

DIE ÄNDERUNG DER MECHANISCHEN PARAMETER VON PATENTIERT GEZOGENEN STAHLDRÄHTEN MIT DER LAGERUNGSDAUER

Kurzfassung

In einem kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekt wurden 48 Drähte unter Variation der Erschmelzungsart, des Kohlenstoffgehaltes, der Patentierungsart, der chemischen Ziehvorbereitung, der Querschnittsabnahme und der Ziehgeschwindigkeit hergestellt. Dieser Artikel gibt eine Zusammenfassung der Ergebnisse im Bezug auf:

- Die Änderung der mechanischen Parameter, erfasst zum Beispiel mit Torsions- und Zugversuch, in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer und von verschiedenen Wärmebehandlungen.
- Eine automatisierte Ermittlung von Anrissen der Drahtoberfläche, welche auf dem Torsionsversuch basiert.
- Den Zusammenhang zwischen Festigkeitsschwankungen am Draht und der Variation der Geometrie von Federn oder anderen Bauteilen.

1. Einführung

Die Forschungsgruppe „Draht und Federn“ der Technischen Universität Ilmenau hat in den vergangenen 2 Jahren, gemeinsam mit der Eisendraht- und Stahldrahtvereinigung und dem Verband der deutschen Federnindustrie, ein Forschungsprojekt mit dem Thema „Langzeitstabilität der mechanischen Parameter patentiert-gezogener Stahldrähte“ durchgeführt. Dabei wurden Untersuchungen zur natürlichen Alterung (dem Langzeitverhalten) der mechanischen Parameter von patentiert gezogenen Federstahl- und Seildrähten in Abhängigkeit von einer großen Anzahl von Ausgangs- bzw. Prozessparametern durchgeführt.

Zu diesem Zweck wurden mit zwei unterschiedlichen Schmelztechnologien (Elektro- bzw. Konverterstahl) jeweils zwei Sorten im Stelmor-Verfahren abgekühlter Walzdraht mit 0,6% Kohlenstoff bzw. 0,8% Kohlenstoff und einem Durchmesser $d = 5,5$ mm erstellt. Ein Teil der Walzdrähte wurde zur Ziehvorbereitung lediglich im Standbad gebeizt, der andere zusätzlich im Bleibad patentiert. Diese Bleibad-patentierten Drähte wurden wiederum aufgeteilt und im Standbad bzw. im Durchlauf gebeizt. Die 12 so entstandenen Walzdrähte wurden auf zwei Drahtziehereien aufgeteilt, wo sie 8- bzw. 11-stufig auf $d = 2$ mm gezogen wurden. Die Ziehgeschwindigkeit wurde auf zwei Stufen, 6 m/s bzw. 12 m/s, variiert. Auf diese Weise entstanden 48 Probedrähte zur Untersuchung der Langzeitstabilität. (**Tabelle 1** und **Tabelle 2**)

Tabelle 1: Festgelegte Variationen der Drahtherstellung und Ziehvorbereitung

Walzdraht	Walzdraht aus Konverterstahl						Walzdraht aus Elektro Stahl					
	C-gehalt: 0,6%			C-gehalt: 0,8%			C-gehalt: 0,6%			C-gehalt: 0,8%		
Patentierung	Stelmor	Bleibad patentiert		Stelmor	Bleibad patentiert		Stelmor	Bleibad patentiert		Stelmor	Bleibad patentiert	
chem. Vorbehandlung	Stand-beize	Stand-beize	Durchlauf-beize	Stand-beize	Stand-beize	Durchlauf-beize	Stand-beize	Stand-beize	Durchlauf-beize	Stand-beize	Stand-beize	Durchlauf-beize
Walzdrahtnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tabelle 2: Festgelegte Variationen beim Drahtziehen

Einzelquerschnittsabnahme	8 Stufen						11 Stufen					
Walzdrahtnummer	1-6 (Konverterstahl)			7-12 (Elektrostahl)			1-6 (Konverterstahl)			7-12 (Elektrostahl)		
Ziehgeschwindigkeit	klein 6m/s		groß 12m/s	klein 6m/s		groß 12m/s	klein 6m/s		groß 12m/s	klein 6m/s		groß 12m/s
Drahtnummer	1 - 12			25 - 36			13 - 24			37 - 48		

Der erste Schritt der Untersuchungen war das Ermitteln der mechanischen Parameter aus Zug- und Torsionsversuchen zeitnah nach dem Ziehen der Drähte. Um die Änderung der mechanischen Parameter durch Lagerung der Probedrähte zu dokumentieren, wurden diese Messungen nach 2, 12, 28, 166 und 370 Tagen wiederholt. Zusätzlich wurden die Drähte verschiedenen Wärmebehandlungen, ähnlich derer, welche bei der Weiterverarbeitung des Materials auftreten würden, unterzogen. Nach den Wärmebehandlungen wurden ebenfalls die mechanischen Parameter ermittelt und die Versuche nach bis zu 8 Monaten wiederholt.

2. Änderung der mechanischen Parameter

Die durchgeführten Untersuchungen an den Probedrähten bestätigten zum einen allgemein bekannte Zusammenhänge zwischen den mechanischen Kennwerten und dem Kohlenstoffgehalt, der Patentierungsart. Weitere bisher kaum oder nicht bekannte Ergebnisse sind:

- Je höher der Zuwachs an Festigkeit durch eine Wärmebehandlung der Drähte ist, umso stärker wird durch Alterung eine Veränderung der Eigenschaften der nicht wärmebehandelten Drähte erfolgen. Eine Abschätzung der Veränderung der mechanischen Parameter aufgrund der Lagerungsdauer ist durch Versuche an wärmebehandelten Drähten möglich. (vgl. **Bild 2** und **Bild 3**)
- Da die meisten aus patentierten Drähten gefertigten Bauteile nach ihrer Herstellung einer Wärmebehandlung unterzogen werden, erscheint eine zusätzliche Bestimmung der Festigkeits- und Fließkennwerte der Drähte im wärmebehandelten Zustand sinnvoll. (vgl. **Bild 1** bis **Bild 4**)
- Die Zunahme der Ausbildung von Längsanrissen im Torsionsversuch nach einer Wärmebehandlung von 150°C-200°C/30min ist signifikant.

- Aus den Kennwerten des Zugversuchs kann nicht auf das Torsionsverhalten der Drähte in Schraubenfedern geschlussfolgert werden. (vgl. **Bild 2** und **Bild 4**)
- Die Verformungskennwerte Brucheinschnürung und Verwindenzahl haben keine ausreichende Aussagekraft über die Veränderung der Duktilität der Drähte im Versuchsprogramm.
- Die Verwendung von Ziehmaschinen mit mehr Ziehstufen bzw. eine stärkere Kühlung der Drähte führt zu einer stärkeren Veränderung der Kennwerte mit der Lagerungsdauer oder einer Wärmebehandlung. Durch Lagerung könnten die in der Norm vorgegebenen Festigkeitsbereiche verlassen werden.

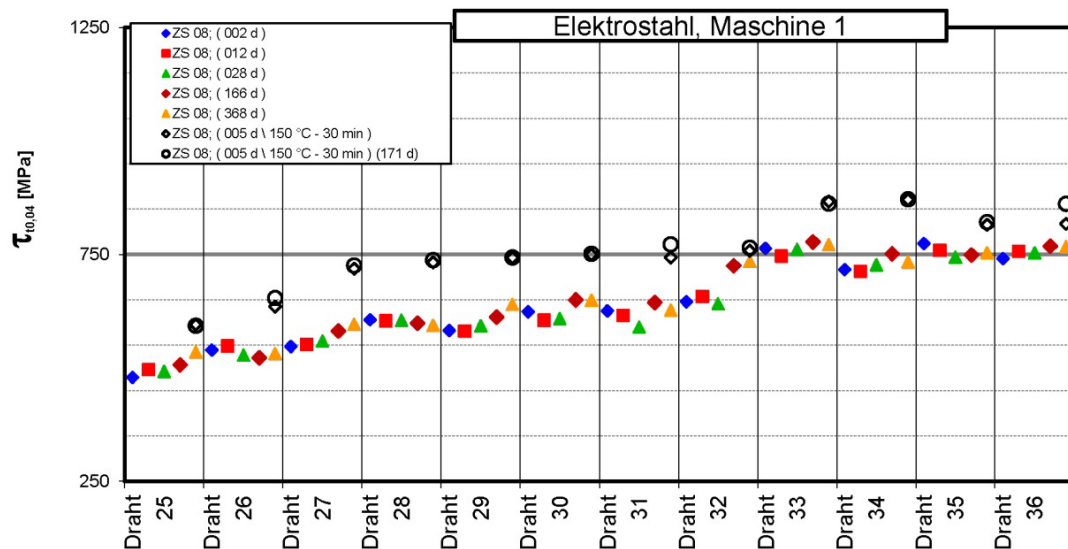


Bild 1: Torsionsfließgrenze mit 0,04 % bleibender Schiebung $\tau_{10,04}$: 2, 12, 28, 166 und 368 Tage (d) nach dem Ziehen der Drähte sowie 5 Tage nach dem Ziehen wärmebehandelt bei 150 °C / 30 min und sofort bzw. nach 171 Tagen gemessen

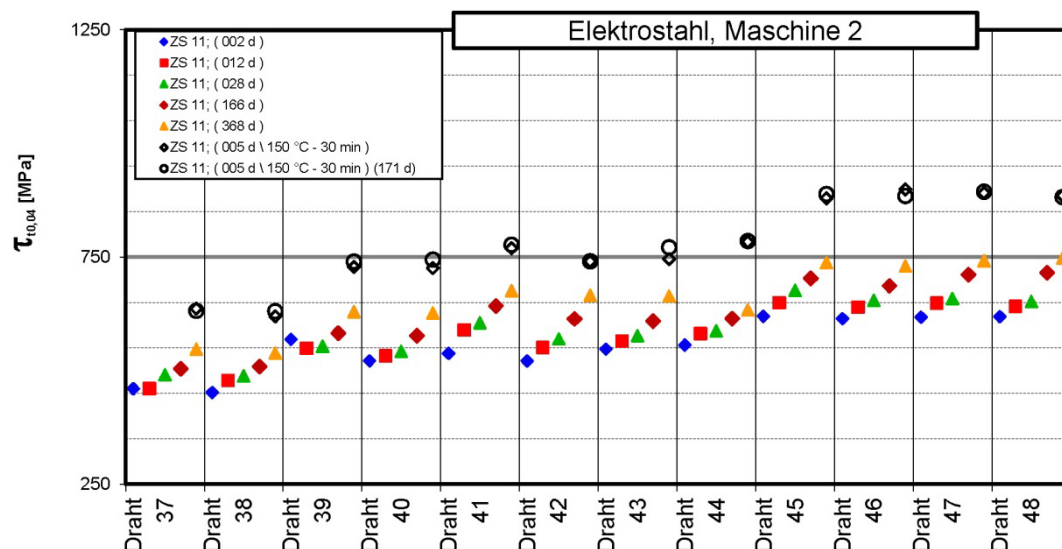


Bild 2: Torsionsfließgrenze mit 0,04 % bleibender Schiebung $\tau_{10,04}$: 2, 12, 28, 166 und 368 Tage (d) nach dem Ziehen der Drähte sowie 5 Tage nach dem Ziehen wärmebehandelt bei 150 °C / 30 min und sofort bzw. nach 171 Tagen gemessen

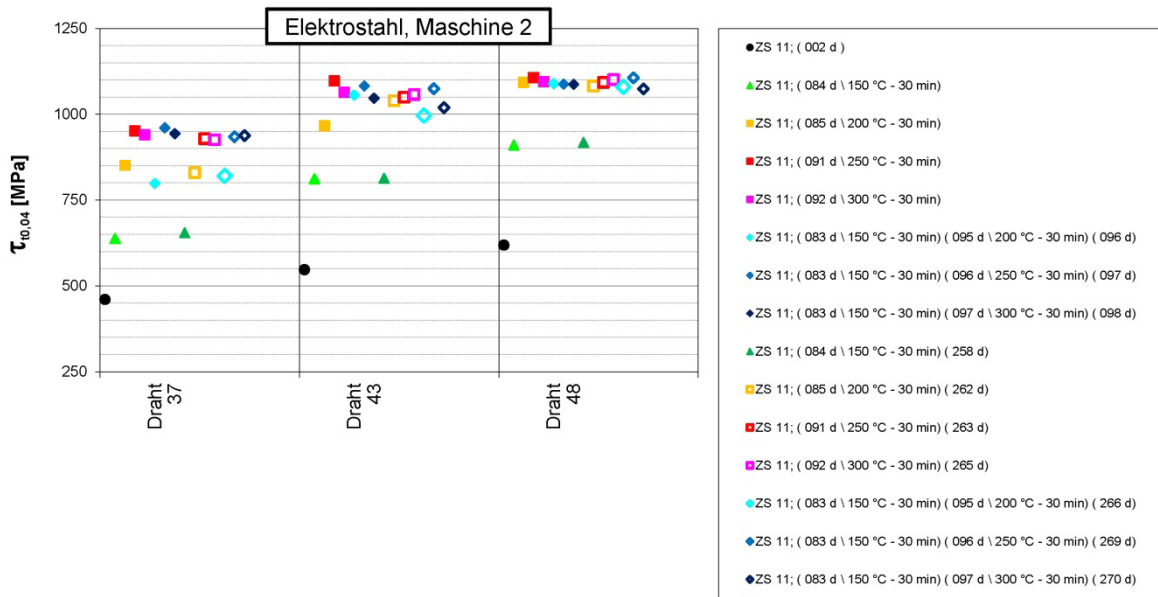


Bild 3: Torsionsfließgrenze mit 0,04 % bleibender Schiebung $\tau_{0,04}$ unter Variation der Dauer der Lagerung und der Wärmebehandlung(en)

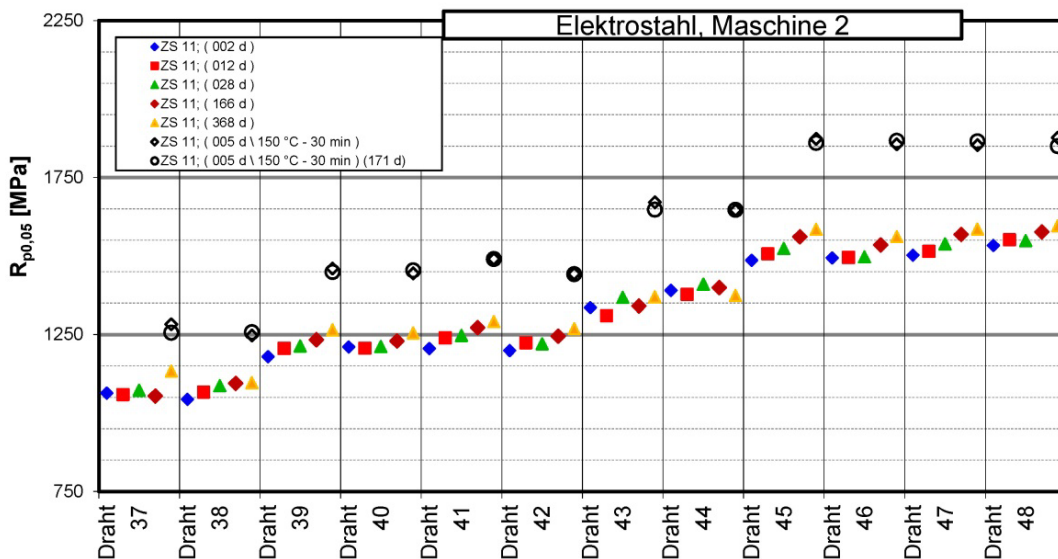


Bild 4: Zugfließgrenze $R_{p0,05}$: 2, 12, 28, 166 und 368 Tage (d) nach dem Ziehen der Drähte sowie 5 Tage nach dem Ziehen wärmebehandelt bei 150 °C / 30 min und sofort bzw. nach 171 Tagen gemessen

3. Die automatisierte Erfassung von Längsanrissen des Drahtes basierend auf dem Torsionsversuch

Zur Beurteilung der Duktilität von patentiert gezogenen Stahldrähten wird häufig der Verwinderversuch herangezogen. Dabei wird der Draht mit einer festgelegten Länge bis zum Bruch verdreht. Ein deutliches Merkmal begrenzt plastisch umformbarer Drähte sind dabei auftretende Längsanrisse, die in der Literatur auch als Torsionsrisse bezeichnet werden (Anrisstyp 3 in **Bild 5**). Sie treten verstärkt auch nach einer Wärmebehandlung des Drahtes bei 150°C bis 300°C auf. Dieser Temperaturbereich entspricht üblichen Anlasstemperaturen

von Federn und Drahtformbiegeteilen nach der Fertigung. Ein Draht mit guten plastischen Eigenschaften soll nach dem Verwindeversuch eine glatte Oberfläche sowie einen Bruch senkrecht zur Drahtachse aufweisen (Anrisstyp 1 in **Bild 5**). [2].

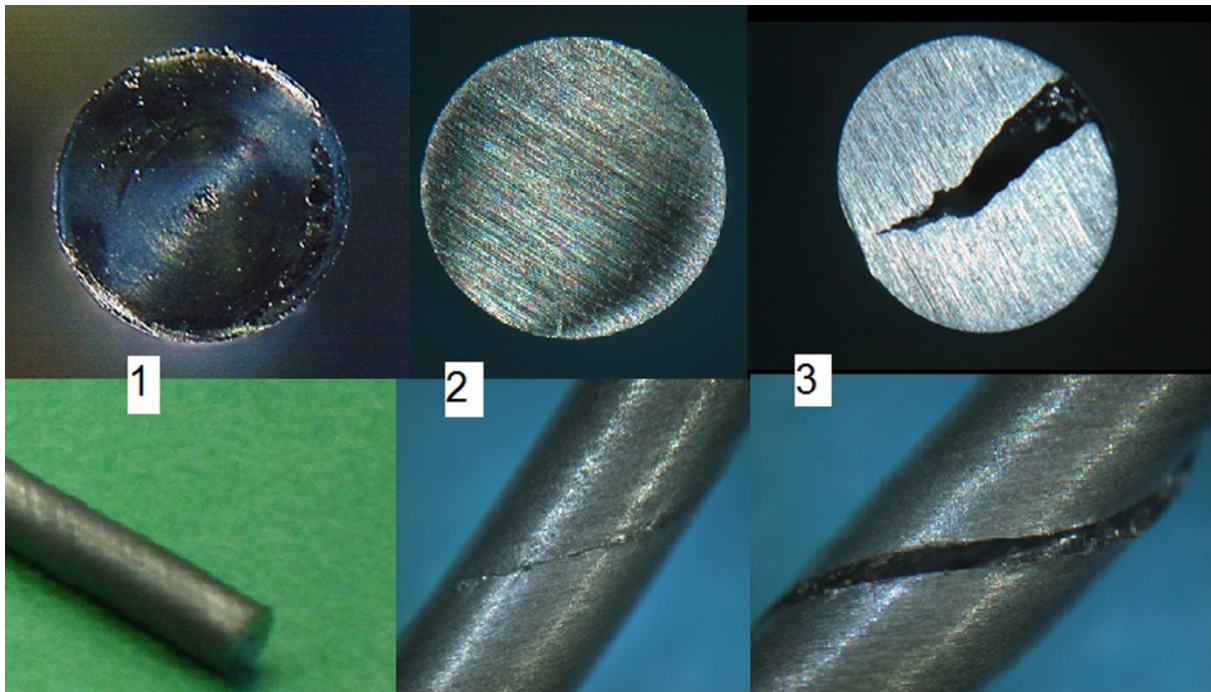


Bild 5: Anrisstypen

Bei der Untersuchung der 48 Probedrähte wurden auch Zwischenstufen der in [2] beschriebenen Brüche festgestellt. Sieht man von einigen Mischformen und Rückfederungsbrüchen ab, können diese Brüche grob in 3 verschiedene Kategorien eingeteilt werden. Anhand **Bild 5** sind zu unterscheiden:

- Anrisstyp 1: kein Anriss und „normaler Torsionsbruch“ mit glatter Bruchfläche senkrecht zur Drahtachse (1a nach EN 10218-1[1]);
- Anrisstyp 2: teilweise rissig, Anriss nicht vollständig entlang der Drahtachse mit glatter Bruchfläche senkrecht zur Drahtachse („Bruch mit örtlichen Rissen“ glatt, (etwa 2a nach EN 10218-1[1]))
- Anrisstyp 3: über die gesamte Länge verlaufende Risse mit glatter Bruchfläche senkrecht zur Drahtachse (3a nach EN 10218-1[1]);
- Anrisstyp 3*: Risse ungleichmäßig über die Drahtlänge und Bruchfläche stückweise parallel zu Drahtachse.

Vergleicht man die Spannungs-Schiebungs-Kennlinien aus dem Torsionsversuch von Drähten mit diesen unterschiedlichen Anrisstypen (**Bild 6**) zeigt sich, dass bei Drähten ohne normalen Torsionsbruch wie Bruchtyp 1a nach EN 10218-1 nach einem anfänglichen Steigen der Torsionsspannung bis zu einem ersten Maximum diese plötzlich absinkt. Nach dem Absinken der Torsionsspannung beginnen sich die Drähte (der Anrisstypen 2-3) erneut zu verfestigen und erreichen damit ein weiteres Maximum der Torsionsspannung. Danach folgt der Torsionsbruch. Lediglich Drähte, welche Anrisstyp 3* aufweisen, zeigen keine

weitere Verfestigung bzw. kein weiteres Maximum der Torsionskennlinie. Dennoch ist auch bei diesem Anrisstyp der Anriss in der Torsionskennlinie deutlich zu ermitteln.

Das bedeutet, allein durch die Bewertung der Torsionskennlinie kann ein Anriss erkannt werden.

Für eine objektive und automatisierte Bewertung der Anrisse aus der gemessenen Torsionskennlinie wurde nach einem Kennwert gesucht, der eine algorithmisierbare Erkennung von Anrissen ohne visuelle Betrachtung der Torsionskennlinie des Drahtes zulässt. Dazu wurde die erreichte Gesamtschiebung des Torsionsversuches mit dem Weg, den die Traverse der Messmaschine zurücklegt, um die Zugspannung im Versuch konstant zu halten, ins Verhältnis gesetzt (Quotient aus Schiebung und Traversenweg) (**Bild 7**). Bei nicht angerissenem Draht (Anrisstyp 1 in **Bild 5**) nimmt der Quotient in etwa den Wert -0,05 an, bei teilweise angerissenen Drähten einen Wert von ca. -0,10 und bei in Längsachse vollständig angerissenen Drähten ca. den Wert -0,25. (Diese Werte gelten für Drähte mit $d = 2$ mm, einer Einspannlänge von 300 mm und unter Verwendung der Messtechnik der Forschungsstelle.)

Ein zweiter Schritt ist eine neu erarbeitete Auswertemethode der Torsionsversuche. Diese ermöglicht das Detektieren von Anrissen in der Spannungs-Schiebungs-Kennlinie, indem die maximale Torsionsspannung bei Anriss und die Schiebung bei Anriss ermittelt werden (vgl. **Bild 8**).

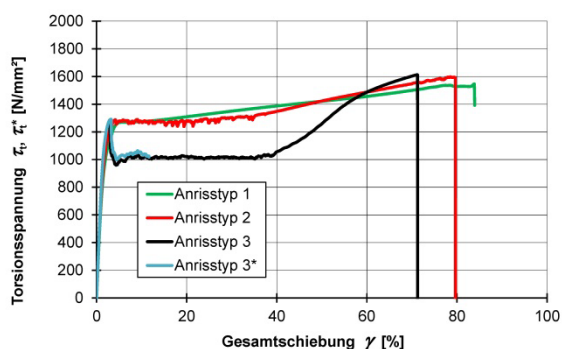


Bild 6: Spannungs-Schiebungskennlinien / Verlauf zu den Anrisstypen 1-3 aus **Bild 5**

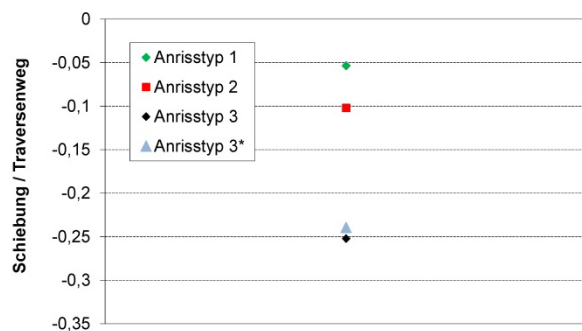


Bild 7: Quotient aus Schiebung und Traversenweg

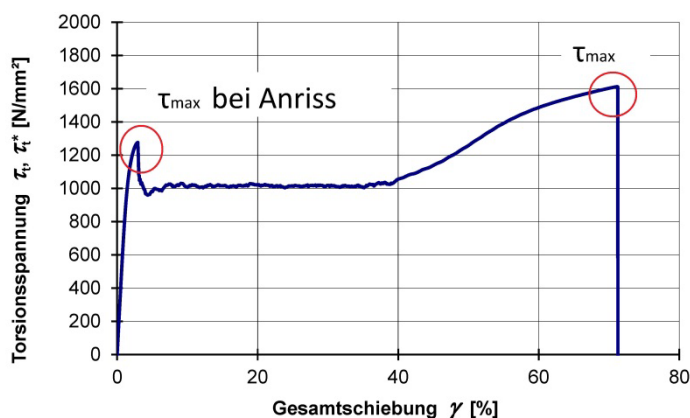


Bild 8: Vergleich lokales Torsionsspannungsmaximum bei Anriss und maximale Torsionsspannung

4. Zusammenhang zwischen Festigkeitsschwankungen am Draht und der Variation der Geometrie von Federn sowie anderen Bauteilen

Bei der Herstellung von Walzdrähten für die Federstahlproduktion werden anlagenbedingt beim Vorgang Luftpatentieren auf einem Stelmorband einzelne Bereiche des Drahtes unterschiedlich schnell abgekühlt. Wie bei jedem Stahlerzeugnis wird beim Walzdraht die Umwandlung des Gefüges mit der Abkühlgeschwindigkeit und Temperaturhaltezeit eingestellt [3]. Durch unterschiedliche Abkühlung der einzelnen Drahtabschnitte entsteht nun eine inhomogene Gefügeverteilung und damit auch eine indifferente Festigkeitsverteilung im Draht.

Für sehr hochwertige Produkte mit hohen Gleichmäßigkeits- und Festigkeitsanforderungen wird der Walzdraht mit einer kostenintensiven Durchlauf-Bleibadpatentierung nachbehandelt. Aus Kostengründen erfolgt die Weiterverarbeitung aber oft ohne diesen Bearbeitungsschritt. Dieser Draht soll nun zu einem technisch hochentwickelten Produkt mit sehr hohen Anforderungen an Geometrie und Auslastbarkeit geformt werden – der technischen Feder. Die Herstellung einer Feder, z.B. mittels Windeautomat, basiert auf einem räumlich definierten Biegen des Drahtes über seine Elastizitätsgrenze hinaus. Genau an dieser Stelle beeinflusst eine Variation der Festigkeit des Federstahldrahtes die Geometrie. Entlang der Drahtachse unterschiedliche Festigkeiten, also auch unterschiedliche Elastizitätsgrenzen, führen zu Geometrieabweichungen am Endprodukt. **Bild 9** verdeutlicht dies anhand zweier Federstränge, oben ein ungleichmäßiges, unten ein gleichmäßiges Material. Deutlich zu erkennen ist der sehr stark schwankende Windungsdurchmesser D des Federstranges, welcher aus ungleichmäßigem Material hergestellt wurde. Anhand der Gleichung für die Federrate (1) wird deutlich, dass diese Durchmesser Schwankungen in der dritten Potenz in die Federrate eingehen, diese also deutlich verändern.

$$R = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n} \quad (1)$$



Bild 9: Vergleich zweier Federstränge (oben „Draht 1“ unten „Draht 2“)

Aber auch bei Drahtformbiegeteilen oder Schenkelfedern spielen die Festigkeitsschwankungen eine große Rolle, so beeinflussen sie beispielsweise den Winkel von Schenkeln zueinander und verhindern so z.B. in vielen Fällen eine automatische Montage von Teilen.

Gängige Praxis ist die Prüfung der Zugfestigkeit jeweils nur am Anfang und Ende eines Drahtgebundes. Eine exakte Aussage wäre jedoch nur durch eine große Anzahl an

Zugversuchen über eine gesamte Drahtcharge möglich, dies ist jedoch aufgrund der Beschaffenheit des Endlosproduktes Draht nicht praktikabel. Um zu prüfen, welche Festigkeitsschwankung im Draht vorhanden ist, besteht die Möglichkeit einer sehr aufwendigen Prüfung des Drahtes mit einer großen Anzahl von Zugversuchen. **Bild 10** stellt die Ergebnisse von jeweils 50 Zugversuchen an einem sehr gleichmäßigen und einem sehr ungleichmäßigen Draht dar. Die Proben wurden dabei in Form von Drahringen direkt vom Gebinde abgenommen und in dieser Reihenfolge geprüft. Während hier bei „Draht 2“ eine Spannweite von nur ca. 30 MPa gemessen wurde, liegt diese bei „Draht 1“ bei 160 MPa.

Eine weitere, an EN 10270-1 angelehnte, Prüfung für Federstahldraht ist die Bestimmung des freien Drahtumganges W und des axialen Versatzes f_a eines Ringes, abgenommen vom Drahtgebilde (vgl. **Bild 12**). Während die Normung dabei die Bestimmung an einem Umgang des Drahtes vorsieht, können mit einer größeren Stichprobe Rückschlüsse auf die Gleichmäßigkeit gezogen werden. Als Beispiel sind in **Bild 11** die Daten der Drahringe aufgenommen, welche für die Zugversuche in **Bild 10** verwendet wurden. Diese Herangehensweise erlaubt bereits einen ersten Vergleich von Geometrie- und Festigkeitsschwankungen. Deutlich erkennbar ist dabei ein Zusammenhang von Zugfestigkeit R_m und der Schwankung des freien Drahtumganges W . Weniger deutlich aber dennoch erkennbar ist, dass der ungleichmäßigere „Draht 2“ auch im axialen Versatz f_a eine höhere Schwankungsbreite aufweist als der gleichmäßigere „Draht 1“. Um keinen Einfluss der Ziehmaschine auf die Messungen zu erzeugen, wurden zwei unterschiedlich hergestellte Walzdrähte auf derselben Ziehmaschine mit identischem Ziehsteinsatz gezogen. In **Bild 9** wurde die obere Feder aus Draht 1, die untere Feder aus Draht 2 gefertigt.

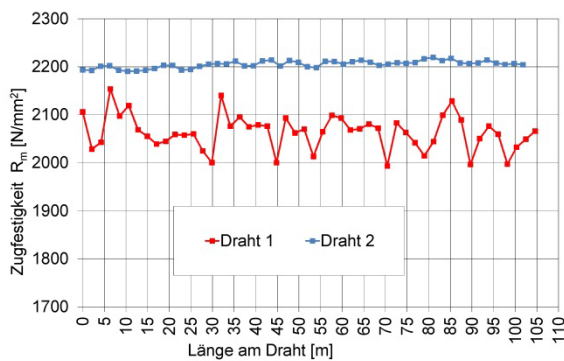


Bild 10: 50 Zugversuche an Drähten unterschiedlicher Sorte

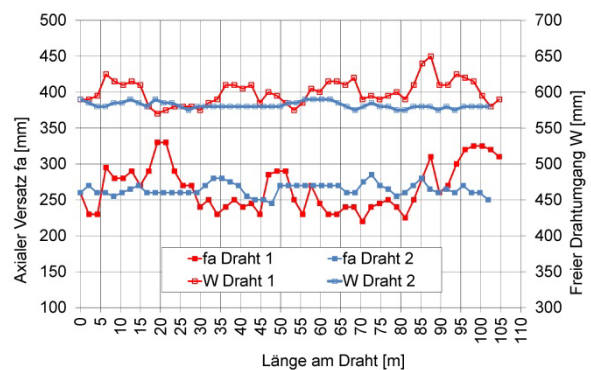


Bild 11: axialer Versatz f_a und freier Drahtumgang W an Drähten unterschiedlicher Sorte

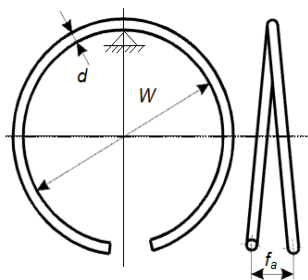


Bild 12: f_a (axialer Versatz) und W (Durchmesser eines freien Drahtumganges) in Anlehnung an EN 10270-1 (2012)

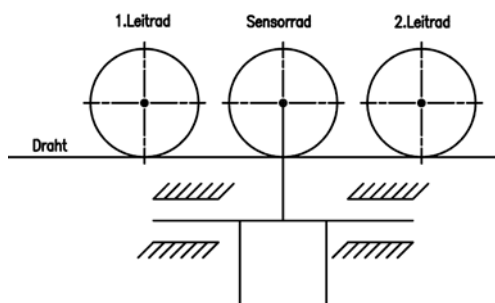


Bild 13: Prinzipdarstellung Messaufbau „Sensorrad“

Mit dem von der Forschungsgruppe entwickeltem Messaufbau „Sensorrad“ lassen sich Aussagen über die Gleichmäßigkeit der Drahteigenschaften über die Drahtlänge treffen [4]. Für das „Endlosprodukt“ Draht ist es damit möglich, die Gleichmäßigkeit über den gesamten Verarbeitungsprozess zu überwachen.

In jedem Drahtziehprozess, bzw. in jeder Drahtziehmaschine, wird der Draht verformt. Es tritt jedoch nicht nur die offensichtliche Verformung, also die Querschnittsreduzierung, auf, sondern der Draht wird im Drahtziehprozess als Wechselwirkung mit der Drahtziehmaschine u.a. durch Biegung an Umlenkrollen und durch Regelschwankungen an den einzelnen Ziehstufen auch in Biegerichtung verformt. Stellt man sich zwei Drahtstücken unterschiedlicher Festigkeit vor, welche auf einen identischen Bogen verformt werden, so wird der Draht mit der höheren Festigkeit sich weniger plastisch verformen, er wird beim Rückfedern demnach einen geringeren bleibenden Radius erreichen. Beim Drahtziehen geschieht theoretisch derselbe Vorgang. Die vom Walzdraht stammenden Festigkeitsschwankungen resultieren nun in unterschiedlichen Biegeradien, letztlich also schwankenden Durchmessern der freien Drahtumgänge.

Als Beispiel hierfür sollen wiederum die Drähte 1 und 2 verwendet werden. Betrachtet man zunächst das aufgezeichnete Sensorrad-Signal abgetragen über der Drahtlänge (**Bild 14** und **Bild 15**), wird bei Draht 1 eine wesentlich größere Schwankungsbreite als bei Draht 2 deutlich. Das bedeutet, dass hier das Sensorrad sehr viel größere Unterschiede der vom Draht erzeugten Momente entlang der Drahtachse aufgezeichnet hat als bei Draht 2. Um eine genauere Aussage treffen zu können, wird als Darstellung die Häufigkeitsverteilung für die aufgezeichneten Signale verwendet. Hieran wird verdeutlicht, wie oft das Sensorrad Messwerte in bestimmten Klassen aufgezeichnet hat. Je schmaler diese Verteilung ist, umso „gleichmäßiger“ ist ein Draht. Eine breite Häufigkeitsverteilung bedeutet wiederum, dass die Werte sehr starken Schwankungen unterlagen, der Draht also ungleichmäßig ist. **Bild 16** und **Bild 17** stellen einen Vergleich der Häufigkeitsverteilung der Sensorradsignale mit den jeweiligen Verteilungen der Zugfestigkeiten R_m der Drähte dar. Dieser Vergleich verdeutlicht, dass ein Draht mit hoher Schwankungsbreite bezüglich der Zugfestigkeit auch eine hohe Schwankung der geometrischen Eigenschaften hat und umgekehrt. Somit können zweifelsfrei Rückschlüsse von der Gleichmäßigkeit bezüglich Form auf die Festigkeitsschwankungen eines Drahtes gezogen werden.

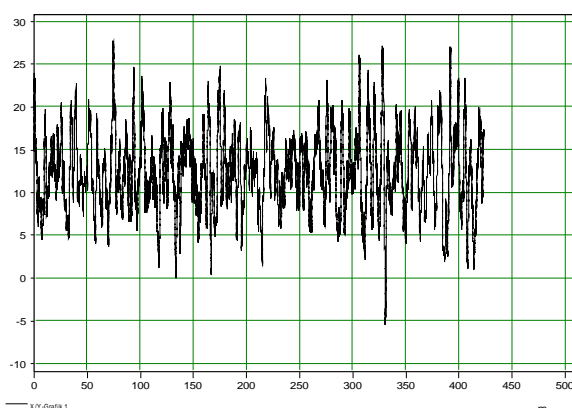


Bild 14: Sensorrad-Signal dargestellt über Drahtlänge „Draht 1“

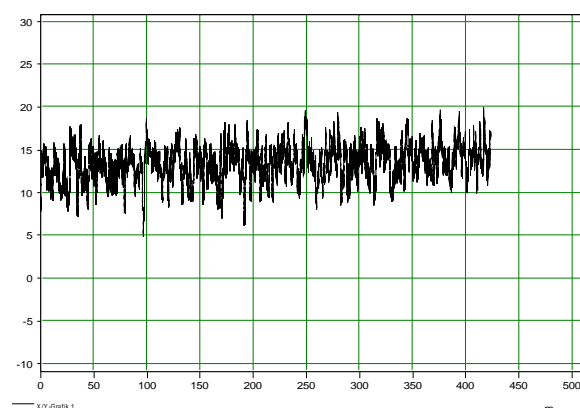


Bild 15: Sensorrad-Signal dargestellt über Drahtlänge „Draht 2“

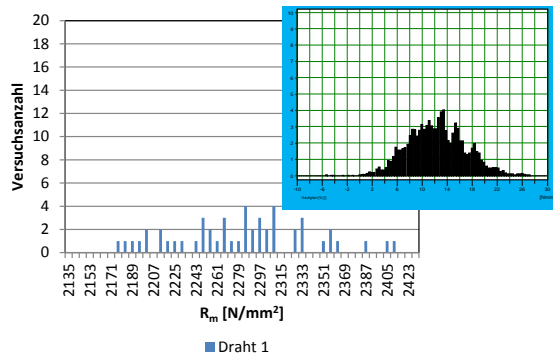


Bild 16: Häufigkeitsverteilung von Sensorrad-Signal „Draht 1“ und Zugfestigkeit R_m [5]

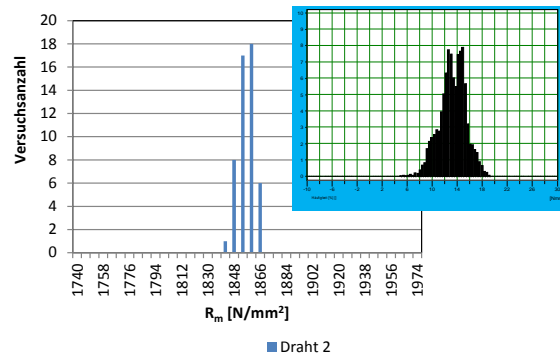


Bild 17: Häufigkeitsverteilung von Sensorrad-Signal „Draht 2“ und Zugfestigkeit R_m [5]

5. Ausblick / Industrielle Nutzbarkeit

Die Untersuchungen an den 48 Probedrähten geben Aufschluss über die Veränderung der mechanischen Kennwerte durch natürliche und künstliche Alterung in Abhängigkeit von zahlreichen Drahtherstellparametern.

Mit der vorgestellten Messmethode „Sensorrad“ kann eine produktionsbegleitende 100%-Überwachung der Drahtgleichmäßigkeit bezüglich der Festigkeit und der Formmaße erfolgen. Diese Untersuchungen sind außer für Federstahldrähte auch für Schweißdrähte, Reifeneinlegedrähte oder Seildrähte sinnvoll bzw. nutzbar. Weiterhin ist eine Überwachung des Ziehprozesses mit diesem Aufbau denkbar.

Das entwickelte Verfahren zur Anrissdetektion und Beurteilung ist mit geringem Aufwand auf industriell verwendete Torsionsprüfstände zu übertragen.

6. Danksagung

Das IGF-Vorhaben 17043 BR des Gemeinschaftsausschusses Kaltformgebung e.V. (GAK) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Es wurde von der Eisendraht- und Stahldrahtvereinigung (ESV) und dessen projektbegleitendem Gremium unterstützt.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

7. Literatur

- [1] EN 10218-1 Stahldraht und Stahlerzeugnisse; Allgemeines Teil 1: Prüfverfahren; 1994
- [2] Schneider, Fr.: Stahldraht; VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie; 1973
- [3] Schumann H., Oettel H.: Metallografie. Wiley-VCH, 14. Auflage, 2005
- [4] Bretschneider, I.; Wauro, F.; Lutz, S.; Geinitz, V.; Beyer, P.: Neue Ansätze zur Ermittlung der Werkstoffkennwerte von Federdrähten. Tagungsband 44. IWK/1999 der TU Ilmenau 1999
- [5] Lux R. u.a...: Langzeitstabilität der mechanischen Parameter patentiert-gezogener Stahldrähte. AiF-Projekt 17043BR: Abschlussbericht 2013