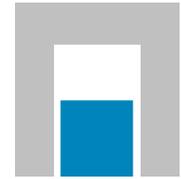


Arbeitstagung für Maschinenwesen

Sanierung der Wärme- und Dampfversorgung im Klinikum der Universität München, Großhadern

Erfahrungsberichte

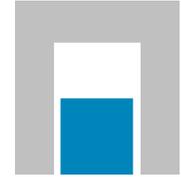
- **Entwicklung Versorgungskonzept für Wärme- und Dampfversorgung**
- **Hydraulische Einbindung des Biomasse-Dampfes**
- **Umgang mit der Schadstoffbelastung bei der Sanierung**



Kurzvorstellung Ingenieurbüro Rögelein

Leistungsspektrum

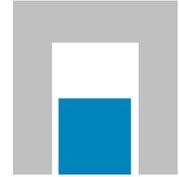
- ▶ **Planung von Energieerzeugungs- und Verteilungsanlagen**
- ▶ **Planung von KWK- und KWKK-Anlagen**
- ▶ **Optimierung und Modernisierung von Heizwerken**
- ▶ **Hydraulische Netzberechnungen**
- ▶ **Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen**
- ▶ **Innovative Anlagenkonzepte**
- ▶ **Regenerative Energiesysteme**
- ▶ **Planung von Sonderprojekten**
- ▶ **Machbarkeitsstudien**
- ▶ **Chance – Risiko – Analysen**



Kurzvorstellung Ingenieurbüro Rögelein

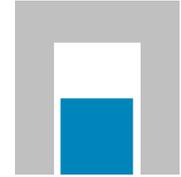
Auszug aus unseren Referenzen (mehr unter www.roegelein-partner.de)

- ▶ **Neubau der Energiezentrale im Helmholtz Zentrum München, Neuherberg**
- ▶ **Erweiterung der Absorptionskälteanlage zur Ausnutzung der BHKW-Koppelwärme am Flughafen München**
- ▶ **Teilsanierung der Fernwärmeversorgung am Campus Weihenstephan der Technischen Universität München**
- ▶ **Grundwasser-basierte Gebäudebeheizung und –kühlung des Landesamtes für Finanzen in Landshut**
- ▶ **Energieversorgungskonzept zur Wärme-, Kälte-, Eigenstrom- und Druckluftherzeugung für den Neubau einer PSL-Fabrik in Kaufbeuren**
- ▶ **Sicherheitstechnische Modernisierung des Heizkraftwerkes der Technischen Universität München in Garching**
- ▶ **Sanierung der Heizzentrale Süd am Fliegerhorst Erding im laufenden Betrieb**
- ▶ **Erweiterung der Versorgungszentrale am Flughafen München**
- ▶ **Gasversorgung für Neubau des Spediteursgebäudes am Flughafen München**



Erfahrungsberichte

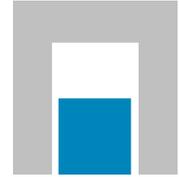
- **Entwicklung Versorgungskonzept für Wärme- und Dampfversorgung**
- **Hydraulische Einbindung des Biomasse-Dampfes**
- **Umgang mit der Schadstoffbelastung bei der Sanierung**



Klinikum der Universität München - Großhadern



- ▶ **Klinikumgelände
ca. 70 Hektar
(inkl. Institute)**
- ▶ **NF ca. 146.600 m²**
- ▶ **BGF ca. 292.500 m²**
- ▶ **1.200 Betten**
- ▶ **28 Operationssäle**
- ▶ **Inbetriebnahme 1977**
- ▶ **3.000 Bedienstete
(140 für die Technik)**
- ▶ **Gesamtluftmenge
1,2 Mio m³/h**
- ▶ **Energiekosten 2007
3,8 Mio € Strom
2,8 Mio € Fernwärme
1,8 Mio € Gas**



Veranlassungen für die Sanierung der Wärme- und Dampfversorgung

- ▶ Technisch verbrauchte Anlagentechnik der Energieerzeugung (Wärmeversorgung und Dampferzeugung 30 Jahre alt)
- ▶ Nichteinhaltung der Abgaswerte nach TA Luft / BImSchG bei den Dampfkessel
→ drohende Stilllegung durch das RGU
- ▶ Umbau des Fernwärme-Direktanschlusses auf mittelbaren Anschluss mit Neuordnung der Netzumwälzung und Druckhaltung sowie Absenkung des Betriebsdruckes, Einbindung von Abwärme aus Dampf- / Kondensatwirtschaft
- ▶ Erfordernis der Ertüchtigung der 26 Unterstationen gemäß den aktuellen Anforderungen nach EnEV und BetrSichV (< 110°C)
- ▶ Sicherstellung der Versorgung der Neubauten
 - OP-Zentrum und
 - Demenz-Zentrum



Gebäude-
leittechnik

Notstrom-
versorgung

Brandschutz-
Konzept

Contracting-
Überlegungen



Ausbaukonzept
Liegenschaft

Bestands-
Dokumentation

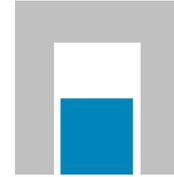
Schadstoff-
Belastung

**Sanierung
Dampf / Wärme**

Trinkwasser-
Hygiene

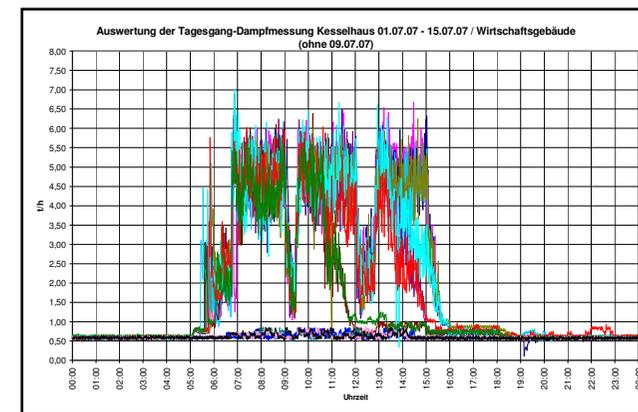
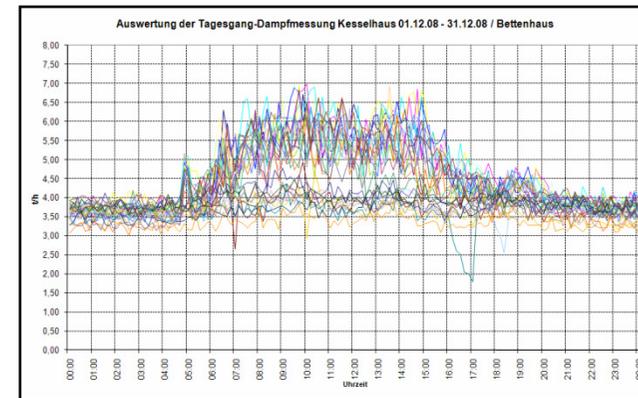
Sanierung
Großkälte

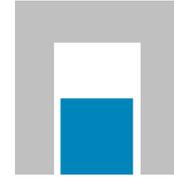
FAZIT: Übergreifendes Technisches Gesamtkonzept bei ver-
gleichbaren Bestandsanlagen empfehlenswert (z.B. LAK)!



Vorgehensweise für die Sanierung der Wärmeversorgung

- ▶ Bauantrag „Fluch der ersten Zahl“
- ▶ VOF-Verfahren mit Beauftragung des Ingenieurbüro Rögelein, München
- ▶ Erfassung des Bestandes vor Ort (Aufwand ca. 750 Mannstunden!)
- ▶ Analyse der IST-Verbrauchsdaten
- ▶ Prognose des künftigen Verbrauchs (z.B. Neubau OP-Zentrum)
- ▶ Entwicklung von Versorgungskonzepten für Wärme und Dampf
- ▶ Wirtschaftlicher und Ökologischer Vergleich der betrachteten Versorgungskonzepte





Ausgangssituation der Energieversorgung

Heizung und Trinkwarmwasserbereitung

(Anschluss an Fernwärmenetz SWM)

- ▶ Direkter Anschluss an Netz Sendling
(125 - 80°C t_{VL} , 50°C t_{RL})
- ▶ Anschlusswert: ca. 17 MW
- ▶ Verbrauchsmenge: ca. 42.200 MWh/a

Dampferzeugung mittels 3 Stück

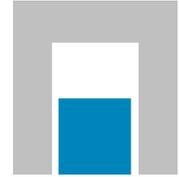
Erdgas- / HEL-befuerter Dampferzeuger

- ▶ Installierte Leistung:
2 x 6,0 MW_{Nenn}, 1 x 12,0 MW_{Nenn}
- ▶ Dampfleistungsbedarf: ca. 8,5 MW
- ▶ Verbrauchsmenge: ca. 32.455 MWh/a
- ▶ Dampfdruck 8 ... 13 bar(ü)



Dampfversorgung für

- ▶ Sterilisation
- ▶ Luftbefeuchtung RLT-Anlagen
(ca. 1.000.000 m³/h)
- ▶ Wäscheverteilzentrum und Küche
- ▶ Laboratorien
- ▶ Besicherung der Heizwärme



Randbedingungen für die Versorgungskonzepte

- ▶ Landtagsbeschluss Drucksache 14/5814 (vom 15.02.2001)

„In staatseigenen Gebäuden Kraft-Wärme-Kopplung verstärkt einsetzen“

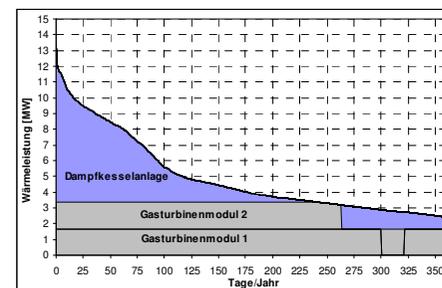
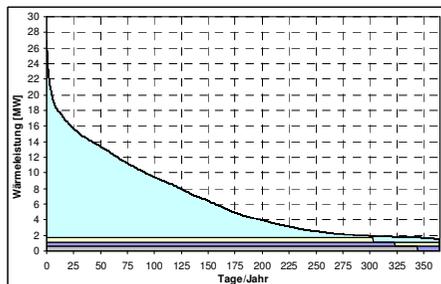
- ▶ Landtagsbeschluss Drucksache 15/3097 (vom 06.04.2005)

„Verstärkter Einsatz von Biomasse zur Wärmeversorgung in staatlichen Gebäuden“



Betrachtete Versorgungskonzepte

- ▶ „konventioneller“ Ersatz des Bestandes mit Leistungsanpassung
- ▶ Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) für
 - ▶ Wärmeversorgung bzw.
 - ▶ Dampfversorgung

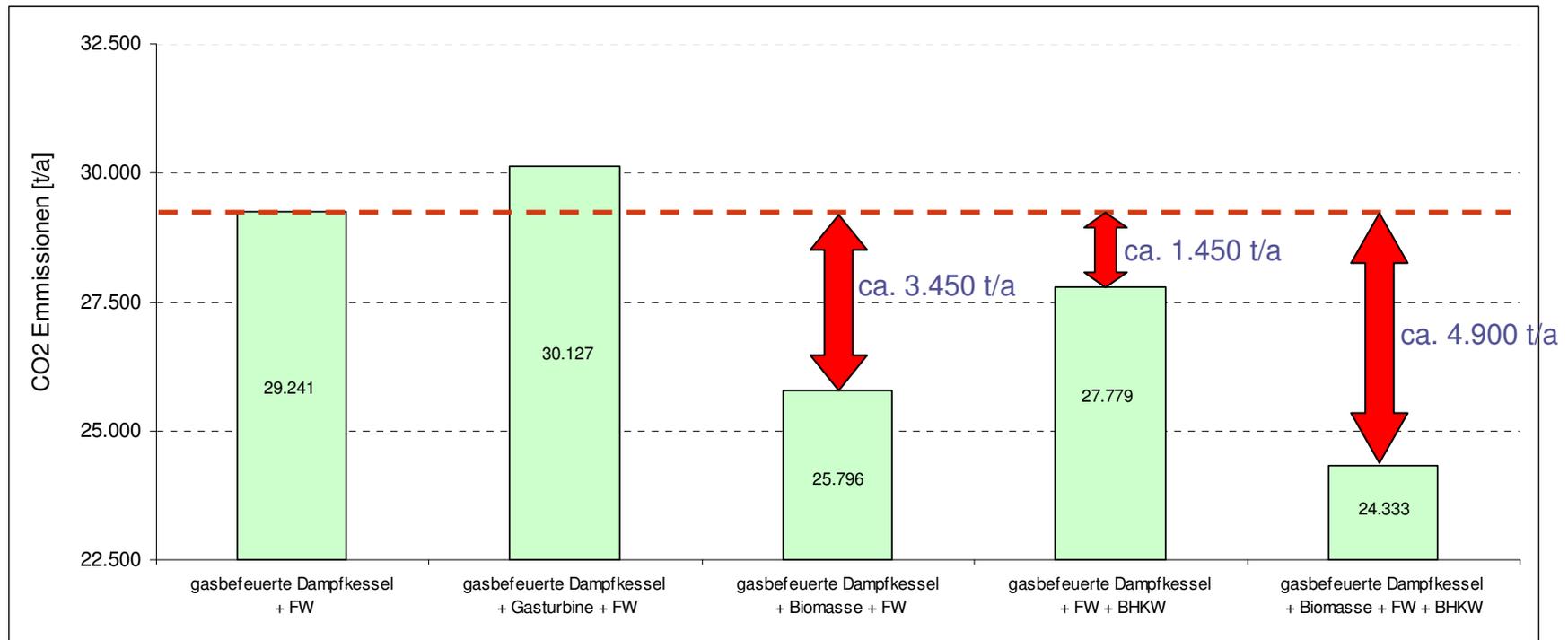


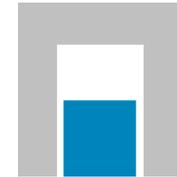
- ▶ Biomasseanlage zur Grundlast-Dampfdeckung
- ▶ Energieliefercontracting



Ergebnis des Ökologischen Variantenvergleichs (HU-Bau)

Biomasse Dampferzeugung - CO₂ Einsparung : 3.450 t pro Jahr





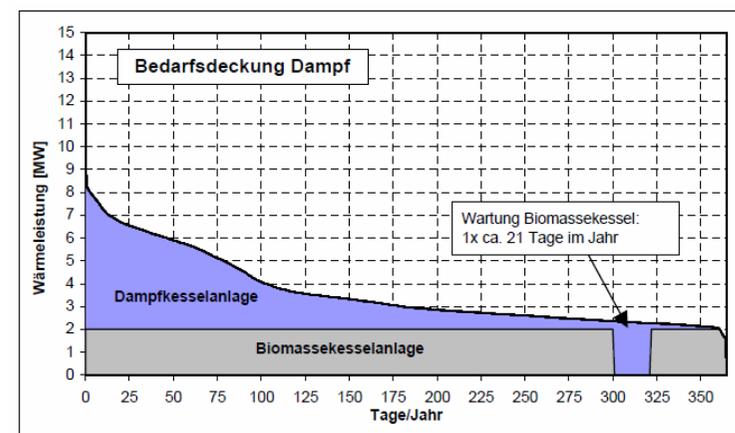
Konzept Biomassenutzung

Machbarkeitsprüfung

- ▶ Standortfrage (3 Varianten)
- ▶ Brennstoff-Verfügbarkeit
- ▶ Biomasseanlieferungs-Logistik
- ▶ ca. 250 m³ Lagervolumen

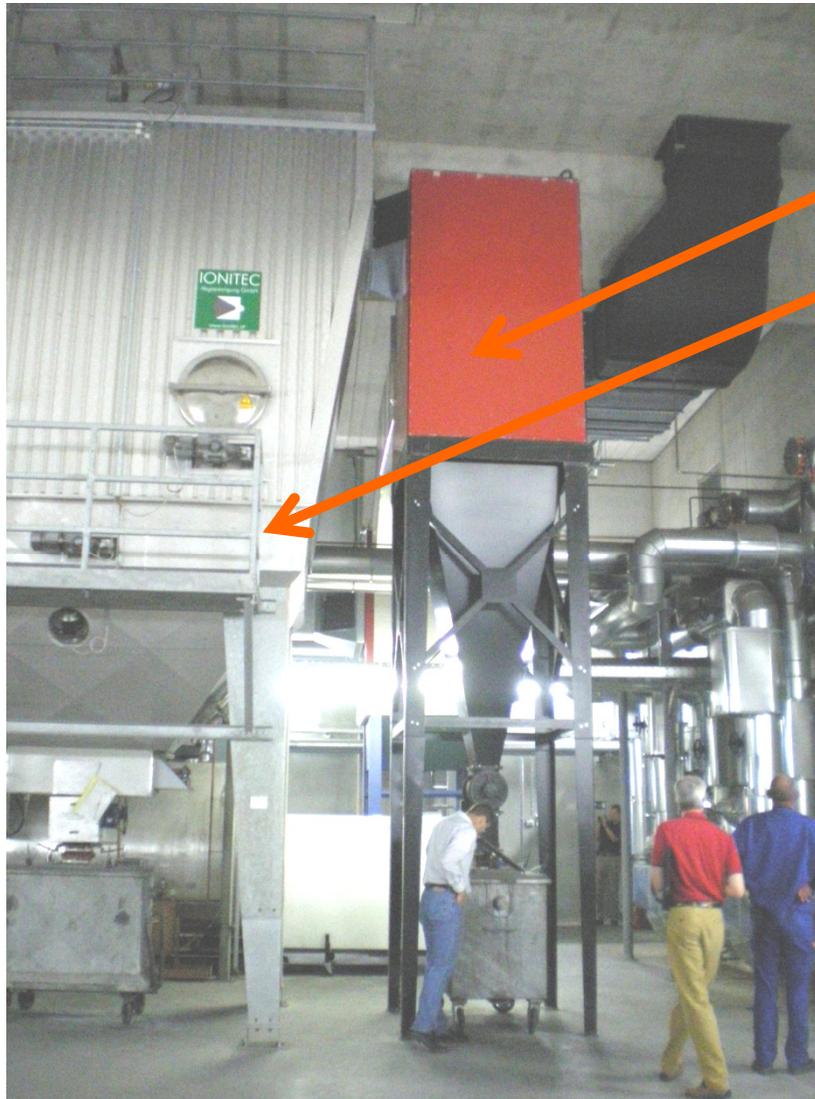
Anlagentechnisches Konzept

- ▶ 1 Biomassekessel 2,0 MW
- ▶ Hackschnitzelbedarf ca. 80 m³/Tag
- ▶ Dampf-Grundlastdeckung
- ▶ Elektrofilter (Einhaltung TA-Luft)





Filtertechnik



2- stufige Filterung der Flugasche:

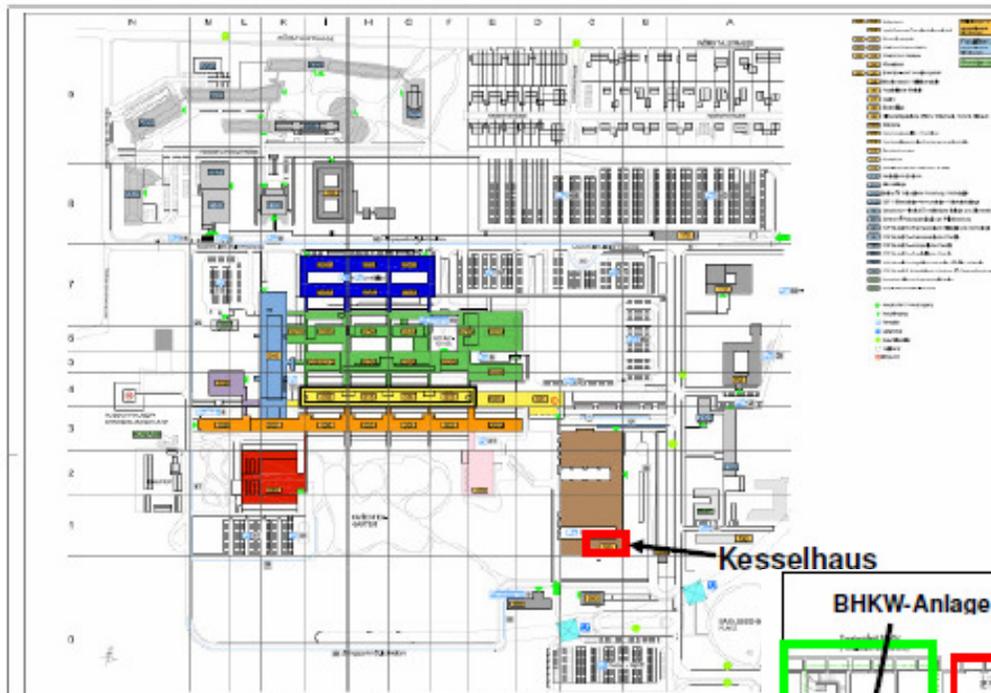
1. Grobabscheidung – Zyklon
 2. Feinabscheidung - Elektrofilter
 - ▶ zulässiger Grenzwert: 100 mg/m^3
 - ▶ Reduzierung Staubgehalt im Abgasstrom auf $< 20 \text{ mg/m}^3$
- Unterschreitung des zulässigen Grenzwertes

- **Auflage aus BImSchG-
Genehmigung:
Trennung der Asche in drei
Fraktionen erforderlich**
- Rostasche
 - Multizyklon-Asche
 - Elektrofilter-Asche

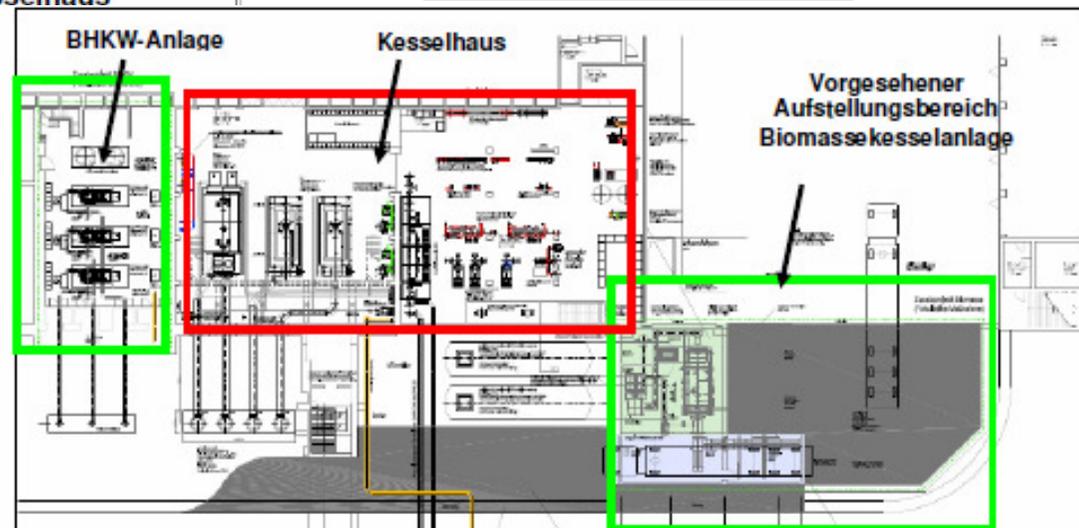
Staatliches Bauamt München 2 - Hochschulbau Klinikum der Universität München - Sanierung der Wärme- und Dampfversorgung -

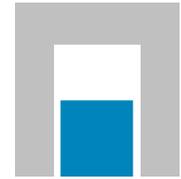


Lage der Wärme- und Dampferzeugung im Klinikum



Aufstell-Layout Stand Vorplanung



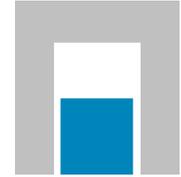


Fazit der Betrachtungen für das Universitätsklinikum

- ▶ Biomasse-Anlage technisch machbar und ökologisch sinnvoll
- ▶ Hoher Aufwand für bauliche Erschließung der Biomasse-Anlage
- ▶ Reduzierung der Verbrauchskosten bei Einsatz von Biomasse (Bezugskosten ca. 30 ... 35 €/MWh)
- ▶ Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) nur für Heizwärme wirtschaftlich
- ▶ Niedrigste CO₂-Emissionen bei einer Kombination von Biomasse und Kraft-Wärme-Kopplung (Gas-Otto-Motoren)

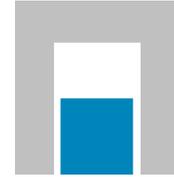
Entscheidung:

- ▶ Umsetzung der Landtagsbeschlüsse für Biomasse und KWK
- ▶ Gesamt-Investitionskosten gemäß HU-Bau rund 36,3 Mio. EUR (Sanierung Wärme- und Dampfversorgung gesamt)
- ▶ Biomasse-Finanzierung (rund 4,7 Mio. EUR) über Sonderprogramm „Energetische Sanierung Staatlicher Gebäude“



Erfahrungsberichte

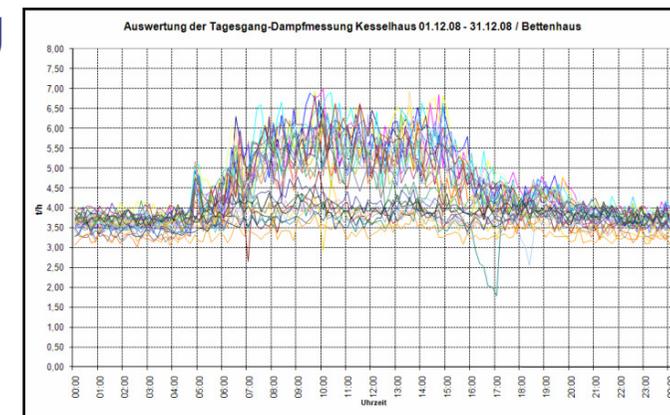
- Entwicklung Versorgungskonzept für Wärme- und Dampfversorgung
- Hydraulische Einbindung des Biomasse-Dampfes
- Umgang mit der Schadstoffbelastung bei der Sanierung



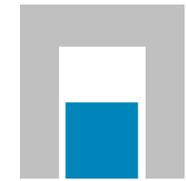
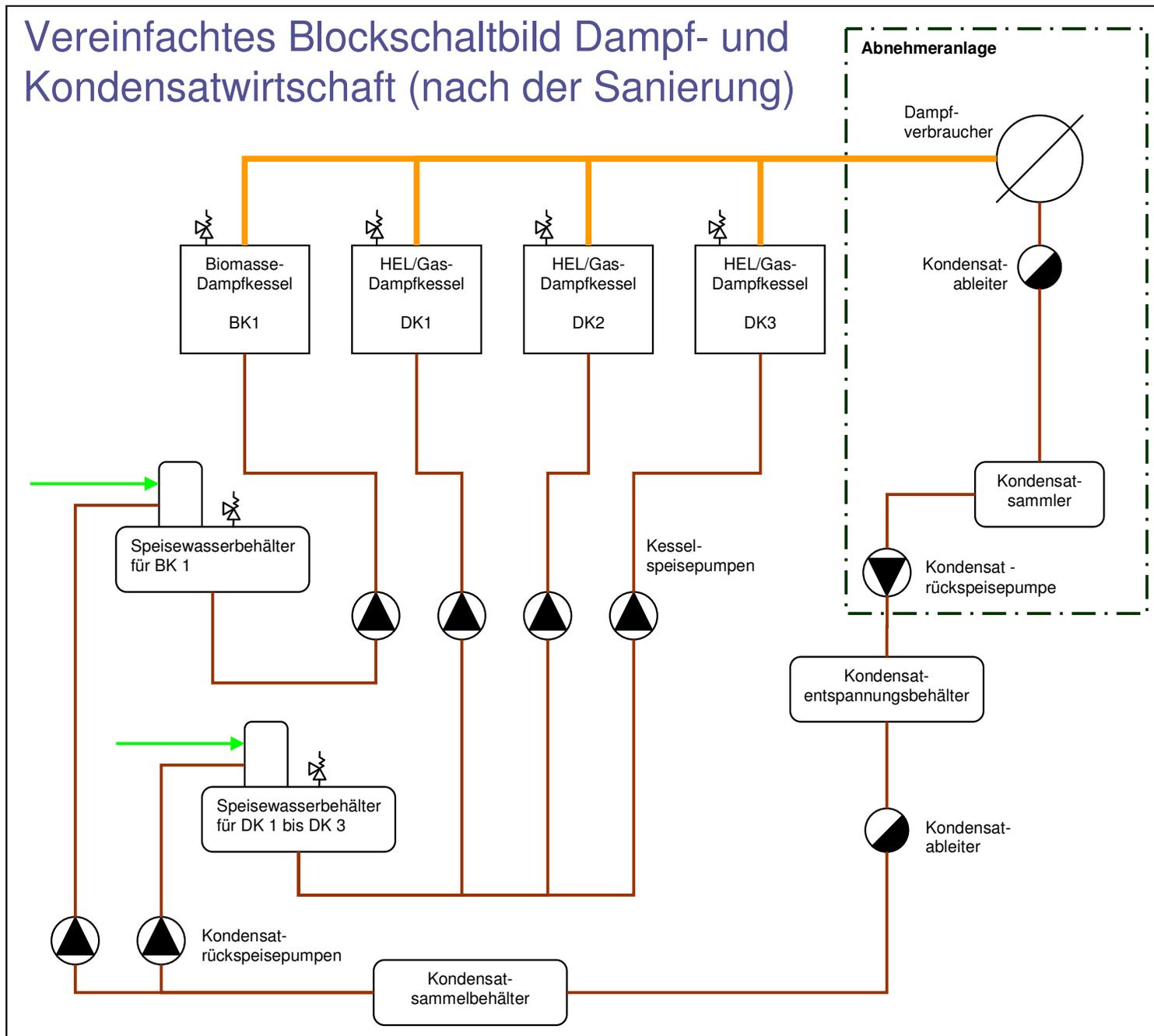
Hydraulische Einbindung des Biomasse-Dampfes

Kriterien für die Einbindung des Biomasse-Dampfes

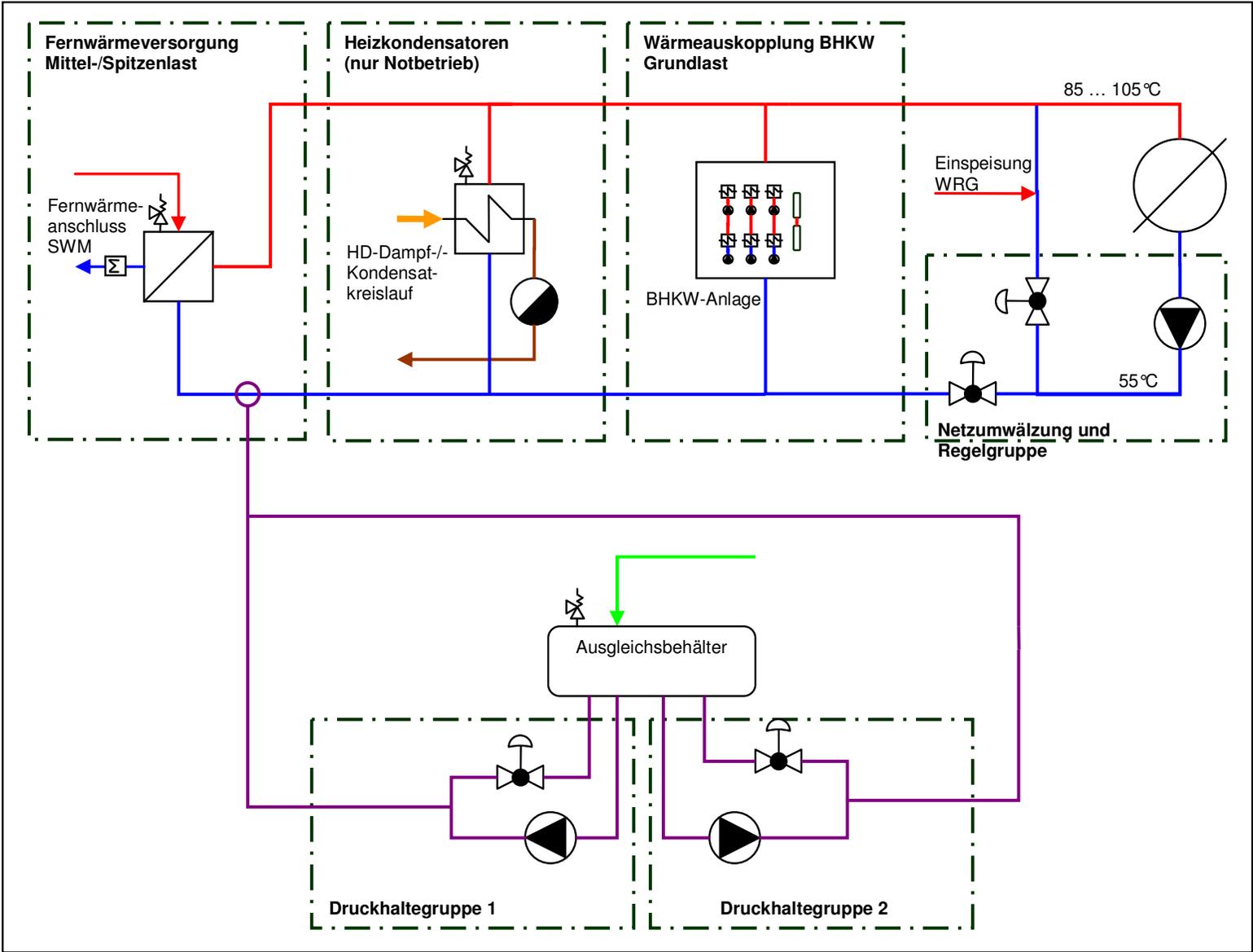
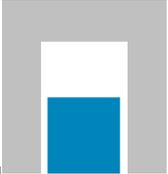
- ▶ Berücksichtigung der Regelbarkeit des regenerativ befeuerten Biomasse-Kessels
- ▶ „Biomasse-Dampf hat Vorrang“
- ▶ Integration der zur Besicherung der Wärmeversorgung vorgesehenen Heizkondensatoren zur Abfuhr von Dampfspitzen
- ▶ Vorausschauende Kesselfolgesteuerung unter Verwendung der bekannten Dampf-Tagesgänge



Vereinfachtes Blockschaltbild Dampf- und Kondensatwirtschaft (nach der Sanierung)

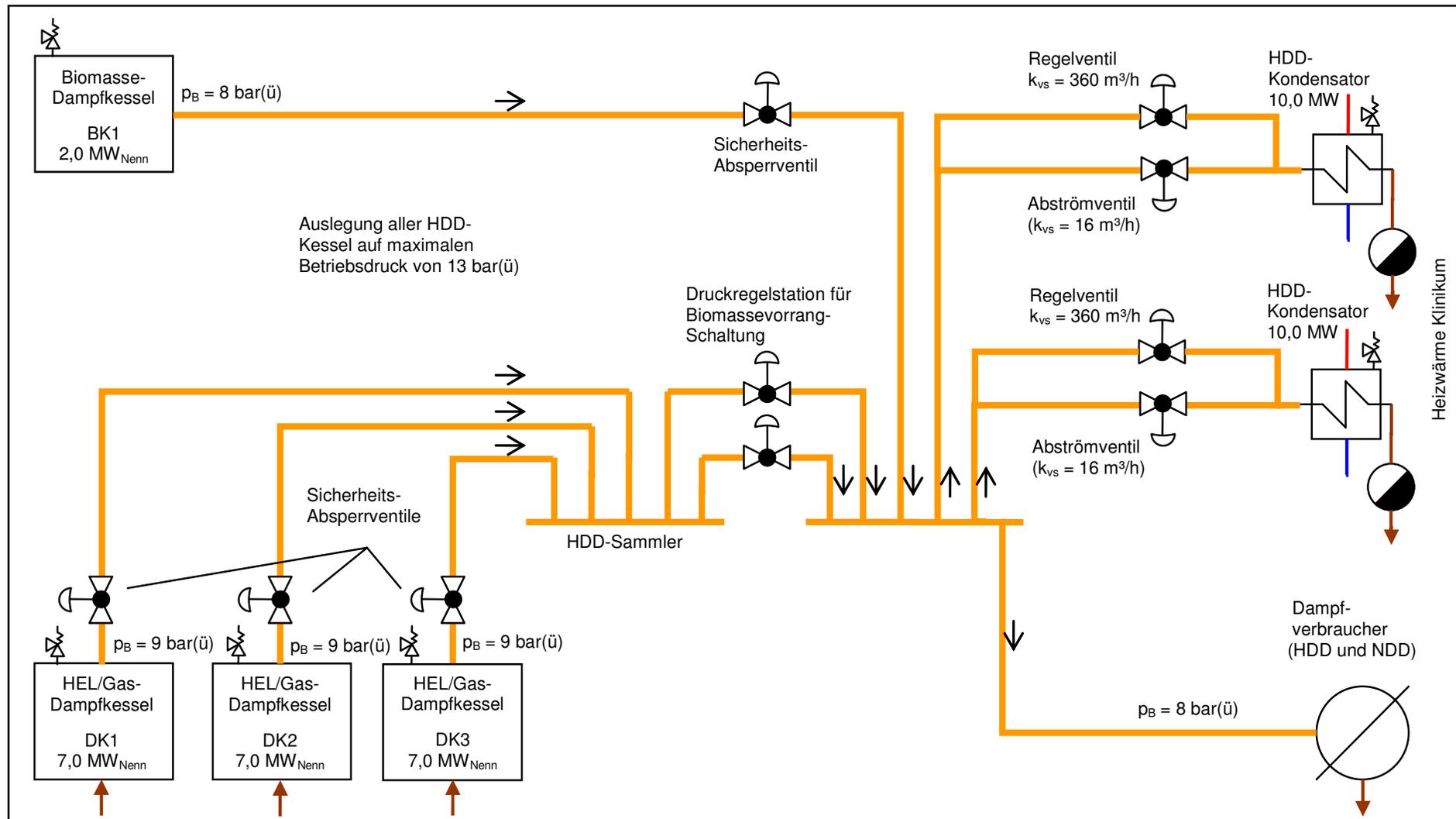


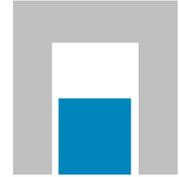
Vereinfachtes Blockschaltbild Heisswassererzeugung (nach der Sanierung)





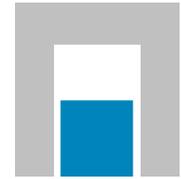
Hydraulische Einbindung des Biomasse-Dampfes





Erfahrungsberichte

- Entwicklung Versorgungskonzept für Wärme- und Dampfversorgung
- Hydraulische Einbindung des Biomasse-Dampfes
- Umgang mit der Schadstoffbelastung bei der Sanierung



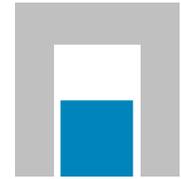
Umgang mit der Schadstoffbelastung bei der Sanierung (1/4)

Bauteile mit Asbest-Belastung

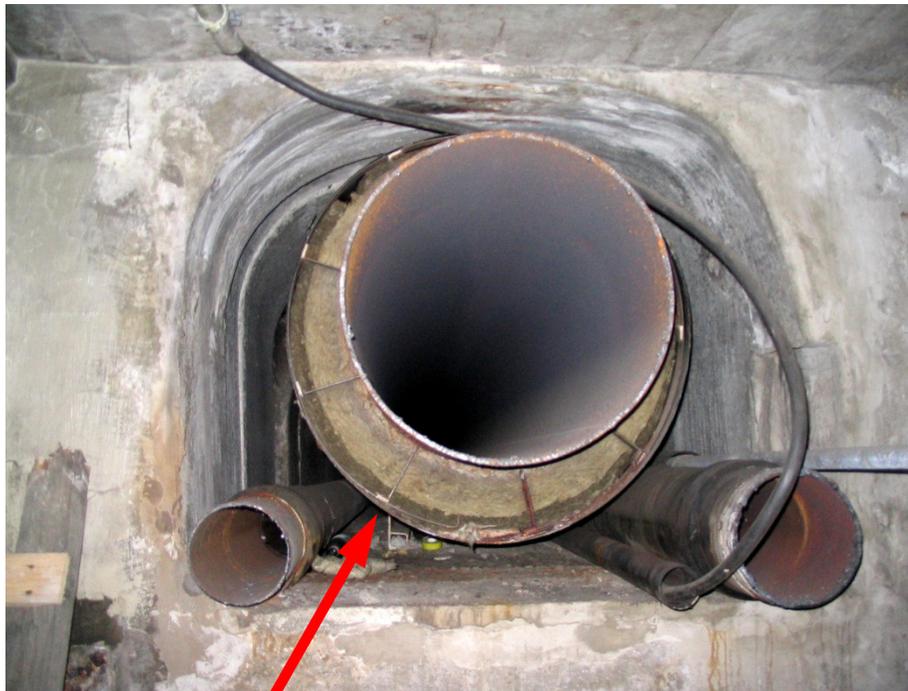
- ▶ Kombi-Brandschotts
- ▶ Abstandshalter (Plättchen) zwischen heissgehenden Leitungen und Isolierung
- ▶ Abstandshalter (Gewebeband) und Verkleidungen
- ▶ Flachdichtungen in Flanschen von Dampf- / Heizwasserleitungen
- ▶ Schnüre in Kesselrevisionsöffnungen
- ▶ Entwässerungsleitungen aus Faserzement

Bauteile mit Mineralwollmatten (KMF)

- ▶ Kombi-Brandschotts
- ▶ Matten um Kessel, Speicher, Armaturen und Rohrleitungen
- ▶ Matten an thermisch belasteten Leitungen / Armaturen (z.B. Dampf, Abgas)



Umgang mit der Schadstoffbelastung bei der Sanierung (2/4)



Quelle: TÜV SÜD

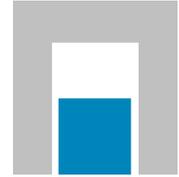
Asbest



Quelle: TÜV SÜD

Asbest

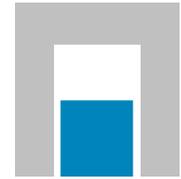
KMF



Umgang mit der Schadstoffbelastung bei der Sanierung (3/4)

Lösungsansätze für den Umgang mit der Schadstoffbelastung

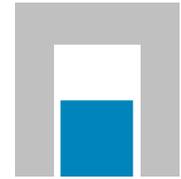
- ▶ Frühzeitige Einschaltung eines Sachverständigen
- ▶ Entwicklung von Demontage-Szenarien unter Berücksichtigung des laufenden Anlagenbetriebes (keine Abschaltung der Dampf- und Wärmeversorgung möglich!)
- ▶ Einrichtung eines externen Schwarzbereiches für die Zeitdauer der Sanierung
- ▶ Sanierung gemäß aktueller TRGS 519 (Asbest) bzw. TRGS 521 (KMF), wenn möglich Arbeiten als „Maßnahmen geringer Exposition“ (BGI 664) in Abstimmung mit dem Sachverständigen durchführen
- ▶ Berücksichtigung der Anforderungen aus der BImSchG-Genehmigung und Deponieverordnung hinsichtlich der einzuhaltenden Entsorgungswege



Umgang mit der Schadstoffbelastung bei der Sanierung (4/4)



**Staatliches Bauamt München 2 - Hochschulbau
Klinikum der Universität München
- Sanierung der Wärme- und Dampfversorgung -**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.