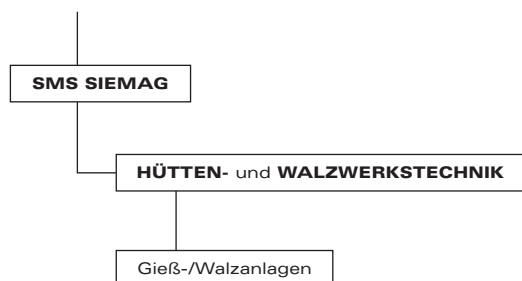
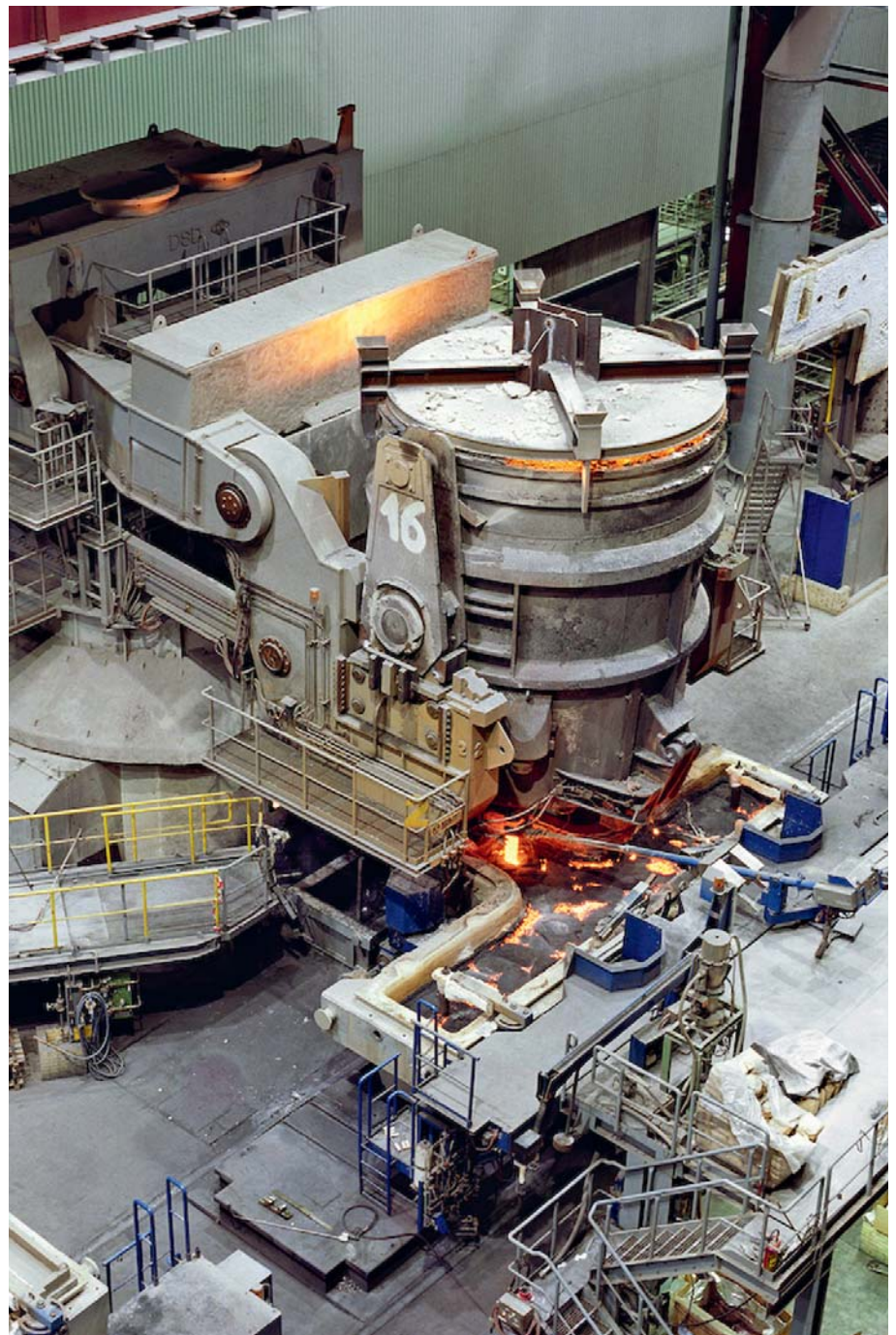


20 JAHRE CSP®

Die Erfolgsgeschichte einer
außergewöhnlichen Technologie





20 JAHRE CSP®

Die Erfolgsgeschichte einer außergewöhnlichen Technologie

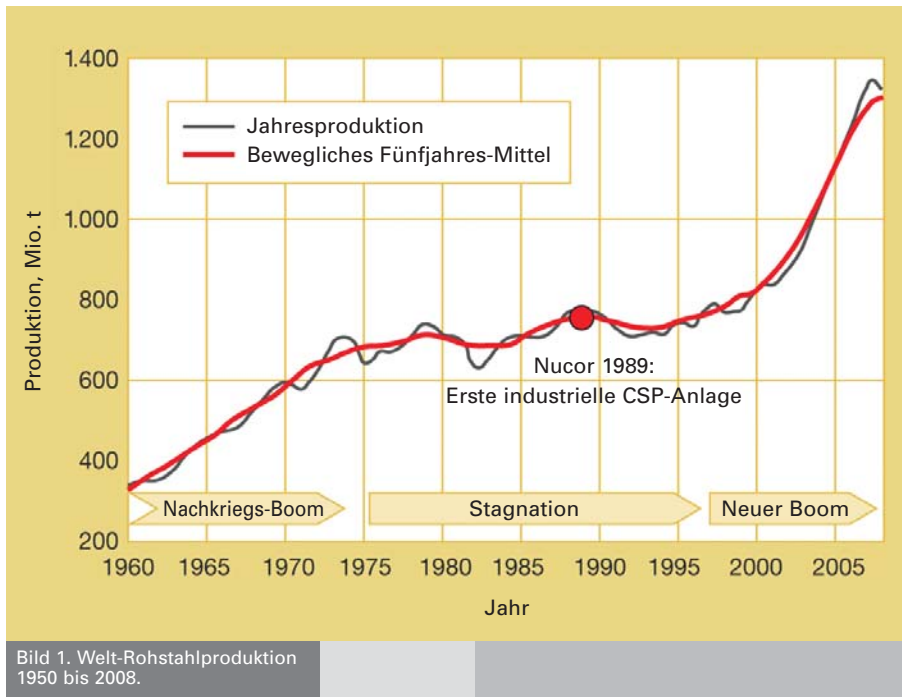
In einer hoch entwickelten Industrie wie der Stahlindustrie sind bahnbrechende Neuerungen selten. Die wohl letzte Innovation, die nachhaltig die Industrie veränderte, war die Dünnbrammentechnologie, die SMS Siemag im Jahr 1989 unter dem Namen „Compact Strip Production“ (CSP®) im Markt einführte.

Der stellt neben den Vorteilen der Technologie die ganz unterschiedlichen Anforderungen in den Mittelpunkt, die die Kunden in dieser Zeit an CSP® gestellt haben. Weiterhin werden alternative Konzepte diskutiert und ein Ausblick auf die Zukunft gegeben.

Dipl.-Ing. Dieter Rosenthal, Mitglied des Vorstands;
Dipl.-Ing. Stephan Krämer, Geschäftsbereichsleiter,
Warmwalzwerke; Dipl.-Ing. Christoph Klein, Fachbereichsleiter Technischer Vertrieb, Warmwalzwerke in CSP®-Anlagen; Dipl.-Ing. Christian Geerkens, Geschäftsbereichsleiter Stahlwerke/Stranggießtechnik; Dipl.-Ing. Jürgen Müller, Fachbereichsleiter Technischer Vertrieb CSP® Gießmaschinen; alle SMS Siemag AG



Trichterkokille und Tauchrohr:
Herzstück der CSP®-Technologie.



DIE ENTWICKLUNG DER CSP®-TECHNOLOGIE

Die Entwicklung der CSP®-Technologie lässt sich nur im Zusammenhang mit den Rahmenbedingungen zu ihrer Entstehungszeit verstehen, **Bild 1**. Der Nachkriegsboom hatte bereits Mitte der 1970er unvermittelt geendet, es folgte für die Stahlindustrie eine Periode mit schnellen Wechsels von kurzen Phasen des Aufschwungs und jähem Abschwüngen. Besonders hart getroffen von der Krise wurden die USA, wo etwa 1982 die Stahlproduktion innerhalb eines Jahres um fast 40 % einbrach. Werkschließungen und massiver Stellenabbau waren die Folge; notwendige Investitionen in neue, wettbewerbsfähigere Maschinen und Anlagen blieben aus [1].

Gleichzeitig entstand den etablierten Stahlherstellern in den USA im Bereich der Langprodukte neue Konkurrenz durch die sog. Minimills. Sie waren dank der Stahlerzeugung im Elektroofen auf Basis von preiswertem Schrott und einer angepassten Walzstufe in der Lage, wesentlich preiswerter und flexibler zu produzieren. Schrott als Basis der Stahlerzeugung machte die Minimillbetreiber unabhängig von groß dimensionier-

ter Werksinfrastruktur und ermöglichte ihnen, sich in der Nähe der Abnehmer niederzulassen [2].

Vor diesem Hintergrund diskutierten in den 1980er Jahren Stahlunternehmen und Anlagenbauer alternative Prozesskonfigurationen auch im Bereich der Flachprodukte. Die technische Herausforderung lag in der Weiterentwicklung des Stranggießverfahrens zum „endabmessungsnahen Gießen“. Ziel war es, im Walzwerk nur noch die aus werkstoff- und verformungstechnischen Gründen notwendige Mindestverformung aufbringen zu müssen und damit den Umfang der Walzstufe reduzieren zu können.

Der Durchbruch in dieser Frage gelang der SMS Schloemann-Siemag AG, der Vorläuferin von SMS Siemag, im Oktober 1985, als auf einer Versuchsanlage in Kreuztal-Buschhütten der Guss der ersten Dünnbrammen mit einer Dicke von 50 mm gelang, **Bild 2**. Herzstück der neuen Technologie war die patentierte trichterförmige Kokille und der optimierte Tauchausguss. Die übrigen Einrichtungen der Gießmaschine entsprachen denen einer Vertikal-Abbiegeanlage, die sich durch ihre einfache Handhabung auszeichnet [3].



Bild 2. Geburtsstätte einer neuen Technologie:
Pilotanlage in Kreuztal-Buschhütten (Deutschland).

Zur Weiterverarbeitung der Dünnbramme führte SMS Siemag ein Anlagenkonzept ein, bei dem ein Tunnelofen die Gießmaschine mit einem Warmwalzwerk verbindet. In diesem Konzept wird die Dünnbramme unmittelbar nach der Gießmaschine auf das geforderte Bundgewicht geschnitten. Nach dem erfolgten Temperaturengleich wird die Dünnbramme im Tunnelofen beschleunigt und dem Walzprozess zugeführt. Wegen der kurzen Produktionszeit und der kompakten Bauart gab man diesem Anlagenkonzept die Bezeichnung „Compact Strip Production“, kurz CSP®, Bild 3 [4].

VORTEILE VON CSP®

Aus wirtschaftlicher Sicht liegen die Vorteile dieses Anlagenkonzepts in den deutlich verringerten Investitions- und Umwandlungskosten im Vergleich zu konventionellen Anlagen. Die Investitionskosten sinken vor allem durch das Entfallen der Vorstraße. Die Produktion „aus einer Hitze“ im gekoppelten Prozess von Gießen und Walzen senkte den Energiebedarf erheblich und damit die Verarbeitungskosten. Somit erlaubte dieses Anlagenkonzept einen wirtschaft-

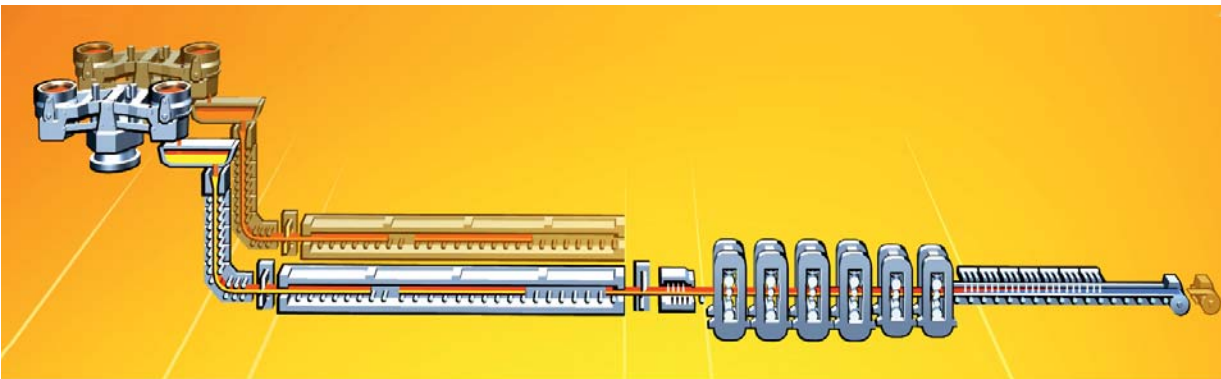


Bild 3. CSP®-Anlagen-Konzept.

lichen Betrieb bereits ab einer Jahresproduktion von weniger als 1 Mio. t. Die Verdopplung der Kapazität wird durch das Hinzufügen eines zweiten Gießstrangs mit Anbindung über eine Föhre möglich.

Das CSP®-Verfahren verringert nicht nur den Energiebedarf sondern bietet durch die speziellen Prozessbedingungen beste Voraussetzungen für eine größere Gleichmäßigkeit hinsichtlich der Gefügestruktur und der mechanischen und geometrischen Eigenschaften des Warmbandes. Die Ursache dafür liegt zum einen in der Dünnbramme selbst, da sie im Vergleich zur Dickbramme wesentlich schneller erstarrt. Ihre Gussstruktur weist geringere Makroseigerungen und sehr fein verteilte Ausscheidungen auf. Von besonderem Vorteil ist dies bei hochwertigen Stahlsorten wie mikrolegierten Stählen oder Si-Güten. So zeichnet sich nicht-kornorientiertes Elektroband aus einer CSP®-Anlage durch einen deutlich reduzierten Umwandlungsverlust im Vergleich zu auf konventionellem Weg hergestelltem Material aus.

Zum anderen liegt die Ursache für die hervorragenden Produkteigenschaften im Walzprozess. Die Dünnbrammen weisen beim Verlassen des Ofens über ihre

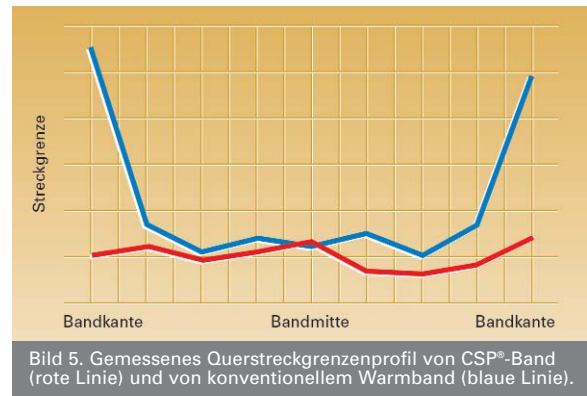


Bild 5. Gemessenes Querstreckgrenzenprofil von CSP®-Band (rote Linie) und von konventionellem Warmband (blaue Linie).

Breite, Dicke und Länge nahezu eine konstante Temperatur auf. Auch die in konventionellen Anlagen entstehenden „kalten Kanten“ entfallen und die damit verbundene Grobkornbildung in diesem Bereich, Bild 4. Das Ergebnis sind gleichmäßigere mechanische Eigenschaften über die gesamte Bandbreite und Bandlänge, Bild 5. Die konstanten Bedingungen führen auch zu einem äußerst stabilen, störungsfreien Walzprozess, so dass Banddicken und -breiten innerhalb enger Toleranzen liegen.

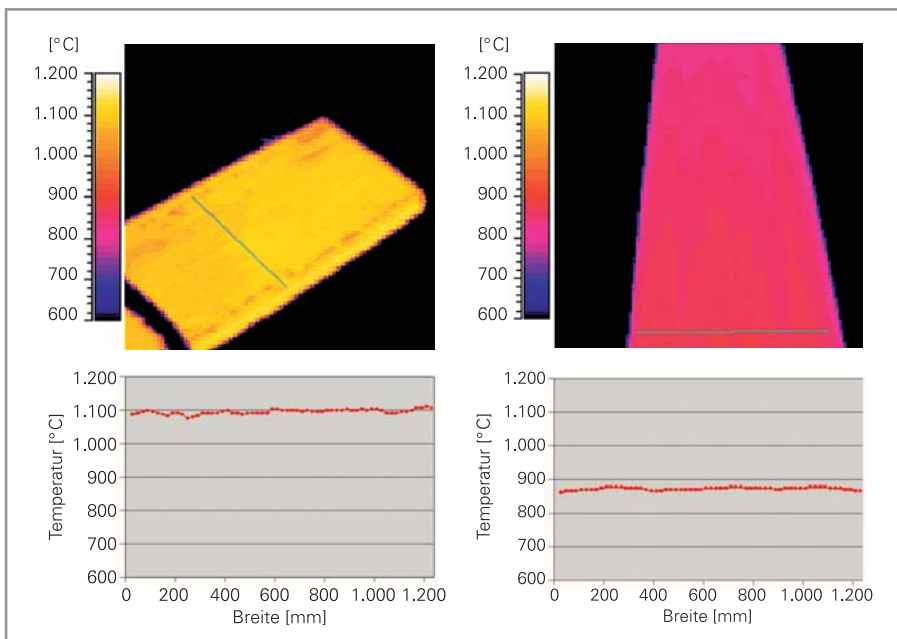


Bild 4. Homogene Temperaturbedingungen bei allen Prozessschritten der CSP(R)-Anlage.

FLEXIBILITÄT VON CSP®

Das einer CSP®-Anlage zugrunde liegende Konzept umfaßt im Wesentlichen eine Vertikal-Stranggießanlage, einen Rollenherdofen und ein Kompakt-Warmwalzwerk mit Laminarkühlung und Haspelanlage. Innerhalb dieses Grundkonzepts besteht eine Vielzahl von Ausführungsmöglichkeiten zur CSP®-Anpassung und die individuellen Anforderungen der Kunden. Im Bereich der Gießanlage reichen die Möglichkeiten von Maschinen mit zwei Segmenten und einer metallurgischen Länge von 5,7 m bis zu fünf Segmenten mit 10,3 m metallurgischer Länge bei Gießdicken zwischen 40 und 90 mm.

Der Tunnelofen dient als Verbindung der Gießmaschinen mit dem Walzwerk und zum Ausgleichen der Dünnbrammentemperatur. Die Ofenlänge bestimmt sich durch die Notwendigkeit einer ausreichenden Pufferkapazität für Walzenwechsel und die Möglichkeit zur Kopplung mehrerer Gießstränge.

Bei den CSP®-Fertigstraßen wurden Anlagen mit vier bis sieben Gerüsten ausgeführt bei Höchstantriebsmomenten von etwa 2.000 bis zu 4.000 kNm im ersten Fertigerüst.

Andere Maschinenkonzepte sind definitiv auch in jedem Stadium der Herstellung von Stahlband aus einer Dünnbramme denkbar. Für Gießdicken von 90 mm und mehr bietet SMS Siemag die Lieferung einer Kreisbogen-Stranggießmaschine mit CSP®-Trichterkokille. Als Verbindung zwischen Gießen und Walzen können außer dem Ausgleichsofen auch Wärmehauben, eine Coilbox und Induktionsheizanlagen oder eine Kombination dieser Einrichtungen eingesetzt werden. Das Walzwerk kann mit einem oder mehreren Vorgerüsten erweitert werden. Wo die entsprechende Produktionsleistung verlangt wird, ist als Fertigwalzeinrichtung auch ein Steckel-Walzwerk denkbar.

All diese Varianten sind heute noch Gegenstand von Diskussionen, sind aber in gewissem Umfang auch schon realisiert worden. So hat SMS Siemag auch Anlagen mit einem oder zwei Vorgerüsten und einer Coilbox gebaut, siehe **Bild 6**. In 26 von 28 CSP®-Anlagen ist jedoch das ursprüngliche Konzept beibehalten, da es die wirtschaftlichste Lösung darstellt.

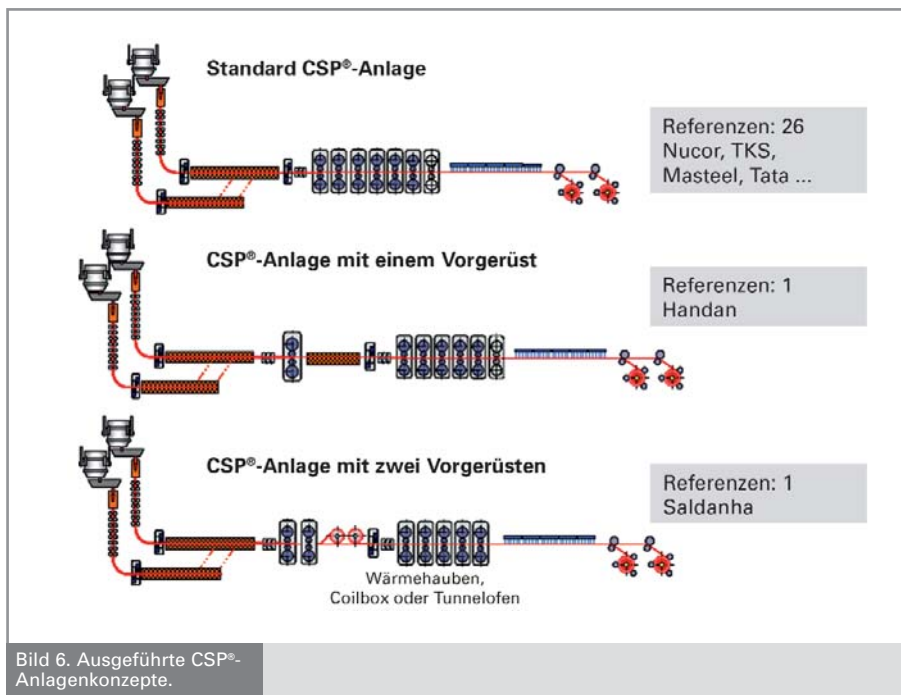


Bild 6. Ausgeführte CSP®-Anlagenkonzepte.

KUNDENANFORDERUNGEN AN CSP®

Der Erfolg des CSP®-Konzepts ist umso bemerkenswerter, da sich in den letzten 20 Jahren die Ziele der Kunden bei der Investition in CSP® stark verändert haben, **Bild 7**. Was als Konzept zur kostengünstigen Produktion von einfachen Massenstählen begann, wird heute von etablierten Stahlherstellern gezielt zur Herstellung hochwertiger Stahlsorten genutzt. Diese Entwicklung unterstreicht die Bedeutung der Innovation CSP®.

Kostengünstige Produktion

Bei den ersten CSP®-Anlagen standen eindeutig die Kostenvorteile der neuen Technologie im Vordergrund. CSP® bot die Chance zum Markteinstieg bei einer überschaubaren Investition und klaren Kostenvorteilen gegenüber integrierten Hüttenwerken.

Angesichts dieser Argumente zeigten zahlreiche Unternehmen Interesse, doch das erste Unternehmen, das den Mut hatte, wirklich in CSP® zu investieren, war Nucor. Nucor betrieb Ende der 1980er Jahre bereits einige Minimills für Langprodukte und wollte nun seinen Fuß auch in den Flachstahlmarkt setzen. Anfang 1989 nahm in Crawfordsville (Indiana) die erste

CSP®-Anlage die Produktion auf, **Bild 8**. Die Anlage war ausgelegt für Bänder mit einer Breite von 1.100 bis 1.350 mm und einer Dicke von 2,5 bis 12,7 mm. Sie verfügte über einen Gießstrang, den Tunnelofen und eine 4-gerüstige Walzstraße mit einem Haspel. Die Rechnung von Nucor ging auf. Bereits ein Jahr später gab Nucor bei SMS Siemag die zweite CSP®-Anlage in Auftrag, die 1992 in Hickman (Arkansas) in Betrieb ging. Im Jahr 1994 wurden beide Anlagen mit einem zweiten Gießstrang erweitert, 1996 startete die dritte CSP®-Anlage von Nucor in Berkley (South Carolina). Der Erfolg brachte den US-Markt in Bewegung und regte mit Gallatin Steel und SDI (beide 1995) weitere Unternehmen zur Nachahmung an.

Auch die CSP®-Anlage von SeverCorr, siehe **Bild 9** (Inbetriebnahme 2007, heute Severstal Columbus) folgte diesem Modell. Hier ist die CSP®-Anlage das Kernstück eines Anlagenkomplexes, in dem alle Schritte von der Stahlherstellung bis zur Feuerverzinkung untergebracht sind und der in seiner Gesamtheit von SMS Siemag geliefert wurde.

Nicht nur in den USA gelang Unternehmen der Markteinstieg mit CSP®. Auch die chinesischen Kunden Zhujiang Steel (1999), Handan Iron & Steel (1999), Baotou Iron & Steel (2001), Masteel (2003), Lysteel (2004) und Jisco (2005) etablierten sich mit CSP® als

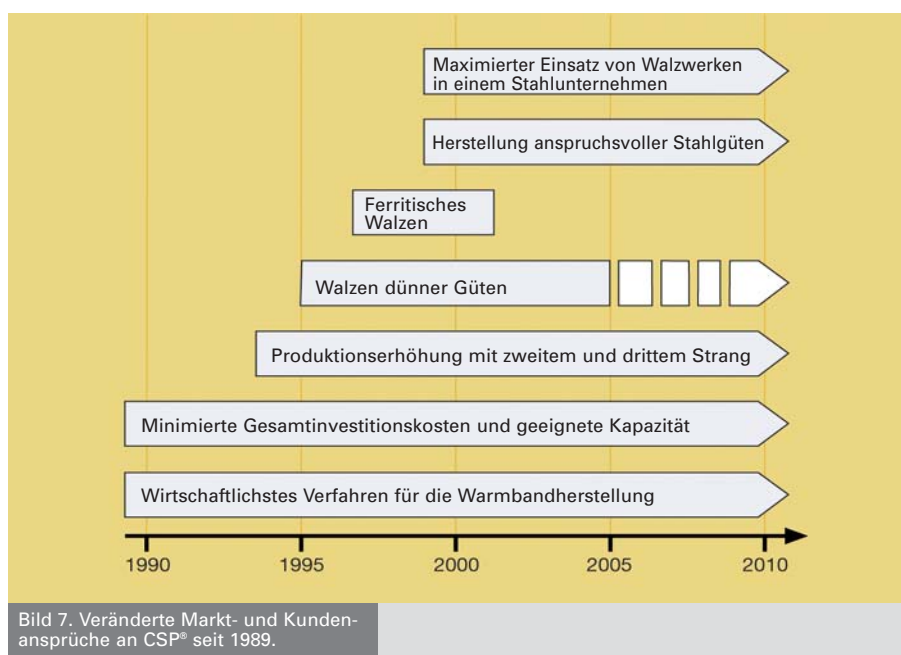


Bild 7. Veränderte Markt- und Kundenanforderungen an CSP® seit 1989.

Flachstahlproduzenten. Im Unterschied zu den USA sind diese Anlagen (bis auf Zhujiang) jedoch alle in konventionelle Hüttenwerke mit Hochöfen und Konverterstahlwerken integriert, über die Unternehmen bereits verfügten. Handan Iron & Steel und Masteel erweiterten nach dem gelungenen Markteinstieg ihre Warmbandkapazität mit konventionellen Warmbreitbandstraßen von SMS Siemag.

An dem Beispiel von Bhushan Power & Steel zeigt sich, daß das Geschäftsmodell, das Grundlage der ersten CSP®-Anlagen war, nämlich Auftreten auf dem Flachstahlmarkt mit einer auf das absolute Minimum abgespeckten Anlage, bis heute ein Erfolgsmodell ist. Bhushan hatte sich auf dem indischen Markt als „Reroller“ eingerichtet, d.h. als Hersteller und Verarbeiter von Kaltband. Im Rahmen einer strategischen Rückwärtsin-



Bild 8. Viergerüstige CSP®-Anlage bei Nucor Crawfordsville.



Bild 9. CSP-Anlage bei Severstal Columbus, USA.

tegration investierte Bhushan Power & Steel in eine CSP®-Anlage, die 2008 in Betrieb ging. Durch die relativ kleine Schmelzengröße (90 t), die geringe metallurgische Länge der Gießmaschine (6.340 mm mit drei Segmenten) und die Beschränkung auf fünf Fertiggerüste und einen Haspel war es möglich, die Investitionskosten niedrig zu halten. Mit ihrer maximalen Bandbreite von 1.300 mm ist die Anlage an die Leistungsfähigkeit der firmeneigenen Kaltwalzwerke angepasst. Inzwischen hat Bhushan Power & Steel den Auftrag für die Erweiterung um einen zweiten Gießstrang, für ein sechstes Fertiggerüst und einen zweiten Haspel erteilt, wodurch die Produktion erhöht und eine kleinere Bandenddicke erreicht werden soll.

Dünnsbandherstellung

Die verfahrensspezifischen Vorteile der CSP®-Technologie wurden zunächst hauptsächlich für die Herstellung von Dünnsband genutzt. Der Hintergrund für die Herstellung von dünnem (<1,5 mm) und ultradünnem (<1,0 mm) Band war der Gedanke, Kaltband durch Warmband zu ersetzen und dadurch erhebliche Kostenvorteile zu erzielen. Ende der neunziger Jahre herrschte daher die allgemeine Annahme, dass es zu einer steigenden Nachfrage nach Dünnsband kommen würde [5].

Die ersten Schritte in diesem Bereich unternahm Hylsa (heute Ternium Hylsa) und SMS Siemag auf der 1995 in Betrieb gegangenen CSP®-Anlage des mexikanischen Unternehmens. Dünnsband mit einer Dicke von 1,0 mm wurde bereits im September 1995 nur sechs Monate nach Inbetriebnahme der Anlage gewalzt. Später wurde die minimale Banddicke bis 0,91 mm gesenkt. Die Praxis zeigte, dass zur Erreichung dieser Enddicken in erster Linie eine Anpassung der Automation notwendig war, um die Leistungsfähigkeit der CSP®-Technologie voll ausnutzen zu können. Neben der Modifikation der Abnahmeverteilung waren vor allem ein erweitertes Profil- und Planheitsmodell, eine Hochgeschwindigkeits-Dickenregelung (AGC), eine hochgenaue Massen- und Zugregelung mit optimierten Loopern erforderlich [6].

Der kritische Moment bei der Herstellung von Dünnsband blieb das Ein- und Ausfädeln des Bandes in der Fertigstraße. Um eine höhere Betriebssicherheit zu

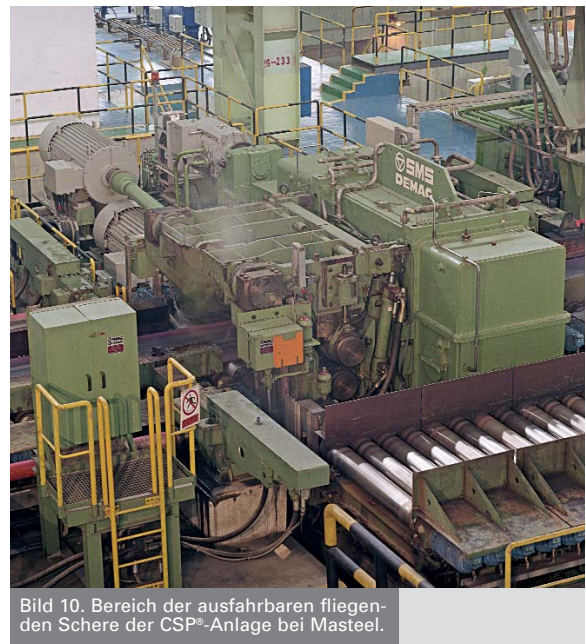


Bild 10. Bereich der ausfahrbaren fliegenden Schere der CSP®-Anlage bei Masteel.

erreichen, entwickelte SMS Siemag das Semi-endloswalzen, das bei Masteel und Lysteel erfolgreich umgesetzt wurde. Beim Semi-Endloswalzen wird eine überlange Dünnsbramme von bis zu 270 m Länge gegossen und in einem Stück ausgewalzt. Begonnen wird die Walzung dieser Bramme mit einer unkritischen Banddicke. Dadurch ist der Einfädelvorgang sicher beherrschbar. Während der Walzung werden dann die Gerüste zugefahren, um die ultradünnen Fertigungsdicken zu erreichen. Vor dem Haspel wird das Band in Einzelbunde geschnitten. So ist die Produktion von ultradünnem Band nahezu risikofrei möglich.

Die Anlagenkonfiguration für das Semi-Endloswalzen ist weitgehend dieselbe wie beim CSP®-Basiskonzept. Lediglich im Auslauf ist eine spezielle Hochgeschwindigkeitsschere notwendig, um bei Bandgeschwindigkeiten von bis zu 20 m/s das Band in Einzelbunde aufteilen zu können, **Bild 10**. Weiterhin ermöglicht ein spezieller Treiber den schnellen Wechsel von einem zum anderen Haspel. Alternativ kann ein Rotorhaspel eingebaut werden. Lysteel produziert mit diesem Verfahren sicher Bänder mit einer Dicke von 0,77 mm. Die Inbetriebnahme dieser Anlagen fiel zusammen mit dem Beginn des chinesischen Stahlbooms.

Die daraus resultierende enorme Nachfrage machte eine Spezialisierung der Unternehmen überflüssig und

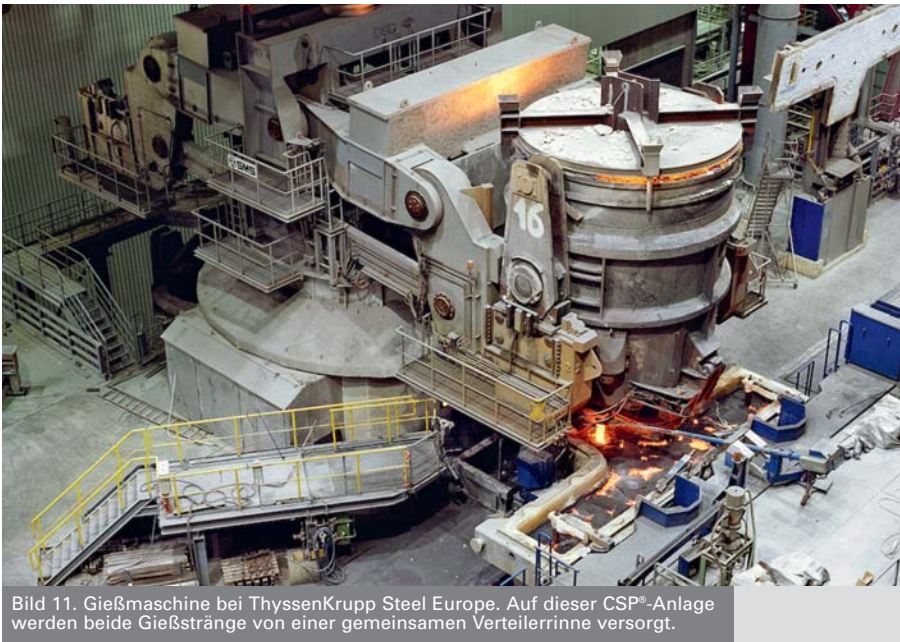


Bild 11. Gießmaschine bei ThyssenKrupp Steel Europe. Auf dieser CSP®-Anlage werden beide Gießstränge von einer gemeinsamen Verteilerrinne versorgt.

die Möglichkeiten zur Produktion von dünnen Bändern wurden deshalb nur wenig genutzt. Angesichts des sich verändernden Marktes ist es jedoch nicht ausgeschlossen, dass das Nischenprodukt „Dünnband“ eine neue Aktualität erfährt. Auf der anderen Seite decken rund 50 % der gesamten Produktion der CSP®-Anlage von EZDK (ehemalige ANSDK) einen Dickenbereich von 1,0 bis 2,0 mm ab und dieses ägyptische Unternehmen ist seit einem Jahrzehnt erfolgreich am Markt. Angesichts der aktuellen Veränderungen im Markt ist es wahrscheinlich, dass Nischenprodukte wie Dünnband wieder an Bedeutung gewinnen.

Hochwertige Stahlgüten, Optimierung der Gesamtausbringung

Obwohl sich die Betreiber von CSP®-Anlagen in den ersten Jahren vor allem auf die Herstellung von Warmband aus einfachen Kohlenstoffstählen konzentrierten, war man sich schon früh sicher, dass CSP® wegen der speziellen Prozessbedingungen in besonderer Weise für die Produktion hochwertiger Stahlgüten geeignet ist [7].

Als Pionier bei der Produktion von Hochqualitätsstahl auf CSP(R)-Anlagen gelten ArcelorMittal Riverdale, USA (ehemalige ACME) und ThyssenKrupp Steel Europe,

Deutschland. Bei Inbetriebnahme der CSP®-Anlage 1999 verfügte ThyssenKrupp Steel über vier konventionelle Warmbandstraßen. Die neue CSP®-Anlage sollte nicht nur Teile der Produktion einer der konventionellen Warmbandstraßen übernehmen, sondern vor allem zur Erzeugung hochwertiger Stähle genutzt werden, **Bild 11**. Diese Erwartungen hat die CSP®-Anlage voll erfüllt, ThyssenKrupp Steel bezeichnete jüngst das Projekt „als geglückte Investition in die Zukunft“.

In den ersten Jahren produzierte ThyssenKrupp Steel vor allem weiche Stähle. Durch eine kontinuierliche Verbesserung des Gesamtprozesses und der Optimierung der vorgeschalteten Prozessstufen konnte das Stahlsortenspektrum stark erweitert und das Portfolio zu besonders hochwertigen Produkten verschoben werden. Weiche, unlegierte Stähle machen heute weniger als die Hälfte der Produktion aus, mit fast 30 % Anteil steht nicht-kornorientiertes Elektrobild bereits an zweiter Stelle. Weitere Produkte sind HSLA-Stähle, Vergütungsstähle und hochfestes Verpackungsband. Diese Bänder weisen im Vergleich zur konventionellen Route eine größere Gleichmäßigkeit hinsichtlich Gefügestruktur, mechanischen Eigenschaften und Maßhaltigkeit auf [8].

Auf ähnliche Weise setzt ArcelorMittal seine CSP®-Anlagen ein. Im spanischen Bilbao z. B. werden neben

Dünband bis 1,0 mm Dicke vor allem hochfeste Stähle, Rohrgüten (bis X70), Druckbehälterstähle und Dualphasen-Stähle produziert.

Die Spezialisierung der CSP®-Anlagen auf bestimmte hochwertige, mikrolegierte Stahlgüten, ermöglicht eine anlagenübergreifende Optimierung der Produktion innerhalb eines Konzerns. Diese Qualitäten sind auf konventionellen Warmbandstraßen schwieriger zu walzen und begrenzen damit deren Produktivität. Bei einer Verlagerung dieser Güten auf die CSP®-Linie können die konventionellen Anlagen ihre Stärke in puncto Produktivität voll ausnutzen. Dadurch erhöhen sich die Gesamtausbringung der Anlagen und die Wertschöpfung im Konzern.

Diese Strategie wird zunehmend von etablierten Stahlproduzenten genutzt. So ist die neue CSP®-Anlage von Wisco, die im Februar 2009 in Betrieb gegangen ist, unter anderem auf nicht-kornorientiertes Elektroband spezialisiert.

Um eine besonders hohe Produktqualität zu gewährleisten, wurden dort einige Neuerungen eingeführt. Mit einer metallurgischen Länge von 10,3 m und fünf Segmenten ist die Gießmaschine die längste bisher gebaute. Der Gießstrang wird hier optimal unterstützt

und gleichzeitig eine hohe Produktionsleistung selbst bei großen Brammendicken ermöglicht. Zum Entfernen des fest anhaftenden klebrigen Zunders bei Si-Güten ist die Anlage mit einer vor den Pendelscheren im Einlaufbereich der Rollenherdöfen angeordneten umlaufenden Hochdruck-Entzunderungsanlage ausgestattet. [9].

ALTERNATIVE KONZEPTE

20 Jahre nach Einführung der CSP®-Technologie umfasst die Referenzliste von SMS Siemag insgesamt 28 Anlagen und zeugt von CSP®-Lieferungen an die unterschiedlichsten Anlagenbetreiber. Um den Kunden noch höhere Produktivität und Flexibilität anbieten zu können, wird das CSP®-Konzept kontinuierlich weiter entwickelt.

CSP®-Anlage mit drei Gießsträngen. Ein wichtiger Meilenstein in der Entwicklung der CSP® stellt die Inbetriebnahme der ersten Dreistrang-Anlage bei Essar Steel in Indien dar, Bild 12. Die Anlage geht 2010 zunächst als Zweistrang-Anlage mit einer Leistung von 2,5 Mio. t/Jahr in Betrieb. Durch Erweiterung um einen zusätzlichen dritten Gießstrang erhöht sich die Leistung 2011 dann auf etwa 3,4 Mio. t und bewegt sich dann im Bereich

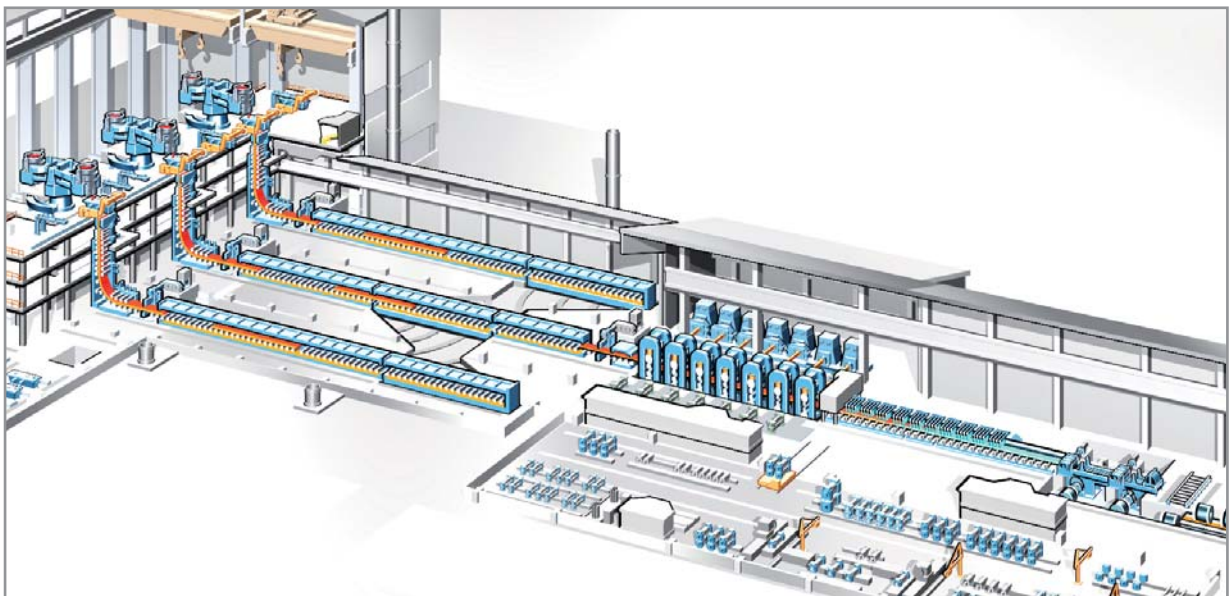


Bild 12. Layout der dreisträngigen CSP®-Anlage bei Essar Steel.

einer konventionellen Kompakt-Warmbandstraße. Das Nachrüsten eines dritten Stranges ist grundsätzlich möglich und dies auch bei bereits bestehenden Anlagen.

CSP®-Anlage mit paralleler Dickbrammenlinie. Ein alternatives Konzept ist die Kombination einer Einstrang-CSP®-Anlage mit einer konventionellen Vorstraße. In der eingerüstigen Vorstraße werden Dickbrammen bis auf die Dünnbrammendicke von typischerweise 50 bis 70 mm reduziert und dann über eine Querfähre der CSP®-Linie zugeführt und in der Fertigstraße ausgewalzt. Die Erweiterung ermöglicht die Produktion von Stahlgüten und Endabmessungen, die prozessbedingt nicht oder nur eingeschränkt auf CSP®-Anlagen produziert werden können. Eine typische Produktgruppe sind Edelstähle mit höchsten Anforderungen an die Oberflächenqualität.

Die Kombination von Dünn- und Dickbrammenlinie, **Bild 13**, ist deshalb ein Konzept für Betreiber, die das gesamte Warmband-Produktspektrum mit allen Qualitäten und Abmessungen mit einer Anlage abdecken möchten, ohne dabei auf die Vorteile der CSP®-Technologie zu verzichten.

Erstmals realisieren wir ein solches Konzept bei G Steel in Thailand. Hier wird eine bestehende Gieß-

walzanlage mit einer eingerüstigen Reversier-Vorstraße erweitert. Die neuen Einrichtungen werden 2011 in Betrieb gehen.

Batch/Endlos-Konzept. Das Konzept des Endlos-Walzens wird in der Fachwelt seit Jahrzehnten immer wieder thematisiert. Der Hauptvorteil des kontinuierlichen Betriebs wird in den gleichförmigen Prozessbedingungen und den dadurch konstanten Produktqualitäten über die gesamte Bandlänge gesehen. Es entfällt das Ein- und Ausfädeln, der Prozess verläuft deshalb sehr stabil und eine hohe Ausbringung wird möglich.

Die heute diskutierten Endloskonzepte zeichnen sich darüber hinaus durch ein besonders kompaktes Anlagenlayout aus. Die minimale Anlagenlänge wird durch induktives Aufheizen der Dünnbramme und den Verzicht auf einen späteren Zweistrangbetrieb erreicht.

Diesen Vorzügen einer kompakten Endlosanlage stehen enorme Herausforderungen im Anlagenbetrieb gegenüber. Hohe Gießgeschwindigkeiten sind notwendig, um einen hinreichend großen Massenfluss in der Anlage sicherzustellen, mit dem die Qualitätsparameter der Produkte erreicht werden. Diese hohen Gießgeschwindigkeiten sind heute nur für einfache

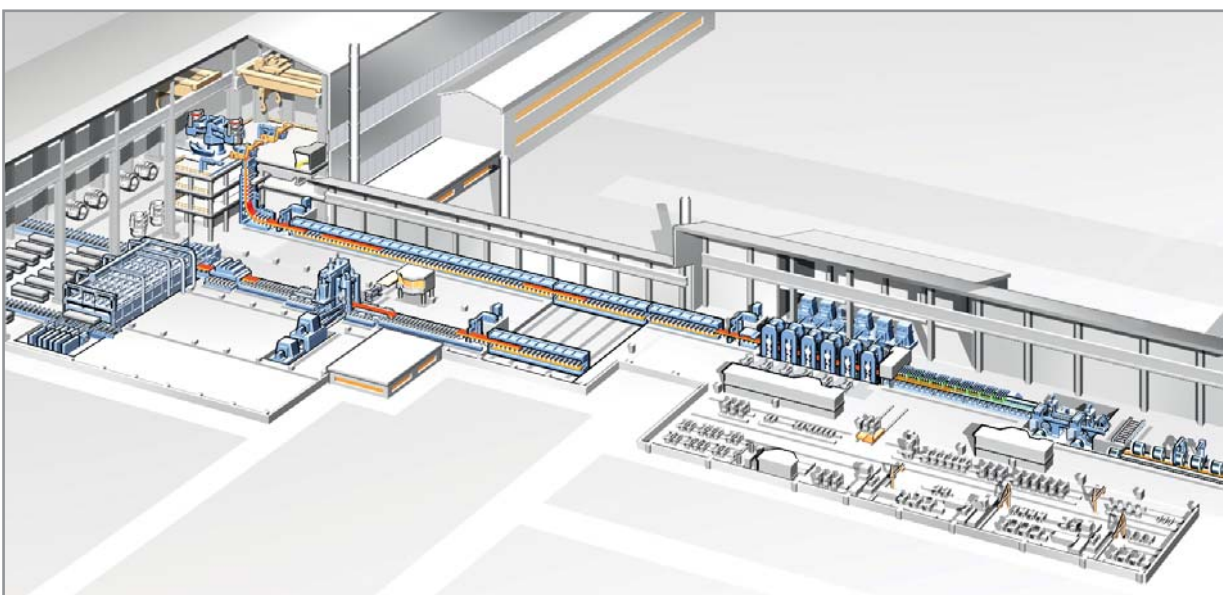


Bild 13. Kombinierte CSP®-Anlage und Dickbrammenstraße

Stahlgüten (LC-Stähle) erreichbar. Ferner ist fraglich, ob der kontinuierliche Betrieb über die Dünnbandproduktion hinaus hinreichend große Vorteile aufweist, die die Betriebsschwierigkeiten rechtfertigen.

Außerdem besteht bei Verzicht auf einen Tunnelofen kein Puffer zwischen Gießmaschine und Walzwerk. Deshalb ist beispielsweise für jeden Walzenwechsel das Häckseln der Dünnbramme unerlässlich oder der gesamte Prozess muss gestoppt werden.

Wegen diesen Nachteilen reiner Endlosanlagen, hat SMS Siemag ein Anlagenkonzept entwickelt, das sowohl den Endlos- als auch den Batch-Betrieb ermöglicht. Bei diesem Konzept schließt sich an die Gießmaschine ein kurzer Tunnelofen an. Eine induktive Heizung bringt die Dünnbramme auf Walztemperatur. Zusätzlich sind Induktionsheizungen im Zwischengerüstbereich angebracht, um die für den Endlosbetrieb notwendige Gießgeschwindigkeit zu reduzieren.

Der Batch-Betrieb ist sinnvoll während des Anfahrens der Gießmaschine und dem Hochfahren der Gießgeschwindigkeit. Außerdem erlaubt er die Schaffung von Speicherkapazitäten, um den Walzenwechsel ohne Ausbringungsverluste zu ermöglichen.

Vergleicht man abschließend den Energieverbrauch der Batch/Endless-Anlage im Endlosbetrieb mit dem einer klassischen CSP®-Anlage so ergibt sich ein höherer Verbrauch für die Batch/Endless-Anlage, **Bild 14**. Hinzu kommt, dass die Induktionsheizung elektrischen Strom benötigt, der um ein Vielfaches teurer als Erdgas für den Tunnelofen ist.

ZUSAMMENFASSUNG und AUSBLICK

Die seit 20 Jahren andauernde Erfolgsgeschichte von CSP® zeigt die Anpassungsfähigkeit des Anlagenkonzeptes an die unterschiedlichen Anforderungen der Kunden und des Marktes. CSP® wurde sowohl für den Einstieg in den Flachstahlmarkt als auch für die Produktion von besonders hochwertigen Stahlqualitäten verwendet. Die „points of excellence“ von CSP® sind die minimierten Energie- und Umwandlungskosten und die konstanten Prozessbedingungen für die Produktion von Warmband mit hervorragenden mechanischen Eigenschaften und engen geometrischen Toleranzen und eine hohe Produktivität bei HSLA-Stählen und bei Dünnband.

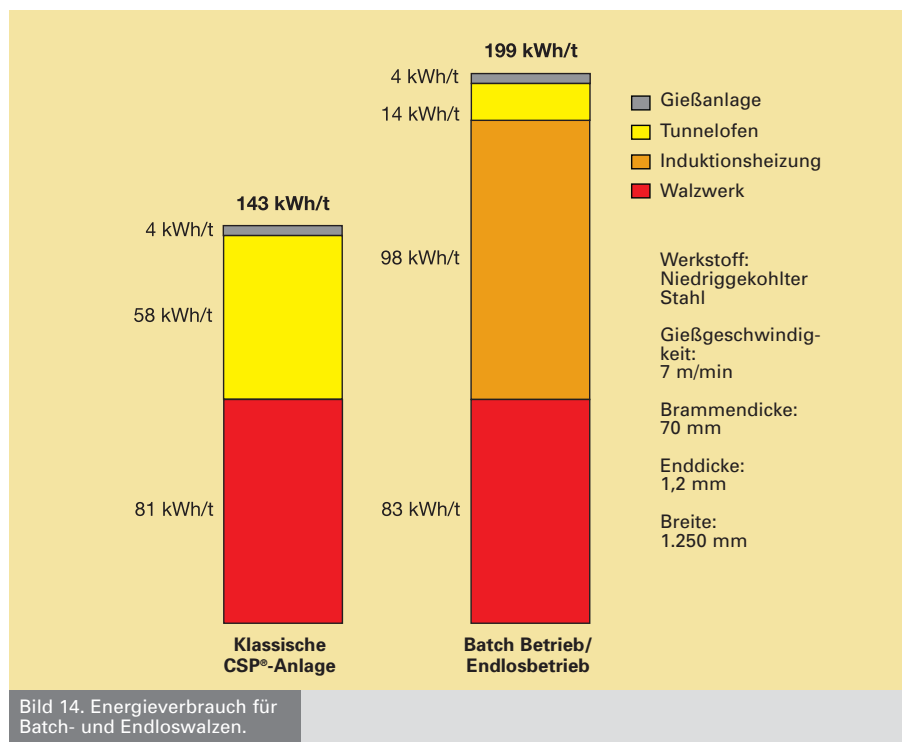
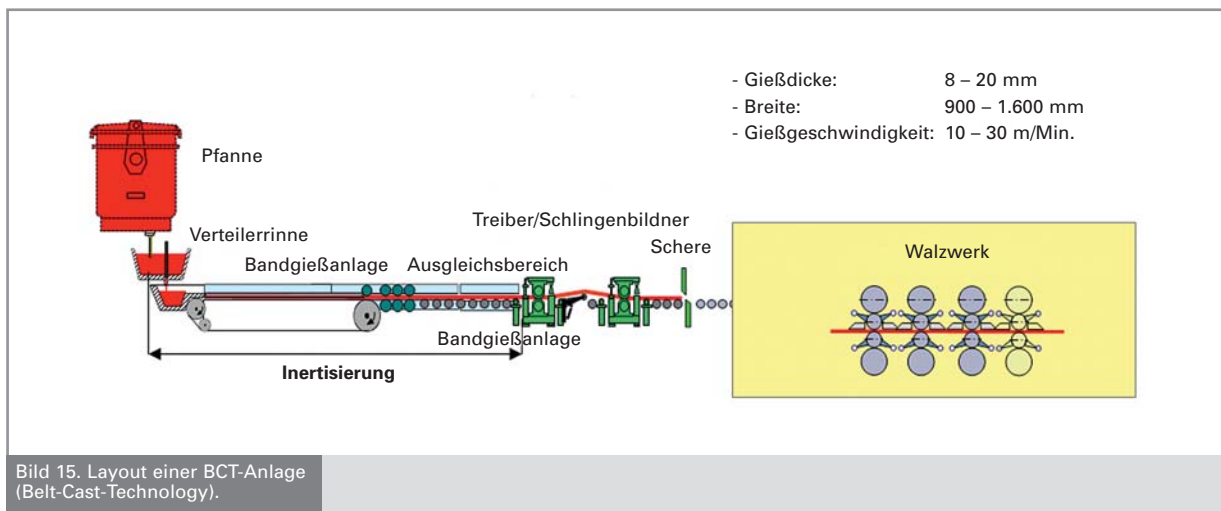


Bild 14. Energieverbrauch für Batch- und Endloswalzen.



Auch in Zukunft wird SMS Siemag an der Weiterentwicklung der CSP®-Technologie arbeiten. Im Zentrum stehen dabei die weitere Verbesserung der Oberflächenqualität sowie die Erhöhung der Produktivität durch eine Steigerung der maximalen Gießgeschwindigkeit.

Darüber hinaus soll die Palette der vergießbaren Stahlsorten erweitert werden. In diesem Zusammenhang entwickelte SMS Siemag gemeinsam mit der Salzgitter Flachstahl GmbH eine neue Anlagen-Technologie, die sogenannte Belt-Cast-Technology, für das kontinuierliche Vergießen besonders rissempfindlicher Stahlsorten, **Bild 15**.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] J. Stubbles. A retrospective of the North American Steel Industry 1974-1999. *Iron & Steelmaker*, 1999, 26(4): 14-21.
- [2] J. Stubbles. The minimill story. *AISTech Iron and Steel Technology Conference*, Warrendale, 2006: 3-16.
- [3] E. Höffken, P. Kappes, H. Lax. Die Erzeugung von Vorband auf der Versuchsgießanlage Buschhütten. *Stahl & Eisen*, 1986, 106 (23): 27-33.
- [4] G. Flemming, P. Kappes, W. Rohde, L. Vogtmann. Walzen von stranggegossenen Vorbändern und anlagentechnische Konsequenzen für den Bau von Warmband-Produktionsanlagen. *Stahl & Eisen*, 1988, 108 (3): 25-35.

- [5] W. Bald, G. Knepe, D. Rosenthal, P. Sudau. Innovative Technologie zur Banderzeugung. *Stahl & Eisen*, 1999, 119 (7): 77-85.
- [6] A. Fernandez, J. Nakashima, V. Trevino, F. Küper. High-quality ultra-thin hot strip production in Hylsa's CSP® plant. *METEC Congress*, 1999: 203-207
- [7] G. Flemming, F. Hofmann, W. Rohde, D. Rosenthal. Die CSP-Anlagentechnik und ihre Anpassung an erweiterte Produktionsprogramme. *Stahl und Eisen*. 1993. 113 (2): 37-46.
- [8] H. Janssen., E. Sowka: Sieben Jahre Fortschritt in der Gießwalzanlage bei ThyssenKrupp Steel. *Stahl und Eisen* 2007. 127 (1): 27- 33.
- [9] J. Wu, J. Wang, J. Shen, C. Wang: Technological characteristics of thin slab continuous casting and rolling process and variety development in Wisco. *Proceedings of the 2009 International Symposium on Thin Slab Casting and Rolling*, 2009: 65-72.

MEETING your **EXPECTATIONS**

SMS SIEMAG AG

Geschäftsbereich Warmwalzwerke

Wiesenstraße 30
57271 Hilchenbach

Telefon: +49 (0) 2733 29-1616
Telefax: +49 (0) 2733 29-2832

E-Mail: hot.mills@sms-siemag.com
Internet: www.sms-siemag.com

„Die in dieser Druckschrift enthaltenen Informationen beschreiben Leistungseigenschaften von Produkten im Allgemeinen. Die Leistungseigenschaften von gelieferten Produkten können von den in der Broschüre beschriebenen Eigenschaften abweichen. Insbesondere können sich diese Eigenschaften durch Weiterentwicklung von Produkten ändern. Die in dieser Druckschrift enthaltenen Informationen entfalten keine Rechtswirkung. Zur Lieferung von Produkten mit spezifischen Eigenschaften sind wir nur verpflichtet, wenn dies ausdrücklich vereinbart ist.“