

Situationsbeschreibung  
Betriebliche Aufgabenstellung  
im Rahmen der Fortbildung zum  
Industriemeister Metall

Thema:

Optimierung  
eines Saugrohrkrümmers  
in einer Sinteranlage

Schwerpunkte: Handlungsbereich Technik  
Funktionsfeld Betriebserhaltung  
(Stahlherstellung)

Januar 2000

Modellversuchsbereich: IHK Saarland (Gerd Müller)

Firma: Dillinger Hütte AG (Lothar Walter)

Bearbeitung: Fraunhofer Institut Arbeitswirtschaft und Organisation  
(Katrin Müller; Gerd Gidion)



## Inhalt

Über die Dillinger Hüttenwerke	3
Über die Geschichte der Dillinger Hüttenwerke	4
Die Anlagen der Dillinger Hüttenwerke: Die Hochöfen	5
Die Produkte der Dillinger Hüttenwerke	6
Der Meisterbereich	7
Der Auftragsablauf	7
Die Rolle des Meisters	8
Die Aufgabenstellung	9
Lösungsansätze	11
Originalunterlagen:	
Alte Zeichnung des Saugrohrkrümmers	12
Neue Zeichnung des Saugrohrkrümmers	13
Foto des neuen Krümmereckteiles	14
Foto: Blick in den Saugrohrkrümmer auf das Verschleißblech	14
Foto: Hilfsgerüst für die Montage des Krümmerteiles mit dem Übergang von rundem zu rechteckigem Flansch	15
Foto: Zulage für den Biegeprozeß des konischen Teiles	15
Zeichnung eines Blechteiles	16
Zeichnung eines Blechteiles)	17
Zeichnung des runden Flansches	18
Zeichnung der Zulage und Zeichnung der End-Bleche für die Eckstücke	19
Zeichnung der Bleche für die Eckstücke	20
Zeichnung der Abwicklung eines konischen Teiles	21
Zeichnung der Abwicklung konischer Teile	22
Brennkoordinatenblatt 1	23
Brennkoordinatenblatt 2	24
Brennkoordinatenblatt 3	25
Eingabedatenblatt	26
Formblatt für TQM-Projekte 1	27
Formblatt für TQM-Projekte 2	28



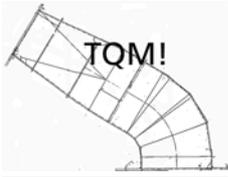
## Über die Dillinger Hüttenwerke

Joachim Penner in der Saarbrücker Zeitung vom 14. Mai 1999:

Nach dem glänzenden Stahljahr 1998 muß sich in diesem Jahr auch die AG der Dillinger Hüttenwerke (DH) mit etwas bescheideneren Ergebnissen zufrieden geben. Die Dillinger Hütte, die als Kleinod unter den europäischen Hüttenwerken gilt, hat 1998 ihr bisher bestes Ergebnis eingefahren. "Das Jahr war gut, das Ende aber ganz schlecht", beschreibt der Vorstandsvorsitzende der DH, Michel Maulvault, die Entwicklung. Es seien die wachsenden Importe gewesen, die die Marktlage ab Mitte des Jahres 1998 ins Negative gewendet und der Branche einen schwierigen Start ins laufende Jahr beschert haben, meinte er in einem Gespräch mit unserer Zeitung.

Stahl aus Dillingen verkauft sich gut am Markt. Um die Position am Weltmarkt weiter auszubauen, sind die Dillinger prinzipiell zu Kooperationen mit anderen Unternehmen bereit. Die mögliche Stabilisierung der Märkte, etwa im Fernen Osten, könne sich im Jahr 2000 positiv bemerkbar machen. Gewisse Hoffnungen setzt Maulvault auf die Stabilisierung der Ölpreise. Es seien auch Großprojekte in der Planung. So geht der DH-Chef davon aus, daß Europipe, an dem Unternehmen hält die DH 50 Prozent, sich bald eines großen Auftrags aus einem türkisch-russischen Projekt erfreuen wird. Dabei sollen Rohre in großer Tiefe durch das Schwarze Meer laufen. Insgesamt rechnet die Dillinger Hütte auch 1999 mit einer stabilen Entwicklung des Unternehmens. Das gilt auch für die Beschäftigung, wie Arbeitsdirektor Karlheinz Blessing unterstrich.

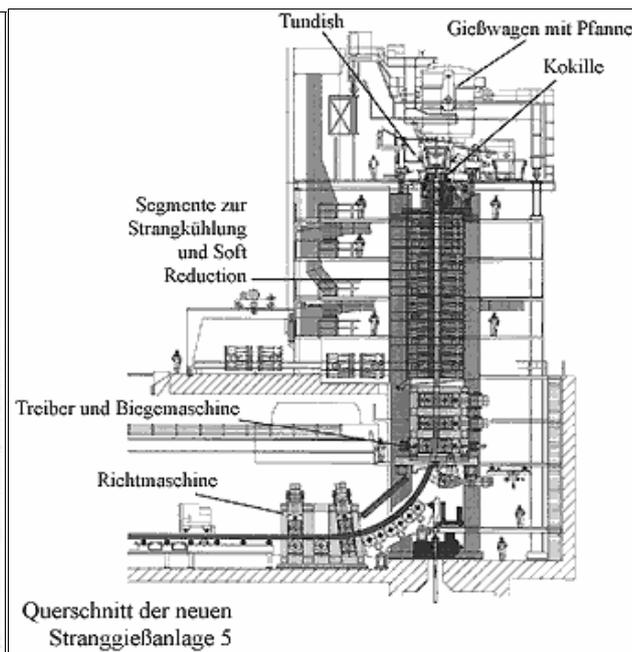
Ende des Jahres 1998 zählte die DH 5157 Mitarbeiter (ohne Lehrlinge), 2,7 Prozent mehr als ein Jahr zuvor. Die Zahl dürfte im laufenden Jahr etwas abschmelzen, da ausscheidende Mitarbeiter nicht immer ersetzt und auch Zeitverträge auslaufen würden. Dennoch werde die DH auch Ende 1999 bei über 5000 Mitarbeitern liegen. Zudem werde derzeit nicht daran gedacht, Kurzarbeit zu fahren; allerdings werde die Mehrarbeit (Überstunden) erheblich zurückgefahren. Einstellung würden derzeit in Dillingen jedenfalls nicht vorgenommen, und über Pfingsten wird ein zweiwöchiger Reparaturstillstand vorweggenommen. Blessing ist sicher, die Zeit bis zum Anspringen der Stahl-Konjunktur - wie früher auch - mit Bordmitteln bewältigen zu können. Das schwache Stahljahr 1999 werde sich auf die Erträge auswirken und der Jahresüberschuß von 1998 in dreistelliger Millionenhöhe nicht wieder erreicht werden. Der Vorstand ist aber sicher, daß auch im laufenden Geschäftsjahr "schwarze Zahlen" geschrieben werden. Besonders stolz ist der DH-Vorstand auf die Entwicklung der Unfallzahlen in dem Hüttenwerk. Die bei der DH schon immer relativ niedrigen Unfallzahlen hätten 1998 mit 72 einen neuen Tiefstand erreicht und seien erstmals unter einhundert gefallen. Die 72 Unfälle bedeuteten eine Unfallohäufigkeit von 7,4 Unfällen je eine Million Arbeitsstunden - 1996 waren es noch 15 gewesen.





## Über die Geschichte der Dillinger Hüttenwerke

- 1685 Gründung der Dillinger Hütte: Der König von Frankreich, Ludwig XIV, erteilt die Erlaubnis, Eisenhütten, Stahlwerke und Schmelzen in Dillingen zu errichten. Die ersten Produkte der Dillinger Hütte umfassen Roheisen, gehämmertes Eisen, Nägel, Öfen, Kaminplatten, Pfannen und Töpfe.
- 1804: Zum ersten Mal gelingt der Dillinger Hütte das Walzen von Schwarzblech. In den Folgejahren erhält das Dillinger Blech Auszeichnungen für seine Qualität. Fortan bestimmt die Dillinger Hütte weltweit die Entwicklung der Blechherstellung mit.
- 1828: Lange vor Beginn der staatlichen Sozialpolitik gibt es in Dillingen für die Arbeiter einen sozialen Leistungsplan, der zu den ältesten Dokumenten betrieblicher Ordnung und Sozialpolitik zählt.
- 1897: In Dillingen wird das erste elektrische Feinblechwalzwerk Europas in Betrieb genommen.
- 1961: Die Dillinger Hütte nimmt die erste Brammenstrangußanlage der Welt in Betrieb - ein Meilenstein in der Geschichte der Grobblechherstellung. In Dillingen können nun Brammen mit einer Größe von 1.500 mm x 200 mm gegossen werden.
- 1971: Durch den Bau eines neuen Walzwerkes mit einem 4,3 m Quartogerüst ist es der Dillinger Hütte möglich, Grobbleche mit ungewöhnlich großen Abmessungen zu liefern.
- 1985: Aus Gründen der Produktionssicherheit und -flexibilität wird ein zweites Walzgerüst vor das vorhandene Gerüst gebaut. Es ist das leistungstärkste der Welt. Allein die Stützwalzen erreichen Zimmerhöhe. Nun ist es möglich, Bleche bis zu einer Fertigbreite von 5,20 m zu walzen.
- 1988: Mit dem Ausbau der Saar zur Großschiffahrtsstraße bekommt die Dillinger Hütte Anschluß an das europäische Wasserstraßennetz. Damit erleichtert sich sowohl die Anlieferung von Rohstoffen von den Erzterminals in Rotterdam als auch die Auslieferung der Bleche über die Seehäfen in Rotterdam und Antwerpen in alle Welt.
- 2000: Mit Investitionen in Höhe von über 500 Millionen Mark rüstet sich die Dillinger Hütte für das nächste Jahrtausend. Ziel ist, gemeinsam mit Kunden als stärkster europ. Grobblechhersteller weltweit an der Spitze der Qualität und des Services zu stehen.





## Die Anlagen der Dillinger Hüttenwerke: Die Hochöfen

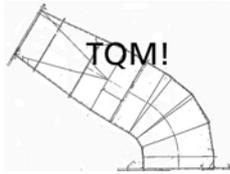
Im Hochofenprozeß, dem ersten Schritt auf dem Weg zum Grobblech, wird aus Eisenerz Roheisen erzeugt. Bereits die Zusammensetzung von Erz und Zuschlagsstoffen ist genau auf das Endprodukt Grobblech abgestimmt. Möllerstoffe wie Sinter, Pellets, Stückerz, geringe Mengen an Zuschlagstoffen und Koks werden in exakt bemessenen Mengen abwechselnd über ein Förderband zum Hochofenkopf transportiert. Dort werden die Stoffe über Schleusenbehälter mittels einer Drehschurre lagenweise in den Ofen chargiert. Der Winderhitzer (Cowper) versorgt den Hochofen mit einem Strom aus heißer Luft ("Wind"), die die chemische Reaktion in Gang bringt. Die feuerfesten Gittersteine im Winderhitzer werden durch das im Hochofen anfallende Reaktionsgas (Gichtgas) erhitzt. Anschließend werden diese heißen Steine vom Wind durchströmt, der dabei Temperaturen von über 1300 °C erreicht (Regenerator). Der Hochofen arbeitet im Gegenstromprinzip: Die Beschickungssäule aus Erz, Koks und Zuschlagstoffen rutscht von oben ihrer Umwandlung entgegen. Die Reaktionsgase dagegen steigen nach oben und erwärmen die Beschickungssäule. Im unteren Teil des Ofens wird das Eisenerz chemisch reduziert: Der Wind reagiert mit dem Koks; bei Temperaturen von bis zu 2000 °C bilden sich Kohlendioxid und Kohlenmonoxid. Das Kohlenmonoxid entzieht dem Eisenerz den Sauerstoff. Roheisen entsteht. Aus den anderen Erzbestandteilen und den Zuschlagstoffen bildet sich die Schlacke. Das flüssige Roheisen wird über die Abstichöffnung des Hochofens und eine mit feuerfestem Material ausgekleidete Rinne in Torpedowagen gefüllt und zum Stahlwerk transportiert. Eine moderne Entstaubungsanlage verhindert das Austreten störender Gießstäube beim Abstich. Die im Hochofenprozess anfallende Schlacke, die aufgrund ihres geringeren spezifischen Gewichts in der Abstichrinne über dem flüssigen Roheisen schwimmt, wird vom Roheisen getrennt und zur Erstarrung in die dafür vorgesehenen Schlackenfelder vergossen oder direkt mit Hochdruckwasser granuliert. Die erstarrte Schlacke wird als Straßenbaustoff eingesetzt, das Granulat an die Zementindustrie geliefert.

## Das Stahlwerk

Im Stahlwerk wird das Roheisen durch Stahlschrott ergänzt. Durch Reinigen und Legieren wird es zu Rohstahl verarbeitet. Das sehr breite Produktionsspektrum in Dillingen umfasst Kohlenstoffstähle von 0,004 % bis 0,5 % Kohlenstoff. Die Legierung wird dabei präzise auf die Erfordernisse des nachfolgenden Walzprozesses und auf die Eigenschaften des künftigen Grobblechs eingestellt. Der Stahl verläßt das Stahlwerk in Form von Brammen und Blöcken. Nach dem Umfüllen in die Chargierpfanne wird das flüssige Roheisen auf einen von der gewünschten Qualität abhängigen Schwefelgehalt eingestellt. Das geschieht durch Einblasen von Entschwefelungsmitteln über eine Lanze.

## Geschäftsdaten der AG der Dillinger Hüttenwerke

		1997	1996	1995
Grobblechproduktion	in kt	1.301	1.140	1.178
Rohstahlproduktion	Mio. t	1.850		
Versand Fertigerzeugnisse	in kt	1.511	1.455	1.436
Mitarbeiter (ohne Auszubildende)	per 31.12.	5.019	5.036	5.019
Umsatzerlöse	in Mio. DM	1.638	1.497	1.553
Jahresüberschuß	in Mio. DM	120	28	9



Die entstehende Schlacke wird aus der Chargierpfanne abgezogen. Ergänzt durch ausgesuchten Stahlschrott wird das Roheisen in zwei 185-Tonnen-Aufblaskonvertern zu Rohstahl verarbeitet. Das geschieht, indem Kohlenstoff, Phosphor und unerwünschte Begleitelemente entfernt werden. Sie verbrennen mit dem eingeblasenen Sauerstoff und bilden Schlacke, die anschließend vom Stahl getrennt wird. In einer abgeschlossenen Pfanne wird der flüssige Rohstahl mittels Gasspülung und Vakuumbehandlung einer abschließenden Feinreinigung unterzogen. Tiefgehalte von Schwefel und Sauerstoff und, wenn nötig, auch an Kohlenstoff und Stickstoff, werden eingestellt. Außerdem werden dem Stahl je nach der vom Kunden gewünschten Qualität in genauer Dosierung Legierungselemente, z.B. Nickel, Kupfer, Mangan, Chrom, Silizium, Vanadium, Niob oder Molybdän zugesetzt. Auf zwei doppelsträngigen Senkrecht-Abbiegeanlagen wird der erschmolzene Stahl aus dem flüssigen Zustand heraus zu Endlossträngen verarbeitet. Durch den zunächst senkrechten Verlauf des Stranges wird im Vergleich zu Bogenanlagen ein wesentlich besserer Reinheitsgrad erzielt. Die Stränge werden in der Brammenadjustage zu Brammen geschnitten, die im Walzwerk ausgewalzt werden können. Ende 1998 ging eine neue 2-adrige Anlage in Betrieb, auf der die dicksten Brammen der Welt vergossen werden können. Ein kleiner Teil des Stahls wird zu Blöcken mit einem Maximalgewicht von 60 Tonnen vergossen. Sie sind für besonders dicke Bleche bestimmt, die wegen der geforderten hohen Mindestumformung beim Walzen einen größeren Ausgangsquerschnitt benötigen.

### Die Produkte der Dillinger Hüttenwerke: Stähle für Stahl- und Stahlwasserbau

Im Bereich Stahlbau / Stahlwasserbau bietet die Dillinger Hütte GTS neben den klassischen, allgemeinen Baustählen wie z.B. S235 und S355 Spezialstähle an, die dazu beitragen können, Fertigungskosten und Durchlaufzeiten der verschiedenen Stahlbauprojekte in hohem Maße einzusparen. Zu diesen Spezialstählen gehören unsere Produkte DI-MC, DILLIMAX und Längsprofil-Bleche. Die thermomechanisch gewalzten, hochfesten Feinkornbaustähle der Gruppe DI-MC für den Stahlbau / Stahlwasserbau zeichnen sich durch hohe Zähigkeit und extrem gute Verarbeitungseigenschaften aus. Die DI-MC's sind jeweils in mehreren Festigkeitseigenschaften erhältlich. Aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung weisen sie ein niedriges Kohlenstoffäquivalent und damit eine sehr gute Schweißbeignung auf. DI-MC wird bevorzugt in · Stahlkonstruktionen für Hochhäuser und Hallen mit großer Spannweite · Kesselgerüsten für Kraftwerke · Konstruktionen für Sturmflutwehren · Brückenkonstruktionen eingesetzt, bei deren Herstellung hohe Anforderungen an die Schweißbeignung des Stahles zu erfüllen sind. Gegenüber konventionellen Stählen bieten sie außerdem ein höheres Qualitäts- und Sicherheitsniveau für die Konstruktion. Hochfeste, wasservergütete Feinkornbaustähle der Gruppe DILLIMAX werden dort eingesetzt, wo sehr hohe mechanische Beanspruchungen mit Forderungen nach einer schlanken Konstruktion zusammentreffen. Auch hier sind unterschiedliche Festigkeitsstufen erhältlich. Im Bereich Stahlbau / Stahlwasserbau können die DILLIMAX-Stähle in Tragwerken und Konstruktionen wie Schleusentoren, Brücken, Druckrohrleitungen und Turbinengehäusen verwendet werden. Für Einsatzzwecke wie Brückenträger oder Parkdeckskonstruktionen ist es vorteilhaft, statt der üblichen Grobbleche LÄNGSPROFILBLECHE zu verwenden. LP-Bleche sind Grobbleche mit in Längsrichtung kontinuierlich veränderlicher Dicke. Sie helfen dort Gewicht und Schweißarbeiten einzusparen, wo wegen des Biegemomentenverlaufs mit verschiedenen Blechdicken in der Konstruktion gearbeitet werden muß. Zusätzlich zu den unbearbeiteten Grobblechen bietet die Dillinger Hütte auch die Möglichkeit an, weiterverarbeitete Produkte zu beziehen. Dazu zählen im Bereich Stahlbau / Stahlwasserbau kantenbearbeitete Bleche und Gurtbleche.

Abmessungsprogramm	max. Länge in m	max. Breite in mm	max. Dicke in mm	max. Blechgewicht in t
allgem. Baustähle	28	5.200	410	36
TM - Bleche	28	4.300	120	24



Quettbleche	16	3.200	200	24
-------------	----	-------	-----	----



## Der Meisterbereich

Der Meisterbereich MW1/Kesselschmiede ist einer von 4 Meisterbereichen in der Instandhaltung der Dillinger Hütte:

- Meisterbereich 1 und 2 bearbeiten Dünnblech-Aufgaben
- Meisterbereich 3 betreut den Hochofen
- Meisterbereich 4 ist für das Stahl- und Walzwerk zuständig

Es werden grundsätzlich alle reparaturbedürftigen Teile an den Stahlbaukonstruktionen instandgesetzt. Die Instandsetzung orientiert sich nach dem Gießprogramm des Werkes. Bei Störungen werden dringende Arbeiten in das Programm eingeschoben.

Neben den Werkstattarbeiten wird vor Ort gearbeitet. Die dabei erforderliche Vor-Ort-Erkundung enthält eine Bestandsaufnahme, die Terminabsprache, die Vereinbarung der Direktreaktion, die Demontage, Reparatur und Remontage sowie die Übergabe bzw. Abnahme.

Jede Woche bringt 5 bis 7 akute Einsätze im Werk.

Einige Arbeiten werden in regelmäßigem Abstand, beispielweise alle 2 Jahre, durchgeführt.

Da die Instandsetzungsarbeiten im laufenden Betrieb stattfinden und die Umgebung diverse Gefährdungen für die Gesundheit eröffnet (Arbeiten in der Höhe, extreme Temperaturen, schwere Bauteile etc.), spielt das Thema Sicherheit und Unfallverhütung eine große Rolle. Sicherheitspläne sind zu erstellen, Vorschriften zu berücksichtigen, die Arbeitsschutzabteilung wird einbezogen, Absperrungsplanung und die entsprechende Materialbesorgung und Anbringung sind durchzuführen.

Die Sinteranlage ist einer der Bereiche, für den die Meisterei zuständig ist. Die darin enthaltene Aufgabe der Staubabsaugung bedeutet durch die Aggressivität des Werkstoffes (heißer Staub aus der Stahlerzeugungsanlage) eine regelmäßige Reparaturnotwendigkeit der Anlagenteile.

## Der Auftragsablauf

Der Auftragsablauf ist am Beispiel eines typischen Reparaturablaufes zu beschreiben. Es handelt sich etwa um einen Störungseinsatz an einem Brammenhebekran. Hier findet eine „Osterreparatur“ statt, d.h. die Instandsetzung während einer Stillstandsphase der Anlage. Es geht dabei um die Instandsetzung einer Drehwerkschiene, auf der eine Laufkatze für einen Drehkran (Brammenhebekran) arbeitet.

Bei der routinemäßigen Begehung wurden Risse gesucht und gefunden. Sie zeigen einen akuten Schaden in der Unterkonstruktion und in der Folge eine dringende Sanierungsmaßnahme. Es folgt eine Besprechung zwischen dem Meister und dem Betriebsleiter des EMBK (Elektromechanischer Bereich Krane), dem Leiter des Bereiches, in dem der Kran arbeitet, dem Statiker im Neubaubereich sowie dem Meister der Instandhaltung. Festgelegt wird die Reparaturzeit (Ostersonntag) und der Sanierungsprozeß.

Ein Wechsel der Schienen ist erforderlich. Darüber wird ein Vollauftrag erteilt. Dieser enthält die Anordnung des Stillstandes im Betriebsteil des Kranes, zwei weitere Krane können die Ausfallzeit überbrücken. Während der Reparaturzeit ist die Instandhaltung verantwortlich für die Baustelle.

Der Meister übernimmt die Koordination der Abläufe und ist verantwortlich für die Information der Produktion und des Vertriebs.

Die Arbeiten, deren Ablauf auf dem nachfolgenden Bild aufgelistet ist, finden in 12 Meter Höhe statt, sie müssen daher mit dem Autokran durchgeführt werden. Sie beginnen unmittelbar nach



Stillstandsbeginn mit der Baustelleinrichtung Samstag Nacht, und sie enden absolut termingenuau 7 Tage später.

An der Aktion über 7 Tage sind rund um die Uhr 5 Mitarbeiter vor Ort, 2 Mitarbeiter in der Werkstatt, 1 Mitarbeiter beim Biegen und 1 Pendler tätig.

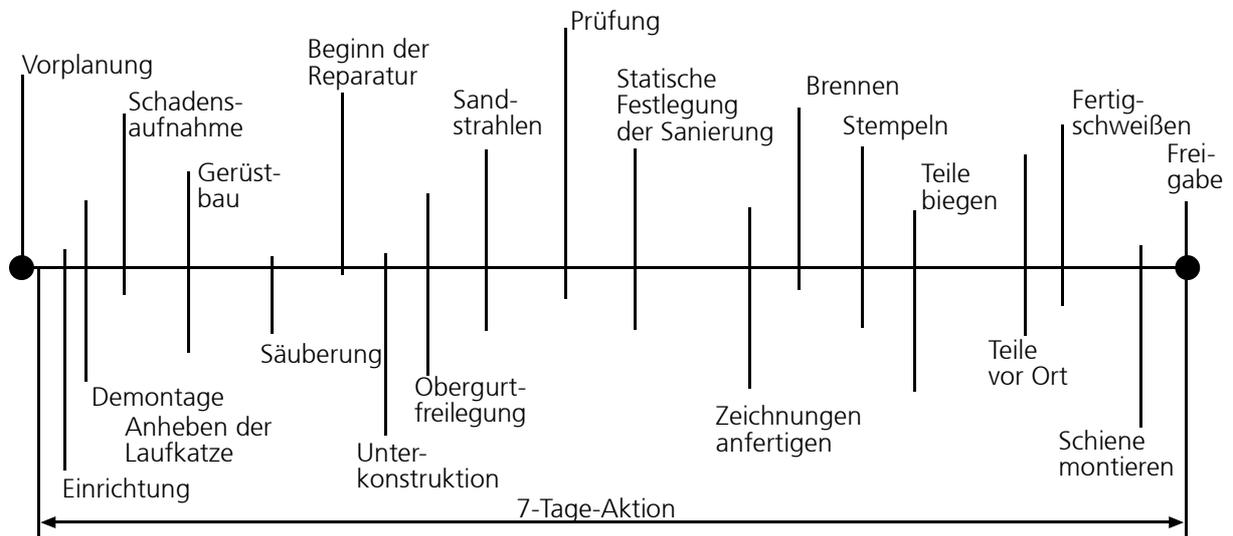


Abbildung: Ablauf eines typischen Reparaturauftrages mit Aktivitäten vor Ort

Eine typische Kolonne besteht aus einem Kolonnenführer, das ist normalerweise einem Stahlbauschlosser, einem Schlosser und einem oder mehreren Schweißern

Es werden auch Aufträge an externe Stahlbaufirmen vergeben. Wenn mehrere interne Abteilungen einbezogen sind, ist eine interne Bearbeitung vorzuziehen. Klare Aufträge mit eindeutigen Zeichnungen werden besser nach außen vergeben. Die Außenvergabe wird auch als Kapazitätspuffer verwendet.

## Die Rolle des Meisters

Der Meister hat im Kern folgende Aufgaben:

- Planung der Arbeitsprogramme für die Instandhaltung einschließlich der aktuellen Aufträge
- Einplanung der 40 Mitarbeiter und Anwesenheitsorganisation
- Beratung der Auftraggeber über Konstruktionsteile und Reparatur- bzw. Neuanschaffung
- Beratung bei der Vergabe von Neubaufträgen
- Festlegung der kleineren Partnerfirmen und Bewertung des erforderlichen Aufwandes
- Ansprechpartner für die eingegliederte Arbeitsvorbereitung
- Erstellung von Skizzen für Neuanfertigungen
- Führung der Tagesmeldungen und der Listen mit Tagestätigkeiten
- der Meister wirkt ggf. auch als kapazitiver Puffer für operativen Einsatz

Der Meister muß Arbeiten mit der EDV durchführen, etwa für die Auftragsverwaltung, die bearbeitung von Zeichnungen, den Datenaustausch etc. Computerkenntnisse sind daher unerlässlich.



## Die Aufgabenstellung

Im der Dillinger Hütte wurde zur Intensivierung von Verbesserungsanstrengungen ein TQM-Verfahren (Total Quality Management) eingerichtet. Es bezweckt die unkomplizierte und sichere Umsetzung von Verbesserungsideen. Das Verfahren beinhaltet die Arbeit einer projektspezifischen TQM-Gruppe in funktioneller Organisation. Die Kommunikation soll z.B. Gruppen-übergreifend zwischen dem Produktionsbetrieb, der Instandhaltung vor Ort, der Zentralwerkstatt und der Kesselschmiede stattfinden. Die folgende Aufgabenstellung basiert auf einem TQM-Projekt, sie betrifft das Beispiel einer periodisch wiederkehrenden Reparatur und eines diesbezüglichen Verbesserungsprozesses.

Innerhalb der Gesamtanlage der Dillinger Hütte enthält ein Gebäude die Sinteranlage. Sie ist durch Staubablagerungen, dauerhaft hohe Raumtemperaturen, eingeschränkten Lichteinfall, große Höhe und umfangreiche Bauelemente, aggressive Werkstoffe und Dauergeräusche kein angenehmer Aufenthaltsort. Innerhalb der Sinteranlage werden regelmäßig Instandsetzungen durchgeführt. Teil der Sinteranlage ist die Staubabsaugung. Der heiße Staub wird aus dem Hochofen abgeleitet und durchströmt dabei einen metallenen Krümmer. Der Weg des Staubes geht durch den Krümmer in die große Saugleitung mit einem Durchmesser von 3 Metern, dabei vollbringt der Saugrohrkrümmer die Umlenkung des Staubes. Ein Krümmerteil muß regelmäßig repariert werden, weil sich durch den Verschleiß (Materialabrieb) die Außenwand verdünnt und schlechtestensfalls durchbricht. Die Dickemessung wird im bisherigen Krümmer mit Ultraschall vorgenommen. Die Arbeiten an den Saugrohrkrümmern, von denen es mehrere (ca. 12) an der Sinteranlage gibt, werden möglichst rasch und mit begrenztem Aufenthalt in der Anlage durchgeführt. Stillstand am Krümmer ist einmal ca. 8 Stunden pro Woche, der Austausch muß in dieser Zeit vollständig durchgeführt werden. Die Durchführhöhe (2.Stock) führt zu der Notwendigkeit des Arbeitens mit dem Autokran.

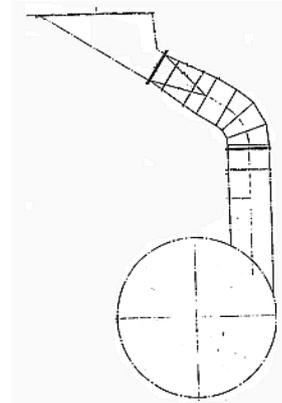
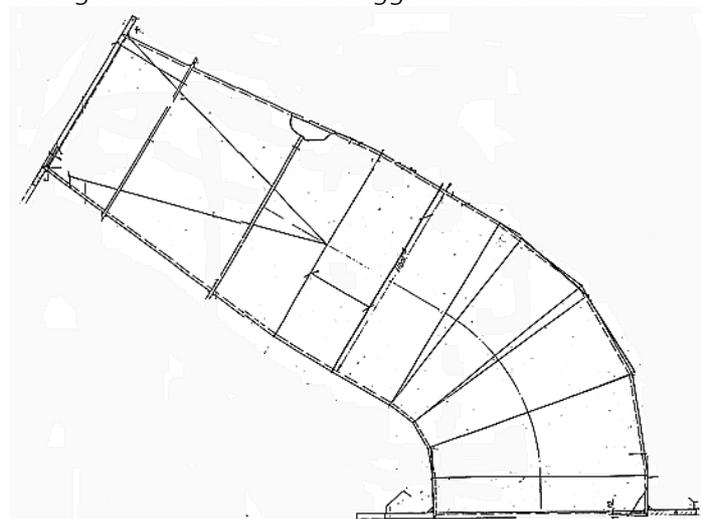


Bild: Krümmer in der Absaugung

Derzeit sind bereits Aufträge für den Austausch von 6 Saugrohrkrümmern erteilt. Die Mitarbeiter sehen diese Arbeit als besondere Belastung und überlegen entsprechend Verbesserungen, durch die der Aufwand vor Ort reduziert werden kann.

Die Saugrohrkrümmern werden durch die durchgeleiteten heißen und aggressiven Stäube einem starken Verschleiß ausgesetzt. Sie befinden sich an einem schwer zugänglichen Bereich oben in der Halle. Inspektion, Demontage und Remontage bedeuten einen erheblichen Aufwand.

Es entsteht vor diesem Hintergrund der Vorschlag eines Mitarbeiters, den Saugrohrkrümmer, der bislang aus einem großen Bauelement besteht, in kleinere Elemente zu zerlegen, die mit Flanschen verbunden werden. Das auszutauschende Teil sollte kleiner sein und wesentlich den dem Verschleiß ausgesetzt Bereich ausmachen. Das





Systemmaß muß dabei eingehalten werden.

Bild: Saugrohrkümmer in der bisherigen Form



Die Notwendigkeit der Verbesserung führt zu einer Verbindung von Instandsetzung und Verbesserungsvorschlag. Dieser richtet sich auf die Reduzierung von Aufwand bei gleichzeitiger Verbesserung der Haltbarkeit.

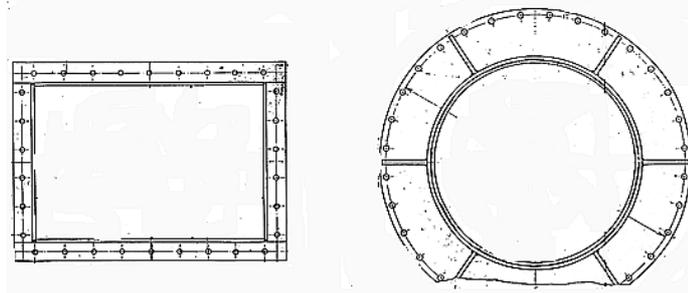
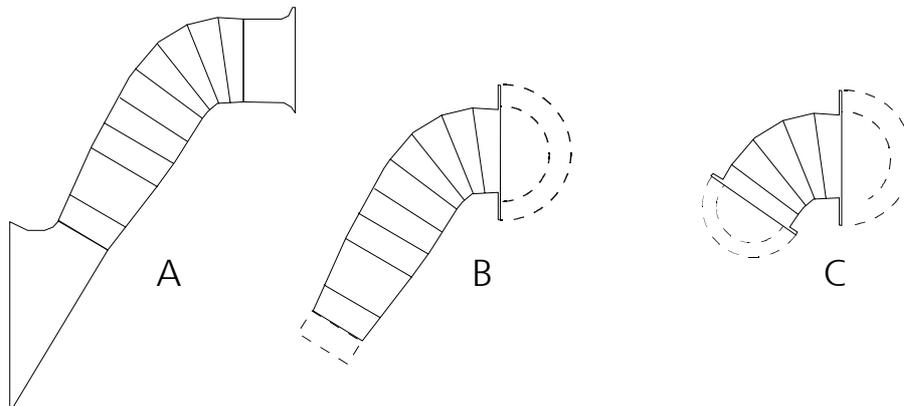


Bild: Flanschen am alten Saugrohrkrümmer

Der Verbesserungsvorschlag bedeutet die Neukonstruktion des Krümmers (B) in zwei Teilen, wodurch im Falle der späteren Instandsetzung nur ein kleineres Eckteil (C) auszutauschen ist. Das Einbauelement im Gesamtverbindungsrohr (A) muß die gleichen Systemmaße behalten.



Die verbesserte Variante erfordert eine komplette Neukonstruktion. Um ihren Erfolg abschätzen zu können, sind die Aspekte der technischen Konstruktion, der Arbeits- und Fertigungsabläufe sowie der Kostenrechnung zu bedenken.

Die technische Konstruktion erfordert eine Neuanlage der Zeichnungen. Diese werden vom Meister mittels eines CAD-Programmes (mit dem AutoCAD-Programm, ggf. auch AutoSketch oder PCDraft) durchgeführt, welches zugleich die Abwicklung der Rohrkonstruktion erlaubt und anschließend das CNC-Brennen nach den CAD-Daten. Das Abwicklungsprogramm arbeitet auf Koordinatenbasis.

Der Fertigungsablauf unterscheidet sich wesentlich durch die Verbesserung, hier sind die Montageprozesse vor Ort, die Fertigungsarbeiten in der Werkstatt sowie die indirekten Arbeiten (Planung, Zeichnung, Kalkulation etc.) zu berücksichtigen. Es wird eine Komplettaktualisierung des Arbeitsauftrages fällig. Dazu gehört auch die Abstimmung der Kooperation bei der Umsetzung der Verbesserung. Die Kostenkalkulation durch die AV muß einmal die gesamte Neuerstellung, dann den Austausch der Verschleißplatten oder des verkleinerten Krümmerteiles berücksichtigen.

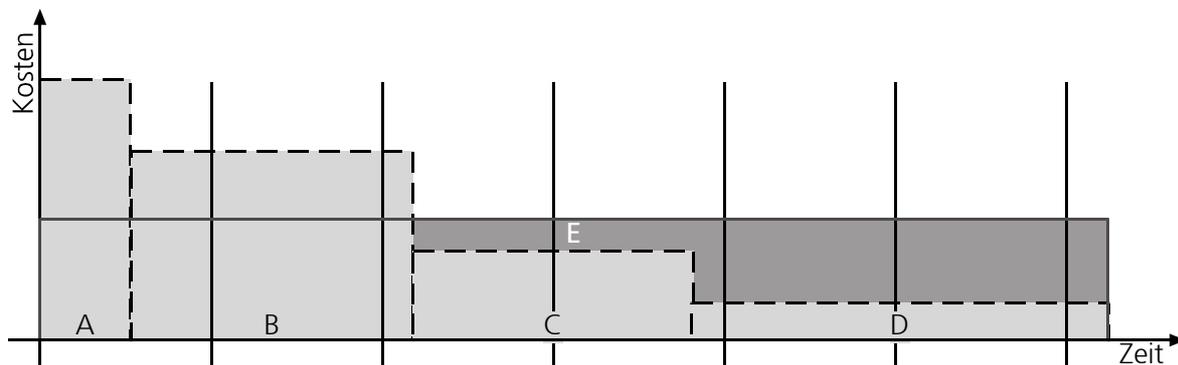
Die Bauteile des Krümmers sind in den Abbildungen auf den nachfolgenden Seiten dokumentiert. Als Material wird ST 52,3 verwendet (DiLiDor 400 V), die wasservergütete Blechqualität bietet eine 6- 8fache Standzeit. Dabei wirkt weniger die Härte als die höhere Zähigkeit, die Rückfederung ist wegen Schweißbarkeit bis zu einem bestimmten Punkt begrenzt.



## Lösungsansätze

Die Verbesserungsidee löst folgende Überlegungen aus:

- Erforderlich wird die Umsetzung des Verbesserungsentwurfes (Teile zeichnen und Unterlagen erstellen, Bestimmung der Dimensionierungen und Materialarten), der Abgleich der alten und neuen Zeichnung und die Berechnung der Alternativen.
- Aufzustellen ist der Arbeitsplan alt / neu sowie die Aufgabenverteilung und Kooperation im Falle der neuen Lösung. Dabei sind auch die Risiken abzuschätzen.
- Zu Projektieren sind Abstimmungsprozeß (wer ist einzubeziehen), Entscheidungsprozeß und Herstellungsprozeß in der Übergangsphase und der späteren Routineinstandsetzung.



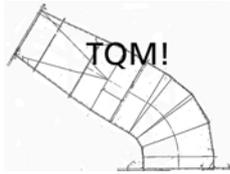
Während für die bisherige Lösung des auszutauschenden Saugrohrkrümmers generell die Kosten (E) über die Zeit gesehen ungefähr gleich bleiben, durchläuft die Kostenentwicklung der vorgeschlagenen Lösung grundsätzlich 4 Phasen. In der Phase (A) wird die neue Lösung entwickelt und erstmalig umgesetzt, es fallen zusätzlich die Kosten für den Bau von Hilfsmitteln u.ä. an. In Phase (B) werden alle auszutauschenden Krümmern vollkommen neu gebaut mit dem dabei erforderlichen Mehraufwand wegen der zusätzlichen Flanschverbindung bei gleicher Gesamtgröße des Bauteiles. In Phase (C) mischen sich die komplett auszutauschenden Altmodelle mit dem nun leichteren Austausch bei den bereits neukonstruierten Krümmern. Phase (D) beinhaltet die spätere Praxis, in der lediglich noch die Verschleißteile oder das kleinere Krümmereckteil ausgetauscht werden müssen bei insgesamt deutlich verringertem Aufwand.

Zu nennen sind Gründe für die Verbesserung:

- hinsichtlich des Arbeitsaufwands: so erfordert das verkleinerte Austauschelement geringeren Aufwand bei Erstellung und Montage, die Paßgenauigkeit ist leichter zu erreichen; zudem können Inspektionsluke und Opferblech eingebracht werden, die Neuanlage erlaubt den späteren Einsatz der CNC-Brennmaschine,
- hinsichtlich der Belastung: die Kolonnen lösen ihre Probleme am Objekt, dadurch verlängern sie die Periode zwischen den Terminen des Auswechselns und verringern die Dauer des jeweiligen Arbeitseinsatzes innerhalb der Sinteranlage, zudem bedeutet die Halbierung des Gewichtes von 1 to auf 0,5 to eine Erleichterung
- hinsichtlich der Kosten: zunächst erhöhen sich, später verringern sich die Kosten hinsichtlich von Arbeitsstunden und Material, die Zeit des Auswechselns wird auf mittlere Sicht kürzer

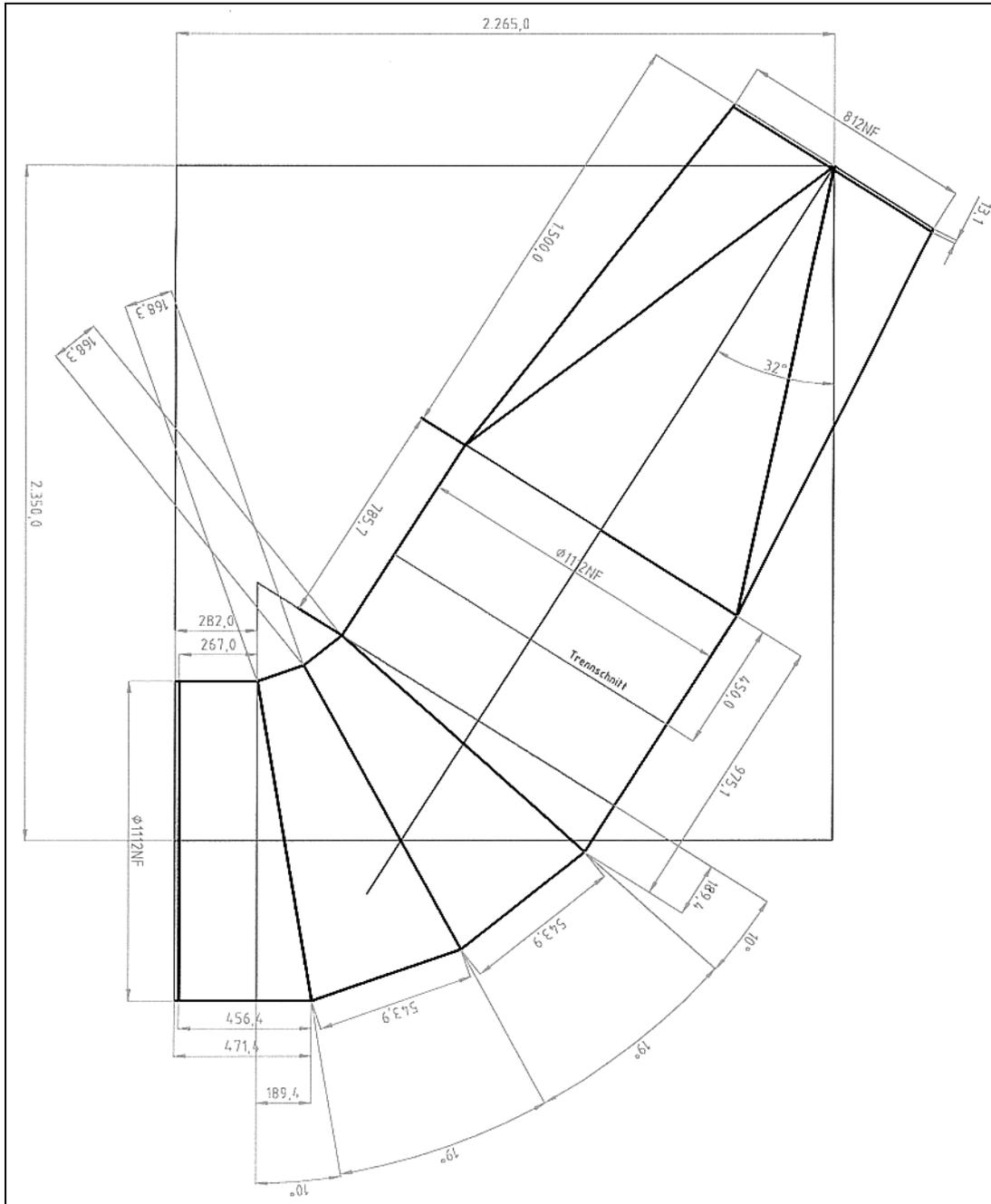
Zu bedenken sind Gründe für die bisherige Version:

- hinsichtlich des Arbeitsaufwand: die alte Zeichnung muß verändert werden, die Übergangsphase beinhaltet einen größeren Aufwand, ein weiterer Flansch wird in das Teil eingebaut
- hinsichtlich der Belastung: während der Übergangszeit nehmen die Arbeiten zu, Veränderungen bergen jeweils Risiken, durch die Veränderung werden andere Abteilungen belastet



- hinsichtlich der Kosten: Vor allem die Phasen (A) und (B) bedeuten einen finanziellen Mehraufwand, der sich durch die spätere Einsparung rentieren muß.





Neue Zeichnung des Saugrohrkrümmers

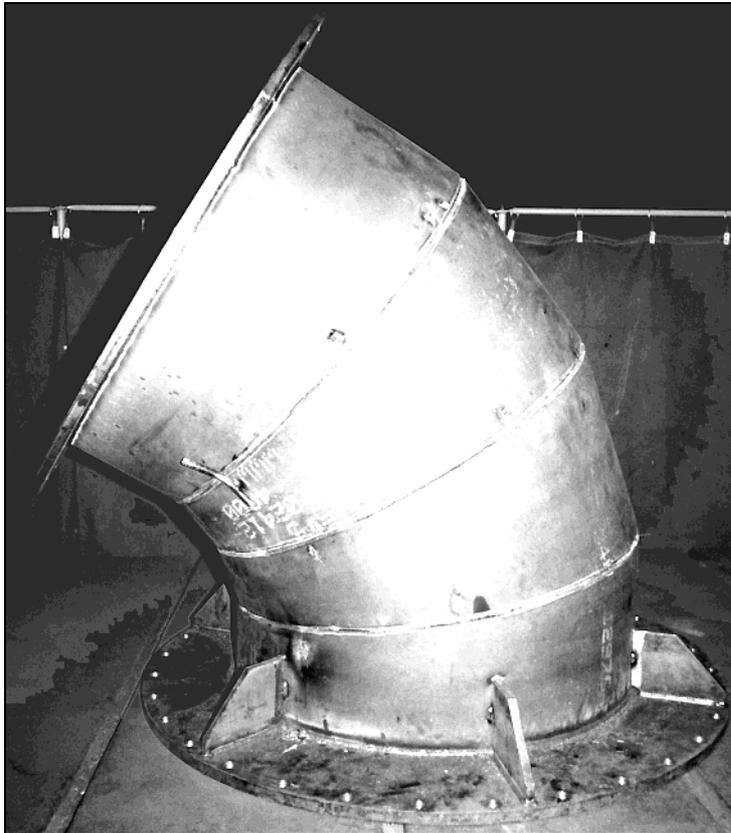
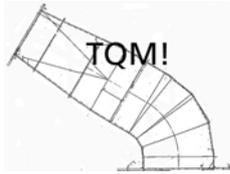


Foto des neuen Krümmerteiles



Foto: Blick in den Saugrohrkrümmer auf das Verschleißblech

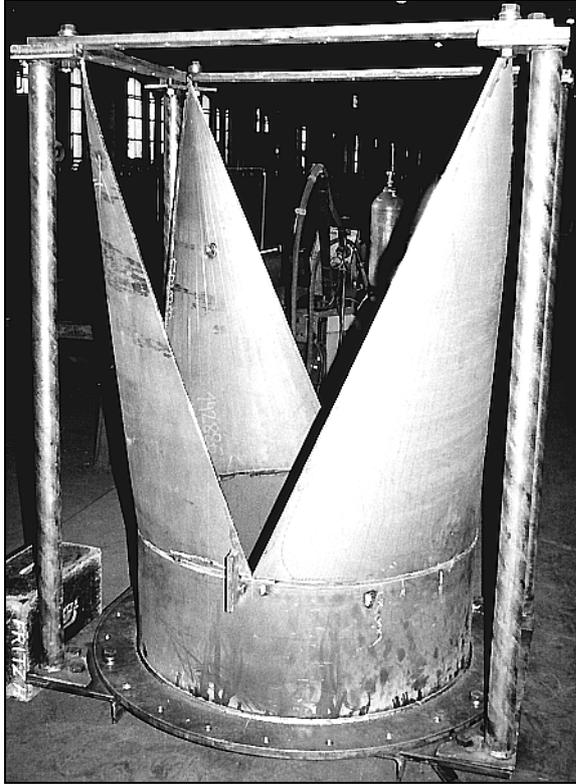
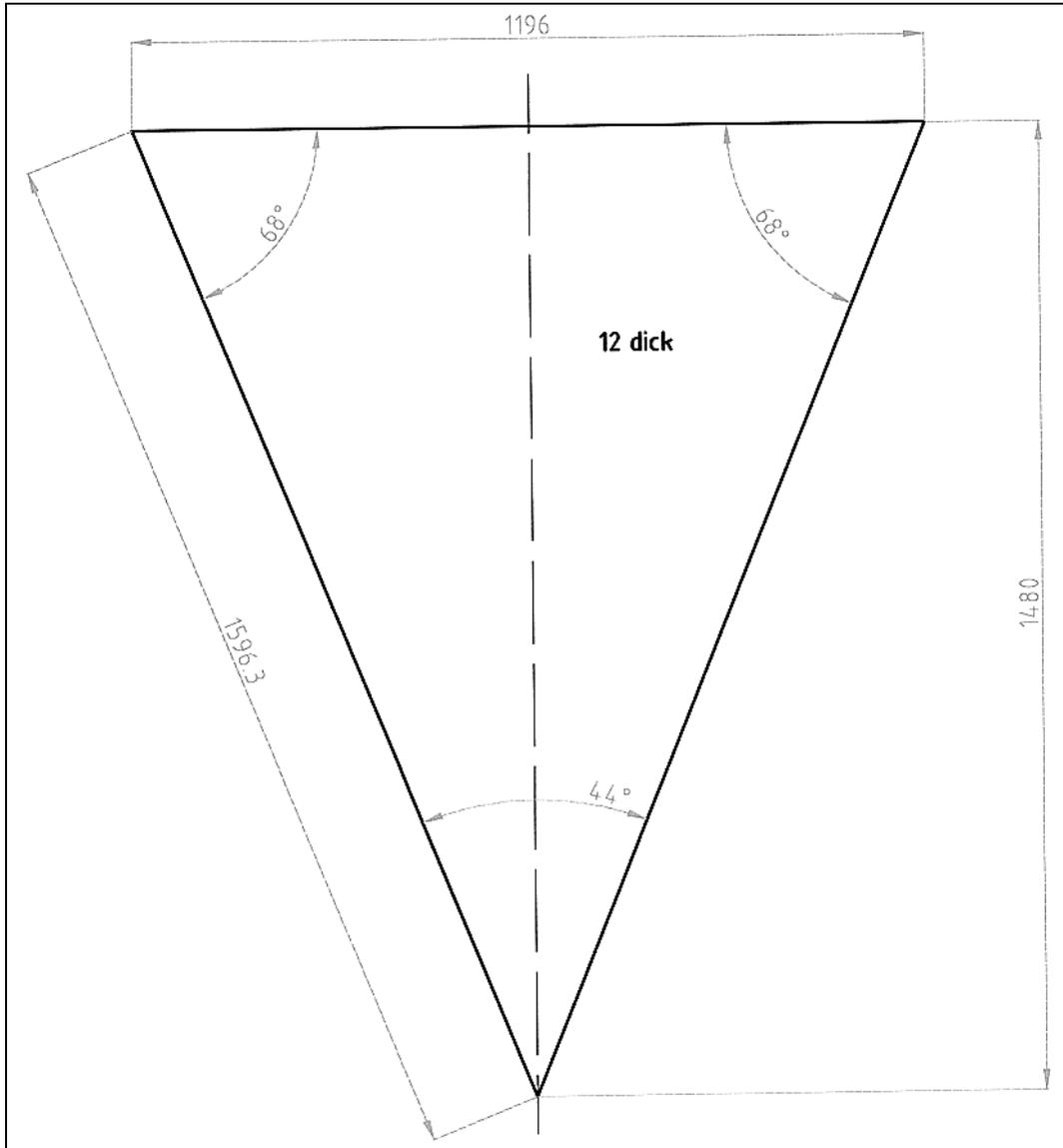
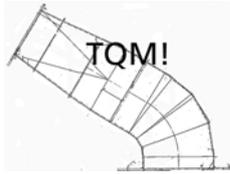


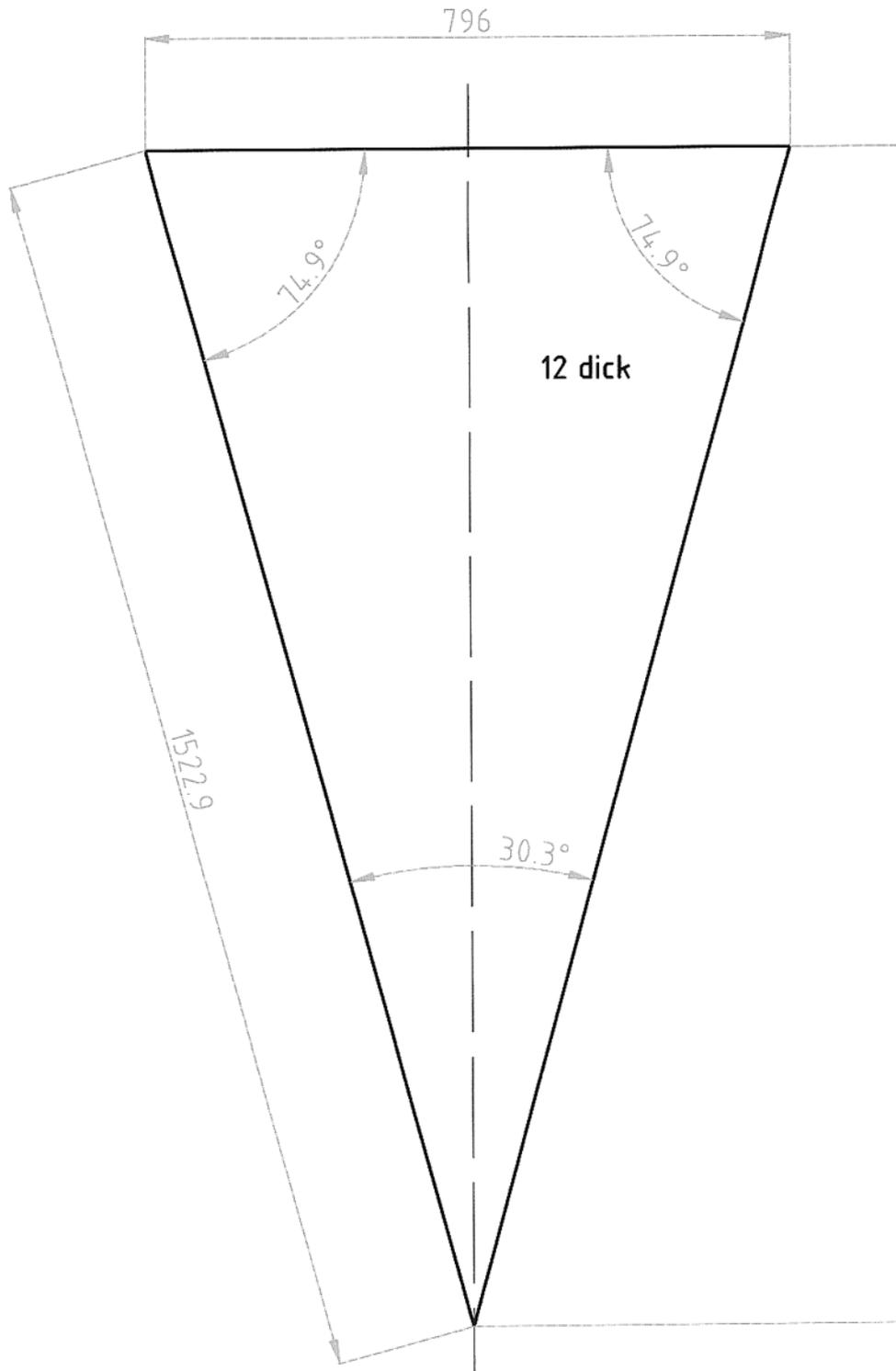
Foto: Hilfsgerüst für die Montage des Krümmerteiles mit dem Übergang von rundem zu rechteckigem Flansch



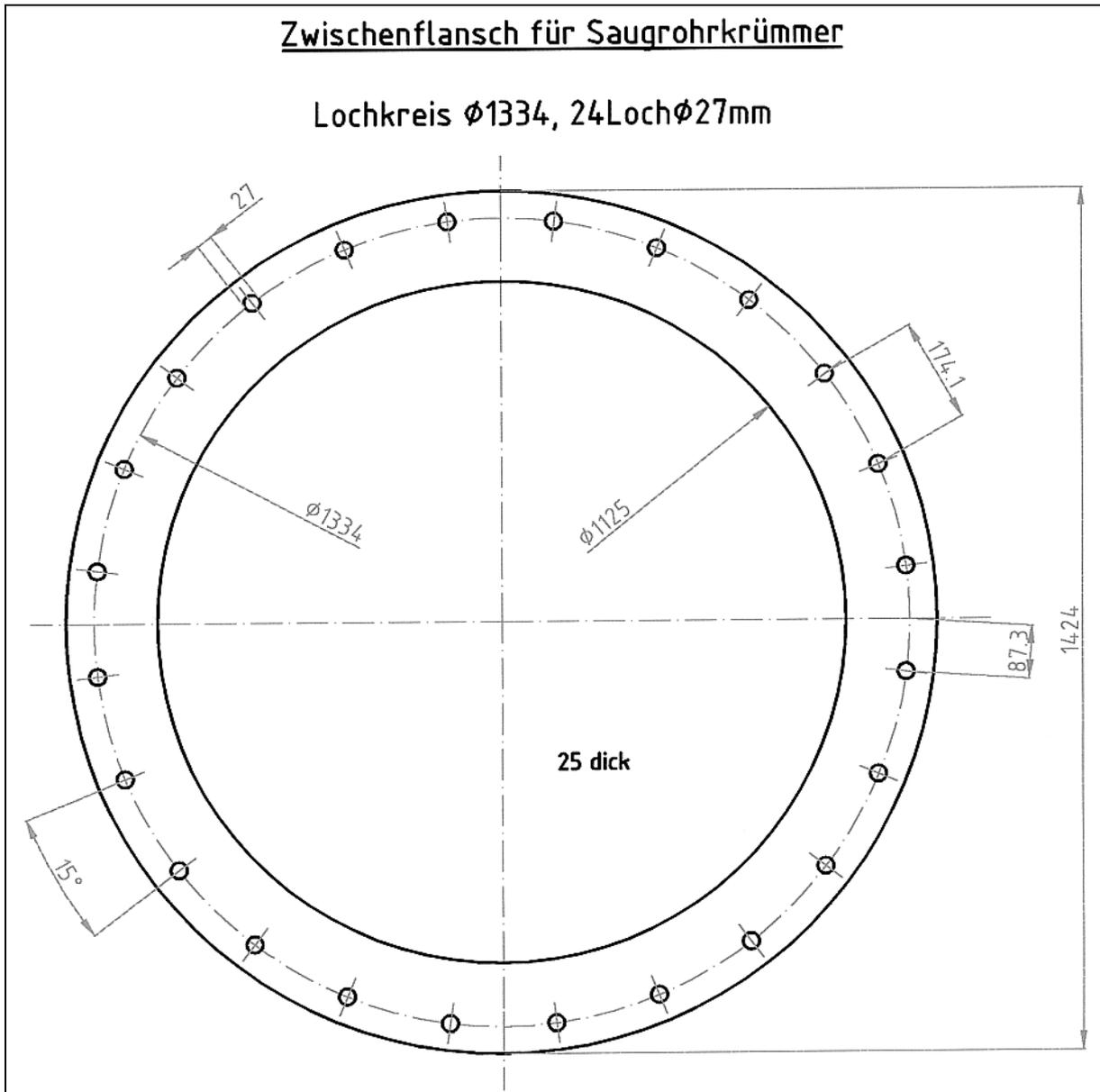
Foto: Zulage für den Biegeprozeß des konischen Teiles



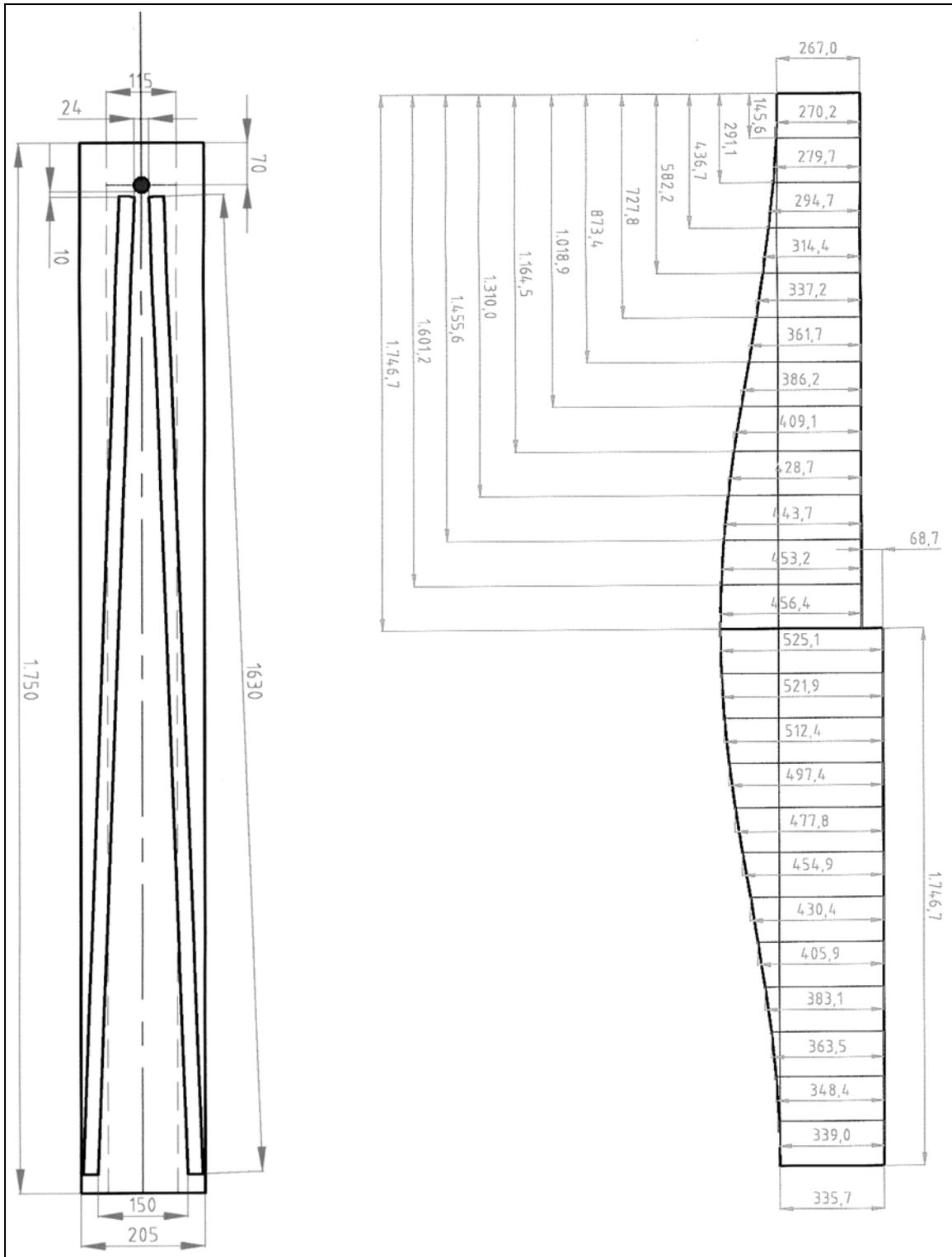
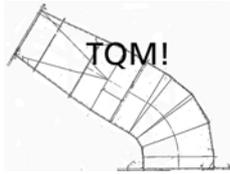
Zeichnung eines Blechteiles



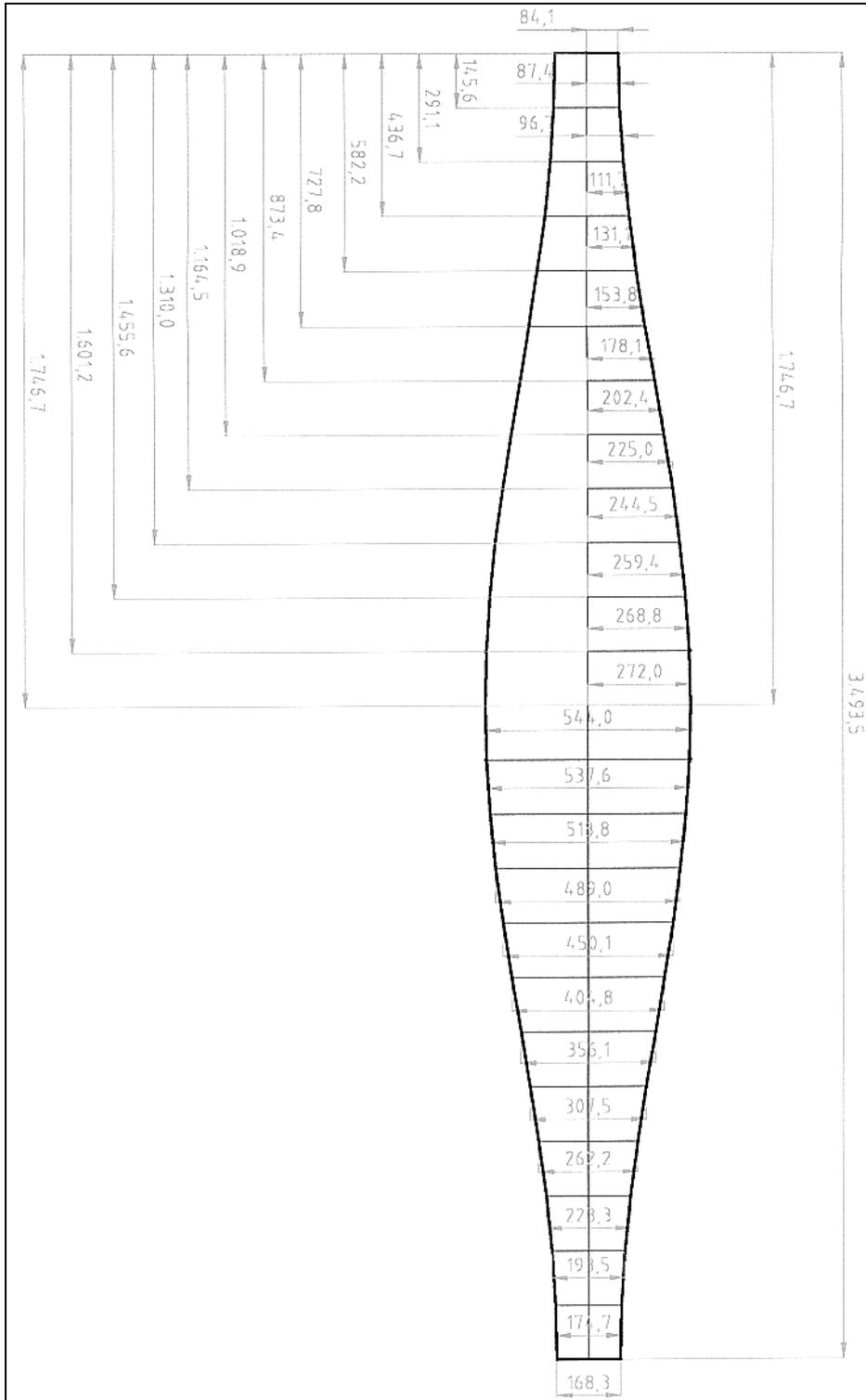
Zeichnung eines Blechteiles)



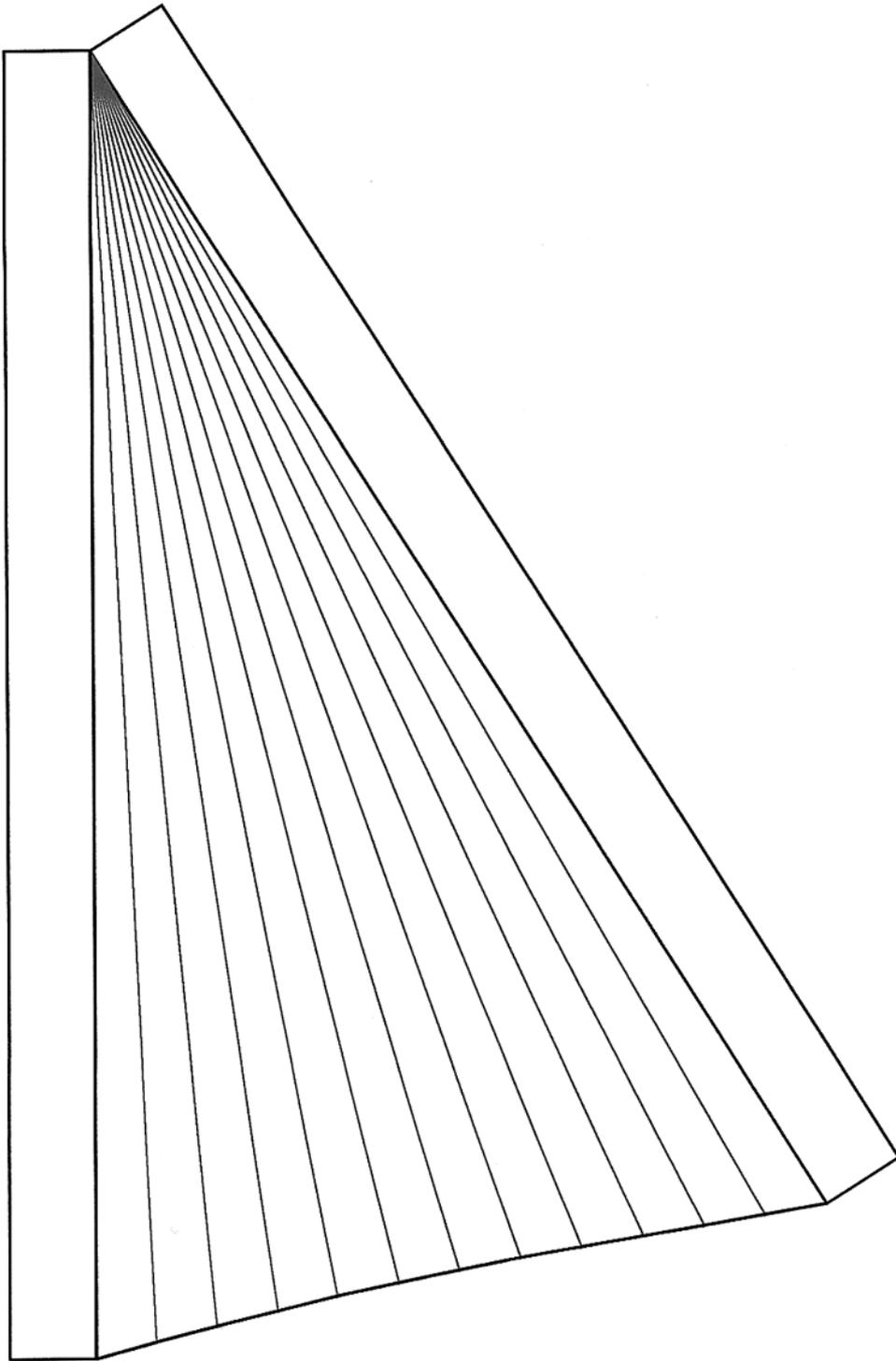
Zeichnung des runden Flansches



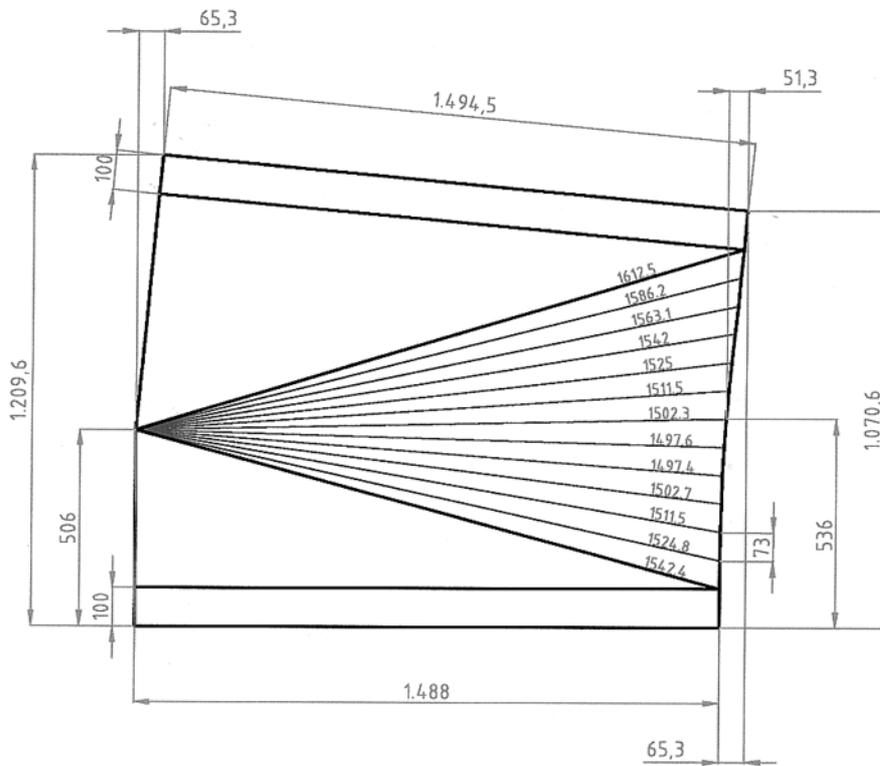
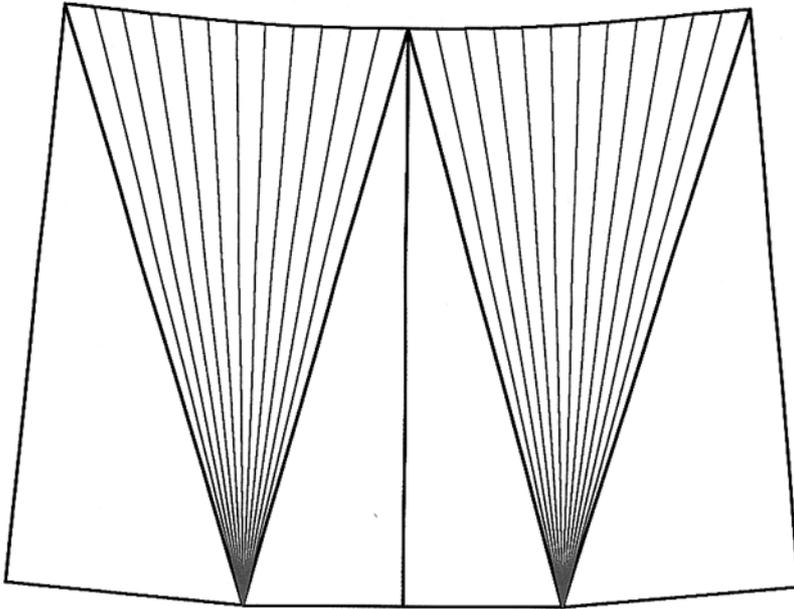
Zeichnung der Zulage und Zeichnung der End-Bleche für die Eckstücke



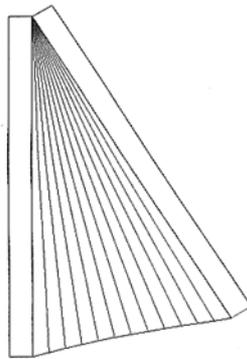
Zeichnung der Bleche für die Eckstücke



Zeichnung der Abwicklung eines konischen Teiles

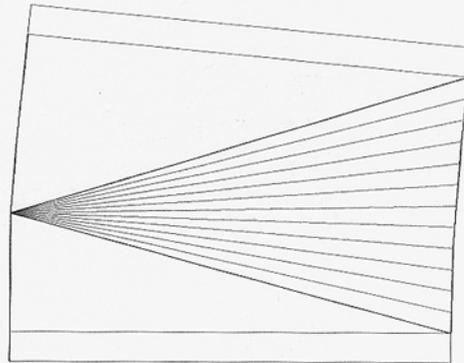


Zeichnung der Abwicklung konischer Teile



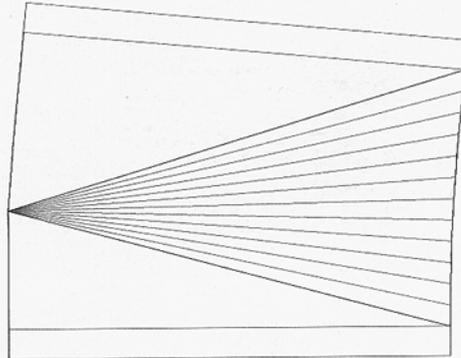
D-Punkt

Brennkoordinaten			
X <sub>0</sub>	0	Y <sub>0</sub>	0
X <sub>1</sub>	0	Y <sub>1</sub>	1542,4
X <sub>2</sub>	100	Y <sub>2</sub>	1542,4
X <sub>3</sub>	184,8	Y <sub>3</sub>	1595,4
X <sub>4</sub>	1039,8	Y <sub>4</sub>	228,3
X <sub>5</sub>	955	Y <sub>5</sub>	175,2
X <sub>6</sub>	882,8	Y <sub>6</sub>	162,8
X <sub>7</sub>	811,4	Y <sub>7</sub>	150,6
X <sub>8</sub>	739,9	Y <sub>8</sub>	139,3
X <sub>9</sub>	667,6	Y <sub>9</sub>	126,9
X <sub>10</sub>	596,3	Y <sub>10</sub>	114,7
X <sub>11</sub>	524,3	Y <sub>11</sub>	101,3
X <sub>12</sub>	453,5	Y <sub>12</sub>	87,1
X <sub>13</sub>	382	Y <sub>13</sub>	71,8
Blechdicke, t=		12 mm	
Werkstoff:		St 52 – 3	
Anzahl:		4	
Auftraggeber:		KS	
Auftragsnummer:			



Brennkoordinaten			
X <sub>0</sub>	0	Y <sub>0</sub>	0
X <sub>1</sub>	0	Y <sub>1</sub>	506
X <sub>2</sub>	65,3	Y <sub>2</sub>	1209,6
X <sub>3</sub>	1553,3	Y <sub>3</sub>	1070,6
X <sub>4</sub>	1544	Y <sub>4</sub>	971
X <sub>5</sub>	1537	Y <sub>5</sub>	898
X <sub>6</sub>	1530	Y <sub>6</sub>	826
X <sub>7</sub>	1522	Y <sub>7</sub>	754
X <sub>8</sub>	1515	Y <sub>8</sub>	681
X <sub>9</sub>	1508	Y <sub>9</sub>	609
X <sub>10</sub>	1502	Y <sub>10</sub>	536
X <sub>11</sub>	1497	Y <sub>11</sub>	464
X <sub>12</sub>	1493	Y <sub>12</sub>	391
X <sub>13</sub>	1491	Y <sub>13</sub>	319
Blechdicke, t=		12 mm	
Werkstoff:		St 52 – 3	
Anzahl:		4	
Auftraggeber:		KS	
Auftragsnummer:			

Brennkoordinatenblatt 2

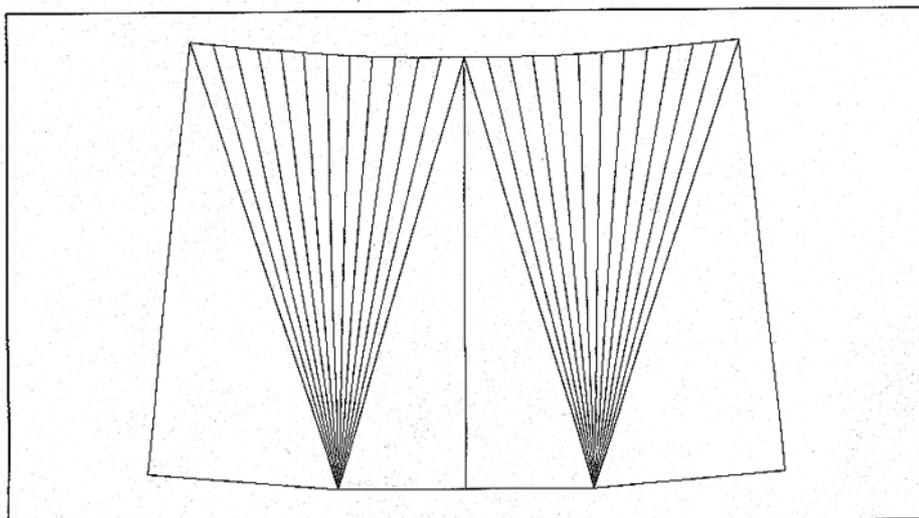


Brennkoordinaten			
X <sub>14</sub>	1489	Y <sub>14</sub>	246
X <sub>15</sub>	1488	Y <sub>15</sub>	173
X <sub>16</sub>	1488	Y <sub>16</sub>	100
X <sub>17</sub>	1488	Y <sub>17</sub>	0
X <sub>18</sub>	0	Y <sub>18</sub>	0
X <sub>19</sub>		Y <sub>19</sub>	
X <sub>20</sub>		Y <sub>20</sub>	
X <sub>21</sub>		Y <sub>21</sub>	
X <sub>22</sub>		Y <sub>22</sub>	
X <sub>23</sub>		Y <sub>23</sub>	
X <sub>24</sub>		Y <sub>24</sub>	
X <sub>25</sub>		Y <sub>25</sub>	
X <sub>26</sub>		Y <sub>26</sub>	
X <sub>27</sub>		Y <sub>27</sub>	
Blechdicke, t=		12 mm	
Werkstoff:		St 52 – 3	
Anzahl:		4	
Auftraggeber:		KS	
Auftragsnummer:			

Brennkoordinatenblatt 3



*** EINGABEDATEN ***			
X-Koordinate	XP = 1487 mm	X( 1)=	56 mm Y( 1)= 0 mm
Y-Koordinate	YP = 0 mm	X( 2)=	0 mm Y( 2)= 603 mm
Z-Koordinate	ZP = 0 mm	X( 3)=	0 mm Y( 3)= 1415 mm
Rechteckquerschnitt		X( 4)=	56 mm Y( 4)= 2019 mm
Maß (außen)	A = 1224 mm	X(A )=	1544 mm Y(A )= 139 mm
Maß (außen)	B = 824 mm	X(B )=	1537 mm Y(B )= 211 mm
Drehung um die Y-Achse	PHI1= 0.00 Grad	X(C )=	1530 mm Y(C )= 284 mm
Drehung um die Z-Achse	PSI1= 0.00 Grad	X(D )=	1522 mm Y(D )= 356 mm
Kreisquerschnitt		X(E )=	1515 mm Y(E )= 428 mm
Durchmesser (außen)	D = 1124 mm	X(F )=	1508 mm Y(F )= 501 mm
Teilung	T = 48	X(G )=	1502 mm Y(G )= 573 mm
Drehung um die Y-Achse	PHI2= 0.00 Grad	X(H )=	1497 mm Y(H )= 646 mm
Drehung um die Z-Achse	PSI2= 0.00 Grad	X(I )=	1493 mm Y(I )= 719 mm
Teilungslänge	TL = 72.8 mm	X(J )=	1491 mm Y(J )= 791 mm
		X(K )=	1489 mm Y(K )= 864 mm
Blechstärke : 12 mm	Material : ST 52-3	X(L )=	1488 mm Y(L )= 937 mm
Stückzahl :	Auftrags-Nr. :	X(M )=	1488 mm Y(M )= 1009 mm
		X(N )=	1488 mm Y(N )= 1082 mm
		X(O )=	1489 mm Y(O )= 1155 mm
		X(P )=	1491 mm Y(P )= 1228 mm
		X(Q )=	1493 mm Y(Q )= 1300 mm
		X(R )=	1497 mm Y(R )= 1373 mm
		X(S )=	1502 mm Y(S )= 1445 mm
		X(T )=	1508 mm Y(T )= 1518 mm
		X(U )=	1515 mm Y(U )= 1590 mm
		X(V )=	1522 mm Y(V )= 1663 mm
		X(W )=	1530 mm Y(W )= 1735 mm
		X(X )=	1537 mm Y(X )= 1807 mm
		X(Y )=	1544 mm Y(Y )= 1880 mm



Eingabedatenblatt