Untersuchung der Eigenschaften von zurückgebogenen Betonstählen

T 1118

Fraunhofer IRB Verlag

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69 70504 Stuttgart

Nobelstraße 12 70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00 Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

T 1118: Untersuchung der Eigenschaften von zurückgebogenen Betonstählen.



PRÖFSTELLE FÖR BETONSTAHL PROF. REHM

Fritz-Reuter-Straße 26 D- 8000 München 60 Telefon (089) 88 24 91 Telex 05-22 872

Eigag: 17.08,63.

Forschungsvorhaben

Untersuchung der Eigenschaften von

zurückgebogenen Betonstählen

Finanziert durch das Institut für Bautechnik in Berlin

1. Problemstellung

In DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, ist keine Aussage über das Rückbiegen von Betonstählen enthalten. Da es nicht ausdrücklich verboten ist, wird es in vielen Fällen plangemäß, aber auch unkontrolliert angewandt.

Plangemäßes Arbeiten ist z.B. bei Anschlußbewehrungen üblich, bei denen sich in letzter Zeit eine Vielzahl von Elementen in der Baupraxis durchgesetzt haben. Weiterhin ist diese Arbeits-weise bei bestimmten Bauweisen, wie Schlitzwandbau, Gleitschalung etc. eine nötige Voraussetzung für rationelles Arbeiten.

Unkontrolliertes Rückbiegen tritt an nahezu jeder Baustelle auf und dem Praktiker bleibt nur das Staunen darüber, wie gutmütig sich Betonstähle durch Korrekturbiegen wieder in die vorgesehene Form bringen lassen. Ein Beispiel für eine stark durch die Bauarbeiten deformierte Bewehrung zeigt Bild 1. Leider keine extreme Ausnahme.



Bild 1: Schlitzwandbaustelle, stark verbogene Anschlußbewehrung

Für die Tragfähigkeit maßgebend ist nicht so sehr das Erreichen der ursprünglichen Form des Bewehrungsstahles, sondern die Frage, welche Eigenschaften der mehrfach verformte Stahl im Bereich der zwei- oder gar mehrfach gebogenen Zone aufweist und wie sich die beim Rückbiegen meist einstellende Abweichung von der Geradheit auf die Rißbildung, Dehnung und die Überdeckung in diesem Bereich auswirkt.

Das Zurückbiegen wird fälschlicherweise als gesichert angesehen, wenn der Rückbiegeversuch gemäß DIN 488, Teil 3, bestanden wurde. Hier liegt aus mehreren Gründen ein Mißverständnis vor.

Der Rückbiegeversuch wurde in DIN 488 übernommen, weil ursprünglich bei der Kaltverformung der gerippten Betonstähle ein großes Maß von "Sprödbruchempfindlichkeit" zutage trat (Lit.1/3). Durch die Änderung der Technologie bei der Stahlherstellung hat sich dieser Sachverhalt geändert. Dementsprechend wurde im Rahmen der Arbeiten an DIN 488 sowie an der Euronorm versucht, Klarheit darüber zu gewinnen, welches Prüfverfahren für die Biegefähigkeit die verläßlicheren und praxisnäheren Aussagen liefert. Die Entscheidung zwischen Falt- und Rückbiegeversuch fiel eindeutig für den letztgenannten aus (Lit.4).

Für das Rückbiegen selbst war jedoch damit keine Klärung erreicht. Der Versuchsablauf beim Rückbiegeversuch (Hinbiegen um $\rm d_{Br}$ bis 90°, künstliche Alterung bei 250°C, Rückbiegen um 60°) entsprechen nicht denen des "normalen" Rückbiegens an der Baustelle: Der Biegedorn $\rm d_{Br}$ gemäß DIN 488 ist größer als der zulässige gemäß DIN 1045, der Rückbiegewinkel mußte zu 90° angesetzt werden. Entscheidend ist jedoch, daß in diesem Versuch n i c h t die Eigenschaften im mehrfach gebogenen Bereich bestimmt werden.

Rein werkstoffkundlich stellt das Zurückbiegen eine mehrfache Kaltverformung dar. Dadurch ändern sich die Eigenschaften des Werkstoffes
beträchtlich, je nachdem, welche Biege- bzw. Rückbiegebedingungen gewählt
werden.

Beim Hinbiegen - korrekter Biegedorn vorausgesetzt - erfolgt eine Kaltverformung mit

- Erhöhung der Festigkeitseigenschaften,
- Abminderung des Verformungsvermögens,
- Änderung der Spannungs- Dehnungslinie, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die 0,01-Grenze beträchtlich absinkt und bei naturharten und wärmebehandelten Stählen die ausgeprägte Streckgrenze verschwindet.
- Ausbildung von Eigenspannungen.

Dies sind Fakten, die im einzelnen nicht des Nachweises im Rahmen dieser Untersuchung bedürfen.

Weiterhin erleidet der Betonstahl eine sog. Reckalterung (Lit. 4), welche je nach Stahlgüte in unterschiedlichem Ausmaß die Dehnung erneut mindert, die 0,01-Grenze aber steigen läßt. Lokal kann auch der sog. Bauschinger-Effekt eine Rolle spielen.

Das Zurückbiegen stellt die eigentlich schwierige Manipulation dar, und zwar aus mehreren Gründen.

Das Ziel wäre an sich,den gebogenen Bereich des Stabes wieder völlig gerade zu bekommen. Der gebogene Bereich setzt aber wegen der mit der Kaltverformung verbundenen Festigkeitserhöhung dem Rückbiegen einen höheren Widerstand entgegen. Der Werkstoff versucht auszuweichen und die Gegenbiegung in Bereichen niedrigerer Festigkeit - also am Ende oder außerhalb der Biegezone zu realisieren.

Dies bedeutet, daß ein exaktes Rückbiegen zur völligen Geradheit nur bei fester Einspannung des vorgebogenen Stahles und abschnittsweisem Ansetzen des Rückbiegewerkzeuges erreicht werden könnte.

Diese Bedingungen sind aber meist - zumindest an der Baustelle - nicht herstellbar.

Somit muß stets nach dem Rückbiegen mit einem mehr oder weniger "welligen" Stahl gerechnet werden (Bild 2)

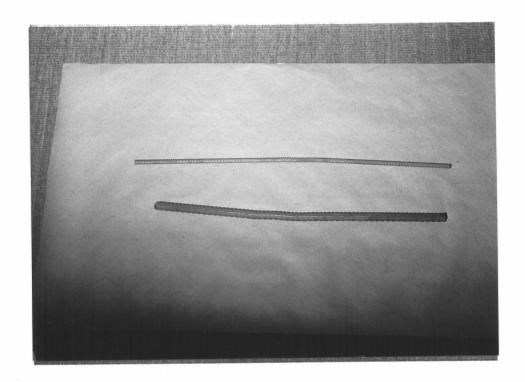


Bild 2

Die Einspannung im Beton bei unmittelbar anschließender Biegung ist nicht so starr, als daß sich dabei die obengenannte günstigste Bedingung einstellen würde. Das verwendete Werkzeug – bei kleinen Abmessungen (kleiner 14 mm) meist nur ein aufgestecktes Rohr – läßt zwar ein sukzessives Geraderichten zu, es bleibt aber ein sehr starker manueller Einfluß der Arbeitskraft.

Erst in letzter Zeit haben sich spezielle Rückbiegegeräte eingeführt (z.B. Firma GMA), die in geeigneter Weise ein recht ordentliches
Rückbiegen auch der großen Abmessungen erlauben (Bild 3).

Dabei ist jedoch ausreichend Platz zum Ansetzen des Gerätes und,
sofern die Stäbe einbetoniert sind, ein gewisser Abstand der Abbiegung
vom Beton erforderlich.



T 1118

2. Untersuchungskonzept

2.1. Generelle Angaben

Eine Untersuchung der Rückbiegefähigkeit kennt zwei natürliche Schwerpunkte

- werkstofftechnische Fragen
- bautechnische Fragen.

Das ursprüngliche Versuchsprogramm beinhaltete beide Komplexe.
Nach Abstimmung im Betreuerkreis sollte es Hauptaufgabe des
hier beschriebenen Teilprogrammes sein, die werkstoffkundlichen
Fragen zu bearbeiten, die bautechnische Seite wird schwerpunktmäßig von einer Paralleluntersuchung erfaßt.

Es war von besonderer Wichtigkeit, die îm Zusammenhang mit der Überarbeitung der DIN 488 zu Bedeutung gelangenden Stahlsorten BSt 500/550 ebenso zu berücksichtigen, wie die bislang bewährten Sorten BSt 220/340, BSt 420/500 RU und BSt 500/550 RK.

Das Rückbiegen selbst ist ein stark von der manuellen Ausführung beeinflußter Vorgang. Im Rahmen einer derartigen Untersuchung ist es prinzipiell nicht möglich alle Varianten, die in der Praxis vorkommen, zu realisieren. Auf Feld-Untersuchungen kann nicht zurückgegriffen werden, da diese Stähle herausgetrennt und erneuert hätten werden müssen.

Aus diesem Grunde war man gezwungen, eine versuchstechnisch realisierbare Berücksichtigung der Verhältnisse in der Praxis zu finden.

Einige Vorversuche zeigten den starken Einfluß des Biegedorn-durchmesses beim Hinbiegen.

Aus diesem Grunde wurden als wesentliche Versuchsparameter die Biegedorndurchmesser variiert. Damit
war es auch möglich, eine vergleichsweise Bewertung der Stahlsorten vorzunehmen: Die Änderung der Eigenschaften in Funktion des
Biegedorndurchmessers ergab sich als die wesentliche Beurteilungsgröße.

Das Rückbiegen selbst geschah bei Abmessungen bis 12 mm mit aufgestecktem Rohr, wobei der Stab selbst in einer Kupferzwischenlage im Schraubstock festgespannt war. Damit war es möglich, reproduzierbare Verhältnisse zu schaffen. Die größeren Abmessungen wurden in der Biegemaschine, ähnlich der Weise,wie sie das Gerät von Bild 3 zeigt, zurückgebogen. Das typische Aussehen der Proben zeigt das Bild 2.

2.2. Versuche

Hauptserie

Folgendes Vorgehen wurde festgelegt:

- a) Die Betonstahlproben wurden bei Raumtemperatur um unterschiedliche Biegedorne auf 90° vorgebogen. Der Zustand der Probe am Ende des Biegevorganges wird in geeigneter Weise festgehalten (das Bewertungsschema wird noch separat erläutert).
- b) Die Probe wird künstlich gealtert (250° C, 1/2 h) und anschließend an ruhender Luft auf Raumtemperatur abgekühlt.
- c) Die Probe wird bei Raumtemperatur (oder bei 15 °C, nur bei einigen Stäben) um 90 ° zurückgebogen (wie voran beschrieben).

 Der Zustand der Probe am Ende des Zurückbiegens auf "Geradheit" wird festgehalten (siehe Bewertungsschema).
- d) Die Probe wird bei Raumtemperatur einem Zugversuch unterworfen und dabei die
 - Lage des Bruches in Bezug auf die mehrfachgebogene Zone,
 - die Festigkeitswerte,
 - die Verformungswerte in der mehrfach gebogenen Zone und außerhalb bestimmt,
 - evtl. Anrisse und die max. Abweichung von der Geradheit ermittelt.

Für alles Versuchsmaterial wurden Vergleichswerte im Zugversuch an unbehandelten Proben bestimmt.

Im Rahmen der Hauptserie wurden auch Ergebnisse der Routineprüfung von Betonstählen mit Biegedornen nach DIN 488 einbezogen.

Nebenserie 1

An einer Stahlsorte (BSt 420/500 RUS) wurden dieselben Untersuchungen wie an der Hauptserie vorgenommen und zusätzlich die Alterungsbedingungen des gebogenen Stabes variiert.

Vier Varianten wurden benutzt:

- künstliche Alterung bei 250° C, 1/2 h
- künstliche Alterung bei 100° C, 1/2 h
- natürliche Alterung von 3 Tagen, Raumtemperatur
- natürliche Alterung von 3 Monaten, Raumtemperatur.

Nebenserie 2

An geraden, freien Stäben fanden Dauerschwingversuche statt. Die Stäbe waren zurückgebogen und wurden im Einstufenversuch im Hochfrequenzpulsator geprüft.

Ergänzung

Bei der Hauptserie wurden eine Reihe von Versuchsergebnissen aus der laufenden Prüfung im Rahmen der Fremdüberwachung einbezogen. In diesem Fall entsprachen die Biegedorndurchmesser denjenigen des Prüfversuches gemäß DIN 488, Teil 1.

2.3. Bewertungsschema

Um bei der Vielzahl der Meßgrößen beim Biege-, Rückbiege- und Zugversuch zu einer quantifizierbaren Bewertung zu kommen, wurde ein Bewertungsschema genutzt,

Dieses lautet für den Biege- und Rückbiegeversuch:

Ereignis	Bewertungsziffer
Ohne Schädigung	0
Bruch beim Hinbiegen	10
Bruch beim Zurückbiegen Biegewinkel: <30°	8
30 ÷ 60°	7
60 ÷ 90°	6
Anriß	3

Das Bewertungsschema für den $\underline{\text{Zugversuch}}$ an der zurückgebogenen Probe lautet:

Lage des Bruches	Meßgröße	Ве	wertungsziffer (a + b)						
Bruch in der mehr-fach ge-bogenen	Festigkeitswerte $\beta_{\rm Z} < \beta_{\rm S,0}$ $\Delta \beta_{\rm Z} > 10 ~\%$ $\Delta \beta_{\rm Z} < 10 ~\%$	a	5 4 2						
Zone	Gleichmaßdehnung < 2 % außerhalb der 2% ÷ 3% mehrfach gebogenen > 3 % Zone	b	5 3 1						
Bruch auß	Bruch außerhalb der mehrfach gebogenen Zone 0								

2.4. Überblick über die Zahl der Versuche

Hauptserie

Stahlsorte	Zahl der	Proben	
RTS (III S, IV S)	248	(11)	
RU (III U)	149	(63)	
RK (III K)	7.4	(12)	
RU (IV U)	23	(7)	
RUS (IV S)	18	(0)	
IV R (IV M)	48	(0)	
I U (I U)	29	(0)	
Gesamtzahl	591	(95)	*

Nebenserie 1:

Stahlsorte: BSt 420/500 RUS 30 Versuche

Nebenserie 2:

Stahlsorte: BSt 420/500 RU, Durchmesser 10 mm

$$d_{Br} = 0$$
: 5 Versuche
 $4 \cdot d_{s}$ 3 Versuche $2\sigma_{a} = 230 \text{ N/mm}^{2}$
 $2 \cdot d_{s}$ 3 Versuche

^{*} Zahlen in Klammern: Ergebnisse aus Routineprüfung übernommen.

2.5. Darstellung der Ergebnisse

Wegen des riesigen Schreibaufwandes und der daraus resultierenden großen Seitenzahl sind die Einzelergebnisse diesem Bericht nicht beigefügt. Falls die Notwendigkeit zur Einsichtnahme besteht, können sie bei der forschenden Stelle angefordert werden.

Die Darstellung selbst erfolgt in zusammenfassenden Tabellen, in denen jeweils die wesentlichen Versuchsbedingungen

- Stahlsorte, Stahldurchmesser,
- Biegedorndurchmesser
- Temperatur beim Rückbiegen

sowie das Ergebnis, aufgeteilt nach Rückbiege- und Zugversuche mit den wesentlichen Erkenntnissen

- versuchsbezogene Bewertungsziffer (Zugversuch und Zurückbiegen),
- Angaben über die Häufigkeit der Brüche in der mehrfach gebogenen Zone,
- Häufigkeit von Anrissen,
- Festigkeitsabfall,
- verbleibende Dehnung.

enthalten sind.

Es handelt sich dabei jeweils um Mittelwerte. Die Abweichungen von der Geradheit (nach dem Zurückbiegen) sind in separaten Tabellen dargestellt.

3. Versuchsmaterial

Das Versuchsmaterial entspricht im wesentlichen demjenigen des Forschungsvorhabens "Biegen und Rückbiegen von Betonstählen" über das der Bericht Nr. 391/11/79 Auskunft gibt.

In den Tabellen 1 bis 3 sind die Festigkeitseigenschaften sowie – soweit vorhanden – die chem. Analysen angegeben.

Für die aus der Routineprüfung entnommenen Proben war für jede einzelne ein Vergleichszugversuch vorhanden. Die Auflistung der insgesamt 95 Ergebnisse ist in diesem Bericht nicht enthalten.

Es wurde bei der Auswahl des Versuchsmaterials besonders darauf Wert gelegt, die neu in den Markt kommenden wärmebehandelten Sorten zu berücksichtigen.

4. Ergebnisse

Hauptserie

Die Einzelergebnisse wurden sortenbezogen und durchmesserbezogen in den Tabellen 4 bis 38 zusammengestellt. Dazu folgende Übersicht:

Stahlsorte	Durch- messer- gruppe	Nr. der Tabeller Ergebnis Zug- und Biegeversuche	n für Messung der Ab- weichung von der Geradheit
I≅G	6-12 20-28 6-28	4 5 6	 - 7
III U	6-12 14-18 20-28 6-28	8 9 10 11	- - 12
III K	6-12 14-18 20-28 6-28	13 14 15 16	- - - 17
IV U	14-20 20-28 14-28	18 19 20	- - 21
IV R (Matte)	6-12	22	23
IIIS/IVS (RTS)	6-12 14-18 20-28	24,25,26 27 28	- - -
III RTS IV RTS	6-28	29 30	
III RTS u. IV RTS	6-28	31	32
III RUS	20	33	34
IV RUS	14-18 20-28 14-28	35 36 37	38

Nebenserie 1:

Stahlsorte: BSt 420/500 RUS, Durchmesser 8 mm

R₂: 466 N/mm²

 $R_{\rm m}$: 642 N/mm²

(Nullversuche)

A₁₀: 22,6 %

A_{g1}: 13,6 %

Biegedorn:

1,0 · d_s

Die Ergebnisse dieser Untersuchungsreihe enthält Tabelle 41.

Nebenserie 2:

Stahlsorte BSt 420/500 RU

d _{br}	Schwingbreite	Bruchlastspielzahlen (* 10 ⁶)
0	230 N/mm²	2,0, 2,0, 2,0, 2,0, 2,0
4°d _s		0,46*, 1,1, 1,3
2 · d =		0,07, 0,12, 0,16

2,0 = kein Bruch

Proben mit Anrissen nach dem Geradebiegen.

5. Diskussion der Ergebnisse

Die entscheidende Frage der Untersuchung im Rahmen der Hauptserie lautete:

- Können bei Verwendung der Biegedorne gemäß DIN 1045, Tab. 18, Betonstähle unterschiedlicher Sorten kalt zurückgebogen werden?

Die zulässigen Biegedorne lauten:

d (mm)	III / IV	I
	^d br	^d br
< 20	4 ° d _s	2,5 · d _s
20 bis 28	7 · d _s	5 ° d _s

Ein einwandfreies Arbeiten wäre gegeben, wenn sichergestellt ist, ${\tt da}{\tt B}$

- Beim Biegen keinerlei Verletzung des Stabes A (Anrisse) auftreten und
- im Zugversuch, d.h. bei anschließender Belastung kein signifikanter Festigkeitsabfall (B1) auftritt und kein Bruch im mehrfachgebogenen Bereich entsteht (B2).

Um die Ergebnisse unter diesem Aspekt betrachten zu können, wurden die Tabellen 39 und 40 angefertigt. Ein Auszug, bei dem die voran mit A) und B) bezeichneten Kriterien positiv bzw. negativ beantwortet werden, ist in folgender Übersicht gegeben.

8					
Stahlsorte	Durchmesser-	А		В	
	bereich	eingehalten bei Biegedorn gemäß DIN 1045	eingehalt Biegedorr DIN 1045		
			B1	В2	
ΙG	6-18	+	ana	es-rida	
	20-28	+	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	+	
, III U	6-18	-		enne	
	20-28	<u>-</u>	votor		
III K	6-18	+	,	+	
	20-28	t.	+	+	
IV U	< 20	+		-	
	20-28	+ *************************************		+	
IV R	< 12				
III RTS	8-18	+		+,	
IV RTS	20-28	+	+	+	
IV RUS	< 18	+	+	+	
	20-28	+	+		

Bei dieser auf der sicheren Seite liegenden Betrachtungsweise stehen zweifellos die Kriterien A und B2 im Vordergrund. Legt man den Maßstab an wie bei Schweißverbindungen üblich, so verschiebt sich das Bild:

Bei geschweißten Proben ist ein Festigkeitsabfall von maximal10 % zulässig, ferner soll die Zahl der Schweißstellenbrüche einen Relativanteil von 10 % nicht übersteigen (Entwurf zu DIN 488, Teil 7). Damit erhält man folgenden Sachverhalt:

Stahlsorte	Durchmesser- bereich		riterien für Biegedorne 1045, Tab. 18 Bruchhäufigkeit in der mehrfach gebogenen Zone
I G	6-18 20-28	+ +	+
III U	6-18 20-28	+	+
III K	6-18 20-28	+ +	+
IV U	≤ 1820-28	+	+
IV R	< 12	+	-
III RTS		+	+
IV RUS	< 18 > 20	+	+

Aus der letzten Übersicht geht eindeutig der große Einfluß der Stahlsorte/Herstellungsart hervor, der auch bereits in den Tabellen 39 und 40 aufschien. Dabei können die Werte für III U und III K sowie für RTS (III + IV) als gut gesichert angesehen werden. Wie sich im Laufe der Produktion von RUS-Stahl das Qualitätsniveau entwickelt, ist noch nicht absehbar.

Allerdings ist es generell äußerst schwierig, im Rahmen einer derartigen Untersuchung die Extremwerte des Produktionsniveaus zu untersuchen. Dies gilt insbesondere deswegen, weil die Mindestanforderung der Norm für ${\bf A}_{10}$ bei einigen Stählen sehr niedrig in Bezug auf das übliche Produktionsniveau angesetzt ist.

Der Idealfall einer Untersuchung würde dann gegeben sein, wenn man für alle Stahlsorten (Produktionsarten) gezielt mehrere Qualitätsniveaus untersuchen könnte: Der Aufwand für das Versuchsmaterial alleine ist jedoch so groß, daß daran gar nicht zu denken ist.

Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, die in dieser Versuchsserie gefundenen Werte auf die am Werkstoff vorhandenen Eigenschaften zu beziehen. Nimmt man an, daß die Dehnung (A_{10}) die maßgebende Rolle spielt, so lauten die Bezugswerte wie folgt:

Stahlsorte	Dehnungsniveau des	Versuchsmaterials (A_{10})				
(Herstellungsart)	Range	Mittelwert				
BSt 220/340 GU	16,9 - 27,9	23,9				
BSt 420/500 RU	13,5 - 20,3	17,1				
BSt 420/500 RK	10,8 - 17,6	14,4				
BSt 500/550 RU	15,0 - 17,5	16,3				
BSt 500/550 RUS	18,4 - 21,5	19,4				
BSt 500/550 RK	8,9 - 14,2	11,8				
BSt 420/500 RTS	19,4 - 22,4	20,9				
BSt 500/550 RTS	15,9 - 16,6	16,3				

Vergleicht man diese Werte mit den vorangemachten Angaben, so sieht man keine eindeutige Korrelation in dem Sinne, daß höhere Ausgangswerte auch ein günstigeres Verhalten beim Rückbiegen zur Folge haben. Das mag innerhalb einer Stahlsorte gelten, aber beim Vergleich der Stahlsorten offensichtlich nicht.

Die Folgerung daraus lautet, daß das Verformungsverhalten beim Rückbiegen sortenspezifisch zu beurteilen ist.

Im Vordergrund scheint aber die Herstellungsart zu sein. Mit anderen Worten: ein ${\rm A}_{10}^-$ Wert von 15 % ist bei III RK anders zu beurteilen als bei III RTS oder III U.

Diese Zusammenhänge exakt aufzuspüren wäre einer - voran bereits besprochenen - Arbeit vorbehalten, zu der gezielt Versuchsmaterial hergestellt werden müßte. Im Rahmen dieser Untersuchung ist nur die eben gemachte qualitative Aussage für den Mittelwert möglich.

Nebenserie 1 (unterschiedliche Alterung)

Das wesentliche Ergebnis der Nebenserie 1 besteht darin, daß die ungünstigste Prüfart Herausgefunden wurde, nämlich die Proben ohne irgendeine Form der Alterung zu prüfen.

Nur bei dieser Variante traten Brüche in der zurückgebogenen Zone auf.

Dieser Sachverhalt äußert sich bereits in der mittleren Rißtiefe. Durch die künstliche Alterung scheint sich zwar die Verformungsfähigkeit der mehrfach gebogenen Zone zu vermindern in dem Sinne, daß sich bei 250° kleiner wird als bei 100° C, aber maßgebend ist offenbar der Grad der Schädigung beim Zurückbiegen. Andererseits scheint das künstliche Altern und die 3-monatige Auslagerung bei Raumtemperatur bei diesem Stahl die Verformungswerte im nicht gebogenen Bereich zu heben.

Nebenserie 2

Die Dauerschwingversuche bestätigen die banale Vermutung, daß durch das Mehrfachbiegen ein sehr starker Abfall der Dauerschwingfestigkeit eintritt. Im vorliegenden Fall ist er nur qualitativ zu fassen, da bei den Nullversuchen nur Durchläufer aufgetreten waren.

Falls es gar zu einem Anriß beim Biegen kommt, kann von einer Schwingfestigkeit gar nicht mehr gesprochen werden.

Auch in dieser Versuchsreihe zeigt sich der vorrangige Einfluß des Biegedorns beim Hinbiegen.

6. Zusammenfassung

Der Gesamtkomplex Rückbiegen von Betonstählen wird von werkstoffund bautechnischen Gesichtspunkten maßgeblich beeinflußt.

In dem vorliegenden Forschungsprogramm wurde die werkstofftechnische
Seite des Problems Rückbiegen ausführlich untersucht.

Aufgabe dieser Untersuchung war es, die verschiedenen derzeit im Stahlbetonbau eingesetzten Betonstähle auf ihre Rückbiegefähigkeit zu untersuchen. Zu diesem Zweck mußte der Begriff "Rückbiegen" definiert und eine geeignete Untersuchungsmethodik gewählt werden.

Als geeignete Versuchsmethode erwies sich ein Zugversuch nach dem Hin- und Zurückbiegen.

Das Zurückbiegen erfolgte dabei in einer Form, die einer günstigen Ausführung in der Praxis nahekommt. Die in der Baupraxis im ungünstigsten Fall auftretenden extremen Rückbiegeprozeduren (Geradeschlagen mit Hämmern) konntenin ein derartiges Versuchsprogramm nicht mit einbezogen werden.

Als Hauptparameter für das Untersuchungsprogramm wurden die Stahlsorten sowie der Biegedorndurchmesser des Hinbiegens eingeführt.

Als Hinbiegewinkel wurde einheitlich 90 ° gewählt. Ein Winkel, der in vielen Fällen bei planmäßigem Rückbiegen auftritt, der aber bei Korrekturbiegungen nie erreicht wird.

Andererseits werden Betonstähle, die auf Biegewinkel über 90° gebogen wurden (z.B. Schlaufen) in der Regel nie zurückgebogen.

Als Kriterien für die Beurteilung der Rückbiegefähigkeit wurde der Werkstoffzustand im zurückgebogenen Stab ermittelt, was über die Feststellung von Anrissen, der erreichten Geradheit sowie der Festigkeits- und Verformungseigenschaften geschah. Die Untersuchung zeigte, daß Betonstahl in der Regel das Rückbiegen gestattet, wenn beim Hinbiegen der Biegedorn demjenigen entspricht, der in der DIN 488, Teil 1, Tabelle 1, für Betonstahl vorgegeben ist und ein Biegewinkel von 90 ° nicht überschritten wird. Allerdings sind werkstoffspezifische Einschränkungen zu machen, insofern als bestimmte Stahlsorten, z.B. III U und IV U erkennen lassen, daß nicht in allen Fällen (Durchmesser) diese Feststellung zutrifft.

Die Zusammenhänge des Rückbiegevermögens zu den Eigenschaften des Ausgangsmaterials sind sehr schwierig darstellbar. Dies könnte nur geschehen, wenn für ein derartiges Versuchsprogramm gezielt Schmelzen von Betonstählen unterschiedlicher Herstellungsart mit gezielten Eigen schaften produziert werden. Ein derartiges Unterfangen ist jedoch so kostspielig, daß es den Rahmen eines Forschungsprogrammes, wie es hier vorliegt, sprengen würde.

Man muß aber davon ausgehen, daß die Stähle III U und IV U eine derartig große Herstellungsbreite hinsichtlich der Eigenschaften aufweisen, wodurch es zu den vorhin beschriebenen Grenzfällen kommt. Andererseits war Material anderer Stahlsorten mit derartigen Extremzuständen gar nicht verfügbar.

Einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf das Rückbiegen übt die Art der Auslagerung aus. Durch die Versuche wurde festgestellt, daß die ungünstigste Form der Beanspruchung vorliegt, wenn die Proben nicht künstlich gealtert, sondern einer natürlichen Auslagerung unterzogen werden. Eine Erklärung hierfür ist insofern möglich, als durch alle Wärmebehandlungen, auch bei Temperaturen kleiner 250°C, eine Erholung der durch Kaltverformung extrem hoch beanspruchten Stellen auftritt.

Ferner konnte festgestellt werden, daß die Dauerschwingfestigkeit der Stähle durch das Rückbiegen beträchtlich sinkt.

Eine Erklärung sind die aufgetretenen mechanischen Verletzungen im Bereich des Rippenfußes sowie die sich aus der Abweichung von der Geradheit des Stabes ergebenden mehrfachen Zusatzbeanspruchungen.

Betrachtet man ausschließlich die werkstofftechnische Seite des Rückbiegens, so können folgende wesentlichen Schlußfolgerungen gezogen werden.

- a) Der Rückbiegevorgang selbst muß mit großer Sorgfalt durchgeführt werden. Knicke sind zu vermeiden.
- b) Werden Rückbiegungen vorgenommen, bei Biegedorndurchmessern größer als in DIN 488 und Hinbiegewinkeln kleiner 45°, so ist im Regelfall davon auszugehen, daß der Werkstoff die vorgeschriebenen statischen Festigkeitseigenschaften sowie eine Gleichmaßdehnung von ≥ 2 % besitzt.
- c) Muß in einem Anwendungsfall in größerem Umfang zurückgebogen werden oder sind die eben in b) genannten Bedingungen nicht erfüllt, so empfiehlt es sich, werkstoffkundliche Untersuchungen über das Rückbiegen zu machen.

Diese dürfen jedoch nicht isoliert von der bautechnischen Beanspruchung betrachtet werden.

- d) Es empfiehlt sich für das Rückbiegen Betonstahlsorten zu wählen, die von Hause aus eine sehr große Verformungsfähigkeit mitbringen, deren Qualität möglichst wenig streut und die eine günstige Ausbildung der Rippen besitzen.
- e) Ist im Bereich des Mehrfachbiegens mit einer nicht vorwiegend ruhenden Beanspruchung zu rechnen, so sind in jedem Fall gezielte Versuche über die Dauerschwingfestigkeit im Anwendungsfall vorzunehmen.

Acknowledgement:

Die PRÜFSTELLE bedankt sich beim Institut für Bautechnik für die Zur-Verfügung-Stellung der Mittel.

Besonderer Dank gilt den Herren Baudirektor Kulessa, Ministerialrat Dr. Wagner und Dr. Martin für die Betreuung des Vorhabens.

Literaturverzeichnis:

Made State S

- (1) Sprödbruchgefahr bei Betonstählen, Betonstahl in Entwicklung, Heft 6, 1957
- (2) Lückerath, W.: Rißanfälligkeit quergerippter Betonstähle, Phönix-Rheinrohr AG, 1956
- (3) Banerjee, P. und A. Krüger:
 Einfluß der Kaltverformung auf die mechanischen Eigenschaften
 von Betonstählen nach künstlicher Alterung, Arch.EH.Wesen, 37,
 1966, Heft 8, S. 639
- (4) Wagner O. und D. Rußwurm: Untersuchung der Vergleichbarkeit von Faltversuch und Rückbiegeversuch an Betonstählen,
 Betonwerk + Fertigteiltechnik, Heft 8/80
- (5) Stolte E. und W. Heller: Stand der Kenntnisse über die Alterung von Stählen, Stahl und Eisen 90, 1970, Nr. 16, S. 861 und 909
- (6) Rehm G. und D. Rußwurm: Warmbiegefähigkeit von Betonstählen,
 Betonwerk + Fertigteiltechnik, Heft 7/80
- (7) Lalik J.F. und R.L. Cusick: Cold Straigthening of Partially Embedded Reinforcing Bars, Concrete International, July 1979

ERGEBNISSE	ERGEBNISSE VERSUCHSMATERIAL - NULLVERSUCHE									Tabelle	1		
Stahlsorte	Durch- messer	Stat. Fest	igkeitswer	te	Chemi	sche Ana	lyse			The state of the s			
	mm	ßs	B _z	A ₁₀	С	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	N
BSt	12	440	738	16,9							Astronogy and a second		
220/340 GU	12	316	471	27,9		Transaction of the Control of the Co		durant de la companya del companya del companya de la companya de	a volumenta esta esta esta esta esta esta esta es	eanape on the day			
Till vallanda vill residenti	20	315	525	27,0				and the second s		instrument of the contract of	nyijiy		
BSt	8	445	722	20,3		edebate de la companie de la compani		Personal Desiration of the Control o	ngint-vator quagnosta-to-		одиновления оброзования образования оброзования образования образо		
42 <u>0</u> /500 RU	8	540	765	13,5				distribution de la constantina della constantina	operator services and the services are services and the services and the services and the services are services and the services and the services and the services are services and the services and the services are services and the services and the services are services are services and the services are services and the services are services and the services are services are services and the services are services are services are services and the services are services are services are services are services are services are service		geograpia		
	8	475	732	17,0	0,32	0,36	0,87	0,027	0,067	0,32	0,19	0,77	
	8 -	488	786	15,4	0,30	0,34	1,37	0,020	0,032	0,16	0,14	0,44	
	12	475	753	18,3	0,39	0,31	1,30	0,015	0,025	0,08	0,08	0,12	
	16	469	750	17,2	0,39	0,31	1,30	0,015	0,025	0,08	0,08	0,12	
	16	547	830	15,0									
	16	430	654	19,7	0,27	0,41	0,91	0,014	0,029	0,07	0,16	0,43	
	20	454	741	18,0	0,39	0,31	1,3	0,015	0,025	0,08	0,08	0,12	
	28	436	716	16,1	0,40	0,23	1,1	0,021	0,047	0,25	0,13	0,34	
				Angel						THE STATE OF THE S			
				tier national page (en en e									
				Biolini (Million)					Regional velocities	Managaran again			Rincopyrigation
			- September and provide and pr	Anna property and a state of the state of th		Replacement was replaced to the control of the cont				Bononia and a second			a strangenous paragraphic para
			enerally wilding	Bio deline de la company de la									
										C	By a second		and discussion of the contract
				}		1		1	1	<u></u>			<u> </u>

Tabelle 2 ERGEBNISSE VERSUCHSMATERIAL - NULLVERSUCHE Chemische Analyse Stat. Festigkeitswerte Stahlsorte Durchmesser Ni mm N P S Cr Cu C Si Mn A₁₀ Bs Bz 0,17 0,24 0,86 0,018 0,030 0,15 0,11 0,27 622 17,6 BSt 8 592 420/500 RK 10,8 544 673 0,005 574 14,3 0,16 0,19 0,77 0,024 0,022 16 465 12,8 25 462 543 0,08 0,94 0,024 0,019 0,004 28 526 16,5 0,19 442 830 15,0 BSt 16 547 0,042 0,05 0,07 0,14 500/550 RU 722 17,5 0,31 0,23 1,31 0,027 28 512 V 0,08 0,18 0,50 1,36 0,016 0,023 535 21,5 BSt 16 679 V. 500/550RUS 28 748 18,4 0,19 0,50 1,52 0,029 0,024 0,08 545 14,2 BSt 6 709 645 500/550 RK 697 12,4 8,5 625 10,0 628 661 8,9

					T				1				
Stahlsorte	Durch- messer	Stat. Fest	igkeitswer	te	Chemi	sche Ana	lyse						
	mm	ßs	ß _z	A ₁₀	С	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	N
DGL	10	F 0.4	600	10.4	0.40	0.07	0.60	0,025	0,020	0,03	0.00		0,007
BSt 420/500 RTS		501 480	553	19,4 20,9	0,19	0,07	0,68 0,87	0,025	0,020	0,03	0,08		0,007
420/300 RIS	28	445	539	20,9	0,17	0,07	0,87	0,023	0,012		nia odvaljata valadnoga		
		445	239	22,4	0,10	0,05	0,79	0,024	0,014		all or figure respective		
BSt	16	588	653	16,6	0,16	0,04	1,04	0,020	0,015	0,02	0,04		
500/550 RTS	28	568	665	15,9	0,19	0,04	1,08	0,021	0,031	0,01	0,05		
												nigra-disabana	
									Township or the state of the st		of white and the state of the s		
						and the second s	, company and a second	nationina and a second	Pullbourho	nder den den de			
		ne alaid aggregation			ng ng natural na	designing a department			Administration of	native extension of the contraction of the contract	The property of the control of the c		
						vidioseman, market de la company de la compa	negatives the state of the stat				egyppin en elder en elder en elder elder en el		
		SA-DI GIRICANA AND CARTANA AND					operatives of the state of the	According to Management of the Control of the Contr		Bearing Angles (March			
									A-Adicional Property of the Control				
		TERRETARING AND ADDRESS OF THE STATE OF THE				egranation of the control of the con	The commission of the commissi	demonstration of the second	ing on the control of	en en capacita de la capacita del capacita de la capacita del capacita de la capacita del la capacita de la cap		All referring to the state of t	
		siere application de la company de la compan					Transfer of the Control of the Contr				in opposite the state of the st	restricted in the second special second seco	
		and control of the co											
							Management of the control of the con					en de production de la constantion de la constan	
							econol delimination of the constraint of the con				Management of the Control of the Con	Action Opposite State of Action of A	
												Gian da Calabrida	

RÜCKBIEGEVERSUCHE Stahl: I U - BSt 220/340 GK Durchmesserbereich: 6 bis 12 mm										e 4
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen	Anna Lanna (1977) y 1974 an 1974 (1974) a 1979 (1974)	Ergebnis:	Zugversuch			
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	·εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
1,0		9	0	0	0	9	.0,8	- 5,9	20,5	11,1
2,0		5	0	0	O	5	1,2	- 3,3	14,3	4,0
3,0			0	0	. 0	1	0	- 7,0	21,3	0
			militaria de la composição de la composi	e distinctiva de la constanta			gracelly characters on a section			
		Accomplished to the control of the c	delining and the state of the s							
		Visibilità Anna del Visibilità del V								
		Antique of the control of the contro								

Stahl: I U - BSt 220/340 GK Durchmesserbereich: 20 bis 28 mm Tabelle 5 RÜCKBIEGEVERSUCHE Ergebnis: Zugversuch Ergebnis: Biegen-Rückbiegen Temperatur Biegedorn Rückbiegen Hinbiegen %-Anteil Mittlere Mittl. %-Anteil %-Anteil Zahl Zahl $\Delta \overline{B}_z$ εĀ Bruch Bewertg. Bewertg. Riß Bruch Biegezone Ziffer Ziffer 16,8 0 1,0 0 11 0. 0 11 0 0 RT 16,3 0 2,0 2 0 0 0 2 0 -1,1-1,117,3 0 0 3,0 1 0 0 0 1

RÜCKBIEGEVERSUCHE		Stahl: I U - BSt 220/340 GK Durchmesse				rbereich: 6 bis 28 mm			Tabelle 6	
Biegedorn Hinbiegen	Temperatur Rückbiegen	Ergebnis: Biegen-Rückbiegen				Ergebnis: Zugversuch				
		Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zah1	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔB _z	·E A	%-Antei Bruch Biegezon
1,0	RT	20	0	0	0	20	0,4	- 2,7	18,5	5
2,0		7	o O	O	0	7.	0,9	- 2,7	14,9	28,6
3,0		2	О	0	. 0	2		- 4,1	19,3	0
			Character and Annual Character		road dimensional automatical a	edicionale de la constanta de			THE PROPERTY OF THE PROPERTY O	Bedrinken Palandire (naturalis
	And the second s				ng Andreas continues conti	no addition of management of the state of th				
			, respectively and the second	en regional de la constitución d		. A contract of the contract o	- Custo recognisti numeratori di		The internal population control to the control to t	
						· SANTANA SANT				

AUSLENKUNG Stahl: I U Durchmesser: 12,20 Tabelle 7 BSt 220/340 GK										
Biegedorn ·	Probenzahl	Auslenkung in mm								
Hinbiegen		x	S	Kleinstwert	Größtwert					
1,0	20	4,4	0,9	3,0	6,6					
2,0	7	3,8	0,9	2,5	5,4					
3,0	2	2,9	0,4	2,6	3,2					
G and a second and										
Alle	29	4,2	1,0	2,5	6,6					

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	III U		Durchmesse	rbereich:	6 bis 12	mm	Tabell	.e 8
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversuch	ı		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zah1	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔB z	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
1,0	RT	4	2,3	0	75	4	7,5	-26,3	2,6	100
2,0	markensis entire control entire cont	8 .	2,6	0	87,5	8	5,3	-18,7	5,3	75
2,5		4	1,5	0	50	4	0,8	. 0	2,7	25
3,0	sage in a said on a said o	2	1,5	0	50	2	1,5	- 2,6	10,5	50
3,5	And desired to the second seco	4	0	0	О О	4		0	10,0	0
4,0		T T	0	0		1	0	- 5,1	7,8	0
5,0	devolutiva anni anni	25	0	0		25		- 0,4	11,3	O
									of exceptions and the consequence of the consequenc	
					ADDICTION OF THE PROPERTY OF T					

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	III U		Durchmesse	rbereich:	14 bis 18 m		Tabell	e 9
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversuch	1		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	· $\varepsilon \overline{A}$	%-Anteil Bruch Biegezone
2,5	RT	3	3,0	0	100	3	7,0	- 14,8	2,3	100
3,0	7.7	16	1,5	0	50	16	3,0	- 7,1	7,4	50
4,0		16	1,3	0	43,8	16	2,4	- 6,8	8,0	50
5,0	direction constant of the cons	8	0	0	- O	8	0,8	- 0,7	10,3	25
6,0	nde e decima companiente	16	0	0		16	0,2	- 0,6	11,9	6,3
	ra-adelphasa-atumorana		Alla Alla Alla Alla Alla Alla Alla Alla		Manusia proprieta de Antonio de A					
	ona-periode de la constanta de	nedva a veneza po produce de la composição de la composiç					Amenderatura de la composition della composition			
				K-sidingsaya katananin panananan						entra de
							CHARACTERIS DIRECTOR STATE OF THE STATE OF T			
							And of the latest and			
							AND			
j.				Management of the common of th			The depth of the control of the cont			
	And the second s						Mingraphy and American America			

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	III U		Durchmesse	rbereich:	20 bis 28	mm	Tabelle 10		
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversuc	n			
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔB _z .	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone	
3,0	RT	1	0		0		, 0	0	11,0		
4,0		5	0	0	0		0	0	10,8	0	
5,0		4	0	0	0	A 4	0	0	10,9		
6,0		8	1,5	0	. 50	8	2,0	0	7,7	50	
7,0		1	3,0	0	100	algebrasian 1:	3,0	-6,9	3,7	100	
8,0		23	0	0	0	23	0,1	-0,1	10,8	4,3	
				diana ampiralamento di para di mana di	CONTRACTOR OF THE STATE OF THE			STEPPEN (ALL AND		TOTAL	
				ANA CONTRACTOR OF THE CONTRACT		Teres output actions		AND THE PROPERTY OF THE PROPER		eligi et excesse qu'ai de la companie de la compani	
-			The state of the s	Account among the grant of the control of the contr		on Clause and Annual State of Clause and Annual	u.c.m.epperusinensssep	Destandante		ongonificanti	
			regular value (miles de la companya	inicipation is contained in the containe		distribution of the control of the c		Seminary Commonweal Co			
								Special state of the special s			
								Charles and the control of the contr			
						massalivustas et en		Managare Halland Barriaga			
						Constitution of the consti	Brillian vocana de la companya del companya de la companya del companya de la companya del la companya de la co				

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	III U		Durchmesse	rbereich:	6 bis 28	mm	Tabell	Tabelle 11	
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen	adagadus, acum segundo confederado di Califolio (Califolio Califolio Califolio Califolio Califolio Califolio Ca	Ergebnis:	Zugversuc	n	2		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBZ	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone	
1,0	RT	4	2,3	0	75	4	7,5	- 26,3	2,6	100	
2,0		8	2,6	0	87,5	8	5,3	- 18,7	5,3	75	
2,5		7	2,1	0	71,4	7	3,5	- 6,3	6,0	57,1	
3,0	· contraction of the contraction	19	1,4	0	. 47,4	19	2,7	- 6,3	7.,9	47,4	
3,5	manda dayah da wakin	4	0	0		4	0		10,0	0	
4,0	Authorities des des des des des des des des des d	22	1,0	0	31,8	22 .	1,7	- 5,2	8,6	36,4	
5,0	resolution de la company de la	37	0	0	National properties O	37./	0,2	- 0,4	11,0	5,4	
6,0	providenta viča va dvoja va postava	24	0,5	0	16,7	24	0,8	- 0,4	10,5	20,8	
7,0		1	3,0	0	100	. 1	3,0	- 6,9	3,7	100	
8,0	Afternoon of the control of the cont	23	0	O		23	0,1	- 0,1	10,8	4,3	
				A AGENTAL AND		dia dili da empressioni		en en destante en			
								Management legislation of the le			
				National Control of the Control of t	And a second sec						
				(Mages standards) Printingeral							

AUSLENKUNG	. Stah	nl: III U Durchmesser:6 bis 28 mm Tabelle 12						
Biegedorn	Probenzahl	Auslenkung in m	m.					
Hinbiegen	·	$\frac{x}{x}$	S	Kleinstwert	d Größtwert			
1,0	4	3,4	0,9	2,5	4,5			
2,0	8	3,1	2,1	1,1	8,0			
2,5	7	3,6	1,2	2,0	5,1			
3,0	19	5,3	3,3	2,5	13,0			
3,5	4	4,5	0,7	3,5	5,2			
4,0	22	5,7	2,4	3,2	12,0			
5,0	37	6,5	4,3	1,0	16,0			
6,0	24	13,2	4,1	5,0	23,0			
7,0	1	5,2	_	5,2	5,2			
8,0	23	13,8	2,8	7,0	18,0			
Alle	149	8,0	5,1	1,0	23,0			

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	III K		Durchmesse	rbereich:	6 bis 12 m	m was	Tabell	e 13
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversucl	ı		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zah1	Mittlere Bewertg. Ziffer	$\Delta \overline{\mathbb{B}}_{\mathbf{z}}$	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
1,0	RT	16	3,0	0	100	16	2,6	- 3,0	7,0	50
2,0		7	2,6	0	85,7	7	2,1	- 1,9	7,0	57,1
3,0		7	1,3		42,9	77	3,6	- 11,0	5,2	42,9
4,0		4	0	0	- 0	4	0	- 3,4	9,2*	0
5,0		12	0		0	12	0	- 0,5	9,5	0
		electric description of the control	discharges acquires a			alare quarecting upo estados este				
					general reconstruction of the construction of				hemen old a deep and participation of the second of the se	
			. A service of the se			Account to the control of the contro				
						AND THE PROPERTY OF THE PROPER			* nur	
									2 Proben	
				- Annual secunity of the secun			AND CONTRACTOR AND CO			

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	III K		Durchmesse	rbereich:	14 bis 18	mm	Tabe]]	e 14
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen	agalammenada kentra firmaya kentifi salaban sini puna kentifi salaban sini puna kentifi salaban sini puna kent	Ergebnis:	Zugversuc	'n		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔB _z	e) Ā	%-Anteil Bruch Biegezone
2,0	RT	1	3,0	0	100		10,0	- 27,2	0,3	100
2,5		5	0	0	0	5	0	0	7,2	0
3,0		3	0	O	0	3	0	0	7,2	. 0
4,0		1	0	0	. 0	1	0	0	9,1	0

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	III K		Durchmesse	rbereich: 2	20 bis 28 m	m	Tabell	e 15
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rüc	ckbiegen	one of the second se	Ergebnis:	Zugversucl	1		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
2,0	RT	1	3,0	0	100	1	0	0	4,6	
3,0		7	1,7	0	57,1	7	0	- 3,3	7,8	0
4,0		9	. 0,3	0	111,1	9	0	0	5,8	. О
6,0		1	0	0	0	1	0	0	6,1	0

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	III K		Durchmesse	rbereich:	6 bis 28	mm	Tabell	e 16
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen	ergadionesse de excellentario de displacificamente de General III de General III de General III de General II	Ergebnis:	Zugversucl	า		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	· & A	%-Antei Bruch Biegezo
1,0	RT	16	3,0	0	100	16	2,6	- 3,0	7,0	50
2,0	1/1	9	2,7	0	88,9	9	2,7	- 4,5	6,0	55,6
2,5		5	0	0	0	5	0	0	7,2	. 0
3,0		17	1,2	0	. 41,2	17	1,5	- 5,9	6,6	17,6
4,0	The second secon	14	0,2	0	7,1	14	0	- 1,0	7,0	0
5,0	demination and the second and the se	12	0	0	0	12	0	- 0,5	9,5	0
6,0		1	O	0		1	0	0	6,1	0
					all interest property of the control					
	Acceptance of a conference of									
						,		indigitie feet keurstellen feet keurstellen feet keurstellen feet keurstellen feet keurstellen feet feet feet feet feet feet feet fe		
									NOTIFIED TO THE STATE OF THE ST	

AUSLENKUNG	Stah	l: III K gereckt und TOR-Stahl	Durchmesser: 6 bis	28 mm 1	Cabelle 17
Biegedorn ·	Probenzahl	Auslenkung in m	n.		
Hinbiegen		×	S	Kleinstwert	Größtwert
				And continues to the co	
1,0	16	2,0	1,1	0,9	4,5
2,0	9	2,3	1,3	1,0	5,0
2,5	5	4,5	4,2	2,0	12,0
3,0	17	4,1	1,8	0,9	9,0
4,0	14	3,7	1,2	11,0	5,6
5,0	12	4,9	1,8	3,0	9,0
6,0	1	2,9	-	2,9	2,9
Alle	74	3,5	2,0	0,9	12,0

•

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	IV U		Durchmesse	rbereich:	14 bis 18	3 mm	Tabell	.e 18
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	: Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversuc	n		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
4,0	RT	4	0	0	0	4	8,0	- 14,3	1,9	100
5,0		4	0		0	4	0		8,8	0
6,0	Construction of the Constr	6	0			6	O	- 0,1	11,0	0
				a op rodelse skale s						
	demonstration and activities				Application and the state of th	rijana projektorija da projekt				
	sumple control of the				management effective elements in the communication of the communication			obision and discovery plants as a		
				ANALYSIS OF THE PROPERTY OF TH		A CONTRACTOR OF THE CONTRACTOR		de control	ssignimarità dissantia a dispositiona	
			in the second se	An experience and a second and	Altherings was a property of the commentation	. The state of the				
	remoning against a carried and a second and			ritaria del mante de la constanta del mante de	elicipate de la constitución de					
	The second secon				and department of the control of the	RATION CONTRACTOR CONT	definishment of the second			
				Automobile statement production of the statement productio						
		- ·	Parent Second	deleteration of the delete	na de la company		THE CONTRACT OF THE CONTRACT O	p-maying profit		

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	IV U		Durchmesse	rbereich:	20 bis 28	mm	Tabell	e 19
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis	: Zugversucl	n		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔB _z	·εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
				Annual Property and Control of Co				Secretaria de la constanta de		
4,0	RT	1	3,0	0	100		3,0	- 4,4	7,5	100
6,0	de de descriptions de la company de la compa	7	0		0	7	0	- 3,0	11,9*	0
8,0	Taradia ana canana na canana n	1	0	0	0	1	0	- 1,1	13,0	0

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	IV U		Durchmesse	rbereich:	·14 bis 2	28 mm	Tabell	Le 20	
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis: Zugversuch					
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	·εĀ	%-Anteil Bruch Biegezon	
							entitation of the property of				
4,0	RT	5	0,6	0	2,0	5	7,0	- 12,3	3,0	100	
5,0		4	0	0	0	4	0	0 %	8,8	0	
6,0		13	0	0	0	13	0	- 1,7	11,5	. 0	
8,0		1	O	O	. О	1	0	- 1,1	13,0	0	
		eradojni najdinjenija rodini.				And the state of t					
		distillation and the state of t									
*											
					- Company of the Comp						
										per per a production de per a	
							OD LINE SERVICES				
	,										

AUSLENKUNC	; Stah	hl: IV U Durchmesser: 14 bis 28 mm Tabelle 21						
Biegedorn ·	Probenzahl	Auslenkung in m	m.					
Hinbiegen		×	S	Kleinstwert	Größtwert			
4,0	5	8,8	1,8	7,0	11,0			
5,5	11	10,9	3,0	6,0	15,0			
6,0	6	10,3	3,6	4,0	15,0			
8,0	1	4,5	_	4,5	4,5			
				Commission of the Commission o				
				The control of the co				
Alle	23	10,0	3,1	,40	15,0			

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl: I	V R (Matte)		Durchmesse	rbereich:	10 mm		Tabell	e ₂₂
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversucl	n		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	·ε - A	%-Anteil Bruch Biegezone
					- And the second					
1,0	RT	6	3	0	100	6	7,9	- 10,3	1,4	100
2,0		18	3	0	100	18	4,9	- 3,5	2,4	94,4
3,0		13	3	0	100	13	1,9	- 1,9	5,2	53,8
4,0		6	1	0	. 33,3	6	1,7	- 1,0	4,5	33,3
5,0		5	1,2	0	40	5		- 1,6	6,4	
		ell-monte se equi mistra qualificat e e e e e e e e e e e e e e e e e e e			North Communication of the Com		ille mille salde state production of the salde state of the salde stat	rianes e e e e e e e e e e e e e e e e e e		
					NG AN AND AND AND AND AND AND AND AND AND			Anti-Anti-Anti-Anti-Anti-Anti-Anti-Anti-		
					COLLA PROPERTIES COLLA PARTIES			And international property of the control of the co		
										weeting it could be to the country of the country o

AUSLENKUN	G Stah	l: IV R (Matte)	Durchmesser: 10) mm	Tabelle 23 .
Biegedorn ·	Probenzahl	Auslenkung in m	n		
Hinbiegen		X	S	Kleinstwert	Größtwert
1,0	6	2,4	0,6	1,3	3,2
2,0	18	2,6	0,7	1,5	4,1
3,0	13	2,4	0,7	1,2	3,6
4,0	6	1,8	0,6	1,2	2,7
5,0	5	2,7	0,6	2,1	3,3
				TAL GO AND	
					·
Alle	48	2,4	0,7	1,2	4,1

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	III S (Te	empcore)	Durchmesse	rbereich:	8 mm	Oraci esta esta esta esta esta esta esta esta	Tabell	e 24
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversucl	n		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	$\Delta \overline{\mathbb{B}}_{\mathbf{z}}$	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezon
2,0	RT	3	3	0	100	3	0	- 3,0	10,2	
3,0		9	0	0		9	0	- 0,9	15,2	0
4,0		12	O			12	0	- 1,1	17,2	0
2,0	- 15 ° C	3	3	0	100	3	7,7	-26,1	2,6	
3,0		9	0,7	0	22	. 9	0	- 2,0	16,6	0
4,0		12			° 0	12		- 1,1	15,9	
		Name and the state of the state								
			Action de la company de la com							

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE		II S und I'	V S	Durchmesse	rbereich:	10 mm	provide and a second a second and a second a	Tabelle 25	
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis	: Zugversuc	n		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	εĀ	%-Ante Bruch Biegez
1,0	RT	15	2,4	0	80	15	3,3	- 3,2	6,2	80
2,0		10	1,5		50	10	1,6	- 2,1	7,5	20
2,5		2	O		0	2	0,0	0,0	8,9	. 0
3,0		15	0,2		. 6,7	15	0,0	- 1,3	13,9	
4,0 u		20	0		0	20	0,0	- 1,4	12,3	
2,0	- 15° C	3	5,6	677	33	3	6,6		-	67
3,0		13	0,2	0	7,7	13	0,2	- 1,8	14,3	0
4,0		20	0	0		20	0,0	- 1,8	12,0	
				THE CONTRACT OF THE CONTRACT O		AND				
										November of the state of the st

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl: I	III S (TEMC	PORE)	Durchmesse	rbereich:	12		Tabell	e 26
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversucl	n		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	·εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
										Autorio Advincente de la constante de la const
2,0	RT	3	3,0	0	100	3	1,0	0,0	7,4	33
3,0		3	1,0		33	3	0,0	0,0	9,0	O
4,0		3	0	0	0	3	0,0	0,0	8,1	. 0
2,0	- 15 ° C	3	3,0	0	100	3	4,7	- 6,2	3,8	100
3,0	muschindadapure season	3	2,0	0	67	3	0,0	- 1,5	7,2	0
4,0		3	0,0	0		3	0,0	- 1,6	7,4	0

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl: I	II S (TEMPO	CORE)	Durchmesse	rbereich:	14, 16, 18	mm	Tabell	e 27
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversuch	ı		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBZ	EĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
1,0	RT	17	2,3	0	76,5	17	3,1	- 5,8	6,2	76,5
2,0		13	0	0	0	13	0,0	- 1,3	10,0	
2,5		4	0	0	0	4	0,0	- 2,1	10,0	. 0
3,0		2	0	0		2	0,0	- 2,1	13,7	0
4,0		2	0	0	0	2	0,0	- 2,6	11,9	0
6,0		9		0	0	9	0	- 0,4	13,0	0
		Badringamini (conditional de la series)				The control of the co	The excellent			
				Agrange and a second agrange		description control of the control o				
		obsessión de description de la constante de la				· victorial dispusper professor				
						material de la companya de la compan				
								no-diabating commission		
				TANGO SANTAN TANGO						
2		egir usanzandi.		espanio de la companio della compani						
						SERVICE CONTRACTOR CON				

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE		II S und I	V S	Durchmesse	rbereich:	20 und 28	mm	Tabell	e 28
Biegedorn	Temperatur		Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversuc	n		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zah1	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔB _z .	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
1,0	RT	1	3	0	100	1	0,0	0,0	12,9	0
2,0	esciplinates de la companya del la companya de la c	14	2,8	0	92,9	14	0,8	- 0,6	9,8**	21,4
3,0	de la constante de la constant	17	1,4	0	47	17	0	0	13,2*	. 0
4,0		2	0	0	. 0	2	0	0	10,5	0
6,0	entre reposition de la constanta de la constan	resonate security 1	.0		0	nsjanovania do sa	0	0	. —	0
8,0	de minimatematematematematematematematematemate	entana entranguista de la compositorio de la compos		0	0	2	0	O	12,0	0
									* nur 9 Werte	÷
									** nur 12 Werte	

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl: I	II S TEMPCO	ORE	Durchmesse	rbereich:	6 bis 28 m	nm	Tabell	e 29
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversuc	n	,	
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zah1	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
1,0	RT	33	2,4	0	78,8	33	3,1	- 4,5	6,4	75,8
2,0		30	1,8	0	60,0	30	0,8	-11,2	9,7 *	16,7
2,5		4	0,0	0	0	4	0,0	- 1,1	10,2	0
3,0		41	0,1	0	4,9	41	0,0	- 0,8	13,6**	0
4,0		32	0,0	0	0	32	0,0	- 1,1	14,3	0
6,0		10	0,0	0	0	10	0,0	- 0,3	13,0	0
8,0		2	0,0	0	0	2	0,0	0	12,0	0
				-	enerund ergat Christopher			described of the second of the		na proposition de la company d
2,0	- 15 ° C	9	3,9	22,2	7.7.,8	. 9	6,3	-16,2++	3,2++	55,6
3,0		25	0,6	0.7	20,0	25	0,1	- 1,8	14,3	0
4,0		28	0,0	0	0	28	0,0	- 1,5	14,1	0
							THE PROPERTY AND P	++6 Proben	* 28 Pr.	
							ALC PROPERTY OF THE PARTY OF TH	No. of the state o	**38 Pr.	
			restriction from the control of the				Company of the Compan	TO ANALOS OF THE CONTRACTOR OF		

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	IV S, TEMPO	CORE	Durchmesse	rbereich:	6 bis 28 m	m and	Tabel]	.e 30
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis	: Zugversuc	h		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zaḥl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔB _z	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezon
2,0	RT	13	1,4	0	46,2	13	0,4	- 1,4	8,0	7,7
2,5		2	0,0	0	0	2	0,0	- 2,1	8,5	0
3,0		5	1,2	0	40,0	5	0,0	0,0		0
4,0		7	0,0	0	. 0	7 7	0,0	- 1,3	9,3	0
			o, francos de la constanta de				AND THE PROPERTY OF THE PROPER	TO CONTROL OF THE PARTY OF THE		
4,0	- 15 ° C	7.	0,0	0	0	7.	0,0	- 1,7	8,3	0
								de production de la company de		
						ALL MATERIAL PROPERTY AND A STATE OF THE STA		oderen odas vijakovala		
,										
						Application of the control of the co				
						ARTINIPERIOR AND ARTINI				

RÜCKBIEGEVERSUCHE Stahl: III S und IV S Durchmesserbereich: 6 bis 28 mm TEMPCORE										e 31
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversuc	h		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Zîffer	ΔBz	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
1,0	RT	33	2,4	0	78,8	33	3,1	- 4,5	6,4	75,8
2,0		43	1,7	0	55,8	43	0,7	- 1,3	9,2	14,0
2,5		6	0,0	0	0	6	0,0	- 1,4	9,6	. 0
3,0	Action of the Control	46	0,3	0	8,7	46	0,0	- 0,7	13,6*	0
4,0	TELLAND ASSAULT MERCEN	39	0	0	0	39	0,0	- 1,1	13,4	0
6,0	pro-sample control of the control of	10	0	0		10	0,0	- 0,3	13,0	0
8,0		2	0	0	0	2	0,0		12,0	
			Vide and department of the control o			DESCRIPTION OF THE PROPERTY OF		nd et control		
2,0	- 15 ° C	9	3,9	22	78	-9	6,3	- 16,2 **	3,2**	55,6
3,0		25	0,6	0	20,0	25	0,1	- 1,8	14,3	0
4,0		35	0,0		0	35	0	- 1,5	12,9	0
			Indonesia di Angelesia di Angel						* 38 Pr.	
					Months and the second s	receiped and the second		Backerger (management)	** 6 Pr.	
						New of the control of				

AUSLENKUNG	AUSLENKUNG Stahl: III S und IV S Durchmesser: 6 bis 28 mm Tabelle 32 TEMPCORE								
Biegedorn ·	Probenzahl	Auslenkung in m	n.						
Hinbiegen		<u>::</u> <u>x</u> .	S	Kleinstwert	Größtwert				
1,0	33	5,5	2,1	2,0	9,5				
2,0	43	5,5	4,2	1,5	16,5				
2,5	6	4,1	1,3	2,5	6,0				
3,0	46	4,3	3,5	1,1	15,3				
4,0	39	2,4	1,5	1,0	9,8				
6,0	10	6,1	3,9	1,5	13,5				
8,0	2	9,0	6,4	4,5	13,5				
				na-nimina malaina					
Alle	179	4,5	3,4	1,0	16,5				

1.5

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	III S (mikr	oleg.)	Durchmesse	rbereich:	20 mm		Tabell	e 33
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rüc	ckbiegen	,	Ergebnis:	Zugversuch	n,		
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezone
					- Andrews of the Control of the Cont					
8,0	RT	2	0	0	0	2	0	0	11,5	. 0
							o otijo na visio otiono			
		And a property of the property								
		Administrative control and accompany accompany and accompany accompany and accompany accompa					General Annual A			
		videntario dazione videnta Autoritario di Autoritar								
		Maria de la constanta de la co				·				
		differing the second se								
										And Confidential C

Biegedorn ·	Probenzahl	Auslenkung in mm							
Hinbiegen		x	S	Kleinstwert	Größtwert				
8,0	2	5,8	1,1	5,0	6,5				
				Participan					
	The Control of the Co								
To control to the con	· very decimal and a second and								

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl:	IV S (mikro	leg.)	Durchmesse	rbereich:	14 bis	18 mm	Tabell	e 35		
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversucl	'n				
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Zîffer	ΔBz	εĀ	%-Anteil Bruch Biegezon		
2,5	RT	2	1,5	0	50	2	1,5	0	10,6	50		
3,0		5	0	0	0	5	0	0	10,7	0		
4,0		3	0	0	0	3	0	0	12,0	. 0		
5,0		4	0	0	. 0	4	0	0	12,3	0		

16 V

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl: 1	IV S (mikro	legiert)	Durchmesse	rbereich:	20 bis 28	s mm	Tabell	e 36		
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Ergebnis: Zugversuch					
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔB _z	EA	%-Anteil Bruch Biegezone		
apara kapara del masso en esta esta alternatura en esta alternatura en el masso del masso en el masso del masso										According to Accor		
6,0	RT	a managaring proportion of the contract of the		0		3	0	-0,5	10,8	0		
7,0	reduced and the second and the secon		0	0	. 0		0	-0,4	11,4	0		
			Abmitted regions of the control of t	entre		Descriptions of the second sec		ridely region and the service company of the compan		Single and design of the control of		
	Department of the Control of the Con	Periodical control of the control of	etanos estados	THE TRANSPORT OF THE TR		eponine dissipation de constitución de constit	nazional (para denis dalle assessment			the sufficient property of the sufficient proper		
				en er de		entripping common plants and c		de de la constanta de la const		massapardonie verderopardonie		
						materia sa di sa d						
		Auditoria de la companio della compa	sounding section and the sec									
								decimande productive description of the control of				
			OROUNDSHOP AND	endina de la companya		, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,						

RÜCKBIEGEV	ERSUCHE	Stahl: I	V S (mikro	legiert)	Durchmesse	rbereich:	14 bis 28	mm	Tabell	e 37
Biegedorn	Temperatur	Ergebnis:	Biegen-Rü	ckbiegen		Ergebnis:	Zugversuc	h		,
Hinbiegen	Rückbiegen	Zahl	Mittl. Bewertg. Ziffer	%-Anteil Bruch	%-Anteil Riß	Zahl	Mittlere Bewertg. Ziffer	ΔBz	·εĀ	%-Anteil Bruch Biegezon
2,5	RT	2	1,5	0	50	2	1,5		10,6	50
3,0	Na solitica sanagamento de la constanta de la	5	0	0	0	5		0	10,7	0
4,0		3	O	0	0 .	3		0	12,0	0
5,0	de de la company	4	0	0	. 0	4		0	12,3	
6,0		3	0	0	0	3	0	- 0,5	10,8	0
7,0		1		0	0			-0,4	11,4	0
				·						
			CONTRACTOR							Andreas application of the control o

Biegedorn ·	Probenzahl	Auslenkung in m	Auslenkung in mm						
Hinbiegen		<u> </u>	S	Kleinstwert	Größtwert				
2,5	2	4,3	0,3	4,1	4,5				
3,0	5	4,9	1,0	4,0	6,5				
4,0	3	5,0	2,2	3,5	7,5				
5,5	7	5,7	3,5	1,7	12,0				
7,0	1	6,5	-	6,5	6,5				
	number of the state of the stat								
Alle	18	5,3	2,3	1,7	12,0				

3.

I G 21 III U 1. 21	reich 6 - 12 20 - 28 6 - 28 6 - 12	Bewertungs- ziffer	0 %	Bewertungs- ziffer	ΔB _z < 5 % > 3,0 < 1,0	ΔB _z < 0 % > 3,0 > 3,0	Bruchanteil MFB	Mittlere Auslenkung mm
I G 21 III U 1. 21	6 - 12 20 - 28 6 - 28	<pre>Zurückbiege < 1,0 < 1,0 < 1,0</pre>	versuch < 1,0 < 1,0	Zugversuch > 3,0 < 1,0	> 3,0	> 3,0	3,0	mm
III U 1. 21	20 - 28 6 - 28	< 1,0 < 1,0 < 1,0	< 1,0	> 3,0				
III U 1. 21	20 - 28 6 - 28	< 1,0	< 1,0	< 1,0				
III U 1. 21	6 - 28	< 1,0			< 1,0	> 3,0	< 1,0	
III U 1. 2.			< 1,0	3.0	1		1	
III K	6 - 12			3,0	< 1,0	> 3,0	3,0	4,2
III K		3,5	3,5	3,5	> 4,0	> 5,0	3,5	
III K	.4 -118	5,0	5,0	> 6,0	5,0	> 6,0	> 6,0	
III K	20 – 28	8,0	8,0	> 8,0	8,0	> 8,0	> 8,0	
ł l	6 - 28	8,0	8,0	> 8,0	5,0	> 8,0	> 8,0	8,0
1	6 - 12	4,0	4,0	4,0	4,0	> 5,0	4,0	
	.4 - 18	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
2	20 – 28	6,0	6,0	2,0	< 2,0	4,0	< 2,0	
10 miles	6 - 28	5,0	5,0	4,0	4,0	6,0	4,0	3,5
IV U 1	4 - 18	< 4,0	< 4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	
2	20 – 28	6,0	6,0	6,0	< 4,0	> 8,0	6,0	
1	.4 - 28	5,0	5,0	5,0	5,0	> 8,0	5,0	10,0
IV R <	< 12	> 5,0	> 5,0	5,0	2,0	> 5,0	5,0	2,4

Zusammenfas	sende Auswertung					Annual en en glitte en en greche	Tabelle 40	
Stahlsorte	Durchmesser-		Grenzdurchme	esser (d _{br} /d _s)) für			
The state of the s	bereich	Bewertungs- ziffer	Rißanteil	Bewertungs- ziffer	Δßz	Δß _z	Bruchanteil MFB	Mittlere Auslenkung
		≘ O	0 %	. ≘ 0	< 5 % -	≤ 0 %	a 0	mm
		Zurückbiege	versuch	Zugversuch				
TEMPCORE								
III S	8	3,0	3,0	< 2,0	< 2,0	> 4,0	< 2,0	
III S + IV S	10	4,0	4,0	2,5	< 2,0	> 4,0	2,5	
III S	12	4,0	4,0	3,0	< 2,0	< 2,0	3,0	
III S	14 - 18	2,0	2,0	2,0	< 2,0	> 6,0	2,0	
III S + IVS	20 - 28	4,0	4,0	3,0	< 1,0	3,0	3,0	
III S	8 - 28	4,0	4,0	2,5	< 1,0	8,0	2,5	
IV S	8 - 28	2,5	4,0	2,5	< 2,0	> 4,0	2,5	
III S + IV S	8 – 28	4,0	4,0	2,5	< 1,0	8,0	2,5	4,5
IV S	,							
(mikroleg.)	14 - 18	3,0	3,0	3,0	< 3,0	< 3,0	3,0	
	20 - 28	< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 6,0	> 7,0	< 6,0	
	14 - 28	3,0	3,0	3,0	< 2,5	> 7,0	3,0	5,3

:1 : 0 ≥

3 .. .

RÜCKBIEGEVER	RSUCHE STAHL III	S	Durchmesser 8,0 mm			Tabelle 41		
Biegedorn	Auslagerungs-	Ergeb	nis des Zugve	rsuches nach	Zurückbiegen			tanuari Statis delikeren engat Sareket Port Port Port Para State ayaran sa Ameri
(Hinbiegen)	bedingungen	Rel. Anteil Bruch in der	Mittlere Rißtiefe	ΔR _e	ΔRm	Δ A ₁₀	$^{\rm A}_{ m G}$	
		Biegezone	mm	90	90	90	außerhalb %	in der Biege- zone %
1,0°d _s	Raumtemperatur 3 Tage	63 % a) b)	0,65 0,50	<u>+</u> 0 <u>+</u> 0	+ 0 + 0	- 54 + 0	- 24 <u>+</u> 0	<u>+</u> 0
1,0-d _s	Raumtemperatur 3 Monate	0 %	0,40	<u>+</u> 0	+ 2,3	- 3,0	+ 9,5	- 15
1,0°d _s	100 ° C 1/2 h	0 %	0,30	- 2,3	+ 1,9	<u>+</u> O	+ 2,9	- 10
1,0·d _s	250 ° C 1/2 h	0 %	0,45	+ 4,7	+ 2,2	- 3,5	+14,7	- 38

a) Brüche in der Biegezone

b) Brüche im freien Stabbereich