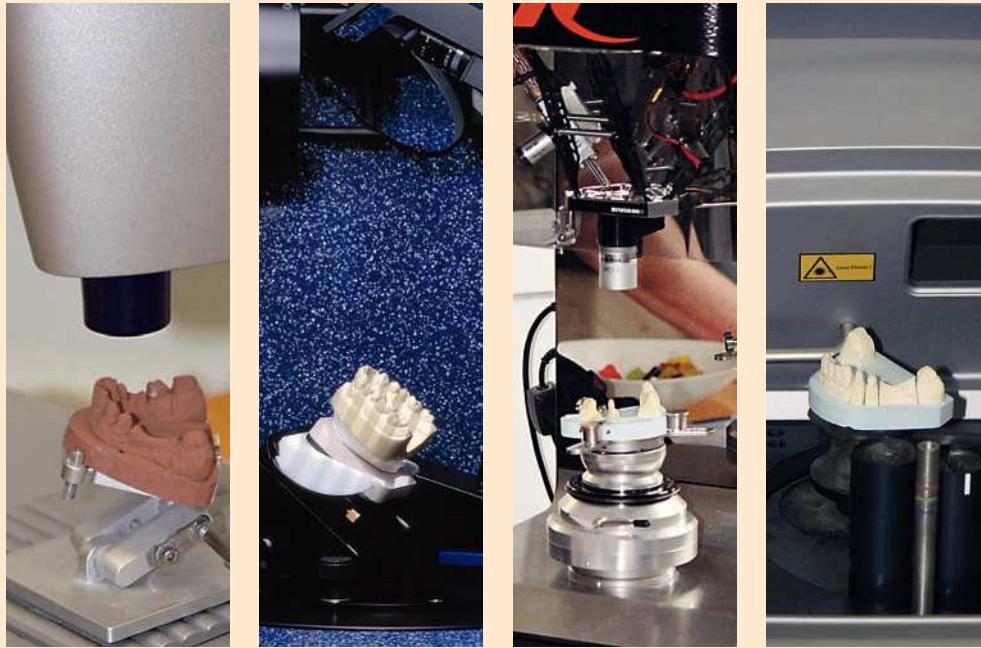


PUESTA AL DÍA CAD/CAM



[Resumen]

El Grupo de Trabajo Protésico de Dusseldorf (Zahntechnische Arbeitskreis Düsseldorf, ZAD) presenta en este artículo los resultados de los escáneres de cuatro sistemas CAD/CAM actuales. A partir de encuestas se ilustran las propiedades técnicas de los sistemas. Dentro del proceso de prueba se escogió un modelo, se escaneó en vivo con cada uno de los sistemas y a continuación se construyó. A continuación se muestran sinópticamente los resultados obtenidos.

Palabras clave

Cerámica sin metal. CAD/CAM. Prueba de comparación de escáneres. ZAD.
(Quintessenz Zahntech. 2007;33(1):94-102)

Escáner en la prueba de comparación

Ralph Riquier

En vistas de la gran diversidad de sistemas CAD/CAM existente en el Grupo de Trabajo Protésico de Dusseldorf (Zahntechnische Arbeitskreis Düsseldorf, ZAD), y muy probablemente no sólo allí, la incertidumbre fue creciendo cada vez más y entonces se tomó la decisión de aprovechar la única opción que permite combinar propietarios de varios laboratorios en un grupo de trabajo para llegar a una comparación objetiva de los sistemas a través del intercambio normal de ideas. El ZAD es una unión de maestros protésicos, oficiales y odontólogos que existe desde hace 19 años. El grupo de trabajo surgió a partir de una clase magistral dirigida y acuñada por Horst Gründler en Dusseldorf en 1987; el grupo siguió su consejo de no perderse de vista tras la prueba y desde entonces organiza convenciones dos veces al año en las que no se fomenta la competencia sino el intercambio de información.

La tecnología CAD/CAM se convirtió cada vez más en tema de debate para este grupo, aunque la adquisición de información objetiva resultó muy complicada; por tanto, se decidió que los laboratorios del grupo de trabajo que dispusieran de un sistema CAD/CAM debían presentarlo en una gira del grupo por la tecnología CAD/CAM. A partir de la idea inicial de la mera demostración se desarrolló entonces la idea de una comparación objetiva de los sistemas.

Introducción



Fig. 1. Peritaje crítico por parte de los miembros del ZAD.

Para aumentar la fuerza de validez del contenido de esta comparación se elaboró un cuestionario que debía ilustrar las características técnicas. El cuestionario tenía cuatro páginas, de las cuales en este artículo se presenta un extracto al final de cada apartado sobre un sistema de escaneo. Por otro lado, se optó por un modelo escaneado con cada sistema en vivo y construido a partir de éste. Los armazones se elaboraron previamente y así mismo los resultados de adaptación estaban disponibles el día de la gira, los cuales pudieron evaluarse con objeto de hacer realidad una prueba universal que reflejara objetivamente el rendimiento de cada sistema. Naturalmente, una prueba en vivo sólo es una instantánea. La experiencia y

el biorritmo del usuario desempeñan un papel importante. Estos factores influyentes deben ser valorados objetivamente sólo por los participantes de la gira. La decisión de publicar estos resultados fue tomada de forma unánime por los miembros: La idea principal del ZAD es la transparencia, incluso por encima de los miembros (fig. 1).

Situación de partida

El modelo de escaneo era la situación clínica de un paciente. Seguramente no sería una preparación estupenda ni tampoco sería absolutamente apta para la cerámica sin metal. No obstante, la mayoría de los proveedores de sistemas han ampliado su espectro de aplicación a los metales, con lo que estos casos también deberían ser procesables (escaneables). El límite de la preparación era lo más tangencial posible, los muñones eran ligeramente divergentes, el muñón 44 estaba ligeramente rebajado en distal y el muñón 46 estaba fuertemente rebajado en mesial (fig. 2). La encía permanecía por encima del límite de la preparación. No se incluyó ningún antagonista, aunque todos los sistemas probados habrían podido escanearlos. Es posible un asentamiento del armazón acabado. Esto se comprobó mediante la elaboración del puente en un dispositivo de fusión por láser. Esta técnica de elaboración es independiente del número de ejes de la máquina de procesamiento (fig. 3) y está en posición de elaborar cualquier tipo de hendidura.

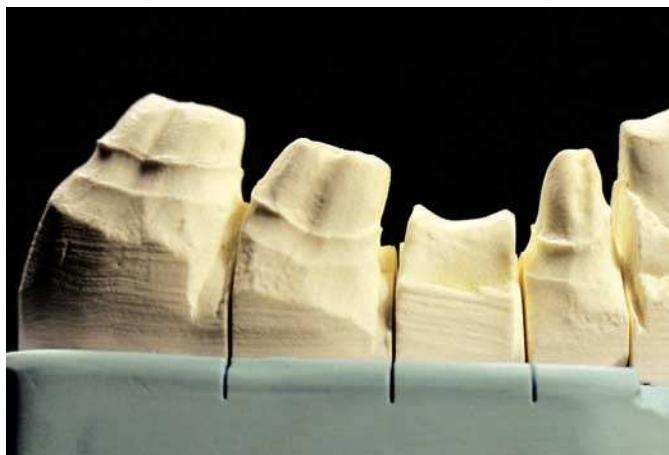


Fig. 2. Situación del modelo.

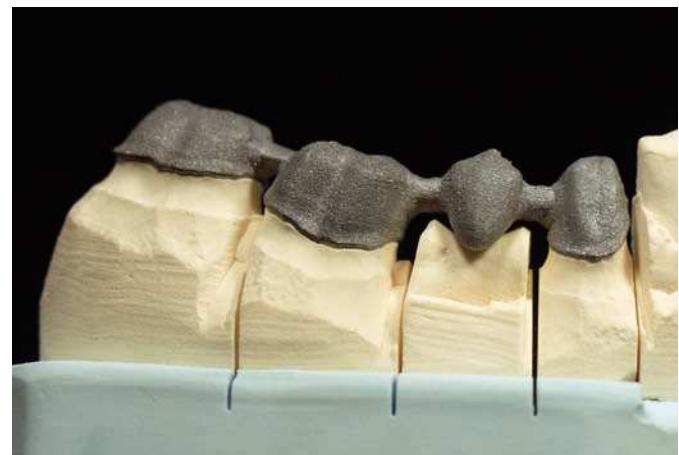


Fig. 3. Armazón de fusión por láser asentada.

PUESTA AL DÍA CAD/CAM

En primer lugar, en el laboratorio del protésico Braunegger se examinó detalladamente el sistema Sirona inLab (Sirona, Bensheim, Alemania). El escáner inEos funcionaba con el programa de construcción V 2.9.

El modelo se duplicó y se vació en un yeso especial para escaneo, ya que éste proporciona mejores resultados de escaneo. En este sistema, el modelo se empotra fácilmente en el soporte previsto y se orienta de modo que exista el menor número posible de zonas rebajadas (fig. 4). El proceso de escaneo es un haz de luz óptica. Se efectúa un escaneo desde oclusal y a continuación otro escaneo por cada muñón para que detecte las zonas rebajadas. Puesto que el software recubre automáticamente las zonas rebajadas, en este caso no es posible escanear el modelo satisfactoriamente (fig. 5). La nueva opción de escanear cada muñón en un dispositivo giratorio después de un escaneo general tampoco produjo resultados satisfactorios, ya que la unión de los conjuntos de datos no funcionó con eficacia. De este modo, el muñón 46 del modelo se rectificó ligeramente en la región mesial para reparar la zona rebajada (fig. 6). El posterior proceso de escaneo se realizó sin problema y concluyó en 4:30 min.

El límite de la preparación se define manualmente sobre los muñones virtuales (duración: 3 min). La construcción se efectúa automáticamente y a continuación puede individualizarse con las más variadas herramientas de software. Esto se aplica a los intermediarios de puentes, fundas de coronas y puntos de unión (duración: 5:10 min). El resultado de la elaboración se muestra en las figuras 7 y 8.

Sirona inLab



Fig. 4. Escáner inEos Sirona.



Fig. 5. Límites abiertos de la preparación tras el recubrimiento automático.



Fig. 6. Modelo rectificado.



Fig. 7. Asentamiento de la estructura sobre el modelo rectificado.



Fig. 8. Asentamiento de la estructura sobre el modelo original.

Hint-ELs dentaCAD

El segundo sistema, en el laboratorio Kurth und Ewers, fue el sistema Hint-ELs DentaCAD (Hint-ELs, Griesheim, Alemania) con los componentes hiScan, Hint-ELs Basis Software V 4.7 y la máquina de procesamiento hiCut (fig. 9). El modelo no tuvo que rectificarse para el escaneo (fig. 10); se colocó tal cual sobre la toma del escáner y se escaneó.

El proceso de escaneo es un haz de luz óptica o un proceso de código Gray. El escaneo duró 4:50 min para los muñones y 2:55 min para la encía. El límite de la preparación se define a través de funciones semiautomáticas (duración: 3 min). La construcción discurre según un esquema predeterminado: en primer lugar se construyen los armazones de las coronas y a continuación se ajusta el intermedio a partir de una biblioteca. No obstante, la representación gráfica del software no es tan agradable como la de los otros productos. Dado que la unidad de fresado sólo dispone de cuatro ejes, no es posible un acabado mecánico de todas las zonas rebajadas. Por tanto, el armazón del muñón 46 tuvo que rectificarse manualmente en la región mesiooclusal (fig. 11). La duración de la construcción ascendió a 5:35 min. El resultado de la elaboración con la unidad de fresado hiCut se ilustra en la figura 12.

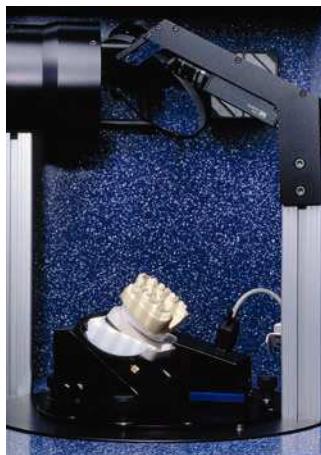


Fig. 9. Escáner hiScan de Hint-ELs.



Fig. 10. El modelo no se rectificó.



Fig. 11. Encaje tras la adaptación.



Fig. 12. Encaje tras la elaboración.

PUESTA AL DÍA CAD/CAM

Como tercer sistema se analizó el sistema Procera (Nobel Biocare, Colonia, Alemania) con el escáner Forte y el software Procera CAD Design en el laboratorio Schlomm + Martens. Es el único sistema de escaneo que no utiliza un proceso óptico sino táctil; por tanto, se trata de un escáner de contacto (fig. 13). En él, una bola lee el modelo y determina así los datos tridimensionales pertinentes. Igualmente, para este escáner no tuvo que rectificarse el muñón 46 del modelo, ya que la zona rebajada no era superior al diámetro de la bola. La orientación del modelo debía efectuarse de modo que la vara del sensor de medición no chocara contra el muñón (fig. 14). Este sistema requiere experiencia, no porque sea complicado sino porque requiere bastante tiempo.

Tras la corrección de la posición se fijó en el escáner de forma sencilla y rápida. En primer lugar, los muñones se leyeron sobre el modelo (duración por muñón: 2:10 min). Seguidamente fue necesario un tiempo de medición de 40 s para la encía. La carga de los datos duró nuevamente 30 s.

La búsqueda de los límites de la preparación puede llevarse a cabo de forma manual o automática. En este caso, el límite de la preparación se definió manualmente (duración: 3:55 min). La construcción se realizó automáticamente. En primer lugar se construyeron las fundas de las coronas y a continuación se podían modificar varias herramientas del software. El pónico se añadió de una biblioteca, pero también puede modificarse, si bien aquí no se acepta cualquier deformación. La duración de la construcción ascendió a 4:30 min. A continuación, los datos de la construcción se envían a Nobel Biocare a Suecia. En aproximadamente dos días, el armazón estará de vuelta en el laboratorio (figs. 15 y 16).

Nobel Biocare



Fig. 13. Escáner Forte de Nobel Biocare.



Fig. 14. Modelo rectificado.

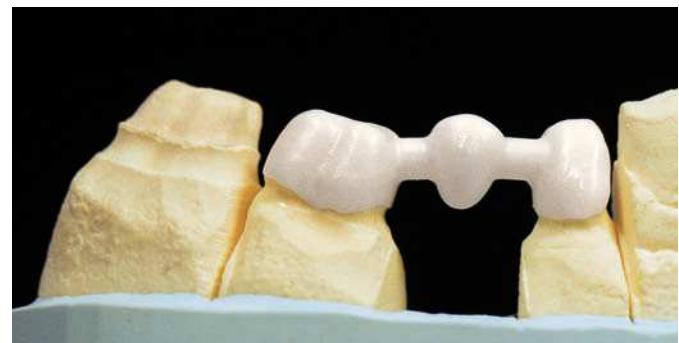


Fig. 15. Encaje sobre el modelo rectificado.



Fig. 16. Encaje sobre el modelo original.

etkon El último sistema probado, de nuevo en el laboratorio Schlomm + Martens, fue el sistema etkon con el escáner es-1 y el software de construcción 3t_visual 3.2 (etkon, Gräfelfing, Alemania). Este proceso de escaneo es un haz óptico y se realiza con un haz láser. En este caso también se rectificó el muñón 46 del modelo.

Durante el posicionamiento en el escáner se define primeramente la altura sobre a través de una pieza auxiliar. A continuación se escanea el modelo completo, luego los muñones y la encía se posicionan por separado en el escáner en los espacios pertinentes y se vuelve a escanear. La duración de todo el proceso es de 3:40 min. La búsqueda de los límites de la preparación es automática y la mayoría de las veces sólo necesita una comprobación (duración: 1:30 min). La construcción se realiza igualmente de forma automática y puede individualizarse posteriormente. Las posibilidades de construcción son muy diversas y el manejo es muy sencillo, al igual que la representación gráfica es muy exitosa. La duración de la construcción ascendió a un total de 4:20 min. Seguidamente, etkon envía los datos de la construcción al centro de fabricación. Los armazones vuelven al laboratorio en el plazo de tres días.



Fig. 17. Escáner Etkon es-1.



Fig. 18. Modelo rectificado.

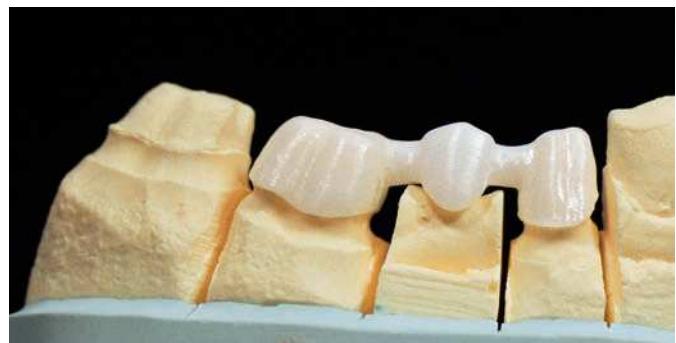


Fig. 19. Encaje sobre el modelo rectificado.



Fig. 20. Encaje sobre el modelo original.

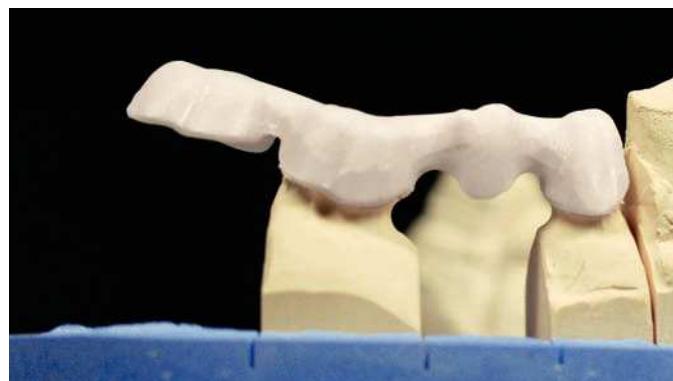
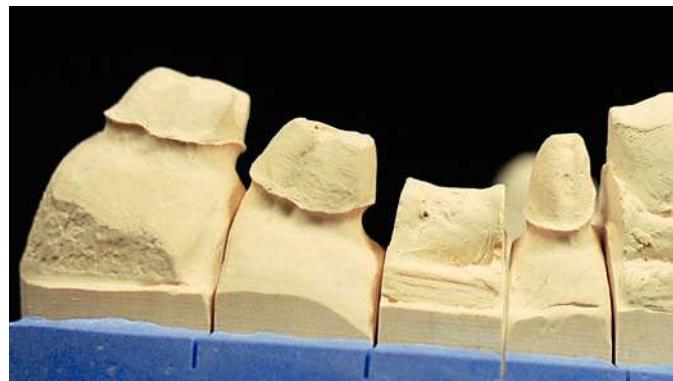
PUESTA AL DÍA CAD/CAM

Tabla 1. Respuestas de los fabricantes de los escáneres probados en la encuesta del ZAD

Pregunta sobre el modelo de prueba	Sirona inEos	Hint-ELs hiScan	Nobel Biocare Forte	Etkon es-1
¿El trabajo pudo realizarse satisfactoriamente?	Sólo manipulando el modelo	Sí, adaptando manualmente el armazón	Sí, adaptando manualmente el armazón	Sólo manipulando el modelo
¿Cuánto duró la preparación para el escaneo?	Duplicado 2 min Rebajado 1 min	1 min	3 min	2 min
¿Fueron necesarias medidas especiales?	Duplicado y rectificado del 46	No	Recubrimiento/orientación exacta del modelo	Rectificado del muñón 46
¿Surgieron problemas durante el escaneo?	Antes del rectificado, No no; después, sí		Tras la orientación, no	Tras el rectificado, no
¿Cuánto duró el proceso completo de escaneo del modelo (muñones y encía)?	4:30 min	4:50 min + 2:55 min	2:15 min + 2:15 min + 40 s + 30 s importación de datos	3:40 min
¿Cuánto duró el modelado de cera (en el caso de que no hubiera programa CAD)?	-	-	-	-
¿Cuánto duró la búsqueda de los límites de la preparación?				
a) automáticamente;				1:30 min
b) manualmente;	3 min	3 min	3:55 min	
c) automáticamente y corrección manual				
¿Cuánto duró la construcción CAD?	5:10 min	5:35 min	4:30 min	4:20 min
¿Cuánto dura el cálculo de los datos CAM (fabricación propia)?	3 min	5 min para la compresión isostática a alta temperatura; 2:20 min para el presintetizado	-	-
¿Cuánto dura el proceso de fresado (fabricación propia)?	50 min	3:30 h para compresión isostática a alta temperatura y 50 min para presinterizado	-	-
¿Cuánto duró el suministro tras el envío de datos (centro de fresado)?	-		2 días	3 días
¿Qué material se empleó?	b)	a)	b)	b)
a) dióxido de zirconio comprimido isostáticamente a alta temperatura;				
b) dióxido de zirconio verde o presinterizado				
¿Qué costes surgieron?				
a) materiales (elaboración propia);	70 euros/bloque	30 euros/bloque		
b) licencia;	10 euros/dongle			
c) herramientas (elaboración propia);	2 euros/disco	15 euros/disco		
d) suministro eléctrico para el horno (elaboración propia);				
e) costes del armazón (centro de fresado);			237,75 euros	217,50 euros
f) gastos de envío (centro de fresado)				5,85 euros

Para completar

A parte de la gira por los distintos escáneres, también se envió un modelo a BEGO (Bremen, Alemania) y a DeguDent (Hanau, Alemania). Los cuestionarios completados no se publican aquí, ya que los resultados no se comprobaron en vivo. La única observación es que ambos modelos se manipularon en el muñón 46 (BEGO: figs. 21 a 23, DeguDent: figs. 24 a 26).



Figs. 21 a 23. Resultados de BEGO; arriba: modelo rectificado; centro: encaje sobre el modelo rectificado; abajo: encaje sobre el modelo original.

Figs. 24 a 26. Resultados de DeguDent; arriba: modelo rectificado; centro: encaje sobre el modelo rectificado; abajo: encaje sobre el modelo original.

PUESTA AL DÍA CAD/CAM

Es sorprendente que al parecer sólo dos de los escáneres (hiScan y Forte) estuvieran en posición de detectar sin problemas las zonas rebajadas del muñón 46. En el caso de hiScan, la detección fue posible sin gastos adicionales; en el caso de Forte, la orientación correcta requirió un usuario experimentado. Todos los demás sistemas precisaron una alineación del modelo con muñones.

Conclusión
Escáner

En el software, el camino apunta hacia la automatización y la facilidad de uso. Las superficies del software muestran una simplificación considerable gracias a la representación de las superficies en 3D. La búsqueda automática o semiautomática de los límites de la preparación apunta hacia una construcción con un proceso optimizado. Por su facilidad de uso y su representación gráfica, el software de construcción et_visual 3.2 resultó muy convincente en esta prueba.

Software

Cada lector debería evaluar por sí mismo la calidad de la elaboración con ayuda de las imágenes. Así, las imágenes en sí nunca podrían reproducir los auténticos detalles de la precisión.

Elaboración

El autor quisiera dar las gracias a los laboratorios y sus propietarios, que sacaron tiempo y se animaron a presentar su sistema y así permitieron la comparación: Jörg Braunegger (Grevenbroich, Alemania), Holger Schlomm y J. Martens (Sankt Augustin, Alemania), Kurth und Ewers (Bornheim, Alemania). El autor quisiera animar a todos los laboratorios a informarse sobre los sistemas de forma objetiva. El representante de una empresa no debería ser su primer contacto, sino su colega de al lado. Explote el potencial que ofrece la lengua común (formación profesional) para vender con éxito la calidad alemana como consecuencia de la globalización, quizás también a escala internacional.

Agradecimientos

Ralph Riquier, ZAD
Düsseldorf, www.zadduesseldorf.de
Correo electrónico: riquier@tiscali.de

Correspondencia