

Der Hybrid-OP: Gibt es bereits einen Standard?

Clemens Bulitta

Die Kombination von interventionellen und offenen chirurgischen Verfahren (Hybridchirurgie) hat in den letzten Jahren eine Vielzahl neuer Behandlungsmöglichkeiten insbesondere in der Herz- und Gefäßchirurgie hervorgebracht. Weitere klinische Disziplinen schlagen einen ähnlichen Weg ein. Dabei spielt die intraoperative Bildgebung zur Durchführung und Qualitätssicherung dieser komplexen Eingriffe eine zentrale Rolle. Neben wenigen hochspezialisierten Operationsräumen mit MRT- und CT-Ausstattung, hat sich mittlerweile die intraoperative Angiographie quasi als neuer Standard etabliert. Der Terminus Hybrid-OP ist nahezu das Synonym für einen Operationssaal, der mit einem Angiographie-System ausgestattet ist. Für bestimmte Eingriffsarten wird eine entsprechende Ausstattung auch international bereits von verschiedenen Fachgesellschaften gefordert. Je nach klinischem Anwendungsgebiet gibt es spezifische Anforderungen an die medizintechnische Ausstattung solcher Räume. Dabei sind zahlreiche Abhängigkeiten in Bezug auf die klinischen Abläufe, Hygiene sowie Haus- und Gebäudetechnik zu beachten. Umfassendes Workflowverständnis, sorgfältige, frühzeitige und Gewerkeübergreifende Planung mit sämtlichen beteiligten Akteuren sind daher kritische Erfolgsfaktoren bei der Realisierung eines Hybrid-OPs.

Dokumentation: Bulitta C.: Der Hybrid-OP: Gibt es bereits einen Standard? 133 (2013), Nr. 1, S. 22, 1 Tabelle, 8 Bilder, 15 Lit.-Ang.

Schlagwörter: Hybrid-OP/intraoperative Angiographie/interventionelle Anforderung

Einführung und klinische Anwendungen

Die Visualisierung der Anatomie ist für die operative und interventionelle Therapie essenziell. Die bildgebenden Untersuchungsverfahren wie z. B. Röntgen, Magnetresonanztomographie und Computertomographie haben sich in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt. Bedingt durch die Zunahme

minimalinvasiver Operations- und Interventions-techniken nahm der Stellenwert einer „indirekten“ Visualisierung stetig zu. Der klinische Nutzen ist in der Literatur belegt [1,2]. Je nach Eingriffsart werden auf Grundlage der intraoperativen Bildgebung in bis zu 30 % und mehr der Fälle Konsequenzen für das klinische Vorgehen gezogen. Diese Erkenntnisse und technischen Entwicklungen haben die interventionelle und intraoperative Bildgebung signifikant beeinflusst. Intraoperative Röntgenbildgebung mit mobilen C-Bögen ist in der Unfall- und Gefäßchirurgie seit Jahrzehnten ein etabliertes Verfahren, war aber bislang mit verschiedenen Einschränkungen verbunden; insbesondere im Bereich der Leistungsfähigkeit des Generators und der 3-D-Bildgebung. Die seit ca. 10 Jahren verfügbare 3-D-Bildgebung auf Basis der sogenannten „Cone-beam-CT“ an mobilen C-Bögen brachte bereits erste Verbesserungen. Einschränkungen bestanden aber weiterhin durch das limitierte 3-D-Volumen und die fehlende Leistungsfähigkeit der mobilen Systeme. Durch den intraoperativen Einsatz anderer Verfahren wie der CT- und MRT-Bildgebung konnten weitere Schwachstellen kompensiert werden. Die baulich-technischen Herausforderungen und die Behinderungen im klinischen Ablauf intraoperativ durch solche Anlagen sind allerdings enorm. Durch die Weiterentwicklung der röntgenbasierten 3-D-Bildgebung mit dem sogenannten Cone-Beam-CT und weitere Verbesserungen der angiographischen Bildgebung (z. B. Flachdetektortechnologie) ergaben sich in den letzten Jahren neue Ansätze, um diese Schwierigkeiten zu überbrücken. Die Weiterentwick-



Bild 1: Showroom Hybrid-OP der Firma Maquet

lung minimalinvasiver Techniken und neuartiger Implantate vor allem im Bereich der kardiovaskulären Chirurgie und Medizin hat diese Entwicklung weiter beschleunigt. Letztendlich führte dies zur Etablierung von kombinierten offen chirurgischen und interventionellen Therapieverfahren (Hybrid-Eingriffen) und der Entwicklung spezieller Räume (Hybrid-OPs) für deren Durchführung. Neue klinische Anwendungen außerhalb der kardiovaskulären Therapie entwickeln sich zunehmend in Neurochirurgie, Traumatologie und Orthopädie, Mund-Kiefer- und Gesichtschirurgie, Urologie und Allgemeinchirurgie [3]. Dies führt vermehrt zur interdisziplinären Nutzung von Hybrid-Operationsräumen mit weitreichenden Auswirkungen auf die klinische Nutzung und die technische Umsetzung. Anforderungen an Angiographieanlage, Patiententischsystem, Hygiene und sonstige medizintechnische Ausstattung variieren erheblich zwischen den verschiedenen klinischen Disziplinen. Diese müssen bei Planung und Umsetzung eines Hybrid-OP sorgfältig analysiert und berücksichtigt werden [4-14].

Workflowaspekte

Vor Beginn der Planung eines Hybrid-Operationssaals sollten daher die klinische Nutzung und die entsprechenden Abläufe der nutzenden Fachdisziplinen detailliert untersucht werden. Nur durch eine derartige umfassende Grundlagenermittlung kann die Basis für alle folgenden Entscheidungen und eine erfolgreiche Umsetzung geschaffen werden. Heutige Operationssäle verlangen Konzepte, die sich an den Erfordernissen einer interdisziplinären Nutzung durch verschiedene chirurgische Fächer ausrichten, um eine optimale Nutzung und Auslastung der „Ressource OP“ zu ermöglichen; Workflow-Effizienz ist der zentrale Erfolgs-Faktor für das Krankenhaus. Optimale Prozesse im gesamten chirurgischen Arbeitsablauf, nicht nur im Hybrid-OP selbst sind hierfür erforderlich. Als Stichworte seien hier nur Lagerhaltung, Patienten-Logistik und die Verkehrswege erwähnt. Dies stellt eine besondere Herausforderung dar, weil die meisten Hybrid-OPs im Bestand mit entsprechenden baulichen und technischen Einschränkungen realisiert werden. Häufig kommt diese Phase jedoch zu kurz bzw. erfolgt nicht unter Einbeziehung sämtlicher klinischer Nutzer. Neben Vertretern der operativen/interventionellen Fachdisziplinen müssen immer die OP-Pflege, die Anästhesie und die verantwortlichen Hygienefachkräfte involviert werden. Da klinische Anforderungen und technische Machbarkeit kontinuierlich abzugleichen sind, ist es ebenso unerlässlich, frühzeitig die entsprechenden Fachabteilungen (Medizintechnik, Haustechnik, IT etc.) einzubeziehen. Die „Kombination“ von Interventionsraum mit Angiographie-Anlage und Operationssaal erfordert in der Realisierung eine Vielzahl von Kompromissen. Durch die Einbeziehung aller relevanten Nutzgruppen kann die entsprechende Akzeptanz der Gesamtlösung am besten gewährleistet werden. In der Regel ist es hilfreich, Fachplaner mit entsprechender Erfahrung bei der Umsetzung von Hybrid-OP-Projekten und einschlägige Hersteller (Bildgebende Systeme und Medizintechnik) in dieser Phase zu involvieren. Die Grundlage für einen gut

nutzbaren Hybrid-OP bildet ausreichend Fläche. Bedingt durch die komplexen Arbeitsabläufe und die umfassende medizintechnische Ausstattung sind 70 qm und mehr wünschenswert. Dies lässt sich in den seltensten Fällen realisieren. Die Untergrenze liegt nicht zuletzt bedingt durch technisch-bauliche Einschränkungen bei ca. 45 qm. Typischerweise sollte der Raum eher quadratisch sein, um eine bestmögliche Arbeitssituation insbesondere in kleinen Räumen schaffen zu können. Bei optimaler Planung und Abstimmung aller Gewerke ist aber auch in kleinen Räumen trotz verschiedener Einschränkungen im Arbeitsablauf noch eine sinnvolle Nutzung möglich. Wesentliche workflowabhängige Planungsthemen im Hybrid-OP selbst beinhalten:

- Anästhesiepositionen
- Patientenlagerung
- Verkehrswege
- Medienversorgung
- Visualisierung der Bildinformationen
- Raum- und OP-Beleuchtung
- Hygiene

Aufgrund der klinischen Anforderungen an die Abläufe im Hybrid-OP ergeben sich einige kritische Themenfelder und Entscheidungen. Diese gilt es bei der Realisierung besonders zu berücksichtigen. Neben den klinischen Workflows gibt es nämlich erhebliche Abhängigkeiten der oben genannten Aspekte von der medizintechnischen Großgeräteausstattung.

Entscheidung 1: Angiographiesystem

Sämtliche grundlegenden Angiographiefunktionalitäten (zum Beispiel DSA, Roadmap, Overlay und so weiter) sollten vorhanden sein. Wegen der erforderlichen Darstellung langstreckiger anatomischer Strukturen, zum Beispiel Aorta von iliakal bis unmittelbar infrarenal oder Lendenwirbelsäule, mit thorakolumbalen Übergang, ist ein großer Detektor (zum Beispiel 30 x 40 cm) erforderlich. Eine 3-D-Bildgebung („Cone-Beam-CT“ inklusive Rotationsangiographie) ist wünschenswert. Weiterreichende Werkzeuge für die bildbasierte Navigation, wie zum Beispiel 2-D-3-D-Registrierungsverfahren, sind sinnvoll und können durch integrierte Schnittstellen mit bildlosen Navigationssystemen je nach klinischen Anforderungen erweitert werden. Die Anlage sollte mithilfe eines Laserlichtvisiers positioniert werden können, um Dosis zu sparen. Das Ein- und Ausfahren der Anlage für die Bildgebung während des Operierens sollte möglichst ohne Workflowstörungen möglich sein. Insbesondere sollte ein Repositionieren von Deckenversorgungseinheiten, Leuchten und Monitoren für die Visualisierung grundsätzlich vermieden werden. Entsprechende Konzepte sind ggf. vom Hersteller durch Bild und Filmmaterial näher zu erläutern und mit den Anwendern zu diskutieren.

Für optimale Angiographiesequenzen sollte eine Injektorpumpe mit der Angiographieeinheit gekoppelt sein. Ideal ist eine „kabellose“ Lösung zum Beispiel des Injektorkopfes mit Akkubetrieb, wodurch mehr Freiheiten bei der Verwendung der Angiographieanlage durch unabhängige Positionierung der Injektorpumpe erreicht werden können.

Der Raumplan und die baulichen Vorbereitungen werden letztlich durch die Auswahl des Angiographiesystems am weitreichendsten beeinflusst. Die Entscheidung über das Angiographiesystem sollte daher möglichst am Anfang eines Hybrid-OP-Projektes stehen. In Abhängigkeit von den klinischen Anforderungen stehen folgende wesentliche Varianten zur Auswahl:

- Deckengehängtes Angiographiesystem
- Bodenmontiertes Angiographiesystem
- Robotisches Angiographiesystem
- Zwei-Ebenen Angiographiesystem

Die nachfolgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über Stärken und Schwächen dieser Systeme. Typischerweise unterscheiden sich die Systeme bezüglich Installationsaufwand, Platzbedarf, bauseitiger Vorbereitung (zum Beispiel Schwerlastdecke), Interferenz mit anderen im Raum zu installierenden Komponenten, Kompatibilität mit Hygieneanforderungen und des Preises. Details müssen daher anhand der jeweiligen Anlagen der verschiedenen Hersteller analysiert

und bewertet werden, um die individuell am besten geeignete Anlage auszuwählen. Die wesentlichen Anbieter für Angiographieanlagen im Hybrid-OP sind die Firmen *GE*, *Philips*, *Siemens* und *Toshiba*, wobei die Firmen *Siemens* und *Philips* den Markt klar beherrschen. Alle Hersteller versuchen den spezifischen Anforderungen im Hybrid-OP Rechnung zu tragen, wobei die Lösungen der Marktführer „*Artis zeego*“ (robotergestützt, bodenmontiert) der Firma *Siemens* und „*Allura Flexmove*“ (deckenmontiert) der Firma *Philips* deutlich machen, welche umfassende Auswirkungen die Systementscheidung auf das Hybrid-OP-Projekt hat. Eine kurze Übersicht dazu gibt ebenfalls die nachfolgende Tabelle. *GE* hat kürzlich eine neuartige bodenverfahrbare Anlage speziell für den Hybrid-OP vorgestellt. Erfahrungen aus klinischen Installationen gibt es derzeit in Deutschland nicht. Die weltweit erste Installation des für Hybrid-Operationssäle und interventionelle Röntgenabteilungen entwickelten *Discovery IGS 730*-Systems befindet sich in Frankreich am Universitätskrankenhaus in Lille.



Bild 2, 3 u. 4: Anlagen der Firmen Siemens, GE, Philips

Anlagentyp	Stärken	Schwächen
Bodenmontiert	<ul style="list-style-type: none"> ● In der Regel relativ unkompliziert zu installieren, auch im Bestand wenig Umbaumaßnahmen ● Minimaler Raumbedarf, wenig bauliche Veränderungen nötig ● Keine Interferenzen mit deckmontierten Medien (OP-Leuchten und Deckenversorgungseinheiten) insbesondere der turbulenzarmen Verdrängungsströmung (Laminar Airflow) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Einschränkungen in 2-D- und 3-D-Bildgebung (Abdeckung, Zugang) ● Fixes Isozentrum ● Keine echte Integration mit OP-Tischsystemen
Deckenmontiert	<ul style="list-style-type: none"> ● Hohe Flexibilität in der Bildgebung 2-D und 3-D ● Echte Integration mit OP-Tischsystemen verfügbar 	<ul style="list-style-type: none"> ● Komplexe Installation (aufwendige Schwerlastdecke), insbesondere mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung (Laminar Airflow) ● Erhöhter Raumbedarf ● Interferenzen mit deckmontierten Medien (OP-Leuchten und Deckenversorgungseinheiten) und turbulenzarmer Verdrängungsströmung (Laminar Airflow) ● Fixes Isozentrum
Biplan	<ul style="list-style-type: none"> ● Integration mit OP-Tischsystemen eingeschränkt verfügbar ● Zusätzlich quasi Echtzeit-3-D-Bildgebung durch zeitgleiche Akquisition von Bildern in 2 Ebenen (wichtig für pädiatrische und Neuroradiologische Interventionen) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Wie deckenmontiert
Robotergestützt, bodenmontiert	<ul style="list-style-type: none"> ● Höchste Flexibilität in der Bildgebung 2-D und 3-D auch mit OP-Tisch durch variables Isozentrum ● Echte Integration mit OP-Tischsystemen verfügbar ● Kaum Interferenzen mit deckenmontierten Medien (OP-Leuchten und Deckenversorgungseinheiten), insbesondere der turbulenzarmen Verdrängungsströmung (Laminar Airflow) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Preis ● Relativ fixe Parkposition im Raum durch Bodenmontage ● Aufwendige Installation

Entscheidung 2: Patiententisch

Der zweite kritische Punkt ist die Entscheidung für den Patientenlagerungstisch. Die Auswahl hängt vom primären Gebrauch des Systems ab. Grundsätzlich ist zwischen einem konventionellen Angiographietisch der Hersteller der bildgebenden Systeme und einem in die Angiographieanlage integrierten OP-Tisch mit Wechsellattensystem zu unterscheiden. Solche integrierten Tischsysteme werden derzeit von den Firmen *Maquet* und *Trumpf* angeboten.

Die Integration bzw. die Schnittstelle sollte den integrierten Betrieb mit der Angiographieanlage ermöglichen. Neben der Kollisionsüberwachung beinhaltet dies vor allem die Bedienung per Tischmodul und Nutzung der Systempositionen, typischerweise auch mit den System- und Tischsteuerungsmodulen inklusive Fuß- und Handschalter zur Strahlungsauslösung der Angiographieanlage. Eine automatisierte Bewegungskopplung des Patiententisches mit dem C-Bogen der Angiographieanlage ist ebenfalls Bestandteil der Integration. Mittels dieser Funktion wird ein automatisiertes Positionieren und Repositionieren für die Durchleuchtung ermöglicht. Während einer Untersuchung sollte die Aufnahmeposition eines vorhandenen Referenzbildes wiederhergestellt oder das Referenzbild der momentanen Systemposition angezeigt und gespeichert werden können. Damit können beim Wiederherstellen der Aufnahmeposition Tisch, C-Bogen und Blenden in die Ursprungsposition zurückkehren. So kann auch die Strahlendosis verringert werden. Die Entscheidung bezüglich des Patiententisches wird im Wesentlichen von der Verfügbarkeit der Integration des OP-Tisches in das entsprechende Angiographiesystem und den klinischen Anforderungen der Nutzer bestimmt. Die Identifizierung des richtigen Tisches ist ein Kompromiss zwischen interventionellen und chirurgischen Anforderungen. Diese können sich gegenseitig ausschließen. Für rein kardiovaskuläre Anwendungsszenarien gibt es derzeit nach wie vor Vorteile eines Angiographietisches mit Kippfunktion, insbesondere gilt dies für die „freischwimmende“ Tischplatte und den frei durchleuchtbaren Bereich (Überhang). Bei

der zunehmend gewünschten interdisziplinären Nutzung insbesondere mit speziellen Anforderungen an die Patientenlagerung (zum Beispiel Unfallchirurgie, Wirbelsäulenchirurgie, Neurochirurgie) sind OP-Tischsysteme mit Wechsellattensystemen flexibler und damit besser geeignet. Die OP-Tischhersteller haben zwar die „schwimmende“ Tischplatte des Angiographietisches bisher nicht 1:1 realisieren können, die im Markt verfügbaren Lösungen stellen aber bereits eine ähnliche Funktionalität zur Verfügung. Wesentliche Einschränkungen insbesondere bei OP-Tischplatten zur multifunktionalen Patientenlagerung ergeben sich aus den eingesetzten zum Teil nicht röntgendurchlässigen Materialien des OP-Tischsystems. Dies führt zu entsprechenden Einschränkungen bei der Bildgebung, was unbedingt bei der Entscheidung berücksichtigt werden muss. Die Bildgebung sollte durch den Tisch möglichst wenig eingeschränkt werden (durchleuchtbarer Gesamtlänge, Metallteile im Strahlengang). Insbesondere die 3-D-Bildgebung sollte in möglichst vielen Lagerungspositionen ohne Einschränkung durchführbar sein. Letztlich kann die Entscheidung nur durch die Nutzer im Team getroffen werden. Entsprechende Referenz- und Werksbesuche bei den Herstellern erlauben, die Funktionalität zu testen, Einschränkungen bei Bildgebung und Lagerung klar zu erkennen, und sollten deshalb unbedingt erfolgen.

Visualisierung und Datenintegration

Die Visualisierung der Bildinformation auf beiden Tischseiten ist zu empfehlen. Typischerweise ist auf beiden Seiten je ein Monitor für ein Live- und Referenzbild vorhanden, ggf. auf einer Seite ergänzt um einen Monitor für ein Workstation-Bild für zum Beispiel CT-Befunde. Es gibt eine Vielzahl weiterer Bild- und Datenquellen, die für den Eingriff relevante



Bild 5 u. 6: Patiententische der Firma Trumpf

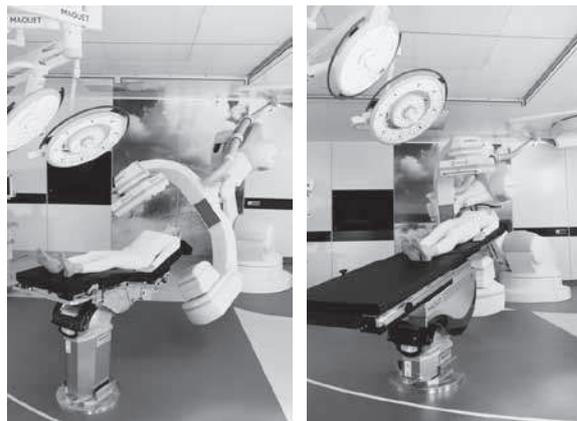


Bild 7 u. 8: Patiententische der Firma Maquet

<p>IQM TOOLS GMBH D-78086 Brigachtal www.iqmtools.de</p>		<p>Prüfplaketten Lochzangen Sperrbänder</p>	
<p>Telefon: 07720 / 810622 Fax: 07720 / 810624 vertrieb@iqmtools.de</p>		<p>Prüferstempel Hängeetiketten Magnetprodukte</p>	

Informationen zur Verfügung stellen, wie zum Beispiel Ultraschall, Endoskopie, Hämodynamik. Grundsätzlich ist daher insbesondere das Videomanagement (welche Signalquellen sollen wo eingespeist werden) und die Visualisierung (welche Signalquellen sollen wo dargestellt werden) detailliert mit den Anwendern abzustimmen. Hier gibt es typischerweise sehr spezifische und stark workflowabhängige Anforderungen. Häufig werden zum Beispiel Großbildschirme oder Wandeinbauten gefordert. Eine Integration in die „IT-Landschaft“ des Krankenhauses sollte nach sorgfältiger Analyse der Abläufe und Erfordernisse der Nutzer erfolgen.

Lüftungstechnik und Hygiene

Der momentan wohl am heftigsten diskutierte Bereich beim Bau eines Hybrid-OPs betrifft die Hygiene und wird in Deutschland durch die DIN 1946/4 (2008) geregelt. Für OP-Räume mit den durch die geplanten klinischen Prozeduren bedingten höchsten Anforderungen an die Lüftungstechnik, sogenannte „la OPs“, ist eine turbulenzarme Verdrängungsströmung erforderlich. Dies hat erheblichen Einfluss auf die technische Umsetzung des Hybrid-OPs. In Deutschland gibt es allerdings derzeit keine bundesland-übergreifenden verbindlichen Regelungen, für welche Eingriffe die Raumklasse la nötig ist. Für die erforderliche Klassifikation des zukünftigen Hybrid-Operationsraumes empfiehlt es sich daher, ggf., einen Krankenhaushygieniker und die zuständigen Behörden zu involvieren. So kann die Raumklasse für die jeweilige Installation festgelegt werden. Soll die Reinraumklasse la erreicht werden, muss der Raum mit der Installation der Angiographieanlage die Voraussetzungen nach DIN 1946-4 (2008) erfüllen. Idealerweise sollte diese Reinraumklasse dann auch in einer Betriebsposition der Anlage am Tisch während des Eingriffs erreicht werden. Die Größe der Zuluftdecke für die turbulenzarme Verdrängungsströmung (Laminar-Airflow) hängt auch von den jeweiligen Eingriffen ab und sollte entsprechend nutzungsspezifisch festgelegt werden, um eine ausreichend große Schutzzone in allen

Arbeitssituationen zu gewährleisten (Angiographie, Bereitstellung der Medizinprodukte (Instrumente)). Bei interdisziplinärer Nutzung empfiehlt es sich, gegebenenfalls ein Zuluftdeckenfeld zu installieren, das breiter und/oder länger als die in der DIN 1946-4 vorgesehenen 320 cm x 320 cm ist. Nur so kann bei bestimmten Patienten-Lagerungen sichergestellt werden, dass sämtliches Equipment inklusive der Instrumententische sicher im Schutzbereich der Zuluftdecke positioniert werden kann. Die Einbeziehung entsprechender Fachleute und Lüftungshersteller zahlt sich in der Regel aus.

Zusammenfassung

Der Bau eines Hybrid-Operationsaals ist ein komplexes Projekt und eine erhebliche Investition für jedes Krankenhaus. Die Durchführung einer projektspezifischen Wirtschaftlichkeitsanalyse erlaubt eine fundierte Entscheidung und empfiehlt sich in den meisten Fällen. Erste Untersuchungen in der Literatur [15] und der eigenen Praxis zeigen, dass sich solche Investitionen auch für kleine Häuser rechnen können. In diesen Fällen ist in der Regel eine interdisziplinäre Nutzung zur optimalen Auslastung erforderlich. Typischerweise sind dadurch die Komplexität im Projekt und die Auswirkungen einzelner Entscheidungen auf die verschiedenen Disziplinen am weitreichendsten. Es zahlt sich daher grundsätzlich aus, ausreichend Zeit und Ressourcen in die Grundlagenermittlung sowie die Planungs- und Konzeptionsphase zu investieren. Es sollte für den Hybrid-OP ein einziger „Masterplan“ in CAD erstellt werden, der alle Gewerke (typischerweise Medizintechnik, Technische Gebäudeausstattung, Bau) berücksichtigt. Hilfreich ist es, diese Pläne auch in 3-D zu visualisieren und mit den Nutzern diese dreidimensionalen Modelle abzustimmen. So lässt sich eine erfolgreiche Umsetzung sicherstellen. Es ist zielführend, einen verantwortlichen Projektleiter im Krankenhaus sowie ein interdisziplinäres Projektteam zu etablieren und auf die Erfahrungen realisierter Projekte in anderen Krankenhäusern zuzugreifen. Dieser Austausch und Besuche anderer Hybrid-OPs sind vermutlich die wertvollste Hilfe im Planungsprozess und können dazu beitragen, Fehler zu vermeiden. Ein allgemeiner Standard bezüglich der Ausstattung, Design und Planung für *DEN Hybrid-OP* ist bedingt durch die hohe Variabilität der klinischen Anforderungen und die zum Teil starken Einschränkungen bei Baumaßnahmen im Bestand nicht definierbar. Wenn aber die oben genannten Punkte bei der Umsetzung eines Hybrid-OPs berücksichtigt werden, ist eine effiziente und erfolgreiche Projektabwicklung zu erwarten. So kann der neue klinische „Versorgungsstandard“ – die Nutzung der intraoperativen Angiographiebildgebung – effizient und effektiv realisiert werden.

Literatur und Quellenangaben

- [1] Recum J, Wendl K, Vock B, Grützner P. A., Franke J. (2012). Intraoperative 3D C-arm imaging. State of the art. Unfallchirurg. 2012 Mar; 115 (3): 196–201
- [2] Nimsky C, Ganslandt O, Von Keller B, Romstöck J, Fahlbusch R. Intraoperative high-field-strength MR ima-



Corporate Quality Akademie
info@cqa.de
www.cqa.de
Fernlehr-Ausbildung
AZAV + ZFU
zugelassen
QM-Prod. Dienstleister,
Gesundheitswesen
Beginn: jederzeit

QB, QM



- ging: implementation and experience in 200 patients. *Radiology*. 2004 Oct; 233 (1): 67–78. Epub 2004 Aug 18.
- [3] Gebhard, F., Riepl, C., Richter, P., Liebold, A., Gorki, H., Wirtz, R., König, R., Wilde, F., Schramm, A., Kraus, M. (2012). Der Hybridoperationssaal. *Unfallchirurg*, Vol. 115: 107–120 (2/2012)
- [4] Benjamin, M. E. (2008). Building a Modern Endovascular Suite. *Endovascular Today*, Vol. 3, (March 2008), 71–78
- [5] Bonatti J., Vassiliades T., Nifong W., Jakob H., Erbel R., Fosse E., Werkkala K., Sutlic Z., Bartel T., Friedrich G. & Kiaii B. (2007). How to build a cath-lab operating room. *Heart Surgery Forum*, Vol. 10, No. 4, E344–348, PMID 17650462 (PubMed-indexed for MEDLINE)
- [6] Galantowicz M. & Cheatham J. P. (2005). Lessons Learned from the Development of a New Hybrid Strategy for the Management of Hypoplastic Left Heart Syndrome. *Pediatric Cardiology*, Vol. 26, No. 2, (April 2005), 190–199
- [7] Kerr J. F. (2009). Keys to Success in Designing a Hybrid Cath Lab. *Cath Lab Digest*, Vol. 17, No. 3, (March 2009). 32–34
- [8] Nollert G., Hartkens T., Figel A., Bulitta C., Altenbeck F., Gerhard V. (2012). The Hybrid Operating Room, *Special Topics in Cardiac Surgery*, Cuneyt Narin (Ed.), ISBN: 978-953-51-0148-2, In-Tech, Available from: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/the-hybrid-operating-room>
- [9] Nollert G. & Wich S. (2008). Planning a cardiovascular Hybrid OR – the technical point of view. *The Heart Surgery Forum*, Vol. 12, No. 3, (June 2008), E125–E130
- [10] Peeters P., Verbist J., Deloose K. & Bosiers, M. (2008). The Catheterization Lab of the Future. *Endovascular Today*, Vol. 3, (March 2008), 94–96
- [11] Sikkink, C. J., Reijnen, M. M. & Zeebregts, C. J. (2008). The creation of the optimal dedicated endovascular suite. *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery*, Vol. 35, No. 2, (February 2008), 198–204, PII S1078-5884(07)00544-8
- [12] Ten Cate G., Fosse E., Hol P. K., Samset E., Bock R. W., McKinsey J. F., Pearce B. J. & Lothert, M. (2004). Integrating surgery and radiology in one suite: a multi-center study. *Journal of Vascular Surgery*, Vol. 40, No. 3, (September 2004), 494–499, PII S0741-5214(04)00754-2
- [13] Tomaszewski R. (2008). Planning a Better Operating Room Suite: Design and Implementation Strategies for Success. *Perioperative Nursing Clinics*, Vol. 3, No. 1, (March 2008), 43–54, PII S1556-7931(07)00103-9
- [14] Joint Working Group Guidance on delivering an Endovascular Aneurysm Repair (EVAR) Service. *Medicines and Healthcare products Regulatory Agency (MHRA) United Kingdom* (2010): <http://www.mhra.gov.uk/home/groups/clin/documents/news/con103000.pdf>
- [15] Herrmann R. (2012). Neueste Technik auch für kleine Krankenhäuser, *KU Gesundheitsmanagement* 2/2012, 51–53



*Prof. Dr. med. Clemens Bulitta
Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen
Lehrgebiet Diagnostische Systeme und
Medizintechnik Management*

*Hochschule Amberg-Weiden
für angewandte Wissenschaften
Hetzenrichter Weg 15
92637 Weiden i. d. OPf.*

Tel. : +49 961 382-1620

Fax.: +49 961 382-2620

E-Mail: c.bulitta@haw-aw.de

<http://www.haw-aw.de>

T5 JobMesse
für Fach- und Führungskräfte

Jetzt anmelden unter: www.t5-karriereportal.de

Stuttgart, 13. März 2013

Willi-Bleicher-Straße 19, 70174 Stuttgart

10 Uhr - 16 Uhr

Berlin, 12.06.2013 - Hamburg, 22.10.2013 - München, 27.11.2013

Top-Jobs für

- › Ingenieure (m/w)
- › Naturwissenschaftler (m/w)
- › Medizinische Fach- und Führungskräfte (m/w)
- › Medizinprodukteberater (m/w)

