

Hybrid-Operationssaal

Eine Übersicht basierend auf
Veranstaltung mit 4 Vorträgen



Ludwig Boltzmann Institut
Health Technology Assessment

Rapid Assessment Nr.: 06
ISSN-online: 1996-9368

Hybrid-Operationssaal

Eine Übersicht basierend auf
Veranstaltung mit 4 Vorträgen



Ludwig Boltzmann Institut
Health Technology Assessment

Wien, April 2013

Projektteam

Projektleitung: Priv. Doz. Dr. Claudia Wild

Projektbearbeitung: Mag Andrea Fried

Priv. Doz. Dr. Claudia Wild

Korrespondenz

<mailto:Claudia.wild@hta.lbg.ac.at>

Dieser Bericht soll folgendermaßen zitiert werden/This report should be referenced as follows:

Fried, A., Wild C. Hybrid-Operationsaal. Eine Übersicht. Rapid Assessment 06. 2013. Wien: Ludwig Boltzmann Institut für Health Technology Assessment.

Interessenskonflikt

Alle beteiligten AutorInnen erklären, dass keine Interessenskonflikte im Sinne der Uniform Requirements of Manuscripts Statement of Medical Journal Editors (www.icmje.org) bestehen.

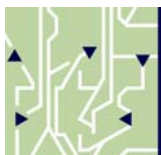
Im Auftrag der oberösterreichischen Landesregierung, Direktion Soziales und Gesundheit

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:

Ludwig Boltzmann Gesellschaft GmbH
Nußdorferstraße 64, 6. Stock, A-1090 Wien
<http://www.lbg.ac.at/de/lbg/impressum>

Für den Inhalt verantwortlich:



Ludwig Boltzmann Institut für Health Technology Assessment (LBI-HTA)
Garnisonngasse 7/20, A-1090 Wien
<http://hta.lbg.ac.at/>

Die LBI-HTA-Projektberichte erscheinen unregelmäßig und dienen der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse des Ludwig Boltzmann Instituts für Health Technology Assessment.

Die Berichte erscheinen in geringer Auflage im Druck und werden über das Internetportal „<http://eprints.hta.lbg.ac.at>“ der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt:

Rapid Assessment Nr.: 06
ISSN-online: 1996-9368

© 2013 LBI-HTA – Alle Rechte vorbehalten

Inhalt

| | | |
|-----|----------------------------------------------------|----|
| 1 | Technologie: Technische Ausstattung/ Anbieter..... | 5 |
| 2 | Medizinische Nutzung..... | 7 |
| 2.1 | Universitätsklinikum Klinikum Essen | 7 |
| 2.2 | LKH- Universitätsklinikum Graz..... | 9 |
| 2.3 | Klinik für Herzchirurgie Karlsruhe..... | 11 |
| 3 | Planungsrelevante Aspekte..... | 13 |
| 4 | Wirtschaftlichkeit..... | 17 |
| 5 | Diskussion und Schlussfolgerungen..... | 19 |
| 6 | Quellen..... | 20 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 2.3-1: Leistungsspektrum Klinik für Herzchirurgie Karlsruhe | 11 |
| Tabelle 4.-1: Erlössituation, Amortisationsberechnung anhand einer kleinen bis mittelgroßen Klinik | 17 |
| Tabelle 4.-2: Amortisationszeitraum, Amortisationsberechnung am Beispiel einer kleinen bis mittelgroßen Klinik | 17 |
| Tabelle 4.-3: Großgeräteplan des Österreichischen Strukturplans Gesundheit..... | 18 |

1 Technologie: Technische Ausstattung/ Anbieter

Hybrid-OP sind Operationssäle, die für Operationen mit einer aufwendigen perioperativen bildgebenden Diagnostik mit Computertomografen, Magnetresonanztomografen, Angiografiegeräte u.a. Großgeräten genutzt werden können. In einem Hybrid-OP kommen die medizinisch-technische Ausstattung für das Operieren und die Bildgebung zusammen.

Der Terminus technicus „Hybrid-OP“ wurde erst in den letzten Jahren als Begriff geprägt. Bereits in der Vergangenheit wurden Operationssäle und vor allem auch Schockräume mit Geräten für die bildgebende Diagnostik nachgerüstet, um perioperativ Aufnahmen machen zu können. Dementsprechend existieren heute mehr derartige hoch-technologisch ausgestattete Räume, die für Hybrid-Eingriffe nutzbar sind, als neu geplante Hybrid-OPs. Der Vorteil der Neuplanung ist, dass der gestiegene Raumbedarf (etwa doppelt so groß wie herkömmliche Operationssäle) berücksichtigt werden kann. Der Raumbedarf beträgt etwa 70 – 80 m².

Abhängig von der Art der diagnostischen Ausstattung kann zwischen nachfolgenden Hybrid-OP Typen unterschieden werden:

✿ *Hybrid-OP mit Angiografieanlagen*

OP mit einer Angiografieanlage. Dieser kann sowohl für kardiovaskuläre - wie auch für periphervaskuläre Einsätze dienen. Man unterscheidet einerseits am Boden montierte Systeme und solche die an der Decke auf Schienen befestigt sind.

✿ *Hybrid-OP mit Computertomografen*

OP mit Computertomografen finden vor allem in der Unfallchirurgie und in der Orthopädie Anwendung. Auch hier gibt es unterschiedliche Planungsansätze: Entweder ist der CT im Operationsraum beweglich angeordnet und wird bei Bedarf zum OP-Tisch gefahren („Sliding Gantry“). Alternativ kann der CT auch in einem anderen Raum stehen. In diesem Fall werden die PatientInnen auf einem Transfer Board zur Untersuchung gefahren.

✿ *Hybrid-OP mit Magnetresonanztomografen*

OP Räume mit Magnetresonanztomografen finden vor allem in der Neurochirurgie Anwendung. Bei der Planung der OP-Räume muss vor allem berücksichtigt werden, dass das Operationsfeld und der überwiegende Teil der Ausstattung außerhalb des Einflussbereiches des Magnetfeldes angeordnet werden muss. Die PatientInnen werden entweder auf schwenkbaren OP-Tischen oder Transfer Boards zum MRT gebracht.

**Begrifflichkeit/
Definition:**

**Vergangenheit:
schrittweise Aufrüstung
der OPs für Hybrid-
Eingriffe**

**Gegenwart:
technologisches
Gesamtkonzept bei
Neubau**

**Nutzung beeinflusst
technologische
Ausstattung:**

Hybrid-OP

**für offene und
interventionelle
Eingriffe am Herz:
Angiografie**

**für Unfallchirurgie und
Orthopädie: CT**

**für Neurochirurgie:
MRT**

Trends

Die Struktur der radiologischen Versorgung tendiert immer mehr hin zu einer inter- und multidisziplinären sowie kooperativen Leistungserbringung vor Ort („Radiology on the Site“).

International werden bereits bauliche Lösungen für die möglichst wirtschaftliche Nutzung der teuren Großgeräte entwickelt. Dazu zählen unter anderem Modelle, wie sie an einigen Universitätskliniken in den USA bereits existieren, in denen die mobilen radiologischen Geräten in einem stringent geplanten Raumkonzept von 2 resp. 4 Raum OP-Sälen flexibel genutzt werden können („Quattro- OPs“, „Hybrid Suiten“). Eine solche effiziente Nutzung der Geräte setzt allerdings eine straffe Organisation und Terminplanung für die Operationssäle voraus. Ebenso ergeben sich dabei große Herausforderungen beim Hygiene-Management.

Neben den schnittbildgebenden Gerätesystemen werden in Zukunft auch nuklearmedizinische Bildakquisitions- Systeme intraoperativ einsetzbar sein. Dazu zählen vor allem SPECT- und PET-Technologien.

Zukunftstrend: mehrere OP-Räume „Hybrid-Suite“

2 resp. 4 Raum OP-Säle: straffe Terminplanung Voraussetzung

auch SPECT- und PET-Technologien

Anbieter

Hybrid-OPs bestehen aus unterschiedlichen Modulen. Bei den Ausstattern gibt es unterschiedliche Kooperationen zwischen Herstellern von Großgeräten (z.B. Philipps, Siemens, GE und Toshiba) und Produzenten von OP-Tischen (z.B. MAQUET, TRUMPF). Daneben gibt es auch vereinzelt Anbieter von Diagnostik und Therapiestraßen (z.B. Transumed), die ebenfalls als Gesamtausstatter von Hybrid-OP am Markt auftreten.

Die Ausführungen (z.B. nach Art und Anzahl der diagnostischen Geräte, interdisziplinärer Nutzung etc.) sind durch die geplante Nutzung determiniert, fertige „Modelle“ (Prototypen) müssen jedenfalls an die Nutzung angepasst werden.

Prototypen von Siemens und Philips am Markt, Adaptionen für spezifische Nutzung notwendig

2 Medizinische Nutzung

Theoretische Einsatzmöglichkeiten sind Hybrid-Eingriffe in jeder medizinischen Disziplin, also der Kardiologie/ Herzchirurgie, in der peripheren Gefäßchirurgie, in der Neurochirurgie und Orthopädie. Interdisziplinäre Nutzungen haben sich allerdings in der Praxis bisher nur in der Zusammenarbeit zwischen HerzchirurgInnen und KardiologInnen etabliert. Hybrid-OPs ermöglichen die Integration minimalinvasiver, kathetergestützter und klassischer OP-Technik in einem OP -Saal.

Die praktische Umsetzung der Nutzung des Hybrid-OP sieht in den einzelnen Kliniken sehr unterschiedlich aus und ist von Arbeitsorganisation, Kultur der Zusammenarbeit der Disziplinen Kardiologie und Herzchirurgie und vom Nutzungsauftrag geprägt.

Potential: alle Hybrid-Eingriffe in Medizin

Praxis: Kardiologie mit Herzchirurgie

2.1 Universitätsklinikum Klinikum Essen

Der Hybrid-OP in Essen wurde bereits 2004 (nach Planung seit 1997) errichtet und gehört von seiner Ausstattung her bereits zur 2. Generation. Er wird hier tatsächlich interdisziplinär verwendet, d.h. die KardiologInnen, HerzchirurgInnen und AnästhesiologInnen arbeiten gemeinsam. Neben dem medizinischen Personal sind KardiotechnikerInnen, etc. bei der OP präsent, d.h. ungefähr 6-10 Personen.

„Zusammenarbeit ist das Geheimnis des Erfolgs..... da Zusammenarbeit schwierig sein kann, ist die Kontinuität des Teams ein Schlüsselfaktor“ (Tsagakis, 12. März 2013/ Chirurg). Da in die Qualität der Zusammenarbeit kommunikativ investiert wurde, war die Lernkurve beim gemeinsamen Arbeiten steil.

Die Auslastung ist durch den Versorgungsauftrag determiniert: zeitnahen Notfalleingriffen wird grundsätzlich der Vorrang vor planbaren elektiven Eingriffen gegeben. Es werden täglich 2 Hybrid-Eingriffe durchgeführt, zusätzlich kommen ca. 2-3 Akuteingriffe pro Woche dazu. Etwa 10% aller PatientInnen und 17% aller Herzoperationen werden im Hybrid-OP behandelt bzw. durchgeführt. Derzeit ist der Hybrid-OP ein OP neben den 4 herkömmlichen Operationssälen. Dementsprechend sind Triage-Kriterien von Bedeutung: Die Therapieentscheidung zur Auswahl der PatientInnen findet in „Klappenkonferenzen“, statt.

Folgende Eingriffe werden am Klinikum Essen im Hybrid-OP durchgeführt:

- ✚ Aortenchirurgie: Akutes Aortensyndrom (akute Aortendissektion; Aortenruptur, traumatische Aortenerkrankung), komplexe Aortenchirurgie (Boden/ Descendens Aneurysma, chronische Aortendissektion); endovaskuläre Aortenintervention (Stentgraft Therapie),
- ✚ Aortenklappenerkrankung: Valvuloplastie, kathetergeführter Aortenklappenersatz/ TAVI

„Zusammenarbeit ist das Geheimnis des Erfolgs“

**Auslastung:
2 Eingriffe pro Tag (elektiv),
2 x pro Woche
Notfallversorgung**

interdisziplinäre chirurgische und kardiologische Eingriffe

- ✿ Periphere Gefäßerkrankung: Intraoperative/ postoperative Diagnostik ± endovaskuläre/ operative Intervention – nur bei zu erwartenden schweren Komplikationen
- ✿ Sonstige Lungenembolie, Herztransplantation, Rhythmuschirurgie

„PatientInnen, die deutlich älter und kränker sind, bekommen heute noch eine Behandlung, auch die Anzahl des konventionellen Aortenklappenersatzes hat zugenommen. Diese PatientInnen gehören damit zur Risikopopulation“ (Tzagakis, 12. März 2013/ Chirurg). Alle Akutfälle der Region werden nach Essen gebracht, es findet ein hohes Ausmaß an Konzentration statt. Dazu gehört auch eine 24h Hotline, die durch ein Aortenteam betreut wird.

Operationen an der thorakalen Aorta haben seit dem Hybrid-OP (2004-2012) um 74% zugenommen: diese PatientInnen wurde davor woanders behandelt. 39% aller Aortenoperationen wurden 2012 im Hybrid-OP durchgeführt. Das Ziel bei der Notfallversorgung von z. B. Aortendissektion ist, dass PatientInnen nach der Aufnahme nicht mehr verlegt werden.

Der Aortenklappenersatz hat in Deutschland seit Verfügbarkeit der perkutanen Aortenklappen (ca. 2007) stark zugenommen. Heute werden mehr als 30% aller Aortenklappen perkutan durchgeführt¹. „Die TAVI- Ergebnisse sind besser als erwartet, obwohl nicht Lebenszeitverlängerung bei TAVI das Kriterium ist, sondern Lebensqualität“ (Tzagakis, 12. März 2013/ Chirurg). Nach Erfahrung am Klinikum Essen sind ca. 75% der TAVI-Eingriffe problemlos, 20% mit Komplikationen vergesellschaftet und 5% „schwierig“. Die 30-Tages-Mortalität nahm von 11,4% (2005) auf 5,7% (2012) ab, die 1-Jahresmortalität von 21,2% (2005) auf 9,9% (2012) ab².

Die Vorteile des Hybrid-OP werden in Essen folgendermaßen beschrieben:

- ✿ Bei Akutversorgung: 50% Reduktion der Zeit bis Beginn der Behandlung (Essen-Konzept/ Hybrid Algorithmus),
- ✿ Minimierung des Interventions- und PatientInnenrisikos – vor allem bei multimorbiden PatientInnen,
- ✿ besseres und rascheres Komplikations-Management durch interdisziplinäre Zusammenarbeit: 2012 hatten 12,4% der PatientInnen Komplikationen bei Aortendissektion (allerdings sehr selten 2-3/1.000 EW),
- ✿ daraus folgend: bessere Therapieergebnisse bei Hochrisikoeingriffen,
- ✿ zusätzlich: effizienter Behandlungsablauf und Entwicklung neuer Therapiekonzepte.

Akutversorgung der Region wurde stark zentralisiert

Zunahme der Interventionen durch Zentralisierung der Notfallversorgung

sowie elektiv: TAVI

Vorteile:

raschere Notfallversorgung, Minimierung Patientenrisiko, Komplikationsmanagement, bessere Therapieergebnisse bei Hochrisiko

¹ Bekanntermaßen hat dazu die – im internationalen Vergleich – extrem gute Tarifierung einen bedeutenden Beitrag geleistet.

² Über Veränderungen beim Schweregrad des PatientInnenkollektivs wurde nicht diskutiert.

Die Nachteile werden folgendermaßen beschrieben:

- ✿ „Aufpassen muss man bei der Expansion der Gefäßchirurgie (Hauptschlagader, Aorta Descendens), die den Hybrid-OP nutzt, um hoch-risikoreiche Interventionen zu setzen“ (Tsagakis, 12. März 2013/ Chirurg), d.h. der Hybrid-OP forciert auch neue Therapieeinsätze und –möglichkeiten. Auch die interventionelle Radiologie mit Stentimplantationen wird möglicherweise dadurch zu immer risikoreicheren Eingriffen neigen,
- ✿ Die Angiografieanlage ist aufgrund der längeren Durchleuchtungszeiten auch eine Belastung für das Personal,
- ✿ um den OP-Tisch im Hybrid-OP optimal zu adjustieren, bedarf es längerer Zeit,
- ✿ auch dadurch kommt es zu einer höheren Strahlenbelastung (1,5 fach höher - Minimum, 2-3 fach höher - Maximum),
- ✿ bodenfixierte Angiografieanlage ist nur für Kontrolle bis Oberschenkel geeignet, nicht für Ganzkörperdurchleuchtung. Ein Zentral-Hybrid-OP müsste eine Ganzkörper-Angiografieanlage haben.

Nachteile:

Expansion in Hochrisiko-Eingriffe, Strahlenbelastung; Teilkörper- vs. Ganzkörperdurchleuchtung

2.2 LKH- Universitätsklinikum Graz

Der (2.) Hybrid-OP in Graz wurde 2010 in Betrieb genommen. Er wird nicht interdisziplinär im engeren Sinn genutzt, sondern in Absprachen zwischen Herzchirurgie und interventioneller Kardiologie ausgelastet. Die KardiologInnen nutzen den Hybrid-OP 1 Tag/ Woche. Laut Anweisung der Ärztlichen Direktion haben alle perkutanen Aortenklappen im Hybrid-OP durchgeführt zu werden. Bei Notwendigkeit (Komplikationen) eines offenen Eingriffs (nach perkutanen Interventionen) sind HerzchirurgInnen aber im „Stand-by“ und kommen jederzeit dazu.

Hybrid-OP im Management der Herzchirurgen; Kardiologen nutzen 1 Tag/ Woche

Im Grazer Hybrid-OP sind die KardiologInnen bei den HerzchirurgInnen „zu Gast“ und „treten als Bittsteller auf“ (Maier, 12. März 2013, Kardiologie), mieten sich also ein: Die Ausstattung wurde an dem Bedarf der ChirurgInnen orientiert.

vornehmlich chirurgische Eingriffe, kardiologische: 1 Tag pro Woche,

Der Grazer Hybrid-OP wird als weiterer Operationssaal ausschließlich für elektive Eingriffe genutzt. Folgende Eingriffe werden am Klinikum Graz im Hybrid-OP durchgeführt:

Katheterlabor wird an diesem Tag nicht benutzt

- ✿ Ausgewählte konventionelle (offene) Herzoperationen mit Bedarf nach Herz-Lungen-Maschine: Bypass, Klappenersatz,
- ✿ Kinderkardiologie: bei perkutanen Pulmonalklappen,
- ✿ MitralClip-Implantationen,
- ✿ Implantation von CRT/ ICD Geräten,
- ✿ Gefäßchirurgische Operationen,
- ✿ TAVI insb. bei dem risikoreicheren transapikalem, transsubclaviculärem und transaortalem Zugang, transfemorale TAVI nur wenn Komplikationen zu erwarten sind: Versagen des Gefäßver-

perkutaner Klappenersatz/ TAVI nur in Hybrid-OP

voraussichtlich Ausweitung dieser Interventionen

schlussystems, Perikarderguss, AV-Block III mit Bedarf nach permanentem Schrittmachen,

- ✿ Hybrid-Eingriffe in der Interventionellen Radiologie (Bypass mit Stentimplantation, TAA mit Stentimplantation),
- ✿ NICHT: Rythmologie: Katheterablation, auch nur bedingt bei Rythmuschirurgie.

Die Auswahl der PatientInnen für offenen oder perkutanen Aortenklappenersatz findet in einer gemeinsamen interdisziplinären Aortenklappen-Konferenz statt.

Auch in Graz findet für perkutane Eingriffe ein Zuzug (vornehmlich aus Kärnten) statt. Der Anteil der TAVIs an allen Aortenklappen beträgt 10% und „wird sicher noch zunehmen“ (Maier, 12. März 2013, Kardiologe). Die Konsequenz des Hybrid-OP auf die Auslastung des bestehenden Katheterlabors ist, dass dieses an einem Tag pro Woche nicht genutzt wird, da es mit dem Hybrid-OP nicht zu einer Ausweitung der Personalressourcen kam.

Die Vorteile werden für Graz folgendermaßen beschrieben:

- ✿ Chirurgischer Stand-by bei kardiologischen Interventionen (mit Support durch HLM/ Herz-Lungen Maschine),
- ✿ chirurgischen PatientInnen kann Transport in Herzkatheter-Labor erspart werden,
- ✿ bei ca. <10% der kardiologischen PatientInnen bringt der Hybrid-OP eindeutige medizinische Vorteile.

Die Nachteile werden aus der Sicht der Kardiologen (Maier, 12. März 2013, Kardiologe) folgendermaßen beschrieben:

- ✿ OP-Tisch nicht „schwimmend“, nicht flexibel,
- ✿ Angiografie-Monitore in größerer Entfernung als im Herzkatheter-Labor, daher schlechtere Bildqualität,
- ✿ Katheteranlage ist schwerfällig im Hybrid-OP,
- ✿ Kathetermaterialien sind nicht zur Gänze im Lager vorhanden,
- ✿ Strahlenbelastung für PatientIn und Personal (insb. AnästhesistInnen) beträgt mind. das 1,5 fache der Strahlenbelastung in Katheterlabors,
- ✿ „Der Hybrid-OP ist ein vollwertiger Operationssaal, aber kein vollwertiges Herzkatheterlabor“ (Maier 12. März 2013, Kardiologe),
- ✿ bei organisatorischer Zuteilung zu einer Disziplin (Herzchirurgie) ergibt sich eine ungleiche Zuteilung für die einzelnen Disziplinen: „Partner des „Heart-Teams“ sollten in der Nutzung des Hybrid-OP gleichberechtigt sein. Der Hybrid-OP wird auch die perkutanen Interventionen forcieren, da sie ein einheitliches Vorgehen ermöglichen. Der Hybrid-OP ist nur eine Kompromisslösung auf dem Weg zur Hybrid-Suite“ (Maier, 12. März 2013, Kardiologe).

Vorteile:

Chirurgischer Stand-by (Minimierung Patientenrisiko, Komplikationsmanagement); Reduktion von Patienten-Transporten

Nachteile:

Ausstattung an Chirurgen orientiert (OP-Tisch, Entfernung der Monitore, Schwerfälligkeit der Angiografie; Verfügbarkeit von Kathetermaterial), Strahlenbelastung

interdisziplinäre Nutzung setzt „Partnerschaft“ in Organisation und Management voraus

2.3 Klinik für Herzchirurgie Karlsruhe

Die Rhön-Klinikum AG, Bad Neustadt/Saale betreibt in Karlsruhe ein Herzzentrum ohne Kardiologie. Das Klinikum fing 1995 mit 3 Operationssälen für 900 PatientInnen-Eingriffe an und hat heute 2.400-2.500 PatientInnen. Es besteht ein fachlicher Austausch mit dem Leipziger Universitäts-Herzzentrum, wo auch intensiv an/mit TAVI (Edwards-Klappen) geforscht wird. In Deutschland werden bereits mehr als 30% aller Aortenklappen perkutan durchgeführt (vgl. Fußnote weiter oben). Heute hat sich die Klinik für Herzchirurgie Karlsruhe auch auf Hybrid-Eingriffe (Anlage von Philips) spezialisiert.

Das Leistungsspektrum der Klinik für Herzchirurgie Karlsruhe hat sich in den letzten Jahren deutlich zugunsten von minimal-invasiven perkutanen Eingriffen verändert, vor allem auch an älteren, häufig multimorbiden PatientInnen.

Kooperiert wird bei den TAVI-Prozeduren mit den Kardiologien der beiden großen Karlsruher Allgemein-Krankenhäusern, Städtisches Klinikum und St. Vincentius-Kliniken.

Herzzentrum ohne Kardiologie

Leistungsverschiebung in Hybrid-Eingriffe

Tabelle 2.3-1: Leistungsspektrum Klinik für Herzchirurgie

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Bypass-Chirurgie mit Herz-Lungenmaschine | 805 | 993 | 992 | 904 | 779 | 811 | 759 | 579 | 566 | 478 | 518 | 557 |
| Bypass-Chirurgie ohne Herz-Lungenmaschine | 491 | 141 | 150 | 273 | 244 | 266 | 293 | 266 | 302 | 270 | 197 | 88 |
| Kombinationseingriffe (Bypass+Herzklappe) | 203 | 237 | 226 | 242 | 243 | 248 | 229 | 191 | 173 | 181 | 179 | 164 |
| Aortenklappen, isoliert (konventionell) | 187 | 159 | 178 | 200 | 193 | 216 | 248 | 258 | 221 | 192 | 175 | 167 |
| minimalinvasive Aortenklappen-Implantation | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 91 | 232 | 285 | 294 | 361 |
| Mitralklappen, isoliert (konventionell) | 60 | 55 | 57 | 59 | 58 | 78 | 24 | 17 | 25 | 15 | 17 | 11 |
| Mitralklappen, isoliert (minimalinvasiv) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 | 77 | 84 | 114 | 96 | 92 |
| Andere Klappeneingriffe (konventionell) | 25 | 30 | 34 | 28 | 53 | 60 | 34 | 22 | 25 | 29 | 44 | 26 |
| Andere Klappeneingriffe (minimalinvasiv) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 14 | 12 | 18 |
| Aortenchirurgie | 40 | 55 | 59 | 53 | 69 | 45 | 94 | 90 | 87 | 76 | 77 | 73 |
| Schrittmacher-Implantation | 243 | 352 | 363 | 399 | 461 | 456 | 370 | 370 | 387 | 427 | 450 | 441 |
| Defibrillator-Implantation | 122 | 132 | 190 | 228 | 254 | 190 | 205 | 191 | 165 | 138 | 224 | 203 |
| Sonstige Eingriffe | 239 | 426 | 284 | 265 | 236 | 137 | 288 | 394 | 372 | 422 | 529 | 558 |
| OP gesamt | 2455 | 2580 | 2533 | 2651 | 2590 | 2507 | 2590 | 2551 | 2644 | 2641 | 2.812 | 2.759 |

- ✚ In einem Hybrid-OP sind wesentliche (kritische) Ausstattungselemente unter Koordinierung der Nutzer/ Nutzungsbedürfnisse (in genauer Kenntnis des Leistungsportfolio) zu planen (vgl. dazu Kap 3 planungsrelevante Aspekte).

3 Planungsrelevante Aspekte

Raumkonzept und bauliche Anforderungen

Die Einrichtung eines Hybrid-OP ist in planerischer und baulicher Hinsicht eine große Herausforderung: Bei der Raumplanung müssen neben den Anwendungen (Positionierung des OP Personals) auch die Auswahl der diagnostischen Geräte, die Wahl des OP-Tisches, die Beleuchtung und die Belüftung berücksichtigt werden. Das Raum- und Nutzungskonzept wird durch die lokalen Bedingungen geprägt und lässt sich nicht normieren.

Hybrid-OPs haben einen größeren Flächenbedarf als konventionelle Operationssäle. Die erforderliche Größe ist in erster Linie abhängig von der Anlage, die eingesetzt werden soll. Für MRT und CT werden mindestens 80 qm und für Herzkatheteranlagen mindestens 60 qm empfohlen. Eingeplant werden muss auch ein Raum für Technik und Klima sowie einer für die Einschleusung der PatientInnen (Herrmann, 2012, S. 52).

Zu berücksichtigen ist auch, dass die diagnostischen Geräte eine veränderte Anordnung des OP Personals mit sich bringen. Eine organisatorische Analyse des Workflows vor Planung des Hybrid-OP ist daher empfehlenswert.

Monitore und deckenmontierte Angiografiegeräte führen zu veränderten Luftströmen, was wiederum ein geändertes Hygienemanagement erfordert. Hier gilt es gesetzliche Normen (ÖNORM) und landesspezifische Richtlinien zu berücksichtigen.

Die Entscheidung, ob einem deckenmontierten oder bodenmontierten Angiografiegerät der Vorzug zu geben ist, hängt vor allem vom geplanten Einsatz ab. So können z.B. mit einem bodenmontierten Gerät keine peripheren Gefäßeingriffe durchgeführt werden, da eine angiografische Kontrolle nur bis zum Oberschenkel möglich ist. Decken- bzw. Bodenverstärkungen sind in der Regel erforderlich.

Die Länge der Planungs- und Bauzeit wird von vielen Faktoren beeinflusst. Im Herzzentrum Karlsruhe wurde der Hybrid-OP in der kurzen Zeit von 15 Monaten geplant und im bereits bestehenden Gebäudekomplex errichtet.

Es empfiehlt sich bei Krankenhausneubauten die Möglichkeit einer späteren Einrichtung eines oder mehrerer Hybrid-OPs zu berücksichtigen.

Medizintechnische und sonstige Einbauten bzw. Geräte

Die Herausforderung bei der Errichtung eines Hybrid-OP besteht in der Koordination hinreichend beschriebener und bewährter Lösungen aus den Bereichen Diagnostik und chirurgischer Intervention. Die gelieferten Systemkomponenten müssen in der Regel angepasst und modifiziert werden. Bei der Geräteausstattung des Herz- Hybrid- OPs im LKH-Universitätsklinikum Graz wurden jene Geräteanbieter (Philips für die Herzangiografie, Maquet für den OP-Tisch) ausgewählt, die bereits in den anderen Herzkatherlabors bzw. anderen OPs vertreten waren, um geräte-logistisch uniform zu sein. (Pizzera 12.3.2013, KAGes, Leitung Medizintechnik).

planerische und bauliche Herausforderung

Nutzungskonzept wichtig

großer Raumbedarf

arbeitsorganisatorische Veränderungen

Hygienemanagement

technische Richtlinien (ÖNORMEN)

Boden oder Deckenkonstruktionen (Statik !) – bedeutsam für Nutzungspotential

frühe Berücksichtigung in Planung bei Neubauten

für Detailplanung: Anforderungsprofil erstellen,

Ausstattung an chirurgischem und kardiologischem Bedarf

Geräteanbieter: v. „vertraute“ Geräte einfacher für Umstellung

Voraussetzung für eine erfolgreiche Planung ist ein detailliertes Anforderungsprofil (Pflichten/ Lastenheft). Es sollte bereits im Vorfeld geklärt werden, welche Eingriffe mit welchen Teams in welcher Zahl im Hybrid-OP erbracht werden sollen.

Hybrid-OPs sind entweder mit „normalen“ OP Tischen oder mit Angio-Tischen („schwimmenden“ Tische) ausgestattet. Normale OP Tische sind für KardiologInnen „gewöhnungsbedürftig“ (Maier, 12.3.2013, Kardiologie). Die Einstellung der Geräte ist schwieriger, dauert länger und bringt damit eine höhere Strahlenbelastung mit sich.

Komponenten, die für den Betrieb eines Angio-Hybrid-OP benötigt werden (Herrmann, 2012):

- ✿ Decken-/Bodenkonstruktion (Angiografiegerät am Boden oder an der Decke, in Abhängigkeit ob Ganzkörperdurchleuchtung für die Nutzung notwendig ist),
- ✿ Kompletter Katheterplatz mit entsprechenden Rechnern und Kardiotechnik,
- ✿ Beleuchtung,
- ✿ IT (KIS, RIS, MIS, PACS),
- ✿ Monitorrampel,
- ✿ OP Tisch bzw. „schwimmender Tisch“,
- ✿ Reinluft/Klima (turbulenzarme Verdrängungslüftung),
- ✿ Strahlenhygiene,
- ✿ Systemlösung,
- ✿ Ultraschall,
- ✿ Überwachung/Monitoring,
- ✿ Herz-Lungen-Maschine,
- ✿ Entsprechende Arbeitsmaterialien im Lagerraum.

Einzelkomponenten

Hygiene

Hybrid-OPs erfordern ein großes Lüftungsfeld über dem OP-Tisch. Dies bringt eine Herausforderungen für die Beleuchtung sowie die Platzierung der Monitore und des Angiografiegeräts mit sich.

Angiografiegeräte, die an Deckenschienen hängen, beeinträchtigen die OP Lüftung, Forderungen nach einer turbulenzarmen Verdrängungsströmung (TAV) müssen Berücksichtigung finden. Ebenso berichten die Anwender von Problemen bei der Erfüllung von Hygieneanforderungen in Bezug auf die Schienen der deckenhängenden Angiografiegeräte.

Wahl von Boden oder Deckenkonstruktionen auch für Hygiene (Belüftung) und Beleuchtung bedeutsam

Strahlenbelastung

Die Strahlenbelastung ist ein ernstzunehmendes Problem in Hybrid-OP. Vor allem das Anästhesiepersonal ist einer hohen „Streustrahlung“ ausgesetzt (Lauinger, 12.3.2013, Technischer Leiter). Die Abschirmung mit fahrbaren Trennwänden funktioniert nicht zufriedenstellend. „Der Strahlenschutz ist noch nicht gelöst“ (Lauinger, 12.3.2013, Technischer Leiter). Auch laut Maier 12.3.2013, Kardiologie) ist die Strahlenbelastung im Hybrid-OP aufgrund der längeren Einstellungszeit des Gerätes höher als in einem Herzkatheterlabor.

Streustrahlung vor allem für Anästhesiepersonal belastend

individuelle Dosimeter für MitarbeiterInnen

In der Herzklinik Karlsruhe werden die MitarbeiterInnen mit individuellen Zählern („Dose aware“-System mit Ampelfunktion) ausgerüstet. Damit lässt sich die persönliche Strahlenbelastung überprüfen und erlaubt den MitarbeiterInnen ihre Position selbst laufend zu optimieren. Standardüberwachungen mit Filmdosimeter unter der Arbeitskleidung sind laut Lauinger weniger geeignet, da die Belastung erst im Nachhinein realisiert wird.

Optimierter Workflow

Am Universitätsklinikum Essen hat die Errichtung und interdisziplinäre Nutzung des Hybrid-OP zu einer engen Kooperation zwischen HerzchirurgInnen und interventionellen KardiologInnen geführt. Das hatte laut Tsagakis ein besseres Komplikations-Management und einen effizienteren Behandlungsablauf zur Folge. Durch die kontinuierliche Zusammenarbeit des „Hybrid-Teams“ konnte der Workflow in einem Lernprozess optimiert werden: jede/r MitarbeiterIn hat heute Ihren/seinen Platz mit direktem Zugriff auf die benötigten Geräte, Materialien und Instrumente.

Schulungsbedarf gab es v.a. bezüglich der Handhabung der neuen Geräte und gemeinsamer Hygienestandards für unterschiedliche Fachdisziplinen.

gemeinsames Lernen im interdisziplinären Team fördert auch die Optimierung und das Verständnis

Personaleinsatz und -bedarf

Die Frage nach dem Personaleinsatz hängt von der Art der geplanten Nutzung des Hybrid-OPs ab. Im Fall Essen wurde hier ein zusätzliches Team aufgebaut, das den Hybrid-OP für 2 elektive Eingriffe pro Tag nutzt und flexibel auf Notfälle eingestellt ist (2-3 pro Woche). Im Herzklinikum Karlsruhe ist der zusätzliche Hybrid-OP mit 3 bis 4 elektiven Operationen pro Tag (5 Tage pro Woche) ausgelastet.

In Graz wurde der Hybrid-OP als zusätzlicher Operationssaal für die Herzchirurgie erstellt. In einer Art „Time Sharing Modell“ steht er an einem Tag pro Woche den KardiologInnen für Aortenklappen-Operationen zur Verfügung. In den Zeiten, in denen der Hybrid-OP genutzt wird, werden andere Einrichtungen (OP bzw. Herzkatheterlabor) nicht genutzt. Unter dieser Voraussetzung sind keine zusätzlichen Personalkapazitäten erforderlich.

Im Hinblick auf die Umbaumaßnahmen an der Abteilung für Chirurgie am Uniklinikum Graz konnten damit Ausweichmöglichkeiten für die Bauphase geschaffen und Engpässe vermieden werden. In Karlsruhe hatte man in der Umstellungsphase keine Gelegenheit neues Personal zu rekrutieren. „Normale“ OP Schwestern wurden angelernt, das Angiogerät zu betätigen. In der Regel ist zumindest mit dem Bedarf an einer/einem zusätzlichen RadiologietechnologIn zu rechnen.

**2 Konzepte:
zusätzliches interdisziplinäre Team aufbauen
oder
mit bestehenden Personalressourcen arbeiten**

in Umbauphase müssen Engpässe vorausgedacht werden

W. Gross-Fengels gibt eine Aufstellung von Personalressourcen, die für einen Herz-Hybrid-OP vorzusehen sind:

**mit zusätzlichem
Personal ist zu rechnen**

- ✿ Ärztin/Arzt Fachkunde Interventionelle Radiologie (Bestandschutz),
- ✿ Ärztin/Arzt qualifiziert in operativen Techniken,
- ✿ Ärztin/Arzt qualifiziert in Kathetertechniken,
- ✿ Röntgen-Assistenz,
- ✿ OP-Schwester,
- ✿ Anästhesie Ärztin/Arzt,
- ✿ Anästhesie Pflege,
- ✿ alle im Raum beruflich strahlenexponiert: Unterweisung, ärztl. Untersuchung, Dosimeter etc.

4 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit eines Hybrid-OP hängt von vielen Faktoren ab, die bereits im Vorfeld geklärt werden sollten. Bei der Berechnung der Amortisationszeit stellt sich die Frage, welche Kosten einbezogen werden. Herrmann (2012, S. 52 f.) stellt dazu in den Tabellen 1 und 2 eine Kalkulation am Beispiel einer kleinen bis mittelgroßen Klinik auf Basis des deutschen DRG-Abrechnungssystems an.

Amortisationszeit:

Rechenbeispiel

Tabelle 4.-1: Erlössituation, Amortisationsberechnung anhand einer kleinen bis mittelgroßen Klinik

| DRG | | Vergütung (€) | Kosten für Implantate (€) | Kosten OP Nutzung (€) | Erlöse / Eingriff (€) | geschätzte Hybrid Prozeduren/Jahr | Erlös d. Prozeduren/Jahr (€) |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| F51A | Endovaskuläre Implantation von Stent-Prothesen an der Aorta, thorakal | 24.000 | 15.000 | 3.000 | 6.000 | 60 | 360.000 |
| F51B | Endovaskuläre Implantation von Stent-Prothesen an der Aorta, nicht thorakal | 15.000 | 8.000 | 3.000 | 4.000 | 60 | 240.000 |
| F98Z | TAVI – transfemorale & transapikal | 34.000 | 18.000 | 3.000 | 13.000 | 60 | 780.000 |
| F01D | Neuimplantation Kardioverter / Defibrillator (AICD), Ein-Kammer-Stimulation, mit zusätzlichem Herz- oder Gefäßeingriff | 19.000 | 10.000 | 3.000 | 6.000 | 200 | 1.200.000 |
| | | 92.000 | 51.000 | 12.000 | 29.000 | 380 | 2.580.000 |

Tabelle 4.-2: Amortisationszeitraum, Amortisationsberechnung am Beispiel einer kleinen bis mittelgroßen Klinik

| DRG | | Erlös d. Prozeduren/Jahr (€) | Kosten d. stationären Versorgung/Jahr (€) | Erlös/Jahr (€) | Abschreibung/Jahr (€) | Ergebnis/Jahr (€) | Amortisation= Invest / Erlös (Jahre) € |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------------|
| F51A | Endovaskuläre Implantation von Stent-Prothesen an der Aorta, thorakal | 24.000 | 432.000 | -72.000 | 375.000 | | |
| F51B | Endovaskuläre Implantation von Stent-Prothesen an der Aorta, nicht thorakal | 15.000 | 432.000 | -192.000 | | | |
| F98Z | TAVI – transfemorale & transapikal | 34.000 | 240.000 | 540.000 | | | |
| F01D | Neuimplantation Kardioverter/ Defibrillator (AICD), Ein-Kammer-Stimulation, mit zusätzlichem Herz- oder Gefäßeingriff | 19.000 | 270.000 | 930.000 | | | |
| | | 2.580.000 | 1.374.000 | 1.206.000 | 375.000 | 831.000 | 2,5 |

Die Gesamtinvestitionskosten für einen Angio-Hybrid-OP werden von ExpertInnen mit rund 3 Millionen Euro (rund 2 Millionen für die Geräte und 1 Million für die Infrastruktur) beziffert. Die Geräte werden über acht Jahre abgeschrieben, die Baukosten über 20 Jahre.

Im laufenden Betrieb fallen Kosten für die Wartung des Großgeräts, den erhöhten Energiebedarf sowie Kosten für zusätzliches radiologisches Personal an. Die zeitgleiche Präsenz von ÄrztInnen unterschiedlicher Fachgruppen kann sich ebenfalls in den Personalkosten niederschlagen.

Für eine Wirtschaftlichkeitsbewertung sind die notwendigen Investitionen in Relation zu den zu erwartenden Einnahmen zu setzen. Für einen privaten Krankenhausbetreiber wie die Klinik für Herzchirurgie Karlsruhe, die in einem marktwirtschaftlichen Umfeld agiert, ist diese Rechnung relativ einfach anzustellen. Durch die Ausweitung des Leistungsspektrums zum minimal invasiven Herzklappenersatz konnte die Klinik zwischen 2007 und 2010 die Gesamtzahl der Herzoperationen von insgesamt 2.590 auf 2.641 steigern. Im Jahr 2010 betrug die Zahl der minimal invasiven Aortenklappen Implantationen 285.

Für eine wirtschaftliche Gesamtbeurteilung sind auch die Opportunitätskosten zu berücksichtigen. Sollte aufgrund von begrenzten Personalkapazitäten während der Nutzungszeiten des Hybrid-OS andere Einrichtungen (Operationssäle, Herzkatheterlabors, CT- und MRT-Geräte) leer stehen bzw. unbenutzt bleiben, sind diese Kosten ebenfalls in Betracht zu ziehen.

Ob die vermehrte Durchführung von minimal invasiven Eingriffen zu gesamtwirtschaftlichen Einsparungen (wie etwa kürzere Liegedauern, niedrigere Infektionsraten, geringerer Medikamenteneinsatz etc..) führt, konnte im Rahmen dieser Überblicksarbeit nicht geklärt werden.

Laut Großgeräteplan des Österreichischen Strukturplans Gesundheit (ÖSG 2012, S. 116) werden zur Berechnung des Bedarfs für medizintechnische Großgeräte folgende Richtwerte in Bezug auf Einwohnerzahl und Erreichbarkeit herangezogen.

Tabelle 4.-3: Großgeräteplan des Österreichischen Strukturplans Gesundheit

| Gerätegruppe/Verfahren | Erreichbarkeit (in Minuten) | Einwohnerrichtwerte (Bereiche) |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Computertomographie (CT) | 30 | 30.000–50.000 |
| Magnetresonanztomographie (MR) | 60 | 70.000–90.000 |
| Coronarangiographie (COR) ** | 60 | 200.000–300.000 |
| Strahlentherapie (STR) | 90 | 100.000–140.000 |
| Emissions-Computer-Tomographie (ECT)* bzw. ECT-CT | 45 | 80.000–100.000 |
| Positronen-Emissions-Tomographie (PET) bzw. PET-CT | 60 | 300.000–400.000 |

Neben diesen Richtwerten finden auch noch andere Faktoren, wie etwa Krankenhaus-spezifische Leistungsspektren, die Geräteauslastung, Vorhaltenotwendigkeiten für Akutfälle u.a. Berücksichtigung. Sogenannte Funktionsgeräte, die ausschließlich intraoperativ eingesetzt werden, sind von der Bedarfsprüfung im Rahmen des Großgeräteplans ausgenommen. Die Widmung als ausschließliches Funktionsgerät ist im Einzelfall nachzuweisen.

Investitionskosten:
3 Mio €
Abschreibung Geräte:
8 J
Baukosten 20 J

Wirtschaftlichkeitsbewertung: Ausweitung des Leistungsspektrums mit teuren (lukrativen) Leistungen

Opportunitätskosten

Gesamtwirtschaftliche Einsparungen

ÖSG und Großgeräteplan

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Hybrid-OP-Räume sind mit erheblichen Investitionen verbunden, deren Realisierung am ehesten in funktionierenden interdisziplinären Zentren Sinn machen dürfte.

Die vielfältigen Behandlungsverfahren, die interdisziplinäre Zusammenarbeit, die Möglichkeiten der minimal invasiven Eingriffe, die verbesserte Eingriffsqualität sowie die mögliche Zeitersparnis in Notfall-Situationen sind Argumente für die Einrichtung eines Hybrid-OP. Das Hauptargument liegt wohl bei den Vorteilen, die eine funktionierende interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Fachbereichen, wie z.B. KardiologInnen und HerzchirurgInnen, mit sich bringen kann.

Hybrid-OP müssen allerdings gut geplant sein, um eine rasche Amortisation der hohen Investitionskosten zu rechtfertigen. Hybrid-OP, die nur in einem eingeschränkten Maße durch die verschiedenen Fachdisziplinen genutzt werden und schlecht bzw. nur mit konventionellen Eingriffen ausgelastet sind, werden sich nicht rechnen. Führt die Errichtung eines zusätzlichen Hybrid-OP zu Leerständen in anderen OP oder Herzkatheterlabors, dann ist die Wirtschaftlichkeit der Einrichtung ebenfalls zu hinterfragen.

Das Krankenhausmanagement sollte klare Indikationskataloge (Triage-Kriterien und -pfade) für die differenzierte Nutzung des Hybrid-OP vorgeben, um nicht gerechtfertigten Einsatz des Hybrid-OP zu vermeiden. Hygieneansprüche, medizinische Bedürfnisse und Sicherheitsfragen geben neben der Wirtschaftlichkeit die ideale Gestaltung des Hybrid-OP vor. Klare Zuständigkeiten mit einem umfassenden Schulungskonzept sind die Voraussetzung für die Funktion eines derartigen HighTech-Zentrums.

Eine Ausweitung hin zu Hochrisiko-Eingriffen an hochbetagten und multimorbiden PatientInnen ist jedenfalls – ethisch wie medizinisch - zu hinterfragen.

erhebliche Investitionen: gute Planung und interdisziplinäre Nutzung Voraussetzung, Kultur der Zusammenarbeit

Vorteile bei Notfällen Auslastung mit konventionellen Eingriffen: ineffizient

Nutzung planen: klare Indikationskataloge (Triage-Kriterien und -pfade), Hygiene und Strahlenschutz planen,

Ausweitung hin zu Hochrisiko-Eingriffen überdenken

6 Quellen

Die vorliegende Bericht fasst die 4 Vorträge zum Hybrid-OP zusammen. Die Vorträge wurden am 12. März 2013 am LBI-HTA gehalten:

Der Hybrid-OP aus medizinischer Perspektive

- ✿ am Universitätsklinikum Graz: Dr. *Robert Maier*
- ✿ am Universitätsklinikum Essen: Dr. *Konstantinos Tsagakis*

Der Hybrid-OP aus der Perspektive der Planung und des Einkaufs

- ✿ am Universitätsklinikum Graz: Dr. *Rudolf Pizzera*
- ✿ am Herzzentrum Karlsruhe: DI *Andreas Lauinger*

Gross-Fengels, W. (o.J.); Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Asklepios - Klinik Harburg/ Gefäß Centrum Hamburg (GCH); Power Point Präsentation http://www.drg-apt.de/aptcms/cms/download.php?cat=20_Veranstaltungen&file=B-Hybrid-OP-Gross-Fengels.pdf, Zugriff 19.3. 2013.

Herrmann, R.; Neueste Technik auch für kleine Krankenhäuser, in *KU Gesundheitsmanagement 2/2012*.

ÖSG 2012; Bundesministerium für Gesundheit, Gesundheit Österreich GmbH; Österreichischer Strukturplan Gesundheit; 2012.

http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/1/0/1/CH1071/CMS1136983382893/oesg_2012_gesamt_inkl_matrizen.pdf, Zugriff 25.3. 2013.