

HANDELSÜBLICHE RASIERKLINGEN IM WERKSTOFFTEST

FB TECHNIK
ALLG. MASCHINENBAU



Prof. Dr.-Ing. Peter Böhm
boehm@hochschule-trier.de

WELCHE RASIERKLINGEN NEHME ICH DENN — PREISWERT ODER GÜNSTIG?

Jeder hat sich bestimmt schon beim Kauf von Rasierklingen die Frage gestellt: „Nehme ich nun die teuren oder nehme ich die billigen Klingen?“. Oder: „Nehme ich lieber eine Marken Klinge oder genügt eine no-name Klinge?“. Mit diesen Fragen beschäftigte sich das Werkstofflabor des Fachbereichs Technik an der Hochschule Trier in einer Bachelorarbeit. Der Unterschied zu bisherigen Untersuchungen, die beispielsweise von Stiftung Warentest durchgeführt wurden und hauptsächlich durch eine Probandenbeurteilung zur Charakterisierung des gesamten Rasierapparats zustande kamen, war der Schwerpunkt in der vorliegenden Arbeit rein auf werkstoffwissenschaftliche Grundlagen der Klingen gelegt worden. Zur eindeutigen Beurteilung der Werkstoffeigenschaften schneidender Werkzeuge, wie Messer und Klingen, sind die chemische Zusammensetzung, Härte und Korrosionsbeständigkeit von Stählen, sowie die Untersuchung der Schneidfähigkeit vorrangig. Zudem wird die Schnittfähigkeit der Klingen in einem speziellen Versuch auf die Probe gestellt. Hierunter versteht man den Widerstand der Schneide eines Messers oder eines anderen Schneidwerkzeugs gegen Abnutzung durch mechanische, thermische und chemische Einflüsse. Diese Eigenschaft beschreibt, wie lange eine Klinge über einen bestimmten Gebrauchszeitraum und unter bestimmten Einsatzbedingungen scharf bleibt.

STUDIERENDE:
Angelo Rota

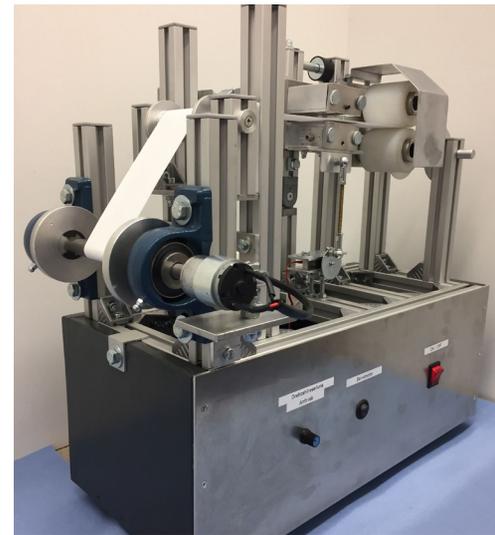


Abb. 1: Darstellung des Prüfsystems

EXPERIMENTELLER AUFBAU

Für eine aussagekräftige Beurteilung der Schneidfähigkeit und Schnitthaltigkeit wurde eine Prüfeinrichtung entwickelt und gebaut, welche zur Prüfung von Rasierklingschneiden verwendet wird (Abb. 1). Da bei der Prüfung von Papier der ziehende Schnitt zugrunde gelegt wird, musste bei der Konstruktion des Prüfsystems darauf geachtet werden, dass der Schneidvorgang in erster Linie auf einem Druckschnitt beruht, wie es bei einer Rasur üblich ist. Aus diesem Grund musste eine geeignete Bandführung realisiert werden, so dass vermieden werden konnte, ungewollte Ausbrüche an der Schneidkante hervorzurufen. Bei dem Prüfmittel, welches für die Prüfung der Rasierklingschneiden gewählt wurde, handelt es sich um eine Thermorolle, die auf einer Welle abgespult wird. Diese besteht aus Basispapier mit einer thermosensitiven Schicht. Diese Schicht besteht aus Farbbildern, Reaktionsstoffen und Schmelzpunktregulatoren. Die Thermorolle wird über einen Federmechanismus vorgespannt, wodurch eine genauere Bandführung ermöglicht wird. Es werden ungewollte Schwingungen des Bandes vermieden. Dadurch wird die Möglichkeit von ungewollten Ausbrüchen an der Schneidkante verhindert.

Insgesamt wurden 13 verschiedene Klingen von unterschiedlichen Herstellern getestet. Diese kommen unter anderem von Markenherstellern wie Gillette oder Wilkinson bis hin zu günstigen Marken wie beispielsweise Isana. Dabei befindet sich die Gillette Fusion Proglide Rasierklinge im oberen Preisbereich mit 3,10€ pro Klingenkopf. Die Wilkinson Sword Protector hingegen liegt im mittleren Bereich bei 0,79€ pro Klingenkopf und das Isana Men 3-Klingensystem Chrom veredelt im unteren

Preisbereich mit 0,60€ pro Klingenkopf — Prinzipiell gibt es zwei unterschiedliche Rasierklingentypen. Zum einen werden Rasierklingschneiden, die mittels Laserschweißverfahren auf ein Trägermaterial aufgeschweißt sind (Abb. 3), hergestellt. Zum anderen werden Sorten an Klingen in den Markt gebracht, die kein Trägermaterial aufweisen. Als Grundlage der Untersuchungen musste zunächst eine Analyse der Zusammensetzung des Materials durchgeführt werden. Hieraus können Erkenntnisse auf Korrosionsbeständigkeit und die Härte der Rasierklingschneiden gewonnen werden. Um die vorher genannten Faktoren eindeutig zu bestimmen, wird die Analyse des Materials anhand einer Atomemissionsspektroskopie (AES) durchgeführt. Die Messung dient zur Analyse von chemischen Zusammensetzungen unterschiedlicher Metalllegierungen. Dazu wird ein konstanter Lichtbogen erzeugt. Über eine Funkenanregung wird das Material aufgeschmolzen und fängt an zu verdampfen. Metallatome werden angeregt und geben die eingebrachte Energie in Form von Lichtwellen wieder. Nun werden die verschiedenen, entstandenen Wellenlängen spektral zerlegt und analysiert. Anhand der Wellenlänge können Rückschlüsse auf das vorhandene Element gezogen werden. Dieses hochpräzise Analysegerät, das standardmäßig bei Metallen eingesetzt wird, konnte keine Ergebnisse erzielen, da durch die geringe Dicke der Rasierklingschneide (ca. 0,2 mm–0,5 mm) der Lichtbogen bei der Analyse nicht konstant gehalten werden kann und die Probe durchbrennt. Um die vorher genannten Faktoren eindeutig zu bestimmen, wurde eine Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX) durchgeführt. In den verschiedenen Proben wurden Atome einheitlicher Energie angeregt und sendeten in Form von Röntgenstrahlung eine elementspezifische Energie aus. Mit dieser ist es möglich, Rückschlüsse auf das vorhandene Element zu ziehen.

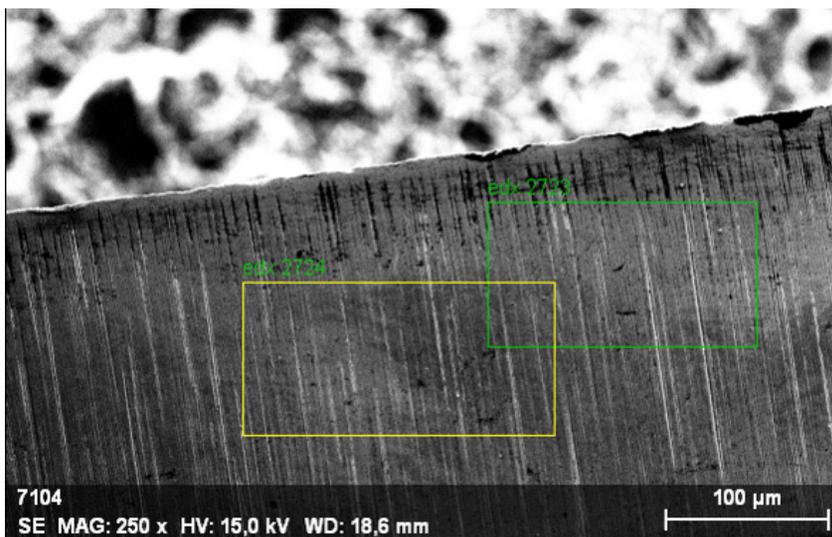


Abb. 2: Messstelle der EDX-Analyse

Es wurden jeweils zwei Messungen an unterschiedlichen Stellen der Rasierklingschneide durchgeführt. In Abb. 2 sind die beiden Messstellen mit der Kennung edx 2723 und 2724 an einer ausgewählten Klinge zu erkennen.

Des Weiteren wird das Härtemessverfahren nach Vickers angewandt, um die Härte an den verschiedenen Proben nachzuweisen. Hier können Rückschlüsse auf verschiedene Fertigungsverfahren gezogen werden. Es wurden an allen Rasierklingschneiden mit immer gleich angeordneten Abdrücken an jeder zu messenden Probe sechs Messungen durchgeführt um die Härte zu ermitteln. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Prüfbedingungen von Probe zu Probe immer gleich bleiben und die Fehlerquelle bei der Messung stark reduziert wird. Zur Analyse

wurde das Prüfprogramm im Kleinkraftbereich mit HV 0,3 gewählt (Abb. 3 und 4).

Neben einer ausreichenden Härte und einer immer gewünschten, gleich bleibenden Schnitthaltigkeit, sollen die Rasierklingen eine hohe Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Diese kommen bei einer Nassrasur dauerhaft mit salzhaltigem Wasser und Schweiß auf der menschlichen Haut in Berührung, was zwangsläufig dazu führt, dass ein Elektrolyt mit den Klingen in Kontakt kommt, so dass ein möglicher Korrosionsvorgang eingeleitet wird. Im Gegensatz zu üblichen Tests in der Salzsprühnebelkammer wurde ein Versuchsaufbau gewählt, in der die Summenstromdichte-Potenzial-Kurve im jeweiligen Elektrolyt ermittelt werden konnte. Die Prüfung der Korrosion erfolgte mit Hilfe eines Potentiostaten.

Rasierklingenhersteller	Kenndaten	Si (%)	Cr (%)	Mn (%)	Nb (%)	Mo (%)
Wilkinson Sword Protector	Gemessene Stelle edx 2723	0,46	13,1	0,9	0	1,22
	Gemessene Stelle edx 2724	0,4	12,99	1,05	0	1,17
	Mittelwert	0,43	13,1	0,97	0	1,2
	Sigma	0,04	0,15	0,1	0	0,04
	Sigma-Mittelwert	0,03	0,11	0,07	0	0,03
Isana Men 3-Klingensystem Chrom veredelt	Gemessene Stelle edx 2727	0,36	12,5	0,62	0,04	0
	Gemessene Stelle edx 2726	0,35	12,9	0,64	0,05	0,06
	Mittelwert	0,36	12,7	0,63	0,05	0,03
	Sigma	0,01	0,28	0,02	0,01	0,04
	Sigma-Mittelwert	0,01	0,2	0,01	0,01	0,03
Gillette Fusion Proglide	Gemessene Stelle edx 2723	0,31	14,07	0,86	0,03	0
	Gemessene Stelle edx 2724	0,32	14,11	0,8	0,02	0
	Mittelwert	0,31	14,09	0,83	0,02	0
	Sigma	0,01	0,02	0,04	0,01	0
	Sigma-Mittelwert	0,01	0,02	0,03	0,01	0

Abb. 5: EDX-Analyse der drei Rasierklingschneiden

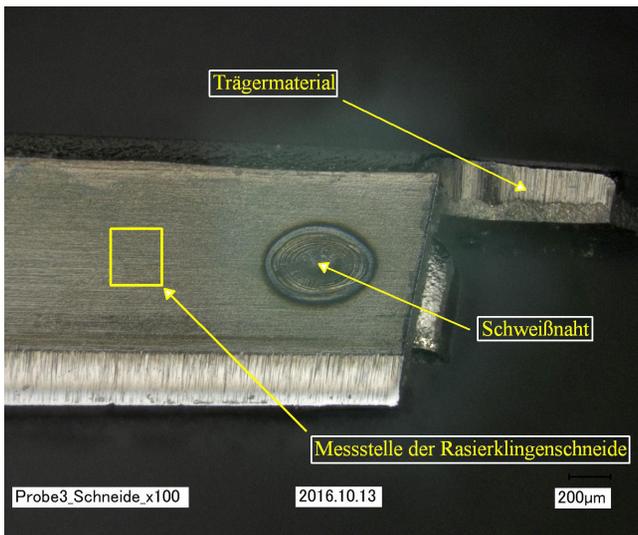


Abb. 3: Messstelle der Härteprüfung

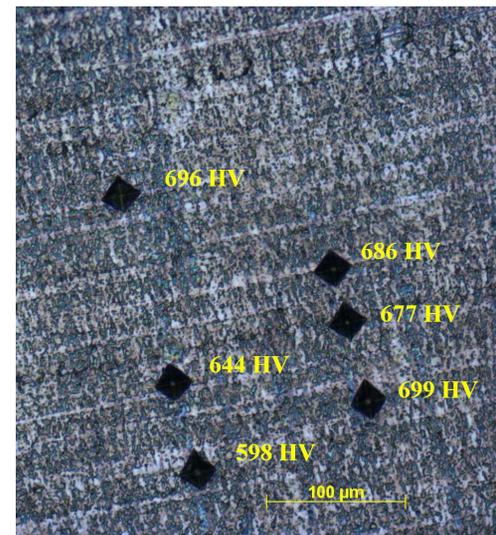


Abb. 4: Härteprüfung nach Vickers

Dieser reguliert das Potential, d.h. die Spannung einer Elektrode bezüglich des Referenzpunktes auf einen gewünschten Wert. Die zu prüfenden Proben wurden in einen Glasbehälter getaucht, in dem ein Prüfelektrolyt vorhanden ist. Durch die eingetauchte Fläche der Rasierklingen, welche die Arbeitselektrode darstellt und der Gegenelektrode, die aus Platin besteht, entstanden Spannungsabfälle [Potential]. Diese wurden von der Gegenelektrode erfasst. Da die verwendete Gegenelektrode und die Zusammensetzung des Prüfelektrolyten immer gleich bleiben, bezieht sich eine Veränderung des Potentials auf die Fläche der Rasierklinge.

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Abb. 5 zeigt die Messwerte der EDX-Analyse von drei Rasierklingenschneiden. Es stellt sich bei den Messungen bei allen Klingen heraus, dass neben Eisen, Chrom als häufigstes Legierungselement aufgefunden wurde. Aus zahlreichen Literaturstellen ist bekannt, dass Chrom ab ca. 12 % eine Korrosionsbeständigkeit aufgrund der Bildung einer stabilen Chromoxidschicht aufweist. Molybdän konnte nur in einer Rasierklingenschneide mit 1,2 % nachgewiesen werden. Molybdän dient zur Stabilisierung der Chromoxidschicht insbesondere gegenüber chloridhaltigen Medien. Durch die Einlagerung von Chloridionen in der Passivschicht wird die Diffusion von Ionen an der Stelle der Chlorideinlagerung ermöglicht, was eine grundlegende

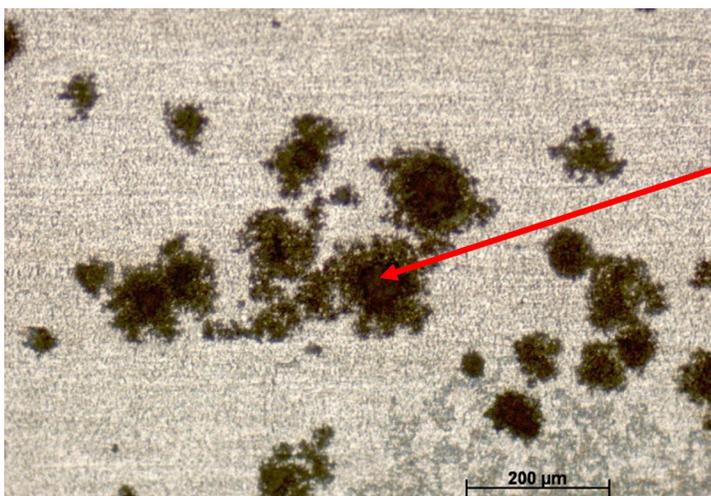


Abb. 6a: Lochfraßkorrosion Wilkinson Sword Protector

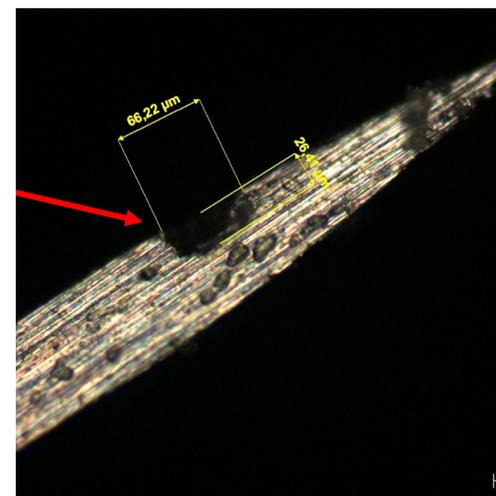


Abb. 6b: mit Querschliff

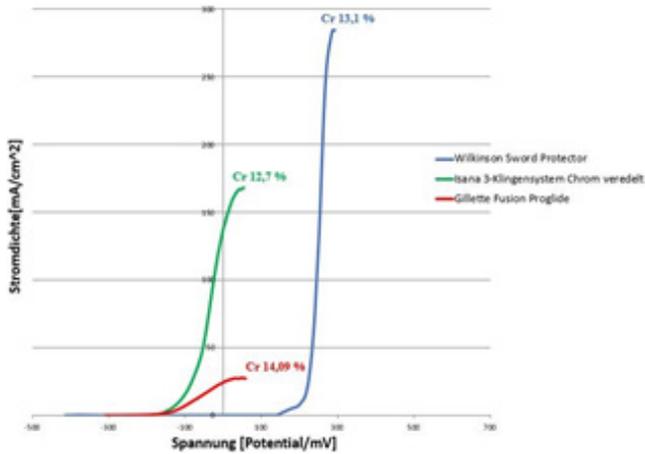


Abb. 7: Stromdichte-Spannung der drei Rasierklingschneiden

Bedingung der Korrosion erfüllt.

Durch die punktuelle Störung der Passivschicht entsteht die typische Lochkorrosion. Diese ist in Abb. 6 zu erkennen. Die zu prüfenden Proben wurden in einen Glasbehälter getaucht, in dem ein Prüfelektrolyt vorhanden ist. Der Elektrolyt bestand aus einer 5 % NaCl Lösung auf Basis von destilliertem Wasser. Diese Konzentration wurde gewählt um eine Vergleichbarkeit zum Salzsprühtest (auch „Salzsprühnebelprüfung“) herzustellen. Die Salzsprühnebelprüfung ist in der Wissenschaft eine standardisierte Prüfung zur Bewertung des Korrosionsschutzes verschiedener metallischer Überzüge. Die zu prüfenden Teile werden hier mit einer Natriumchlorid Lösung nach Norm (ASTM B117, DIN 50021, ISO 9227) besprüht.

Der Potentiostat legt eine linear steigende Spannung auf das System, so dass das Potenzial in positive Richtung verschoben wird. Darüber hinaus regelt dieser mit Hilfe der Polarisationsgeschwindigkeit die Verschiebung und die Dauer der Versuche. Am Anfang jeder Messung verläuft jede Kurve nahezu konstant. Der fließende Strom ist sehr gering. Das liegt daran, dass der Werkstoff eine Passivierungsschicht besitzt, die den Stromfluss zwischen der Rasierklinge und Elektrolyten weitestgehend hemmt. Nun steigt die Spannung stetig an, bis die Passivschicht durchbrochen wird und es zur Lochfraßkorrosion kommt. Bei der Ermittlung des Durchbruchpotenzials musste bei der Wilkinson Sword Protector Klinge (Abb.7) länger anodisch polarisiert werden als bei den anderen Klingen, was bedeutet, dass hier der Beginn der Lochfraßkorrosion erst später beginnt. Der Grund liegt

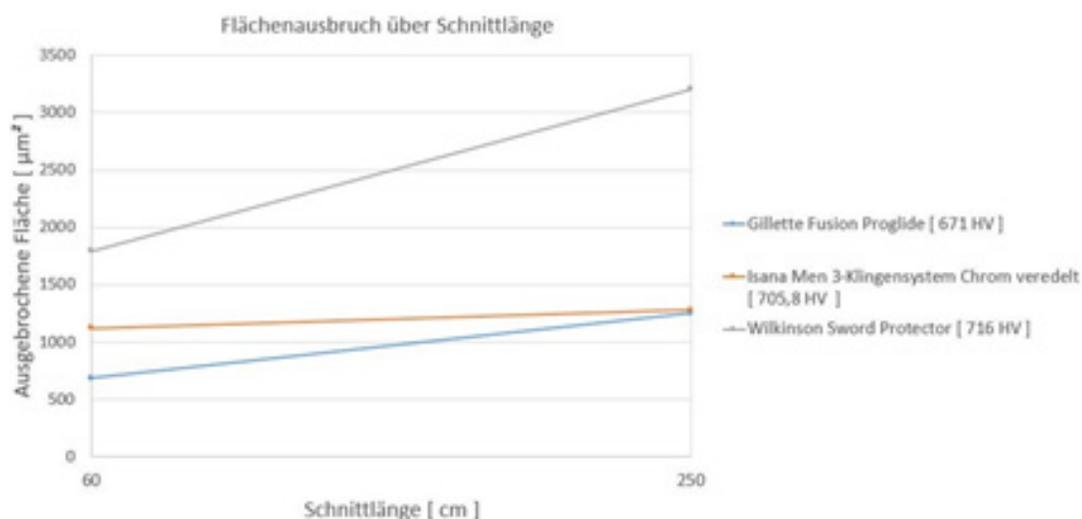


Abb. 10: Diagramm Flächenausbruch-Prüfstrecke

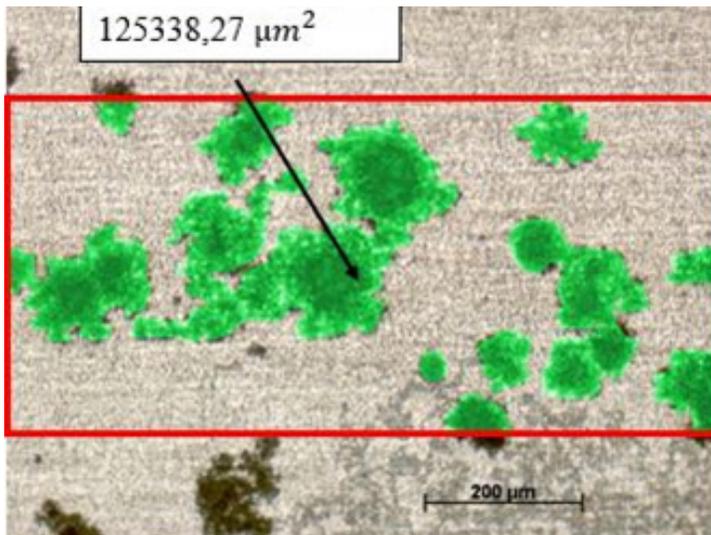


Abb. 8: ermittelte Fläche der Lochkorrosion

anzunehmenderweise in der Zulegierung von 1,2 % Molybdän. Die Gillette Fusion Proglide mit 14 % Chromanteil zeigt bereits bei niedrigerer Polarisation die ersten Korrosionen. Bereits bei über 250 mV Spannungsunterschied zur Wilkinson Klinge erreicht die Isana Men eher das Durchbruchspotenzial und weist damit das im Test schlechteste Lochfraßkorrosionsverhalten auf. Um eine genaue Aussage treffen zu können, wie viel Fläche wirklich anhand des Lochfraß verloren ging, wird mittels dem pixelbasiertem Grafikprogramm GIMP (GNU Image Manipulation Programm) die Verlustfläche ermittelt. Hier werden die Pixel der Fläche die korrodiert ist gezählt und in μm^2 umgerechnet (Abb. 8). Die dabei ermittelten Ergebnisse korrelieren mit den Aussagen der Summenstromdichte-Potenzial-Kurven. Weiterhin wurden am eigens konstruierten Prüfstand Verschleißtests an den Rasierklingen simuliert. Somit konnte nachgewiesen werden, wie lange eine Klinge über einen bestimmten Gebrauchszeitraum und unter bestimmten Einsatzbedingungen ihre Beständigkeit erhält bzw. vermindert. Bei der Ermittlung der verschlissenen Fläche wird auch hier wieder das pixelbasierte Grafikprogramm GIMP (GNU Image Manipulation Programm) zur Hilfe genommen. Die Ursprungsgerade der Rasierklingenschnede wird in die Bilder eingezeichnet. Nun ist es möglich, die verschlissene Fläche zu ermitteln in dem man die Pixel zählt (Abb. 9).

Anhand eines Diagramms (Abb. 10), welches den Flächenausbruch über die Schnittlänge darstellt, ist zu erkennen, dass die Schnitthaltigkeit bei allen Klingen Abnutzungserscheinungen in Form von Ausbrüchen zeigt. Beim Isana Men 3- Klingensystem und der der Gillette Fusion Proglide ist ein moderater Anstieg des Verschleißes gegeben. Für die Isana-Klinge wurde eine Härte von

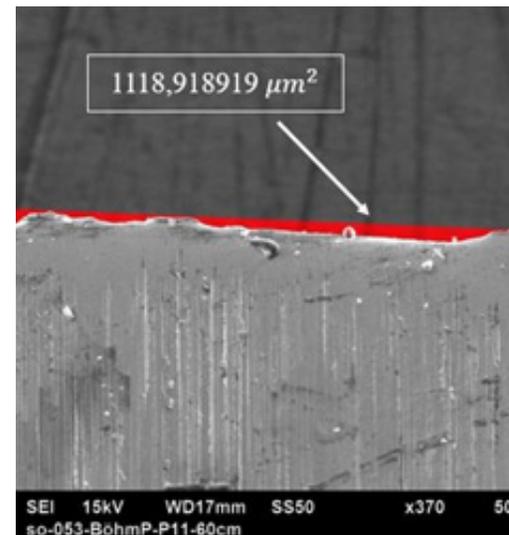


Abb. 9: Rasierklingenschnede nach einer Prüfstrecke von 60 cm 370:1

705,8 HV, bei der Gillette Fusion Proglide von 671 HV gemessen. Die Messungen belegen, dass bei längeren Schnittlängen die Abnutzungserscheinungen bei der Isana-Klinge relativ konstant bleibt, die Gillette-Klinge dagegen stetig zunimmt, was anzunehmenderweise auf die etwas geringere Härte zurückzuführen ist. Die Untersuchungen im Rasterelektronenmikroskop zeigen aber, dass die Isana zwar über die gesamt zu prüfende Strecke verschleißfester ist, dafür aber einige wenige, aber tiefe Ausbrüche aufweist, was für eine Rasur eher abträglich ist. Die Wilkinson Sword Protector Klinge mit 716 HV Härte sollte eigentlich nach dieser Erkenntnis am verschleißfestesten sein, weist aber den höchsten Flächenausbruch auf. Die hypothetische Annahme ist hier aber zum einen in den unterschiedlichen Fertigungsqualitäten zu sehen. Zum anderen scheint die Eigenspannung durch die erfolgte Wärmebehandlung in diesem Fall einen Wert erreicht zu haben, der eine Sprödbrochenanfälligkeit soweit erhöht, dass Ausbrüche in der Klingenspitze dadurch wahrscheinlicher werden.

FAZIT

Bei der Betrachtung der werkstofflichen Werte der geprüften Rasierklingen war eindeutig zu erkennen, dass die ermittelten Härtewerte, Legierungsbestandteile und Korrosionstests nur einen unzureichenden Hinweis auf die qualitativen Unterschiede der Rasierklingen ergeben (Abb.11). Sicherlich werden Rasierklingen in der Benutzung sich wesentlich eher abnutzen, als dass sie korrosiven Erscheinungen unterliegen. Auch die Werkstoffe unterscheiden sich in der Zusammensetzung nur unwesentlich, die Härtewerte deuten auf vergleichbare Wärmebehandlungen hin. Der preisliche Unterschied ist insbesondere auf die

Hersteller	Legierungselemente [Masse-%]		Härte [HV 0,3]	Korrosionsbeginn [mV]	Korrosionsfläche [μm^2]	Ausbruchfläche nach 60 cm [μm^2]	Ausbruchfläche nach 250 cm [μm^2]	Preis pro Klingenkopf [€]
Wilkinson Sword Protector	13,10 Cr	1,2 Mo	716	149,6	125338,27	1792,6954	3204	0,79
Isana 3-Klingensystem Chrom veredelt	12,70 Cr	-	705,8	-162,1	132333,60	1118,918919	1278,3	0,60
Gillette Fusion Proglide	14,09 Cr	-	671	-169,5	-	685,463842	1324	3,10

Abb. 11: Tabelle der Messergebnisse

unterschiedlichen Herstellungs- und Fertigungsverfahren zurückzuführen.

Die Verschleißfestigkeit ist somit der wichtigste Faktor bei der Ermittlung der qualitativen Eigenschaften einer Rasierklinge. Der persönliche Anspruch eines Käufers spielt ebenfalls eine große Rolle beim Kauf einer Rasierklinge. Die Fertigungsqualität der Klingen spielt zunächst bei Beginn der Rasur eine Rolle, hier gewinnt klar die teure Marke. Nimmt man eine qualitativ schlechtere Rasur in Kauf, macht es Sinn, sich für eine Rasierklinge zu entscheiden, die nach einer Prüfstrecke von 60 cm zwar zunächst mehr Ausbruchfläche aufweist, im Verschleiß aber nahezu konstant bleibt. Nach Prüfstrecken von 250 mm sind Ausbrüche und Verschleißerscheinungen dann nahezu vergleichbar. In der Realität sind Gegebenheiten wie individueller Haarwuchs jedes einzelnen Menschen sowie Zusammensetzung des Rasierschaums und Härte des Wassers ebenso unabdingbare Einflussfaktoren, die die Lebensdauer einer Schneide beeinträchtigen. Häufigkeit und Intensität der Rasur spielen mindestens eine genauso große Rolle. Aufgrund der geringen Anzahl an getesteten Rasierklingen sowie Ungenauigkeiten und getroffene Annahmen in den jeweiligen Versuchen, kann nur eine Tendenz dahingehend festgestellt werden, dass teure Rasierklingen werkstofflich betrachtet eine höhere Qualität aufweisen als günstige Klingen. Letztendlich muss der Verbraucher selbst entscheiden, nach welchen Kriterien und einem Preis-/Leistungsverhältnis er welche Klingen käuflich erwerben möchte.

LITERATUR

- [1] Rota, Angelo. *Untersuchung des Schneidverhaltens und des Verschleißes handelsüblicher Rasierklingen*. Trier : s.n., 2017.
- [2] Eul, Maximilian. *Der Einfluss von Schweißungen und Konzentration des Elektrolyten auf das Korrosionsverhalten von Baustahl und Edelstahl*. Trier: s.n., 2017.
- [3] Boehm, Peter. *Werkstoffkundelabor I, Metallische Werkstoffe und Qualitätssicherung*.
- [4] Baldig, Klaus. *Leiter Entwicklung und Produkt Management bei der GeBE Elektronik und Feinwerktechnik, telefonische Auskunft*
- [5] Focus-online, 09.01.2015, *Abzocke oder gerechtfertigt? Darum sind Rasierklingen so sündhaft teuer*
- [6] Franziska von Tiesenhausen, NDR.de, 13.01.2014, *Teure und günstige Nassrasierer im Vergleich*
- [7] Helmut Kaesche, *die Korrosion der Metalle*, ISBN: 978-3-642-18427-7
- [8] Günther, Reinhard, Haag, Hermann, *Tribologie: Reibung · Verschleiß · Schmierung*, ISBN 978-3-642-83558-2