

Prüfung von Mischnahtverbindungen nach KTA 3201.4

Kai GIERSEBECK *, Gordon HÜNIES *

* intelligenteNDT Systems & Services GmbH, Erlangen

Kurzfassung

Die Novellierung der KTA 3201.4 aus dem Jahr 2010 hat in verschiedenen Bereichen der mechanisierten Ultraschallprüfung zu einer Intensivierung der prüftechnischen Anforderungen geführt. Die KTA 3201.4 sieht eine mechanisierte Ultraschallprüfung an Mischnahtverbindungen in den Primärkreisen von Druckwasseranlagen vor.

Der Vortrag stellt dies am Beispiel der Prüfung von Mischnahtverbindungen dar.

Im Detail werden die bedeutensten Änderungen dargestellt in den Punkten:

- Vergleichskörper
- Eignung der Prüftechnik
- Prüfung plattierter Oberflächen
- Mischnahtverbindungen
- Thermoschutzrohre

Aus obigen Änderungen ergab sich ein signifikanter Aufwand zur Nachweisführung, in Summe wurden 24 dezitierte Nachweise geführt.

Das Vorgehen, die durchgeführten Maßnahmen und die Ergebnisse einer solchen Nachweisführung werden am Beispiel eines JNA Stutzen exemplarisch erörtert.

Mit den durchgeführten Nachweisen aber auch mit dem Einsatz der so begründeten Prüftechnik ist die intelligenteNDT in einem Großteil der deutschen Kernkraftwerke erfolgreich zum Pröfeinsatz gekommen.

Als Abschluss steht Fazit zu unseren Erfahrungen und ein Einblick in die von uns genutzte Gerätetechnik.



Prüfung von Mischnaht- verbindungen nach KTA 3201.4 (2010/11)

Kai Giersbeck
AREVA NDE-Solutions Germany,
intelligeNDT Systems & Services GmbH

Potsdam 27.05.2014

AREVA NDE Solutions

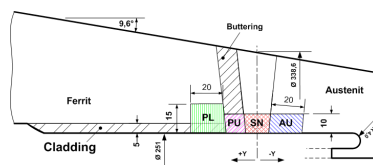
Zur externen Verwendung



Prüfung von Mischnahtverbindungen nach KTA 3201.4 (2010/11)

Inhaltsverzeichnis

- Anforderungen der KTA 3201.4 (2010/11)
- Durchgeführte Maßnahmen
- Beispiel: Konischer Stutzen



AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Anforderungen der KTA 3201.4 (2010/11)

- Die in der KTA 3201.4 festgelegten Anforderungen umfassen:
 - a) die sichere Überwachung der Betriebszustände,
 - b) die Durchführung von zerstörungsfreien Prüfungen in angemessenem Umfang,
 - c) die Aufzeichnung, Auswertung, sicherheitsbezogene Verwertung und Fortschreibung von Betriebserfahrungen,
 - d) die vorausschauende Erkennbarkeit von Änderungen der Beschaffenheit der Druckführenden Umschließung mittels wiederkehrender Prüfungen und Betriebsüberwachung,
 - e) die Bewertung der Ergebnisse der Wiederkehrenden Prüfungen und der Betriebsüberwachung.
- Die Ultraschallprüfung der druckführenden Umschließung betreffend sind gegenüber der Fassung 1999-06 Änderungen bei folgenden Punkten zu beachten:
 - a) Vergleichskörper
 - b) Nachweis der Eignung der Prüftechnik
 - c) Anforderungen an die Prüfung von:
 - Mischnähten,
 - plattierten Oberflächen,
 - Bereiche erhöhter Spannung Wärmeschutzrohren

AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Anforderungen der KTA 3201.4 (2010/11)

Nachweis der Eignung der Prüftechnik

► Anforderungen Prüfung Mischnaht

- ◆ Mischnähte werden in einer Vielzahl unterschiedlicher Kombinationen von Material und Ausführungen hergestellt.
- ◆ Sie gelten als schwierige Geometrie [§ 4.2.3.3.3 (2)].
- ◆ Der Eignungsnachweis ist an Vergleichskörpern mit definierten Eigenschaften durchzuführen [§ 4.2.3.3.3 (7)]

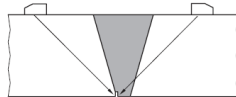


Bild 4-1: Lage der Nuten und Einschallrichtungen für die Prüfung von Schweißverbindungen zwischen ferritischen Stählen und zwischen austenitischen Stählen

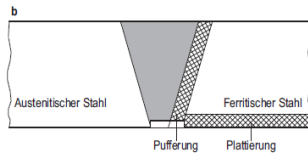


Bild 4-3: Lage der Nuten und Einschallrichtungen für die Querfehlerprüfung von Schweißverbindungen

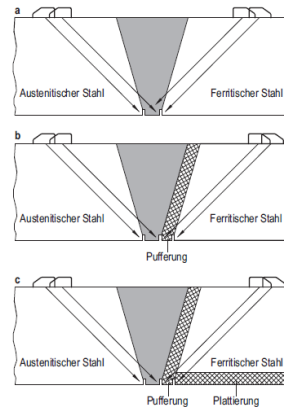


Bild 4-2: Lage der Nuten und Einschallrichtungen für die Längsfehlerprüfung von Schweißverbindungen zwischen ferritischen und austenitischen Stählen

AREVA NDE Solutions

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

PIGA Stempel

Limited distribution to AREVA



Anforderungen der KTA 3201.4 (2010/11)

Nachweis der Eignung der Prüftechnik

► Anforderungen Prüfung der Plattierung

- ◆ Plattierungen gelten als schwierig zu prüfende Werkstoffe [§ 4.2.3.3.3 (2)].
- ◆ Der Eignungsnachweis ist an Vergleichskörpern mit definierten Eigenschaften durchzuführen [§ 4.2.3.3.3 (9)]
- ◆ Bei der Prüfung von Mischnähten ist zu Beachten das der Plattierte Nahtnebenbereich mit einer anderen Empfindlichkeit zu prüfen ist, als der Bereich des Interfaces Naht/Plattierung, bzw. Pufferung/Plattierung.

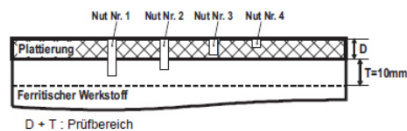


Bild 4-4: Lage der Nuten für die Prüfung plattierter Oberflächen

- Nut Nr. 1: Plattierungsdicke zuzüglich zweimal der Tiefe der nach Tabelle 4-2 auszuwählenden Nut,
- Nut Nr. 2: Plattierungsdicke zuzüglich der Tiefe der nach Tabelle 4-2 auszuwählenden Nut,
- Nut Nr. 3: ein Millimeter kleiner als die Plattierungsdicke oder kleiner,
- Nut Nr. 4: die Hälfte der Plattierungsdicke.

AREVA NDE Solutions

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

PIGA Stempel

Limited distribution to AREVA

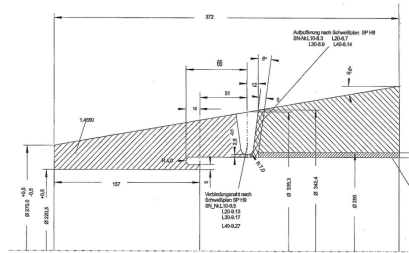


Anforderungen der KTA 3201.4 (2010/11)

Nachweis der Eignung der Prüftechnik

► Anforderungen Prüfung Wärmeschutzrohr

- Im Bereich von Mischnahtverbindungen befinden sich die üblicherweise auch Wärmeschutzrohranschlüsse.
- Die Bereiche erhöhter Spannung werden nach der KTA 3201.4 zusammen mit den Mischnähten geprüft. [§ 5.2].
- Der Eignungsnachweis ist an Vergleichskörpern mit definierten Eigenschaften durchzuführen [§ 4.2]
- Die Vergleichskörper für die MN-Prüfung sollten zumindest den Ansatz der TSR- Verrundung aufweisen



AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Durchgeführte Maßnahmen

Qualifizierungsmessungen

- Seit 2010 wurden von der intelligenten NDT Messungen an mehr als 35 Vergleichskörpern durchgeführt
- Entsprechen wurden Messungen an Komponenten durchgeführt
- Beispiel Qualifizierung einer Mischnaht an einem Konischen Stutzen

Wanddicke <20 mm					
Nr.1	Form	Konus- winkel	Ø außen	Ø innen	Wand- dicke
1	konisch	9,3	109	73,7	17,65
2	konisch	9,3	109	73,7	17,65
3	gerade	—	114,4	86,8	13,8
4	gerade	—	155	115	20
5	gerade	—	155	117	19
6	gerade	—	159	127	16
7	gerade	—	159	127	16
8	gerade	—	280	240	20
Wanddicke 20 bis 40 mm					
9	konisch	8,1	143,3	89,5	26,8
10	konisch	9	143,5	89,5	27
11	gerade	—	143,7	73,7	35
12a	gerade	—	171	127	22
12b	gerade	—	171	127	22
12c	gerade	—	171	127	22
13	gerade	—	172	126	23
14	gerade	—	280	220	30
15	gerade	—	286	222	32
16a	gerade	—	290	216	32
16b	gerade	—	290	216	32
17a	gerade	—	290	226	32
17b	gerade	—	290	226	32
18	gerade	—	293	252	21
19	gerade	—	324	266	29
20	außen konisch	9,6	338,3	266	36,15
21	gerade	—	388	348	40
22	innen konisch	9,7	425	348	38,5
23	innen konisch	10	428,5	351,5	38,5
24	gerade	—	1170,3	1093,3	38,5
Wanddicke >40 mm					
25	konisch	10	476	384	46
26	außen konisch	9,6	338,3	266	46,15
27	außen konisch	9,5	320,9	246	41,95
28	außen konisch	14,72	264	174	45
29	innen konisch	10	440	348	46

AREVA NDE Solutions

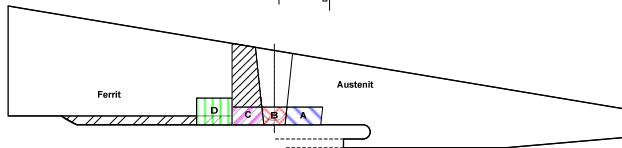
PIGA Stempel

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



- [illegible]

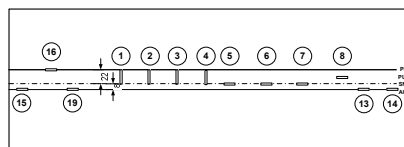


AU	HAZ austenitic basemetal
SN	Weld
PU	Buttering
PL	HAZ ferritic basemetal and cladding

Limited distribution to AREVA



- [illegible]



Nr.	Reflector	Position / Zone
5	Notch 4mm x 20mm	197° SN
6	Notch 3mm x 20mm	230° SN
7	Notch 2mm x 20mm	262° SN
8	Notch 3mm x 20mm	296° PU
13	Notch 1mm x 20mm	316° AU
14	Notch 3mm x 20mm	341° AU
15	Notch 5mm x 20mm	10° AU
16	Notch 7mm x 20mm	38° PL
19	Notch 2mm x 20mm	57° AU

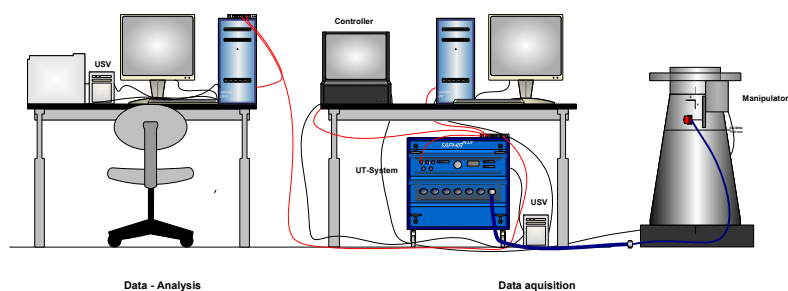
Nr.	Reflector	Position / Zone
1	Notch 3mm x 20mm	100° SN/PU/PL
2	Notch 4mm x 20mm	125° SN/PU/PL
3	Notch 7mm x 20mm	151° SN/PU/PL
4	Notch 10mm x 20mm	175° SN/PU/PL

Limited distribution to AREVA



Durchgeführte Maßnahmen Beispiel: Konischer Stutzen

- Datenaufnahme und Analyse erfolgt mit einem SAPHIR^{plus} UT-System
- Eingesetzt werden Phased ARRAY Prüfköpfe mit unterschiedlichem Aufbau und Prüftechniken



AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Durchgeführte Maßnahmen Beispiel: Konischer Stutzen

- Eingesetzt werden Phased ARRAY Prüfköpfe mit unterschiedlichem Aufbau und Prüftechniken

Nr.	Probe type	Beam angle (nominal)	Frequenz [MHz]	Elements	Cristal [mm]	Housing lxbxh [mm]
1	52SEL2 V16C 2(44x18)	52° long	2	2x8	2x(44x18)	57x50x35
2	60ET1 V16C (35x25)	60° trans	1	16	35x25	60x40x45
3	67EL2 V8C (26x18)	67° long	2	8	26x18	25x40x35
4	SE2 V16C 2(20x10)	36° long	2	2x8	2x(20x10)	40x40x35
5	71SEL2V16C 2(26x12)	71° long	2	2x8	2x(26x12)	40x40x35
6	54SEL1,5V16C 2(34x18)	54° long	1,5	2x8	2x(34x18)	50x50x35

AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

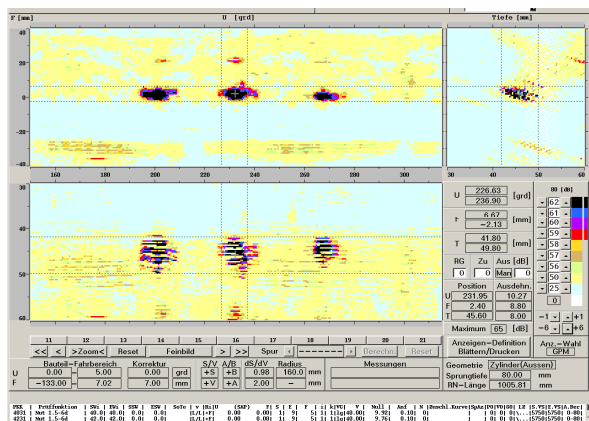
MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Durchgeführte Maßnahmen Beispiel: Konischer Stutzen

Auswertung der UT-Daten – Suchtechnik Längsfehler



AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

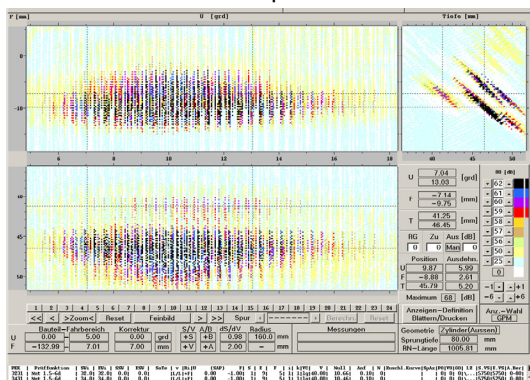
MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Durchgeführte Maßnahmen Beispiel: Konischer Stutzen

- Auswertung der UT-Daten – Analysetechnik Längsfehler
- Bestimmen der Fehlertiefe mit der Rißspitzenmethode



AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

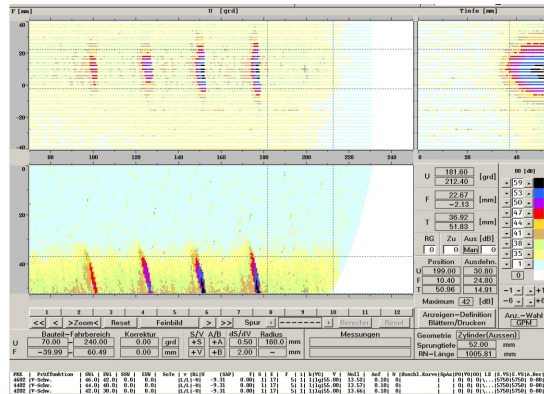
MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Durchgeführte Maßnahmen Beispiel: Konischer Stutzen

Auswertung der UT-Daten – Suchtechnik Querfehler



AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

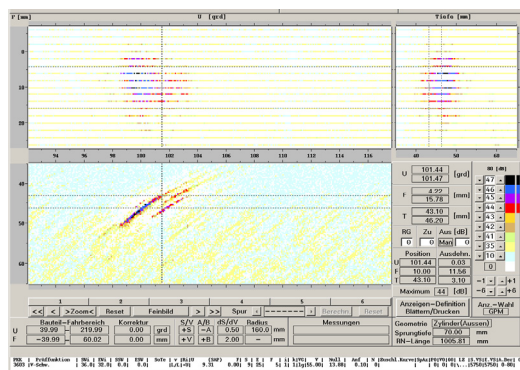
MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Beispiel: Konischer Stutzen

- Auswertung der UT-Daten – Analysetechnik Querfehler
- Bestimmen der Fehlertiefe mit der Rißspitzenmethode



AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



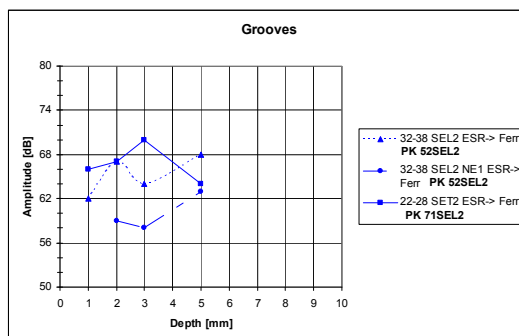
[illegible]

Vergleichskörper VK1 MN LP

Limited distribution to AREVA



- Die ermittelten Ergebnisse werden für jede Prüftechnik als Nutkennlinie aufgetragen

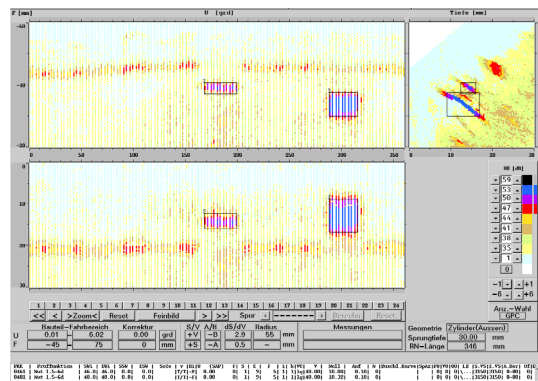
**PIGA Stempel**

Limited distribution to AREVA



Durchgeführte Maßnahmen Beispiel: Konischer Stutzen

► Wärmeschutzrohranschluss



Umfeld	Lage	Prüftechnik	Bewertung
1.1	1.1	1.1	1.1
1.2	1.2	1.2	1.2
1.3	1.3	1.3	1.3
1.4	1.4	1.4	1.4
1.5	1.5	1.5	1.5
1.6	1.6	1.6	1.6
1.7	1.7	1.7	1.7
1.8	1.8	1.8	1.8
1.9	1.9	1.9	1.9
1.10	1.10	1.10	1.10
1.11	1.11	1.11	1.11
1.12	1.12	1.12	1.12
1.13	1.13	1.13	1.13
1.14	1.14	1.14	1.14
1.15	1.15	1.15	1.15
1.16	1.16	1.16	1.16
1.17	1.17	1.17	1.17
1.18	1.18	1.18	1.18
1.19	1.19	1.19	1.19
1.20	1.20	1.20	1.20

AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Beispiel: Konischer Stutzen

► Resultate

- Die eingesetzten Longwellen Prüftechniken erfüllen nicht die Anforderungen an den Fall 1 nach KTA [4.2.3.3.2].
- Die Bewertung erfolgt überwiegend nach Fall 2, d.h nach Mustervergleich.
- Eine Transwellentechniken erfüllen die Anforderungen nach Fall 1 bei direkter Anschaltung bis zur Naht.
- Die Ergebnisse der in vorherigen Prüfungen eingesetzten Prüfkopftypen konnten bestätigt werden. Es wurden teilweise weitere Phased Array Techniken eingesetzt.
- Jede eingesetzte Prüftechnik wurde eindeutig als Such oder Analyse Technik gekennzeichnet.
- Die in diesem Beispiel gezeigten Ergebnisse lassen sich auf andere Bauteilgeometrien übertragen.

AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Note

“ This document contains elements protected by intellectual property rights as well as confidential information.
Any reproduction, alteration, transmission to any third party or publication in whole or in part of this document and/or its content is prohibited unless AREVA has provided its prior and written consent. This prohibition concerns notably any editorial elements, verbal and figurative marks and images included herein.
This document and any information it contains shall not be used for any other purpose than the one for which they were provided. In particular, no patent application and/or registered design may be applied for on the basis of the information contained herein.

Legal action may be taken against any infringer and/or any person breaching the aforementioned rules.

No warranty what so ever, express or implied, is given as to the accuracy, completeness or fitness for a particular use of the information contained in this document. In no event AREVA shall be liable for any damages what so ever including any special, indirect or consequential damages arising from or in connection with access to, use or misuse of the information contained in this document.

AREVA NDE Solutions

PIGA Stempel

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA



Prüfung von Mischnahtverbindungen nach KTA 3201.4 (2010/11)

Nachweis der Eignung von Prüftechniken für die Ultraschallprüfung von Stumpfnähten und von nicht plattierten Grundwerkstoffbereichen				
	Fall 1	Fall 2a	Fall 2b	Fall 3
Prüfung nach Abschnitt 4.2.3.3.3 (3)	4.2.3.3.3 (3)	4.2.3.3.3 (5)		4.2.3.3.3 (6)
Echohöhenunterschied zwischen Kante und Rauschpegel (Echohörendynamik)	≥ 16 dB	> 10 dB und < 16 dB		> 6 dB und ≤ 10 dB
Echohöhenunterschied zwischen Kante und der nach Tabelle 4-2 zu wählenden Nut	≥ 4 dB	< 4 dB	≥ 4 dB	> 0 dB und < 4 dB
Bezugsnut	nach Tabelle 4-2 zu wählende Nut	Nut mit geringerer Tiefe als die nach Tabelle 4-2 zu wählende Nut, jedoch mit einem Echohöhenunterschied zur Kante von ≥ 4 dB	Nach Tabelle 4-2 zu wählende Nut oder Nut mit größerer Tiefe, jedoch mit einem Echohöhenunterschied zur Kante von ≥ 4 dB	Nut mit Echohöhenunterschied zwischen Nut und Rauschpegel ≥ 6 dB
Registrierschwelle	nach Tabelle 4-2 zu wählende Nut zusätzlich eines Empfindlichkeitszuschlags von 6 dB	Bezugsnut zuzüglich eines Empfindlichkeitszuschlags von 6 dB		Registrierung ab dem Rauschpegel
Echohöhenunterschied zwischen Registrierschwelle und Rauschpegel	≥ 6 dB	> 0 dB und < 6 dB		0 dB
Zusatzbedingungen für eine ausreichende Aussagefähigkeit der Prüfung	Keine	Sofern Anzeigen die Registrierschwelle erreichen oder überschreiten, ist eine Bewertung dieser Anzeigen mittels Mustererkennung bis zum Rauschpegel vorzunehmen		Bewertung aller Anzeigen oberhalb des Rauschpegels mittels Mustererkennung ¹⁾
		—	Sicherheitstechnische Bewertung ²⁾	Sicherheitstechnische Bewertung ²⁾

¹⁾ Im Zuge des Nachweises der Eignung der Prüftechnik sind Kriterien festzulegen, nach denen die Unterscheidung des Musters der Bezugsnut vom Muster der Kante erfolgt.
²⁾ sofern die Bezugsnut eine größere Tiefe aufweist als die nach Tabelle 4-2 zu wählende Nut

Tabelle 4-1: Beim Nachweis der Eignung von Prüftechniken für die Ultraschallprüfung von Stumpfnähten und von nicht plattierten Grundwerkstoffbereichen einzuhaltende Kriterien

[zurück](#)

MN vs. KTA – Giersbeck - 26.05.2014

Limited distribution to AREVA

