierung;
- c) Ergänzung von Maßnahmen bei Betrieb des Überwachungssystems;
- d) Aktualisierung durch Aufnahme neuer Kenntnisse bei der Speicherung, Informationsdarstellung, Verknüpfungslogik und Grenzsinalgeber;
- e) Anpassung an die aktuelle Terminologie durch Streichung und Ergänzung von Begriffen;
- f) Umstellung der Gestaltung auf die Festlegungen nach Normen der Reihe DIN 820 und Umbenennung des Titels in Anlehnung an KTA 3201.4.

Frühere Ausgaben

DIN 25475-1:1983-10

1 Anwendungsbereich

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

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind

nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

KTA 3501:1985-06, *Reaktorschutzsystem und Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems*.¹⁾

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe:

- 3.1 Überwachungsbereiche**
Bereiche innerhalb der druckführenden Umschließung des Reaktorkühlmittels, in denen sich Teile lockern können oder die Aufenthaltswahrscheinlichkeit abgelöster Teile groß ist (z. B. Reaktordruckbehälter-Kalotte, Dampferzeuger-Primärkammer)
- 3.2 lose Teile**
abgelöste und lockere Teile. Zu den losen Teilen gehören auch Fremdkörper
- 3.3 abgelöste Teile**
Teile, die keine Verbindung mehr mit den Komponenten innerhalb der druckführenden Umschließung des Reaktorkühlmittels haben und deshalb mit dem Reaktorkühlmittel mitgeführt werden können
- 3.4 lockere Teile**
Teile, die sich teilweise gelöst haben, jedoch noch in Verbindung mit der jeweiligen Komponente stehen
- 3.5 Körperschall**
Schall, der sich in festen Körpern ausbreitet. Im Sinne dieser Norm wird hierunter überwiegend der Schall im hörbaren Frequenzbereich verstanden
- 3.6 Körperschallaufnehmer**
mechanisch elektrische Wandler zur Aufnahme von Körperschall, der an der Oberfläche eines festen Körpers als Weg, Geschwindigkeit oder Beschleunigung erfasst werden kann
- 3.7 Adaptionen-Resonanzfrequenz**
Eigenfrequenz des mechanischen Adaptionssystems (z. B. Schrauben, Magnete) einschließlich Körperschallaufnehmer
- 3.8 Hintergrundgeräusche**
Körperschall, der auch ohne Vorhandensein loser Teile beim Betrieb der Reaktoranlage erzeugt wird. Es setzt sich zusammen aus monotonen Grundgeräuschen und betriebsbedingten Einzelschallereignissen

1) Herausgeber: Kerntechnischer Ausschuss (KTA) beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

3.9**monotone Grundgeräusche**

setzen sich zusammen aus stochastischen (z. B. Kühlmittelströmungsgeräusch, Fluidresonanzen) und deterministischen Anteilen (z. B. drehzahlabhängiges Pumpengeräusch)

3.10**Einzelschallereignis**

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

3.11**Burst**

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

3.12**Burst-Intervallverteilung**

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

3.13**Burst-Amplitudenverteilung**

Häufigkeitsverteilung der beobachteten Betragsmaximalwerte der Bursts im Signal eines Körperschallaufnehmers

3.14**Laufzeitdifferenz**

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

3.15**Grenzsignalgeber**

der Grenzsinalgeber ist eine Einrichtung, die den Wert einer Variablen mit einem festen oder variablen Grenzwert vergleicht. Wird der Grenzwert überschritten, ändert sich das Ausgangssignal sprunghaft

3.16**Einzelkanal-Alarmunterdrückung**

diese Funktion dient der Reduzierung von Meldungen und ist in der Verknüpfungslogik realisiert. 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.

3.17**bekanntes Ereignis**

ein Ereignis ist bekannt, wenn 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. Signalfrequenz, Laufzeit).

Ein bekanntes Ereignis kann als nichtalarmrelevantes Ereignis oder als alarmrelevantes Ereignis eingestuft werden.

3.18**überwachtes Signal**

Signal, das von dem bandpassgefiltertem 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 1a und Bild 1b) und betriebsbedingten Einzelschallereignissen (siehe Bild 2). Bild 1b enthält Signalverläufe von monotonen Grundgeräuschen (mit Fluidresonanzen) eines Siedewasserreaktors. Bild 3 zeigt Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch den Anschlag eines abgelösten Teils. Die Signalamplituden in Bild 3 sind aus Darstellungsgründen unterschiedlich skaliert.

Das Signalmuster eines Testschlages und das zugehörige Ortungsergebnis sind in Bild 4 für einen Siedewasserreaktor und in Bild 5 für einen Druckwasserreaktor 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.

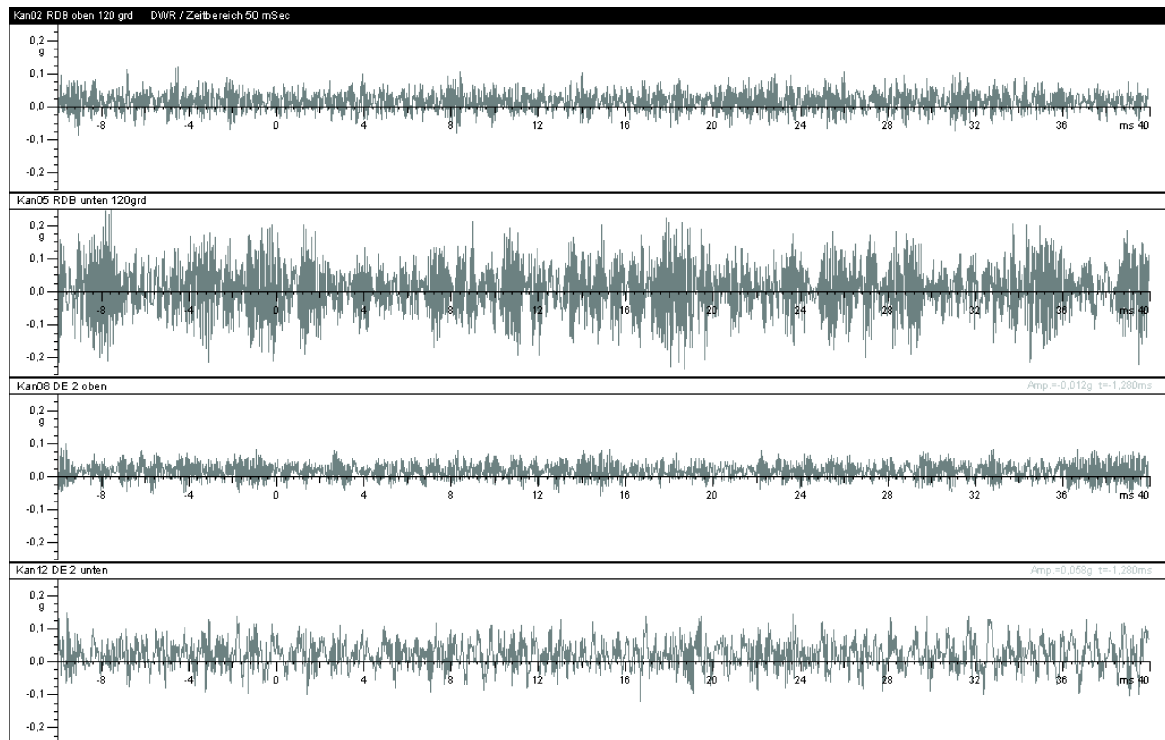


Bild 1a — Typische Signalverläufe von monotonen Grundgeräuschen eines DWR

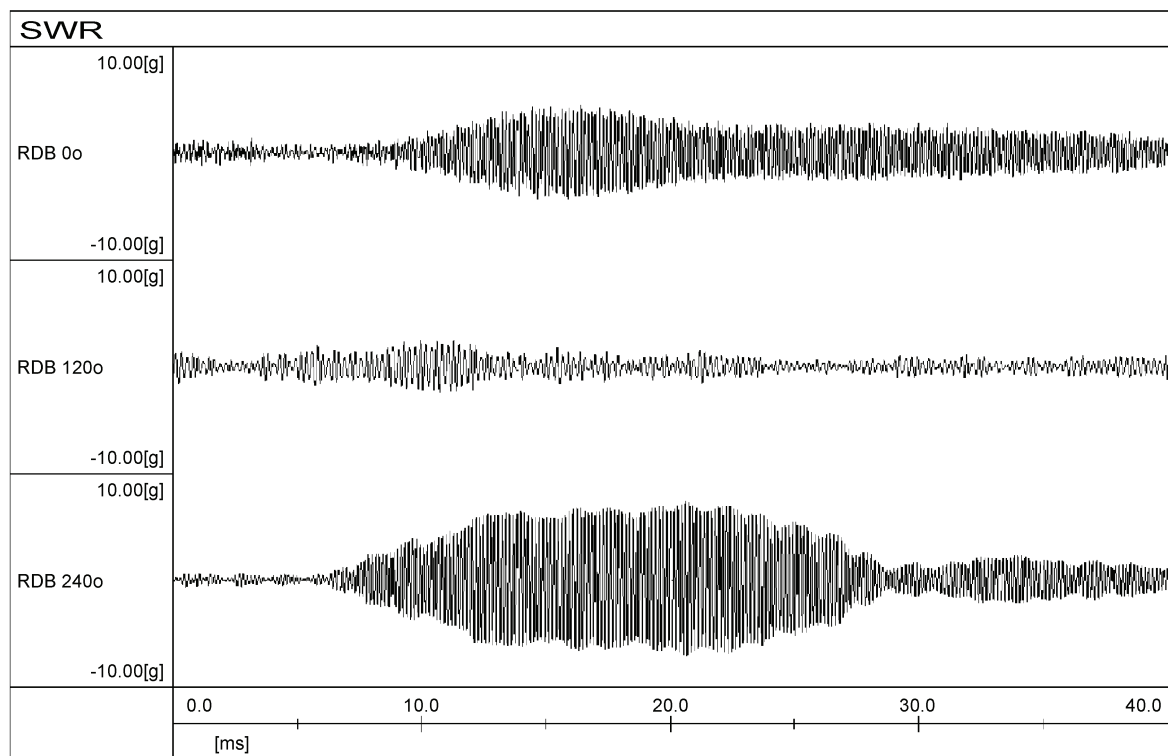


Bild 1b — Typische Signalverläufe von monotonen Grundgeräuschen eines SWR

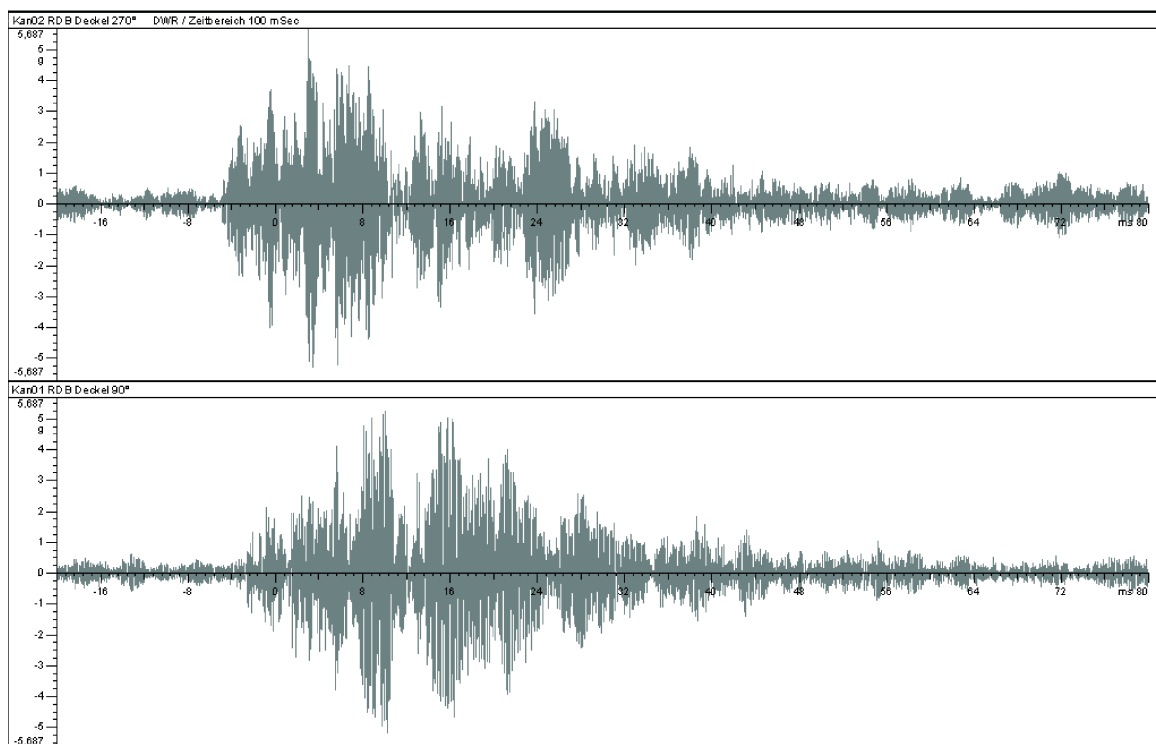


Bild 2 — Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch ein betriebsbedingtes Einzelschallereignis (Steuerstabfahren)

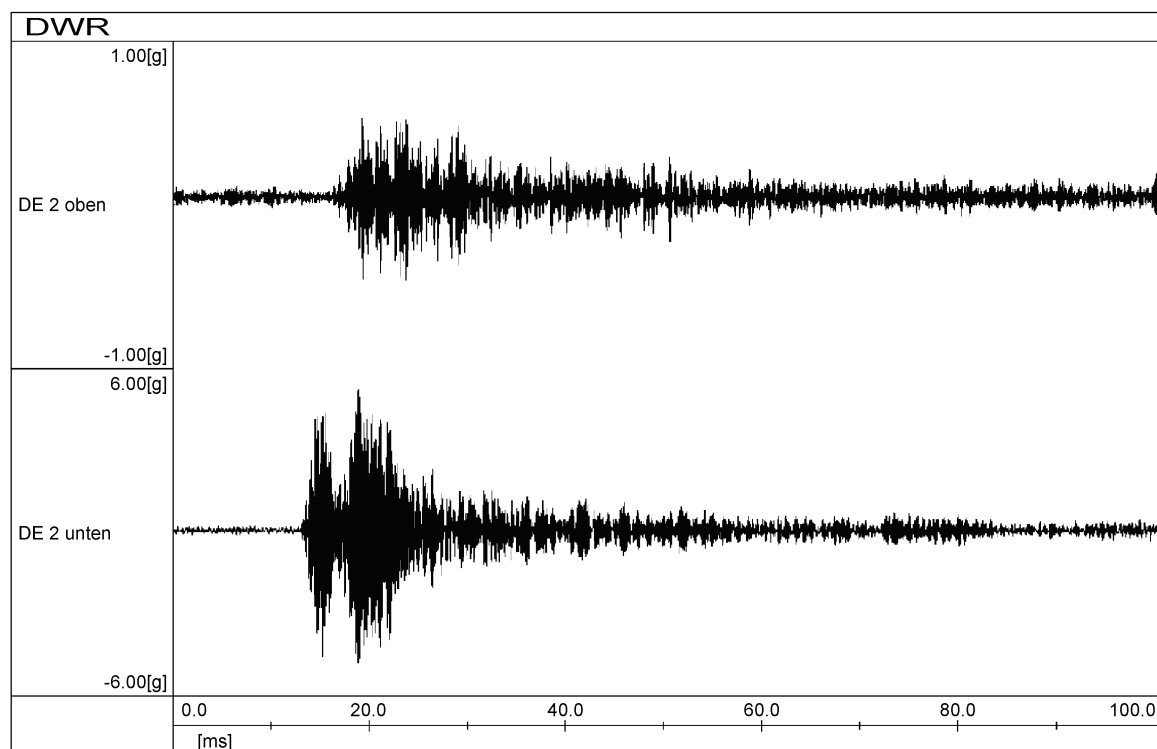


Bild 3 — Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch den Anschlag eines abgelösten Teils (Brennelement-Zentrierstift)

Bild 4 — Signalverläufe mit Bursts, hervorgerufen durch einen Testschlag sowie Ortung beim Siedewasserreaktor