

Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit durch neue Netzstruktur

Optimierung der Netz- und Kraftwerksanbindung im Stahlwerk

**Security of supply and efficiency by a new network structure
Optimizing of power supply and power plant connection in the steel-manufactory**

Für die elektrische Energieversorgung der Industrie ergeben sich durch die Einführung neuer Netzstrukturen erhebliche technische und wirtschaftliche Vorteile. Fachwissen und Erfahrung von Netzbetreibern und -planern sind dabei entscheidend für die Entwicklung kreativer Lösungen. Die Netze werden kontinuierlich modernisiert und optimiert, gleichzeitig wird der Ablauf der Produktion sicher gestellt.

SUMMARY

The innovation of new network structure to power supply of industry can bring substantial benefits both in terms of efficiency and in a **technical context**. Professional knowledge and experience in operating and planning networks are decisive to the development of innovative solutions. Power supply will continuously be modernized and optimized without disturbing the production process.

Dipl.-Ing. Rüdiger Patzak
Salzgitter Flachstahl GmbH, Salzgitter
Dr.-Ing. Christoph Nietsch
Powerise Consult, Neunkirchen a. B.
Dipl.-Ing. Karl-Heinz Schrader
Siemens AG, Hannover

Versorgungssituation

Das untersuchte Stahlwerk produziert hochwertige Bleche. Die Produktionsprozesse reichen von der Erzaufbereitung, über Hochofen und Stahlgewinnung bis hin zu Walzwerken mit modernster Oberflächenveredelung. Ein Kraftwerk (4x60 MW, 1x70 MW) und die Anbindung an das 220-kV-Verbundsystem sorgen für die elektrische Energieversorgung (250 MVA).

Der Betrieb des Kraftwerks richtet sich nach dem Dampfbedarf des Werkes. Zusätzlich wird das Brennstoffangebot aus den Koppelprodukten Gichtgas und Koks gas unter Beachtung der Emissionsgrenzwerte für die elektrische Energieversorgung genutzt.

In den 40er und 50er Jahren versorgte das Kraftwerk die Produktion. Überschüssige Energie wurde in das Verbundnetz eingespeist. Heute muss Energie bezogen werden. Das Kraftwerk kann im Inselbetrieb gefahren werden. Die Leistung reicht für die Versorgung der Metallurgischen Betriebe aus und deckt damit einen Teilbedarf ab. Die Optimierung der Kraftwerksprozesse mit höheren Wirkungsgraden ermöglicht eine Leistungssteigerung von 40...60 MVA.

Während ein Teil der Walzstraßen direkt über ein 220/30-kV-Umspannwerk (UW2) angebunden sind, werden die anderen Produktionen aus dem 30-kV-Netz versorgt. Es stammt aus den 40er Jahren und besteht aus 30-kV-Strängen zwischen Kraftwerk und Netzanbindung.

Zur Zeit werden die Produktionsanlagen mit Umrichtermaschinen und Prozessautomatisierung modernisiert. Dadurch entstehen ein zusätzlicher Leistungsbedarf (Kommutierungs- und Regelleistung) von 20...30 MVar und erhöhte Anforderungen an die Spannungsqualität. Darüber hinaus müssen neue Produktionen mit 40... 50 MVA versorgt werden.

Für die anstehende Leistungserhöhung in Kraftwerk und Netz reicht das derzeitige 30-kV-Netz nicht aus.

Ein Team aus Netzbetreiber und externem Planungsbüro erarbeitete ein technisch-wirtschaftliches Ausbaukonzept. Der wirtschaftliche Netz- und Kraftwerksbetrieb spielte dabei eine wesentliche Rolle, ebenso die Umsetzung der Planung bei laufendem komplexen Industriebetrieb mit hoher Versorgungssicherheit. Die Planung gliederte sich in:

- Ist-Netzanalyse
- Analyse der Netzanforderung
- Strukturplanung
- Netzberechnungen
- Machbarkeitsanalyse
- Wirtschaftlichkeitsanalyse
- Schutzkonzept
- Sekundärtechnik und Anlagenautomatisierung
- Betriebsmittel- und Anlagen-Anforderungen

----Bild { Walzwerk, Kraftwerk, Schaltanlage }----

Damit wird ein hohes Maß an Planungs- und Investitionssicherheit erreicht. Beide Aspekte orientieren sich an der Lebensdauer der Betriebsmittel von mehr als 30 Jahren.

Ist-Netzanalyse

Den Anfang der Ist-Netzanalyse bildeten eine vollständige Dokumentation und die Modellierung des gesamten Netzes. Besondere Berücksichtigung fanden:

- Altanlagenbewertung
- Systembewertung
- Risikobewertung und
- Wirtschaftlichkeit.

Die geografische Lage des Netzes zeigt Bild 1, die Struktur Bild 2. Die Transformatoren, die 30-kV-Kabel, die 110-kV-Anlage und ein Großteil der 30-kV-Schaltanlagen haben die Lebensdauer von bis 30-40 Jahren erheblich überschritten. Durch Reparaturen und Erweiterungen wurden Teilkomponenten ausgetauscht bzw. erneuert. Die größzü-

gige Auslegung der Anlagen, hoher Wartungsaufwand und qualifiziertes Fachpersonal konnten längere Ausfälle verhindern. Die Anlagen konnten dadurch weit über ihre Lebensdauer hinaus betrieben werden. Die Häufigkeit nicht beeinflussbarer Folgefehler nimmt jedoch zu, das Risiko größerer Ausfälle steigt.

Die Metallurgischen Betriebe mit Hochofenwindgebläse, Hochofenetz sowie Prozessdampferzeugung und Kraftwerkseigenbedarf erfordern eine hohe Versorgungszuverlässigkeit. Ein Ausfall gefährdet das Gesamtsystem und führt zu hohen Folgekosten.

Das Kraftwerk ist indirekt über die vermaschten und verdrosselten 30-kV-Netzabschnitte an das Verbundnetz angebunden. Lediglich der 70-MW-Block und das Hochofenwindgebläse hat eine 110-kV-Anbindung. Das 30-kV-Netz besteht aus vier Netzgruppen, die in

drei Teilnetzen betrieben werden. Jedem Abschnitt ist im Normalbetrieb ein Generator zugeordnet. Störungen im 30-kV-Netz wirken sich direkt auf den Kraftwerksbetrieb aus. 17 von 24 30-kV-Kabeln werden zwischen Kraftwerk und Umspannwerk durch einen Düker geführt, der die Kabel mechanisch belastet. Die Dampferzeugung ist gefährdet.

Die Kapazitäten des 30-kV-Netzes sind hinsichtlich Reserveleistung, Spannungsqualität und Ausbaumöglichkeit erschöpft. Darüber hinaus treten erhöhte Transportverluste auf. Leistungserhöhungen oder Fehler im Netz gefährden den sicheren Netzbetrieb.

In den Produktionsanlagen werden neben der 30-kV-Ebene aus historischen Gründen 6-kV-, 10-kV- und 15-kV-Netze betrieben. Die enge Vermaschung der Netze über die Produktionsgrenzen hinaus führt

dazu, dass sich die Produktionen gegenseitig beeinflussen können und den gesicherten Betrieb einschränken.

Netzausbau

Aus der anspruchsvollen Versorgungsaufgabe ergeben sich folgende Kriterien für den Netzausbau:

- Sicherstellung der elektrischen Energie- und Dampfversorgung
- Wirtschaftlicher Netzausbau und Senkung der Netzkosten
- Sofortreserve für Kraftwerk und Produktionsanbindung
- Wirtschaftlicher Kraftwerks- und Netzbetrieb
- Einfache und schnelle Störungsklärung und -behebung
- Sicherstellung eines Notbetriebs für ausgewählte Anlagen
- Minimierung der Betriebs- und Verlustkosten

Die Ergebnisse der Ist-Netzanalyse führten zu dem Entschluss, die 110-kV-Ebene zur Anbindung des Kraftwerks und zur Versorgung der Produktionen einzuführen. Dabei wird das bestehende System in Stufen entlastet und schrittweise vom dem 110-kV-Netz abgelöst. Die zusätzlich geschaffenen Reserven im 30-kV-Netz werden zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit während des Umbaus genutzt.

Die neue Netzstruktur vereinheitlicht die Energieflussrichtung, siehe Bild 3.

In den Bildern 4-6 ist der Netzausbau in Stufen dargestellt, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit das alte 30-kV-Netz lediglich angedeutet wird.

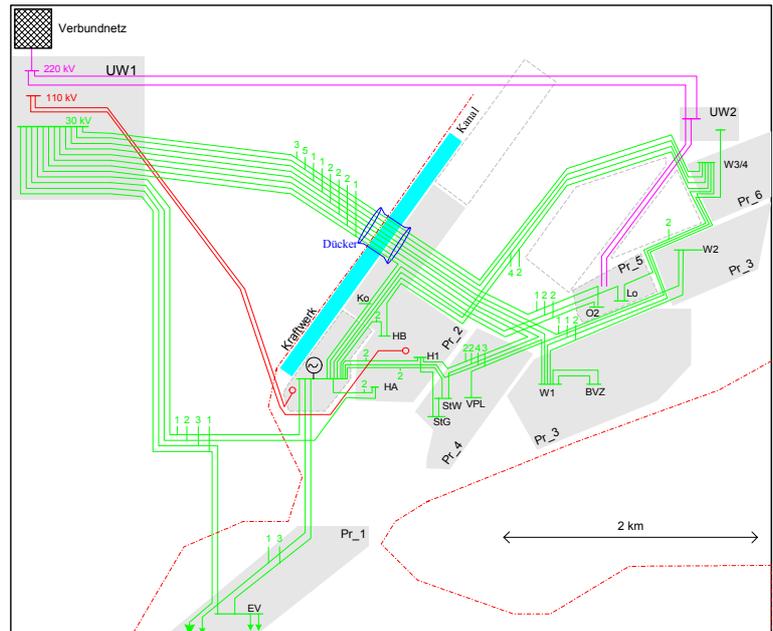


Bild 1: Lageplan des Ist-Netzes

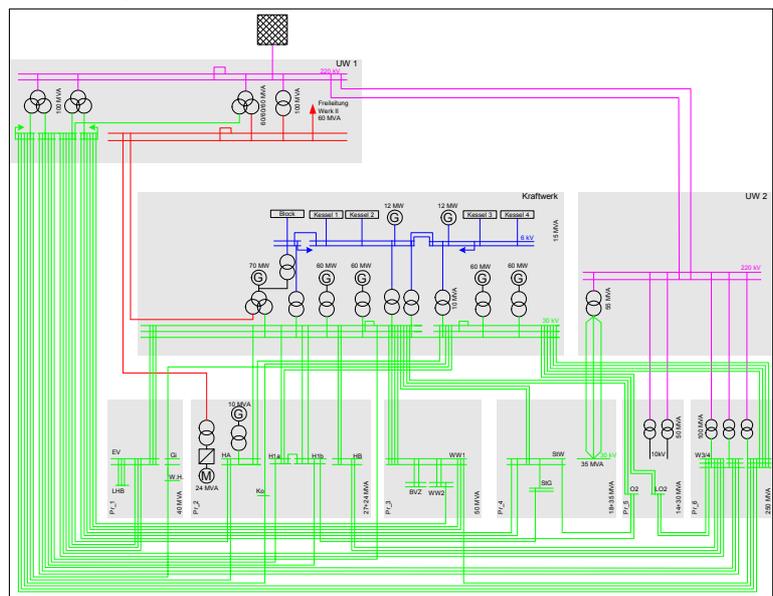


Bild 2: Prinzipschaltplan des Ist-Netzes

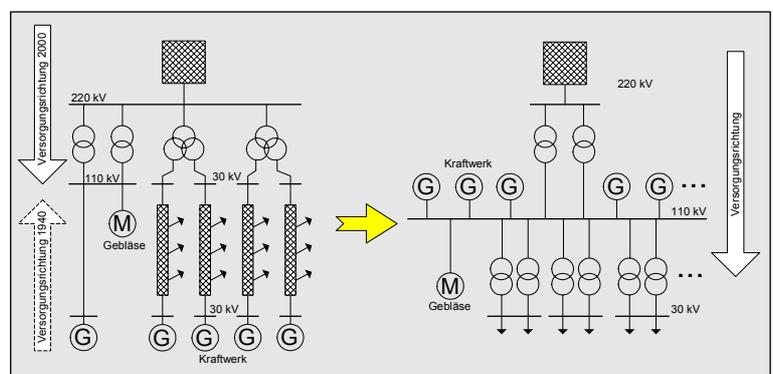


Bild 3: Alte und neue Netzstruktur

In der Stufe 1 wird auf dem Kraftwerksgelände eine neue 110-kV-Sammelschiene errichtet. Für eine flexible Fahrweise des Kraftwerks und einen Zweisammelschienenbetrieb im Netz ist eine Dreifach-Sammelschiene erforderlich. Die Anlage wird in die bestehenden 110-kV-Kabel eingeschleift. Zwei Generatoren erhalten Dreiwickler-Blocktransformatoren, um wahlweise in das 30-kV- bzw. 110-kV-Netz zu speisen. Die 6-kV-Eigenbedarfsanlagen und die Kesselversorgung wird redundant über zwei 110/6/6-kV-Transformatoren angebunden. Die Produktionsanlagen Hochofen und Stahlwerk erhalten 110/30-kV-Umspannwerke.

In der Stufe 2 wird die gesicherte Leistung aus dem Verbundnetz auf 200 MVA erhöht. Hierzu werden zwei 220-kV-Kabel (200 MVA) Kraftwerk - UW1 verlegt und zwei ausgelagerte 220/110-kV-Transformatoren 200 MVA auf dem Kraftwerksgelände errichtet. Weitere Produktionen erhalten 110/30-kV-Umspannwerke.

Ein neuer 100-MW-Generator und ein 60-MW-Generator werden an die 110-kV-Sammelschiene angebunden.

In der Stufe 3 erhalten die restlichen Produktionen 110/30-kV-Umspannwerke. Die 30-kV-Transportreserven zum UW2 werden durch einen 110/220-kV-Transformator 100 MVA und eine 110-kV-Verbindung UW2 –Kraftwerk ersetzt.

Die unterlagerten Spannungsebenen (6 kV, 10 kV, 15 kV) können durch die gesicherte Produktionsanbindung vereinheitlicht werden.

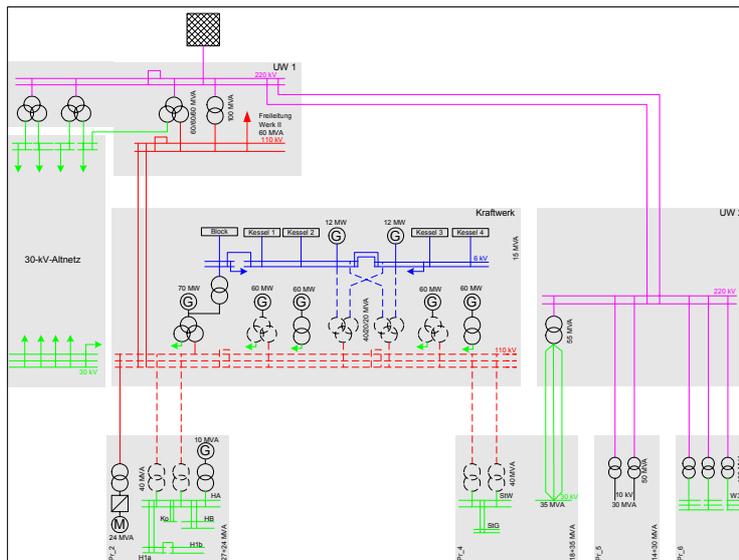


Bild 4: Ausbaustufe 1

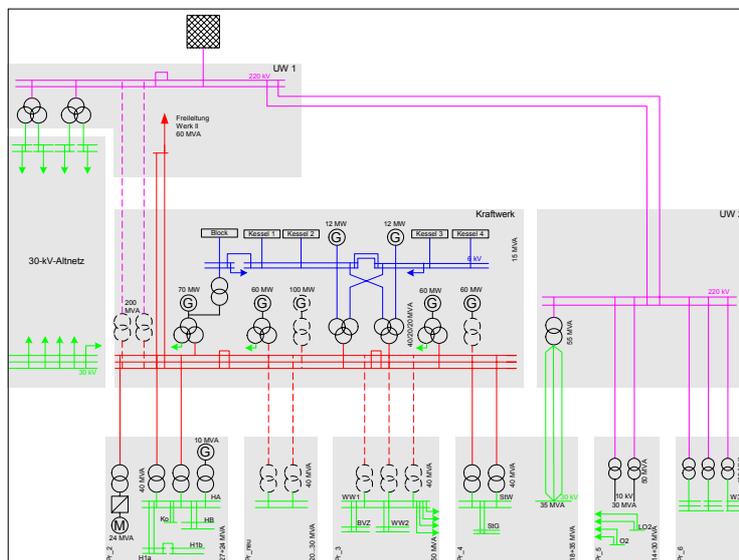


Bild 5: Ausbaustufe 2

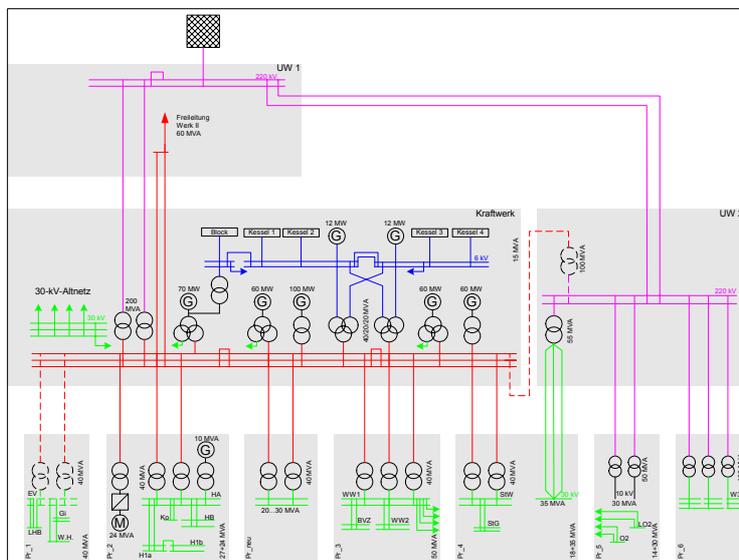


Bild 6: Ausbaustufe 3

Die frei werdenden 30-kV-Kabel stehen hierfür zur Verfügung.

Da das 110-kV-Netz über eine 20 km lange Freileitung mit anderen 110-kV-Netzen verbunden ist, wird zunächst die Erdschlusslöschung im 110-kV-Netz beibehalten. Auf Grund des entstehenden umfangreichen 110-kV-Kabelnetzes mit 15–20 Systemkilometern ist eine Umstellung auf die niederohmige Sternpunktterdung vorgesehen.

Um minimale Fehlererkennungs- und Abschaltzeiten realisieren zu können, werden die Transformatoren einschließlich der 110-kV-Kabel mit digitalem Differenzialschutz und mit gerichtetem UMZ- Schutz als Backup-Schutz ausgerüstet.

Zur Bestätigung der Leistungsfähigkeit des Netzkonzeptes wurden umfangreiche Netzberechnungen durchgeführt, die Kurzschlussbeanspruchung und die Kenngrößen der Betriebsmittel ermittelt.

Da das 110-KV-Netz sowohl die Kraftwerks- als auch die Netzleistung überträgt, ergeben sich erhöhte Anforderungen hinsichtlich der technischen Ausführung und Zuverlässigkeit an die Primär- und Sekundärtechnik. So müssen die Schaltanlagen bei geringem Platzbedarf eine hohe Lebensdauer und hohe Zuverlässigkeit bei geringer Wartung gewährleisten, resistent gegen Umwelteinflüsse sein und Erweiterungen bei laufendem Betrieb ermöglichen. Zu dem wird der Netz- und Kraftwerksbetrieb mit einer durchgängigen digitalen Stations-, Netz- und Kraftwerksleittechnik sicher gestellt.

Ort	Betriebsmittel	1:1 Ersatz)*	110-kV-Netz
UW1	Transformatoren	4	2
UW1	110-kV-Schaltanlage	6 Felder	---
UW1	30-kV-Schaltanlage	40 Felder	---
UW1	30-kV-Kabel (System) neue Trasse	50 km	---
UW1	220-kV-Kabel	---	4 km (200 MVA)
UW2	Transformatoren	---	1
UW2	220-kV-Schaltanlage (Erweiterung)	---	1 Feld
KW	Transformatoren	4	8
KW	30-kV-Schaltanlage	40 Felder	----
KW	110-kV-Schaltanlage	---	35 Felder
Werk	Transformatoren	---	11
Werk	30 kV-Produktionsanlagen	200 Felder	150 Felder
Werk	30-kV-Kabel (System)	30 km	---
Werk	110-kV-Kabel (System)	---	9 km (50 MVA)
	Gesamtaufwand	100 %	50+50+30 %

Tabelle 1: Aufwand (* ohne Leistungserhöhung)

Wirtschaftlichkeit

Der Ausbau der überlagerten 110-kV-Spannungsebene als Ersatz des 30-kV-Transportnetzes erhöht die gesicherte Leistung in diesem Netzabschnitt auf 200 MVA. Für die 1:1-Erneuerung des 30-kV-Netzes ohne Struktur- und Leistungsverbesserungen ist der Aufwand der neuen Netzstruktur gegenüber gestellt, siehe Tabelle1.

Diese spart trotz Erhöhung der Kapazität um 100% einen erheblichen Teil der Betriebsmittel ein. Die Mehrkosten auf Grund der höheren Spannungsebene werden dadurch größtenteils aufgefangen, so dass lediglich ein Mehraufwand von 30 % anfällt.

Mit diesem zukunftsweisenden Konzept werden die Anforderungen eines modernen Stahlwerks an die elektrische Energieversorgung erfüllt:

- Höchste Verfügbarkeit der Produktionen
- Optimierte und wirtschaftliche Fahrweise des Kraftwerks
- Minimale Netzbetriebskosten
- Günstige Netzerweiterungen und Anbindung der Produktion im Lastschwerpunkt
- Minimaler Wartungs- und Materialaufwand
- Sicherung des Produktionsstandorts

PatzakR@Salzgitter-AG.com

Christoph.Nietsch@Powerise-Consult.de

Karl-Heinz.Schrader@Siemens.com