

Mit dem verstärkten Einsatz digitaler Technologien in Praxis und Labor wächst auch der Bedarf an qualifizierten Seminaren und Workshops, dem Unternehmen und Institutionen durch ein vielfältiges Angebot Rechnung tragen. Für diese Rubrik besucht die Redaktion regelmäßig entsprechende Fortbildungsveranstaltungen, berichtet über die Inhalte und holt Feedbacks der Teilnehmer ein.

„Die digitale Zukunft in der Zahnheilkunde hat bereits begonnen ...

Redaktion

... Seien Sie dabei!“ – so lautet das Motto einer Veranstaltungsreihe der NWD Gruppe (D-Münster), die unter dem Titel „Neue digitale Technologien“ gratis für Zahntechniker, Zahnärzte und Zahnmedizinische Fachangestellte angeboten wird. So folgten am Mittwoch, den 08. Oktober 2008, rund 30 Teilnehmer dem Aufruf in die Schulungsräume der NWD Rhein-Ruhr in Essen. Durch das Veranstaltungsprogramm führten die Referenten Dr. Dr. Stephan Weihe, Leiter der Abteilung Klinische Forschung an der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie am Klinikum Dortmund, und Dr. Olaf Winzen, Leiter des Zentrums für Funktionsdiagnostik und -therapie in Dortmund.

Das Programm bestand aus zwei Kursen (Abb. 1 und 2), in denen die berührungslose Kiefergelenkdiagnostik und -therapie mit dem Freecorder® BlueFox (Dental Innovation, D-Dortmund) sowie das Planungs- und Navigationssystem MONA_DENT® (MONA_X, D-Dortmund) für die dentale Implantologie ausführlich vorgestellt wurden. Mit diesem interaktiven Navigationssystem erfolgt die Realisierung



Abb. 1: Rund 20 Teilnehmer hatten sich für den ersten Kurs angemeldet. Über die Hälfte von ihnen ...

der vorangegangenen 3D-Planung ohne Bohrschablone unter direkter, intraoperativer und bildgestützter Kontrolle. Im Fokus stand jedoch neben dem Einsatz der Systeme als Stand-alone-Lösung vor allem ihre jeweilige Funktion als Bestandteil einer digitalen dentalen Verfahrenskette zur Fertigung funktionell einwandfreier implantatgetragener Suprakonstruktionen.



Abb. 2: ... besuchte auch den zweiten Kurs.

Von der Zahntechnik zur Dentaltechnologie

Nach der Begrüßung der Besucher durch Michael Poth, Regionalvertriebsleiter der NWD Rhein-Ruhr, erläuterte Dr. Dr. Stephan Weihe (Abb. 3) zunächst Theorie und Vorzüge des Gesamtkonzepts der DDI (Digital Dental Innovation)-Verfahrenskette im Vergleich zum konventionellen Fertigungsprozess implantatgetragener Versorgungen. Um die präzise Planung von Implantation und prothetischer Versorgung sowie die exakte Übertragung der virtuellen Planungsdaten auf die reale Patientensituation zu ermöglichen, ist eine geschlossene Verfahrenskette erforderlich, die modernste Technologien in die Arbeitsprozesse einbezieht – so lautet die zugrundeliegende Theorie des Konzepts. „Bei der konventionellen Fertigung

prothetischer Versorgung tritt die Funktionalität häufig hinter den ästhetischen Aspekten zurück“, verdeutlichte Dr. Dr. Weihe die Notwendigkeit eines Umdenkens. Nur durch den Einsatz digitaler Verfahrensweisen, die in ein Gesamtkonzept eingebettet werden, um hierdurch eine umfassende Prozesskontrolle zu ermöglichen, sowie durch ein Backward-Planning, das ästhetische und funktionelle Aspekte gleichermaßen berücksichtigt, lassen sich vorher-sagbare, präzise Resultate erzielen.



Abb. 3: Dr. Dr. Stephan Weihe erläuterte die DDI-Verfahrenskette.

Um eventuelle Fehlerquellen im Fertigungsprozess auszuschließen, setzt die digitale dentale Verfahrenskette bereits bei der Befundung an. Hierbei bilden neben der 3D-Bildgebung durch die – gegenüber der Computertomografie (CT) strahlenärmere – digitale Volumentomografie (DVT) zur Analyse der anatomischen Verhältnisse auch die Funktionsdiagnostik und -therapie zur Bestimmung der physiologischen Voraussetzungen die entscheidenden Arbeitsschritte. Durch die optoelektronische Registrierung der Kiefergelenkbahnen und die Zentrikbestimmung mit dem Freecorder BlueFox können Funktionsstörungen der Kiefergelenke frühzeitig diagnostiziert und therapiert sowie die registrierten Daten innerhalb der Planung der Implantation und der prothetischen Versorgung berücksichtigt werden.

Vorhersagbare Ergebnisse ...

... lassen sich jedoch nur erzielen, wenn die hohe Präzision der 3D-Bildgebung und Kiefergelenkdiagnostik in gleichem Maße bei der Implantationsplanung, der Übertragung der Planungsdaten auf den Patienten

sowie bei der CAD/CAM-Fertigung der Restauration erreicht wird. Gemäß der DDI-Verfahrenskette sind daher neben modernen diagnostischen Technologien auch digitale Planungs- und Fertigungsverfahren unabdingbar. Vor diesem Hintergrund informierte Dr. Dr. Weihe ausführlich über Aufbau und Funktion des modularen Planungs- und Navigationssystems MONA_DENT.

Für die Implantationsplanung und -navigation stellt das System ein leistungsfähiges Notebook bereit. Auf einem TFT-Display wird die Ausrichtung und Positionierung des Bohrers während der Implantation kontrolliert. Um das Display flexibel neben dem Kopf des Patienten positionieren zu können, wurde dieses an einem Schwanenhals installiert. Am Gelenkarm des Systems ist eine Stereo-Infrarotkamera platziert, die die Position der Tracker am Winkelstück und am Navigationsbogen erfasst. Die Position des Bohrers kann so intraoperativ navigiert und in Echtzeit auf dem Bildschirm des Notebooks und auf dem Minidisplays verfolgt werden. Um das Gewicht des langen Gelenkarms kompensieren zu können, verfügt MONA_DENT in der aktuellen Version über einen sehr stabilen Gerätefuß.

Bei der erforderlichen digitalen Volumentomografie trägt der Patient eine individuell gefertigte röntgenopake Bisschiene, die auf Basis eines unter Berücksichtigung ästhetischer und funktioneller Aspekte gefertigten Wax-Ups erstellt wird. Diese Schiene mit Bariumsulfatmarkierung wird mit einem Navigationsbogen, der mit Titanmarkern bestückt ist, am Kiefer des Patienten befestigt. Als Referenzobjekt dient zusätzlich ein Steckbaustein. Auf Basis der akquirierten DVT-Bilddaten, die per CD-ROM im DICOM-Format in das System übertragen werden können, erfolgt anschließend das Backward-Planning mit der Software implant3D (med3D, D-Heidelberg) (Abb. 4).

Neben der exakten Positionierung der Implantate unter Berücksichtigung der geplanten prothetischen Versorgung lässt die Software auch das Platzieren von Abutments zu. Dies ist insbesondere bei Implantaten mit starkem Neigungswinkel ein wesentlicher Vorteil, um bereits im Vorfeld entscheiden zu können, ob und wie eine sichere Umsetzung von

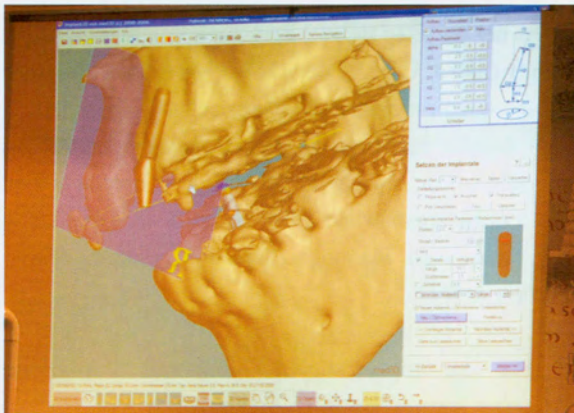


Abb. 4: Die Planung mit implant3D konnte auf der Leinwand verfolgt werden.

Implantatinsertion und anschließender prothetischer Versorgung möglich ist.

Spielekonsolen-Fans im Vorteil!

Um die Umsetzung der Implantation mit dem Navigationssystem sicher zu beherrschen, sind Übung und Fingerfertigkeit gefragt. „Allerdings“, so machte der Referent den Teilnehmern Mut, „verläuft die Lernkurve sehr steil und schon nach kurzer Zeit stellt das korrekte Manövrieren des Bohrers entsprechend der Anleitung des Systems auch für Neueinsteiger kein Problem mehr dar.“ Hierbei seien Erfahrungen mit der Steuerung von Spiekonsolen für den Anwender erfahrungsgemäß sehr von Vorteil.

Das Verfahren bei der navigierten Implantation mit MONA_DENT wurde mit umfangreichem Bildmaterial illustriert. Zunächst erläuterte der Referent die erforderlichen vorbereitenden Schritte: Während der Implantation wird neben dem Navigationsbogen auch ein mit Markern versehener Patiententracker am Patienten befestigt. Anhand dieses Trackers, der zur linken wie zur rechten Seite des Patienten herausgeführt werden kann, um dem Operationsteam Flexibilität zu gewährleisten, erfasst die Infrarotkamera während der Implantation automatisch die Lage von Ober- und Unterkiefer. Damit auch der Bohrer während des Bohrvorgangs vom optischen Sensor der Kamera in Echtzeit und in Relation zum Patienten verfolgt werden kann, wird das Implantathandstück mit dem Werkzeugtracker verbunden. Anschließend erfolgt die Positionierung

der Infrarotkamera anhand der Anzeige des TFT-Monitors. Die korrekte Positionierung der Kamera ist erreicht, wenn die entsprechenden Patientensymbole in der Anzeige grün angezeigt werden (Abb. 5).

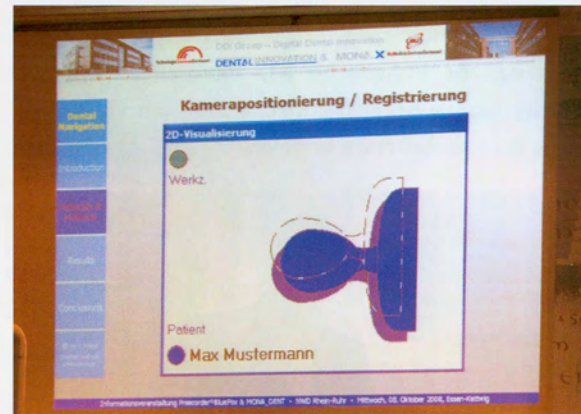


Abb. 5: Ist die Kamera korrekt positioniert, wechselt die Anzeige auf dem Bildschirm von blau auf grün.

Nach dem Einmessen, d. h. der Registrierung des Bohrers, am Navigationsbogen wird ein Zahnbogen mit den einzelnen geplanten Implantatpositionen eingeblendet. Der Anwender kann nun das zu inserierende Implantat auswählen, indem der Bohrer für mindestens zwei Sekunden in unmittelbarer Nähe der geplanten Implantatposition platziert wird. Die Software wechselt automatisch in den Navigationsmodus und generiert zur korrekten Ausrichtung des Bohrers eine Ansicht mit konzentrischen Kreisen (Abb. 6). Hierbei entspricht der innere Kreis einer Abweichung von 0,5 mm von der geplanten Position. Ist der Bohrer in korrekter Position und Angulation auf dem Kiefer platziert, wechselt die Farbmarkie-

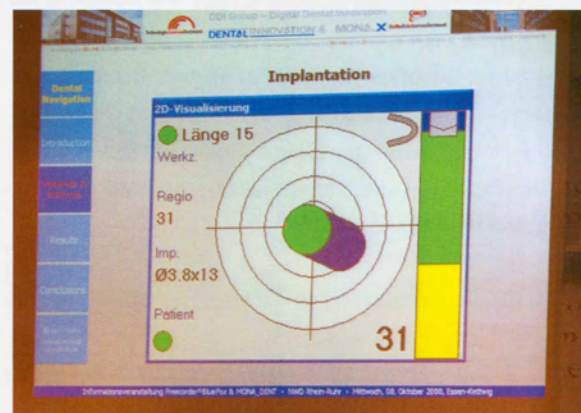


Abb. 6: Anhand konzentrischer Kreise werden die korrekte Position und Angulation des Bohrers überprüft.

rung des virtuellen Bohrers im Display ebenfalls zu grün. Die Bohrtiefe wird während des Bohrvorgangs anhand eines Balkens am rechten Bildschirmrand kontrolliert.

Live-Registrierung

Nach einer kurzen Pause, die den Teilnehmern die Gelegenheit bot, mit den Kollegen ins Gespräch zu kommen und die vorgestellten Systeme auch aus der Nähe in Augenschein zu nehmen, startete der zweite Kurs der Veranstaltung mit Dr. Olaf Winzen. Auf dem Programm standen nun die Praxis der optoelektronischen Registrierung mit dem Freecorder BlueFox sowie die Einbindung des Systems in die DDI-Verfahrenskette. Um die theoretischen Ausführungen zu untermauern und zu veranschaulichen, wurde anschließend eine Live-Registrierung an einer Teilnehmerin vorgenommen.

Für die Messung wird ein Unterkiefermessbogen aus Karbon, der über ein geringes Gewicht von nur 25 g verfügt, mit Bissnahmematerial am Patienten angebracht. Die Anbringung erfolgt peri- oder paraokklusal mit dem modularen Schnellkupplungs- und Transfersystem FastLink®, das von Dr. Dr. Rolf Klett entwickelt wurde. Für die Live-Vermessung wählte der Referent die periokklusale Befestigung. Hierzu wurde der Unterkieferabdrucklöffel des FastLink-Systems, der sich aus einer Bissgabel und einer Manschette zusammensetzt, mit einer Bissregistrierpaste versehen, auf den Unterkiefer einer Teilnehmerin aufgebracht und anschließend mit dem Unterkiefermessbogen verbunden (Abb. 7). Der Messbogen ist mit kodierten Mustern versehen. „Die Muster sind mit Barcodes zu vergleichen und dienen der Registrierung durch den optischen Sensor“, erklärte Dr. Winzen. Die im C-Bogen des Systems integrierten und mit Hochleistungssensoren bestückten Kameras erkennen, analysieren und registrieren die Bewegungen der Muster in Echtzeit mit einer Genauigkeit von bis zu 1 / 1.000 mm. Ein zusätzlich am nicht fixierten Kopf des Patienten befestigter Referenzbogen dient dazu, eventuelle Kopfbewegungen zu kompensieren.

Zur Analyse der registrierten Gelenkbahnen wird die Software JAWS eingesetzt (Abb. 8). Dargestellt werden die Kondylenbewegungen in horizon-



Abb. 7: Der Unterkiefermessbogen wird an der Bissgabel befestigt. Der Kopf des Patienten wird ausgerichtet, aber nicht fixiert.

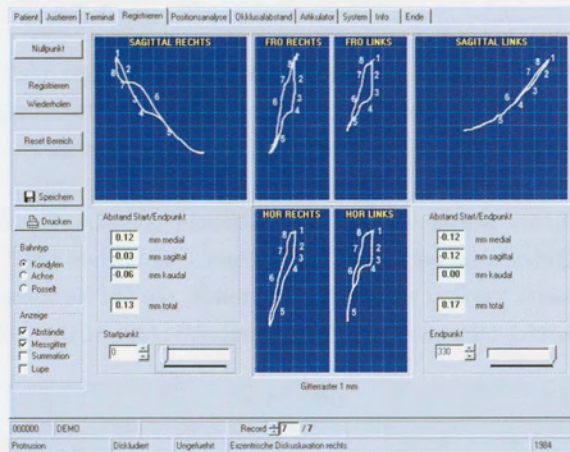


Abb. 8: Software JAWS: Visualisierung der Kondylenbewegungen in horizontaler, sagittaler und frontaler Ansicht.

taler, sagittaler und frontaler Ebene. Zusätzlich kann am Bildschirm abgelesen werden, ob während der Bewegung Beschleunigungen oder Verzögerungen auftreten. Am Beispiel der Teilnehmerin wurden unter anderem die Protrusion und Mediotrusion sowie Exkursiv- und Inkursivbahnen der Kondylen registriert und die Gelenkräume überprüft. Die einzelnen Aufzeichnungen wurden dann exemplarisch erläutert (Abb. 9). „Die Mundöffnung in exkursiver und inkursiver Richtung verläuft bei den meisten Patienten nicht auf identischen Bahnen“, verwies Dr. Winzen auf die Gefahr einer Fehlinterpretation. Durch die genaue Analyse der Kiefergelenkbahnen und eventueller Diskoordinationen sowie Richtungsabweichungen können Funktionsstörungen frühzeitig erkannt und gegebenenfalls eine gezielte Therapie eingeleitet werden.



Abb. 9: Dr. Winzen erläuterte ausführlich die Analyse einzelner Aufzeichnungen.

Die Schnittstelle zur Zahntechnik

Zur Einstellung einer therapeutischen Position oder zur exakten Zentrikbestimmung wurde im Anschluss das Transfervverfahren mittels des Montagetisches sowie die Reposition mit dem CAR-Gerät präsentiert. Dieses wurde von Dr. Olaf Winzen und ZA Gerd Christiansen entwickelt und soll in Kürze auch in einer neuen Version zur Verfügung stehen, die Dr. Winzen bereits anhand einiger Bilder vorstellte (Abb. 10).

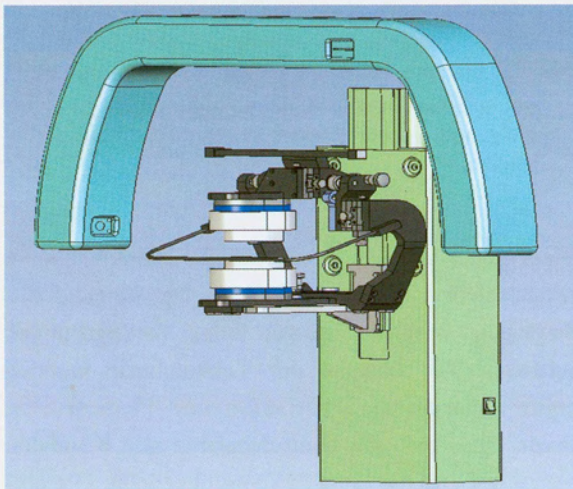


Abb. 10: Das CAR-Gerät soll in Kürze in optimierter Version erhältlich sein.

Zunächst ermittelte Dr. Winzen die reproduzierbare „momentane“ Zentrik der Teilnehmerin. Diese Position wurde mittels Bissnahme verschlüsselt und die entsprechenden linearen metrischen Werte im Unterprogramm der Software Condylenpositionsanalyse zur späteren Positionskorrektur abgespeichert. „Schon durch die Expansion des Bissnahmematerials

bei der Aushärtung, treten Ungenauigkeiten bei der Übertragung auf“, erläuterte der Referent die Notwendigkeit, die am Patienten bestimmte Zentrik und die habituelle Kondylenposition nach der Übertragung auf das zahntechnische Modell mithilfe eines Repositionsgerätes unter Bildschirmkontrolle zu korrigieren.

Mit dem Montagetisch (Abb. 11) wird – im Gegensatz zu anderen Verfahren – nicht der Ober-, sondern der Unterkiefer zuerst einartikuliert. Hierzu wird die Unterkieferbissgabel mit dem Bissregistrator verwendet, da diese alle hierzu erforderlichen Informationen trägt. Der Einsatz eines Gesichtsbogens entfällt. Mittels Bissregistrator wird das Oberkiefermodell dem Unterkiefermodell zugeordnet.



Abb. 11: Die Bissgabel kann am Montagetisch fixiert werden.

Anschließend können die Modelle in das CAR-Gerät übertragen werden. Dieses Repositionsgerät, das ebenso wie der Unterkiefermessbogen des Systems mit kodierten Mustern versehen ist, wird am Kopfteil des Freecorder BlueFox fixiert (Abb. 12). Anhand der zuvor am Patienten ermittelten und gespeicherten Werte kann nun die präzise Repositionierung unter Bildschirmkontrolle durchgeführt werden. Hierzu werden die Stellschrauben für die vertikale, horizontale und transversale Verstellung gedreht, bis die gewünschte Position erreicht ist.

Anhand der Bildschirmanzeige fällt die Zentrikbestimmung besonders leicht: Diese ist erreicht, wenn der Kreis, der den Ausgangspunkt der Unterkieferbewegung markiert, mit dem Kreuz, das die aktuelle habituelle Position des Kondylus repräsentiert, zusammenfällt (Abb. 13). Eingestellt werden kann neben



Abb. 12: Das CAR-Gerät wird am Kopfteil des Freecorder BlueFox eingehängt.

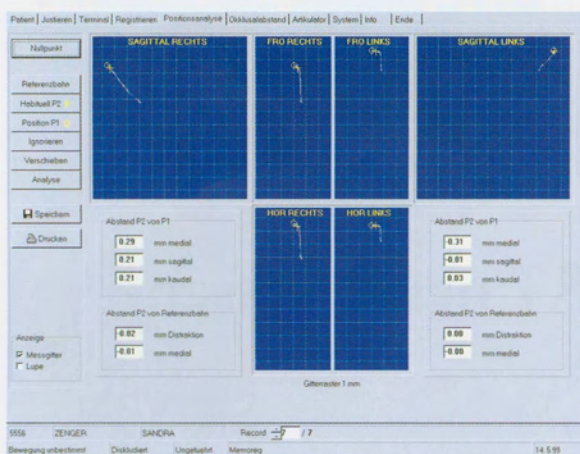


Abb. 13: Software JAWS: Positionsanalyse unter Online-Kontrolle mittels CAR-Gerät im Freecorder BlueFox.

der Zentrik beispielsweise auch eine therapeutische Distraction. Nach der Reposition wird mit den Modellen im CAR-Gerät ein weiteres Bissregistrat ange-

Die Zukunft der Implantologie

ZT Thomas Boetzkes, Geschäftsführer des Dentallabors Zahntechnik Voigt und Boetzkes in Straelen, interessierte sich vor allem für das Planungs- und Navigationssystem MONA_DENT sowie für das Gesamtkonzept der digitalen dentalen Verfahrenskette.

„Mir waren zuvor schon verschiedene Planungs- und Navigationssysteme für die Implantologie bekannt. In meinem Labor fertige

fertig und die Modelle werden entsprechend dieser Bissnahme neu einartikuliert.

Die digitale Zukunft

Begeistert zeigten sich die Teilnehmer insbesondere von der hohen Präzision der vorgestellten Geräte und Verfahren sowie von der Kombination digitaler und mechanischer Verfahrensweisen. Hierdurch lassen sich die einzelnen Arbeitsschritte bei der Versorgung des Patienten mit einer funktionell einwandfreien Restaurationen schon heute optimieren und exakt kontrollieren.

„Sobald ein virtueller Artikulator in das Gesamtkonzept eingegliedert werden kann, wird es möglich sein, eine geschlossene digitale dentale Verfahrenskette ohne mechanische Zwischenschritte zu erzielen“, gaben die Referenten einen Ausblick auf die geplanten Weiterentwicklungen. Die ersten Schritte auf dem Weg des Wandels von der Zahntechnik zur Dentaltechnologie sind bereits zurückgelegt und die Möglichkeiten, die die DDI-Verfahrenskette in Zukunft bieten wird – hiervon konnten sich alle Teilnehmer an diesem Tag überzeugen – dürfen mit Spannung erwartet werden.

Eine Fortführung der Veranstaltungsreihe ist für 2009 geplant, genaue Termine stehen aber noch nicht fest. Informationen zu den Veranstaltungsterminen und -orten werden frühzeitig auf der Webseite der NWD Gruppe unter der Adresse www.nwd-gruppe.de zur Verfügung gestellt. ■

Das Ziel erreicht

Dr. Igor Modric widmet sich in seiner Essener Zahnarztpraxis unter anderem dem Schwerpunkt der Implantologie. Er nutzte die Veranstaltung, um sich über den aktuellen Stand der Entwicklung digitaler dentaler Verfahrensweisen im Allgemeinen und über den Freecorder BlueFox im Besonderen zu informieren.

„Die Veranstaltung war für mich eine gute Gelegenheit zu sehen, in welche Richtung sich

ich auch regelmäßig Bohrschablonen für schablonengestützte Implantationen. Mit dem System MONA_DENT entfällt zwar diese Arbeit für das Dentallabor, dennoch fasziniert mich die hohe Präzision des Verfahrens. Inwieweit Zahnärzte bereit sind, in das System zu investieren bleibt zwar abzuwarten, meiner Einschätzung nach ist die computergestützte navigierte Implantologie jedoch die Zukunft. Sehr informativ war auch der theoretische Überblick über das Gesamtkonzept, der von Dr. Dr. Weihe zudem sehr kurzweilig gestaltet wurde. Die Veranstaltung kann ich auf jeden Fall weiterempfehlen.“

die Technologien entwickeln und welche neuen Möglichkeiten sich hierdurch eröffnen. Bereits im Vorfeld war ich auf den Freecorder BlueFox aufmerksam geworden. Entscheidend für die Praxis ist jedoch auch immer die Frage nach der Praktikabilität eines System. Der zweite Kurs hat mir daher am besten gefallen. Die Funktionsweise des Systems wurde sehr verständlich und anschaulich am Beispiel einer Teilnehmerin erläutert. Das Ziel der Veranstaltung, umfassend über das System wie über zukünftige Entwicklungen auf dem digitalen Sektor zu informieren, wurde auf jeden Fall erreicht.“