

Entwicklung der Werkstoffe dynamisierte die Konstruktion rotierender Werkzeuge

# Da dreht sich was

Der Mensch strebt vorwärts. Er will Wissen, er will Können, er will seine Lebensqualität verbessern. Mit diesen Zielen hat er in seiner gesamten Geschichte versucht, mit den ihm zur Verfügung stehenden Mitteln und Materialien verloren gegangene Zähne zu ersetzen. Neu ist die besondere Geschwindigkeit, mit der diese Entwicklung während der vergangenen zweihundert Jahre vonstatten ging. Der folgende Beitrag gibt Einblicke in die Entwicklung der rotierenden Werkzeuge, die angesichts des Fortschritts der dentalen Werkstoffe deutlich an Fahrt aufgenommen hat.

Zahnersatz war bis weit ins 19. Jahrhundert absoluter Luxus. Diejenigen, die ihn sich leisten konnten, ließen sich fehlende Zähne mithilfe verschiedener Materialien ersetzen, wie etwa Holz, Knochen sowie Zähnen von Tieren oder Verstorbenen. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurden Gebisse aus Porzellan vorgestellt und um 1840 entdeckte *Charles Goodyear* ein Verfahren zur Vulkanisation von Kautschuk zu Gummi. Diese vulkanisierten Prothesenbasen waren präziser als der bis dahin übliche geschnitzte Ersatz und so wurde Zahnersatz erstmals für breite Bevölkerungsschichten erschwinglich.

Bearbeitet wurde Zahnersatz zunächst nur mithilfe von Feilen, Hand- oder Treibbohrern. Für die Werkzeuge aus Neusilber, Kupfer oder Nickel waren die Porzellanzähne allerdings zu hart. Aus diesem Grund entwickelte *Carl Rauhe* aus Düsseldorf 1881 mit Diamant beschlagene rotierende Werkzeuge aus weichem Eisen, die nachträglich gehärtet wurden. Diese Werkzeuge reichten für die Arbeiten der damaligen Zeit aus – auch noch als der Feinmechaniker *William Niendorff* 1887 die erste elektrische Zahnbohrmaschine und *Charles Henry Land* sechs Jahre später die erste Keramikmantelkrone konstruierte. Während der Weimarer Republik kamen zu den bis dahin bevorzugten Gusslegierungen aus Gold, Silber und Kupfer die so genannten Spargolde aus Palladium und Silber sowie Chrom-Nickel-Stählen hinzu. *Krupp* entwickelte

die Prägetechnik und *Peter Brasseler* gründete mit seinen Brüdern 1923 in Düsseldorf die bis heute bekannte Zahnbohrerfabrik Gebr. Brasseler (Abb. 1). Innerhalb weniger Jahre erarbeiteten sich die Gebrüder *Brasseler* einen internationalen Ruf als Marke für Qualitätsprodukte.

## Bessere Basen

Da Kautschuk ein Bakterien-günstiges Milieu besitzt und das Geschmacksempfinden beeinträchtigt, begaben sich Chemiker auf die intensive Suche nach einer synthetischen Basenalternative. Sie fanden sie 1935 mit Methacrylatpolymer und stabilisiertem Monomer. Funktionslöffel und Bisschablonen-Basen stellte man zunächst aus Schellack her. Die Bearbeitung solcher Werkstoffe war ohne weiteres mit einfach gewundenen Fräsern möglich. Auch die ersten Heißpolymerisate für

Kronen und Brücken ließen sich leicht ausarbeiten, neigten aber zu Spaltkorrosion und hatten eine geringe Kantenfestigkeit. Dies änderte sich erst, als in den folgenden Jahrzehnten mit der Weiterentwicklung synthetisch hergestellter Werkstoffe und Verarbeitungsverfahren, mit denen die Härte, Steifigkeit, Druck-, Zug- und Biegefestigkeit, das Schrumpfverhalten sowie die Dimensions- und Farbbeständigkeit verbessert werden konnten.

## Durchbruch der Kreuzverzahnung

Vor allem die 1980er Jahre waren vom Fortschritt geprägt. Zahnfarbene Materialien brachten bessere ästhetische Ergebnisse und mit dem Durchbruch der Komposite wurde es sinnvoll, Hartmetall-Fräser einzusetzen. Heutige Kunststoffe arbeitet man üblicherweise mit



Peter Brasseler

## Kontaktadresse

Gebr. Brasseler  
GmbH & Co. KG  
Trophagener Weg 25  
32657 Lemgo  
Fon +49 5261 701-0  
[info@kometdental.de](mailto:info@kometdental.de)  
[www.kometdental.de](http://www.kometdental.de)



Abb. 1 Seit 1923 produziert die Zahnbohrerfabrik Gebr. Brasseler unter dem Markennamen Komet rotierende Werkzeuge

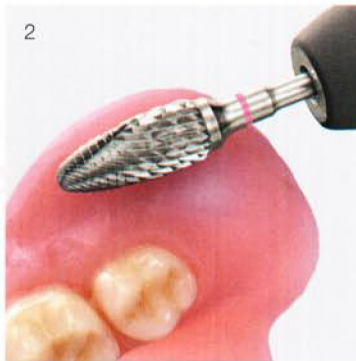


Abb. 2 Neuester Stand der Technik: Dualfräser vereinen in ihrem Arbeitsteil unterschiedliche Verzahnungsschliffe und erfüllen sogar als widersprüchlich angesehene Anforderungen



Abb. 3 Für weichbleibende Unterfütterungen, Sportmundschutze und Zahnfleischmasken benötigt man eine spezielle Verzahnung, die die Werkstoffe nicht überhitzt. Die GSQ-Verzahnung gibt es auch als Fräser mit einem Arbeitsteil aus Oxidkeramik

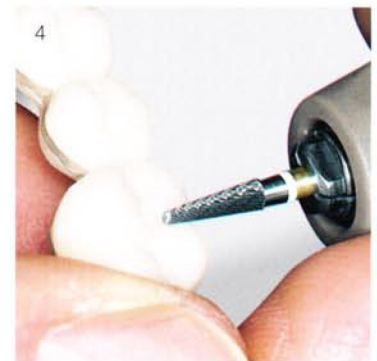


Abb. 4 Der UK-Fräser eignet sich gleichermaßen für Komposit-Werkstoffe wie für Keramik-Oberflächen

kreuzverzahnten Fräsern bei 15 000 bis 20 000 U/min aus. Neuester Stand der Technik sind so genannte Dualfräser. Sie vereinen in ihrem Arbeitsteil unterschiedliche Verzahnungsschliffe und erfüllen Anforderungen, die bislang als widersprüchlich angesehen wurden. Komet hat dieses fortschrittliche Konzept in seinem patentierten EQ-Fräser umgesetzt (Abb. 2). Mit ihm ist es möglich, Material stark abzutragen oder feine Oberflächen zu erarbeiten, ohne dass der Zahntechniker das Werkzeug wechseln muss. Eine Alternative für Basen ist die superscharfe ACR-Verzahnung. Die grobe Verzahnung ist extrem laufruhig und hakt nicht, sodass man mit ihr kontrolliert und besonders ergonomisch arbeiten kann.

#### Sonderfall Softkunststoff

Eine Sonderrolle unter den Materialien besitzen die Elastomere. Sie werden für weichbleibende Unterfütterungen, Sportmundschutze und Zahnfleischmasken verwendet. Herkömmliche Schneidengeometrien setzen sich während des Bearbeitens von Elastomeren allerdings schnell zu und überhitzen die Werkstoffe. Deshalb wurden der FSQ-Fräser und sein größerer Bruder mit der GSQ-Verzahnung entwickelt. Der aktuellste Fräser für die Kunststoffbearbeitung revolutionierte jedoch die bisherige Technologie: Fräser mit Hightech-Arbeitsteilen aus Oxidkeramik. Mit der GSQ-Verzahnung als CeraLine-Variante hat Komet diese al-

ternative Technologie gezielt weiter entwickelt (Abb. 3). Ein weiteres Highlight stellt der UK-Fräser dar (Abb. 4). Er eignet sich gleichermaßen für Komposite wie für Keramik-Oberflächen sowie für die Bearbeitung der Übergänge zum Metallgerüst.

#### Zäsur zweiter Weltkrieg

Nach dem zweiten Weltkrieg herrschte in Deutschland allorts Hunger und Mangel. Die Infrastruktur war zerstört, die Sozialsysteme lagen am Boden. Erst die Währungsreform 1948 brachte die Wirtschaft und damit die Zahntechnik wieder in Schwung. Im Jahr 1956 startete Komet mit der Produktion der Hartmetall-Instrumente, die ab 1972 auch für Zahntechniker angeboten wurden. Die damals entwickelten Formen H73 und H79 werden bis heute verwendet (Abb.

5) – allerdings in leicht modifizierter Form. Da bei der Arbeit mit diesen Fräsern spitze Späne entstanden, verletzen sich die Zahntechniker oft die Handrücken. Diese Verletzungen führten nicht selten zu Entzündungen. Die Entwickler bei Komet erforschten daraufhin, wie eine Schneide gestaltet sein muss, damit sie keine Verletzungen durch spitze Späne hervorruft und fanden die Lösung im Querhieb. Dieser sorgt dafür, dass die Späne kleiner und nicht mehr so scharfkantig ausfielen. Der einzige Nachteil, den dieser Querhieb mit sich brachte, war der, dass er die Schneidleistung der Fräser verringerte. Deshalb änderte sich das Ziel der Entwickler dahingehend, dass sie nun nach einer Verzahnung suchten, die kleine Späne produziert, ohne die Schneidleistung negativ zu beeinflussen. Das Ergebnis dieser Forschungsarbeit war die erste Kreuzverzahnung, die Ko-



Abb. 5 Die zu Beginn der 1970er Jahre entwickelte Form H79 ist bis heute aktuell

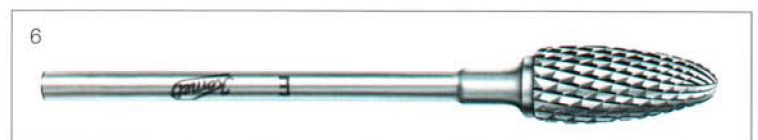


Abb. 6 Mit der Kreuz- oder E-Verzahnung gelang es bei geringerer Anpresskraft die Schneidleistung um 20 Prozent zu steigern

met 1978 auf den Markt brachte (Abb. 6). Dabei erzeugen zwei Schlitze zwei Schneiden. Dies vergrößert die Schneidlänge und schafft einen Spanbrecher, sodass die Kreuzverzahnung mit ihrem umlaufenden Nachfolgeschnitt eine besonders leichte und sichere Zerspaltung der Werkstoffe ermöglicht. Insgesamt gelang es mit der E-Verzahnung bei geringerem Vibrationsverhalten und mit weniger Anpresskraft die Schneidleistung um 20 Prozent zu steigern. Gleichzeitig sichert die E-Verzahnung – das „E“ steht für „Ergonomie“ – erstklassige Oberflächen.

### Korrektur für mehr Sicherheit

Die grundsätzlichen Erkenntnisse darüber, welche Faktoren beim Zerspanen die Schneidleistung beeinflussen, haben sich nicht verändert. Es sind der Eindringwiderstand des Materials und die Wärmeentwicklung, die durch die Reibung an der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstoffs entsteht. Beide Faktoren sind wiederum abhängig von den Schneidwinkeln. Der Spanwinkel beeinflusst die Span-Entstehung, die Abtragsleistung und die Schnittkraft. Der abfliegende Span transportiert dabei den größten Teil der Wärme mit ab. Ein gutes Beispiel für die Bedeutung des Spanraums ist die Bearbeitung von Gips. Er ist relativ leicht zerspanbar und kurzspanend. Trockener Superhartgips bricht leicht aus, feuchter Gips hingegen schmiert. Darum müssen Fräser für Gips ein großes Volumen haben, das große Mengen an Spänen aufnehmen kann. Trockene Gipse der Typen II und III können am einfachsten mit einer groben Kreuzverzahnung wie der GE-Verzahnung bearbeitet werden. Für feuchte Gipse hingegen benötigt man eine supergrobe Verzahnung. Speziell für diese Anforderungen wurde die SGE-Verzahnung konstruiert. Ihr Spanraum (Raum zwischen den Schneiden) ist so groß, dass das Werkzeug genügend Hohlraum besitzt und große Mengen zerspanntes Material aufnehmen und abtransportieren kann. Allerdings bestand angesichts der immer leistungsfähigeren Handstücke die realistische Gefahr, dass die voluminösen Fräser bei hohen Drehzahlen und unter sehr großer Belastung aus einer abgenutzten, lockeren oder verschmutzten Spannzange heraus wan-

7



Abb. 7  
Bei der groben SGA-Verzahnung pressen die Schnittkräfte das Werkzeug in die Spannzange hinein statt es herauszuziehen

### Während der vergangenen dreißig Jahre entstanden bei Komet zahlreiche Neu-Entwicklungen

- 1983 Piccolo-Fräser mit kurzen Arbeitsteilen
- 1984 Parallelfräser mit Fasenschliff für Geschiebe, Teleskop- und Konuskronen
- 1987 Fissurenbohrer in Halbkugel-Form für die Sapin-Technik
- 1987 Pinloch-Fräser H98 für die Präzisierung der Modellherstellung
- 1990 Supergrobe SGEA-Verzahnung mit Linksdraht für die Modellherstellung
- 1990 Werkzeugsatz für dentale Verschraubungen
- 1990 Feine schnittfreundige FSQ-Verzahnung mit Querhieb für weichbleibende und Softkunststoffe
- 1995 Feine, schnittfreundige FST-Verzahnung mit ausgeprägtem Querhieb für Titan
- 1999 GTI-Verzahnung mit besonders aggressivem Schneidverhalten auf Titan
- 1999 Grobe schnittfreundige GSQ-Verzahnung mit Querhieb für Positionier und Sportmundschutze
- 2000 UM-Fräser als erster Dualfräser für NEM
- 2001 UK-Fräser für Keramik-Oberflächen und moderne Komposit-Werkstoffe
- 2001 Patentierter lauffähiger UM-Universal-Fräser für alle Arbeiten außer grobes Schruppen
- 2006 XE-Verzahnung zum Fräsen schwer zerspanbarer Teleskop- und Konuskronen
- 2007 EQ-Fräser als erster Dualfräser mit zwei Verzahnungen auf einem Arbeitsteil
- 2007 NEF-Verzahnung für superglatte Oberflächen
- 2007 NE-Verzahnung für maximalen Abtrag auf NEM und Modellguss
- 2009 Nicht hakende ACR-Verzahnung für mehr Kontrollierbarkeit auf Kunststoffbasen
- 2011 CeraLine Keramikfräser für lange Schärfe ohne Metallabrieb
- 2012 Aggressive NEX-Verzahnung für NEM mit verbessertem Oberflächenbild

Abb. 8  
Während der vergangenen dreißig Jahre entstanden bei Komet zahlreiche Neu-Entwicklungen

Abb. 9  
Mit einer UM-Verzahnung ausgearbeitete Werkstücke übertreffen die Güte von Oberflächen, die mit herkömmlichen Kreuzverzahnungen ausgearbeitet worden sind



Abb. 10  
Die besonders aggressive GTi-Verzahnung ist in sieben Fräserformen erhältlich



dern. Darum hat Komet den ursprünglich rechts gedrahten Fräser modifiziert und mit einem Linksdrall versehen. So pressen die Schnittkräfte das Werkzeug in die Spannzange hinein statt es herauszuziehen. Seit 1990 sorgt diese „A“-Variante für zusätzliche Arbeitssicherheit in der Modellherstellung (Abb. 7). Für eine bessere Oberflächenqualität sollte man immer den Drallwinkel im Auge behalten. Je größer der Winkel, desto feiner die Oberfläche. Ausgehend von solchen theoretischen Grundlagen entstanden bei Komet während der vergangenen dreißig Jahre zahlreiche Innovationen (Abb. 8).

#### Leichtere Arbeit auf hartem Werkstoff

Da ab Mitte der 1990er Jahre viele Labore kostenbewusster produzieren mussten, verlagerte sich die Auswahl der Gerüstwerkstoffe bei Kronen und Brücken in Richtung NEM-Legierungen. Der Anstieg des Goldpreises hat diesen Boom noch verstärkt. Wegen ihres erhöhten Eindringwiderstands entwickeln EMF\*-Legierungen verstärkt Wärme, sodass keuzverzahnte Fräser oder Werkzeuge mit grober, gewundener Spiralverzahnung bei einer Drehzahl von maximal 15 000 bis 20 000 U/min zum Einsatz kommen sollten. Damit bei der Zerspaltung harter Werkstoffe die Schneide stabil bleibt, wird bei Werkzeugen für die Bearbeitung von EMF-Legierungen vorzugsweise ein negativer Spanwinkel gewählt. Komet hat hierfür die Dualfräser in der patentierten UM-Verzahnung umgesetzt. Labortests bestätigen, dass das

Ausarbeiten mit einem UM-Fräser die Güte einer mit herkömmlichen Kreuzverzahnungen ausgearbeiteten Oberfläche übertrefft (Abb. 9). Gleichzeitig ist es gelungen mit der völlig neu konzipierten Schneidengeometrie die Laufruhe nochmals zu verbessern. Mit der Verbreitung der Implantat-Prothetik setzte zudem eine Entwicklung zugunsten von Titan ein. Weil das Material bei gusstechnischer Verarbeitung zur Bildung einer schwer zerspanbaren Oxidschicht führt, hat Komet sieben unterschiedliche Fräserformen mit der besonders aggressiven GTi-Verzahnung konzipiert (Abb. 10). Daneben bietet Komet zum Fräsen von Primärkronen Parallel- und Konusfräser mit der XE-Verzahnung für schwer zerspanbare Legierungen (Abb. 11).

#### Wissen widerlegt Meinung

Von den ersten Porzellanzähnen und der ersten Keramikmantelkrone war es ein schwieriger Weg zu den Hochleistungskeramiken von heute. Zu komplex waren die Anforderungen an die keramischen

Massen hinsichtlich Farbe, sicherer Haftung, abgestimmter Ausdehnungskoeffizienten, der Brennschwindigkeit und Temperaturwechselbeständigkeit, ihrer Härte sowie einer glatten porenfreien Oberfläche. Die entscheidenden Schritte gelangen 1956 mit dem Permadent-Verfahren und der Einführung des Vakuum-Brandes. 1962 stellte die Vita Zahnfabrik zusammen mit der Degussa das erste europäische Verblendsystem vor. Der Bego gelang 1968 das Aufbrennen auf die edelmetallfreie Legierung Wiron. McLean und Hughes entwickelten 1967 die Aluminiumoxid-Keramik und McCulloch führte 1968 die Glaskeramik in die Zahnmedizin ein. Komet reagierte auf diese Fortschritte 1969 mit seinen DSB-Schleifern. Diese Schleifer mit Sinter-Bindung sind völlig mit Diamantkorn, dem härtesten natürlich vorkommenden Werkstoff, durchsetzt und eignen sich hervorragend zum Bearbeiten von NEM. Parallel etablierte Komet keramisch gebundene Schleifer aus Siliziumkarbid. 1985 schrieb der Zahnarzt, Wissenschaftler und Publizist Dr. Karlheinz Kimmel in



Abb. 11 Die XE-Verzahnung zum Fräsen von Primärkronen aus schwer zerspanbaren Legierungen

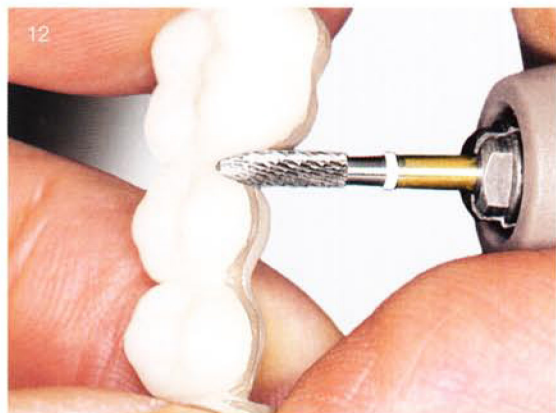


Abb. 12 Mit dem UK-Fräser hat Komet ein Werkzeug geschaffen, das sich gleichermaßen für Keramik und Komposit wie für Metalle eignet

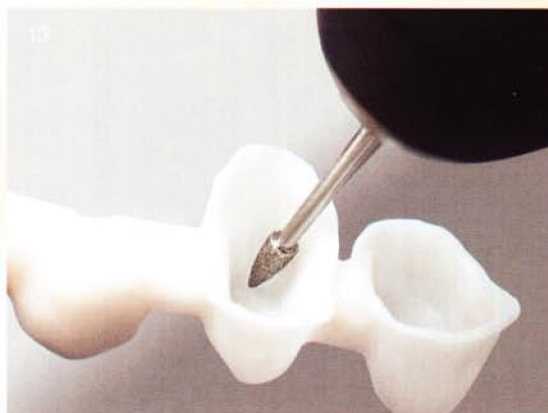


Abb. 13 Neue Werkstoff verlangen neue Werkzeuge – die ZR-Schleifer besitzen eine Spezialbindung, die sie standfester und langlebiger macht



Abb. 14 Komet stellt Werkzeuge aus Oxidkeramik her und bietet optional den ACR-Fräser an



Abb. 15 Mit der GSQ-Verzahnung als CeraLine-Variante für weiche Kunststoffe wurde der Innovationsvorsprung weiter ausgebaut

der ZWR, dass „bis auf die extrem feine DF-Verzahnung HM-Fräser für die Anwendung im Zusammenhang mit Keramikflächen nicht oder nur sehr bedingt geeignet“ seien. Doch 2001 schuf Komet mit dem UK-Fräser ein Werkzeug, das sich gleichermaßen für Keramik-Oberflächen wie für moderne Komposit-Werkstoffe und die Übergänge von Verblendungen zum Gerüst eignet (Abb. 12). Damit hat die Komet-Entwicklung Dr. Kimmels Aussage widerlegt.

#### Einzigtages Knowhow mit Keramik

In der Zahntechnik wird Keramik heute geschichtet, gegossen, gebrannt, gepresst oder gesintert. Zudem wird die seit den 1960er Jahren als Standard etablierte

Metallkeramik seit Mitte der 1990er Jahre zusehends durch Yttrium-teilstabilisiertes Zirkonoxid verdrängt, das maschinell gefräst und gesintert wird. Dieser Werkstoff verlangte neue Werkzeuge. Komet hat die Entwicklung intensiv begleitet und 2005 seine ZR-Schleifer vorgestellt (Abb. 13). Bei ihnen sind die Diamanten in eine Spezialbindung eingebunden, weshalb die ZR-Schleifer gegenüber herkömmlichen Diamantwerkzeugen deutlich standfester und langlebiger sind. Bei seiner neuesten Entwicklung nutzt Komet den superharten Gerüstwerkstoff jedoch selbst für seine Schleifwerkzeuge. Als bisher einzigem Hersteller ist es den Spezialisten aus Lemgo gelungen, Fräser mit Hightech-Arbeitsteilen aus Oxidkeramik zu kombinieren und Zirkonoxid für Fräser nutz-

bar zu machen. Mit der ACR-Verzahnung (Abb. 14) und der GSQ-Verzahnung (Abb. 15) als CeraLine-Variante hat Komet gezielt diese Technologie entwickelt und seinen Innovationsvorsprung ausgebaut.

#### Qualität 360° gedacht

Zum 90. Firmenjubiläum glänzt Komet seit September 2012 mit frischem Corporate Design. Qualität, Innovation und Tradition – beim neuen Auftritt beflügelt ein junger Zeitgeist die klassischen Komet-Werte. „Wir liefern einen modernen Auftritt unter Beibehaltung dessen wofür wir stehen: seriöses Auftreten und Professionalität“, erklärt Frank Janßen, Marketingleiter bei Komet. ■