

Neue Erkenntnisse zu Unfällen mit Tischkreissägen

A. Fritze¹, H. Preuschoff² und M. Fritz²

¹ Bundesanstalt für Arbeitsschutz- und Unfallforschung,
Vogelpothsweg 50–52, D-4600 Dortmund-Dorstfeld, Bundesrepublik Deutschland

² Arbeitsgruppe Funktionelle Morphologie, Ruhruniversität,
Gebäude MAO/45, D-4630 Bochum

Accidents on Circular Bench Saws

Summary. For an expert opinion in a lawsuit regarding the suspicion of self-mutilation the physical data of an accident on a circular saw bench have been investigated. The result was as follows:

The time required for severing a human forearm of 6 cm diameter is 40 to 80 ms depending on the feeding power.

The impulse of 13 to 15 Ns necessary for severing an arm is only $\frac{1}{10}$ to $\frac{2}{10}$ of the impulse a slipping person exerts when striking the disk.

The standard time data for such accidents indicated in the scientific literature are much too high.

Key words: Self-mutilation, with circular saw benches – Accident, or self-mutilitation

Zusammenfassung. Für ein Gutachten in einem Rechtsstreit wegen des Verdachts einer Selbstbeschädigung wurden die physikalischen Gegebenheiten eines Unfalls an einer Tischkreissäge untersucht mit dem Ergebnis:

Die Zeit für das Durchtrennen eines menschlichen Unterarms von 6 cm Durchmesser liegt je nach Vorschubkraft zwischen 40–80 ms.

Der für das Durchsägen eines Arms erforderliche Impuls von 13–15 Ns beträgt nur $\frac{1}{10}$ – $\frac{2}{10}$ des Impulses, den eine rutschende Person beim Auftreffen auf das Sägeblatt ausübt.

Die bisher in der Literatur aufgeführten Zeitwerte zu solchen Unfällen sind erheblich zu hoch.

Schlüsselwörter: Selbstbeschädigung, mit Tischkreissäge – Unfall, oder Selbstbeschädigung

Literaturauswertung

Häufigkeit der Unfälle an Tischkreissägen

In Werkstattbetrieben, auf Baustellen und bei den Arbeiten der Heimwerker ist die Tischkreissäge die am häufigsten verwendete Holzbearbeitungsmaschine. Nach den Auswertungen der Holz-Berufsgenossenschaft ereigneten sich im Jahr 1977 5236 Unfälle an Kreissägen [1]¹ bei dieser Berufsgenossenschaft. Bei den übrigen gesetzlichen Unfallversicherungsträgern (Bau-Berufsgenossenschaften, Land- und Forstwirtschafts-Berufsgenossenschaften, Kommunale Versicherungsträger etc.) wird die Unfallzahl an Kreissägen auf über 10000/Jahr geschätzt. Nach den Auswertungen bei einer privaten Unfallversicherung entfallen fast 0,5% aller Heim- und Freizeitunfälle auf Kreissägen [2] — also mehr als 12000 im Jahr —, so daß sich eine Gesamtzahl von mehr als 27000 Unfällen an Kreissägen im Jahr ergibt.

Ursachen der Unfälle mit Tischkreissägen

Die häufigsten Unfallursachen an Kreissägen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Unabsichtliches Berühren des Sägeblattes beim Führen von Werkstücken. — Entfernen von Werkstücken mit der Hand in Nähe des laufenden Sägeblattes. — Nichtbenutzen von Hilfseinrichtungen zum Zuführen, wie Schiebestock, Keilschneidlade, Parallel- und Winkelanschlag usw. — Nicht aufgeräumter und damit unsicherer Standplatz an der Säge, dadurch verursachter Sturz auf den Sägertisch. — Abfliegende Werkstückteile. — Werkstückrückschlag.

Die Auswertung einer Kollektion von ungefähr 400 gemeldeten Unfällen verschiedener Berufsgenossenschaften bei der Arbeit an Kreissägen ergab, daß sie sich bei folgenden Tätigkeiten ereigneten:

Längs- und Keilschneiden	51%
Querschneiden und Zuspitzen	36%
Kunststoffsägen	4%
Sonstige	9%

Daraus ergibt sich die Vorstellung, daß die Unfallgefahren bei der Arbeit an Tischkreissägen insbesondere auf der großen Schnittgeschwindigkeit der Maschinen beruhen — 50 m/s—100 m/s —, denen das menschliche Reaktionsvermögen nicht folgen kann. Es wird infolgedessen die Ansicht vertreten, daß der Unfall schon eingetreten ist, bevor der Betroffene das auslösende Ereignis bewußt oder unbewußt wahrnehmen und reagieren kann [3, 4].

Das muß nicht für eine weitere Gruppe von Verletzten zutreffen, die in der einschlägigen Literatur ebenfalls diskutiert wird.

¹ Zahlen in Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schluß

Selbstverstümmelungen bei der Arbeit mit Sägen

Unter den von Schnabelmaier und Mika [5] zusammengestellten 4655 Finger-Verletzungen waren 58 Fälle von „Selbstbeschädigung“. Von diesen gingen 4 auf Sägeverletzungen zurück. Auf S. 544 stellen die Autoren fest:

„Stets handelt es sich um die Nichtgebrauchshand, bei 56 Verletzten um die linke Hand, bei 2 Linkshändern um die rechte.“

Diese Beobachtung wird ebenfalls von Dotzauer [7, S. 253] bestätigt. Raestrup [6] beschreibt die Unterscheidungsmerkmale zwischen „Selbstverstümmelungen“ und „wirklich unfreiwillig Verletzten“ folgendermaßen:

„Die abgetrennten Fingerglieder werden meist von den Selbstverstümmelern kurz nach der Tat beseitigt, verbrannt, in den Abort geworfen (hat „der Hund gefressen!“). Bei wirklich unfreiwilligen Verletzungen werden sie mit zum Arzt genommen, wohl in der trügerischen Hoffnung, daß die Abtrennung rückgängig gemacht werden könne.

Bei echten Unfällen läuft der Verletzte sofort zum Arzt und läßt Werkzeug und zu spaltendes Material liegen, wie es gerade liegt. Der Selbstverstümmeler räumt alles auf, wohl um eventuelle Spuren zu beseitigen.“

Richter [8] stellt zu dieser Frage fest:

„Für einen Sägeunfall spricht: die Wunden liegen bei Einfinger-Verletzungen meistens an den Endgliedern, bei Mehrfinger-Verletzungen häufig in der Gegend der Grundgelenke; Einfinger-Verletzungen (der Mittelfinger ist am meisten gefährdet) sind am häufigsten (Stucke, dagegen Schnabelmaier); isolierte Finger-Verletzungen sind aber um so ungewöhnlicher, je weiter proximal sie liegen, Totalabtrennungen sind selten. Die Häufigkeitsreihenfolge der Finger-Verletzungen ist: Ein-, Zwei-, Vier-, Drei- und schließlich Fünffinger-Verletzungen. Mehrfinger-Verletzungen liegen in der Regel in ununterbrochener Reihe und in einer Ebene.

Bei *Selbstverstümmelungen* fehlen in der Regel Mitverletzungen benachbarter Finger. Meistens ist die Haltehand, nicht die Arbeitshand betroffen.“

Stucke und Bayreuther [9, S. 19] berichten ebenfalls von zwei „Selbstbeschädigungen“ an je einer Band- und einer Kreissäge, bei denen die Hand abgesehen wurde; wobei in einem Fall die Schädigung durch vorsätzliches Ausrutschen erfolgte.

Durch die Aufforderung, ein Gutachten in einem Rechtsstreit wegen des Verdachts einer Selbstbeschädigung abzugeben, sahen wir uns veranlaßt, den physikalischen Gegebenheiten bei einem Sägeunfall nachzugehen.

Grundsätzliches zur Kinematik des Sägevorgangs

Über das Sägen mit der Kreissäge und die dabei auftretenden Bewegungsabläufe und Kräfte berichten Pahlitzsch und Rose [10] sowie Meyer [11].

Nach den Untersuchungen von Meyer sinkt die erforderliche Vorschubkraft bei steigender Schnittgeschwindigkeit, und zwar auf etwa $\frac{1}{3}$ bei dreifacher Schnittgeschwindigkeit (unabhängig von der zu sägenden Holzart).

Demgegenüber steigt die Vorschubkraft für eine erhöhte Vorschubgeschwindigkeit, und zwar etwa in gleichem Verhältnis. Erhöht sich die Vorschubkraft

nach Meyer [11] von 0,5 kp auf 3,0 kp, so steigt die Vorschubgeschwindigkeit von 2 m/min auf 14 m/min.

Zieht man außerdem in die Betrachtung mit hinein, daß sich bei steigender Schnittgeschwindigkeit die Vorschubkraft verringert [11], und zwar auf $\frac{1}{3}$ bei einer Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit von 20 m/s auf 60 m/s, so ist die Vorschubgeschwindigkeit noch größer.

Überträgt man diese Überlegungen auf die Unfallverhältnisse, so ergibt sich, daß für das Durchsägen eines Armes (von ca. 60 mm \varnothing) mit 0,05 s bis 0,2 s (50–200 ms) zu rechnen ist.

Dem entspricht die Auffassung von Technikern und Sicherheitsfachleuten [4, 14 und 15], daß bei Umfangsgeschwindigkeiten der Kreissägeblätter von 50–100 ms „die Reaktionszeit des Menschen zu lang ist, um beispielsweise die Hand rechtzeitig aus dem Flugkreis zurückzuziehen“.

Dagegen erscheint die von Dotzauer [7, S. 266] vertretene Ansicht: „Für die Durchtrennung vom Unterarm werden bei gleichbleibenden Schubkräften (zwischen 2 und 4 kp) mindestens 2 s benötigt, sofern die Schubkraft in Richtung des Sägeblatts wirksam gewesen ist, wie Leichenversuche ergaben (persönliche Mitteilung Dr. Nistler). Bei dieser Schneiddauer müssen Abwehrreaktionen — mit den Folgen: Änderung der Schnittrichtung — ihre Spuren hinterlassen“, nach den Ergebnissen von Meyer [11] und Pahlitzsch und Rose [10] nicht haltbar, weil bei 3 kp Schubkraft das Durchsägen eines Armes mit 60 mm \varnothing nicht länger als 250 ms dauert. Bei einem Fluchtversuch muß sich durch den dabei entstehenden zusätzlichen Druck die Schnittgeschwindigkeit noch erhöhen. Für diese Meinungsdivergenz entscheidend sind die Größen: Vorschubkraft, Vorschubgeschwindigkeit, Schnitt- und Reaktionskraft, wobei von Dotzauer die Schnittgeschwindigkeit in Abhängigkeit der angesetzten Vorschubkraft (2 bis 4 kp) und der Umfangsgeschwindigkeit des Sägeblattes (60 m/s) zu klein angesetzt wurde. Um sicher zu sein, wurden diese Werte experimentell bestimmt.

Versuche zur Ermittlung der auftretenden Kräfte beim Fall auf den Tisch einer Kreissäge

Allgemeines

Für die Versuche wurde eine Baukreissäge der Firma AVOLA, Velbert, eingesetzt, die in großer Stückzahl auf Baustellen des Bauhandwerks, Zimmereien und selbst bei Heimwerkern Verwendung findet.

Die technischen Daten sind:

Nennspannung	220/380 V
Nennleistung	3 kW
Drehzahl	2800 U _{pm}
Antrieb	direkt
Sägeblatt \varnothing	400 mm
Zahl der Zähne	56

Sägetisch-Länge	1030 mm
-Breite	750 mm
Tischhöhe	850 mm
Auflagefläche vor Sägeblatt	400 mm

Für die Versuche zur Ermittlung der Rutschgeschwindigkeit und des Impulses, die eine ausrutschende oder stolpernde Person auf dem Tisch oder am Sägeblatt erreicht, wurden Versuche mit 33 männlichen Versuchspersonen, zu meist Studenten, aber auch technischen Mitarbeitern der Universität, durchgeführt. Für diese Untersuchung wurde aus dem Sägeblatt ein Sektor mit 50° Öffnungswinkel herausgetrennt und durch einen schmalen Messingstab ersetzt. Der Messingstab wurde an den Sägeblattzähnen festgeschraubt. Eine Drehung des so behandelten Sägeblattes wurde durch eine geeignete Klemme unmöglich gemacht.

Läßt sich eine Versuchsperson auf die Säge fallen und rutscht dabei gegen das feststehende Sägeblatt, so biegt sich der Messingstab proportional zu der auftretenden Kraft durch. Die Durchbiegung des Stabes wird mit Hilfe von Dehnmeßstreifen gemessen. Das Verhältnis zwischen den Meßsignalen und den Kräften wurde in mehreren Eichversuchen ermittelt. Der zeitliche Verlauf der auftretenden Kräfte wurde mit einem Oszillographen aufgezeichnet.

Den Impuls erhält man gemäß der Gleichung

$$I = \int F \cdot dt,$$

also aus der Summe der Kraft (F) multipliziert mit der Zeitsumme

$$I = \int F \cdot dt \approx F_1 \Delta t_1 + F_2 \Delta t_2 + \dots + F_m \Delta t_m = \sum F_i \Delta t_i$$

Er wurde aus den Versuchsergebnissen als Fläche unter der gegenüber der Zeit aufgetragenen Kraftkurve ermittelt (Abb. 1).

Die Bewegungsabläufe wurden mit einer 16 mm-Filmkamera bei jeder Versuchsperson gefilmt. Die Filmgeschwindigkeit betrug 64 Bilder/s. Anhand der Filmaufnahmen können die Geschwindigkeit beim Rutschen auf dem Sägetisch ebenso wie Einzelheiten der individuellen Bewegungsabläufe, darunter auch die Stellung des Armes, ermittelt werden.

Durchführung der Versuche

Fallversuche mit Versuchspersonen. Die Versuche wurden mit 33 männlichen Versuchspersonen durchgeführt. Der Versuch wurde jeweils zwei-, drei- oder auch viermal wiederholt. Eine größere Zahl von Wiederholungen hätte u. U. zu einer Einübung von Abläufen führen können, die nicht erwünscht ist. Die Größe der Probanden schwankte von 171 cm bis 193 cm um einen Mittelwert von 181 cm. Das Gewicht lag zwischen 58 kg und 100 kg bei einem Mittelwert von 75,6 kg.

Unter Berücksichtigung der in dem zugrundeliegenden Rechtsstreit gegebenen Bedingungen wurden die Versuchspersonen gebeten, eine Haltung einzunehmen, bei der die Füße zwischen 30 cm und 90 cm von der Vorderkante des Sägetisches entfernt stehen. Der linke Fuß wurde dabei in die Nähe der 90 cm-Markierung, also weiter zurück gestellt als der rechte. Der linke Arm war unbekleidet.

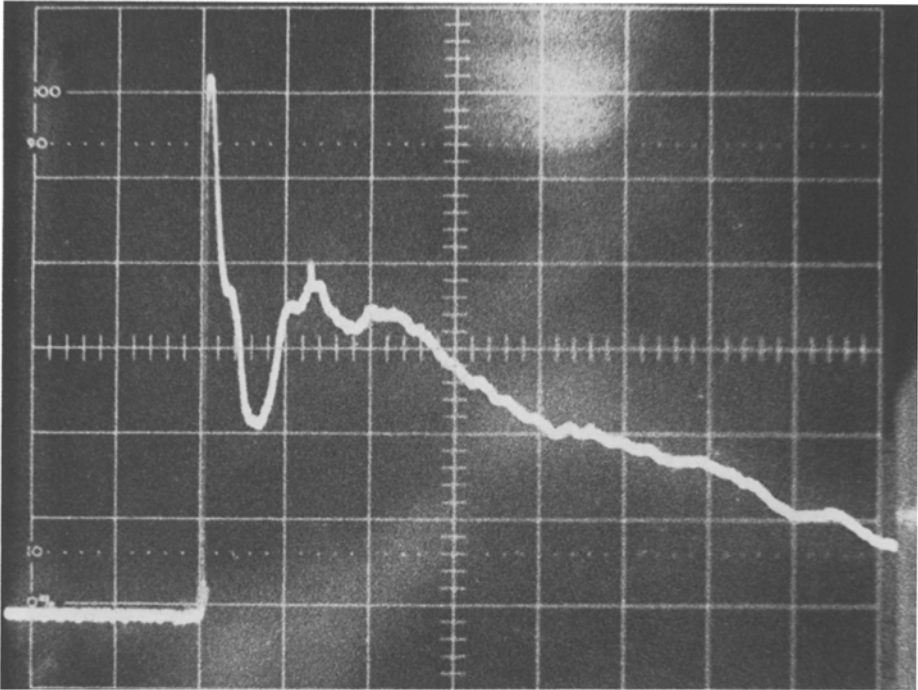


Abb. 1. Typisches Oszillogramm der Reaktionskraft an der Säge aus den Fallversuchen ohne Fluchtversuch

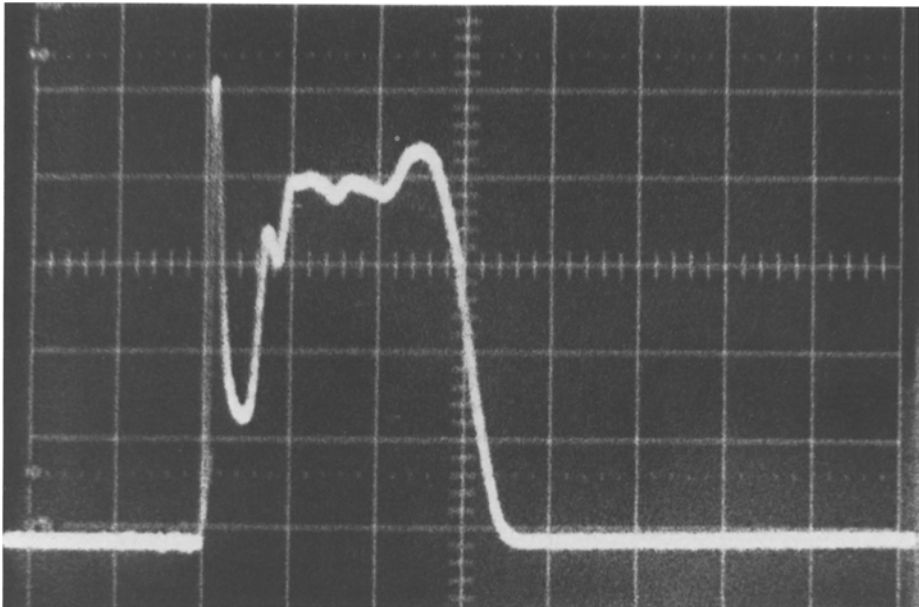


Abb. 2. Typisches Oszillogramm der Reaktionskraft an der Säge aus den Fallversuchen mit Fluchtversuch

Die Versuchspersonen sollten sich vorstellen, daß sie mit dem linken Fuß ausrutschen und nach vorn stürzen. Dabei sollten sie mit dem linken Unterarm ungefähr 15 cm vor dem Sägeblatt auf den Säge Tisch fallen und dann mit dem Arm gegen das Sägeblatt rutschen. Diesen Versuch mußte jede Versuchsperson zweimal durchführen. Für den dritten Versuch erhielten die Versuchspersonen eine zusätzliche Anweisung. Während des Vornüberkippens sollten sie versuchen, sich möglichst schnell von der Säge zurückzuziehen („Fluchtversuch“).

In keinem Fall hat das Befolgen der Bewegungsanweisung irgendwelche Schwierigkeiten verursacht. Die Oszillogramme der gemessenen Kräfte sowie die Bewegungsabläufe zeigen von einer Versuchsperson zur anderen gewisse Unterschiede, die nicht mit der Berufstätigkeit o. ä. in Zusammenhang stehen. Hervorzuheben ist, daß fast alle Probanden den linken Unterarm etwa im rechten Winkel zum Sägeblatt hielten.

Ein Zusammenhang zwischen den gemessenen Kräften und der Größe oder dem Gewicht der Versuchsperson konnte nicht festgestellt werden.

Die höchsten Kräfte ergaben sich, wenn der Arm nicht zuerst auf den Tisch, sondern sofort an dem umgebauten Sägeblatt aufgesetzt wurde. Diese Versuche wurden aus der weiteren Betrachtung ausgeschieden.

Die am Sägeblatt gemessene Kraft (56 Versuche) steigt innerhalb weniger tausendstel Sekunden auf einen Wert von $374 \text{ N} \pm 117 \text{ N}$. Danach fällt die Kraft auf einen minimalen Wert bei $0,05 \text{ s} \pm 0,03 \text{ s}$ ab und nimmt schließlich für mehrere zehntel Sekunden einen Wert von $295 \text{ N} \pm 116 \text{ N}$ an (Abb. 1). Die Gesamtzeit der Krafteinwirkung auf das Sägeblatt streute sehr stark, da die Probanden den Zeitpunkt zum Aufrichten vom Säge Tisch frei wählen konnten.

Die 32 „Fluchtversuche“, in denen die Probanden bemüht waren, sich möglichst rasch vom Sägeblatt frei zu machen, zeigten ein einheitliches Ergebnis. Die zweigipflige Krafteinwirkung auf das Sägeblatt dauerte insgesamt $0,42 \text{ s} \pm 0,12 \text{ s}$. Sie ist damit 10mal so groß wie die angenommene Sägezeit. In dieser Zeit erreichte die Kraft zwei Maxima mit dazwischenliegender Absenkung bei $0,04 \text{ s} \pm 0,03 \text{ s}$. Das erste Maximum betrug $371 \text{ N} \pm 93 \text{ N}$ und das zweite Maximum betrug $329 \text{ N} \pm 74 \text{ N}$. Aus diesen Werten ergibt sich ein mittlerer Impuls der fallenden Versuchspersonen von $102 \text{ N s} \pm 63 \text{ N s}$.

Die mittlere Geschwindigkeit, mit welcher der Arm auf dem Säge Tisch gegen das Sägeblatt rutscht, beträgt $1,16 \text{ m/s} \pm 0,25 \text{ m/s}$. Besonders hinzuweisen ist noch auf folgendes Ergebnis des „Fluchtversuches“:

Da sich die Füße der Versuchsperson weit hinter dem Körperschwerpunkt befinden und beim Fall oft nur ein Fuß Bodenberührung hat, muß ein erheblicher Teil des Körpergewichts vom linken Arm aufgenommen werden, wenn er über den Säge Tisch rutscht. Bei dem Versuch zu „fliehen“ kommt es zu einem „Abdrücken“ — zweites Maximum der Kurve (Abb. 2) — am Sägeblatt. Bei einer im Betrieb befindlichen Säge würde sich der Arm mit 250—400 N gegen das Sägeblatt drücken, wodurch die Vorschubgeschwindigkeit noch ansteigen würde.

Sägeversuche an einem menschlichen Unterarm

Um die tatsächliche Schnittzeit zu bestimmen, wurde mit der in „Allgemeines“ beschriebenen Säge ein linker menschlicher Unterarm mehrfach durchsägt. Der

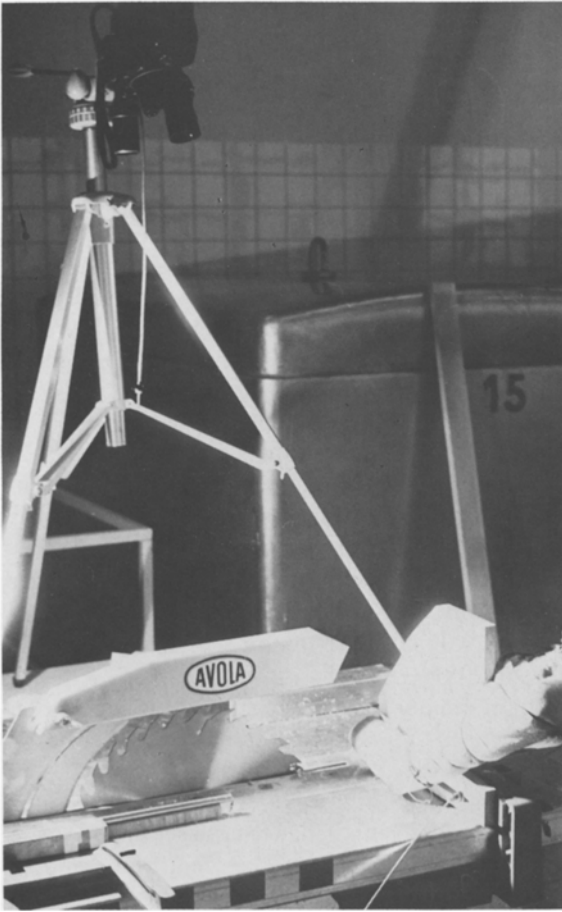
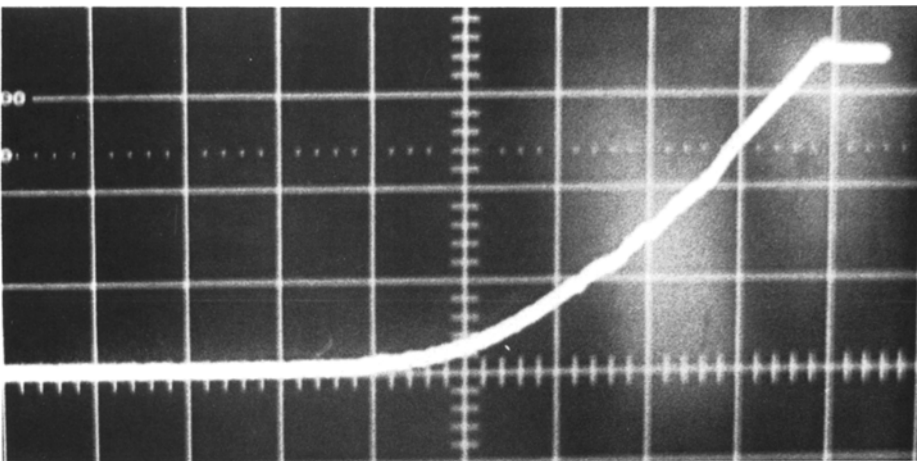


Abb. 3. Darstellung der Versuchsdurchführung



Weg über Zeit

Abb. 4. Typisches Oszillogramm aus den Sägeversuchen am Unterarm

im Schultergelenk abgesetzte, in Alkohol fixierte und deshalb nicht entkalkte Arm war am Handgelenk 6 cm breit. Der Arm wurde an einem auf dem Sägetisch laufenden Schlitten befestigt, so daß der Unterarm oberhalb des Handgelenks durchschnitten werden konnte (Abb. 3). Eine Befestigung des Unterarms erwies sich als überflüssig, da die gehärteten Muskeln das Ellenbogengelenk vollständig feststellten. Der Unterarm lag auf dem Sägetisch auf. An dem Schlitten wurde außerdem ein Drahtseil befestigt, das parallel zum Sägeblatt zur hinteren Tischkante und dort über eine kugelgelagerte Rolle nach unten geführt wurde. An dieses Ende des Drahtseils wurden Gewichte in Höhe der in den Fallversuchen ermittelten Kräfte gehängt. Der vom Unterarm auf dem Sägetisch zurückgelegte Weg wurde mittels eines induktiven Wegaufnehmers gemessen. Die Meßsignale wurden auf dem Oszillographen in Abhängigkeit von der Zeit festgehalten. Der Ablauf der Sägeversuche wurde gleichfalls mit einer 16 mm-Filmkamera bei 64 Bildern pro Sekunde dokumentiert. Ein typisches Bild des pro Zeiteinheit zurückgelegten Weges bei diesen Sägeversuchen dokumentiert Abb. 4.

Der Unterarm wurde fünfmal, etwa 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm und 5 cm oberhalb des Handgelenks, durchschnitten. Bei den ersten drei Versuchen wurde der Arm mit der mittleren Kraft aus den Fallversuchen von 371 N gegen das Sägeblatt gezogen. Danach wurde der Mittelwert abzüglich der ein- bzw. zweifachen Standardabweichung eingesetzt, die Kraft also auf 271 N bzw. 171 N verringert. Aufgrund des Wahrscheinlichkeitsgesetzes war nach den Ergebnissen aus den Fallversuchen die am Sägeblatt auftretende Kraft also in 84% bzw. 98% aller Fälle größer als die Kraft, mit der die Sägeversuche durchgeführt wurden.

Bei den ersten beiden Versuchen wurde der Arm durch das Gewicht auf einer Strecke von 22 cm beschleunigt, bevor er durchschnitten wurde. Für die letzten Versuche wurde die Anlaufstrecke auf ungefähr 5 cm verkürzt.

Die Versuche führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Beim Übergang von der Rutsch- zur Sägephase trat keine Geschwindigkeitsänderung ein, d. h. der Unterarm wurde mit unverminderter Vorschubgeschwindigkeit durchtrennt.

2. Die Zeit für das Durchtrennen des Unterarms lag je nach Zugkraft zwischen 0,04—0,08 s (40—80 ms).

3. Für das Durchsägen des Arms ist ein Impuls von 13 Ns—15 Ns erforderlich. Dieser Impuls beläuft sich damit nur auf 10% bzw. 20% des Impulses, den eine auf das Sägeblatt rutschende Person ausübt.

4. Wird ein Arm bei den Voraussetzungen dieses Falles 0,20 m vor dem Sägeblatt aufgesetzt und rutscht auf dem Sägetisch gegen die Säge, so beträgt der Zeitraum für den Rutschvorgang und das Durchtrennen des Unterarms \approx 200 ms.

5. Ein Leichenarm, der unter diesen Voraussetzungen von einer Kreissäge durchtrennt wird, weist keine Gewebszerfetzungen auf (Abb. 5). Damit entspricht der Schnitt am „Versuchsarm“ dem Arm nach dem Unfall.



Abb. 5. Schnittflächen des Unterarms

Zusammenfassende Beurteilung

Nach den Untersuchungen von Preuschhof [12] sowie Dietz und Noth [13] bedarf es selbst bei bewußt geplanten Übungen — z. B. bei Fallversuchen — eines Zeitraums von mindestens 200 ms, bis eine Reaktion der Muskeln im Schulter- und Oberarmbereich erfolgt.

Außerdem ergaben die eigenen Versuche, daß der von einer fallenden Person auf eine Sägescheibe ausgeübte Impuls $102\text{ Ns} \pm 36\text{ Ns}$ beträgt. Der für das Durchsägen eines Unterarms benötigte Impuls für einen 6 cm breiten menschlichen Unterarm beläuft sich auf nur $13\text{ Ns}—15\text{ Ns}$, so daß die Sägezeit für das Durchtrennen 40—80 ms erreicht. Legt man die beim Rutschen auf dem Säge Tisch ermittelte mittlere Geschwindigkeit von $1,16\text{ m/s} \pm 0,25\text{ m/s}$ zugrunde, so ergibt sich bei einem Rutschweg von 0,20—0,30 m bis zum Sägeblatt eine Dauer für die Vorgänge (Rutschen und Durchsägen) von $\approx 200\text{ ms}$.

Daraus ergeben sich die großen Unfallgefahren, die bei den heute üblichen Tischkreissägen bestehen. Eine bei der Arbeit vor der Tischkreissäge ausrutschende oder stolpernde Person, die mit ihrem Arm oder ihrer Hand gegen das Sägeblatt fällt oder 0,20—0,30 m vor dem Sägeblatt aufsetzt und rutscht, hat keine Möglichkeit mehr, dem Sägeblatt auszuweichen, da vor Beendigung der Fluchtreaktion des Oberarm- und Schulterbereichs der Sägevorgang bereits ab-

geschlossen ist. Der von der Person am Sägeblatt erreichte Impuls beträgt das 5—10fache des zum Durchsägen eines Unterarms erforderlichen Impulses. Rutsch- und Schneidevorgang laufen demnach tatsächlich in so kurzer Zeit ab, daß ein Reagieren der Betroffenen nicht mehr möglich ist.

Die Unfälle, die durch Ausgleiten, Hineinstolpern, Hineinfassen u. a. an einer Tischkreissäge entstehen, sind nicht mit den Unfällen zu vergleichen, die bei der Arbeit an der Säge durch die typischen Hand- und Fingerhaltungen des Arbeitsvorganges — Halten und Verschieben des Werkstückes etc. — auftreten.

Die von verschiedenen Verfassern beschriebenen Gewebeerletzungen bei Unfällen an Kreissägen konnten bei den eigenen Versuchen nicht beobachtet werden (Abb. 5).

Zusammenfassendes Ergebnis

Versuche mit einer Kreissäge führten zu dem Ergebnis:

1. Die Zeit für das Durchtrennen eines Unterarms von 6 cm Durchmesser liegt je nach der Vorschubkraft zwischen 40—80 ms.

2. Der beim Fall auf den Sägertisch auftretende Impuls bewegt sich zwischen $102 \text{Ns} \pm 36 \text{Ns}$.

3. Der für das Durchsägen eines Armes erforderliche Impuls von 13—15 Ns beträgt nur $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{20}$ des Impulses, den eine rutschende Person beim Auftreffen auf das Sägeblatt ausübt.

4. Der gesamte Zeitraum für das Rutschen einer Person auf dem Sägertisch mit dem Durchtrennen des Unterarms liegt bei $\approx 200 \text{ms}$ und beträgt damit weniger als für eine Fluchtreaktion mindestens erforderlich ist [13].

Literatur

1. Mader (1978) Unfallstatistik 1977. Ihre Holz-Berufsgenossenschaft informiert. Holz-Berufsgenossenschaft-Mitteilungen 15:13–15
2. Henter A, Milarch R, Hermanns D (1978) Schwere Unfälle in Heim und Freizeit. Bundesanstalt für Arbeitsschutz u. Unfallforschung, Dortmund. Bericht 195
3. NN (1977) Tischkreissägemaschinen. „Blickpunkt Arbeitssicherheit“, Bonn. Nr 5:18–20
4. NN (1975) Sägen im Zimmereibetrieb. Bau-Berufsgenossenschaft Hamburg. Nr 2:38
5. Schnabelmaier HL, Mika C (1968) Die traumatische Fingeramputation als Selbstverstümmelung und ihre chirurgische Begutachtung. Monatsschr Unfallheilk 71:540–548
6. Raestrup O (1961) Selbstverstümmelung (Fingerverletzungen) und private Unfallversicherung. Monatsschr Unfallheilk 64:245–255
7. Dotzauer U, Iffland R (1976) Selbstverstümmelungen in der privaten Unfallversicherung. Z Rechtsmed 77:237–288
8. Richter O (1971) Versuche über Handhaltung und Fingerstellung bei Kreissägenverletzungen zur Beurteilung einer fraglichen Selbstverstümmelung. Z Ges Med Gutachterstätigkeit 68:59–61
9. Stucke U, Bayreuther H (1955) Die Chirurgie des Sägeunfalles. Beiheft zur Monatsschr für Unfallheilk. Versicherungsmed Heft 49:2–70
10. Pahlitzsch G, Rose P (1964) Untersuchungen beim Kreissägen von Holz. Z Holz als Roh- u Werkstoff 22:332–345

11. Meyer M (1926) Untersuchungen über die den Zerspanungsvorgang mittels Holz-Kreissägen beeinflussenden Faktoren. Ausgewählte Arbeiten des Lehrstuhls f Betriebswissenschaften, TH Dresden, Bd 3. VDI Verlag, Berlin, S 90
12. Preuschott H (1979) On the quality and magnitude of mechanical stresses in the locomotor system during rapid movements. In: J Int Primatol (in press)
13. Dietz V, Noth J (1979) Zum Sprinten braucht man das Gehirn. Mitteilungen der DFG 1: 16-18

Eingegangen am 14. August 1979