



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪

643 060

⑳ Gesuchsnummer: 10326/79

⑦③ Inhaber:
Zellweger Uster AG, Uster

㉒ Anmeldungsdatum: 20.11.1979

㉔ Patent erteilt: 15.05.1984

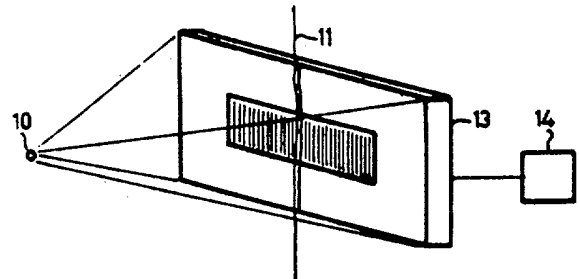
④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.05.1984

⑦② Erfinder:
Kurt Aepli, Uster

⑤④ Verfahren zur Bestimmung des Durchmessers oder des Querschnittes eines faden- oder drahtförmigen Körpers, Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens, sowie Anwendung des Verfahrens.

⑤⑦ Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Ausführung beschrieben, bei dem der Beleuchtungszustand eines Bildaufnehmers (13) durch Schatten- oder Reflexwirkung des von einer Lichtquelle (10) angestrahlten Körpers (11) ausgemessen wird. Dieses Ausmessen besteht im Abtasten der einzelnen Fotoelemente des Bildaufnehmers (13), wodurch eine zeitliche Auflösung des Durchmesser- bzw. Querschnittsbildes in Form einer Impulsfolge erreicht wird. Diese Impulsfolge ist vielfach für die weitere digitale Messwertverarbeitung direkt einsetzbar, so dass sich eine Quantisierungsstufe, bzw. ein Analog-Digitalwandler, erübrigt.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung lässt sich mit Vorteil sowohl als Messorgan in Garnreinigern, in Messgeräte für die messtechnische Erfassung von Oberflächeneigenschaften von Materialien aller Art, als Sensor für Fadenlaufwächter einsetzen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bestimmung des Durchmessers oder des Querschnittes eines faden- oder drahtförmigen Körpers, wobei dieser von mindestens einer Lichtquelle beleuchtet und der von ihm verursachte Belichtungszustand mittels mindestens eines Bildaufnehmers empfangen wird, indem dessen Fotosensoren einzeln abgetastet werden, dadurch gekennzeichnet, dass der von jedem Fotosensor festgestellte lokale Beleuchtungszustand dahin untersucht wird, ob er einen vorgegebenen Schwellwert erreicht oder überschreitet, und dass die Signale der Fotosensoren, bei denen ein solcher Schwellwert erreicht oder überschritten wurde, in einer Auswerteeinrichtung in Messwerte für den Durchmesser bzw. Querschnitt des Körpers umgeformt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der faden- oder drahtförmige Körper im Strahlengang zwischen Lichtquelle und Bildaufnehmer verläuft und dass auf den Bildaufnehmer der Schatten des Körpers geworfen wird und dadurch ein Teil der Fotosensoren unbelichtet bleibt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle den faden- oder drahtförmigen Körper anstrahlt und dieser auf dem Bildaufnehmer abgebildet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Lichtquelle ein punktförmiger Strahler verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Lichtquelle ein mindestens angenähert paralleles Strahlenbündel verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der faden- oder drahtförmige Körper unmittelbar vor dem Bildaufnehmer vorbeigeführt wird, derart, dass dessen Oberfläche mindestens teilweise von Verunreinigungen freigehalten wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch sequentielle Abtastung der Fotosensoren eine Impulsfolge erhalten wird, aus der sowohl die Kernzone als auch die Randzone des faden- oder drahtförmigen Körpers erkennbar sind.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung für die Signale der Fotosensoren daraufhin anspricht, dass die Beleuchtungszustände zwischen aufeinanderfolgenden Abtastzyklen jeweils unterschiedliche, im wesentlichen aber benachbarte Fotosensoren beeinflussen.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der faden- oder drahtförmige Körper aus mindestens zwei Richtungen belichtet und die von ihm verursachten Änderungen der Belichtungszustände von mindestens einem Bildaufnehmer empfangen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die von den mindestens zwei Abbildungen gelieferten Impulsfolgen erfasst werden, wodurch ein Messwert erhalten wird, der dem tatsächlichen Querschnitt des faden- oder drahtförmigen Körpers besser entspricht.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl aller Fotosensoren, deren Signale einen vorgegebenen Schwellwert erreichen bzw. überschreiten, bei der Bestimmung des Durchmessers bzw. Querschnittes des faden- oder drahtförmigen Körpers berücksichtigt wird.
12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Lichtquelle (10) und einen Bildaufnehmer (13) mit einzelnen Fotosensoren, in deren Bereich der faden- oder drahtförmige Körper (11) angeordnet ist und welcher die auf den Bildaufnehmer (13) einfallende Lichtmenge beeinflusst.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der faden- oder drahtförmige Körper (11) im Strahlengang zwischen Lichtquelle (10) und Bildaufnehmer (13) angeordnet ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der faden- oder drahtförmige Körper (11) das von der Lichtquelle (10) einfallende Licht in Richtung einer Optik (12) reflektiert.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der faden- oder drahtförmige Körper (11) derart vor dem Bildaufnehmer (13) geführt ist, dass er dessen Oberfläche mindestens zeitweise berührt.
16. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch eine Optik (12) zur Abbildung des faden- oder drahtförmigen Körpers (11) auf dem Bildaufnehmer (13).
17. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch eine Optik (12a) zur Parallelrichtung der auf den faden- oder drahtförmigen Körper (11) gerichteten Strahlung.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, gekennzeichnet durch eine mindestens paarweise Anordnung von Lichtquellen (10, 20) unter einem Winkel (22).
19. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Messung von Oberflächeneigenschaften eines faden- oder drahtförmigen Körpers (11) oder zum Nachweis eines laufenden oder stillstehenden faden- oder drahtförmigen Körpers (11).
20. Anwendung nach Anspruch 19 in Garnreinigern für textile Garne.

Zur Prüfung des Garndurchmessers bzw. des Garnquerschnittes wird das Garn durch einen Wandler bewegt, der laufend die Durchmesser- bzw. Querschnittswerte abtastet und daraus ein elektrisches Signal bildet, das sich für die weitere Auswertung eignet. Als Wandler sind verschiedene Systeme in Gebrauch, so beispielsweise optische, kapazitive oder pneumatische Systeme. Jedes derselben hat spezifische Vor- und Nachteile, und je nach der gestellten Aufgabe wird das eine oder das andere System eingesetzt.

Die optischen Systeme basieren im allgemeinen auf der Schatten- oder Reflexbildung des von einer Lichtquelle beleuchteten Prüfgutes. Im allgemeinen erhält man ein analoges, dem Durchmesser des Prüfgutes proportionales Signal, das der weiteren Auswertung unterworfen wird. Durch besondere Massnahmen, so beispielsweise durch Projektion der Garnkonturen aus mehr als einer Richtung auf ein lichtempfindliches Organ, lassen sich auch unrunde (ovale, bändchenförmige) Querschnitte mit hinreichender Genauigkeit vermessen.

Ein wesentlicher Nachteil der optischen Querschnittsabtastung in bekannter Technik ist der, dass das dem Durchmesser bzw. Querschnitt proportionale Signal als Differenz der Beleuchtungsstärke zwischen der ungestörten optischen Anordnung und dem durch das Prüfgut beeinflussten optischen Lichtpfad dargestellt wird. Während durch schaltungstechnische Mittel beispielsweise die Signalschwankungen infolge von Änderung der Lichtstärke der Lichtquelle (Schwankungen der Speisespannung, Alterung, Trübung etc.) kompensierbar sind, wird das Messsignal auch durch die Abdeckung des lichtempfindlichen Elementes durch Schmutz und Staub beeinflusst. Insbesondere bei der Messung von textilen Materialien ist die Staubeentwicklung äusserst stark, und ohne besondere Massnahme zur Freihaltung des belichteten Messfeldes von Verunreinigungen liefert das optische Messsystem nach kurzer Zeit falsche analoge Messwerte. Eine periodische Reinigung des optischen Systems ist daher erforderlich, was aber seinen Einsatz erschwert, insbesondere dort,

wo es entweder schwer zugänglich ist oder wenn es in der Betriebsmesstechnik eine bestimmte Standzeit aufweisen soll, während der keine Wartung möglich ist.

Störend ist bei den herkömmlichen optischen Messverfahren auch die Farbempfindlichkeit. Ein schwarzes Garn liefert eine stärkere Abschattung und eine geringere Reflexion als ein weisses. Bei den herkömmlichen bekannten Verfahren führt das zu Fehlmessungen. Das erfindungsgemässe Verfahren reagiert hingegen auf die belichteten Einzelelemente. Die Belichtungsstärke ist dabei unwesentlich, da bei der Bestimmung der Messgrösse lediglich auf den Kontrast zwischen belichteten und unbelichteten Einzelelementen abgestellt werden kann. Ebenso ist das erfindungsgemässe Verfahren auch gegenüber Änderungen des Umgebungslichtes unempfindlich.

Die Fortschritte in der Mikroelektronik stellen heute dem Fachmann für Mess- und Regeltechnik Bauelemente zur Verfügung, mit welchen bisher nur umständlich zu lösende Aufgaben auf einfache und elegante Weise gelöst werden können. Ein solches Bauelement ist der Bildaufnehmer, beispielsweise von Philips unter der Bezeichnung P²CCD 500 B (= profilled peristaltic CCD) herausgebracht. Dieser enthält auf einer Breite von 7,5 mm 500 Fotoempfänger mit zugehörigen Schalt- und Speichermitteln, so dass der Belichtungsverlauf über die Aufnahmefläche sequentiell abgetastet und in ein Schieberegister eingelesen werden kann. Ursprünglich sind solche Bildaufnehmer für die zeilenförmige Bildzerlegung z.B. für Filmabtastung, Faksimileeinrichtungen und dergleichen konzipiert worden.

Die vorliegende Erfindung macht von diesen Bildaufnehmern Gebrauch und betrifft ein Verfahren, eine Vorrichtung und eine Anwendung des Verfahrens zur Bestimmung des Durchmessers oder des Querschnittes eines faden- oder drahtförmigen Körpers, wobei diese von mindestens einer Lichtquelle belichtet und der von diesem Körper verursachte Belichtungszustand mittels mindestens einem Bildaufnehmer empfangen wird, gemäss den in den Ansprüchen 1 bzw. 12 bzw. 19 kennzeichnenden Merkmalen.

Der wesentliche Unterschied des erfindungsgemässen Verfahrens gegenüber der herkömmlichen Praxis ist der, dass der vom Prüfgut erzeugte Belichtungszustand, beispielsweise sein auf eine lichtempfindliche Ebene geworfenes Schattenbild, nicht mehr als Ganzes ein analoges Messsignal liefert, sondern dass dieses Schattenbild über die Breite des Bildaufnehmers punktwise abgetastet wird, d.h. dass jeder der vorstehend genannten 500 Fotosensoren sequentiell abgefragt wird, welchem Belichtungszustand er ausgesetzt ist. Dies ergibt somit für jeden Abtastzyklus eine Impulsfolge. Der Durchmesser bzw. Querschnitt des Prüfgutes wird also laufend in eine grosse Zahl von aneinandergereihten Impulsen aufgelöst, wobei die Anzahl und gegebenenfalls auch die Höhe der Einzelimpulse der Impulse das Mass für den Durchmesser darstellt, während mit der herkömmlichen Methode lediglich die Summe aller schattenbildenden Bestandteile des Prüfgutes als Analogsignal erfasst werden konnte. Diese Auflösung des Prüfgutquerschnittes ermöglicht nun eine wesentlich verfeinerte Analyse, indem beispielsweise

- die Anzahl der abgedunkelten Elemente ein absolutes Mass für den Durchmesser des Prüfgutes darstellt, das nicht durch Alterung, Temperatur und andere Einflüsse verändert werden kann;

- Abstände der einzelnen Elemente des Bildaufnehmers auf Bruchteile eines Mikrometers genau reproduzierbar sind und daher von Exemplar zu Exemplar eine unveränderliche, absolute Messgenauigkeit erzielt wird;

- sowohl die Kernzone als auch die Randzonen des Prüfgutes messbar sind. Dies ermöglicht eine Aussage über die Oberflächenbeschaffenheit (Haarigkeit, Rauigkeit) des

faden- oder drahtförmigen Körpers, oder aber es kann - im Falle der Messung von Polyfilamenten - festgestellt werden, ob abstehende Fibrillen vorliegen, die auf eine Beschädigung des Filamentes hinweisen;

- eine allfällige Verschmutzung des Bildaufnehmers - insbesondere in dessen Randzonen - ist in der Impulsfolge leicht erkennbar, da sie für jeden Abtastzyklus konstant bleibt und daher nach Art einer Festzeichenunterdrückung eliminierbar ist;

- allfällige Bewegungen des Prüfgutes quer zur Laufrichtung als solche erkannt werden können.

Die Anordnung von Lichtquellen und Bildaufnehmer, sowie die Art der Anstrahlung des Prüfgutes kann nach bekannten Prinzipien erfolgen. Die Lichtquelle kann sowohl punktförmig gestaltet sein und den Schlagschatten des Prüfgutes auf den Bildaufnehmer werfen. Sie kann aber auch mittels einer Optik ein mindestens angenähert paralleles Strahlenbündel auf das Prüfgut, und dessen Schatten auf den Bildaufnehmer werfen. Von Vorteil ist dabei, eine möglichst scharfe Abgrenzung zwischen Licht und Schatten zu erzielen, um insbesondere die Randzonen des Prüfgutes scharf abbilden zu können.

Eine andere Anordnung nützt die Reflexionseigenschaften des Prüfgutes aus. Lichtquelle und Bildaufnehmer sind dabei auf der gleichen Seite des Prüfgutes angeordnet. Mittels einer Optik wird das beleuchtete Objekt auf dem Bildaufnehmer abgebildet.

Die optische Durchmesser- bzw. Querschnittsmessung muss sich naturgemäss auf die Abtastung der Konturen des Prüfgutes beschränken, da die Licht- und Schattenverteilung auf dem Empfangsorgan keine Tiefenwirkung hervorruft. Ein unrunder (ovaler, bandförmiger) Querschnitt wird somit unterschiedliche Werte liefern, je nachdem, ob die kurze oder die lange Achse des Prüfgutes projiziert wird. Daher ist es weiter vorteilhaft, das Prüfgut aus verschiedenen Richtungen gleichzeitig oder alternierend abzubilden, wodurch mindestens beide Achsenrichtungen einen Beitrag zur Querschnittsmessung liefern.

Die Abbildung des Prüfgutes auf dem Bildaufnehmer - sei sie nun durch Schattenbildung oder durch Reflexion entstanden - wird stets eine etwas unscharfe Randzone aufweisen, da weder eine ideal punktförmige Lichtquelle zur Verfügung steht, noch eine gewisse Beugung der Lichtstrahlen am Prüfgut vermeidbar ist. Somit wird die Impulsfolge, die vom Bildaufnehmer abgegeben wird, nicht einen idealen Rechteckverlauf aufweisen, sondern einen trapezförmigen Verlauf mit mehr oder weniger steilen Flanken. Durch die Wahl eines Schwellwertes, oberhalb welchem ein Impuls als Beitrag zum Bild des Prüfgutes zugehörig betrachtet wird, kann diese Unsicherheit des optischen Systems beseitigt werden.

Anhand von Figuren werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 schematisch das Prinzip von punktförmiger Lichtquelle mit Bildaufnehmer,

Fig. 2 schematisch das Prinzip von flächenförmiger Lichtquelle mit Bildaufnehmer,

Fig. 3 schematisch eine Anordnung zur Ausnützung der Reflexion des Prüfgutes,

Fig. 4 schematisch die Querschnittsbestimmung aus mehr als einer Richtung,

Fig. 5 das Prinzip der Prüfgutabbildung mit glattem Körper und

Fig. 6 das dabei resultierende Impulsbild,

Fig. 7 das Prinzip der Prüfgutabbildung mit rauhem Körper und

Fig. 8 das entsprechende Impulsbild,

Fig. 9 das Prinzip der Prüfgutabbildung mit teilweise

durch Verschmutzung abgedecktem Bildaufnehmer, und Fig. 10 das entsprechende Impulsbild, Fig. 11 ein Impulsbild mit Schwellwert.

In Fig. 1 ist mit 10 eine Punktlichtquelle bezeichnet, deren Strahlen auf den faden- oder drahtförmigen Körper 11 geworfen werden. Hinter letzterem befindet sich der Bildaufnehmer 13, beispielsweise ein Philips P²CCD 500 B. Dessen Ausgangssignale werden an ein Auswertegerät 14 gelegt, wo die Impulsfolge in an sich bekannter Weise digital weiterverarbeitet, insbesondere in konkrete Durchmesser- bzw. Querschnittswerte umgeformt wird.

Fig. 2 zeigt eine ähnliche Anordnung, wobei jedoch durch die Optik 12 ein mindestens angenähert paralleles Strahlenbündel auf den Körper 11 geworfen wird. Bildaufnehmer 13 und Auswertegerät 14 entsprechen denjenigen der Fig. 1.

In Fig. 3 ist eine Anordnung zur Durchmesserbestimmung mittels reflektiertem Licht gezeigt. Dabei befinden sich Lichtquelle 10 und Bildaufnehmer 13 vom Körper 11 aus betrachtet etwa auf der gleichen Seite; die Optik 12 bildet das beleuchtete Prüfgerät auf dem Bildaufnehmer 13 ab.

In Fig. 4 ist das an sich bekannte Prinzip der mehrfachen Belichtung aus verschiedenen Richtungen veranschaulicht. Dabei sind zwei Punktlichtquellen 10, 20 in einem Winkel 22 und gegenüber dem Körper 11 der Bildaufnehmer 13 angeordnet. Anstelle von zwei Lichtquellen 10, 20 kann auch eine einzelne Punktlichtquelle 10 und eine strahlenteilende Optik vorgesehen werden, die die sich im Körper 11 kreuzenden Lichtstrahlen erzeugt. Das dabei verwendete Auswertegerät 15 ist entsprechend der mehrfachen Signalfolge auszulegen.

Durch die Spiegel 23 werden die Strahlen so umgelenkt, dass sie auf einen Bildaufnehmer treffen. Es sind auch Anordnungen mit mehreren Bildaufnehmern möglich.

Fig. 5 zeigt eine Lichtquelle 10, den Körper 11 und den Bildaufnehmer 13 mit dem Schatten 16, den der Körper 11 wirft. Dabei ist angenommen, dass der Körper 11 eine glatte Oberfläche aufweist. Die dabei von Bildaufnehmer 13 erzeugte Impulsfolge ist in Fig. 6 als angenähert rechteckiger Kurvenzug 31 abgebildet.

Wird gemäss Fig. 7 ein rauher oder haariger Körper 11 in das Messfeld gebracht, der gegebenenfalls auch abstehende Einzelfasern 18 aufweist, entstehen unscharfe Schatten 17 bzw. 19. Die entsprechende Impulsfolge gemäss Fig. 8 zeigt einen trapezförmigen Verlauf 32, und die Einzelfaser 18 ist als ein isolierter Impuls 33 erkennbar.

In Fig. 9 ist ein Zustand des Bildaufnehmers 13 dargestellt, bei dem Randzonen 31 des lichtempfindlichen Teiles mit Staub oder anderen Verunreinigungen bedeckt sind. Dabei sei angenommen, dass der Körper 11 etwa in der Mitte des lichtempfindlichen Teiles vorbeiläuft und dabei eine dauernde Reinigung der Fläche bewirkt, die infolge der unvermeidlichen Vibration des Körpers 11 stets breiter ist als dieser

selbst, bzw. dessen Schattenbild 16. Das Impulsbild gemäss Fig. 10 zeigt dabei zwei Zonen 34, 35, die durch die verminderte Belichtung der verstaubten Teile des Bildaufnehmers 13 hervorgerufen sind, und das eigentliche Trapez 31 durch den Körperschatten 16. Da die Zonen 34, 35 stets gleich schwach belichtet sind oder sich ihre Belichtung nur langsam ändert, können im Auswertegerät 14 Mittel vorgesehen werden, die solche konstanten Impulsfolgen als nicht zur Messreihe gehörend ausscheiden.

Fig. 11 zeigt schliesslich einen Impulszug 31, wie er von einem der Bildaufnehmer 13 geliefert wird, mit einzelnen Impulswerten 36, 37. Die Entscheidung darüber, ob ein Impulswert 36, 37 bzw. der Impulszug 31 einen Messwert für die Durchmesser- bzw. Querschnittsmessung bildet, wird durch die Wahl eines Schwellwertes 40 getroffen. Dieser muss von jedem Impulswert erreicht bzw. überschritten werden, wenn er als Beitrag zum totalen Messwert betrachtet werden soll.

Es ist auch möglich, die Schwelle variabel zu gestalten und zwar entweder als Ganzes höher oder tiefer zu legen, oder für jeden Impuls eine andere Schwelle vorzugeben. Damit ist eine Anpassung an eventuell unterschiedliche Beleuchtungsstärken der einzelnen Elemente oder der Intensität der Lichtquelle möglich.

Das erfindungsgemässe Verfahren und die entsprechenden Vorrichtungen lassen sich sehr vielseitig verwenden, sowohl zur Bestimmung des Durchmessers bzw. Querschnittes von faden- oder drahtförmigen Körpern, als auch in anderen Anwendungen, wo der Querschnitt selbst nicht allein die bestimmende Grösse ist. Während dies beispielsweise in Garnreinigern der Fall ist, kann die vorstehend erwähnte Eigenschaft, dass nämlich die Randzonen des Prüfgerätes erkennbar sind, dazu verwendet werden, dass Messvorrichtungen geschaffen werden, bei denen die Beschaffenheit der Oberfläche des Prüfgerätes zum Ausdruck kommt. Beispielsweise sind dies Geräte für die Messung der Rauigkeit oder der Haarigkeit eines fadenförmigen Körpers, oder Vorrichtungen, die auf die Anwesenheit abstehender Fibrillen ansprechen, was insbesondere bei der Verarbeitung von Polymerfilamenten von Bedeutung sein kann.

Eine andere Anwendungsmöglichkeit des erfindungsgemässen Verfahrens besteht darin, dass es unerheblich ist, welcher Teil des Bildaufnehmers vom Prüfgerät beschattet bzw. belichtet wird. Es kann also das Prüfgerät auch quer zu seiner Längsrichtung vor der Fläche des Bildaufnehmers vorbeiwegen. Die Impulszüge werden sich dabei jeweils an einer anderen Stelle der Wandlerfläche abbilden, jedoch immer im wesentlichen den gleichen Verlauf zeigen. Entsprechend können Geräte geschaffen werden, die auf solche Querbewegungen des Prüfgerätes ansprechen, also beispielsweise Fadenlaufwächter.

