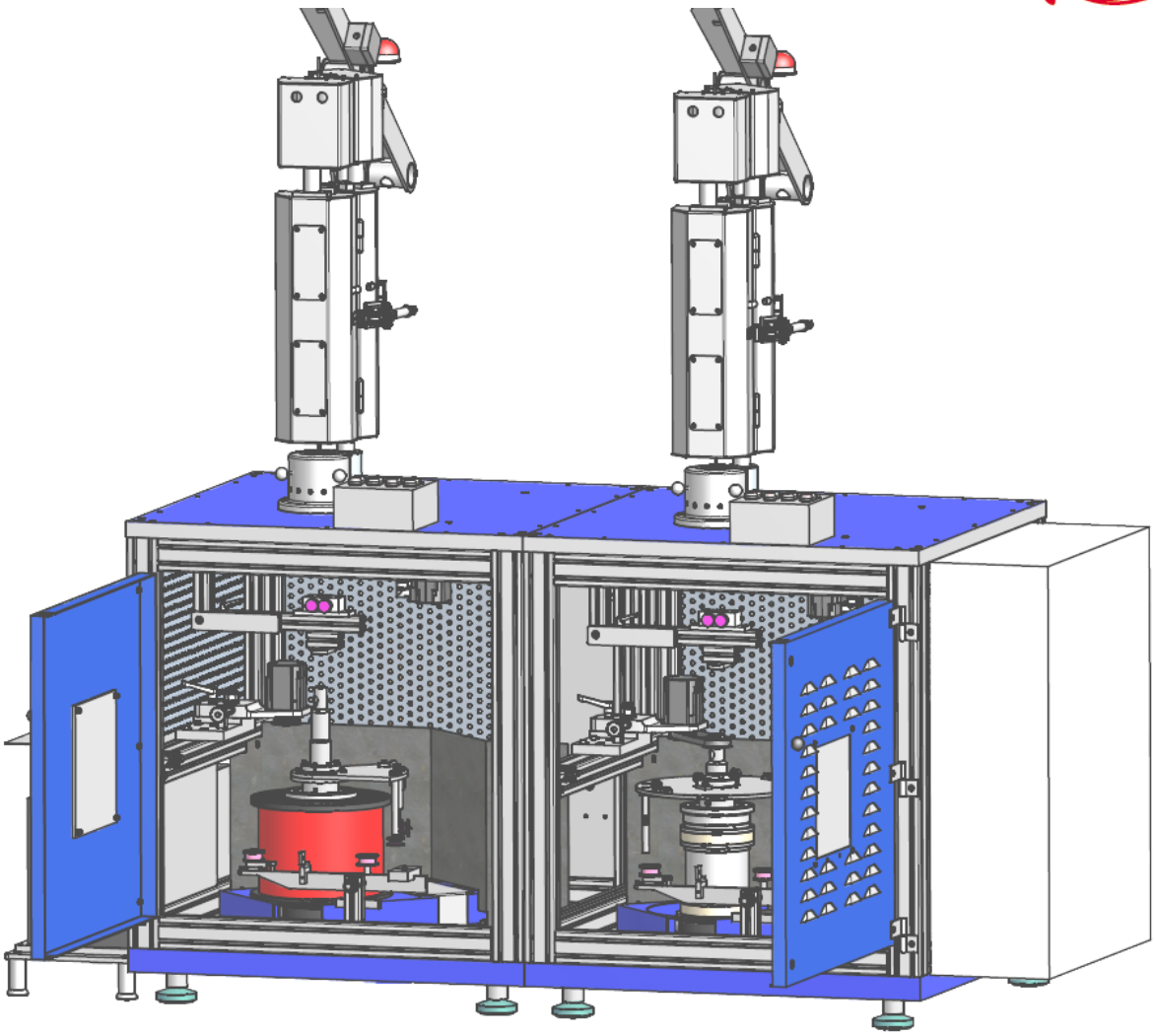
11 / 2015

M&A DIETERLE

MASCHINEN- & APPARATEBAU GMBH



Prozessbeschreibung Spiralfertigung

Prozessbeschreibung Spiralfertigung

Inhaltsverzeichnis

Kapitel		Seite
1.0 Aufbau der Spiralmaschine		1
2.0 Funktion der Spiralmaschine und Prozessablauf		3
2.1 Übersicht und Begriffe		3
2.1.1 Spule		5
2.1.2 Wickelteller		5
2.1.3 Fadenspannungssensor		6
2.1.4 Wickelkopf		7
2.1.5 Spiraldorn		7
2.1.6 Heizung		8
2.1.7 Bedienfeld		9
2.1.8 Kühlung		10
2.1.9 Abzugsrolle		11
2.1.10 Spiralkanne		11

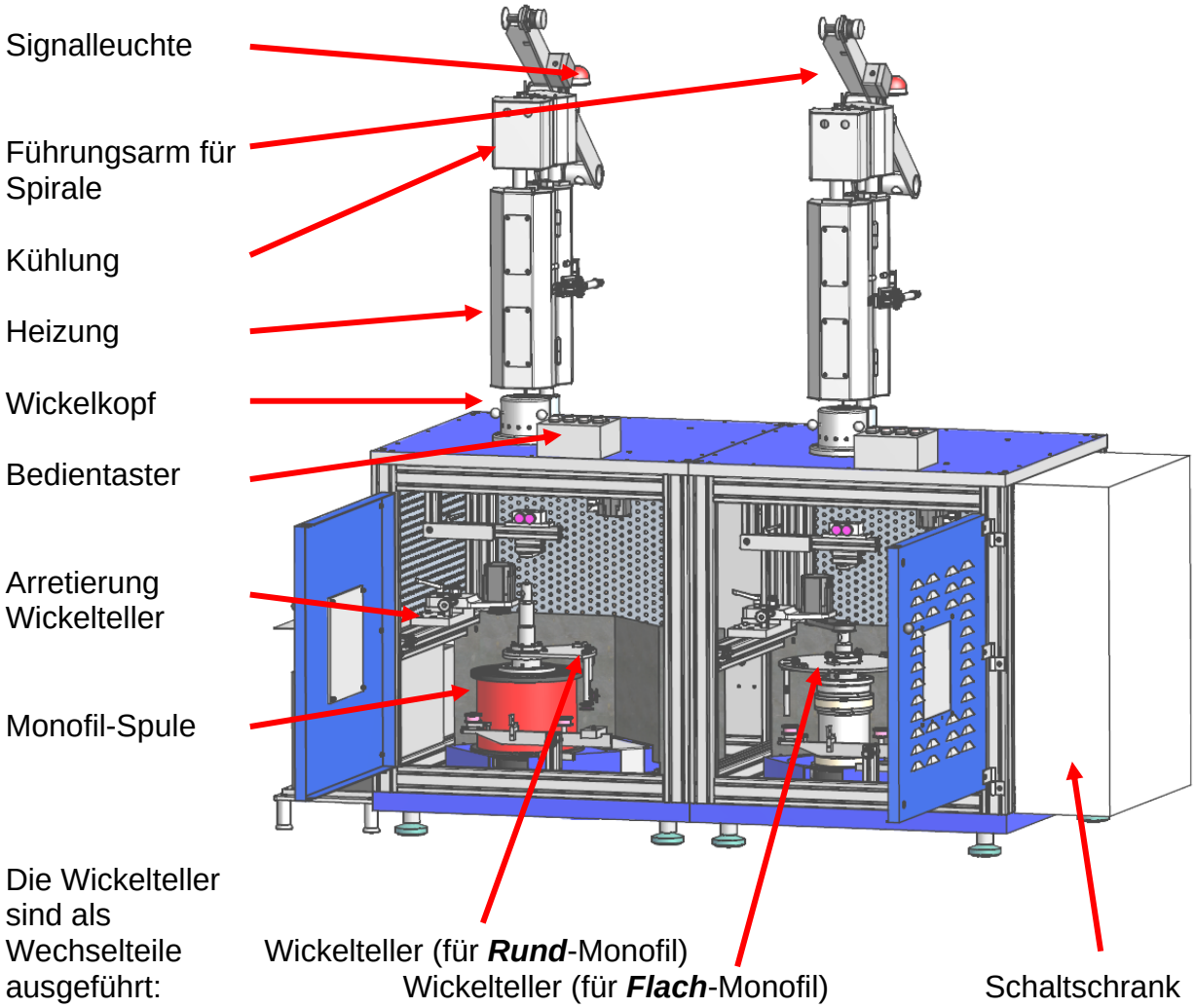
Kapitel		Seite
2.2 Beschreibung der Taster- bzw. Schalter- Funktionen		12
2.2.1 Einschalten der Maschine		12
2.2.2 Anwählen der Maschine		13
2.2.3 Festlegung von Spiraldraht-Profil und Wickelrichtung		13
2.2.4 Eingabe der Produktionsparameter		13
2.3 Rüsten / Einstellen / Prozess-Start		16
2.3.1 Vorbereitende Arbeiten an der Maschine		16
2.3.2 Spiraldorn wechseln		18
2.3.3 Spiraldorn einstellen		22
2.3.4 Einsetzen der Spule		24
2.3.5 Einziehen des Monofiles in die Maschine		27
2.4 Überwachung des Wickelprozesses		41
2.5 Mögliche Abweichungen, Ursachen und Behebung		41
3.0 Kalibrieren der Fadenspannungssensoren		43

Prozessbeschreibung Spiralfertigung

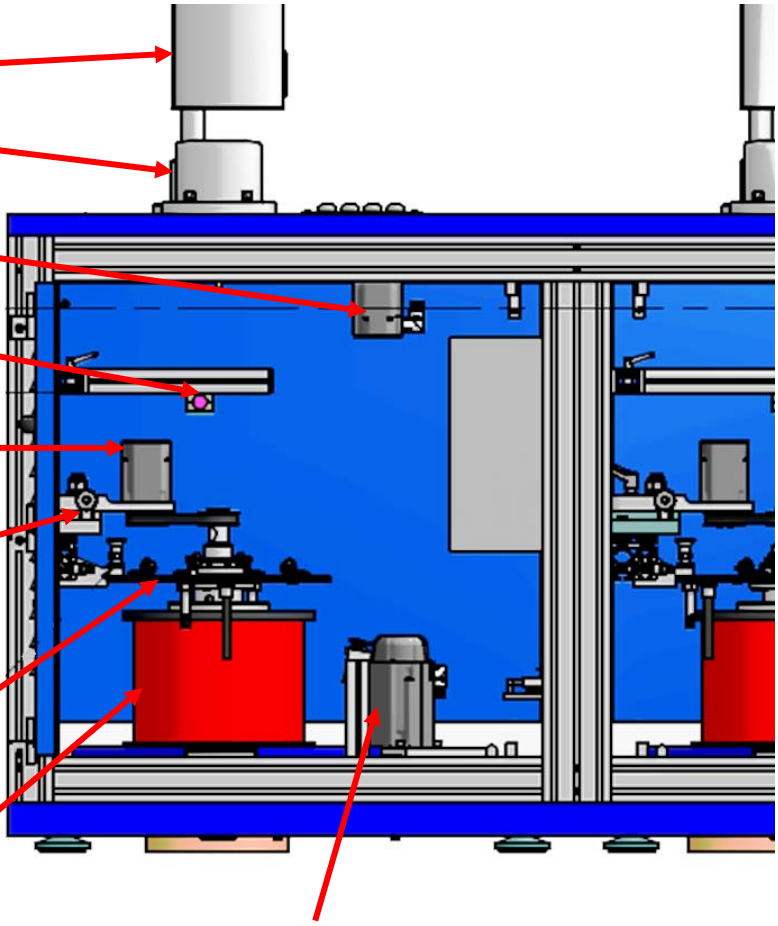
1.0 Aufbau der Spiralmaschine

Die Spiralmaschine dient zur Herstellung von Spiralen für die Fertigung von Spiralsieben. Als Ausgangsmaterial werden Monofile aus unterschiedlichen Kunststoffen mit unterschiedlichen Durchmessern bzw. Flach-Profilen eingesetzt (z. B. PET, PPS, PA, etc).
Im Folgenden werden die Monofile auch als ***Faden*** bzw. ***Spiraldraht*** bezeichnet

Maschinenübersicht gesamt



Innenansicht (linke Maschinenseite)

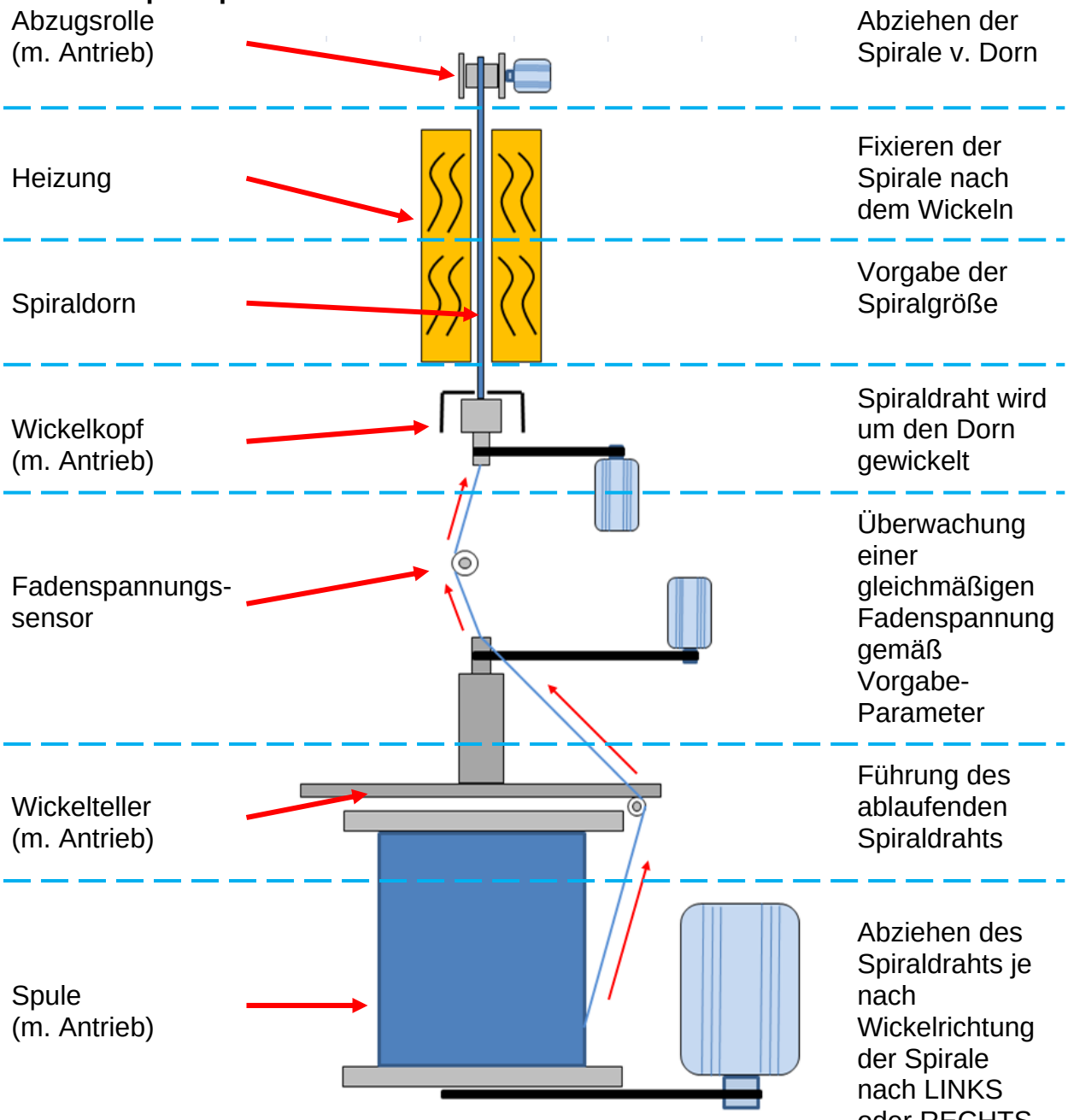


2.0 Funktion der Spiralmaschine und Prozessablauf

2.1 Übersicht und Begriffe

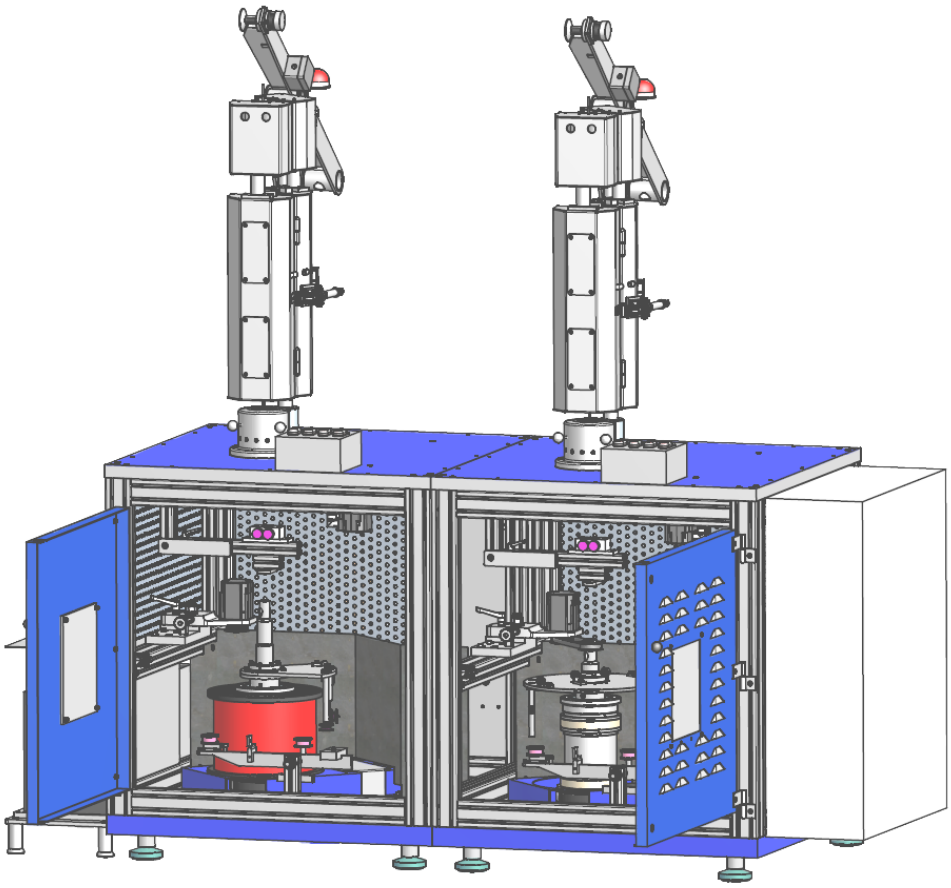
Die Erklärungen der nachfolgenden Begriffe stehen in der Reihenfolge des Monofil- bzw. Spiraldurchlaufs durch die Maschine d. h. von unten nach oben.

Funktionsprinzip



Darstellung linke Maschinenseite

Die Spiralmaschine besteht im Prinzip aus zwei unabhängig voneinander arbeitenden Spindeln. Damit können Spiralen aus Monofilen mit rundem und rechteckigem Querschnitt hergestellt werden - gleichzeitig links und rechts gewickelte Spiralen.



Hochleistungs-Spiralmaschine
mit jeweils unabhängig arbeitender linker und rechter Spindel

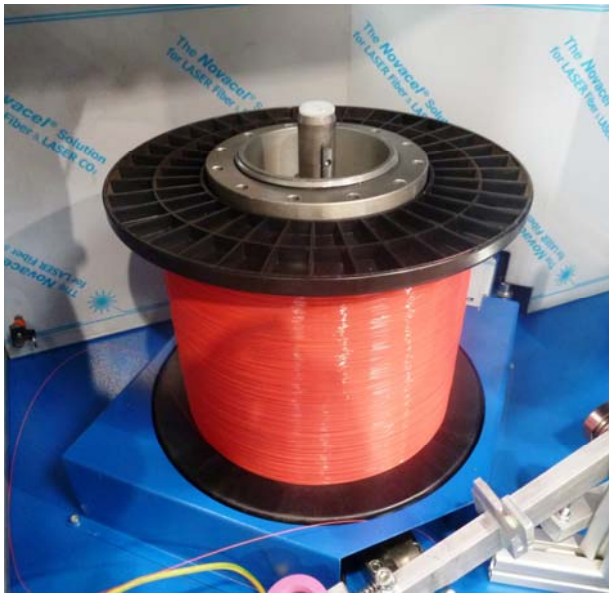
Bei Verwendung runder Monofile können auf jeder Spindel frei wählbar rechte oder linke Spiralen gefertigt werden.

Bei Monofilen mit rechteckigem Querschnitt können aus technischen Gründen rechts nur rechte Spiralen und links nur linke Spiralen gefertigt werden!

2.1.1 Spule

Alle Monofile werden auf einer Spule K335 verarbeitet. Die maximale Bewicklung der Spule liegt je nach Drahtprofil / -durchmesser zwischen 7kg und 10kg.

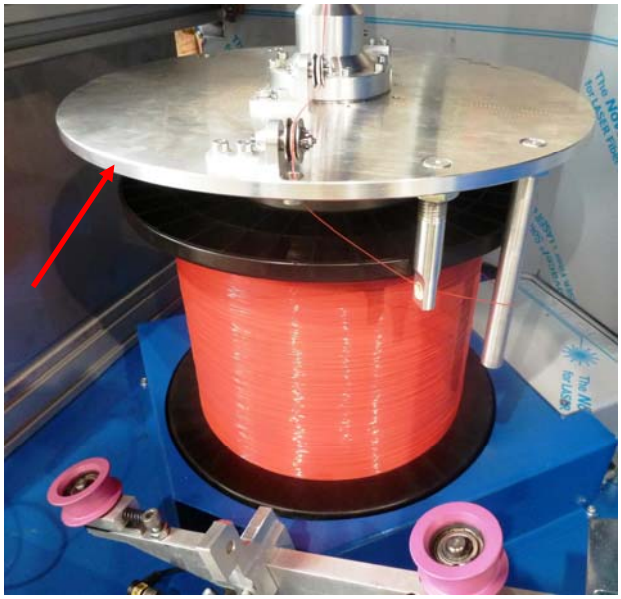
Der Antrieb der Spule stellt in Abhängigkeit vom Drahtspannungssensor (>> 2.1.3) eine immer gleichmäßige Spannung des Spiraldrahts sicher, unabhängig davon, wie viel Monofil sich noch auf der Spule befindet. D. h. der Antrieb wirkt hier auch als Bremse.



Spule K335 mit darunter liegender Abdeckung für den Spulenantrieb

2.1.2 Wickelteller

Der Wickelteller führt während dem Wickelprozess den von der Spule ablaufenden Spiraldraht über verschiedene Führungen und Rollen nach oben zur Spindelmitte hin. Je nach verwendetem Spiraldraht (rund oder flach) werden ***unterschiedliche*** Wickelteller verwendet (Siehe auch 2.3.3.) Von der mittigen Führungsbohrung wird der Spiraldraht weiter nach oben zum Wickelkopf geführt (>> 2.1.4).
Runder Wickelteller für Flach-Monofil. Er wird während dem Wickelprozess über einen Zahnriemen angetrieben.



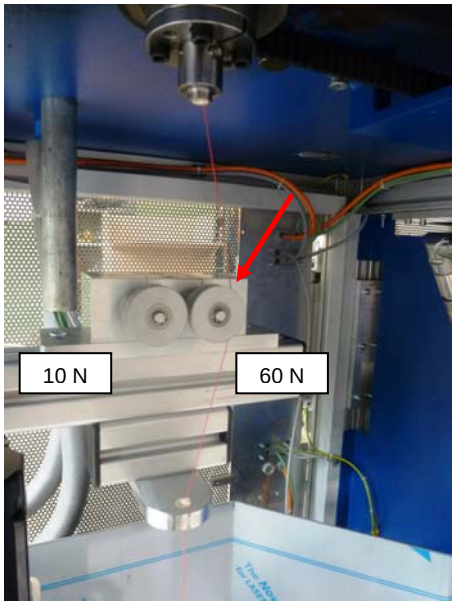
Wickelteller (für ***Flach***-Monofil)

Segment- Wickelteller für Rund-Monofil. Er wird während dem Wickelprozess arretiert, der Zahnriemen wird nicht montiert.

Wickelteller (für ***Rund***-Monofil)

2.1.3 Fadenspannungssensor

Die Steuerung gleicht über den Fadenspannungssensor ständig die aktuelle Fadenspannung mit den in der Steuerung vorgegebenen Parameter-Werten ab und regelt über den Spulenantrieb und bei Flachprofil auch über den Antrieb des Wickeltellers ggf. entsprechend nach.
Je nach gefertigter Spiralgröße wird entweder der linke 10N-Sensor oder der rechte 60N-Sensor (siehe Bild) verwendet

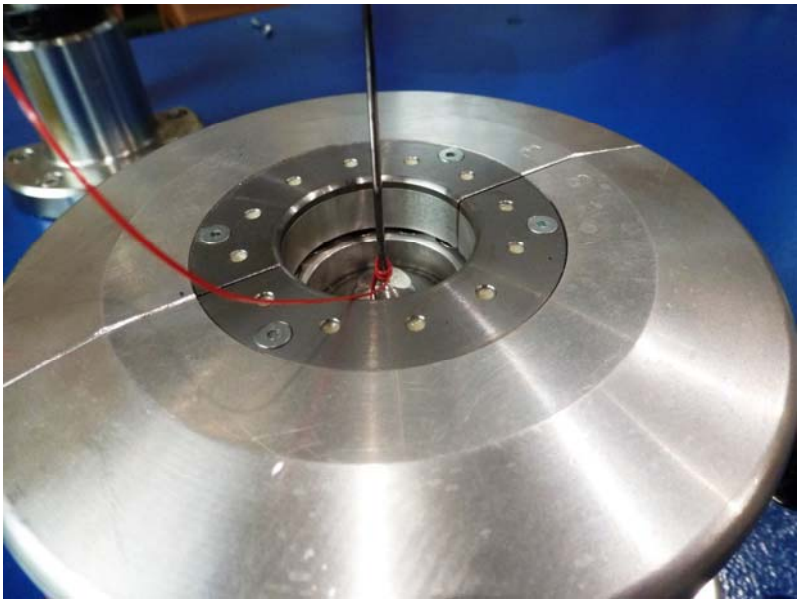


2.1.4 Wickelkopf

Im Wickelkopf wird der von unten einlaufende Spiraldraht um den in einer Aufnahme montierten Spiraldorn gewickelt.

Durch den Antrieb wird die Prozessgeschwindigkeit vorgegeben.

Je nach Profil bzw. Durchmesser des Spiraldrahts sind Drehzahlen von bis zu 5.000 U/min möglich.



2.1.5 Spiraldorn

Abhängig vom verwendeten Spiraldraht (Abmessung u. Material) und von der vorgegebenen Spiral-Abmessung, können Spiraldorne mit unterschiedlichsten Abmessungen zum Einsatz kommen.
Der durch den Wickelkopf auf den Dorn gewickelte Spiraldraht „wandert“ mit jeder Umdrehung als Spirale auf dem Dorn nach oben.
Die Länge des Dorns reicht durch die Heizung hindurch bis knapp unter die ganz oben an der Maschine befindliche Abzugsrolle.
Alle mit dieser Maschine gelieferten Dorne haben eine einheitliche Aufnahme und sind daher mit wenigen Handgriffen austauschbar.

2.1.6 Heizung

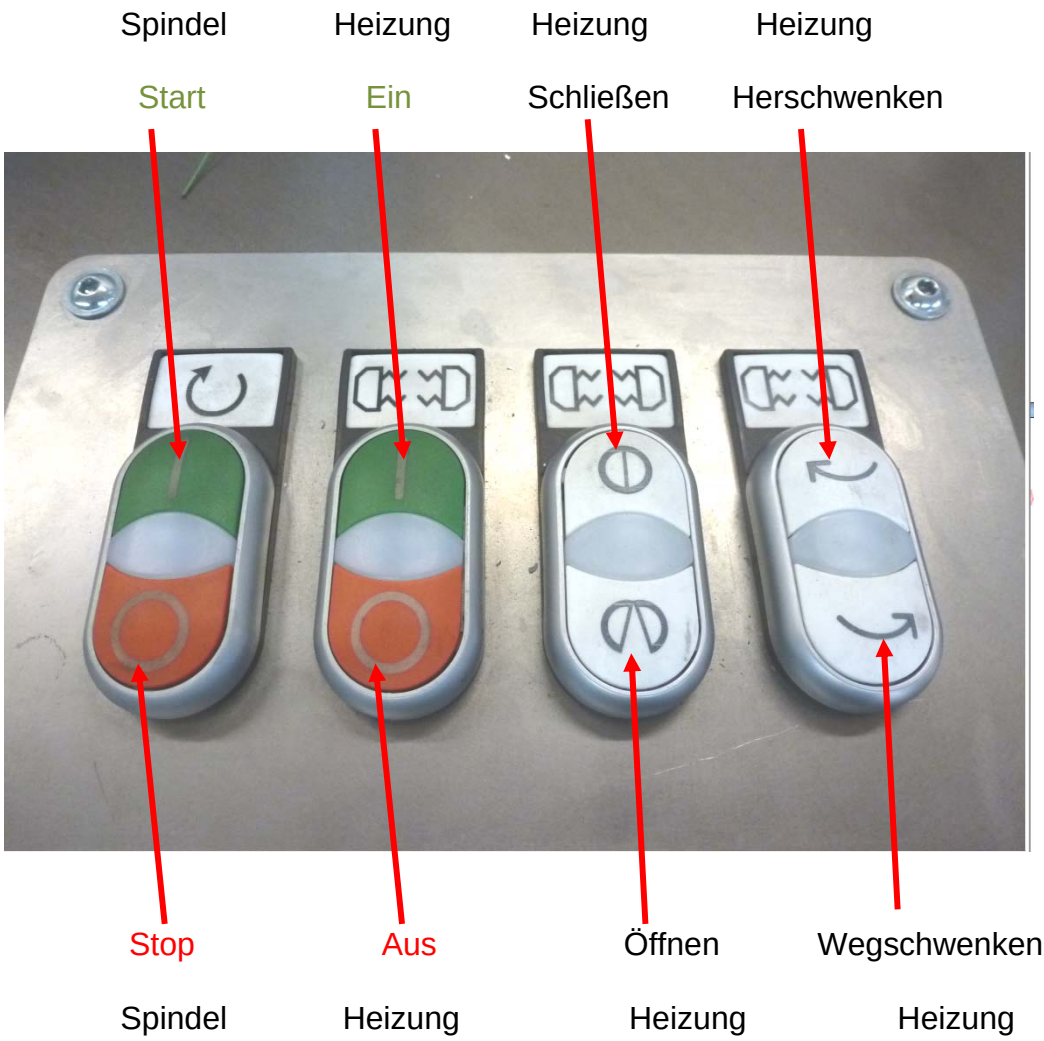
Die auf dem Dorn durchlaufende Spirale wird in der Heizung fixiert, d. h. durch Aufheizen der Spirale wird verhindert, dass die Spirale beim Ablaufen vom Dorn sich verdreht oder wieder aufspringt.
In dem zweiteiligen Heizungsgehäuse befinden sich Infrarot-Heizelemente aus Keramik. Die Steuerung überwacht über zwei Thermoelemente die Temperatur in der Heizung. Bei Bedarf regelt die Steuerung die Temperatur in der Heizung nach. Die Heizung wird bereits vor dem Prozess-Start vorgeheizt. Bei Erreichen der Soll-Temperatur kann der Wickel-Prozess gestartet werden. Die Soll-Temperatur wird in den Prozessparametern festgelegt.
Die noch in Ruhestellung befindliche Heizung (geschlossen und nach hinten geschwenkt) wird dann pneumatisch aufgeklappt (Abb.01), ebenfalls pneumatisch zum Spiraldorn geschwenkt und dort wieder geschlossen (Abb. 02). Die Heizung umschließt nun den Spiraldorn mit der während dem Wickelprozess von unten durchlaufenden Spirale. Der Bewegungsablauf der Heizung wird mit den Drucktasten (> 2.1.7) auf der Oberseite der Maschine manuell gesteuert.

Heizung Bild 1

Heizung Bild 2

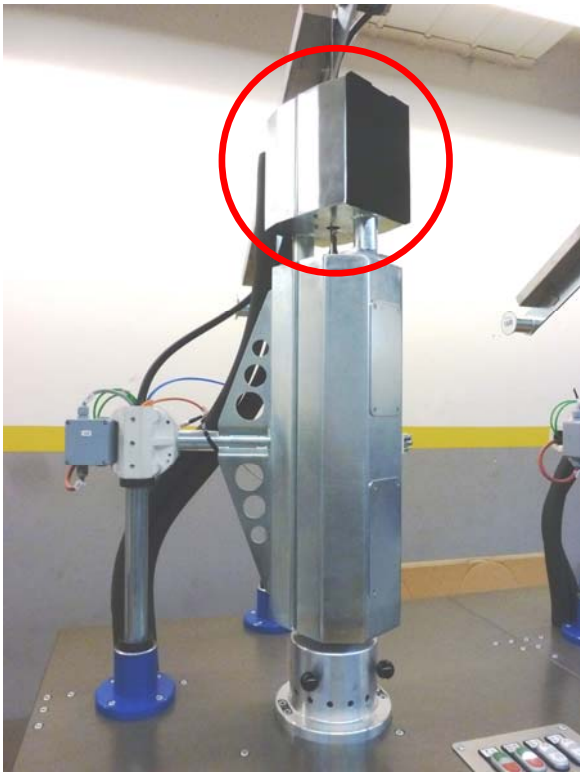
2.1.7 Bedienfeld

Auf jeder Maschinenseite Befindet sich ein Bedienfeld.
Mit diesem werden nur Grundfunktionen der Maschine ausgeführt



2.1.8 Kühlung

An das zweiteilige Heizungsgehäuse fest angebaut, befindet sich darüber die in einem isolierten, zweiteiligen Gehäuse eingebaute Kühleinrichtung.

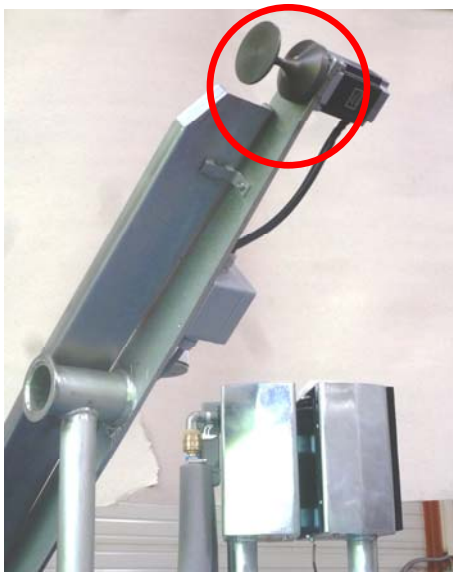


Die aus der Heizung nach oben herauslaufenden Spiralen werden in der Kühlung wieder herunter gekühlt, um die Spiralen zu komprimieren, beziehungsweise um Spiralen auch aus dicken Monofilen herstellen zu können.

Die beiden Wärmetauscher an den Spindeln werden durch das seitlich an der Maschine montierte Kühlaggregat mit dem Kühlmedium versorgt.

2.1.9 Abzugsrolle

Über dem oberen Ende des Wickeldorns befindet sich die angetriebene Abzugsrolle.
In Abhängigkeit von Prozess-geschwindigkeit und voreingestelltem Abzugswert (mm/U) „zieht“ die Rolle die Spirale nach oben vom Spiraldorn ab, von wo die Spirale über eine schräg nach unten weisende Führungsbahn („Rutsche“) nach unten in die bereitgestellte Spiralkanne läuft.
Zur Erhöhung der Zugkraft kann die Spirale auch 1x bis 2x um die Abzugsrolle geschlungen werden.



2.1.10 Spiralkanne

Hinter der Spiralmaschine werden zur Aufnahme der von der Maschine ablaufenden Spiralen „Kannen“ bereitgestellt.
Die Größe der aus Kunststoffrohr gefertigten Kannen wird so ausgewählt, dass die aus einer 7- bzw. 10kg-Spule gefertigte Spiralmenge hineinpasst.
Die Kannen sind am oberen Rand mit Schlitzen versehen, in die das Ende der Spiralen eingehängt wird.
Zum Fügen eines Spiralsiebs werden die Spiralen direkt aus den Kannen heraus verarbeitet.

2.2 Beschreibung der Steuerung mit den Taster- u. Schalterfunktionen

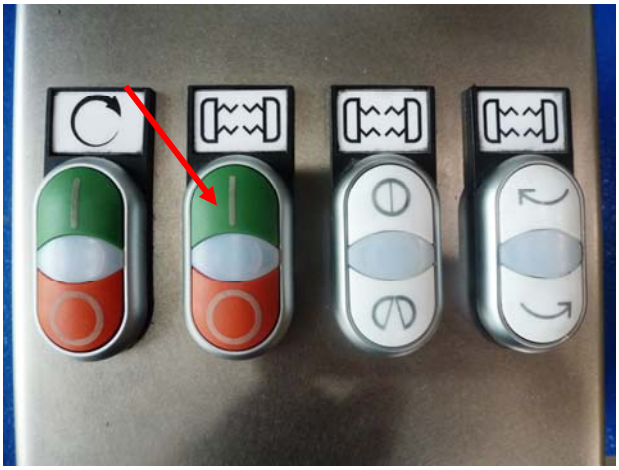
Mehrere Spiralmaschinen werden über eine Steuerzentrale (Server) überwacht und über ein zentrales Touchpanel programmiert. An der Maschine selbst befinden sich - für jede Spindel separat - nur einige wenige Taster zum Starten der Spindel und für das Bedienen der Heizung. Alle übrigen Funktionen, insbesondere die Eingabe und Überwachung von Parameter-Werten erfolgt ausschließlich am zentralen Touchscreen.
Auf dem Start-Menü (Abb. 2.2.3.1) wird die entsprechende Station (Maschine m. zwei Spindeln) ausgewählt.
Auf den nachfolgenden Menübildern können nun alle erforderlichen Parameter für diese Maschine, abhängig von der zu fertigenden Spiraltype, für jede Spindel getrennt abgelesen, festgelegt oder geändert werden.

Auf den übersichtlichen Menübildern der Steuerung sind in den jeweiligen Menübereichen alle wesentlichen Maschinenfunktionen zusammen mit den aktuellen Parameter-Werten dargestellt.

2.2.1 Einschalten der Maschine

Nach dem Einschalten der Maschine mit dem Hauptschalter seitlich am Schaltschrank wird das maschineninterne Betriebssystem hochgefahren. Jetzt kann auch die Heizung mittels Drucktaster eingeschaltet werden um die Rüstzeit an der Maschine für das Aufheizen zu nutzen.

Hauptschalter



Schalter Heizung EIN / AUS

2.2.2 Anwählen der Maschine

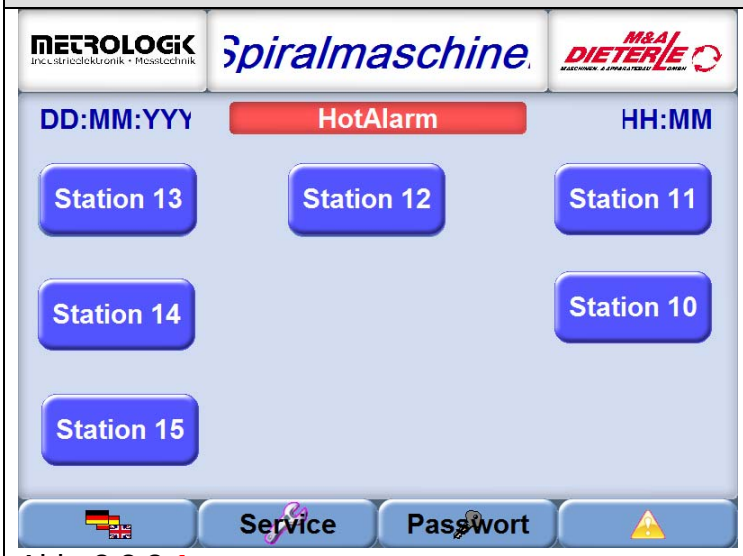
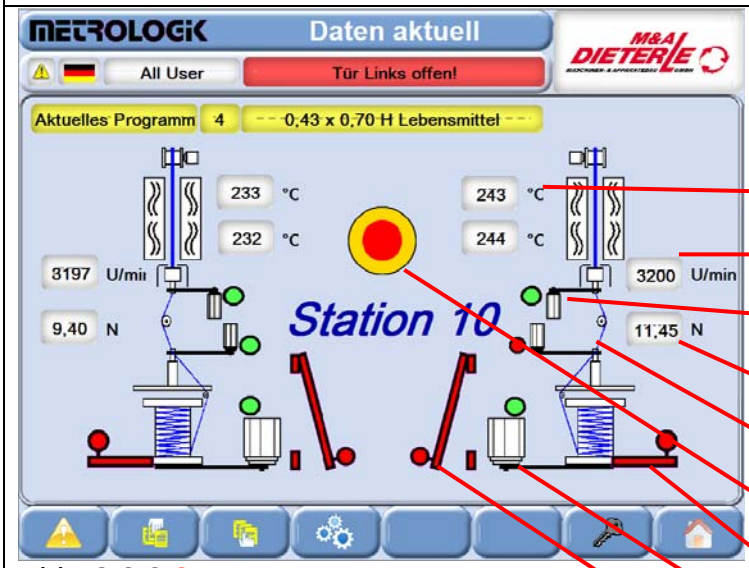
Auf dem Start-Menü (Abb. 2.2.3.1) des zentralen Touchpanels ist jede Maschine mit einem Button dargestellt. Nach Auswahl der gewünschten Maschine werden deren aktuelle Ist-Werte für beide Spindeln angezeigt (Abb. 2.2.3.2).

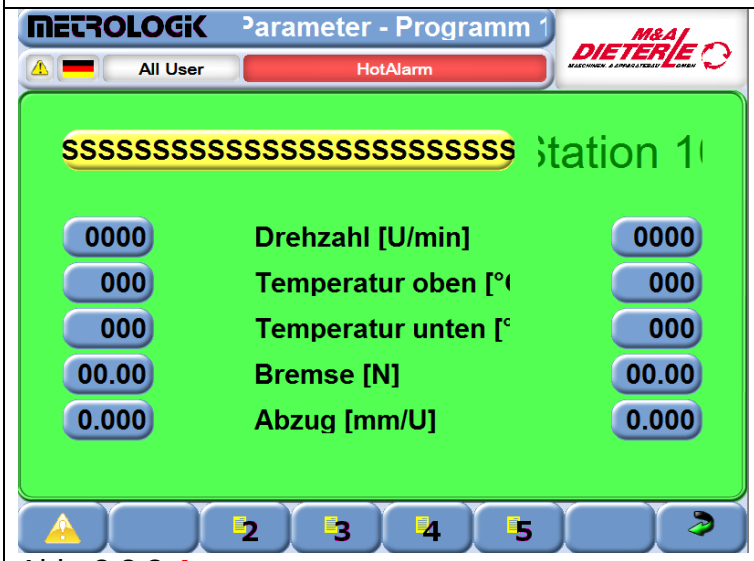
2.2.3 Festlegung von Spiraldraht-Profil und Wickelrichtung

Vom Fenster mit den Ist-Werten gelangt man über den Button *Parameter* (Zahnräder-Symbol) auf das Auswahl-Fenster (Abb. 2.2.3.3) der ausgewählten Maschine. Hier erfolgt die Festlegung ***Rundspirale*** oder ***Flachspirale***. Im nächsten Schritt wird für die jeweilige Spindel die Dreh- / Wickelrichtung ausgewählt.

2.2.4 Eingabe der Produktionsparameter

Vom Fenster mit den Ist-Werten gelangt man über den Button *Parameter* (Zahnräder-Symbol) auf das Parameter-Fenster (Abb. 2.2.3.4) der ausgewählten Maschine. Hier können die Prozessparameter entweder nach Vorgabe eingegeben werden, aber auch während dem Prozess den Erfordernissen angepasst werden.

Menübild	Vorgang
 Abb. 2.2.3.1	Station / Maschine auswählen
 Abb. 2.2.3.2 = Komponente arbeitet störungsfrei = Störung an Komponente	Anzeige der Prozessparameter und Betriebszustände *IST-Werte* Temperatur Heizung Drehzahl Antrieb Wickelkopf Faden-Spannungssensor Antrieb Wickelteller Not-Aus aktiviert Spule verriegelt Antrieb Spule Maschinentüre offen

Menübild	Vorgang
 Abb. 2.2.3.3	Die angezeigten *Spindelstunden* dienen zur Information Die Funktion *Messintervall* ist inaktiv Die *Startzeit* ist ein fixer Wert Auswahl Prozessmodus *Flachspirale / Rundspirale* Auswahl Drehrichtung (nur bei Rundspirale frei wählbar!)
 Abb. 2.2.3.4	Eingabe der Prozessparameter *SOLL-Werte* (siehe auch Tabelle 1)

2.3 Rüsten / Einstellen der Maschine und Prozess-Start (Arbeitsfolge)

Je nach geplantem Prozess (*Rund*- oder *Flach*-Spirale) sind unterschiedliche Vorgehensweisen beim Rüsten u. Programmieren erforderlich. Anhand der folgenden Arbeitsschritte, wird der jeweilige Ablauf beschrieben.

Ausgangssituation: *Maschine abgeschaltet.*
Keine Spule montiert.

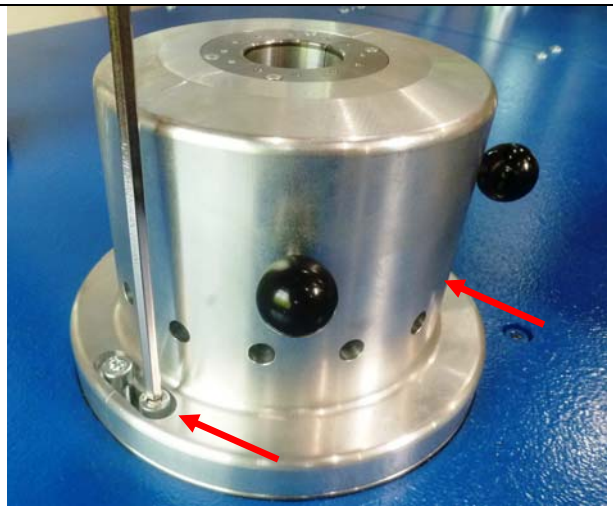
2.3.1 Vorbereitende Arbeiten an der Maschine

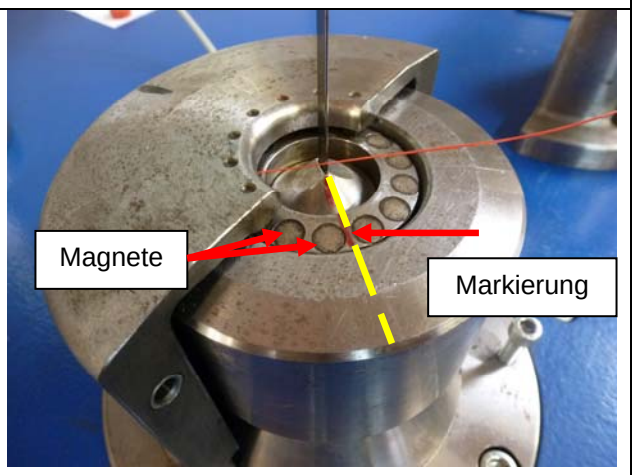
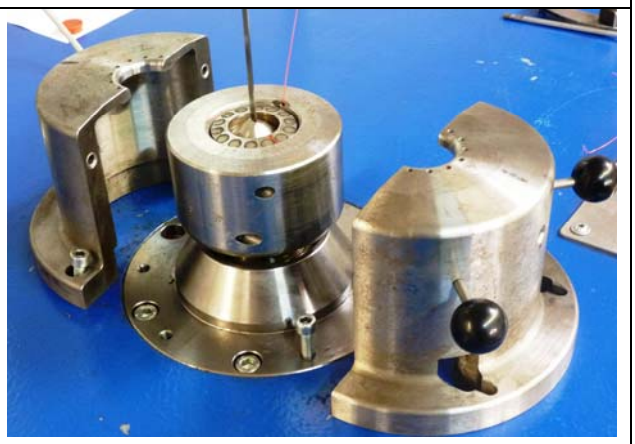
Maschine mit Hauptschalter einschalten. Die Maschinensteuerung wird jetzt selbstständig hochgefahren.	
Heizung einschalten	

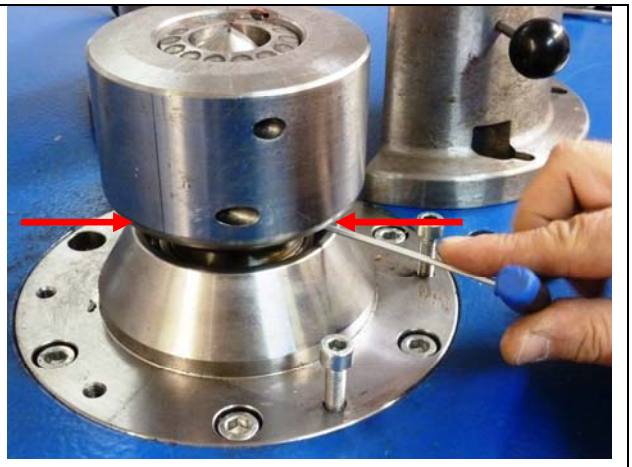
Werkzeug bereitlegen: • Hakenschlüssel (Abb.) • Inbus-Schlüssel SW 6, lang • Schaltschrankschlüssel • Schere • Pinsel • Gefäß mit Spülmittel	
Spiralenkanne auf der Rückseite der Maschine bereitstellen. Größe entsprechend der zu erwartenden Spiralmenge auswählen (abhängig von der Spiralgröße und der Bewickelung der Spule).	

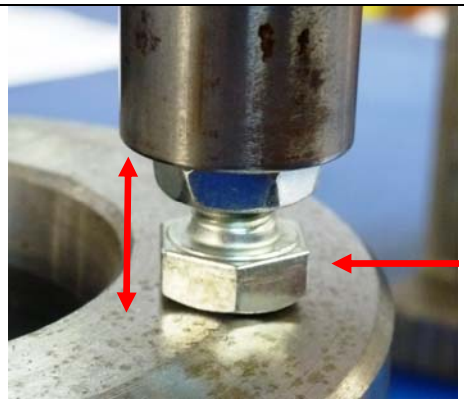
2.3.2 Spiraldorn wechseln

Dieser Arbeitsgang ist nur bei Wechsel der Spiralgröße bzw. bei Wechsel des Monofils erforderlich.

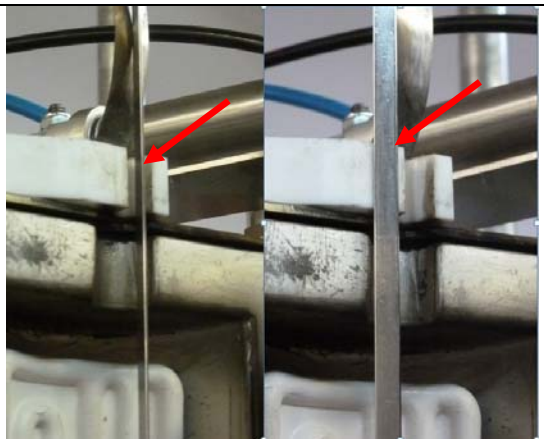
Zum Wechsel des Spiraldorns ist je ein langer Innensechskantschlüssel SW2,5 und SW6 erforderlich. Zur Kontrolle der Dornjustage wird außerdem eine Prüflehre für das Höhenmaß 3,20mm verwendet (siehe Abb. rechts).	
An der vorderen Abdeckung des Wickelkopfs werden die beiden Schrauben mit dem Inbus-Schlüssel SW6 gelöst.	

Die Gehäusehälfte kann nun nach vorn abgezogen und beiseite gestellt werden.	
Der Dorn wird nun so verdreht, dass auf der linken Seite zwischen der Schmalseite des Dorns und dem Gehäuse 2 Magnete sichtbar sind. Dann wird mit einem Stift eine Farbmarkierung wie rechts dargestellt aufgebracht.	
Die Befestigungsschrauben der hinteren Gehäusehälfte werden ebenfalls gelöst, dann kann auch sie abgenommen werden.	

An der Nabe des Wickelkopfs werden die beiden einander gegenüber-liegenden Klemmschrauben für die Dornaufnahme mit dem Inbus-Schlüssel SW 4 gelöst.	
Die Aufnahme mit dem Dorn kann jetzt nach oben herausgezogen werden.	
Nach dem Lösen der Klemmschraube mit Inbus-Schlüssel SW 4 kann der Dorn aus der Aufnahme entnommen werden.	

Das Einsetzen des neuen Dorns erfolgt in umgekehrter Reihenfolge. Beim Einsetzen in die Aufnahme muss die Schmalseite des Dorns wieder zur Markierung weisen. Aufgrund der engen Passungstoleranz gleitet die Aufnahme von selbst in den Wickelkopf hinein.	
Ist die Aufnahme im Wickelkopf auf Anschlag, wird die korrekte Justage mit der Prüflehre für das Höhenmaß 3,20mm überprüft. Die Aufnahme muss sich unter der Lehre leicht drehen lassen ohne zu streifen, aber auch ohne zu viel Distanz. Sitzt der Wickelkopf zu hoch, streift der Spiraldraht während dem Wickelprozess an den Magneten und reißt ab, sitzt er zu tief, stimmt der Wickelpunkt am Dorn nicht und das Sollmaß der Spirale kann nicht erreicht werden.	
Sollte eine Korrektur des Höhenmaßes erforderlich sein, muss die Aufnahme wieder aus dem Wickelkopf entfernt und die Höhe an der Einstellschraube nachjustiert werden.	

Anschließend können die beiden Abdeckungen des Wickelkopfs wieder montiert werden.
Dabei ist zu beachten, dass die Ausrichtung der Markierung für den Dorn der gleichen Position wie bei der Demontage entspricht.
Ist der Dorn verdreht, steht er beim Schließen der Heizung auf der falschen Position, was ein korrektes Schließen verhindert.



Richtig Dorn auf Markierung

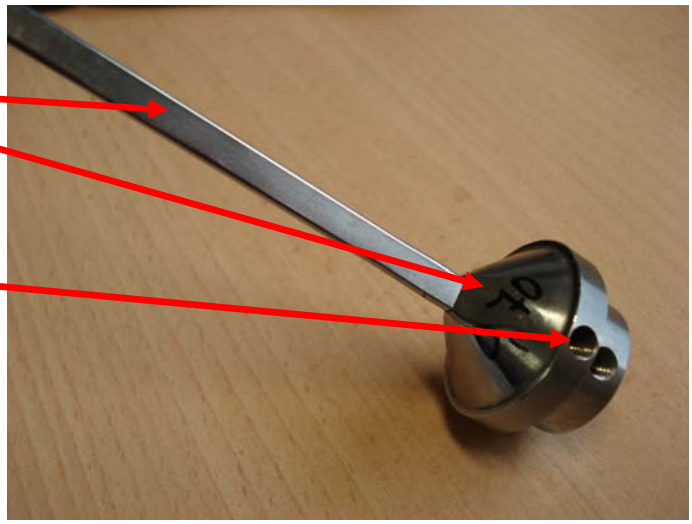
Falsch Dorn verdreht

2.3.3 Spiraldorn einstellen

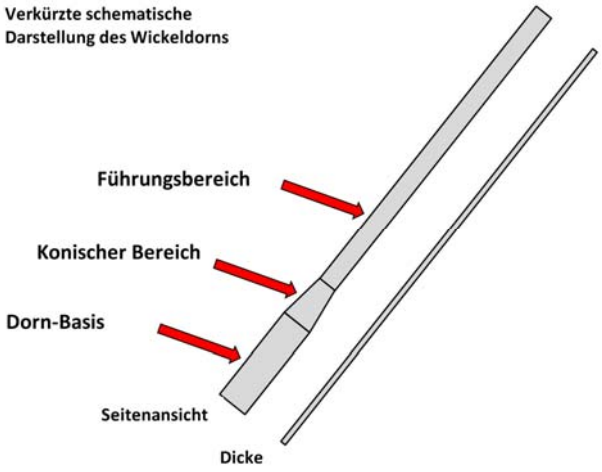
Das Einstellen des Spiraldorns erfolgt in der Regel nur, wenn ein neuer Dorn erstmals zum Einsatz kommt, oder wenn eine andere Spiralgröße damit hergestellt werden soll.

Der Spiraldorn besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen: Dem eigentlichen **Dorn** und dem **Kopf**.

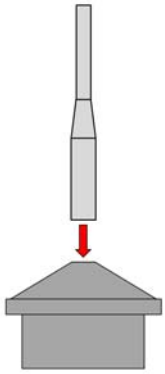
Der Dorn ist im Kopf in der Höhe verschiebbar wird durch zwei **Gewindestifte** mit Innensechskant fixiert.



Der Dorn kann aus der Seitenansicht in drei Bereiche unterteilt werden:



Die Höhen-Verstellbarkeit ermöglicht es, …

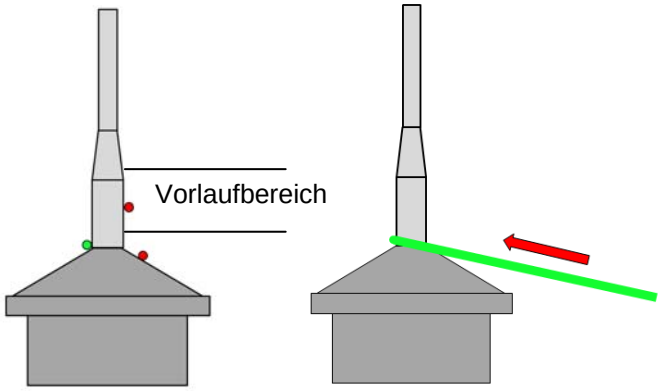


… den beim Wickelprozess auf den Dorn laufenden Spiraldraht an einer bestimmten Stelle auf den Dorn treffen zu lassen: Dem (idealen) Wickelpunkt; auf den schematischen Darstellungen in grün eingezeichnet. Trifft der Spiraldraht zu weit oben oder unten auf den Dorn (in rot eingezeichnet), weist die Spirale Unregelmäßigkeiten wie z. B. Abschläge auf, oder es kommt zum Fadenbruch.

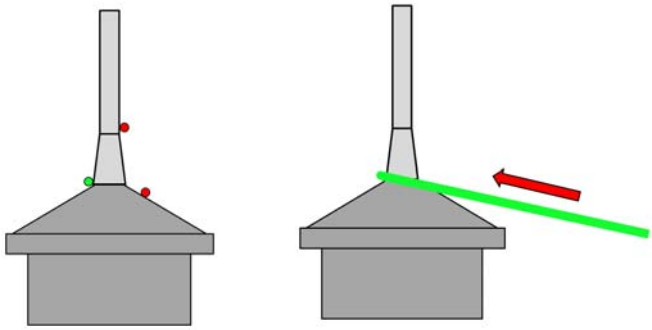
Auch beim Einstellen des Dorns wird in Rund- und Flachprofil unterschieden.

Rundprofil

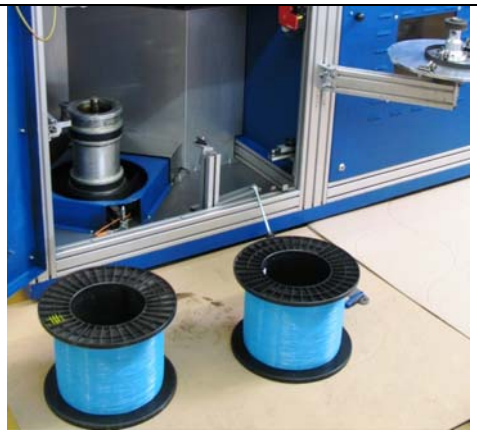
Beim Rundprofil wird der Dorn so im Kopf fixiert, dass die Dornbasis ca. 8 - 10mm als Vorlaufbereich sichtbar ist. Das genaue Maß des Vorlaufbereichs muss durch einen Probelauf überprüft bzw. ermittelt werden. Der Wickelpunkt liegt hier am unteren Ende des Vorlaufbereichs, knapp über dem Kopf.

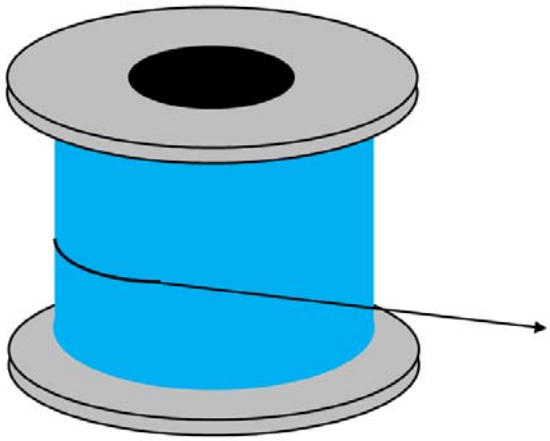


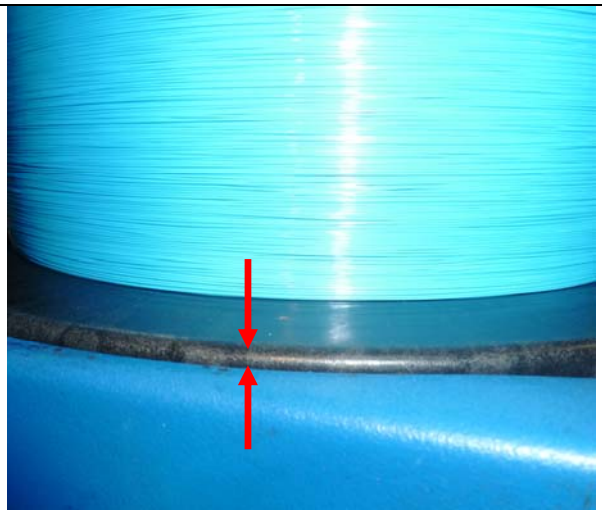
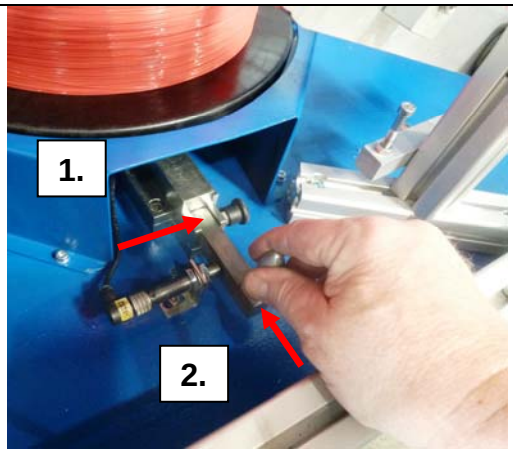
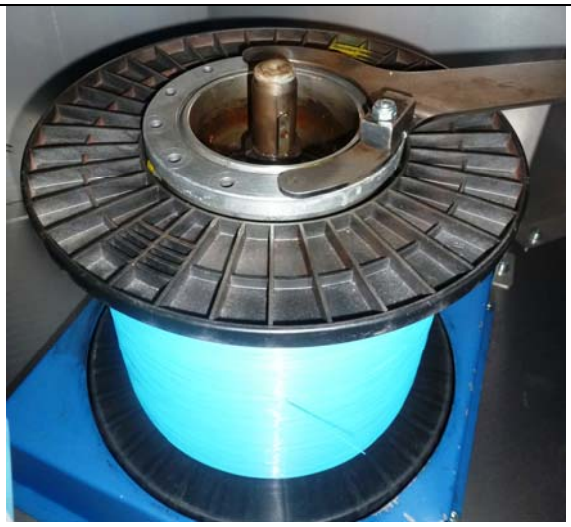
Flachprofil
Beim Flachprofil wird der Dorn so im Kopf fixiert, dass der Übergang von Dorn-Basis und konischem Bereich genau an de Kopf-Oberkante zu liegen kommt. Einen Vorlaufbereich gibt es hier also nicht. Doch auch beim Flach-Profil gilt: Das genaue Einstell-Maß des muss durch einen Probelauf überprüft bzw. ermittelt werden.

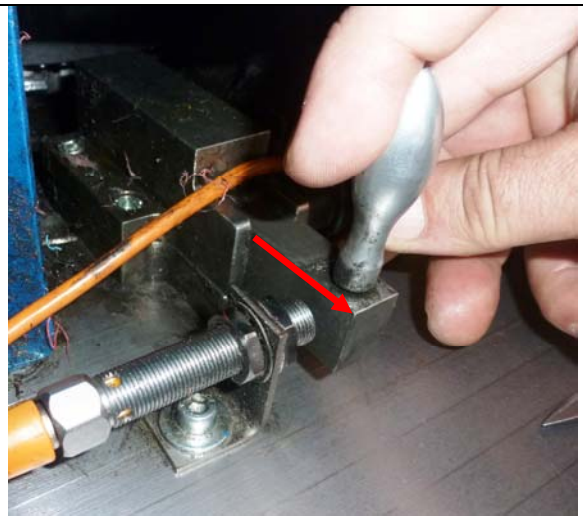


2.3.4 Einsetzen der Spule

Spindel / Spulenaufnahme auf Sauberkeit überprüfen.	
Spule vor der Maschine bereitstellen.	

Wickelteller auf Ablagearm stecken Großer Wickelteller für Flach-Monofile (Abb.) Kleiner Wickelteller für Rund-Monofile	
Spule in der Aufnahmeöffnung oben und unten mit Spülmittel einstreichen, damit sie besser über die Gummi-Spannringe der Aufnahmespindel rutscht.	
Spule auf die Spindel setzen, dabei auf die Abzugsrichtung achten (abhängig von der **Wickelrichtung** der zu fertigenden Spiralen - **links oder rechts**). Für **FLACH** Monofile: Linke Seite der Maschine nur Linke Spiralen > Abzugsrichtung Rechts Rechte Seite der Maschine nur Rechte Spiralen > Abzugsrichtung Links **Beim Einsetzen der Spulen auf die Fadenspannungssensoren achten!**	

ACHTUNG: Spule bis zum Anschlag auf die Spindel stecken! Die Innenseite des unteren Spulenrands muss dazu fast bündig mit dem unteren Abdeckblech sein. Wenn die Spule nicht ganz unten anliegt, lockert sich die Spule während dem Wickelprozess und es kommt zum Faden-Abriss!!!	
Spindel und Spule mit der Arretierung unten feststellen. Zum Verschieben der Verrieglung muss zuvor auf deren rechter Seite der Sicherungsdorn herausgezogen werden.	
Klemmscheibe auf der Spindel mit dem Hakenschlüssel gut festziehen.	

Spule / Spindel unten wieder entriegeln. Die LED's des Näherungsschalters leuchten jetzt.	

2.3.5 Einziehen des Monofiles in die Maschine

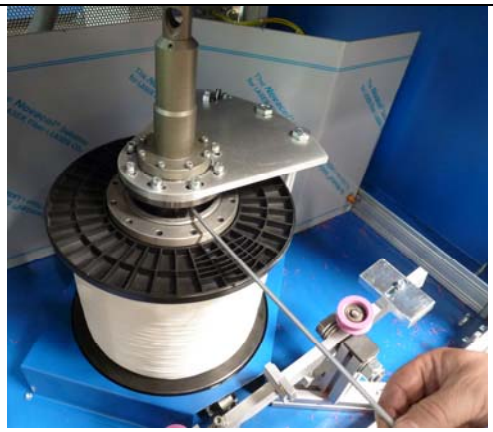
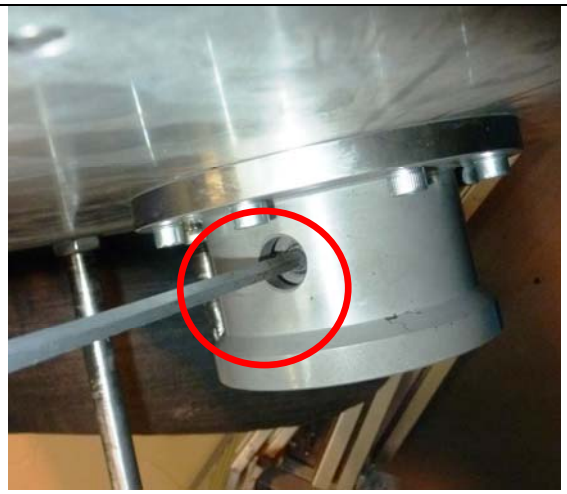
Die nun folgenden weiteren Arbeitsschritte sind abhängig von der Art der Spirale, die produziert werden soll:

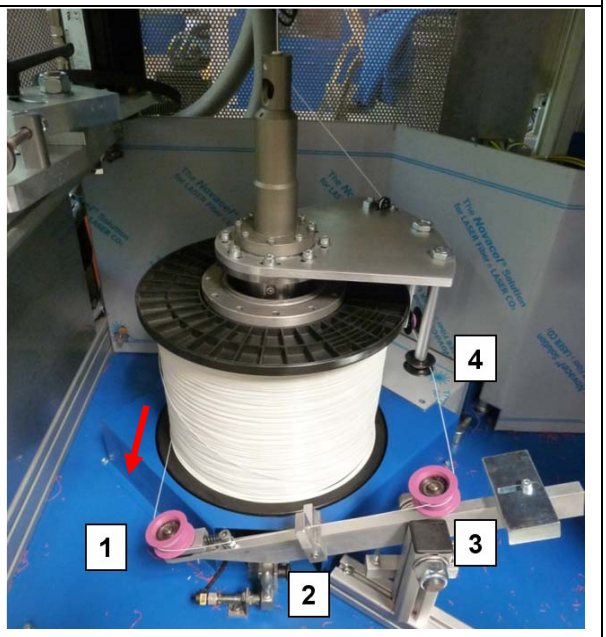
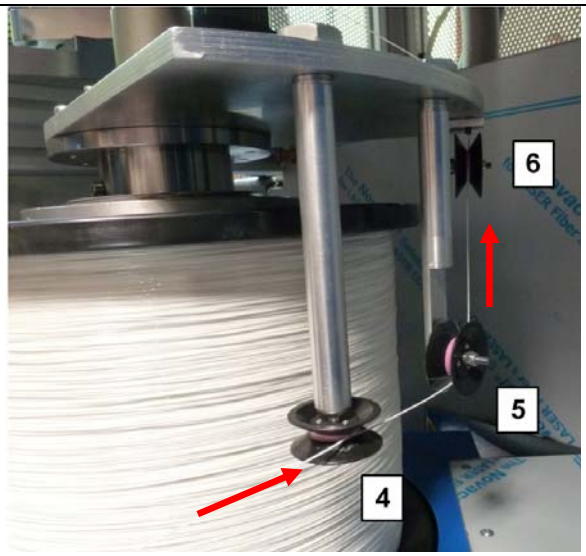
- Für Spiralen aus **RUND**-Monofilen gilt **Variante A**
  (Siehe Seite 29)

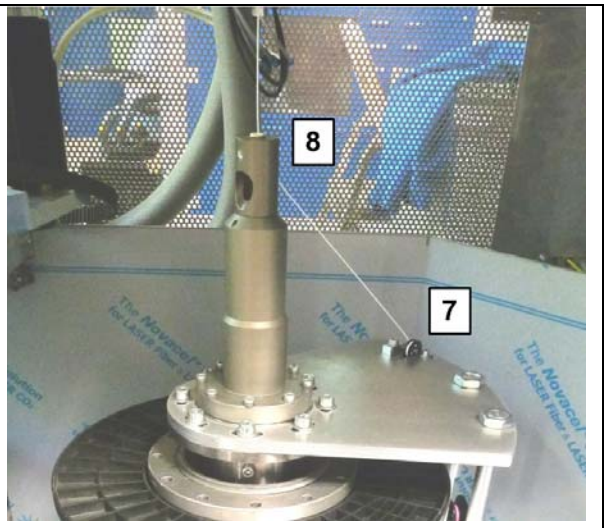
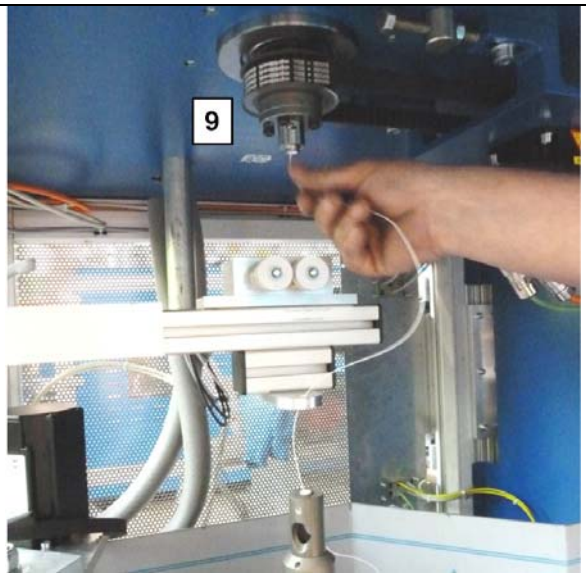
- Für Spiralen aus **FLACH**-Monofilen gilt **Variante B**
  (Siehe Seite 33)

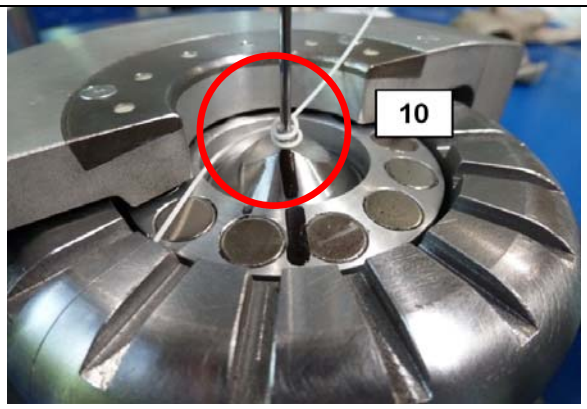
>>> Variante A für RUND-Monofile

Die beschriebene Vorgehensweise gilt für linke und rechte Spiralen gleichermaßen.

Wickelteller vom Ablagearm abnehmen und auf die Spindel aufsetzen. Dabei darauf achten, dass die Aufnahme in die Paßfeder der Spindel eingreift! (Es wird **kein Antriebsriemen** verwendet!)	
Wickelteller mit Gewindestift fixieren (Inbus-Schlüssel SW 6).	
Mit einer Schere die Verknotung des Fadens an der Spule aufschneiden	

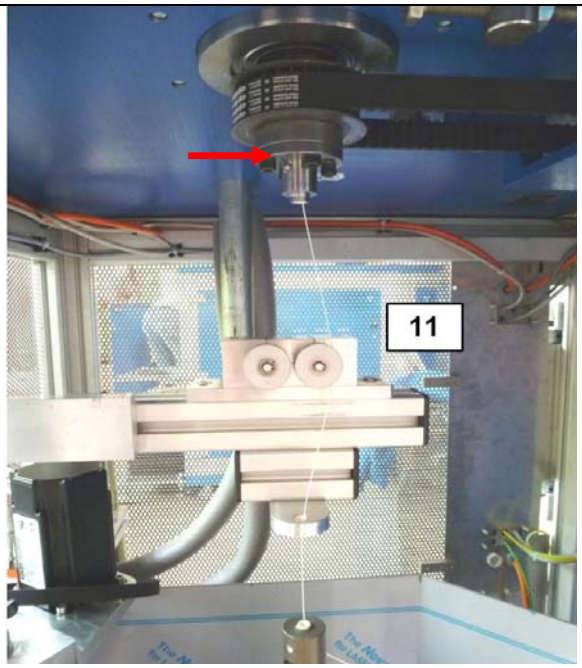
Feed thread into the machine as follows:	
Unabhängig, ob linke oder rechte Spiralen gefertigt werden sollen, wird der Faden grundsätzlich links von der Spule abgezogen. Zunächst wird der Faden um die Linke Wippenrolle geschlungen (1), durch die Öse (2) geführt und dann um die rechte Wippenrolle (3) geschlungen. Nun wird der Faden um die vordere horizontale Führungsrolle (4) des kleinen Wickeltellers geschlungen und …	
… weiter über die zweite, vertikale Rolle (5) und die hintere Rolle (6) …	

<table>
<tr><td>… durch die Öffnung im Wickelteller geführt.
Über die kleine Rolle (7) gelegt, wird der Faden nun weiter nach oben durch die Keramik-Öse (8) in der Nabe des Wickeltellers gezogen.</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>Jetzt wird der Faden nach oben durch die Hohlachse (9) des Wickelkopfs geführt…</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>… bis er oben aus dem Wickelkopf (10) herausgezogen und verknotet werden kann.

Beim Verknoten muss unbedingt auf die gewünschte Wickelrichtung geachtet werden!</td><td> 
</td></tr>
</table>

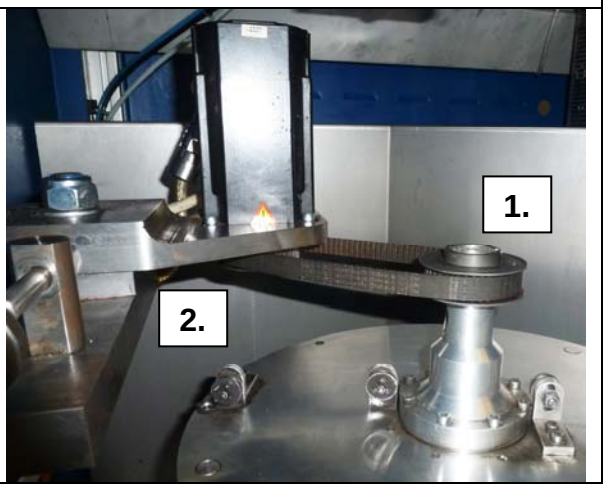
Durch zurückdrehen der Spule wird der Faden in seinen Führungselementen gespannt.
Nachdem der Faden über die Rolle des Spannungs-Sensors (1) gelegt wurde, wird noch einmal der komplette Fadenlauf auf korrekten Sitz überprüft.

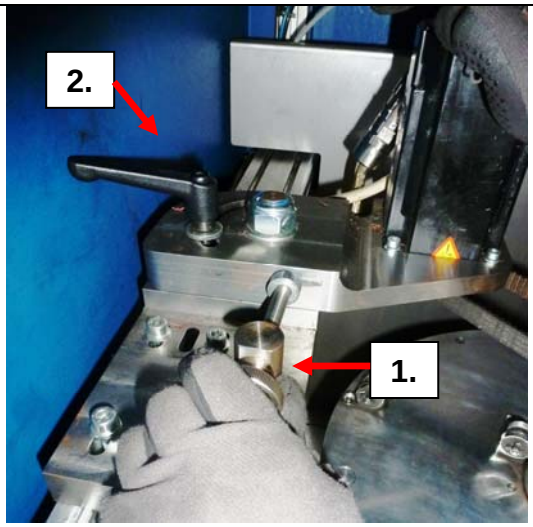
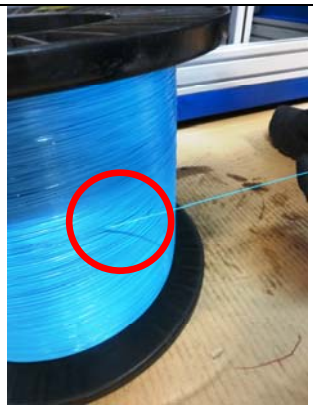
ACHTUNG! Überbelastung bei falschem Einzug des Fadens kann den Fadenspannungsensor zerstören (Verwendung des 10N-Sensors anstatt des 60N-Sensors). Verwendung siehe Arbeitsvorschrift.

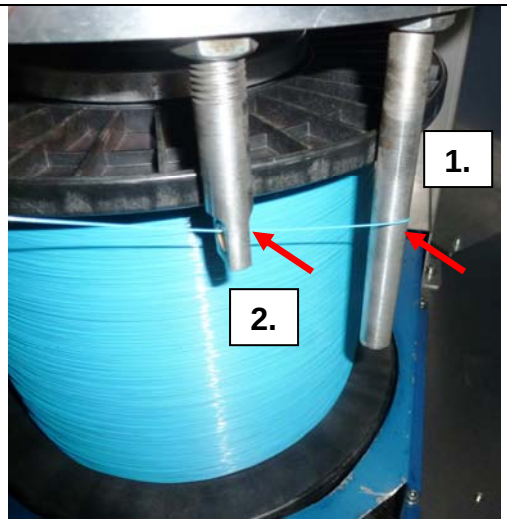
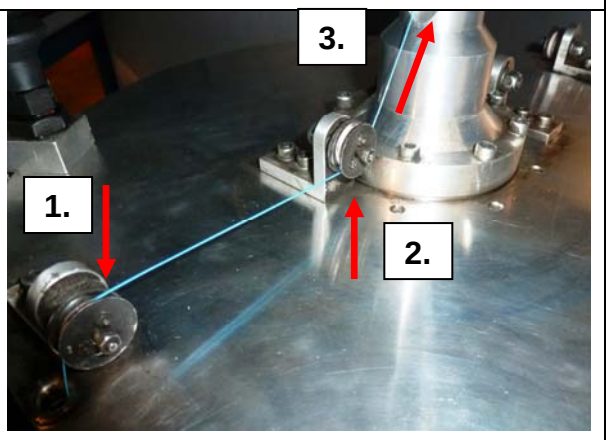


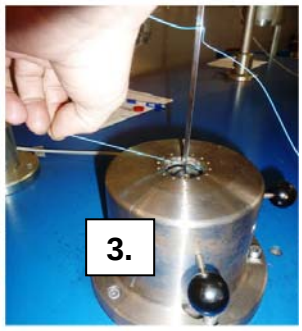
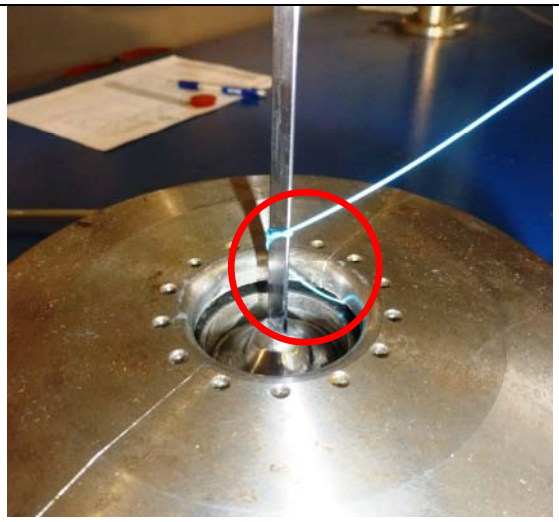
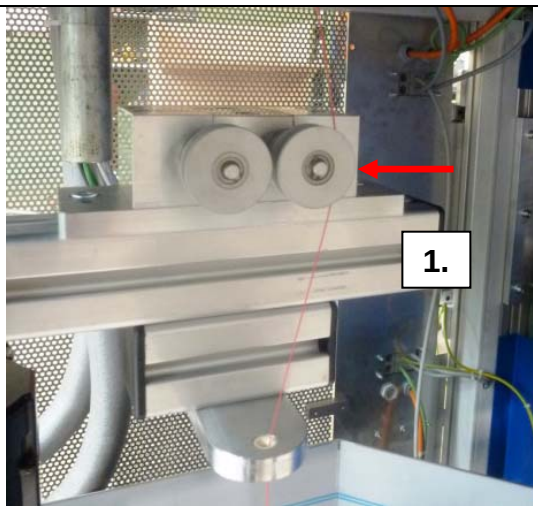
Variante A (Rund) weiter auf Seite 37

>>> **Variante B** für **FLACH**-Monofile

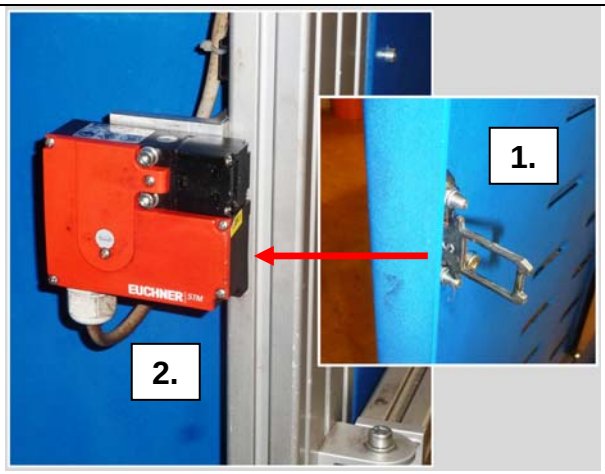
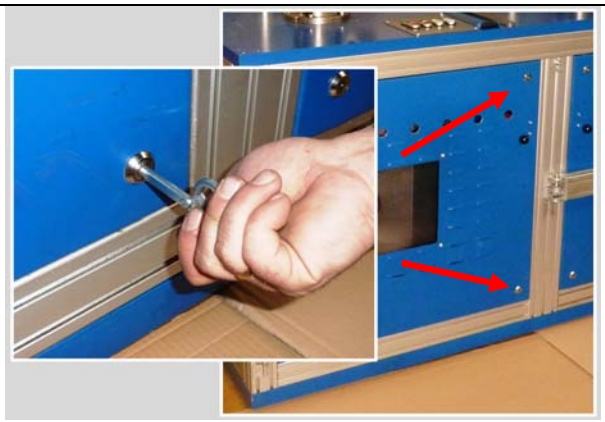
Wickelteller vom Ablagearm abnehmen und auf die Spindel aufsetzen. Dabei darauf achten, dass die Aufnahme in die Paßfeder der Spindel eingreift! Zahnriemen über die Nabe des Wickeltellers legen.	
Antriebsmotor des Wickeltellers nach vorn schwenken.	
Zahnriemen in die Riemenräder des Wickeltellers (1) und des Motors (2) einhängen.	

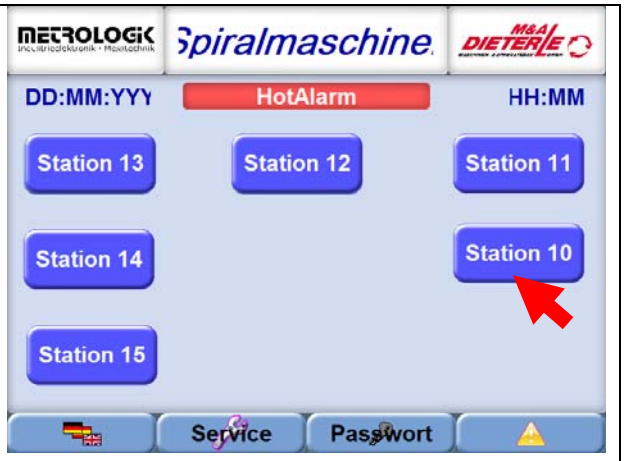
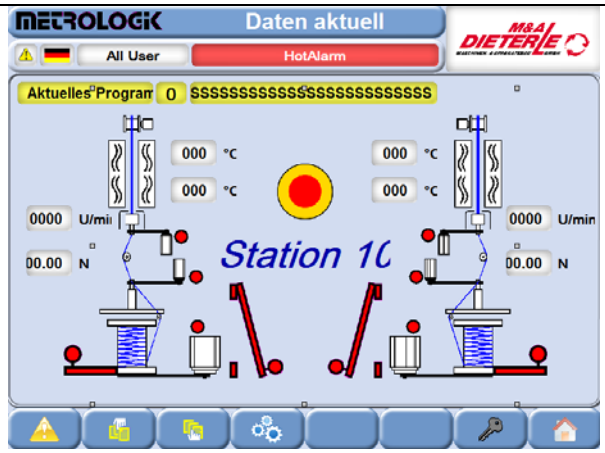
Den Riemen vorspannen, indem der Motor nach hinten gedrückt wird. Danach die Spannschraube (1) anlegen und durch Weiterdrehen den Riemen ganz spannen. Riemenspannung manuell prüfen. Motor mit Klemmschraube (2) feststellen.	
Die Verknotung des Fadens an der Spule mit der Schere aufschneiden.	
Faden wie folgt in die Maschine einziehen:	

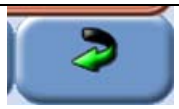
Faden außen um den Führungsbolzen (1) führen und durch den Fadenführer (2) des Wickeltellers ziehen. Die gezeigte Fadenführung entspricht der für RECHTE Spiralen. RECHTE Spiralen - Faden nach LINKS abziehen (RECHTE Spindel!). LINKE Spiralen - Faden nach RECHTS abziehen (LINKE Spindel!).	
Der Faden wird dann durch die Führungsbohrung im Wickelteller auf die Oberseite des Wickeltellers gezogen, Für LINKE Spiralen ist die Vorgehensweise spiegelbildlich.	
Der weitere Fadenverlauf geht <u>über</u> die äußere Führungsrolle (1) und <u>unter</u> der inneren Führungsrolle (2) zur Durchführungsöffnung (3) in der Nabe des Wickeltellers.	

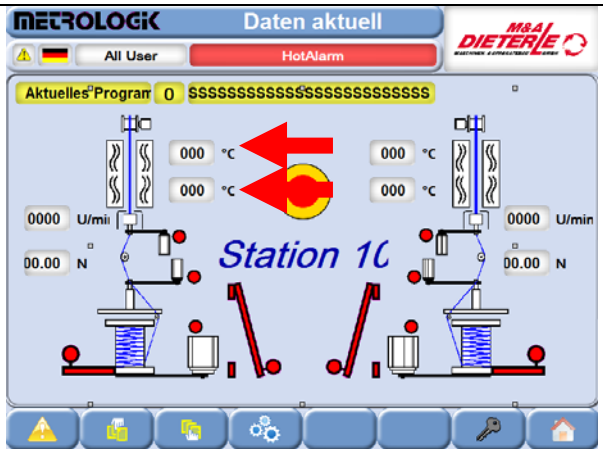
Durch die Nabe (1) des Wickeltellers wird der Faden nun weiter nach oben durch die Hohlachse (2) des Wickelkopfs geschoben, bis er oben aus dem Wickelkopf (3) herausgezogen werden kann.	
Der Faden wird nun am Spiraldorn verknotet. Dabei wieder auf die **Wickelrichtun**g achten!	
Durch zurückdrehen der Spule wird der Faden in seinen Führungselementen gespannt. Nachdem der Faden über die Rolle des Spannungs-Sensors*** (1) gelegt wurde, wird noch einmal der komplette Fadenlauf auf korrekten Sitz überprüft. *** Abhängig von der Abmessung des Monofilaments und der daraus resultierenden Spiralgröße wird bei kleineren Monofilen der 10N-Sensor verwendet, bei den größeren Monofilen der 60N-Sensor	

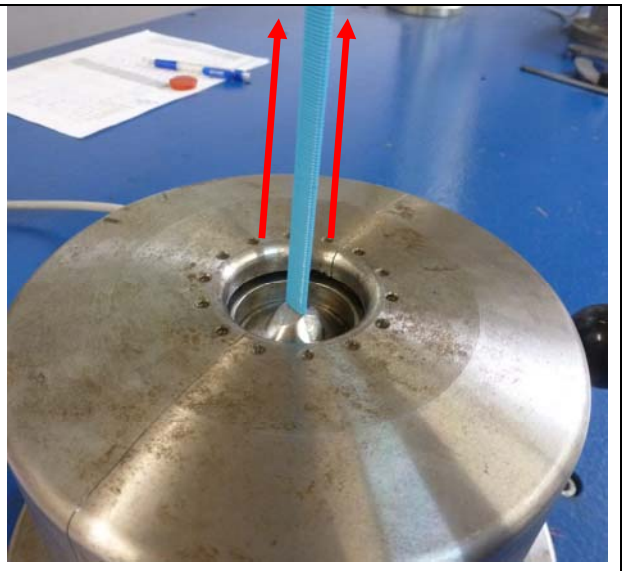
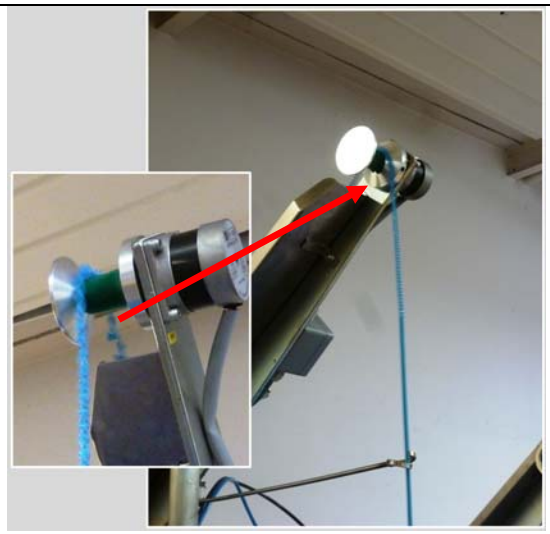
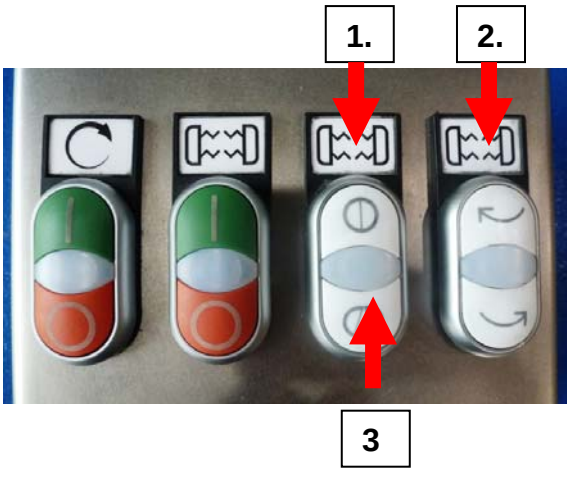
Der nun folgende Arbeitsablauf ist für die **Varianten A und B** wieder identisch:

Maschinentür schließen. Dabei darauf achten, dass das Schließblech (1) des Sicherheitsschalters (2) in diesen eingreift,	
… dann mit dem Schaltschrankschlüssel die Türe oben und unten verriegeln. Die Freigabe zum Start des Wickelprozesses erfolgt durch den Sicherheitsschalter erst dann, wenn die Türe korrekt geschlossen und verriegelt ist!	
Die Maschine selbst ist nun für den Wickelprozess bereit. Jetzt werden die Fertigungsparameter entsprechend der Spiraltype und -größe per zentralem Touch-Screen an der Steuerung festgelegt:	

Anwahl der Maschine / Station (Beispiel hier: Maschine 10)	
>>> Anzeige der aktuellen IST-Werte für beide Spindeln der ausgewählten Maschine.	 METROLOGIK Daten aktuell All User HotAlarm Aktuelles Program 000 °C 0000 U/min 00.00 N Station 1(
Button „Prozess“ (Zahnräder-Symbol) drücken.	
>>> Vor-Auswahlfenster der Maschine. Hier kann (gemäß Vorbereitung der Maschine) die Art der Spirale durch drücken den mittleren Buttons (1) ausgewählt werden: „**Rundspirale**“ / „**Flachspirale**“ Mit dem Button (2) für die entsprechende Spindel wird nun noch deren **Drehrichtung LINKS oder RECHTS** festgelegt. (Bsp. hier: Linke Spindel Drehrichtung LINKS. Auswahl abweichende Drehrichtung nur bei Rund-Material möglich, nicht bei Flachmaterial. Siehe auch 2.1)	 Die in den Zahlenfeldern angezeigten Werte dienen nur zur Information; sie können nicht geändert werden.

Über den Button „Zurück“ gelangt man wieder auf die Anzeige der IST-Werte. Von hier gelangt man über den Button „Editieren“ zum Eingabefenster für die Prozess-Parameter.	
Hier können, abhängig von Spiraltyp und -größe, die Vorgabewerte wie • Spindeldrehzahl • Temperatur d. Heizung (oben/unten) • Bremse • Abzug eingegeben werden.	
Eingaben und Änderungen erfolgen über eine Zahlentastatur, die durch Antippen des entsprechenden Anzeigefelds erscheint. Eingegebene Werte werden durch den Enter-Button „E“ übernommen (Pfeil).	

Sobald die Heizung den SOLL-Wert erreicht hat (siehe Fenster IST-Werte), kann die Spindel …	
… durch Drücken der grünen START-Taste auf der Oberseite der Maschine gestartet werden.	
Beim Anlaufen der Spindel muss während der ersten Umdrehungen der verknotete Spiraldraht mit zwei Fingern etwas festgehalten werden, damit er sich nicht auf dem Dorn drehen kann.	

In der Anlauf-Phase muss bedarfsweise, je nach Spiral-Type, die gewickelte Spirale während der ersten Umdrehungen von Hand auf dem Dorn leicht nach oben geschoben werden, um ein Verwickeln und den damit verbundenen Fadenabriss zu vermeiden. Dann muss die Spirale von selbst auf dem Dorn nach oben wandern. Ist das nicht der Fall, sind die Prozessparameter nicht korrekt (siehe auch 2.6).	
Sobald die gewickelte Spirale das obere Ende des Dorns erreicht, wird sie über die Abzugsrolle auf die Führungsbahn gelegt.	
Nach Erreichen der SOLL-Drehzahl (siehe Fenster IST-Werte), wird die Heizung durch drücken der entsprechenden Tasten • Geöffnet (1) • zum Spiraldorn geschwenkt (2) und • geschlossen. (3)	

2.4 Überwachung des Wickelprozesses

Zu Beginn des Wickelprozesses müssen während der ersten Minuten die Abmessungen der Spiralen ständig geprüft werden. Ggf. müssen die Prozessparameter, wie unter 2.5.1 beschrieben, korrigiert werden. Die Spiralen, die bis zum Erreichen der Soll-Abmessungen gewickelt werden, sind nicht für die Siebfertigung geeignet.
Ist das Sollmaß erreicht, werden die Spiralen in die bereitgestellten Kannen geführt. Jetzt genügt eine Messung in halbstündigem Abstand, bei warm gelaufener Maschine im Abstand von 1 Stunde.

Der Wickelprozess läuft selbstständig ab. Bei einer Störung (z. B. Fadenabriss) bzw. leerer Spule schaltet die Maschine selbstständig ab, die rote Signalleuchte am Spiralführungsarm leuchtet auf, auch ein akustisches Signal kann aktiviert werden.

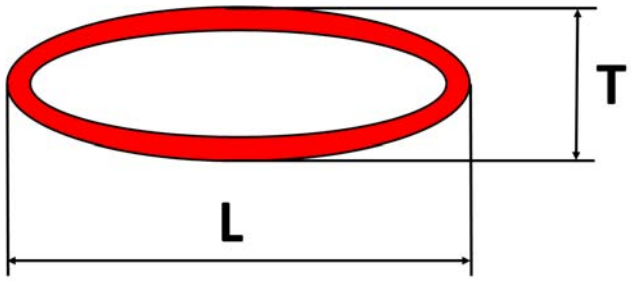
Bei Abschaltung der Maschine wird automatisch die Heizung geöffnet und in die Ruheposition geschwenkt.

2.5 Mögliche Abweichungen, Ursachen und Behebung

Definition der Spiralabmessungen:

L = Länge der Spirale

T = Dicke der Spirale



Fehlerbild	Ursache	Behebung
2.5.1		
Maßabweichungen der Spirale:		
Maß L zu groß	Fadenspannung zu gering	Prozessparameter *Bremse* erhöhen. Bei **PET** in Schritten von 0,5 N Bei **PPS** in Schritten von 0,2 - 0,3 N

Maß L zu klein	Fadenspannung zu hoch	Prozessparameter *Bremse* reduzieren. Bei **PET** in Schritten von 0,5 N Bei **PPS** in Schritten von 0,2 - 0,3 N
Maß T zu groß	Temperatur der Heizung zu hoch	Prozessparameter *Temperatur oben / unten* in Schritten von 5°C reduzieren.
Maß T zu klein	Temperatur der Heizung zu niedrig	Prozessparameter *Temperatur oben / unten* in Schritten von 5°C erhöhen.
Fehlerbild	**Ursache**	**Behebung**
2.5.2		
Formabweichungen der Spirale:		
 Abschläge	Dorn nicht richtig eingestellt (zu hoch / zu niedrig) Fadenspannung zu niedrig Temperatur zu hoch	Dorn neu justieren (siehe 2.3.3) Prozessparameter *Bremse* erhöhen. Bei **PET** in Schritten von 0,5 N Bei **PPS** in Schritten von 0,2 - 0,3 N (siehe auch 2.2.3.4) Prozessparameter *Temperatur oben / unten* in Schritten von 5°C reduzieren. (siehe auch 2.2.3.4)

3.0 Kalibrieren der Fadenspannungssensoren

1. Kalibrier-Gewichte vorbereiten

Für das Kalibrieren der Fadenspannungssensoren wird je ein kleines und ein großes Kalibriergewicht mit ca. 5.000 g bzw. 500 g Gewicht und einem Haken an der Oberseite benötigt, wie auf Bild 1 dargestellt.

Das 500g-Gewicht dient zur Kalibrierung des 10N-Sensors, das 5.000g-Gewicht für den 60N-Sensor.

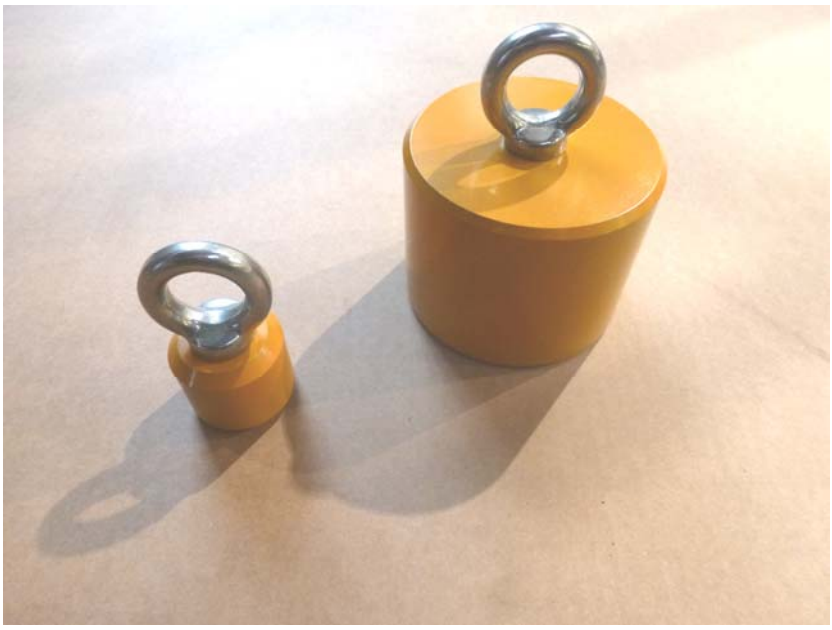


Bild 1

Kalibrier-Gewichte

2. Aufruf des Steuerungsfensters für die Kalibrierung

Über den unten auf dem Touchscreen positionierten Button SERVICE gelangt man in das Auswahlfenster der Spiralmaschinen. Durch Drücken des entsprechenden Buttons erfolgt die Auswahl der gewünschten Maschine. Im dadurch geöffneten Fenster (Bild 2) werden alle weiteren Schritte wie im Folgenden beschrieben abgearbeitet.

3. Kalibrier-Gewichte in der Steuerung erfassen

Die genauen Gewichte des kleinen und des großen Kalibriergewichts müssen zunächst ermittelt und in die auf Bild 2 angezeigten Datenfelder eingetragen werden: Durch drücken des Zahlenfelds öffnet sich ein Fenster mit Zahlentastatur für die Eingabe der Werte. Eingabe mit „Enter-Button“ beenden

Die Werte mit der Bezeichnung „Fadenspannung 1“ beziehen sich auf den 10N-Sensor, die „Fadenspannung 2“ auf den 60N-Sensor.

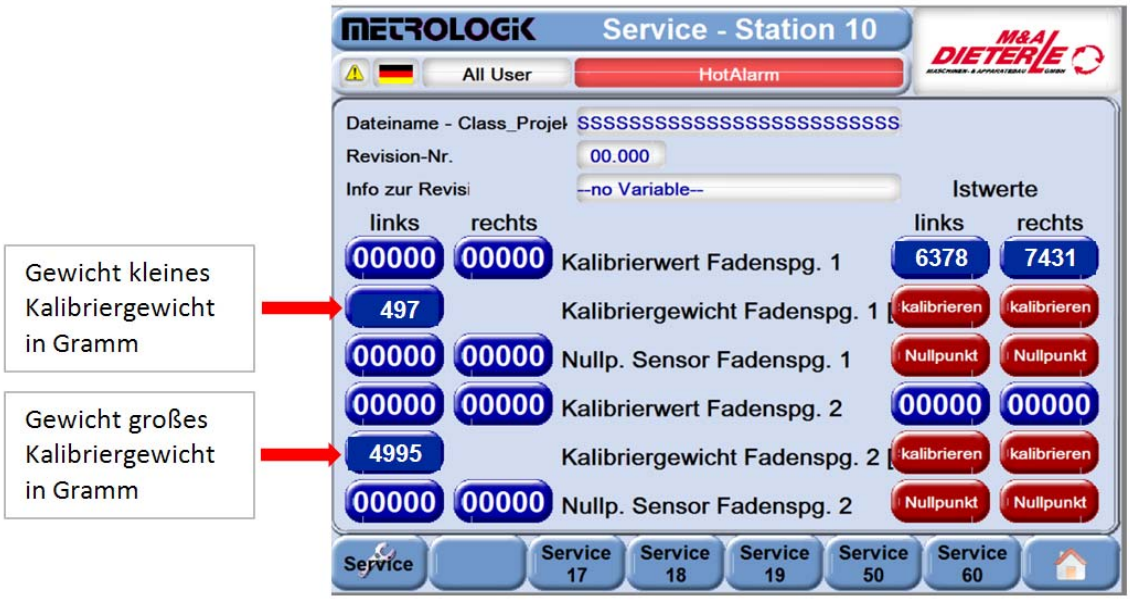


Bild 2

Kalibrier-Gewichte in der Steuerung erfassen

4. Nullpunkt der Fadenspannungssensoren

Bei unbelasteten Sensoren werden zunächst die Nullwerte (sind nicht gleich „0“!) in der Steuerung erfasst.
Beispiel:
Nullwert für den 10N-Sensor der linken Spindel (siehe Bild 3).
Durch Drücken des Buttons wird der im entsprechenden Datenfeld (Istwerte / links) angezeigte Wert in das Datenfeld auf der rechten Seite des Displays übernommen.

Die Werte für die anderen Sensoren werden nun nacheinander auf die gleiche Weise erfasst.

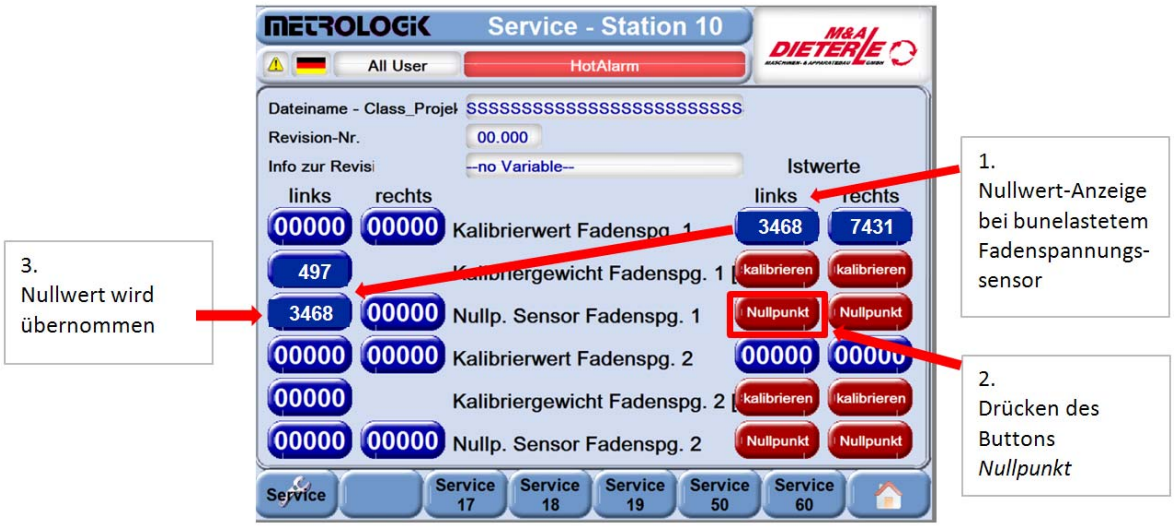


Bild 3

Sensoren auf „0“ setzen

5. Spiraldraht einziehen

Den Spiraldraht wie in Kapitel 2.3.5 beschrieben in die Maschine einziehen und am Spiraldorn verknoten.
Zwischen Umlenkrolle ① und der äußeren Teller-Rolle den Spiraldraht aufnehmen und über die unter der Maschinen-Tischplatte montierte Umlenkrolle ② führen.
Nun wird der Spiraldraht ca. 0,5m unterhalb der Umlenkrolle ② abgeschnitten und zu einer Schlinge verknotet.

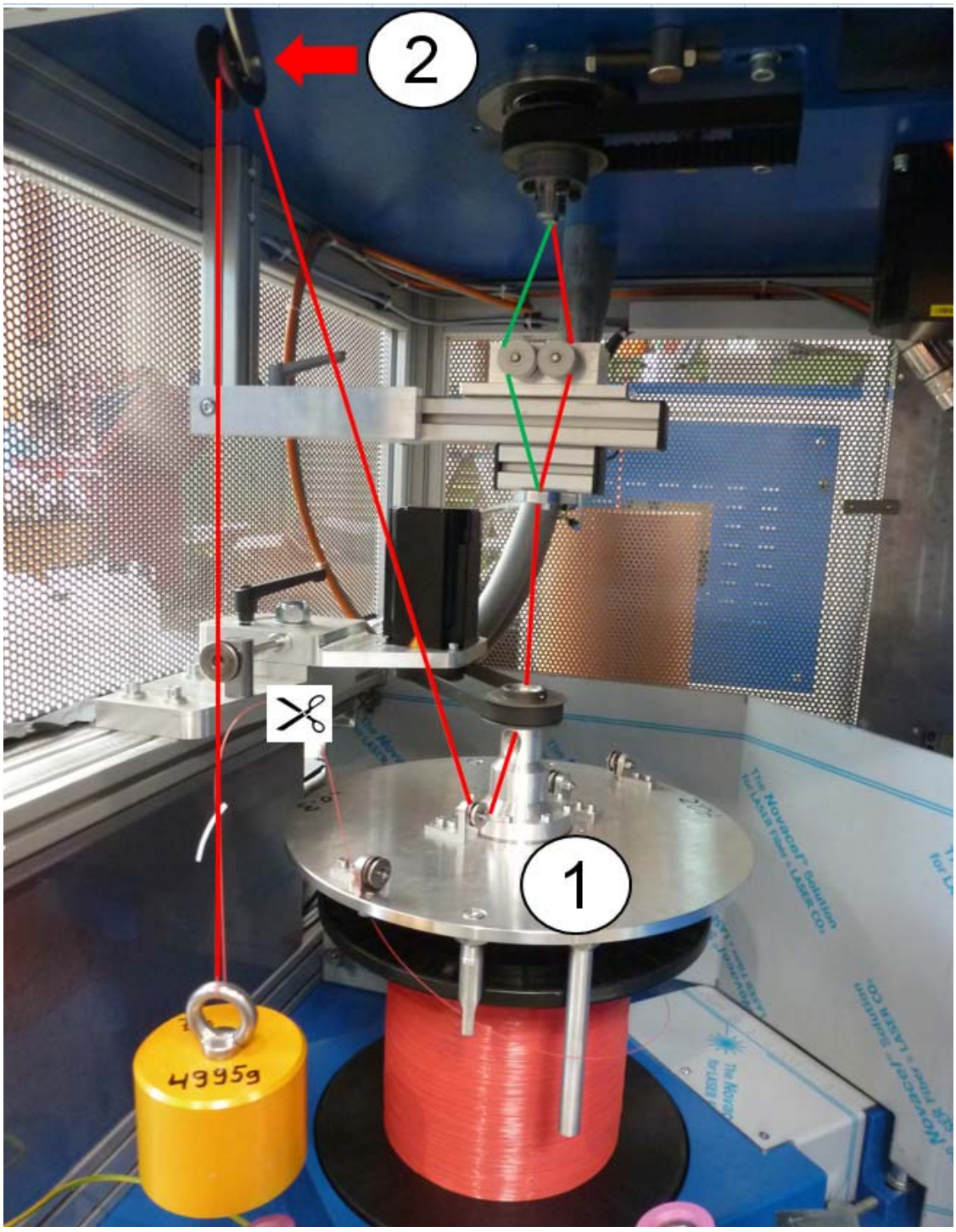


Bild 4

Verlauf des Spiraldrahts für das Kalibrieren
Rot = 60 N-Sensor
Grün = 10N-Sensor

6. Prüfaufbau

Zunächst wird mit dem kleinen Gewicht der 10N-Sensor kalibriert. Dazu wird das Gewicht in die vorbereitete Schlinge am Spiraldraht eingehängt. Der Spiraldraht muss nun, wie auf Bild 5 dargestellt, außen an der Rolle des jeweiligen Sensors anliegen. Während dem Kalibrieren darf das Gewicht nicht pendeln, da sonst kein eindeutiger Wert als Grundlage zur Verfügung steht.

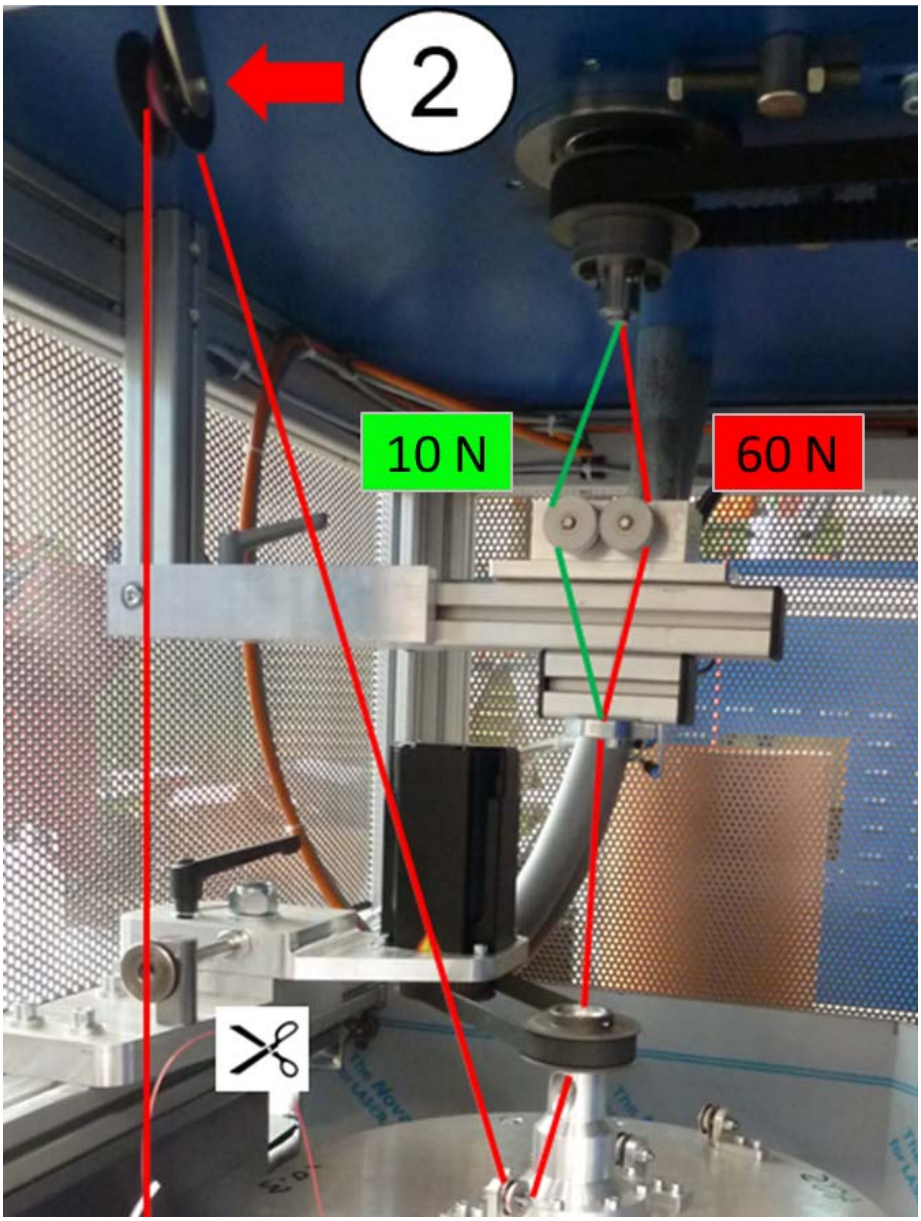


Bild 5

Prüfaufbau für Kalibrierung der Sensoren

7. Kalibrieren

Zunächst wird in der Steuerung im Fenster *Service* (Bild 6) die entsprechende Maschine (Station) ausgewählt.
Im Fenster „Service - Station 00“ werden für jede Spindel links die Soll-Werte und rechts die Ist-Werte der beiden Sensoren angezeigt.

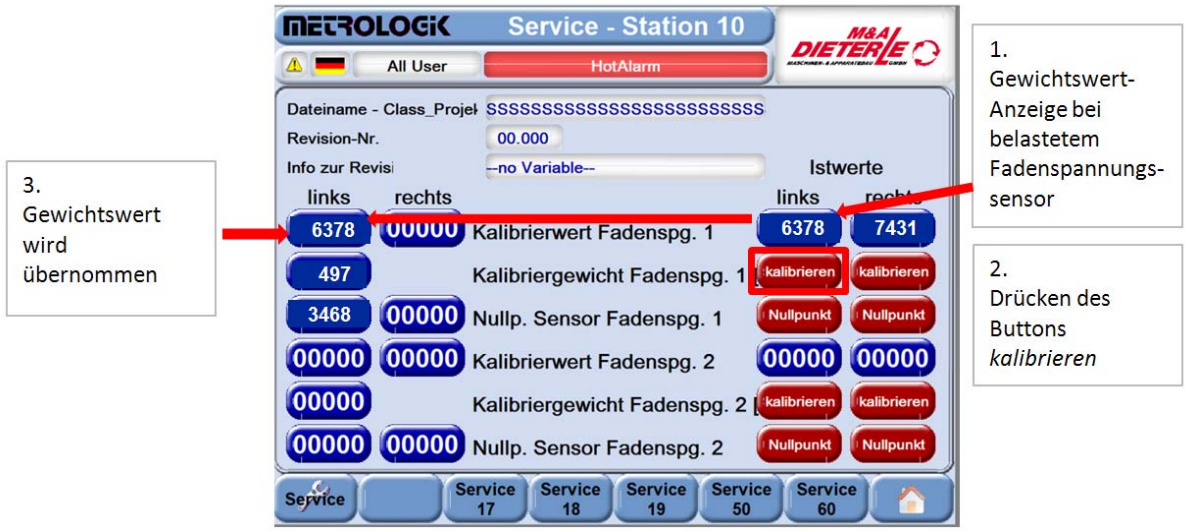


Bild 6

Kalibrierung des 10N-Sensors an der linken Spindel

Im blauen Datenfeld (Istwerte) des aktuell mit dem Kalibriergewicht belasteten 10N-Sensors wird nun dessen Gewichtswert angezeigt. Dieser Wert entspricht nicht dem Gewicht des Kalibrier-Gewichts in Gramm! Durch drücken des Buttons *kalibrieren* wird der rechts angezeigte Wert in das linke Datenfeld übernommen.

Nun kann das Gewicht durch das große Prüfgewicht ersetzt und der Spiraldraht außen über die Rolle des 60N-Sensors geführt werden. In der Steuerung wird nun auf gleiche Weise die Kalibrierung des zweiten Sensors durchgeführt (Fadenspannung 2).