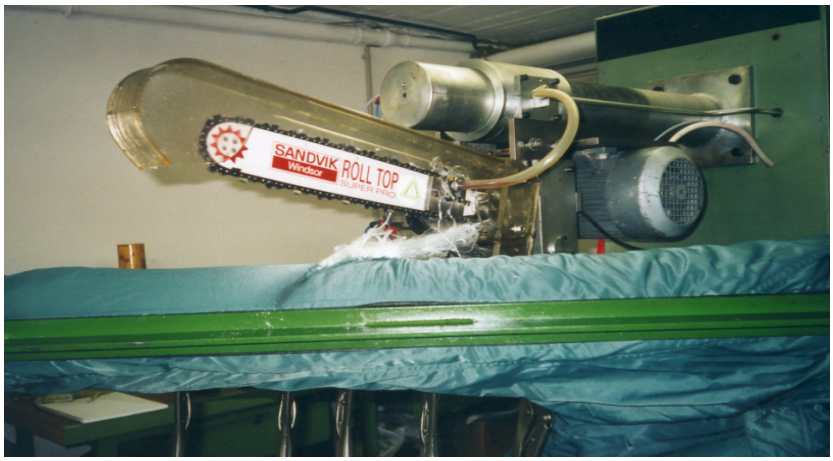
Zur Frage der Alterung von Schnittschutzeinlagen in Schnittschutzhosen der Waldarbeiter

Jörg Hartfiel, KWF Groß-Umstadt

Einleitung:

In den Jahren 1987/88 wurden vom KWF erstmals Untersuchungen iniziiert, die der Frage nachgingen „Wie wirksam sind die Schnittschutzeinlagen in den Hosen des Waldarbeiters?“. Die zu dieser Zeit noch relativ neue Materie bedeutete einen Fortschritt für die Arbeitssicherheit in der Waldarbeit. Über die Wirksamkeit solcher Schutzvorrichtungen konnte jedoch meist wenig ausgesagt werden, da Hosen, die mit der Kette in Kontakt kommen i.d.R. ausgesondert werden und unfallspezifisch nicht in Erscheinung treten.



Aus der Prüf- und Praxiserfahrung wurden dem KWF jedoch immer wieder Fälle bekannt, bei denen die Schnittschutzeinlagen offensichtlich versagt haben bzw. die Schnittsicherheit reduziert schien. Das KWF erhielt und erhält in unregelmäßigen Abständen immer wieder Schnittschutzhosen, die bei einem Unfallhergang von der Motorsäge entweder mehr oder weniger stark beschädigt wurden oder bei denen es beim Schnitt in die Hose zu einer vollständigen Durchtrennung kam. Hier muß man offensichtlich unterstellen, dass es einem 100% Schutz nicht gibt und dass die Polyamideinlagen einem gewissen Alterungsprozeß unterliegen.

In einer bei der Fachhochschule Schwarzburg durchgeführten Diplomarbeit[1], angestoßen durch eine Fachkraft für Arbeitssicherheit von der Waldarbeitsschule Goldberg, Bayern und durch den KWF- Arbeitsausschuß „Mensch und Arbeit“, wurde der Frage der Alterung von Schnittschutzeinlagen näher nachgegangen. Der Diplomand kam dabei zu Ergebnissen, die bei der Diskussion über die eventuelle Einführung einer Verwendungsdauergrenze von Schnittschutzhosen sehr hilfreich sind.

Zunächst wurden zur näheren Untersuchung in den Ländern Bayern, Niedersachsen, Sachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen insgesamt 129 Hosen gesammelt, die einen Kontakt mit der Motorsägenkette erfahren hatten. Immer wieder zeigte es sich, dass die Schnittschutzhosen insgesamt bei einem Kettenkontakt gut stand gehalten haben, obwohl es in einigen Einzelfällen zu kompletten Durchtrennungen gekommen ist.
Die Untersuchung wurde durch eine Fragebogenaktion begleitet, die z. B der Ermittlung von Fragen nach dem Unfallhergang, der Tragedauer, dem Anschaffungsdatum, der Art und Anzahl der Wäschen, der Lage des Schnittes oder der Art der Kette diente.

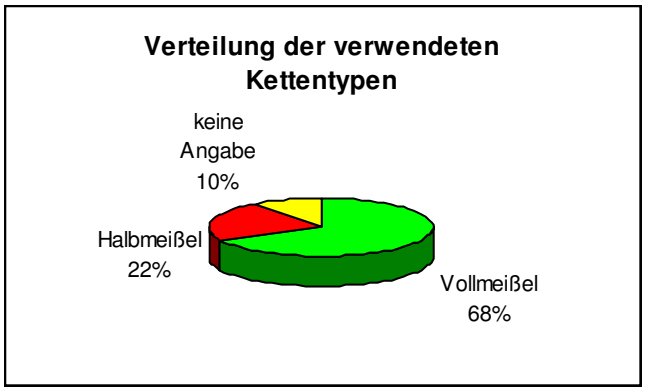
---

[1] Stefan Wichmann, „Untersuchung von durch Kettenkontakt unbrauchbar gewordenen Schnittschutzhosen“, FHS Schwarzburg, 01.03.2001

Ergebnisse der Fragebogenaktion:

Die wesentlichen Ergebnisse dieser Fragebogenaktion werden im folgenden vorgestellt::

Anteile der beteiligten Kettentypen:

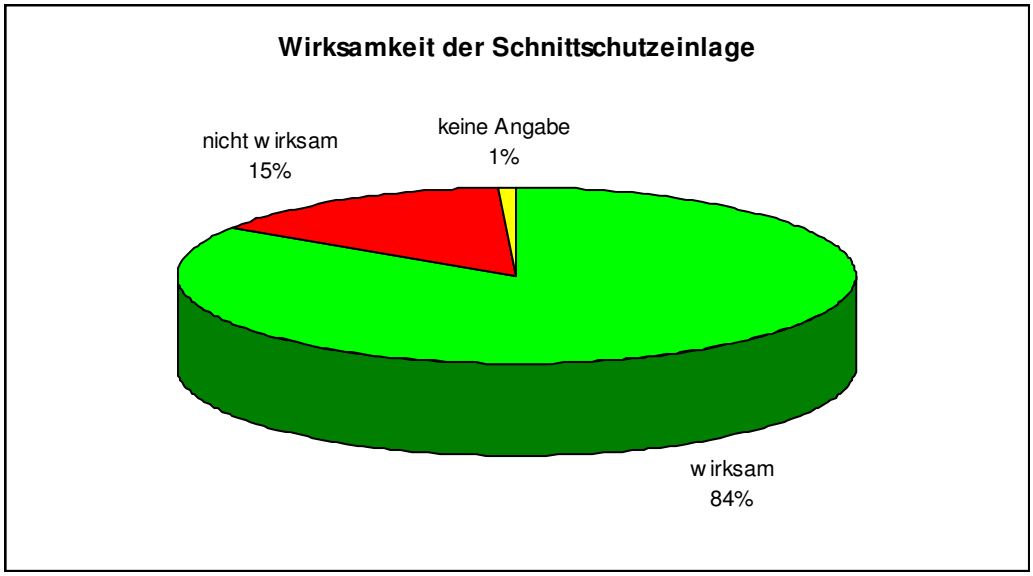


Die nebenstehende Darstellung bestätigt die im KWF-Bericht von 1988 eingeschätzte Entwicklung. Nach dieser sollte der Anteil der Vollmeißelketten merklich steigen, die Verwendung von Halb- bzw. Rundzahnketten dagegen zurückgehen.
Rundzahnketten und Ketten mit Kantenschliff wurden nicht nachgewiesen.

Lage des Schnittes:

Wie ebenfalls im Bericht von 1988 festgestellt wurde, liegen die Schnitte, wenn es zum Kontakt Kette – Hose kommt, im wesenlichen auf der Mitte des linken Beines. Bei dieser Untersuchung sogar zu 36 %.

Wirksamkeit der Schnittschutzeinlagen:



Hier wird deutlich, dass es einen 100% - igen Schutz nicht gibt. Dennoch ist die Wirksamkeit von Schnittschutzeinlagen in den Hosen der Waldarbeiter mit 84% als sehr hoch einzustufen. Zu 15% waren die Schnittschutzeinlagen nicht wirksam.

Mögliche Gründe für das Versagen von Schnittschutzeinlagen

Nach aller Erfahrung ist davon auszugehen, dass die Schnittsicherheit, besonders im Profibetrieb, mit zunehmender Dauer der Verwendung nachläßt.
Die möglichen Gründe und Ursachen hierfür sind vielfältig und sicherlich im Zusammenwirken verschiedener Faktoren zu suchen.

Ursachen:

Vordergründig lassen sich aus den Unfallhergängen folgende Ursachen für Schnittverletzungen herauslesen:

- ***Verdrehen der Hose.***
  Sie verdreht sich so weit, dass der ungeschützte Bereich des Beines getroffen wird.
- ***Aufprallwucht der Motorsäge*:**
  Sie ist so hoch, dass die Lagen „durchschlagen" werden.
- ***Kettentyp und Schärfezustand bzw. Schärfmethode:***
  Sie können einer kompletten Durchtrennung förderlich sein.
- ***Kettengeschwindigkeit und Schnittwinkel*:**
  Hohe Geschwindigkeiten der Kette können besonders bei Auftreffwinkeln, die nahezu längs des Beines liegen zu Verletzungen führen.
- ***Nässeeinfluß und Spannung des Stoffes*:**
  Der Einfluß von durchnäßten Stoffen und von unter Spannung stehenden Stoffen der Hosen sind bis dato noch nicht näher untersucht worden; auch sie könnten Ursachen für Durchtrennungen sein.

Ein weiterer, bis zu dieser Diplomarbeit nur wenig untersuchter, möglicher Grund für das Versagen der Schnittschutzeinlage, ist vor allem in der Wechselwirkung zwischen **mechanisch/chemischer Beanspruchung** und der **wöchentlichen bis 2 – wöchentlichen Wäsche** zu sehen.

Dabei ist unter mechanisch/chemischer Beanspruchung im Profibetrieb besonders das Tragen sowie die dabei stattfindende Verschmutzung durch Staub, Dreck, Harze, Öle, Kraftstoffe oder den Schweiß des jeweiligen Trägers zu verstehen. Eine Verschmutzung, die üblicherweise durch Wäsche, basierend auf den vom Hersteller vorgegebenen Waschanleitungen, behoben werden muß.

Den Profi - Waldarbeitern bzw. Forstwirten werden heute i.d.R. vom Betrieb 2 Hosen zur Verfügung gestellt, die wöchentlich im Wechsel getragen und gewaschen werden. In verschiedenen Deutschen Bundesländern gibt es neuerdings Versuche, das Waschens durch Dienstleistungsunternehmer erledigen zu lassen. Dabei müssen dann die Dienstleister die Garantie übernehmen, dass die Sicherheit der Produkte bei den Reinigungsvorgängen nicht leidet oder sogar verloren geht.

Waschen als alleinige Ursache

Wie früher schon festgestellt wurde, ist Waschen allein **nicht** der ausschlaggebende Faktor für das eventuelle Versagen einer Schnittschutzeinlage.
Zur Untersuchung wurden 11 neue Hosen von 5 verschiedenen Herstellern **20 mal gewaschen**, getrocknet, gewaschen usw. und dann auf dem KWF- Prüfstand einer Schnittprüfung gemäß DIN EN 381 unterzogen. Dabei kam es bei insgesamt 22 Schnitten zu 6 Durchtrennungen. Hier ist der Umfang für eine strenge statistische Auswertung leider zu gering, aber es scheint eine Tendenz erkennbar zu sein.

Anmerkung:
Bei einer EG- Baumusterprüfung werden üblicherweise Schnittschutzhosen nur 5 mal durch Wäsche vorbehandelt und dann auf dem Prüfstand getestet.
Man hatte im Laufe eines Abgleichs der Europäischen Prüfstände herausgefunden, dass beim Waschen von neuen Schnittschutzhosen ein „Einbruch" innerhalb der ersten 5 Wäschen und dann noch mal ein „Einbruch" bei ca. 15 bis 20 Wäschen erfolgt. Alle weiteren Wäschen (bis ca. 50) beeinflußen die Schnittsicherheit nur noch geringfügig. Um den Prüfaufwand in Grenzen zu halten hatte man sich europaweit dann auf 5 mal Waschen verständigt.

Alterung und Schnittsicherheit

Die Untersuchungen der Diplomarbeit konzentrierten sich daher besonders auf folgende Fragen:

- Wird der Schnittwiderstand infolge des Alterungsprozesses deutlich herabgesetzt?
- Welchen Einfluß besitzen Waschen, Trocknen, Schmutz etc. auf das Gewebe?
- Nach etwa welcher Verwendungsdauer sinkt die Schnittsicherheit auf ein nicht mehr vertretbares Maß?

Bei der Verarbeitung einer Schnittschutzeinlage aus 9 oder 10 Lagen Polyamidgewebe spielt die Art und Ausführung des Einnähens eine ganz erhebliche und wesentliche Rolle.
So ist z. B. obligatorisch, dass die Schnittschutzeinlage fest mit der Oberhose verbunden sein muß. Das wird bei der Normprüfung durch einen s. g. „Attachement Test" überprüft und dabei muß die Einlage gegenüber dem Oberstoff einer Mindestzugkraft von 20 N widerstehen. Diese Forderung zielt vor allem darauf ab, zu verhindern, dass die Einlage von der Sägkette nicht einfach zur Seite gerissen wird und dadurch Lücken im Schutzbereich entstehen.

Wirkprinzip von Schnittschutzeinlagen

In den frühen Zeiten wurden als Schnittschutz Materialien verwendet, die beim Eindringen der Motorsägenkette lediglich eine Verzögerung bis zur endgültigen Durchtrennung boten. Dies war im Hinblick darauf, dass bis dahin gar kein Schutz existierte, ein wesentlicher Fortschritt.

Nach und nach wurden neue Materialien entwickelt und an erster Stelle ist eine s. g. Raschelware aus Polyamidfasern in einem Grundgewebe zu nennen, die in Lage ist, die sich drehende Motorsägenkette zu blockieren. Bei diesem Material ist es im wesentlichen bis heute geblieben und es werden seit Jahren Schnittschutzhosen produziert und verwendet, die zwischen 9 und 10 Lagen dieser Raschelware aufweisen.

Das Wirkprinzip des Blockierens funktioniert aber nur, wenn auf ganzer Hosenbeinlänge Fasern und Faserbündel in ausreichender Menge und Länge beim Eingriff der Sägekette herausgerissen werden können.
Durch eine spezielle Einnähart erreicht man es, dass die Fasern zum einen nicht bereits beim Waschen und Schleudern herausgezogen werden und zum anderen beim

Eingriff der Kette sich aber so leicht herausziehen lassen, dass die Kette blockiert werden kann. Das bedeutet, dass **der Fadenzug** für den Wirkmechanismus den entscheidenden Faktor darstellt.

Das Fadenzugverhalten als Weiser für die Alterung der Schnittschutzeinlage:

Bei der Untersuchung fielen die z. T. erheblichen Verfilzungen an den Enden der Fasern auf und waren für *Wichmann* der Anlaß das Fadenzugverhalten der Einlagen näher zu untersuchen.
Dabei beurteilte er den **manuellen Fadenzug** anhand des Widerstands einzelner Polyamidfasern beim Ausziehen aus Einlage und unterteilte in die nachfolgenden vier Abstufungen:

Einteilung des Fadenzugs:

1. leicht:
Die Polyamidfasern ließen sich ohne nennenswerten Widerstand aus der Einlage ziehen.

2. mäßig:
Hierbei hakten einzelne Fasern, die Mehrzahl der Fasern aber ließen sich leicht herausziehen.

3. schwer:
In diesem Fall konnten der Großteil der Polyamidfasern nur mit **erheblichem** Widerstand aus der Einlage gezogen werden.

4. kein Fadenzug:
Es war hier nicht möglich, manuell Polyamidfasern aus der Einlage zu ziehen

Anzahl der Wäschen:

Mit dem Fragebogen wurden auch die Anzahl der Wäschen abgefragt, die letztlich einen entscheidenden Einfluß auf den Fadenzug haben können.

Verschmutzungsgrad der Einlage:

Der **Verschmutzungsgrad** der Einlage trotz vielfacher Wäsche spielte bei der Untersuchung eine weitere Rolle. Hier erfolgte eine Einteilung wie folgt:

1. weiß = sauber
2. hellgrau = leicht verschmutzt
3. mittelgrau = mäßig verschmutzt
4. dunkelgrau = stark verschmutzt

Verfilzungsgrad der Einlage:

Der **Verfilzungsgrad** bildetete den nächsten Parameter der untersucht wurde. Die Fasern verfilzen am Saum mit zunehmender Tragedauer und beeinflußen so den Fadenzug. Hier wurde wie folgt eingeteilt:

1. normal
2. leicht verfilzt
3. mäßig verfilzt
4. stark verfilzt

ERGEBNISSE:

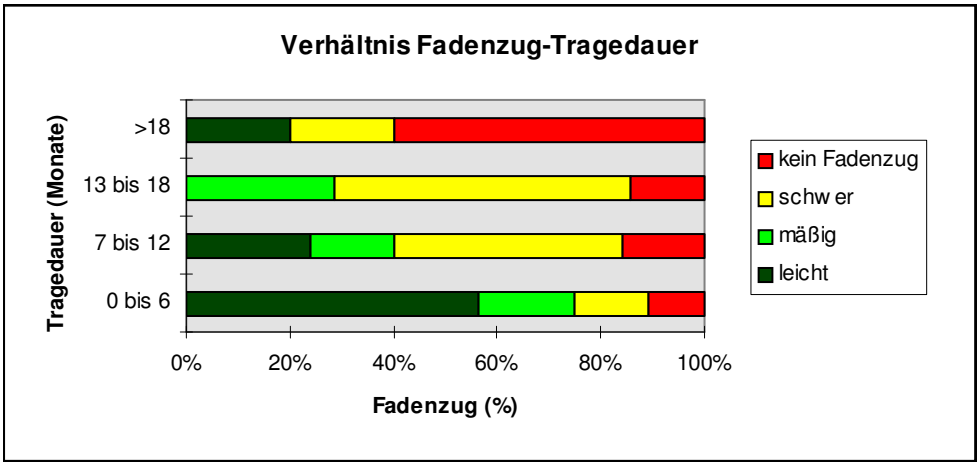
Zusammenhänge zwischen Alterung und Fadenzug

Hier sollten vor allem die Zusammenhänge zwischen der Alterung der Schnittschutzeinlage und der damit verbundenen Zunahme des Widerstandes des Fadenzuges, bedingt durch Tragedauer, Verschmutzung sowie Verfilzung der Fasern aufgezeigt werden.

Dazu wurden die Daten aus der Umfrage und Untersuchungsgrößen, bzw. auch die ermittelten Größen miteinander verknüpft.
Alle dargestellt Ergebnisse wurden statistisch abgesichert.

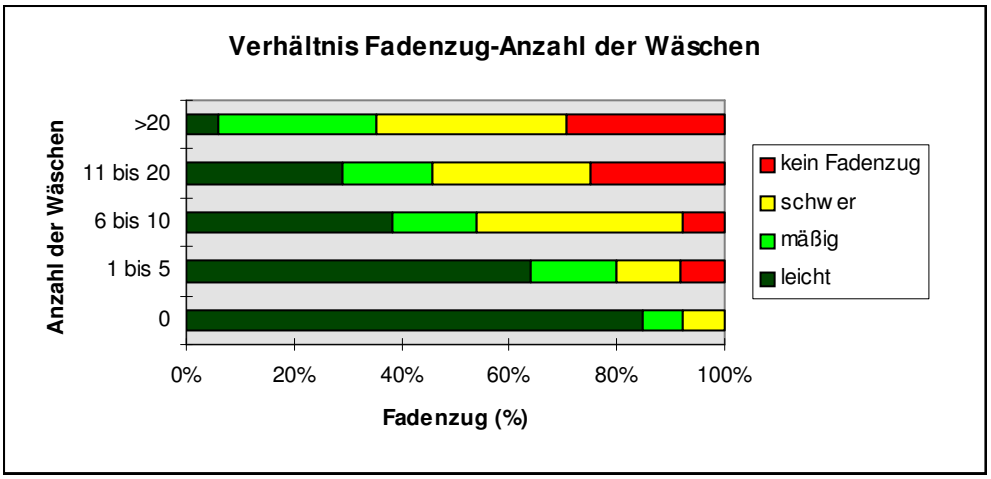
Fadenzug und Tragedauer

Aus dem nachfolgenden *Diagramm* geht der Zusammenhang zwischen der tatsächlichen Tragedauer und der damit verbundenen Abnahme des Fadenzuges hervor.
Untersuchte Schnittschutzhosen, die länger als 18 Monate getragen wurden, weisen deutlich über 50% „kein Fadenzug“ auf. Anders formuliert, besitzen diese Hosen nur noch einen sehr geringen Schnittwiderstand gegen Kettenschnitte



Fadenzug und Anzahl der Wäschen:

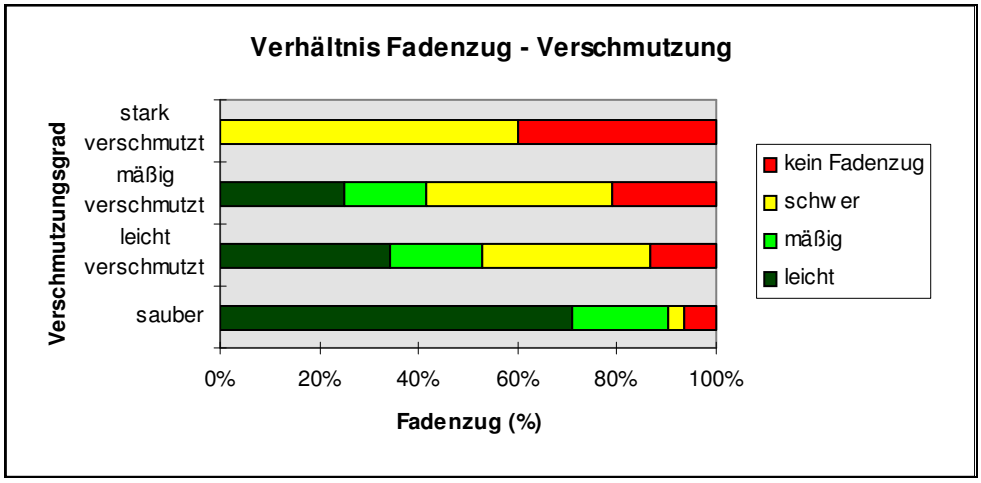
Wie bereits zu Beginn erläutert, besitzt das Waschen der Schnittschutzhosen generell einen Einfluß auf den Schnittwiderstand. Daher wurde in der folgenden Darstellung der Fadenzug mit der Anzahl der Wäschen in ein Verhältnis gesetzt.



Der Fadenzug nimmt, wie zu ersehen ist, fast linear mit der zunehmenden Zahl der Wäschen ab.

Fadenzug und Verschmutzung der Einlage:

Obwohl das Waschen einen negativen Einfluß auf die Schnittschutzeinlage besitzt, kann natürlich nicht darauf verzichtet werden.
Das nachfolgende Diagramm zeigt deutlich die Senkung des Schnittwiderstandes bzw. die Erhöhung des Widerstandes beim Fadenzug durch die Verschmutzung der Einlage

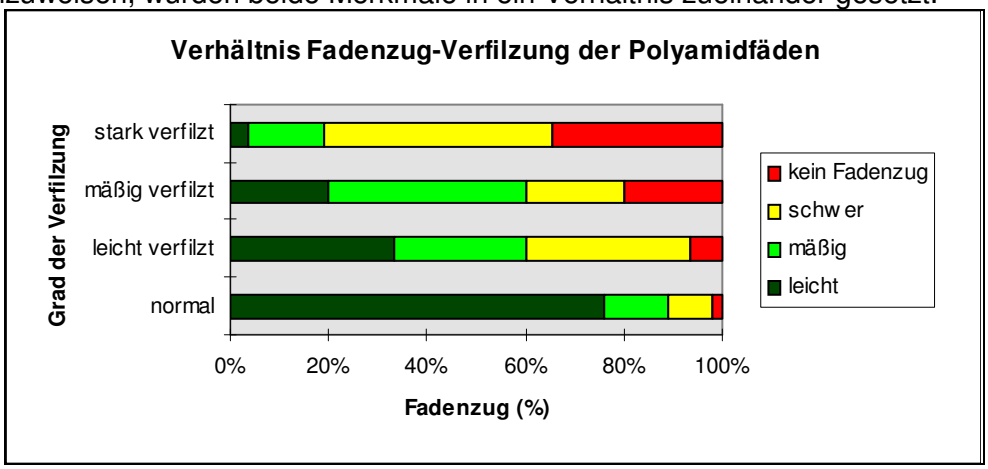


Zur Verdeutlichung sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass an dieser Stelle nicht die von außen verschmutzte Hose gemeint ist, sondern, dass die Schnittschutzeinlage trotz häufigen Waschens ihre Verschmutzung behält (siehe Bild).

Das Bild zeigt deutlich die Verschmutzung der Schnittschutzeinlage, obwohl die Hose regelmäßig gewaschen wurde.

Fadenzug und Verfilzung:

Wie zu Beginn des Abschnitts beschrieben, spielt die Verfilzung der Polyamidfadenenden bei der Schutzwirkung der Schnittschutzeinlage eine zentrale Rolle. Um nun die Abhängigkeit des Fadenzugs von dem Grad der Verfilzung nachzuweisen, wurden beide Merkmale in ein Verhältnis zueinander gesetzt.



Auch die Abnahme des Fadenzugs mit Zunahme der Verfilzung wird deutlich.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Nach o. a. Feststellungen unterliegen Schnittschutzhosen einem deutlichen Alterungsprozeß, der den Schnittwiderstand gegen Motorsägenschnitte merklich reduzieren kann.
Im Profibetrieb sinkt ab einer Tragedauer von etwa 18 Monaten der Schnittwiderstand auf ein bedenkliches Maß ab.

Die Ursachen sind in einer Veränderung der Polyamidfasern der Einlage zu sehen. Die Enden der Faserbündel beginnen an den Säumen durch die mechanische Beanspruchung aber auch durch das Waschen mit zunehmendem Alter zu verfilzen und zu verknoten. Dieser „Filz“ führt dazu, daß die einzelnen Polyamidfäden bei Kettenkontakt an Nähten der Einlage zu stark festgehalten und nur mit Widerstand oder gar nicht aus der Einlage gezogen werden können.
Ein Vorgang, der bei entsprechender Kettengeschwindigkeit letztlich zu einer kompletten Durchtrennung der Einlage führen kann.
Klar erscheint, dass häufiges Waschen und allgemein zunehmende Verschmutzung der Schnittschutzeinlagen den Schnittwiderstand vermindern können.
Beides kann als mögliche Ursache genannt werden und Waschen allein ist demnach nicht der entscheidende Faktor für die Abnahme des Schnittwiderstandes.
Nach diesen Erkenntnissen erscheint es vernünftig für den Profibetrieb eine **Maximaltragedauer von 18 Monaten** zu diskutieren, um Risiken für eine Durchtrennung von Schnittschutzhosen weiter zu reduzieren.