

---

# Verfügbarkeitssteigerung durch technische und organisatorische Maßnahmen

---

VDI WISSENSFORUM  
WÜRZBURG 25.-26.04.2006

Volker Müller, Ragnar Warnecke, Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt GmbH,  
Schweinfurt

---

## INHALT

---

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2. Definition Verfügbarkeit</b>	<b>4</b>
<b>3. Technische Maßnahmen zur Verfügbarkeitssteigerung</b>	<b>6</b>
3.1 Allgemein	6
3.2 Feuerung	8
3.3 Feuerfestsystem (FF-System)	10
3.4 Verdampferbereich 1. Zug	12
3.5 Kessel	12
3.5 Konvektionsteil des Kessels	14
3.6 ÜH-Standzeiten	16
3.7 Schadstofffalle und HSC	17
3.8 Parallelarbeit Kessel Feuerung	21
3.9 Erhöhung der Durchsatzleistung	22
<b>4. organisatorische Maßnahmen zur Verfügbarkeitssteigerung</b>	<b>23</b>
4.1 Personalaufbau und -struktur	23
4.2 Abstimmungsgespräche	24
4.3 Personaleinsatz	24
4.4 Bereitstellung zur Revision Freischaltung	25
4.5 Planungsmittel	26
4.6 Kontrolle vor Revision im Rahmen eines Kurzstillstandes	27
4.7 Ereignisorientierte Instandhaltung	28
4.8 Zustandsorientierte und/oder zeitorientierte Instandhaltung	28
4.9 Vorbeugende Instandhaltung	28
4.10 Elektrische Einrichtungen	28
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>29</b>

---

## 1. EINLEITUNG

---

Wir schreiben das Jahr 2005. Der Winter neigt sich dem Ende zu und das In-Kraft-Treten der TASI kommt so plötzlich und unerwartet näher – fast wie Weihnachten.

Die Anlagen in Schweinfurt laufen ohne Probleme vor sich hin. Die Sohle des Müllbunkers ist an manchen Tagen ohne Schwierigkeiten zu erreichen. Eine Linie musste sogar für eine Woche in Kaltreserve gehen.

Die Revisionstätigkeiten an den Anlagen waren in den letzten Jahren dem Mengengerüst der zu behandelnden Abfallmenge angepasst. D. h. Revisionen so kurz wie notwendig und solange wie möglich, um hier ein Optimum zwischen Nutzen und Aufwand zu erreichen.

Der erste Juni 2005 hat bei einigen Anlagen in Deutschland zu verschiedensten Aktivitäten im Bereich der Revisionsplanung und –durchführung geführt. Z. B. wurden teilweise Revisionen die erst für die 2. Jahreshälfte vorgesehen waren in das erste 1. Halbjahr vorgezogen.

In Schweinfurt haben wir diese Maßnahmen nicht in Betracht gezogen, da bei uns zwei Linien grundsätzlich bereits in der ersten Jahreshälfte revidiert werden. In den Monaten September/Okttober ist auch bei uns das Müllaufkommen deutlich angestiegen. Auf einem genehmigten Zwischenlager wurden rund 11.000 t Müll ausgelagert. Die Befürchtung, dass das Zusatzaufkommen an Müll sich in 2006 in der Intensität fortsetzt, hat sich bislang bei uns nicht bestätigt. Es stellte sich im Müllaufkommen eine ähnliche Senke in den Monaten Januar 06 bis März 06 dar wie in den Vorjahren. Auf Grund dessen konnte die ausgelagerte Menge bis Ende März auf 1/3 reduziert werden.

Unabhängig von dieser Entlastung im ersten Quartal des Jahres sind Überlegungen und Maßnahmen zur Optimierung der Revisionen sinnvoll. Eine Revision einer MVA Linie in möglichst kurzer Zeit zu realisieren, ist kein Hexenwerk, sondern Tagesgeschäft das mit gesundem Menschenverstand, Teamarbeit und Koordination bewerkstelligt wird. Das Problem liegt vielmehr in der Nachhaltigkeit einer optimierten Revision. D. h. es darf nichts vergessen bzw. bewusst oder unbewusst nicht revidiert werden, denn diese Dinge holen einen unweigerlich ein, spätestens kurz vor der nächsten Revision als ungeplanter Stillstand.

In Schweinfurt haben wir auch kein Patentrezept - geschweige denn den Knopf gefunden an dem wir drehen müssen, um Verfügbarkeiten von 90 oder noch mehr Prozenten zu erreichen. Ich möchte im Folgenden nur aufzeigen wie wir es handhaben und ggf. Anregungen zu Diskussionen bieten. Vielleicht können mir ja einige Kollegen sagen wie es besser zu machen ist. Ich stehe jedem Prozentpunkt der Verbesserung aufgeschlossen gegenüber.

## 2. DEFINITION VERFÜGBARKEIT

Der Begriff Verfügbarkeit ist im Anlagenbau ein gängiger Begriff und in VDI Richtlinien (z. B. VDI 3423 Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen; VDI 4004 Bl. 3 Kenngrößen der Instandhaltbarkeit) neben weiteren Begriffsdefinitionen fixiert. Die Verfügbarkeit wird dem Begriff des Gesamtnutzungsgrades gleichgesetzt.

Als Bezugsgröße für den Gesamtnutzungsgrad  $N_G$  (Verfügbarkeit) stellt nach VDI den Zeitanteil des Betrachtungszeitraumes dar, der für die Nutzung der Anlage geplant ist (Belegungszeit). Im Zähler steht der Nutzungszeitraum, also der Zeitraum in dem die Anlage für ihren eigentlichen Zweck operativ zur Verfügung steht.

Übertragen auf den Bereich Müllverbrennungsanlagen bedeutet dieses die Verfügbarkeit ist der Quotient aus der Summe der Betriebsstunden unter Müllfeuer und den Gesamtstunden eines Jahres.

		2003	2004	2005
<b>Linie 11</b>	[h]	7.559	7.748	7.635
Stillstand	[h]	1.201	1.036	1.125
Plan-Stillstand	[h]	1.171	944	1.008
Zusatz Stillstand	[h]	30	-	117
Schäden	[h]	-	92	-
Standby	[h]	-	-	-
<b>Linie 12</b>	[h]	7.187	7.623	7.118
Stillstand	[h]	1.573	1.161	1.642
Plan-Stillstand	[h]	1.119	1.123	862
Zusatz Stillstand	[h]	315	38	708
Schäden	[h]	139	-	72
Standby	[h]	120	-	312
<b>Linie 13</b>	[h]	7.519	7.368	7.850
Stillstand	[h]	1.241	1.416	910
Plan-Stillstand	[h]	1.200	1.099	816
Zusatz Stillstand	[h]	41	317	-
Schäden	[h]	-	-	94
Standby	[h]	-	-	-
<b>Betriebszeit Saugzug</b>	[h]	22.265	22.739	22.603

<b>Betriebszeit EMI-Rechner</b>	[h]	<b>22.142</b>	<b>22.596</b>	<b>22.470</b>
<b>Verfügbarkeit (reiner Müllbetrieb)</b>	%	84,25%	85,75%	85,50%
<b>Hochrechnungen</b>		<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Verfügbarkeit (möglicher Müllbetrieb incl. Standby-Zeit)	%	84,71%	85,75%	86,69%
Verfügbarkeit (möglicher Müllbetrieb incl. Standby-Zeit und zus. Stillstände))	%	86,18%	87,09%	89,83%

Die Verfügbarkeit der MVA Anlagen in Schweinfurt ist mit 85 % festgelegt. Dieses entspricht (wenn kein Schaltjahr vorliegt) einem Zeitraum von 7.446 Stunden, in denen die Anlage für den eigentlichen Zweck – Müllverbrennung- zur Verfügung stehen soll.

Andere Betrachtungsvarianten können zu deutlich höheren Kennzahlen führen. Wenn z. B. Zeiträume in denen Anlagen auf Grund von Müllmangel Standby waren im Zähler nicht berücksichtigt werden.

### Reisezeit

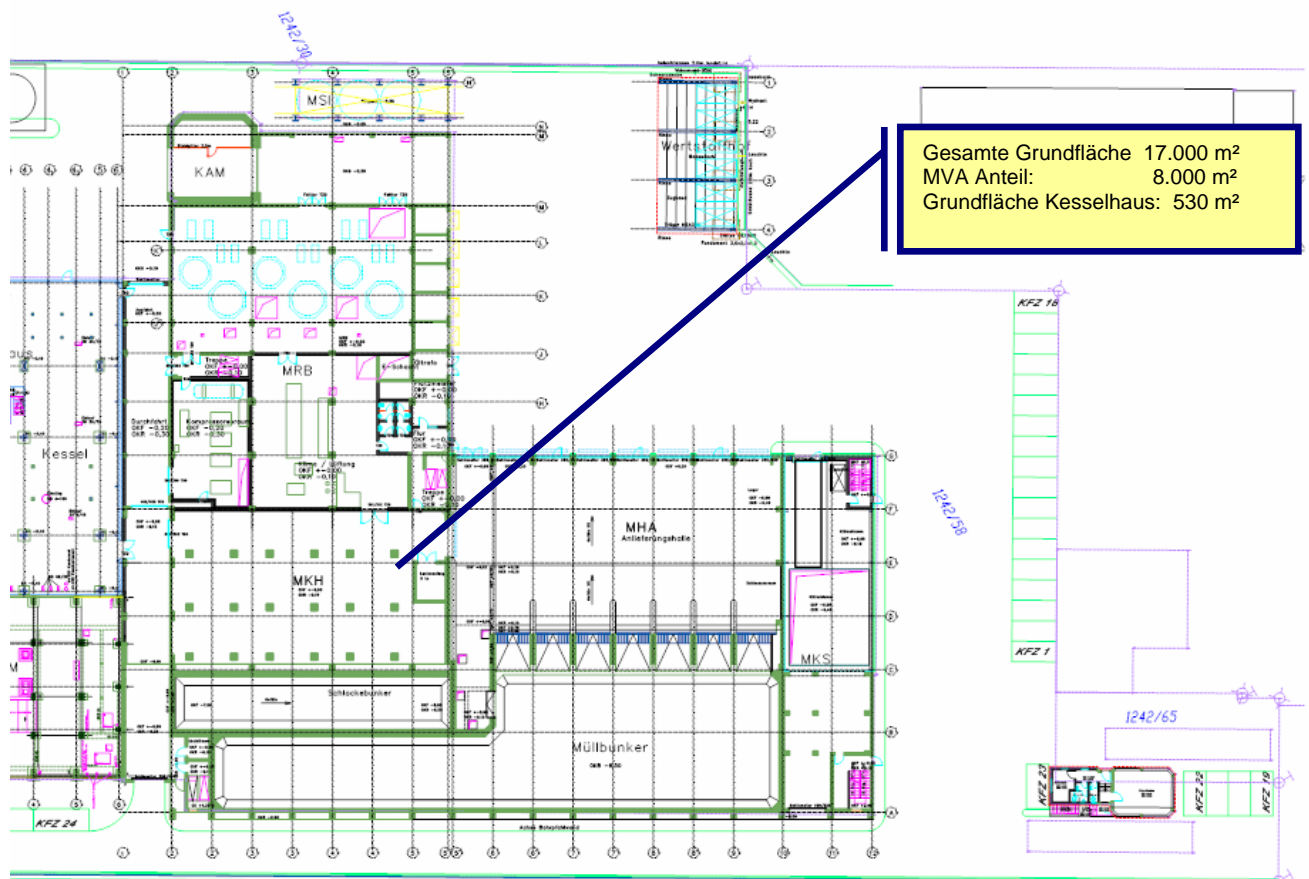
Neben der Verfügbarkeit ist die Reisezeit (Betriebszeit der Anlage zwischen zwei Stillständen) der Anlage zu berücksichtigen. Für den Feuerungs- und Kesselbereich wurden für die GKS-Anlagen 6.000 Stunden und für die Rauchgasreinigung 8.000 Stunden gewährleistet. Beide Reisezeiten wurden in Schweinfurt aus den verschiedensten Gründen - im Wesentlichen Verschmutzung und Korrosion - nicht eingehalten. Um eine hohe Verfügbarkeit mit den Anlagen zu erzielen ist dieses auch nicht zwingend notwendig. Die Maßnahmen die notwendig sind, um die Betriebsfähigkeit der Anlage wieder herzustellen, muss nur entsprechend kurz gestaltet werden. Dass ein Anlagenbetrieb, der kontinuierlich durchläuft in Blickrichtung auf den Anlagenverschleiß besser ist, als ein alternierender Betrieb mit Betriebsphasen von z.B. 2.000 Std. ist unstrittig. Somit ist es ebenfalls Ziel einer Optimierung die Reisezeiten der Anlage zu maximieren.

### 3. TECHNISCHE MAßNAHMEN ZUR VERFÜGBARKEITSSTEIGERUNG

#### 3.1 Allgemein

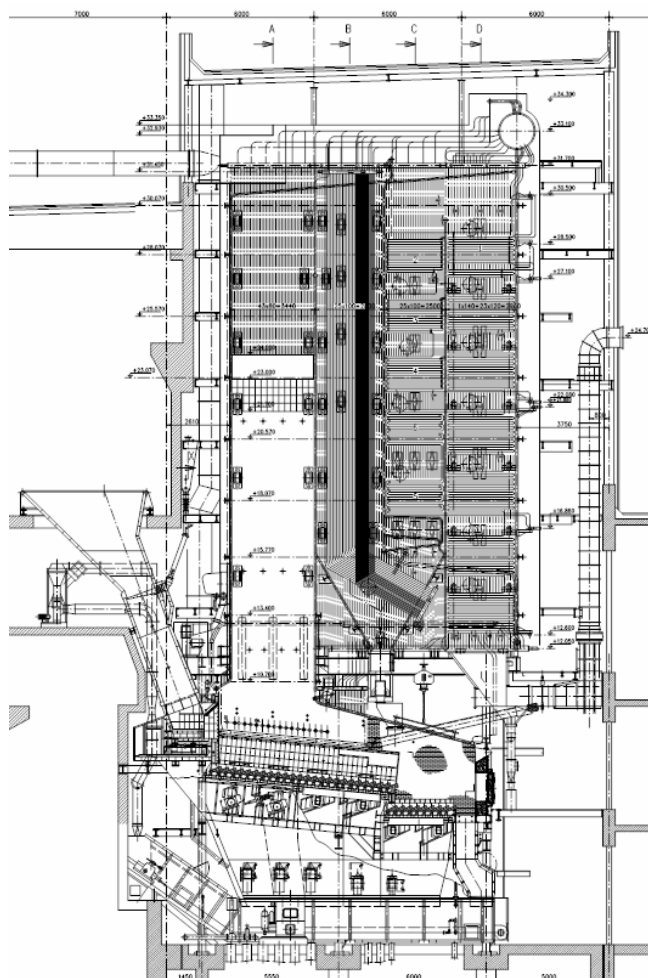
Die thermische Abfallbehandlungsanlage wurde unmittelbar neben dem 1990 in Betrieb gegangenen Kohlekraftwerk errichtet. Diese Integration bzw. Angliederung hat gegenüber der Errichtung einer Anlage auf der „grünen Wiese“ eindeutige Synergieeffekte auf der Anlagentechnischen und auf der personellen Seite mit sich gebracht. Die Integration der MVA auf einem insgesamt nur 17 ha großen Gelände hat aber auch Randbedingungen mit sich gebracht die von der technischen und verfahrenstechnischen Seite eine Herausforderung darstellen.

Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt  $\pm 0,00$



Die wesentlichen Zwangspunkte die sich aus der Integration erheben haben waren

- die Platzverhältnisse die einen wesentlichen Einfluss auf die Kesselbauform haben
- die Randbedingungen der Turbinenanlagen die auf Grund der Dampfzustandsgrößen des Kohleteils (113 bar<sub>ü</sub> und 535 °C) bereits 1989 mit einer Zudampfeinspeisung (65 bar<sub>ü</sub> und 450 °C) ausgestattet wurden
- das die Verbrennungslinien nach Abschluss des Liefervertrages im Rahmen eines Nachtrages auf die 17. BimSchV angepasst werden mussten.



Innerhalb der Planungs- und Errichtungsphase der Anlage wurden mit dem Anlagenbauer viele Gespräche zur technischen Ausrüstung der Anlage geführt. Diese Gespräche sind in einer konstruktiven und partnerschaftlichen Zusammenarbeit geführt worden. Auf Grund dessen dass GKS erst 1990 mit dem Kohlekraftwerksteil in Betrieb gegangen ist, waren die vorliegenden IBS- und Betriebserfahrungen zwar auf konventionelle Kraftwerkstechnik beschränkt -und somit nicht unmittelbar mit einer MVA vergleichbar- aber vorhanden. Bei den Gesprächen mit dem Anlagenbauer hat jeder Vertragspartner versucht zur konstruktiven Zusammenarbeit beizutragen und sein Know-how einzubringen. Natürlich mussten auch die jeweiligen Interessen gewahrt werden. In einigen Punkten konnten somit keine Einigung hinsichtlich der technischen Ausführung gefunden werden.

Längsschnitt durch Kesselanlage

Als 1994 die Anlagen in einen einigermaßen kontinuierlichen Betrieb gingen, sind schnell einige Punkte die im Rahmen der Ausführungsplanung für den Betreiber unbefriedigend gelöst wurden, wieder zu Tage getreten. Dieses Mal jedoch häufig in Verbindung mit Anlagenstillständen.

Hier einige High Light's:

- Druckluftversorgung unzuverlässig
- Nicht erreichte Frischdampftemperatur
- Korrosion an Verdampferwänden im 1. Zug
- Korrosion an Endüberhitzerheizflächen
- Verschmutzung an Vorüberhitzerheizflächen auf Grund ungenügender Reinigungswirkung und Teilungssprung von 200 auf 100 mm
- Verschmutzung an Verdampfer und Überhitzerschotten im 2. Zug , da keine Reinigungsvorrichtung vorhanden.
- Anstieg des Druckverlustes über Wäscher (fehlende Leistungsreserve)
- Einsträngige Reststoffförderung unter Gewebefilter

Der Betreiber sammelt also - ob er will oder nicht- zwangsläufig erst einmal die Schwachpunkte der Anlage, um diese dann möglichst systematisch und effizient zu beheben. Je nach Anzahl und Umfang dieser Schwachstellen leiden die Systematik und damit auch die Effizienz der Abarbeitung. Hierbei spielen natürlich auch die Ressourcen (Personal, Qualifikation und Budget) eine nicht unwesentliche Rolle.

### 3.2 Feuerung

Die Vorschubroste (incl. Hydraulik) unserer drei Linien tragen zur Anlagenhistorie keinen wesentlichen Anteil bei. Die Systeme laufen ohne große Probleme. Der thermische Verschleiß hält sich in Grenzen - selbst in Betriebszeiten (2000 – 2002) mit mittleren Heizwerten von 10-11 MJ/kg. Der Einsatz eines wassergekühlten Rostes hat sich für uns auf Grund der Randbedingungen (u. a. keine Nutzungsmöglichkeit der ausgekoppelten Wärme) nicht als wirtschaftlich dargestellt. Trotzdem wurden im Bereich der Feuerung Optimierungen umgesetzt.

- Änderung der Roststabgeometrie (dreifache Breite aber nur 2/3 des Gewichtes)

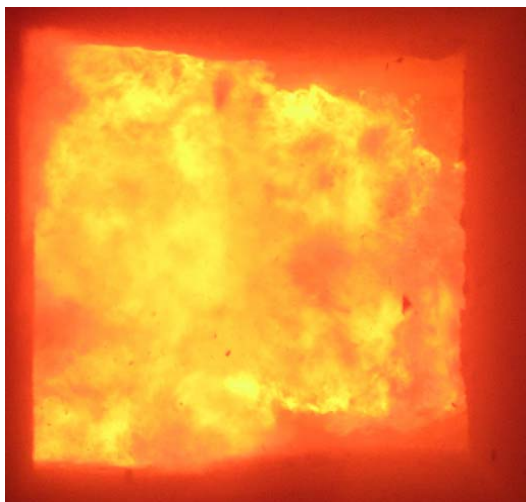


- Kostengünstiger Verschleißschutz im Bereich der Müllaufgabe- und Schlackenfallschächte durch Einsatz von Vierkantstahl (St 37.2).



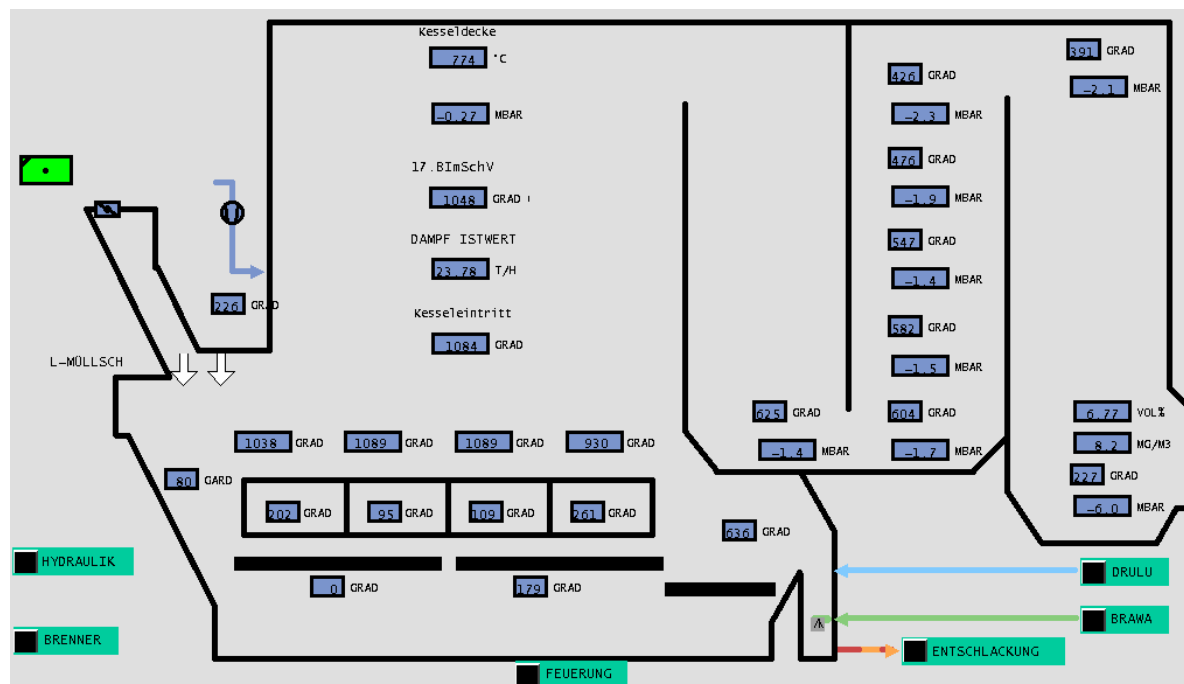
- Optimierung der Feuerungsleistungsregelung durch regelmäßige Parameteranpassung an die vorherrschenden Bedingungen.

Dieser letzte Punkt ist ein wesentlicher Aspekt, der nicht vernachlässigt werden darf. Grundsätzlich ist die vorhandene Feuerungsleistungsregelung ein System dass überwiegend im Automatikbetrieb läuft und in Bezug auf die Konstanz der Dampfleistung ein gutes Regelverhalten zeigt. Wir haben in Schweinfurt zwar nicht die Möglichkeit unsere Feuerungsleistungsregelung in der Reglerstruktur zu verändern, aber sämtliche Parameter anzupassen.



Blick von Kesseldecke (Mülltransportrichtung →).

Die Ausrüstung an Feldgeräten im Bereich der Feuerung lässt es zu Temperaturprofile entlang des Rostes zu ermitteln. Für eine systematische Auswertung und Validierung dieser Werte mit anderen Anlagen fehlen, auf Grund nicht vorhandener Messungen, die Basisdaten. Ein weiterer Vorteil ist eine Schauluke in der Kesseldecke. Diese bereits seit über 6 Jahren vorhandene Öffnung ermöglicht –wenn auch nicht automatisiert, die Feuerlage zu bewerten.



Temperaturmessstellen entlang Rostverlauf

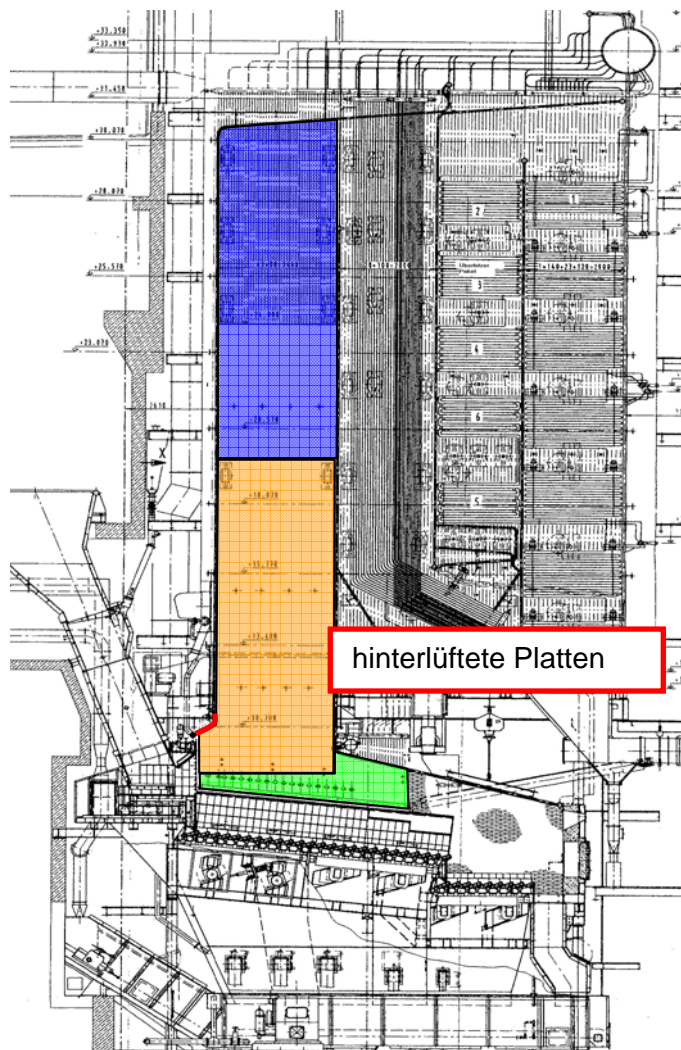
Die regelmäßige Parametrierung der Feuerungsleistungsregelung allein wird in Zukunft nicht die Freiheitsgrade bieten, die für einen optimierten Anlagenbetrieb wünschenswert sind (macht sie bereits heute nicht). Für weitergehende Verbesserungen an den Verbrennungsbedingungen sind Modifikationen an der Feuerraumgeometrie und der Verbrennungsluftführung notwendig. In Verbindung damit ist auch die Erneuerung der Feuerungsleistungsregelung vorgesehen und derzeit in Bearbeitung.

### 3.3 Feuerfestsystem (FF-System)

Die eingangs erwähnte Überarbeitung der Anlage für die 17. BimSchV führte zu einer unkonventionellen Feuerfestzustellung im 1. Kesselzug. Um die Verweilzeitbedingungen  $2 \text{ sec.} > 850 \text{ °C}$  einzuhalten, wurden ursprünglich im 1. Zug drei Qualitäten an FF-Material eingesetzt. Ab Seitenwandsammler bis zur Sekundärluftebene eine SIC 30 Masse, ab Sekundärluft bis 20 m SIC 70 (beide Qualitäten in der damals üblichen Stifte/Hütchen Ausführung, oberhalb 20 m bis 23 m erfolgte der Einbau eines Betons auf Andalusit-Basis mit ca. 70 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Diese Zustellung führte zwar nicht zu Problemen während des Betriebes, jedoch zu aufwendigen Feuerfestarbeiten während der Revision. Nach den plastischen Massen erfolgte ein Zwischenspiel mit leidvollen Erfahrungen mit vermörtelten Platten, die außer einem guten optischen Eindruck eigentlich nur zu Problemen am Kesseldruckkörper (Halteteil- und Rohrwandkorrosion) führten. Es gab eigentlich weder bei den Massen, noch bei den geklebten Rohrwandplatten eine Revision bei der nicht einige 10 m<sup>2</sup> FF-System, manchmal in Verbindung mit Arbeiten am Kesseldruckkörper, erneuert werden mussten.

Ein Aufatmen und fast schon eine gewisse Euphorie kam mit dem Einbau von hinterlüfteten Rohrwandplatten auf. Ein praktikables System, dass auf Grund seiner

Eigenschaften eindeutige Vorteile bei Revisionen mit sich bringt und vieles kompensiert, was aus der Feuerung an schwankenden Energieentbindungen und Schieflagen herauskommt.



Die mit dem hinterlüfteten System erreichten Standzeiten liegen über 33.000 bis 47.000 Stunden. So gutmütig wie sich das FF-System in der Betriebsphase der Anlage darstellt, so pflegeleicht ist es im Rahmen der Revision. Ein hinterlüftetes FF-System lässt sich nun mal einfacher kontrollieren, reparieren und - wenn es sein muss - austauschen als andere Plattensysteme.

Ein weiterer wesentlicher Punkt eines Zustellkonzeptes ist die An- bzw. Abfahrsgeschwindigkeit, die ein System mitmacht. Grundsätzlich ist eine ausreichende Fremdbeheizung der Wasserseite des Kessels mittels Dampf zwingend notwendig. Hier ist insbesondere wichtig, dass alle Bereiche des Kessels ausreichend durchwärmt werden.

Im Zusammenhang mit den ungenügenden Standzeiten der vermörtelten Rohrwandplatten haben wir gemeinsam mit dem Anlagenbauer umfangreiche Messungen an den Stegen der Membranwände im zugestellten Bereich durchgeführt. Resultierend aus diesen Messungen wissen wir dass sich erst nach ca. 15 h aus kaltem Zustand die Beharrungstemperatur von 120 °C einstellt.

Beim hinterlüfteten System ist der Anteil des verarbeiteten Mörtels pro m<sup>2</sup> Feuerfest deutlich niedriger als bei geklebten oder hintergossenen Platten. Die Anfahrzeiten konnten durch die fehlende Notwendigkeit einer umfassenden Reparatur oder großflächigen Neuzustellung bei Revision deutlich verkürzt werden.

### 3.4 Verdampferbereich 1. Zug

Im Verdampferbereich oberhalb Feuerfest lagen die Korrosionsgeschwindigkeiten bei 0,2 – 0,3 mm / 1.000 Stunden. Nach mehrfachem Der Verdampferbereich der Anlage oberhalb der FF-Zustellung wurde nach Korrosionsgeschwindigkeiten von 0,2- 0,3 mm/1.000 Stunden und einem kapitalen 2-F-Bruch bis zur Kesseldecke mit Alloy 625 ausgestattet. Die werkstattgeschweißten Wände sind in weiten Bereichen seit über 60.000 Stunden im Einsatz. Der Aufwand für die Pflege der Schutzschicht (Ausbesserung von Fehlstellen) beschränkt sich auf ca. 5 Schichten mit jeweils 2 Mann Personaleinsatz. Die Restschichtstärke liegt bei den Flächen mit der höchsten Beanspruchung und der größten Betriebszeit z. Zt. Bei ca. 0,5 mm. Auf großflächige Recladdingmaßnahmen wird in Schweinfurt verzichtet. Wir werden erneut werkstattgefertigte Wände im 1. Zug einsetzen. Die räumlichen Gegebenheiten (12 m<sup>2</sup> Querschnitt im 1. Zug) lassen keinen effektiven Einsatz von mehr als zwei Schweißautomaten zu. Die Flächenleistung liegt mit 0,7 m<sup>2</sup> / Schicht in einem Bereich, der zu keinem Geschwindigkeitsvorteil im Vergleich zu einem Wandwechsel führt. Weiterhin wird der Eintrag von Spannungen durch Vor-Ort-Aufschweißungen weitestgehend vermieden. Diese lange Standzeit der Claddingflächen ist in Verbindung mit den einfachen Pflegemaßnahmen ein hervorragendes Ergebnis.

### 3.5 Kessel

Die Konstruktion oder besser das Kesseldesign kann in Verbindung mit der Feuerung zum Thema Verfügbarkeit eine entscheidende Rolle spielen. Nach meiner Einschätzung gibt es „gute“ und „weniger gute“ Kombinationen von Kesseln und Feuerungen. GKS hat, wenn ich die Betriebserfahrungen Revue passieren lasse, eine Kombination, die eher zu der zweiten Kategorie gehört. Die Ursache liegt, wie bereits aufgezeigt, in den Randbedingungen unserer Anlage. Dieser Bewertung bedeutet jedoch nicht, dass mit dieser Kombination keine Verfügbarkeiten von > 85 % erreicht werden. Es ist nur die Frage, welcher Aufwand betrieben werden muss und welche Entwicklungen geleistet werden müssen.

Wie kommen solche Phänomene zu Stande, dass Anlagen mit einem hohen Anteil von Gewerbemüll und nicht unerheblichen Dampfparametern nach 10 Jahren Betrieb immer noch den gleichen Überhitzer im Einsatz haben und andere – z. B. GKS – einen „Freudentanz“ aufführen, wenn die Überhitzerstandzeiten von rund 15.000 Stunden auf rd. 23.000 Stunden erhöht werden konnten.

Unabhängig von dieser aus der Sicht eines Betriebsleiters fast schon philosophischen Frage, ergeben sich aus der Grundbauform der Anlage wesentlich greifbarere Aspekte. Das Design also erstmal grundsätzlich Horizontal- oder Vertikalzug-Kessel hat z. B. Einfluss auf die Geschwindigkeit in der eine Revision mit Überhitzerwechsel durchgeführt werden kann. Das optimale Szenario kann folgendermaßen aussehen:

1. Dachfläche des Kesselhauses bei Seite schieben,
2. mittels Auto- oder Turmdrehkran alte ÜH raus- neue ÜH rein,

3. Dach wieder zu,
4. ein paar Schweißarbeiten und fertig.

Je nach Häufigkeit dieser Arbeiten und Anlagengröße kann man sich dann noch darüber unterhalten, ob es sich lohnt einen eigenen Auto- oder Turmdrehkran vorzuhalten.

Der Wechsel eines Überhitzers im GKS erfolgt weit weniger spektakulär. Werden Heizflächen ausgetauscht so, ergeben sich aus den baulichen Randbedingungen Zwangsmaßnahmen wie z. B. Austausch der Pakete 3-6 - und das obwohl P 3 noch ausreichende Wandstärke hat. Der Aufwand für einen späteren Wechsel durch ein Mannloch ist deutlich größer als der Anteil am kompletten Austausch.



Montageöffnung in der Seitenwand

In der Erstausrüstung erfolgte die Aufhängung der ÜH-Pakete noch an Tragrohren die einen Wechsel von ganzen ÜH-Scheiben unmöglich machten. Nachdem die ersten Auswechslungen der ÜH-Pakete durch die Mannlöcher erfolgen musste, wurden 1995/1996 die Tragrohre entfernt und zusätzlich eine ungekühlte Lenkwand in den Trichterbereich eingebaut. Durch diesen Umbau wurde zum einen die Anströmung im 3. Zug verbessert (Lenkwand) und zum anderen der Zeitaufwand für den ÜH-Wechsel deutlich verkürzt.

Die bei anderen Anlagen ggf. vorhandene Möglichkeit das Material über den 2. Zug einzubringen, scheidet bei GKS auf Grund der installierten Schottenheizflächen aus.

Der Ablauf eines Überhitzerwechsels gestaltet sich wie folgt:

1. Isolier-Kassette demontieren, Seitenwand auf
2. ÜH-Pakete 5, 6, 4 und 3 demontieren, Einrücken nach Arbeitsfortschritt
3. ÜH-Pakete 3, 4, 6 und 5 montieren, Schweißarbeiten, Ausrücken nach Arbeitsfortschritt
4. Seitenwand schließen und isolieren

Der Zeitaufwand für diese Maßnahme beträgt 11 Tage im 2-Schichtbetrieb.

### 3.5 Konvektionsteil des Kessels

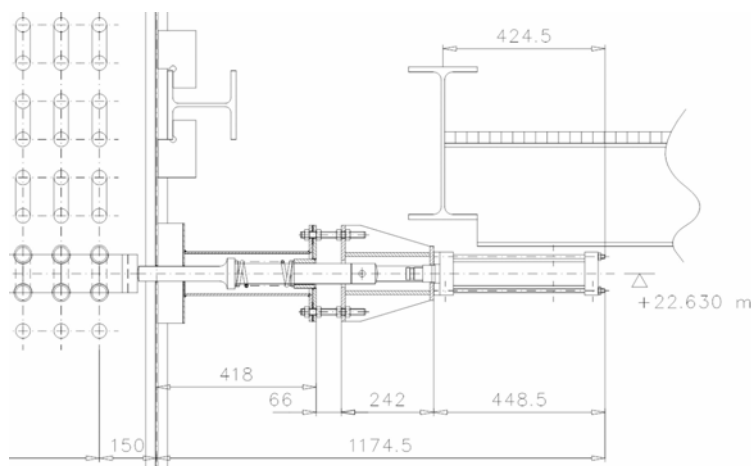
Die Reisezeit einer Anlage ist wie eingangs erwähnt der Betriebszeitraum zwischen zwei Stillständen einer Anlage.

Die bei unseren Anlagen zugesicherte Reisezeit der Kesselanlage liegt bei 6.000 Stunden. Die Realität zeigt uns dass nach rund 4.000 Std. ein Zwischenstopp erforderlich ist. Die Ursachen für diesen Stopp können in vielen Bereichen liegen.

Wird ein Betreiber zu zwei Anlagenstillständen in einem Betriebsjahr auf Grund von Verschmutzungsproblemen am Kessel und/oder RGR genötigt so kann (muss) er folgende Strategie - zumindest in der Argumentation- verfolgen: „Wir nutzen den zweiten Stillstand zur Befundung und Begutachtung der Anlage, um den Umfang für die Jahresrevision kalkulierbarer zu machen.“

Ja -ist vom Ansatz her richtig. Der zweite geplante Stillstand hat bei GKS auch schon größere Schäden, die bei einem durchgehenden Anlagenbetrieb aufgetreten wären und zu ggf. ungeplanten Stillständen beigetragen hätten, vermieden. Wenn unsere Anlagen jedoch in der Lage wären auf diese Reinigungs-Stopps zu verzichten, würden wir mit Sicherheit durchfahren. Wir machen also nur aus der „Not“ eine Tugend.

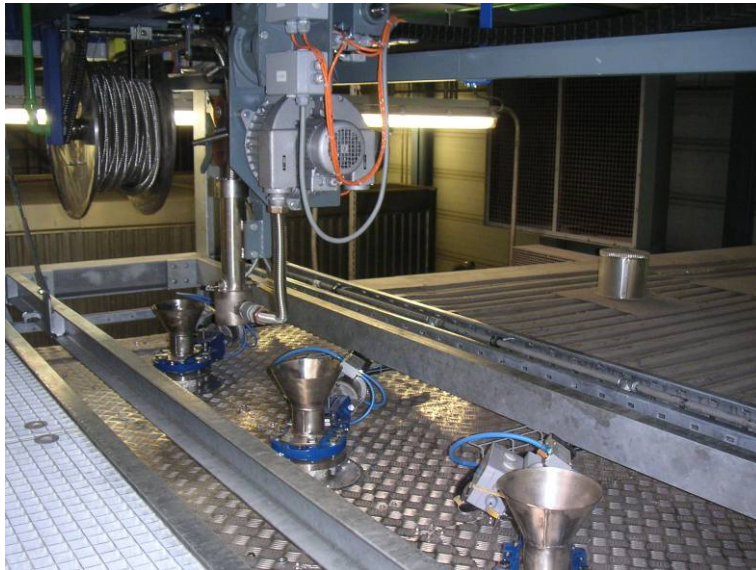
Im Bereich der Kesselanlage liegt die Ursache für die nicht erreichte Reisezeit an der Verschmutzung. Eine Ursache ist im Bereich des ÜH-Paketes 4 zu finden. Durch einen Teilungssprung von 200 mm auf 100 mm kommt es hier zu einem horizontalen Rohrschluss. Die zweite Ursache liegt im zu geringen Wärmeabbau im ECO Bereich.



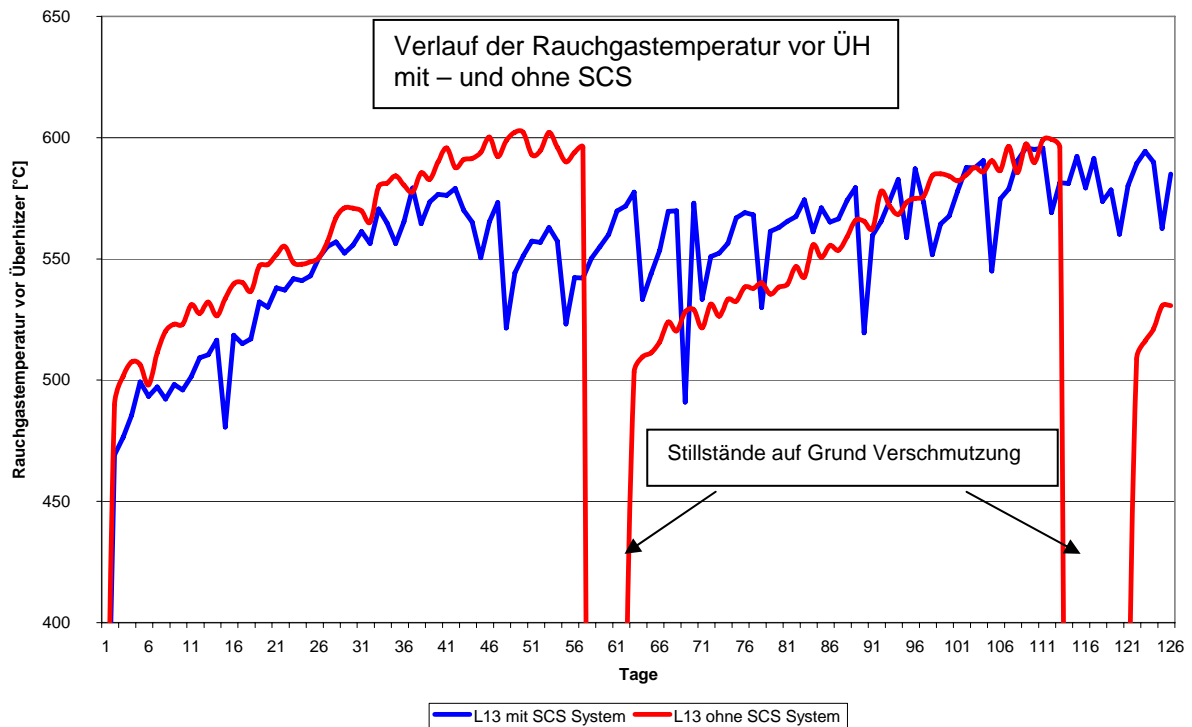
Das ÜH-Paket 4 wurde auf Grund dieser Verschmutzungsproblematik mit einer Klopfvorrichtung (ähnlich wie bei Tail-End-Kesseln) ausgestattet. Hierdurch konnte die Reisezeit von rund 2.500 auf 4.000 Stunden verlängert werden.

Klopfvorrichtung ÜH-Paket 4

Die rauchgasseitige Eintrittstemperatur vor ÜH ist generell ein Thema. Zum einen brauchen unsere Anlagen ca. 8 bis 10 Tage nach Revision bis der produzierte Dampf in den Turbinen verströmt werden kann. Bedingt durch die Zudampfbeaufschlagung der Turbinen müssen bestimmte Mindesttemperaturen eingehalten werden. Zum anderen näherte sich nach ca. 3.000 Betriebsstunden die Rauchgastemperatur vor Überhitzer der 600 °C-Schwelle. Wurde dieser Temperaturwert dauerhaft erreicht, erfolgte die Reduzierung der Leistung und die nächste Zwischenreinigung wurde vorbereitet. Schwerpunkt dieser Reinigungen waren im Wesentlichen die Rückwand des 2. Kesselzuges und die Schottenheizflächen.



Durch die Installation eines Reinigungssystems für den 2. Zug (SCS 200), konnte die Rauchgastemperatur vor ÜH ohne Schwierigkeiten dauerhaft auf kleiner 600°C gehalten werden.



Auch bei diesem System ist im Laufe des Betriebes ein Lerneffekt aufgetreten. Werden die Heizflächen zu stark gereinigt, so verändert sich bei unveränderten Parametern das Verhältnis zwischen Wassermenge und Belag. Die abgereinigten Beläge sind zu nass, was zu einem Zusetzen der nachgeschalteten Heizflächen führen kann.



Zugesetzte Wärmefalle vor Eintritt ÜH

Die Untersuchungen der Porosität der Beläge zeigten mit 8,5 % im Vergleich zu sonst üblichen Werten von 49 % einen extrem niedrigen Wert. Die Beläge wurden durch den hohen Wasseranteil derart verdichtet dass diese niedrigen Werte entstehen können.

### 3.6 ÜH-Standzeiten

Die im ÜH-Bereich erzielten Standzeiten liegen gesichert bei 2 Betriebsjahren also nach derzeitigem Stand bei rund 15.000 Stunden. Diese Standzeiten werden nur durch zusätzliche Schutzmaßnahmen erreicht, die über das übliche Maß hinausgehen. Versuche mit metallischen und nichtmetallischen Schutzschichten wurden durchgeführt. Die getesteten nichtmetallischen Schutzschichten sind in ihrer Lebensdauer d.h. bis zum Zeitpunkt des Versagens nicht kalkulierbar.



Bei den metallischen Schutzschichten zeigt bislang - neben Cladding - eine thermische Spritzschicht gute Ergebnisse. Die Wirtschaftlichkeit dieser Schutzmaßnahmen ist in Abhängigkeit der Standzeit noch zu prüfen.

Metallische Schutzschicht bei Einbau. Standzeit bislang über 15.000 Std. ohne erkennbare Fehlstellen

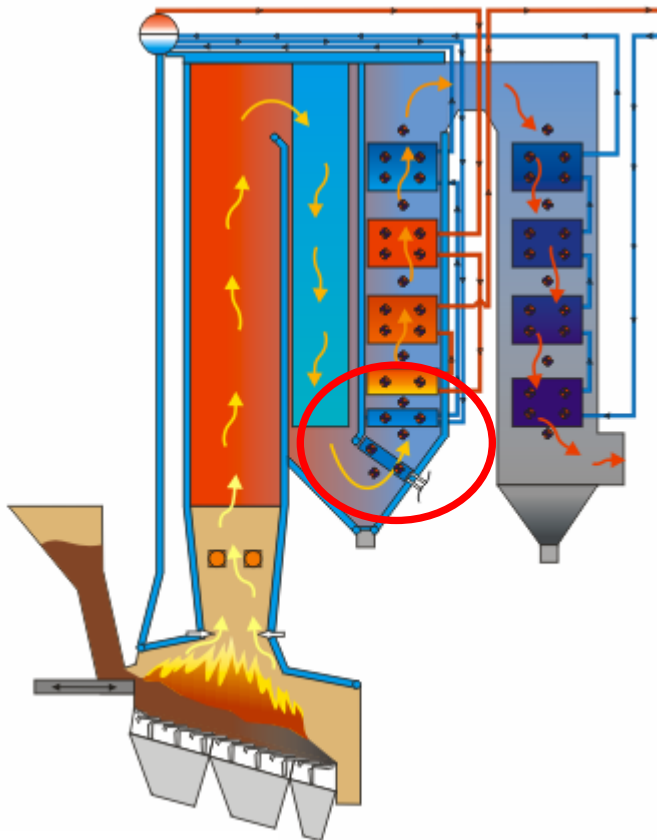


Die konventionelle Schutzbeschaltung stellt sich bislang als die effizienteste Schutzmaßnahme dar. Zum einen ist die Kontrolle auf Vollständigkeit –zumindest bei gereinigten ÜH-Paketen relativ gut zu bewerkstelligen. Zum anderen ist, die durch die erweiterte Schutzbeschaltung erwartete geringere Wärmeaufnahme der Überhitzer, nicht eingetroffen. Als Nachteil dieser Maßnahme ist die Reduzierung des freien Querschnitts auf dem Rauchgasweg anzuführen. An Linie 12 wurden in Verbindung mit einer vollflächigen Schutzbeschaltung im Endüberhitzer in 2003 erstmalig Standzeiten von 23.100 Stunden erreicht.

### 3.7 Schadstoffalle und HSC

Die Beläge auf Heizflächen stellen in Verbindung mit dem Stoffantransport durch Flugasche und Aerosole ein nahezu unerschöpfliches Potential von Chlorverbindungen dar. Die Abreinigung der Beläge durch Reinigungsvorrichtungen stellt sich als unbefriedigend dar, zumindest werden die Beläge nicht soweit abgereinigt, dass über die Betriebszeit kein stationärer Zustand einstellt, sondern das Belagwachstum fortschreitet [VGB Projekt Harpeng]. Das die korrosionsrelevanten Cl-Verbindungen durch die Aerosole und Flugasche antransportiert werden ist Fakt. Wir müssen also nur die „Bösen-Buben“ aus dem Rauchgas entfernen, bevor sie auf die Heizflächen mit den kritischen Temperaturen treffen und dort ihren von uns so ungeliebten Job machen.

Durch den Einsatz von Heizflächen mit niedrigen Rohrwandtemperaturen in Verbindung mit einem effizienten Reinigungssystem können unter bestimmten Randbedingungen die Aerosole abgefangen werden und die Heizflächen der Endüberhitzer vor intensiven Korrosionsangriffen geschützt werden. Heizflächen als Schutzverdampfer vor den Überhitzern ist nichts Neues (haben wir bislang auch), die Frage ist nur vor wem oder was sollen diese Verdampferrohre schützen. In der Anordnung und Teilung wie sie beispielsweise im GKS derzeit installiert sind, eigentlich nur vor direkter Anströmung. Eine Belagsabscheidung ist in geringem Umfang gegeben zumal die Abreinigung dieser Flächen minimal ist.



Prinzipbild Schadstofffalle

Die von GKS zum Patent angemeldete Schadstofffalle (SSF) beruht darauf, dass die vor den ÜH-Flächen angeordneten Rohre mit möglichst kleinem Durchmesser, in einer möglichst kleinen Teilung, mit möglichst kaltem Medium durchströmt werden und last but not least mit einem intensiv arbeitenden Reinigungssystem - dass ebenfalls zum Patent angemeldet ist- extrem sauber gehalten werden.

#### Auszug aus Patentschrift der Schadstofffalle:

„...Mit der vorliegenden Erfindung wird es möglich, den Korrosionsangriff auf die Heizflächen eines Kessels, welche nach dem Stand der Technik nur unzureichend vor Korrosionsangriff geschützt werden können, zu vermindern, die Standzeiten der Heizflächen zu verlängern, die Wärmeübertragung der nachgeschaltete Heizfläche zu verbessern und den rauchgasseitigen Druckverlust zu vermindern um schlussendlich die Anlagenbetriebszeiten zu erhöhen.“

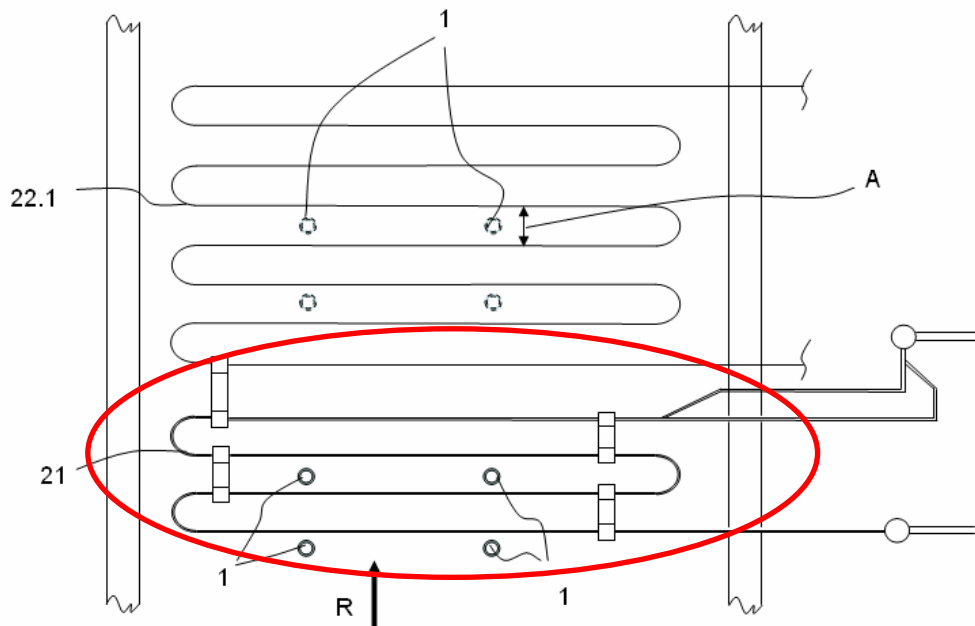
### Auszug aus der Patentschrift Reinigungsvorrichtung (HSC):

„...Die Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass mindestens eine Reinigungsvorrichtung für zumindest eine der Heizflächen vorgesehen ist, die von einer der Seitenwände eines Kesselzuges der thermischen Anlage, in dem das Rauchgas geführt ist, in den Kesselzug eingebracht wird. Weiterhin wird ein Verfahren zum Reinigen von Heizflächen beschrieben. Mit der Erfindung ist es möglich, die Rohrsysteme wie Überhitzer, Economiser und Verdampfer im laufenden Kesselbetrieb von Belägen zu befreien, damit den Wärmeübergang zu optimieren, ein Ansteigen des Druckverlustes im Kesselinnenraum über die Reisezeit zu vermindern und/oder Schadstoffe von den Rohren entfernen zu können.“

Die dargestellten Kriterien ermöglichen folgende Effekte:

- Kleiner Rohrdurchmesser → geringste mögliche Wärmeauskoppelung aus dem Rauchgasstrom sowie als Nebeneffekt eine optimale Abscheideleistung von Aerosolen und Partikeln mit kleinem Durchmesser (die großen Partikel waren – bis sie so groß wurden - solange im Rauchgasstrom unterwegs, dass sie komplett sulfatiert und somit im Hinblick auf die Korrosion uninteressant sind).
- Geringe Teilung → Wesentlich, damit auch möglichst viele Aerosole ein Rohr treffen, auf dem die Deposition stattfinden kann (abhängig von der Einbaulage in der Anlage nicht fluchtend sondern versetzte Teilung).
- Kaltes Medium in den Rohren → niedrige Oberflächentemperaturen und damit Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes der Alkalimetallchloride. Die Flugaschemengen, die abgeschieden wurden, bleiben dann in der vorhandenen Zusammensetzung unverändert und im Hinblick auf die Korrosion irrelevant.

- Intensive Abreinigung → saubere Flächen ermöglichen eine gute Abscheideleistung, Reinigungswirkung muss exzellent sein, da sonst durch den zunehmenden Belagsaufbau der Druckverlust ansteigt und die Anlage ggf. abgefahren werden muss. Weiterhin werden durch die intensive Abreinigung die angestrebten niedrigen Rohrwandtemperaturen auf diesem Niveau gehalten.



Schadstofffalle mit Öffnungen für die Reinigungsvorrichtungen



Reinigungsvorrichtung (HSC)

All diese Kriterien müssen erfüllt sein, um ein effizientes System zu Reduzierung der Korrosionen an den Endüberhitzern zu erreichen. Als größte Herausforderungen sind hier zumindest bei bestehenden Anlagen die Integration der SSF in den Wasser-/Dampfkreislauf und die Effizienz der Reinigungsvorrichtung zu sehen. In Zusammenarbeit mit Fa. KED, München, haben wir verschiedene Varianten der Integration der SSF durchgerechnet. Um die FD-Parameter der Anlage gesichert zu erreichen müssen bestehende Heizflächen im 2. Kesselzug modifiziert werden. Wir werden im 1. Quartal 2007 eine Anlage mit diesen Systemen ausstatten und zu gegebenem Zeitpunkt hierzu berichten.

### **3.8 Parallelarbeit Kessel Feuerung**

#### Gerüst 1. Zug

Der Gerüstbau im ersten Kesselzug stellt bei GKS noch Optimierungspotential dar. Die Lastabtragung des Gerüsts erfolgt derzeit über eine Stahlunterkonstruktion auf die Rostseitenwangen (Dehnungskästen). Bedingt durch die Bauhöhe der Unterkonstruktion ist eine Parallelarbeit im Bereich der Feuerung zu weiteren Arbeiten im 1. Zug (Mauerwerk, Druckkörper) nur eingeschränkt möglich. Eine Vergrößerung der Bauhöhe an der Unterkonstruktion bringt nur bedingte Vorteile (Belagswechsel am Rost), da aufgrund der Vertikalstützen in Teilbereichen die Zugänglichkeiten zu den Stahlkonstruktionen im Bereich der luftgekühlten Seitenwände behindert wird. Hier wäre eine über Quertraversen abgefängene Unterkonstruktion mit Lastabtragung in das Kesselgerüst sinnvoll.

#### Absauganlage für den Bereich Kessel

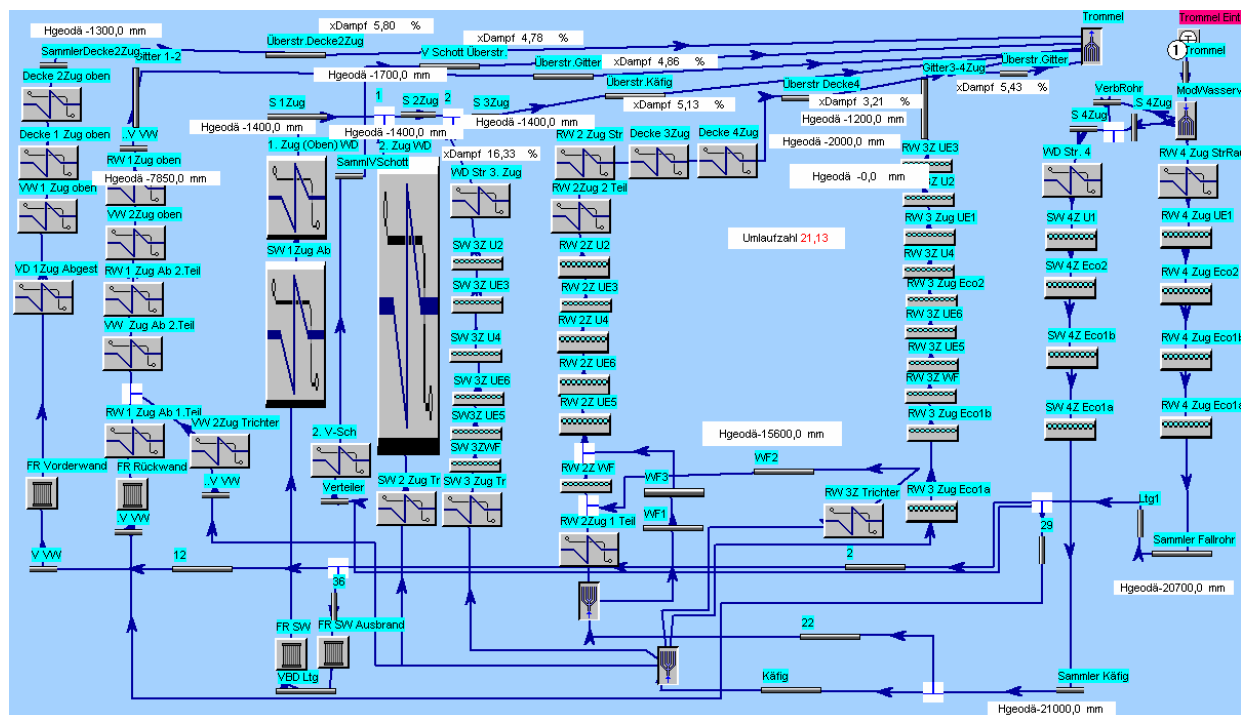
Bislang erfolgte die Absaugung der Kesselanlage bei der rauchgasseitigen Reinigung und anschließenden Arbeiten über das Rezirkulationsgebläse und den Bypass um die Rauchgasreinigung. Die Entnahmestelle für das Rezirkulationsgas ist die Abströmseite des Vorentstaubers (Multizyklon). Im Zuge der Revisionsplanung war diese Komponente auf dem kritischen Pfad, da Arbeiten am Zyklon parallel zu Arbeiten im Bereich des Kessels und der Feuerung nicht möglich waren. Eine Alternative zu einer stationären Absauganlage ist zweifellos die Beistellung einer mobilen Anlage durch einen Dienstleister. Hier ist neben den Kosten und der Absaugleistung auch die Randbedingung „Platz auf dem Anlagengelände“ relevant. GKS hat in Januar 2006 eine stationäre Absauganlage in Betrieb genommen. Der Revisionsablauf konnte hierdurch deutlich entflechtet werden und bietet Ansatz für weitere Optimierungspotentiale.

### 3.9 Erhöhung der Durchsatzleistung

Zur Steigerung der Mülldurchsatzleistung unserer Anlagen wurde der Naturumlauf der Kesselanlagen in Zusammenarbeit mit der Fa. KED, München nachberechnet um die Nennlast der Anlage von derzeit 22,7 t/h auf 25 t/h zu erhöhen. Diese 10 % ige Leistungssteigerung kann nur in Verbindung mit weiteren Optimierungen im Bereich der Feuerungsleistungsregelung und Rauchgasreinigung umgesetzt werden.

Der O<sub>2</sub>-Gehalt im Rauchgas muss auf ca. 7 Vol % tr. Abgesenkt werden. Weiterhin wird die Kesselaustrittstemperatur von ursprünglich 215 °C auf 225 °C angehoben, um die Zunahme des Rauchgasvolumenstrom zu minimieren. Die Rauchgasreinigungsanlage wird einer Optimierung im Hinblick auf den Druckverlust unterzogen.

Die Naturumlaufberechnung zeigt, dass bei der geplanten Nennlast von 25 t/h bzw. bei der Überlast von 27,5 t/h keine kritischen Zustände in Bezug auf den Dampfgehalt und der Strömungsgeschwindigkeiten im Umlaufsystem auftreten.



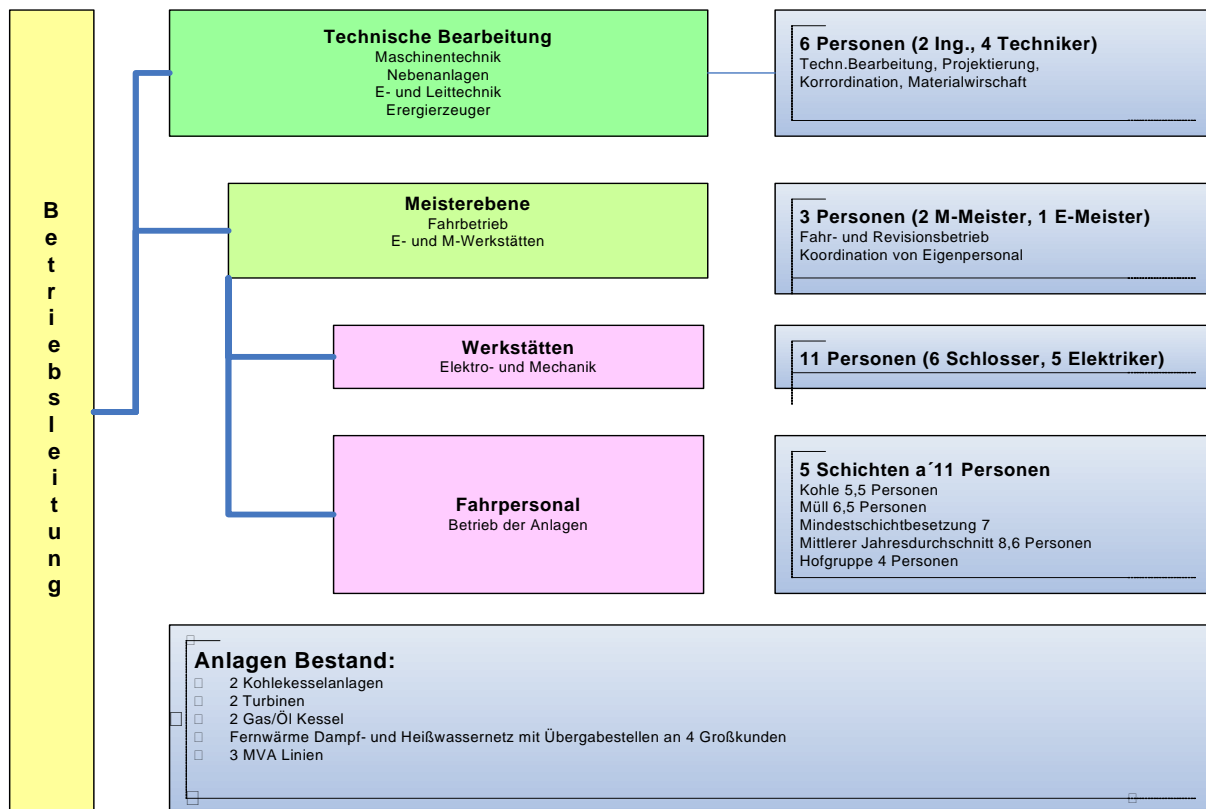
Kriterium: Lastfall 27,5 t/h	Grenz- / Richt-Wert	Ist-Wert
Kritischer Dampfgehalt senkrecht Durchströmung WD Str. 3. Zug	84,88%	21,64 %
Kritischer Dampfgehalt waagrecht Durchströmung Wärmefalle 3 „WF3“	6,13%	1,03%
Strömungsgeschw. 1-phasig	4 m/s	Max 2,67 m/s (Sammler Käfig)
Strömungsgeschw. 2-phasig	10 m/s	1,56 m/s (S 3 Zug = Sammler)

In die Betrachtung wurden ebenfalls die Sicherheitsventile der Kesselanlagen, die Speisepumpen und die Rauchgasreinigung mit einbezogen. Die entsprechenden Unterlagen sind z. Zt. beim TÜV München zur Vorprüfung.

## 4. ORGANISATORISCHE MAßNAHMEN ZUR VERFÜGBARKEITSSTEIGERUNG

### 4.1 Personalaufbau und -struktur

Der Personalstand für den technischen Bereich liegt für die Gesamtanlage bei 79 Personen. Diese teilen sich in 55 Personen Schichtpersonal für den gesamten Anlagenbereich, 11 Personen in den Werkstätten (E- und M-), 4 Personen auf den Hof, 3 Meister (2 KW-Meister, 1 Elektromeister) 6 Personen in der technischen Bearbeitung und Leittechnik. Die Schichtstärke für den Anlagenbetrieb liegt mit nominal 11 Personen in einem Bereich, der ohne weitere Erläuterungen meistens zu Reaktionen des Erstaunens bei Kollegen führt. Also auch hier die Erläuterung: Mit diesen 11 Personen werden nicht nur die drei MVA Linien betrieben, sondern auch die beiden Kohlekessel incl. der zugehörigen Peripherie (Fernwärmenetz) und das Spitzenheizwerk Nord mit seinen 2 gas-/ölgefeuerten Kesseln. Reduziert man die Anlagentechnik auf den normalerweise üblichen Umfang einer 3-linigen Müllverbrennungsanlage, so liegen wir bei 6,5 Personen pro Schicht. Der ½ Mann ist der Schichtleiter der Kohle und Müllteil in Personalunion betreut.



Unabhängig davon liegt die reale durchschnittliche Schichtbesetzung bedingt durch Urlaub, Krankheit, usw. bei 9,3 Personen. Die ursprüngliche feste Zuordnung von Mitarbeitern zu den Anlagenbereichen ist nicht mehr gegeben, sodass die Mitarbeiter flexibel einzusetzen sind. Durch das Fahrpersonal werden neben den reinen Bedien-

und Beobachtungstätigkeiten kleinere Reparaturarbeiten mit erledigt. Dieses schafft Ressourcen im Bereich der Werkstätten im Zeitraum der Revisionen. Bei sieben Kesselanlagen beträgt der Anteil der Revisionszeiten sowieso mehr als 50 % des Jahres.

## 4.2 Abstimmungsgespräche

Nach der Bereitstellung einer Linie zur Revision, d. h. nach kompletter Freischaltung der Anlage werden arbeitstäglich Abstimmungsgespräche mit allen zu diesem Zeitpunkt auf der Anlage tätigen Bauleitern der Fremdfirmen und mit dem Eigenpersonal durchgeführt. Diese Abstimmungsgespräche dienen

- zur Koordination der einzelnen Gewerke untereinander,
- zur Durchsprache und Festlegung von zusätzlichen Maßnahmen und weiterhin
- zum Informationsaustausch mit dem Fahrpersonal.

Insbesondere dieser letzte Punkt erweist sich in der Praxis als wichtig, da hier der Fahrbetrieb über die Revisionstätigkeiten Kenntnis erhält und mit diesem Hintergrundwissen unterstützend tätig sein kann.

## 4.3 Personaleinsatz

Unsere Philosophie ist es, möglichst viele der erforderlichen Arbeiten mit Eigenpersonal abzudecken. Der Grund liegt darin, dass Arbeiten, die von Personen durchgeführt werden, die sich mit der Anlage identifizieren in der Effizienz und in der Qualität höher einzustufen sind.

Die erste planmäßige Revision einer MVA-Linie 1994: Der Anlagenlieferant bietet im Bereich der Rauchgasreinigung ein Stück Revision an. Abgesehen davon, dass der Betreiber vor der Angebotsdurchsprache gefragt wurde, was denn alles revidiert werden soll (und das nach 6 Monaten Betriebserfahrung) wurde angeboten, die Anlage freigeschaltet an den Auftragnehmer zu übergeben und nach Abschluss der Revision diese wieder anfahrbereit zu übergeben. Auf Grund der komplexen Anlagentechnik (zumindest im Vergleich zu der Rauchgasreinigung im Kohlekraftwerk) sind wir auf diesen Vorschlag eingegangen. Der Aufwand, den wir betreiben mussten, um die Anlage wirklich in einen betriebsfähigen Zustand zu bekommen, war erheblich. So wurden z. B. bei Absperrorganen an den pneumatischen Fördereinrichtungen Dichtungen falsch eingesetzt sowie Endschalter für Auf und Zu vertauscht; bei der Kalksteinmehlförderung wurden die Einblaselangen in die Vorlagebehälter nicht eingebaut usw. Die Ursachen für solche Vorfälle liegen eindeutig in mangelhafter Qualitätssicherung des Auftragnehmers und in der fehlenden Identifikation mit der Anlage.

Dieser kleine Ausflug in die GKS-Historie zeigt, dass sich unsere „Philosophie“ also wieder einmal durch einen Lernprozess ergeben hat. Die Einbeziehung des

Eigenpersonals in den Revisionsbetrieb stellt neben dem qualitativen Vorteil auch eine Motivation der Mitarbeiter sicher, da sie sich mit der Anlage bis zur nächsten Revision auseinandersetzen müssen. In welcher Art das Eigenpersonal eingesetzt wird – 100% Eigenleistung oder Mischansatz – ist von der Dauer der Tätigkeit abhängig, und von Fall zu Fall zu entscheiden. Trotzdem bzw. gerade aufgrund dessen sind Mitarbeiter aus dem Werkstattbereich bei den dann ausführenden Fremdfirmen mit dabei um einerseits zu kontrollieren und andererseits den Know-how-Transfer aufrechtzuerhalten. Diese kann notwendig sein um entsprechendes Hintergrundwissen bei Verhandlungsgesprächen mit Servicefirmen zu haben.

In einigen Fällen gelingt es bei Fremdfirmen, die ihre Arbeiten mit Umsicht und Sorgfalt ausführen, auf die Beistellung eines GKS-Mitarbeiters als Koordinator zu verzichten. Eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit entsprechendem Informationsaustausch ist hierbei Wesentlich.

Der Bereich der Rauchgasreinigung stellt den Anteil der größten Eigenleistung dar. Nahezu die gesamte Revision wird durch Eigenpersonal durchgeführt bzw. koordiniert. Nur wenige Spezialgewerke wie z. B. Arbeiten an GFK-Komponenten werden komplett vergeben.

Arbeiten in der Rauchgasreinigung wurden bislang nicht im Mehrschichtbetrieb abgefahren. Die Ursache hierfür liegt darin begründet, dass die erforderlichen Arbeiten bislang nicht auf dem kritischen Pfad im Terminablauf lagen. Weiterhin wird wie bereits angeführt derzeit überwiegend ortsansässiges Fremdpersonal aus Kleinbetrieben eingesetzt, die unter Federführung von Eigenpersonal aus dem Werkstattbereich die Arbeiten durchführen. Weder diese Kleinbetriebe noch unsere Werkstatt sind für einen mehrschichtigen Arbeitseinsatz aufgestellt. Hier stellt sich ein Optimierungspotential dar, das jedoch zu Lasten des Know-how der eigenen Mannschaft gehen könnte.

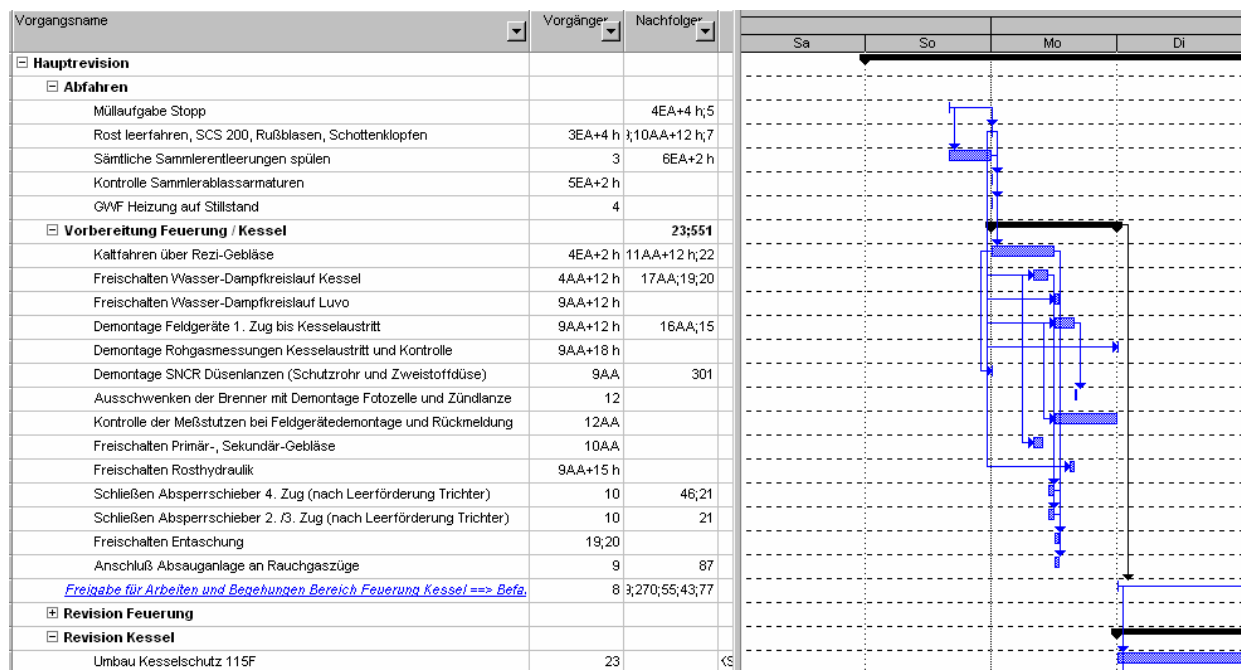
In den Bereichen Feuerung / Kessel werden weitestgehend Servicefirmen für die Bereiche Rost, Druckkörper und Feuerfest mit entsprechender Qualifikation eingesetzt. Die Nebenanlagen (Hydraulik, Russbläser, Gebläse, Entschlacker usw.) werden in Eigenleistung bzw. im bereits erläuterten Personalmix revidiert. Die auf dem kritischen Pfad liegenden Arbeiten laufen im Mehrschichtbetrieb.

#### **4.4 Bereitstellung zur Revision Freischaltung**

Ist die Anlage abgefahren erfolgt die Freischaltung der Anlage durch das Schichtpersonal. Hierzu gibt es standardisierte Freischaltlisten, die die gesamte Verfahrenslinie abbilden. Werden im Verlauf der Revision Aggegatzuschaltungen benötigt z. B. Rost- oder Gebläse-Probelaufe, so werden diese Aktivschaltungen und die anschließende Freischaltung in gesonderte Listen eingetragen. Diese Vorgehensweise ist übersichtlich, da jederzeit der Anlagenzustand erkennbar ist und stellt damit ein erhebliches Stück Sicherheit dar.

### 4.5 Planungsmittel

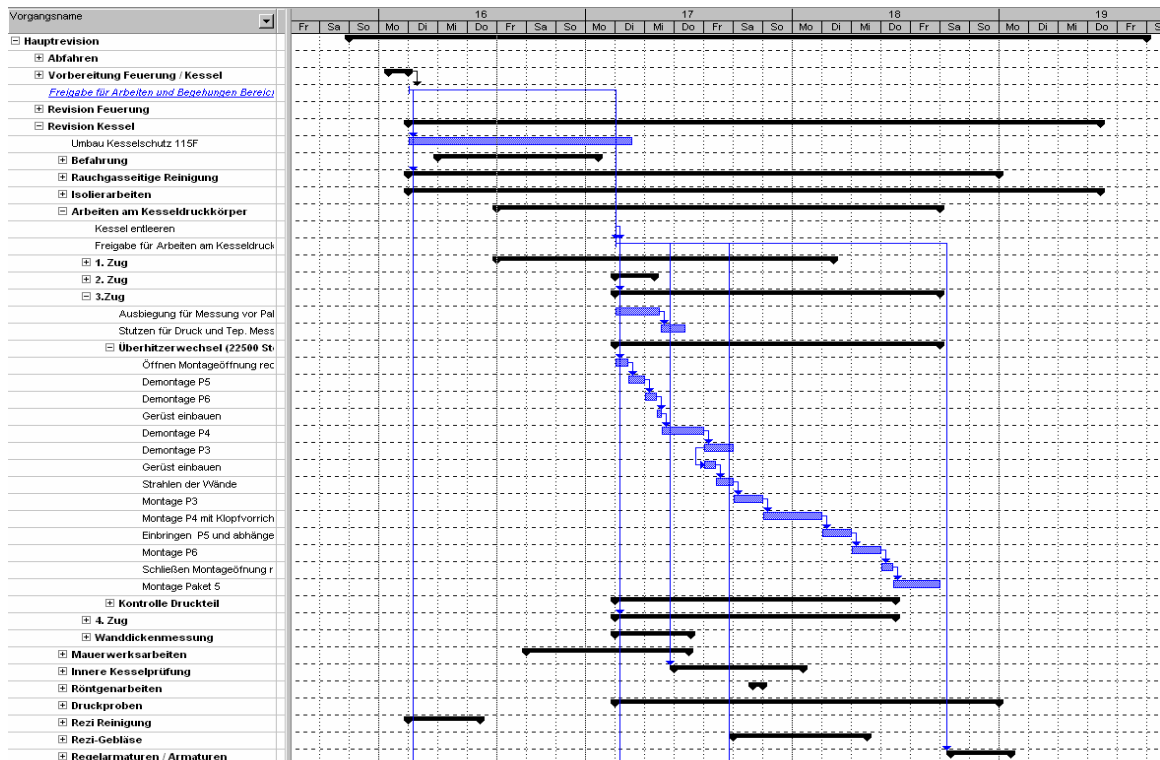
Für die grundsätzliche Revisionsplanung wurden zu Beginn mit Excellisten und angegliederten Zeitbalken gearbeitet. Mit Zunahme des Detaillierungsgrades der Revisionsplanung wurde Excel zu unkomfortabel. Es erfolgte der Übergang auf MS Project. Mit diesem umfangreichen Planungstool können Revisionen und andere Terminabläufe bei Bedarf bis in das letzte Detail fixiert und mit einsprechenden Ressourcen und Kosten hinterlegt werden. In wieweit ein solcher Detaillierungsgrad erforderlich bzw. sinnvoll ist muss im Einzelfall entschieden werden. Wir haben für unsere Revisionsumfänge ein komplettes Mengengerüst an Tätigkeiten (Anzahl der Task: 566 Stück) und Abhängigkeiten hinterlegt.



Beispiel für Abhängigkeiten der einzelnen Task. Hier „Abfahren“

Für die Eigenleistungen und die zeitintensiven und somit kritischen Tätigkeiten wurden Ressourcen angelegt. Werden Tätigkeiten die auf den kritischen Termin-Pfad liegen optimiert, so kann es sein dass neue Tätigkeiten zu kritischen Abläufen werden.

Entsprechend dem tatsächlichen Revisionsumfang wird der Zeitaufwand für nicht benötigte Tasks auf „0“ gesetzt. Aus dem Gesamtumfang des Terminplanes können nach Ressourcen gefilterte Auszüge erstellt werden. Hierdurch kann z. B. für den Eigenpersonaleinsatz ein Ablaufplan erstellt werden. Im Verlauf von Revisionen kommt es bedingt durch zusätzliche bzw. unvorhergesehene Arbeiten zwangsläufig zu Abweichungen vom geplanten Ablauf. Diese Änderungen werden aus Kapazitätsgründen nicht in den Terminplan eingepflegt. Für den Gesamtüberblick werden dafür weiterhin Übersichten in Excel erstellt.



Ablauf Überhitzerwechsel

#### 4.6 Kontrolle vor Revision im Rahmen eines Kurzstillstandes

Bedingt durch die ungenügende Reisezeit sind bei unseren Anlagen Zwischenreinigungen erforderlich. Der Umfang der Reinigungsaktivitäten erstreckt sich auf den 3. und 4. Kesselzug und die Wäschereinbauten. Bei der Zwischenreinigung werden verschiedene Anlagenkomponenten - wie bereits erläutert - einer Kontrolle unterzogen. Die Kontrollen betreffen die Bereiche

- Rost (Kontrolle auf übermäßigen Abbrand)
- Seitenwandkonstruktion (Kontrolle auf übermäßigen Abbrand)
- Feuerfestzustellung im Bereich Feuerraum (1. Zug unkritisch)
- Überhitzer (Vollständigkeit der Schutzbeschalung)

Werden bei diesen Kontrollen Schäden festgestellt erfolgt – sofern die Zugänglichkeit gegeben ist - eine umgehende Instandsetzung dieser Komponenten.

#### **4.7 Ereignisorientierte Instandhaltung**

An redundanten Anlagenkomponenten werden üblicherweise ereignisorientierte Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt. So werden z.B. an den Kreislaufpumpen an den Waschkreisläufen monatliche Aggregatumschaltungen durchgeführt, um eine gleichmäßige Laufzeit auf den Komponenten zu erhalten. Treten bei Betrieb an solchen Komponenten Störungen oder Auffälligkeiten (Rückgang der Fördermenge) auf, werden diese durch Eigenpersonal revidiert. Gleiches gilt z. B. auch für solche komplexe und sensible Aggregate wie Zerstäubermaschinen. Auch diese werden überwiegend durch Eigenpersonal revidiert. Nur in Zeitabständen von ca. 3 bis 4 Jahren erfolgt eine Revision mit dem Hersteller (hier zieht neben dem der Motivationsansatz der Aspekt Kosten). Aggregate wie z.B. Hydraulikpumpen werden durch Lagerbestand ersetzt und extern revidiert. Aggregate, die Spezialwissen erfordern werden durch Fachfirmen revidiert.

#### **4.8 Zustandsorientierte und/oder zeitorientierte Instandhaltung**

Die Heizflächen der Überhitzer (Pakete 3 bis 6) wurden bisher zeitorientiert alle 2 Jahre ausgetauscht. Die Notwendigkeit alle genannten ÜH-Pakete zu wechseln, ergibt sich aufgrund der bereits benannten Zugänglichkeit. Im Nachgang zum Austausch erfolgte eine Zustandsbewertung der ÜH-Pakete. Die Bewertung zeigte, dass der Austausch in vielen Bereichen des ÜH zu früh erfolgt war. Aus diesen Bewertungen resultierte letztendlich die Maßnahme die uns zu den derzeitigen ÜH-Standzeiten von rd. 23.100 Stunden führte. Der gleichen Vorgehensweise unterliegen z. B. die mit Alloy 625 ausgestatteten Membranwände im ersten Kesselzug. Hier erfolgen im Rahmen der Revision Pflegemaßnahmen mit einem relativ geringen Aufwand.

#### **4.9 Vorbeugende Instandhaltung**

Bei Komponenten, die als kritisch eingestuft sind (Mono-Aggregate) oder redundant ausgeführt sind, aber eine hohe Priorität besitzen, erfolgt eine vorbeugende Instandhaltung. D. h. in zyklischen Abständen (in Abhängigkeit von den Herstellerempfehlungen oder eigene Erfahrungswerte) erfolgen die Wartungsarbeiten an diesen Komponenten.

#### **4.10 Elektrische Einrichtungen**

Revisionen an Schaltanlagen auf der 0,4 kV Ebene werden linienzugeordnet durchgeführt. Die Eigenbedarf- sowie die Übergabetransformatoren werden in Abständen von 2 Jahren geprüft. An den Schaltanlagen auf allen Spannungsebenen werden zusätzlich alle 2 Jahre Thermografieaufnahmen der Leistungsschalter und Klemmverbindungen durchgeführt. Diese Maßnahme wurde auf Vorschlag bzw. Empfehlung des Versicherers durchgeführt. Das Ergebnis stellt sich eindeutig positiv dar. Es wurden bereits einige Leistungsschalter bzw. Klemmverbindungen mit erhöhten Temperaturen festgestellt.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Maßnahmen zu Steigerung der Anlagenverfügbarkeit stellen auf technische Seite und auf der organisatorischen Seite eine Herausforderung dar.

Die technischen Maßnahmen erstrecken sich von konventionellen und bewährten Ansätzen hin zu innovativen Entwicklungen. Im Bereich der konventionellen und technisch erprobten Ansätze kann auf einen umfangreichen Erfahrungsschatz bei Betreibern und Anlagenbauern zurückgegriffen werden. Mit den letzt genannten – den innovativen Entwicklungen - geht der Betreiber einen Weg, der notwendig ist um im Bereich der Standzeitverlängerung von Überhitzerheizflächen deutliche Verbesserungen zu erzielen. Diese Entwicklungen beinhalten ein gewisses Risiko, ohne dass jedoch keine maßgeblichen Fortschritte gemacht werden können.

Auf der organisatorischen Seite erstreckt sich der Bereich der Aufgaben angefangen von der Kommunikation über Motivation bis zur Qualitätssicherung und disziplinierter Arbeitsweise aller Beteiligten. Hier ist Teamarbeit der Mannschaft gefordert.

Es gilt aus Technik und Organisation ein Paket zu schnüren, dass die Verfügbarkeiten unserer Anlagen steigert und die Zuverlässigkeit erhöht. Ein Tag Revisionszeitverkürzung pro Linie bedeutet eine Verbesserung der Gesamtverfügbarkeit um 0,8 %-Punkte.

Eine Prognose über den im Jahr 2006 und Folgende erreichbaren Zuwachs an Verfügbarkeit zu machen ist sehr gewagt. Trotzdem ein Ausblick welche Werte erreicht werden können wenn die Anlagen mit einer Gesamtstillstandszeit von 31 Tagen pro Anlage und Jahr zurecht kommen.

		2003	2004	2005	2006- 20XX
<b>Linie 11</b>	[h]	7.559	7.748	7.635	8.028
Stillstand	[h]	1.201	1.036	1.125	612
Plan-Stillstand	[h]	1.171	944	1.008	732
Zusatz Stillstand	[h]	30	-	117	-
Schäden	[h]	-	92	-	-
<b>Linie 12</b>	[h]	7.187	7.623	7.118	7.956
Stillstand	[h]	1.573	1.161	1.642	48
Plan-Stillstand	[h]	1.119	1.123	862	756
Zusatz Stillstand	[h]	315	38	708	-
Schäden	[h]	139	-	72	48
<b>Linie 13</b>	[h]	7.519	7.368	7.850	7.956
Stillstand	[h]	1.241	1.416	910	120
Plan-Stillstand	[h]	1.200	1.099	816	756
Zusatz Stillstand	[h]	41	317	-	-
Schäden	[h]	-	-	94	48
<b>Betriebszeit Saugzug</b>	[h]	22.265	22.739	22.603	23.940

<b>Betriebszeit EMI-Rechner</b>	[h]	<b>22.142</b>	<b>22.596</b>	<b>22.470</b>	<b>23.844</b>
<b>Verfügbarkeit (reiner Müllbetrieb)</b>	%	84,25%	85,75%	85,50%	<b>90,73%</b>

Die Zeit wird zeigen in wie weit die „Prognose“ und die Realität zusammen passen. Sicher ist, dass wir alles daran setzen das selbst gesetzte Ziel die Verfügbarkeit in Richtung der 90 % Marke zu bewegen.