

Die Geschichte der GT24/GT26

In den 1980er Jahren reduzierte die BBC ihre Aktivitäten in der Entwicklung von Gasturbinen. Die bestehenden Modelle wurden als überholt angesehen, während Neuentwicklungen aufgrund hoher Kosten und grosser Risiken als unwirtschaftlich galten. Zusätzlich wurde auch die Vereinbarung mit Rolls-Royce (RR) aufgehoben, im Rahmen derer RR technische Unterstützung für die GT-Turbinenentwicklung geleistet hatte.

Neueinstig in das Gasturbinengeschäft

Nach der Fusion im Jahr 1988 und der Gründung von ABB unter der Führung von CEO Percy Barnevik änderte das neue Management die Strategie weil es Marktpotential für Gasturbinen sah: Es beschloss, die Flotte zu modernisieren und wettbewerbsfähig zu machen. Dies führte zur Entwicklung der Modelle GT8C2, GT11N2 und GT13E2.

Unter strengster Geheimhaltung wurde 1990 ein neues Entwicklungsprojekt gestartet. Innerhalb kurzer Zeit zog man rund 250 hochqualifizierte Ingenieure und Fachspezialisten aus ABB internen Abteilungen sowie weltweit rekrutiertes Personal zusammen. Zusätzlich wurden Kooperationen mit UniTurbo in Moskau und MTU in München vereinbart. Das innovative Konzept der sequentiellen Verbrennung mit zwei aufeinanderfolgenden Ringbrennkammern, die jeweils einer Hochdruck- beziehungsweise Niederdruckturbine zugeordnet sind, ermöglicht eine optimierte Lastverteilung, eine verbesserte Temperaturführung sowie eine Reduktion der Emissionen. Die angestrebten Ziele in Bezug auf Wirkungsgrad und Leistung lagen bewusst über den damaligen Standards.

Editorial:

Christoph Jacobi
Technik & Industrie

IndustrieWelt Baden



Die Entwicklung einer neuen Gasturbinentype wird im Rahmen eines umfangreichen Projekts organisiert. Alles beginnt mit einem Pflichtenheft, mit dem die strategischen Entwicklungsziele vorgegeben werden: Mindestwerte für Leistung und Wirkungsgrad, und Höchstwerte für Emissionen, Entwicklungs- und Produktkosten, sowie ein Zieltermin für die Markteinführung.

Im Entwurfskonzept werden die thermodynamischen Eckwerte festgelegt: Luftmassenstrom, Verdichterdruckverhältnis und Turbineneintrittstemperatur, alles in den Grenzen des technologisch Verantwortbaren. Zugleich wird die Maschinenarchitektur erarbeitet. Beispiel Umfangsgeschwindigkeit: je höher diese gewählt wird, desto weniger – kostenintensive – Verdichter- und Turbinenschaufelreihen werden benötigt. Allerdings steigen die mechanischen Beanspruchungen im Rotor und in den Laufschaufeln. Hier muss ein Kompromiss gefunden werden zwischen den werkstoffseitig zulässigen Fliehkraftspannungen und der angestrebten möglichst kompakten Maschinenkonstruktion.

Thermiker und Strömungsmechaniker entwerfen die Schaufelprofile – im Falle der Turbine auch die Bauteilkühlung, während Festigkeitsingenieure die statische und dynamische Festigkeit sowie die Lebensdauer aller Bauteile berechnen. Konstrukteure erstellen die Fabrikationszeichnungen für einige zehntausend Einzelteile. Dabei hat es sich als hilfreich erwiesen, Beratung von Praktikern der Fabrik und von Unterteilern einzuholen, um zeit- und kostenintensive Änderungen im Projektlauf zu minimieren. Ebenso müssen Montage-, Inbetriebnahme- und Wartungsvorschriften erstellt werden. Einkäufer evaluieren die Lieferantenfirmen bezüglich Preisen, Lieferterminen und Qualitätssicherungen, und erteilen die entsprechenden Aufträge. Das Fabrikmanagement fädelt die Fertigung des Prototyps in die Sequenz der Maschinenbelegung der laufenden Aufträge ein.

Währenddessen sucht der Verkauf einen Erstkunden für die neue Gasturbine, formuliert und verhandelt entsprechende Lieferverträge. Sobald der Vertrag mit dem „Launch Customer“ wirksam wird, geht das Projekt in die Zuständigkeit der Abwicklungsorganisation über, mit Transport, Baustellenmontage und Inbetriebnahme.

Messenger Nr. 3/25

Erklär-Video



The sequential combustion system for the GT24/GT26 gas turbine
<https://youtu.be/YdPZDXh2Gmo>

Technischer Artikel



The sequential combustion system for the GT24/GT26 gas turbine
[LINK](#)

Die Markteinführung der GT24/GT26

Um dem starken Marktdruck gerecht zu werden, erfolgte 1994 die Markteinführung der GT24/GT26, obwohl zu diesem Zeitpunkt noch keine Maschine gebaut und unter realen Betriebsbedingungen erprobt worden war. ABB veranstaltete Pressekonferenzen in Tokio, London, Paris, Zürich und New York, setzte grosse Erwartungen und weckte weltweit starkes Kundeninteresse. Firmenintern war man überzeugt: «Wir werden weltweit die Nummer 1 im Kraftwerksgeschäft.» Das Fehlen von Betriebserfahrungen führte jedoch zu Problemen bei der Versicherung der Maschinen. Als Reaktion darauf gründete ABB die eigene Versicherungsfirma Power Insurance Limited (PIL), sodass zwischen 1994 und 1996 weltweit 13 Maschinen des Typs GT24/GT26 verkauft werden konnten. Im Mai 1996 bestand die erste GT24-Gasturbine ihren Probelauf erfolgreich – beim Launch-Customer, dem Kraftwerk Gilbert Station in New Jersey. Da ein Gasturbinenprüfstand fehlte wurden die notwendigen Prototypen-Messungen direkt vor Ort durchgeführt – eine in der Branche eher unübliche Praxis. Diese Tests lieferten zwar wertvolle Erkenntnisse, gaben aber auch Anlass zu notwendigen Verbesserungen an bereits produzierten und verkauften GT24/GT26-Modellen. Trotz umfangreichen Modifikationen blieben die Turbinen störanfällig und erfüllten die vertraglichen Erwartungen der Kunden oft nicht.

Im Februar 1996 hob ABB-CEO Percy Barnevik öffentlich das Unternehmenswachstum und die Fortschritte in der Gasturbinenentwicklung hervor. Nur wenige Wochen später erschien ein Zeitungsartikel mit dem Titel «ABB spielt mit dem Feuer», in dem das Management scharf für die erheblichen Risiken der neuen Gasturbinen und die daraus resultierenden hohen internen und externen Mängelbehebungskosten kritisiert wurde. Obwohl ABB die Vorwürfe energisch zurückwies, jedoch nicht dementierte, investierte das Unternehmen in den Bau eines

firmeneigenen Gasturbinen-Prüfstandes in Birr im Kanton Aargau, wo später umfangreiche Tests und Versuchsreihen an der GT26 durchgeführt werden konnten.

Allen Anstrengungen zum Trotz

Trotz eines globalen Booms im Gasturbinenmarkt wurde der Markt von Konkurrenten wie General Electric (GE) und Siemens dominiert. ABB erzielte zwar Erfolge in anderen Kraftwerkssegmenten, wie bei Dampf- und Wasserkraftwerken, kämpfte jedoch weiterhin mit Problemen bei den GT24/GT26-Modellen. Während offizielle Verlautbarungen beruhigend formuliert wurden, setzte GE mit schnellen Innovationen neue Massstäbe und festigte seine Marktführerschaft. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, nahm ABB tiefgreifende Modifikationen vor: Dazu zählten unter anderem eine neu entwickelte Hoch- und Niederdruckturbinen, ein verbesserter Verdichter, weniger Brenner sowie eine höhere Heissgastemperatur. Die anhaltenden Optimierungsarbeiten und das angeschlagene Image wirkten sich nachteilig auf die Marktfähigkeit der Gasturbinen aus. Mit der Ankündigung verbesserter Leistungsdaten im Rahmen des B-Ratings erreichte ABB den Wendepunkt. Das Vertrauen der Kunden kehrte zurück – die hohe Nachfrage an Gasturbinen führte dazu, dass wieder Reservationsgebühren entrichtet wurden, um sich Lieferplätze zu sichern.



Erstes GT26 Kombi-Kraftwerk in Europa
Rocksavage, 810 MW GT26 CCGP, Manchester, UK
First Firing on 21st October 1997 at 19:45

In der Folge konnte ABB mit der modifizierten Gasturbine zahlreiche Kombikraftwerke verkaufen – vor allem in den USA, Mexiko und Europa. Dennoch traten weiterhin technische Probleme auf, darunter

Messenger Nr. 3/25

Pulsationen, unzureichende Kühlung und überhitzte Schaufeln. Ursächlich für diese Schwierigkeiten war unter anderem die erneut verfrühte Freigabe des sogenannten B-Ratings, wodurch sehr oft Vertragsbedingungen nicht erfüllt werden konnten. Hohe Vertragsstrafen und erhebliche Nachbesserungskosten waren die Folge – nicht zuletzt, weil viele Kunden streng regulierte, renditeorientierte Independent Power Producers (IPPs) waren. ABB reagierte 1998 mit der Gründung der Task Force «Focus GT24/GT26». Die grundlegenden Probleme der Turbinen liessen sich trotz aller Massnahmen jedoch nicht so schnell beheben.

Verkauf an Alstom

Bis 1999 hatte ABB trotz aller Probleme insgesamt 84 GT24/GT26 verkauft. Dies sicherte zwar volle Auftragsbücher, brachte aber auch erhebliche technische und kommerzielle Risiken mit sich. Zusätzliche Belastungen – darunter der Erwerb des US-Unternehmens Combustion Engineering (CE) mit seinen Asbest-Altlasten sowie Aktienrückkäufe – erhöhten den finanziellen Druck weiter. Um den angeschlagenen Konzern zu stabilisieren, beschloss die ABB-Führung unter CEO Göran Lindahl Ende 1998 den Verkauf der Kraftwerkssparte, da die Aussicht auf staatliche Unterstützung aus der Schweiz oder aus Schweden äusserst gering war. Unter strikter Geheimhaltung führte ABB die Verhandlungen mit Alstom. Im Frühjahr 1999 einigten sich beide Unternehmen auf die Gründung eines Joint Ventures: ABB Alstom Power (AAP), an dem sie jeweils zu 50 % beteiligt waren. Das Joint Venture wurde von Claude Darmon (CEO) und Göran Lindahl (Verwaltungsratspräsident) geführt und nahm im Juli 1999 seine Geschäftstätigkeit auf. Obwohl Claude Darmon Optimismus zeigte, unterschätzte er offenbar die Herausforderungen im Umgang mit den IPPs. Zudem wurden nach und nach Schlüsselpositionen, die zuvor von ABB-Führungskräften besetzt waren, durch Alstom-Personal ersetzt. Dies wurde als Hinweis darauf gewertet, dass ABB bereits den vollständigen Verkauf der Kraftwerkssparte an Alstom plante. Trotz gegenteiliger öffentlicher Beteuerungen bereitete Göran Lindahl im Hintergrund den Verkauf vor. Im April 2000 – nur neun Monate nach der Gründung von AAP – veräusserte ABB seinen 50%-Anteil am Joint Venture an Alstom für 2,7 Milliarden Euro. Dieser Schritt sollte einen drohenden Konkurs von ABB abwenden, obwohl deren Finanzvorstand zuvor die Stabilität des Unternehmens betont hatte.

Parallel dazu veräusserte ABB 1999 ihre Beteiligung an der Bahntechnikfirma Adtranz an DaimlerChrysler und investierte 2,2 Milliarden Dollar in die Automationspartie.

Alstom übernahm die gesamte Kraftwerkssparte, trotz bekannter und anhaltender Probleme mit den Gasturbinen GT24/GT26. Die Asbest-Altlasten von CE verblieben jedoch bei ABB, wodurch das Unternehmen in den folgenden Jahren durch aussergerichtliche Vergleiche mit Geschädigten in den USA erneut in sehr starke Bedrängnis geriet.

Bereits während der Zeit des Joint Ventures AAP wurde an neuen Lösungen für die Probleme der GT24/GT26 gearbeitet. Die Rückstellungen reichten jedoch nicht aus, um die erwarteten Kosten für Vertragsstrafen und Nachbesserungen zu decken. Mit dem Erkennen des gesamten Risikoumfangs wurden sämtliche aggressiven Kundenangebote eingestellt und ein interner Verkaufsstopp verfügt. Alstom setzte sich intensiv für die Lösung der Probleme der GT24/GT26-Flotte ein und baute die Task Force auf rund 1'200 Mitarbeitende an verschiedenen Standorten aus. Zusätzlich wurde die technische Erfahrung des Flugzeugtriebwerksherstellers Rolls-Royce wieder beigezogen, und auch verschiedene Beratungsfirmen lieferten Lösungsansätze. Nach rund vier Jahren intensiver Arbeit konnte die Task Force „Focus GT24/GT26“ die Hauptprobleme beheben.

Trotz technologischer Fortschritte blieb Alstom finanziell angeschlagen und musste 2003 den Geschäftsbereich für Stromerzeugung bei kleinen industriellen Anlagen (PGI), der ein stabiles und lukratives Geschäft darstellte, an Siemens verkaufen und auch die Energieübertragungssparte wurde an AREVA verkauft.



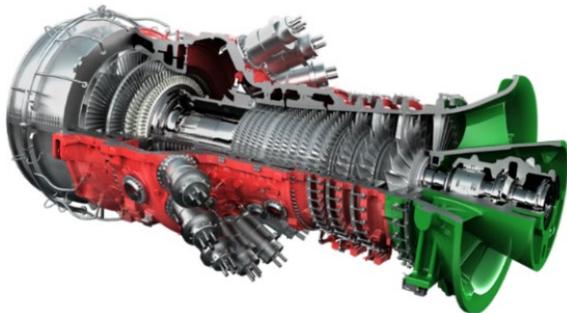
Stationen der GT24/GT26

Messenger Nr. 3/25

Stabilisierung

Auf Basis des Feedbacks aus dem Feld und der Erkenntnisse aus den Prüfstandversuchen in Birr konnte die Entwicklung der GT26 kontinuierlich vorangetrieben werden. Ein wichtiger Meilenstein war das erfolgreiche Kombikraftwerksprojekt Senoko 3 in Singapur, das 2002 abgeschlossen wurde und den Beginn einer positiven Entwicklung für die GT26-Gasturbinen markierte. Mit dem Projekt Cartagena in Spanien im Jahr 2006 gelang Alstom ein bedeutender Erfolg. In den folgenden Jahren verkaufte Alstom mehrere Kraftwerke mit GT26, während die GT24 nur begrenzt weiterentwickelt wurde.

Ab 2010 entwickelte Alstom die 538-MW-Gasturbine GT36, die später von Ansaldo übernommen wurde. Dabei wurde das Prinzip der sequentiellen Verbrennung, wie es bei der GT26 zum Einsatz kam, weiterentwickelt und in Form der „Constant Pressure Sequential Combustion“ Technologie in jedem einzelnen Brenner umgesetzt. Dadurch konnte auf eine separate erste Ringbrennkammer sowie die zugehörige Hochdruckturbine verzichtet werden. Die GT36 war wohl die letzte grosse Gasturbine, die in Baden entwickelt wurde.



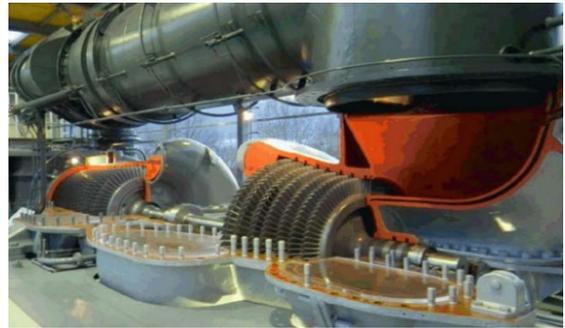
GT36 Gasturbine von Ansaldo
2019 entwickelt in Baden
Leistung: 538 MW Länge 13.5m

Und so schliesst sich der Kreis der Gasturbinenentwicklung, denn bereits 1939 baute BBC in Baden die weltweit erste Gasturbine für den Kraftwerksbetrieb mit einer Leistung von 4 MW. Diese Maschine kann heute noch auf dem Gelände der General Electric in Birr besichtigt werden.

Verkauf an General Electric und Ansaldo

Ab etwa 2010 setzte weltweit ein starker Rückgang des Marktes für Gasturbinen und Kombikraftwerke ein. Infolgedessen verkaufte Alstom 2016 seine gesamte Kraftwerkssparte. Der Teil GT26 und GT36

wurde aufgrund einer Entscheidung der EU-Kartellbehörde an Ansaldo veräussert. Die GT24 und der Grossteil des Kraftwerksgeschäftes ging für rund 12 Milliarden Euro an General Electric (GE). Da GE auf seine eigene Turbinentechnologie setzt wurde die GT24 aus dem Sortiment genommen.



Erste Kraftwerks Gasturbine der Welt
1939 entwickelt in Baden
Leistung: 4 MW Länge: ca.9m

Das Schrumpfen des Marktes und der letztendliche Verkauf der Kraftwerkssparte markierte das Ende einer bedeutenden Epoche der Industriegeschichte in Baden und führte zur Verlagerung von Tausenden Arbeitsplätzen und dem über ein Jahrhundert aufgebauten Know-how in der Kraftwerkstechnologie. Know-how verschwindet aber nicht einfach – es entwickelt sich weiter. Zwar verliert ein Teil des Wissens mit der Zeit seine Relevanz, doch vieles bleibt als Grundlage erhalten. Gleichzeitig entsteht neues Wissen, das sich an den Bedürfnissen der Gegenwart und Zukunft orientiert. Statt von einem Verlust zu sprechen, müssen wir diesen Prozess als notwendigen Wandel begreifen.

Die Geschichte der GT24/GT26 mit ihrer sequentiellen Verbrennung zeigt, wie Know-how Innovationen verwirklichen lässt. Durch die Weiterentwicklung von Technologien und Materialien sowie die Bewältigung komplexer technischer Herausforderungen repräsentieren diese Turbinen nicht nur einen Meilenstein in der Energieerzeugung, sondern auch die Leidenschaft und Exzellenz, die die Ingenieurkunst auszeichnet. Zwischen den Zeilen dieser Geschichte zeigt sich zudem eine stille, aber entscheidende Weisheit: »Technische Innovationen entfalten ihre volle Wirkung erst, wenn sie auch wirtschaftlich tragfähig sind!« hfw

Dieser Rückblick dient der allgemeinen Information, stützt sich vorwiegend auf Aussagen beteiligter Personen und stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit.