

När

PER HÖGSELIUS & ARNE KAIJSER

folkhemselen

blev internationell

Elavregleringen i historiskt perspektiv

SNS Förlag
2007

5 Den stora köpfesten 140

Kraftbolagen och kommunerna 140 | En översikt över de förändrade ägarförhållandena 144 | Köpfesten tar fart: från teknisk till finansiell ingenjörskonst 146 | Internationaliseringen av ägandet: fallet Stockholm Energi 160 | Det engelska misslyckandet 161 | IVO:s entré på den svenska scenen: frå Forsmark till Gullspång 166 | IVO och Stockholm finner varandra: bildandet av Birka Kraft 168 | Stockholm blir finskt 173 | Mot en konsoliderad marknad 181

6 Fälttåget till Europa 186

Ett oväntat telefonsamtal 186 | Ett negativt omvandlingstryck 188 | Diversifiering eller internationalisering? 191 | Byggverksamhetens omstöpning 198 | Mot en internationaliseringsstrategi 203 | Drömmen om Östersjön 214 | Vattenfall i Baltikum: från utvecklingshjälp till affärsvänskap 218 | Polen: Warszawa och Schlesien i svenska händer 223 | Vattenfall i Tyskland 232 | Den gamla tidens samarbete som bas för expansion? 234 | Vasa Energy 238 | Projekt "Hansa Nord" 245 | Östtyskland blir svenskt 248 | Epilog 255

7 Innovatörernas reträtt 260

En omvälvande februaridag 260 | Svenskt utvecklingssamarbete i förändring 261 | Kraftfusion: från multinationellt Asea till transnationellt ABB 263 | Omstruktureringen av Vattenfalls FoU-verksamhet 266 | Powerformernas uppgång och fall 267 | Vattenfalls inträde 274 | Konstruktion av stöd och skydd 278 | ABB retirerar 284 | Från utvecklingspar till utvecklingsnätverk? 287

8 Mot ett postmodernt elsystem? 290

Ett ambivalent tioårsjubileum 290 | Den stora stagnationen och historiens slut? 292 | Elavregleringen och samtidshistorien 295 | Revolutionen som självpuppfyllande profetia 300 | Internationalisering och nya systemgränser 308 | Mot ett postmodernt elsystem? 312

Noter 317

Referenser 330

Register 336

FÖRORD

Varje bok har sin egen historia. Den här boken har tillkommit inom ramen för ett forskningsprojekt med titeln *När folkhemselen blev internationell. Den institutionella revolutionen inom elsystemet 1985–2000*, som bedrevs vid Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria vid KTH under åren 2004–2006, med Arne Kaijser som projektledare. Projektet har finansierats av Statens energimyndighet inom ramen för programmet Allmänna energisystemstudier, och vi har haft förmånen att ha Tore Carlsson och Paul Westin som hjälpsamma och tålmodiga handläggare. Mats Fridlund medverkade i början av projektet och har författat kapitel 7 i denna bok. Stefan Lindström var med och planerade projektet. Två studenter på KTH, Henrik Nilsson och Hanna Sandberg, gjorde sitt examensarbete – *Den svenska elmarknadens avreglering ur ett aktörsperspektiv* – inom ramen för projektet, och vi har haft stor nytta av deras rapport.

Boken hade knappast varit möjlig att skriva utan intervjuer. Ett stort antal personer i Sverige, Finland, Tyskland och Polen har tålmodigt ställt upp under vårt arbetes gång och tagit sig tid att dela med sig av sina erfarenheter på ett för oss ovärderligt sätt. Vi har också haft nytta av ABB:s arkiv i Västerås och Vattenfalls arkiv i Räcksta, där särskilt Svante Färnbo varit oss till stor hjälp.

Under projektets gång har vi presenterat delresultat vid seminarier och konferenser och fått många värdefulla kommentarer av kolleger och energiexperter: vid en s.k. AES-konferens anordnad av Statens energimyndighet i november 2004, vid ett seminarium vid SCORE (Stockholm Center for Organizational Research) i februari 2005, vid ett seminarium vid Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria i maj 2005, vid en internationell workshop om Transnational European Infrastructures i Nederländerna och konferensen Teknikhistoriska dagar, båda i april 2006, samt vid ett seminarium på Statens energimyndighet i juni 2006. Vi har också fått

Kapitel 3, *Trendbrottens tid*, tar sin utgångspunkt i det radikala trendbrott i elkonsumtion som avtecknade sig i Sverige från mitten av 1980-talet. Vi analyserar orsaken till trendbrottet och hur olika aktörer kom till insikt om det, samtidigt som vi sätter det svenska trendbrottet i relation till utvecklingen utomlands. Vi betonar också vikten av att studera trendbrottet i elkonsumtion i förhållande till andra trendbrott i samhället vid ungefär samma tid, såsom den tredje industriella revolutionen (det vill säga informationssamhällets framväxt), skiftningarna i det politiska landskapet, den europeiska integrationen och den tilltagande globaliseringen.

De följande kapitlen behandlar elsystemets utveckling som den gestaltade sig i olika aktörsgruppers perspektiv efter 1985, det vill säga under den period då trendbrottet i elkonsumtion började avteckna sig på allvar.

Kapitel 4, *Det politiska kraftspelet*, behandlar den institutionella revolutionen i ett politiskt perspektiv, varvid vi framför allt undersöker hur Vattenfalls bolagisering och elavregleringen kunde drivas fram politiskt trots att det »gamla» elsystemet ansågs fungera mycket väl.

I kapitel 5, *Den stora köpfesten*, skiftar vi fokus och undersöker hur marknadsaktörer som kraftbolag och kommunala elverk förhöll sig till och framför allt hur de reagerade på den institutionella revolutionen. Vi redogör för den stora uppköpsvågen som tog sin början omkring 1991 och undersöker i detalj särskilt fallet Stockholm Energi, med en händelseutveckling som till sist utmynnade i att finska Fortum helt tog över energiförsörjningen i den svenska huvudstaden.

Kapitel 6, *Fälttåget till Europa*, behandlar den långtgående internationaliseringen av ägandet inom elsektorn, vilken redan berörts i föregående kapitel men som här studeras i ett annat perspektiv, nämligen statliga Vattenfalls. Vattenfall har genomfört en mycket snabb och delvis omstridd expansion utomlands, vilken hänger nära samman både med trendbrottet i elkonsumtion i Sverige och med de institutionella förändringar som skildrats i tidigare kapitel.

Vi redogör i detalj för hur det statliga kraftbolagets utlandsexpansion möjliggjordes och drevs igenom.

I kapitel 7, *Innovatörernas reträtt*, skiftar vi åter perspektiv och studerar utrustningstillverkarna och hur dessas roll i det svenska elsystemet har genomgått en radikal förändring sedan mitten av 1980-talet. Vi analyserar särskilt relationen mellan Asea/ABB och Vattenfall, som historiskt har varit av yttersta vikt såväl för det svenska elsystemet som för Sveriges elektrotekniska industriexport, men vars roll i elsystemets nya era förbli oklar.

I kapitel 8, *Mot ett postmodernt elsystem?*, sammanfattar vi våra resultat samt prövar några nya perspektiv och tolkningar av det svenska elsystemets samtidshistoria.

7. Innovatörernas reträtt*

En omvälvande februaridag

Onsdagen den 25 februari 1998 var en omvälvande dag för svensk elkraftteknik. Då kungjordes för världspressen att ABB hade utvecklat en radikal lösning på ett av elkraftteknologins klassiska problem. Det rörde sig om världens första högspänningsgenerator, den s.k. *powerformern*, vilken gjorde det möjligt att producera elkraft som kunde skickas ut direkt på kraftnätet utan att någon transformator behövdes. Den nya uppfinningen hade tillkommit genom ett utvecklingssamarbete mellan ABB och Vattenfall, och det meddelades att det första exemplaret skulle installeras under våren i ett norrländskt vattenkraftverk.

Så långt tycktes powerformerns tillkomst följa ett historiskt mönster från utvecklingen av tidigare svenska innovationer på elkraftområdet. Men symptomatiskt för den nya situationen som rådde i det svenska elsystemet var att nyheten inte kungjordes i Västerås, Stockholm eller Ludvika, utan i schweiziska Zürich, och att de revolutionära parollerna inte yttrades på svenska. »The new high-voltage generator represents a major innovation«, deklarerade ABB:s vd Göran Lindahl. »It radically changes a 100-year old technology and establishes a new class of rotating electric machines.« Den nya uppfinningen innebar att behovet av transformatorer, en av elektroteknikens nyckelteknologier, i princip eliminerades. ABB:s pressmeddelande följdes av flera liknande uttalanden i svensk och internationell press. Hemma i Sverige beskrev chefen för svenska ABB, Anders Narvinger, den nya generatorn som »det största tekniksprånget på hundra år inom högspänning« och

deklarerade samtidigt att man räknade med att sälja generatorer för runt 400 miljoner dollar inom fem år; den nya generatorn omnämndes som »ABB:s eget Losec«.¹

Entusiasmen och förväntningarna på den nya teknologin var alltså högt uppskruvade. Men bara några år senare var powerformern om inte en död teknologi så i mångt och mycket en innovation i djup dvala – även om många ville se det som en törnrosasömn, med hopp om att en gyllene framtid trots allt väntade. Men oavsett dess framtidschanser illustrerar historien om powerformerns tillkomst hur den samarbetslogik som tidigare varit en av de dominerande och mest dynamiska utvecklingsfaktorerna i det svenska elsystemet kom att genomgå en markant förändring under 1980- och 1990-talen. I det följande ska vi därför i detalj undersöka powerformerns tillkomst och sätta den i relation till de institutionella och organisatoriska förändringar inom det svenska elsystemet som undersökts i de föregående kapitlen.

Svenskt utvecklingssamarbete i förändring

Som nämnts i kapitel 2 hade en central utvecklingslogik inom det svenska elsystemet alltsedan mellankrigstiden byggt på ett nära utvecklingssamarbete mellan tillverkningsföretaget Asea och det statliga kraftföretaget Vattenfall. Det intima samarbetet mellan de båda företagen, som rörde FoU på det elkrafttekniska området, växte fram från 1910-talet och blev med tiden en grundstomme såväl för förnyelsen av Vattenfalls produktion och överföring av el som för Aseas sensationella avancemang till ledande internationell tillverkare av högspänningsteknologi. Utvecklingsrelationen var delvis ett resultat av den svenska »teknonationalism« som ackompanjerade den s.k. andra industriella revolutionen från slutet av 1800-talet (jfr kapitel 3). Teknonationalismen inom kraftindustrin tog sig uttryck i starkt statligt stöd till utvecklingen av svensk elektroteknik och uttryckliga preferenser för svenska elektrotekniska företag ifråga om teknikupphandling från statliga Vattenfalls sida.²

* Kapitlet är skrivet av fil. dr Mats Fridlund.

Utvecklingssamarbetet mellan Asea och Vattenfall bidrog starkt till att Sverige under 1950-talet blev världsledande inom högspänningsområdet. Under 1960-talet upphörde emellertid Vattenfalls systemutveckling i Sverige att vara pådrivande för Aseas innovationsverksamhet. Under 1960-talet var det i stället utvecklingen i Nordamerika som drev fram teknik för högre spänningar. Tack vare sin erfarenhet från tidigare svenska högspänningsprojekt fick Asea då en beställning på transformatorer till världens första 735 kV-överföring, mellan Manicougan och Montreal i Kanada.³ Detta följdes sedermera åt av en rad beställningar på utrustning för höga överföringsspänningar från USA, Kanada och Brasilien. Beställningarna från USA gällde transformatorer för kärnkraftprojekt och det var en stor triumf för Asea att man lyckades ta hem flera av dessa beställningar.⁴ Under slutet av 1960-talet inledde Asea och det stora kraftföretaget American Electric Power (AEP) ett gemensamt forskningsprogram om ultrahöga spänningar, 1 000–2 000 kV. Syftet med detta utvecklingssamarbete var att »i god tid förbereda nästa stora steg på kraftöverföringsområdet».⁵

De framväxande internationella relationerna betydde dock inte att utvecklingssamarbetet i Sverige lämnades därhän. Tvärtom genomgick samarbetet med Vattenfall stora och intressanta förändringar. Fram till slutet av 1960-talet hade Aseas och Vattenfalls olika samarbetsprojekt bedrivits på en relativt informell grund. Även om det hade funnits kontrakt som reglerade de respektive åtagandena i de olika stora gemensamma utvecklingsprojekten var detta något som generellt sett kom i ett relativt sent skede i samarbetet. Initiativen till utvecklingsprojekten växte vanligtvis fram gradvis genom informella kontakter snarare än formella sådana. Detta ändrades 1969 när samarbetet reglerades och institutionaliserades genom upprättandet av ett gemensamt avtal om utvecklingssamarbete. Avtalet var mycket omfattande och berörde flera olika teknikområden.⁶ Detta avtal innebar en institutionalisering av utvecklingsparet Asea–Vattenfall.

En viktig del av det fortsatta samarbetet lanserades i början av

1970-talet. Det rörde utveckling av högspänningsteknologi för 800 kV-överföring inom det svenska elsystemet, vilket var en högre överföringsspänning än vad som tidigare använts i världen. Det 800 kV-system som nu planerades skulle i första hand förbinda de stora kärnkraftverken i mellersta och södra Sverige med storstadsområden och på längre sikt dessutom utnyttjas för nordisk samkörning. Systemet beskrevs från Vattenfalls sida som ett kraftöverföringssystem för de nordiska länderna som sannolikt skulle räcka »för all framtid».⁷ Med detta rekordprojekt hoppades Vattenfall och Asea ånyo bli världsledande inom högspänningsteknologi. År 1979 lämnade Statens Industriverk sålunda in ett förslag till regeringen om att Vattenfall skulle få tillstånd att bygga en 800 kV-ledning från Forsmarks kärnkraftverk till Storstockholms distributionsområde. Till följd av en lokal miljöopinion avslag dock regeringen i september 1980 Vattenfalls koncessionsansökan för den nya förbindelsen och det svenska samarbetet på högspänningsområdet tappade därmed en viktig del av sitt momentum.

Misslyckandet med Forsmarksförbindelsen hindrade inte att det gemensamma utvecklingskontraktet fortsatte att förnyas under 1980-talet.⁸ Men bakslaget blev ett omen för framtida omvälvningar inom det svenska elsystemet som helhet, vilka på sikt helt skulle bidra till att stöpa om och försvåra den nära relationen mellan Asea och Vattenfall. Den första viktiga förändringen kom med Aseas dramatiska omvandling.

Kraftfusion: från multinationellt Asea till transnationellt ABB

På tillverkningssidan kan det svenska elsystemet med gott fog sägas ha inlett sin institutionella revolution den 10 augusti 1987. Den dagen kungjordes nämligen sammanslagningen av svenska Asea och schweiziska Brown Boveri till det nya ABB. Några veckor därefter inkorporerades också det största norska tillverkningsföretaget Elektrisk Bureau i den nya transnationella giganten, vilken 1989 hade en total omsättning på 18 miljarder dollar och inte mindre

än 170 000 anställda. Samgåendet innebar början av en långtgående omstrukturering på utrustningssidan. På samma sätt som en »köpfest« några år senare kom att sätta sin prägel på kraftbolagens och eldistributörernas värld (se kapitel 5), kom även utrustningstillverkarna att genomgå en rad samgåenden och företagsförvärv. Aseas europeiska konkurrenter följde sålunda snart det svensk-schweiziska exemplet. År 1989 slog franska Compagnie Générale d'Electricité (CGE) och brittiska General Electric Company (GEC) samman sina kraftintressen i form av CGE:s dotterbolag Alstom och GEC:s elkraftdivision i det gemensamt ägda företaget GEC Alstom, vilket fick en årlig försäljning på över 10 miljarder dollar och mer än 80 000 anställda. CGE hade då nyligen privatiserats.⁹ I december 1989 köpte ABB dessutom amerikanska Westinghouses intressen i krafttransmission och distribution. År 1996 hade ABB och CGE ungefär lika stora marknadsandelar på kraftteknologiområdet, med beställningar på 8,5 respektive 7 miljarder dollar.¹⁰

Centralt i ABB:s och de andra elkrafttekniska storkoncernernas strategi var vid denna tid att växa internationellt och erövra nya marknader. Det problem man stod inför i dessa globaliseringssträvanden var nära relaterade till institutionella förhållanden i enskilda länders elsystem. Cushman och Sanderson noterar att

... globala marknader för elektriska system och elektrisk utrustning reglerades, kontrollerades och finansierades av nationella och delstatliga regeringar, med en preferens för inhemska leverantörer som var väl anpassade till lokala lagar och regler. Detta tycktes peka på behovet av ett stort antal lokala företag. De stora kostnaderna för FoU avseende utveckling och underhåll av modern utrustning, behovet av stordriftsfördelar i tillverkning och marknadsföring och priskonkurrensen från företag som Siemens, General Electric och Hitachi pekade emellertid på behovet av ett stort multinationellt företag. Dessa motverkande ekonomiska och politiska krafter skapade tre interna motsägelser: det nya företaget behövde vara globalt och lokalt, stort och litet, centraliserat och decentraliserat på en och samma gång.¹¹

ABB:s lösning på problemet att överkomma den strukturella nationalism som rådde på kraftutrustningsmarknaderna världen över var att bli ett paneuropeiskt företag med internationell konkurrenskraft, samtidigt som det behöll en unik europeisk struktur. Företaget försökte göra detta genom att skapa

en löst sammanhållen konfederation av nationellt erkända lokala företag som kunde länkas samman genom ett globalt samordningscentrum. Ett sådant företag skulle kunna planera och hushålla med resurser globalt, samtidigt som det skulle kunna reagera på och anpassa sig till lokala behov.¹²

För att bli ett sådant globalt företag påbörjade ABB 1990 ett accelererat expansionsprogram i Central- och Östeuropa som senare följdes av en expansion i Asien och Nord- och Sydamerika. En stark närvaro i Central- och Östeuropa var av stort intresse till följd av denna regions stora uppdämda behov av modernisering av elsystemen i kombination med en avsevärd kompetensbas på det elektrotekniska området. Asien och Sydamerika var intressanta tillväxtmarknader med elsystem som befann sig i ett skede av snabb expansion. En annan central del av ABB:s globaliseringssträvanden var att skapa ett globalt sammanhållet FoU-program genom att 1988 omstrukturera företagets FoU-insatser. Detta gjordes genom en koncentration av FoU-verksamheten till tre Corporate Research Centers i Schweiz, Sverige och Västtyskland samt sex mindre forskningscentra, vilka fokuserade på specifika produktfamiljer. Dessutom flyttades FoU-finansieringen närmare produktionen genom att den lades över på de olika affärsenheterna.¹³

Hur påverkade dessa organisatoriska förändringar utvecklingsdynamiken inom det svenska elsystemet? Till en början tycktes inte de långtgående organisatoriska och strategiska förändringarna rörande ABB:s FoU få någon nämnvärd påverkan. Snarare fortsatte det gamla utvecklingsparet att frodas och samarbetet vidgades till och med. Bland annat skapades en ny FoU-enhet i Sverige som var gemensamt ägd av ABB och Vattenfall, nämligen forskningsbola-

get STRI – Swedish Transmission Research Institute – som sattes upp 1989 i Ludvika inom det industriområde som också omfattade ABB:s fabriker.¹⁴ Vid bildandet ägdes det till hälften av ABB och till hälften av Vattenfall, vilket efter Vattenfalls bolagisering 1992 ändrades till att Vattenfall och Svenska Kraftnät ägde en fjärdedel vardera. STRI var inte ett utvecklingsbolag utan ett privat forskningsinstitut som skulle ägna sig åt utredningar och testning inom området transmission med särskilt fokus på högspänningsisolation.

Under 1998 sålde emellertid Vattenfall hälften av sitt aktiekapital i STRI till det norska stamnätsföretaget Statnett. Som vi ska se i det följande skulle denna reträtt komma att visa sig karakteristisk för Vattenfalls förändrade FoU-strategi under åren efter avregleringen.

Omstruktureringen av Vattenfalls FoU-verksamhet

När det tidigare affärsverket Vattenfall delades upp i två separata statliga organisationer 1992 påverkade detta också utvecklingsdynamiken i det svenska elsystemet. Som diskuterats i kapitel 4 delades det tidigare affärsverket upp i det statligt ägda aktiebolaget Vattenfall och affärsverket Svenska Kraftnät. Den senare organisationen fick i uppgift att driva och övervaka storkraftnätet, samtliga svenska internationella kraftöverföringar samt kontrollsystemet för det svenska transmissionsnätet.

Skillnaden mellan det gamla och det nya Vattenfall var att det hade omvandlats från systemoperatör med stort fokus på underhåll och utveckling av den tekniska delen av sitt kraftsystem till marknadsfokuserad producent. Som vi har sett var Vattenfall traditionellt något av ett stort byggföretag som investerade sin vinst i nya anläggningar och ny utrustning för att kunna svara upp mot den exponentiella tillväxten i elkonsumtionen. När elkonsumtionen och systemutbyggnaden stagnerade från slutet av 1980-talet och behovet av investeringar i ny kraftproduktion till stor del försvann, valde Vattenfall till en början att investera mer i FoU.¹⁵ Det-

ta förändrades emellertid med ökande kostnadstryck på kraftproducenterna till följd av avregleringen 1996, så att FoU-insatserna under de följande åren tenderade att minska. Samtidigt förändrades även *strukturen* på Vattenfalls FoU-verksamhet; en markant påverkan som avregleringen kom att få var att balansen i kraftbolagens kvarvarande FoU-verksamhet alltmer försköts mot kortsiktiga projekt och bort från långsiktig forskning med hög risk.¹⁶

Denna nedtoning av långsiktig FoU syntes tydligt i Vattenfalls FoU-relation till ABB. Vattenfalls och ABB:s gemensamma utvecklingsavtal fortsatte att tillämpas fram till 1992, då det bestod av mer än 50 olika projekt av olika storlek och omfattning. I samband med Vattenfalls bolagisering klargjorde man att det »egentligen inte fanns något utrymme för en sådan fortsatt samverkan i den formen». De två parterna var intresserade av en fortsättning på den gamla relationen i någon form, men man lyckades i slutänden inte hitta någon öppning för fortsatt samarbete och avtalet upphörde därför.

I samband med att Vattenfall i januari 1993 ombildade sin vattenkraftverksamhet inleddes emellertid en diskussion med det norska företaget Kvaerner Turbin och svenska ABB Generation om möjliga innovationsinriktade samarbetsformer. Man insåg visserligen att detta knappast kunde bli lika brett som det tidigare samarbetet, eftersom det skulle fokusera endast på vattenkraftfrågor, men samtidigt hoppades man ta tillvara något av den tidigare dynamiken genom att gemensamt vidareutveckla den svenska vattenkrafttekniken. Detta var således situationen 1994 när ett utvecklingsprojekt inleddes som kom att ge en inblick om var utvecklingsparet ABB–Vattenfall egentligen befann sig vid denna tid.

Powerformerns uppgång och fall

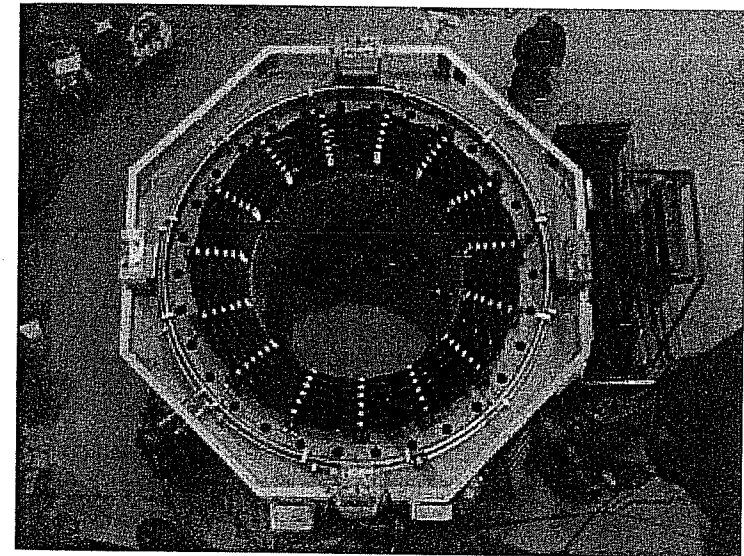
Powerformern, den radikala elkraftinnovation som beskrevs i inledningen till detta kapitel, såg dagens ljus 1994 vid ABB:s industriella forskningslaboratorium i Västerås, med stolta historiska anor.

Trots den nästan mytiska status som det industriella forskningslaboratoriet har givits i skildringar om genombrottet för den elektrotekniska industrin var ABB:s svenska forskningslaboratorium, ABB Corporate Research (SEABBCRC) vid 1990-talets inledning inte någon innovationsfabrik som producerade produkter och patent på löpande band. Snarare var dess huvudsakliga roll att genomföra tester och utredningar rörande diverse haverier. Centret var mer av en »serviceavdelning« fylld med problemlösare av drifts- och leveransproblem än ett forsknings- och utvecklingslaboratorium.¹⁷

År 1987 började den vid denna tid knappt 30-åriga Mats Leijon på ABB Corporate Research i Västerås. Leijon var civilingenjör och färsk teknologie doktor i högspänningsteknik från Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. På ABB började han att arbeta med nya isolations- och kabelteknologier, vilket inbegrep besök på elektriska installationer över hela världen. År 1991 började Leijon ifrågasätta den rådande designen av elektrisk isolation och hur den fungerade i generatorer, transformatorer och elektriska motorer. Hans egen specialitet var gasisolerade ställverk (GIS), vilket till sin metodik var ett mer systematiskt och vetenskapsnära område jämfört med många av ABB:s övriga produkter som transformatorer och brytare. GIS var helt enkelt ett mer »vetenskapligt« område än andra områden. Leijon hade disputerat på GIS och blev »inkastad« i alla haverier av GIS-ställverk och sedermera också haverier av transformatorer och generatorer. År 1990 blev han också ansvarig för diagnostik på transformatorer. Utgående från sin erfarenhet av problemlösning av högspänningsbrytare, transformatorer, HVDC-ventiler och framför allt högspänningskablar, började han ta fram ett nytt koncept för isolering av högspänningsteknologier.¹⁸ Detta skulle senare beskrivas internt inom ABB som »very similar to a paradigm shift«.¹⁹

Det nya isoleringskonceptet var särskilt betydelsefullt för konstruktionen av generatorer och transformatorer för hög spänning. Den grundläggande konstruktionen av en generator hade varit stabil under de senaste 100 åren på så vis att en generator producera-

de en mycket stark ström men med relativt låg spänning (runt 20 kV). Den huvudsakliga orsaken till detta var att när växelströmsöverföringar runt sekelskiftet 1900 började överstiga 20 kV var det inte möjligt att åstadkomma tillräcklig generatorisolation för högre spänningar. Generatorisolation blev därmed en »motståndsficka« i elsystemets expansion, vilken gjorde att ökningen av generatorspänningen bromsades upp omkring 20 kV. Den kritiska problemlösningen som kringgick denna motståndsficka kom med utvecklingen av transformatorn. Denna nya radikala teknologi möjliggjorde upptransformerandet av den relativt låga generatorspänningen till överföringsspänningar på 30–500 kV, vilket möjliggjorde ekonomiska långdistansöverföringar av elkraft.



Stator till powerformer.

Detta ledde till att generatorns konstruktion låstes in på en utvecklingsväg som betonade utveckling inte mot högre generatorspänningar utan i stället mot högre strömstyrka och därmed ökande mekaniska påkänningar i generatoren. Detta ledde i sin tur till en betoning på ansträngningar att förbättra generatorns egenskaper vad gällde dess kylning och termiska påkänningar.²⁰ Leijons centrala idé var att utnyttja de mycket bättre elektriska isolationsegenskaperna hos kommersiella standardkablar för högspänning och med dessa ersätta generatorns konventionella statorvindningar av koppar.²¹

En typisk kraftkabel – betecknad som XLPE-kabel – består av en cirkulär ledare med flera sammanlagda kopparledare (kardelar) med cirkulärt tvärsnitt, vilka tillsammans utgör en central kopparledare vilken omges av ett halvledande skikt för att jämna ut det elektriska fältet vid kardelarna. Därefter kommer ett isolationsskikt som i typfallet består av tvärbunden polyeten (XLPE från engelska beteckningen »cross-linked polyethylene«), vilket omges av ett andra halvledande skikt. Kabelns yttersta lager består av ett skärmande metallager täckt med plastlager.

Om Leijons idé skulle vara praktiskt genomförbar skulle den komma att revolutionera den mogna generatorteknologin och dessutom skulle den kunna eliminera behovet av transformatorer för att höja överföringsspänningen. Detta var så radikalt att Leijon till en början inte litade på sin egen idé. Han behöll den därför för sig själv medan han 1990–1991 tillbringade mer än ett och ett halvt år av sin lediga tid på kontrollberäkningar och studier av generatorers grundläggande egenskaper för att kontrollera dess genomförbarhet innan han själv var övertygad om att den höll. Han var mycket väl medveten om att det internt inom ABB skulle kunna uppstå ett starkt motstånd mot den radikala innovationen, och menade därför att det »gäller att veta att man har rätt först, så att inte så många 'skjuter' på en.«²²

I början av sommaren 1993 lämnade Leijon in en uppfinningsansökan på en högspänningsgenerator om 130–400 kV till patentav-

delningen på svenska ABB Corporate Research. Men ansökan stoppades genast av två av Leijons överordnade, vilka var mellanchefer på Corporate Research och menade att uppfinningen var orimlig och inte genomförbar.²³ Emellertid fick svenska ABB Corporate Research ett halvår senare i januari 1994 en ny vd, Harry Frank. Frank ville göra SEABBCRC i Västerås till ett drivhus för kommersiella idéer. Han började således fokusera verksamheten på mer konkreta utvecklingsprojekt. Han ändrade strukturen på laboratoriet och började anställa långt flera forskarutbildade än tidigare. Innan Franks ankomst fanns det enligt Leijon endast 6–7 stycken som hade doktorexamen av de drygt 200 anställda; ett knappt decennium senare hade 40 personer doktorexamen enbart på Leijons avdelning.²⁴

Men innan Leijon var beredd att göra ett nytt försök ville han testa hur Frank »reagerade på nya idéer«. Därför väntade han med sin högspänningsgenerator och presenterade i stället en annan idé – en spiralisolator i plast – på vilken Frank »högg direkt«. En vecka senare gick Leijon upp till Frank en kväll och berättade att han trodde det var möjligt att konstruera en generator som kunde producera ström med spänning över 20 kV. »Varför har man inte gjort det tidigare?«, var Franks omedelbara svar. Leijon hade inget svar men hans argument var tillräckligt övertygande och tjugo minuter senare var Frank övertygad.²⁵

Franks hantering av powerformern, som den nya teknologin kom att kallas, följde en egenutvecklad modell för »tillämpad forskning«. I denna modell startade framgångsrika innovationer med »en kärna bestående av: en bärande idé, en entreprenör och en prototyp«. Även om det fanns en lång lista med tekniska frågor som måste lösas innan idén kunde omvandlas till en prototyp, förutspådde Frank tidigt att de mest kritiska problemen i själva verket skulle komma att vara av social och ideologisk karaktär snarare än teknisk. Ett övergripande problem inom ett ledande, etablerat företag som ABB var att en ny innovation alltid sågs hota någon och någonting. »Vem, vad hotar du?«, som Frank uttryckte det. Det fanns många »hinder« och särskilt en mogen bransch ansågs vara »full

av traditioner och etablerade strukturer som man måste ta sig över« och »visionen måste vara starkare än motståndet från dem som tror på de befintliga lösningarna«. ²⁶

Att det finns intressen av att vidmakthålla existerande tekniska lösningar är något som har lyfts fram av bland andra ekonomhistorikern Joel Mokyr:

I varje samhälle finns det starka krafter som tenderar att motsätta sig förändring, eftersom deras intressen är nära sammanlänkade med upprätthållandet av status quo. Ny kunskap tränger undan befintliga färdigheter och hotar verksamhetens avkastning: teknisk förändring leder till avsevärda förluster för dem vars tillgångar är knutna till den redan existerande tekniken. Dessa tillgångar kan ta formen av formella kunskaper och färdigheter, tyst kunskap, ett gott rykte, specialiserad utrustning, ägande av naturtillgångar, inträdeshinder som garanterar en monopolställning och gemenskapsbaserade icke-pekuniära tillgångar. ²⁷

Detta innebar att grupper av motståndare inom andra delar av ABB kunde agera för att blockera innovationen. Detta är särskilt typiskt för storföretag som ABB, vilka enligt Mokyr har en »built-in tendency for conservatism«. Det finns många exempel på legendariska storföretag som har motsatt sig innovationer:

Välfungerande marknader tenderar att gå summariskt tillväga med företag som lider av det s.k. »not-invented-here«-syndromet och dess mer elakartade släkting, »om det vore möjligt skulle vi ha gjort det för länge sedan«. Ändå gör företag i praktiken denna typ av misstag om och om igen. Det är lättare att rycka på axlarna åt en ny idé om den kommer från en anställd inom det egna företaget. ²⁸

Dessa två mekanismer som Mokyr beskriver, »Not-Invented-Here« (NIH) och »Not-Invented-Before« (NIB) är centrala för förståelsen av powerformernas utvecklingshistoria. Även aktörerna själva insåg det på ett tidigt stadium, ty som Frank uttryckte det till Mats Leijon: »Här har vi två problem, dels har vi internt ABB Generation, se-

dan har vi ju hela ABB Schweiz, sedan har vi Corporate Research.« ²⁹ Problemet var att den personal och finansiering som behövdes var mer än vad svenska ABB Corporate Research kunde bistå med på egen hand. För att få dessa resurser var Frank tvungen att gå högre upp i ABB:s organisation eller till ABB Generation vilket var det mest troliga ABB-företaget som skulle kunna tillverka och sälja powerformers. Men detta var också de platser där Frank kunde förutse att det största motståndet mot den nya innovationen skulle komma ifrån då det skulle hota deras rådande affärsmöjligheter. På liknande vis innebar det också hot mot schweiziska ABB då det hade bestämts att majoriteten av ABB:s generatorer skulle tillverkas i Schweiz och den nya innovationen skulle, om den blev en framgång och tillverkades i Sverige, kunna förändra detta och skjuta balansen av produktionen till Sverige.

Därför beslutade man sig för att i stället gå till vd:n för svenska ABB, Bert-Olof Svanholm, och be honom om resurser för en förstudie inför ett större utvecklingsprojekt. I september 1994 gav Frank och Leijon en presentation inför den högsta ledningen för svenska ABB. Efter 10 minuter fick Frank en fråga av Svanholm: »Hur mycket behöver du, 1 miljon, 10 eller 100?« Frank sa att vad som behövdes var 10 manår och 10 miljoner kronor. »Det får du«, svarade Svanholm. En lycklig omständighet var att Svanholm hade varit kraftverksbyggare innan han blivit Aseachef och insåg vad som behövdes för att bygga en sådan generator och vad den skulle kunna innebära. Svanholm hade också tidigare samma vecka som styrelseordförande för Volvo tagit ett beslut om en jättesatsning på nya plattformar för utvecklingen av den nya Volvon som var på 20 miljarder kronor. Powerformern tedde sig som en relativ bagatell i jämförelse. ³⁰

Som ett nästa steg bildades en projektgrupp bestående av personal från svenska Corporate Research med olika former av kompetens och resurser. Gruppen började med att konstruera en prototyp och att sortera ut de primära tekniska problemen. Frank har beskrivit ett utvecklingsprojekt som »en ballong som är lätt att punkte-

ra» och vilken »behöver ett skyddsnät som består av en coachande chef med civilkurage och arbetsro i form av finansiering. Dessutom måste gruppen skyddas eller kunna hantera dilemman, till exempel påhopp från andra grupper.«³¹

De kvarvarande tekniska problemen rörde sig inte om den nya generatorns grundläggande konstruktion utan om hur man skulle kunna *tillverka* en generator med flexibla kablar i stället för stela kopparstänger, hur man skulle träckla hundratals meter kabel genom små statorhål och hur kablarna skulle kunna kopplas samman och framför allt fästas inuti statorn. Det var hur kabeln skulle sättas fast i spåren i statorn som blev det tekniska huvudproblemet. Projektgruppen tog fram 54 olika lösningar varav de patenterade 14 och valde ut tre som testades.³² Ett annan viktig del av det tekniska arbetet var att återvinna kunskapen hur man konstruerar en generator. Då alla generatorer som byggdes inom ABB baserade sig på lång etablerad och accepterad praxis och konstruktionslösningar var kunskapen om hur man i grunden konstruerar en generator något som inte var en vital del av ABB:s kompetens. Enligt Leijon kunde ABB:s svenska och schweiziska generatorkonstruktörer »göra vad de gjorde igår, men de kan inte göra någonting nytt«. Leijon åkte därför ner till Chalmers och kopierade böcker från 1960-talet om hur man konstruerade generatorer för att återvinna denna delvis förlorade kunskap.³³

Men än mer kritiskt än att lösa de tekniska problemen var att koppla samman projektet med aktörer och institutioner inom ABB – och externt inom det svenska elsystemet – vilka kunde bidra med nödvändiga resurser till projektet.

Vattenfalls inträde

I mars 1995 sattes en styrkommitté för powerformerprojektet upp vilken bestod av Harry Frank, Billy Johansson, vd för ABB Generation, och Jan Martinsson, direktör för FoU på svenska ABB. Kommittén beslutade att börja bygga en prototyp för att verifiera idéns

tekniska och kommersiella relevans. Det första Frank då sa var att »vi kan ju inte hålla på och bygga för byggandets egen skull« utan nu var det tvunget att »hitta kunder«. Valet av den första kunden kom »naturligt« för Frank: det statliga kraftbolaget Vattenfall. Att detta val av första kund var så naturligt för Frank har sina historiska förklaringar. Frank hade en egen personlig erfarenhet av det tidigare utvecklingssamarbetet mellan Asea och Vattenfall. Några år efter att han börjat på Asea i slutet av 1960-talet blev Frank en del av det nya institutionaliserade och formaliserade utvecklingspar som initierats 1969. Frank deltog i ett utvecklingsprojekt som handlade om »tyristorstyrda kapacitorer i kraftnät«.³⁴ Genom detta projekt, som pågick till 1974, lärde Frank »känna allt om Vattenfall«. Av alla de Vattenfallingenjörer som Frank stiftat bekantskap och samarbetat med var det särskilt en som var extra viktig, Kjell Isaksson. Denne hade i början av 1990-talet blivit chef för Vattenfall Hydropower och var ordförande i Stiftelsen Porjus Vattenkraftcentrum.

I maj tog Leijon på Franks inrådan kontakt med Isaksson för att höra efter om möjligheten att Vattenfall skulle kunna testa en prototyp av powerformern. Innan dess hade Leijon på egen hand varit i kontakt med Isaksson och andra på Vattenfall för att höra om Vattenfalls synpunkter på hans nya uppfinning. Inte bara Frank utan också Leijon kände nämligen Isaksson sedan tidigare. För Leijons del gick det tillbaka till hans tid på Chalmers då Isaksson dels hade varit ledamot i Chalmers elkraftråd, som var involverat i högskolans elkraftutbildning, dels hade suttit i betygskommittén för Leijons doktorsavhandling. Isaksson gjorde efter Leijons officiella propå en värdering utifrån Vattenfalls perspektiv.³⁵ Några av de främsta fördelarna med powerformern för kraftproducenter var:

1. Minskat behov av utrustning som transformatorer och generatorbrytare,
2. minskat utrymmes- och underhållsbehov,
3. minskade energiförluster,
4. ökad personalsäkerhet.

Vattenfalls intresse för powerformern var särskilt betydelsefullt för att övervinna det interna innovationsmotståndet inom ABB. Efter att ha tagit kontakt med Isaksson besökte Leijon Vattenfall för att diskutera powerformern tillsammans med bland andra Billy Johansson, som hade det högsta svenska ansvaret för ABB:s generatorförsäljning. Fram till denna tidpunkt hade Johansson varit mycket tveksam till powerformern. Men Vattenfalls intresse var avgörande för att förändra detta. När Vattenfalls representanter frågade ABB vid mötet »När kan ni börja leverera och hur många kan ni leverera?«, blev representanterna från ABB Generation förstummade. De hade enligt Leijon »trott att det skulle vara motstånd mot det men det var precis tvärtom«. När Vattenfall, representerat av Isaksson, sa att »vi vill ha den« vände Johansson och blev enligt Frank den »största tillskyndaren« för powerformern. Enligt Leijon illustrerade detta möte mycket tydligt betydelsen av de personliga kontakterna mellan ABB och Vattenfall:

Det är så här i elkraftsbranschen – slå allting annat ur hågen – det är personliga kontakter som leder rätt här, försök inte ha någon försäljningsavdelning som är där och näpsar. Utan det är det här långsiktiga, mycket långsiktiga förtroendet som man får för olika personer och det är på så sätt som det fungerar.³⁶

Vid mötet lyfte Vattenfall fram ett antal tänkbara projekt, och det första som blev aktuellt var ett projekt för Porjus vattenkraftverk. De tidigare samarbetsdiskussionerna mellan Vattenfall, ABB Generation och Kvaerner (jfr ovan) hade under 1994 utformats till en plan på att sätta upp en gemensam stiftelse med mål att utveckla vattenkraft och miljövänlig vattenkraftteknik och att skapa förutsättningar för en bra utbildning inom vattenkraftområdet. Målet med att utveckla vattenkrafttekniken var att möjliggöra för Vattenfall att höja verkningsgraden i sina kraftverk samt att minska sina investerings-, drifts- och underhållskostnader. Detta skulle åstadkommas genom en ombyggnad av 1940-talets maskinhall i Porjusverket.³⁷

Isaksson var mycket intresserad av att testa den nya powerformern i det nya gemensamma vattenkraftcentrum för undervisning och utveckling på vattenkraftområdet som Stiftelsen Porjus planerade att upprätta i det gamla vattenkraftverket. Tanken var att detta centrum skulle ha ett utbildningsaggregat som skulle vara det modernaste och kommersiellt tillgängliga aggregatet, och ett utvecklingsaggregat som borde vara ett kommande utvecklingssteg. Representanter för stiftarna hade sedan 1994 jobbat med att definiera utvecklingsbehoven och kraven på ett utvecklingsaggregat och vad det skulle bestå av i form av generator, turbin och kontrollanläggning. Isaksson tog därför och presenterade förslaget för stiftelsen. Han var medveten om den risk det innebar att pröva ut en helt ny teknik i en befintlig anläggning men: »vi var också klara över att vi måste våga lite grann för att verkligen föra utvecklingen framåt. Vi skulle ta utvecklingssteg, och att ta utvecklingssteg innebär naturligtvis vissa risker.« En stor fördel med detta för både Vattenfall och ABB var att det i denna anläggning inte behövde tas hänsyn till någon eventuell risk att störa eller avbryta kommersiell kraftproduktion. Detta var enligt Isaksson »det fina« med stiftelsen; att det här fanns ett kraftverk »där man vågar mera än i en kommersiell anläggning«. Han sade att han skulle »absolut inte ha vågat« att som ett första steg sätta in en sådan här generator i en kommersiell anläggning direkt. Utan Porjusstiftelsen hade det enligt Isaksson definitivt varit mycket svårare och tagit betydligt längre tid.³⁸

Efter detta möte tillsattes en detaljkonstruktionsgrupp för att börja bygga den första prototypen. Samtidigt anslöt sig personal från ABB Generation till utvecklingsgruppen. I en del av Generations fabrik i Västerås byggdes den första vattenkraftgeneratoren för Porjus upp.³⁹ Porjusstiftelsen beslöt att skjuta på idrifttagandet av utvecklingsaggregatet med ett år, men i slutet av 1995 tog stiftelsen beslutet att testa powerformerprototypen.⁴⁰

Konstruktion av stöd och skydd

Som hjälp för att övervinna innovationsmotståndet hade Frank redan en innovationsmodell »klar i huvudet«. I denna modell var den tekniska konstruktionen av en ny teknologi bara ett första nödvändigt men långt ifrån tillräckligt steg. Det mer kritiska steget bestod i att skapa relationer med krävande kunder, vad Frank talar om som att informera korrekt. Vad detta innebar var att informera kritiska aktörer och institutioner i vad tekniksociologerna Michel Callon och John Law beskriver som ett utvecklingsprojekts »globala nätverk«. ⁴¹ Frank hade under nästan 20 år från 1977 arbetat efter denna implicita modell och under arbetet med powerformern började han att formalisera sin tidigare »tysta« modell. Med sin modell identifierade han vad han beskrev som »det stora dilemmat« för utvecklandet av powerformern, nämligen att »hantera förändringsmotståndet«. De kunde inte gå ut hur som helst med nyheten om powerformern vare sig till allmänheten eller internt inom ABB, utan de måste informera personer och institutioner »i rätt turordning« – annars skulle powerformerns motståndare »döda projektet: antingen används penningmakten eller statusmakten och så körs idén sönder och så blir det att de får sitta och försvara sig hela tiden«. ⁴²

Frank använde sig av vad som har kallats *kulturell ingenjörskonst*, som inte består i att manipulera elektriska formler och mekaniska element och konstruera maskiner, utan i stället inriktas på att manipulera ideal och uppfattningar och konstruera legitimitet för en ny maskin. ⁴³ Som Frank själv uttryckte det: »Så det här var ju ett sätt att hantera dilemmat, att vi informerade rätt, så det är mera om hur vi informerade, det är ingenting om den tekniska delen.« Också Leijon betraktade det centrala problemet på ett liknande sätt: »det var inte tekniken som var problemen, utan det var mer vad skyddar vi, hur skyddar vi det, hur hanterar vi det med överordnade chefer, det var mycket med sådana distinktioner«. ⁴⁴

Frank fick tillfälle att informera styrelsen för svenska ABB om projektet för att få den att ta beslut om projektet var värt att fortsätta med. Han visste att den centrala personen att övertyga vid det-

ta möte var svenska ABB:s styrelseordförande Percy Barnevik, som inte bara var svenska ABB:s styrelseordförande utan samtidigt också koncernchef för hela ABB. Vis av tidigare styrelsemöten visste Frank att Barnevik troligtvis skulle söka en annan styrelsemedlems åsikt om projektet, nämligen Lars Torseke. Denne råkade vara en granne och vän till Frank och innan mötet hade Frank talat med Torseke och övertygat honom om powerformerns förträfflighet. När Torseke vid styrelsesammanträdet som väntat fick frågan från Barnevik om vad han trodde om projektet sade han att han tyckte att det lät bra. Barnevik sade då åt Frank att fortsätta med projektet och att hålla tyst om det gentemot resten av ABB. Genom Barneviks godkännande hade det legitimerats från högsta ort gentemot chefer och tekniska experter över Frank och Leijon i företagshierarkin, vilket innebar att de nu kunde börja informera dem utan rädsla för motverkningar.

En av dessa var Franks egen chef, Craig Tedmon, den högste ansvarige för FoU på ABB:s huvudkontor i Zürich. Detta var en mycket känslig fråga, eftersom Frank under de senaste två och ett halvt åren arbetat med ett projekt som hans chef inte visste någonting om. Dessutom hade han i praktiken gått bakom Tedmons rygg för att få tillstånd att fortsätta med det. Emellertid medförde det globala ABB:s speciella organisationsform med sin matrisorganisation en lösning. Varje anställd inom ABB hade två chefer på papperet, en chef för den regionala affärsregion i vilken man var anställd (Sverige) och en chef över det affärsområde man arbetade inom (FoU). Detta var någonting som Frank använde sig av gentemot Tedmon när han, efter att han berättat om powerformern, fick frågan varför han hade gått till Barnevik och inte till Tedmon. Frank förklarade att han hade fått »svenska pengar« från Svanholm för att finansiera utvecklingsarbetet och att han därför hade gått till den högste svenske chefen, dvs. Barnevik. Denna förklaring accepterade Tedmon. Dessutom försökte Frank göra Tedmon till en allierad genom att erbjuda honom en möjlighet att vara med och bli delaktig i projektet genom att nämna att svenska Corporate Research ock-

så skulle vilja utveckla en ytterligare powerformerteknologi men att de saknade resurser för det. Detta var en oljefri transformator, den så kallade dryformern. Men för att göra det behövdes en halv miljon dollar och när Tedmon fick höra detta sa han att han kunde stå för den finansieringen. Genom denna investering i projektet hade Tedmon också blivit enrollerad som en allierad till powerformern.⁴⁵

Trots stödet från högsta ledningen var nästan alla inom ABB som informerades om projektet motståndare till det. Ett framträdande exempel var ABB:s högste konstruktionschef för generatorer som efter ett besök på svenska Corporate Research ska ha återvänt till Schweiz för att författa en promemoria där han skrev att han inte trodde på idén, att teknologin inte var optimal och att det existerade bättre lösningar än powerformern. Ett undantag var dock Tedmons högra hand dr Klaus Ragaller, ABB:s Senior Vice President för teknikutvärdering och en av ABB:s ledande vetenskapsmän. Ragaller åtnjöt stor respekt internt inom ABB. När han återvände till Schweiz skrev han ett epostbrev till Leijon där han förklarade hur djupt imponerad han blivit vid sitt besök: »Jag har arbetat för ABB i 27 år, i olika funktioner, med början inom Research, och jag har därvid hunnit se en hel del. Men jag måste säga att jag inte har sett någonting jämförbart tidigare.« Han sade vidare att han skulle göra vad han kunde »för att stödja processen så att ABB fullt ut kunde utnyttja det försprång som du har åstadkommit«.⁴⁶ Ragaller var några månader senare instrumentell i att göra powerformerprojektet till ett av ABB:s så kallade »High-Impact Projects«. Dessa utmärkte sig genom att de var »marknadsspecifika projekt med mer ambitiösa lönsamhetsmål men som stod inför fler utmaningar på den tekniska sidan i kommersialiseringen i jämförelse med konventionell produktutveckling« och som finansierades centralt från koncernnivån.⁴⁷

I februari 1998 var slutligen powerformerteknologin redo att presenteras offentligt. Vid detta tillfälle beskrevs den nya teknologin som revolutionerande både i svensk och utländsk press och ABB

gav många lovord om dess framtida betydelse för företaget. Samtidigt uttalade sig Leijon och sa att det största problemet hade varit att få förståelse för den nya teknologin bland ingenjörer – underförstått ABB-ingenjörer – och att det varit »mycket lättare att få en kund, som Vattenfall, att förstå«.⁴⁸

Att Vattenfall verkligen förstod värdet av powerformern framgick av det besked man gav samma dag som den första prototypen invigdes i Porjus i juni 1998, då man kungjorde att man hade sluttit ett avtal med ABB om att installera en fullskalig kommersiell powerformer i Vattenfalls vattenkraftverk Porsi. Detta hade varit ett av de möjliga installationsprojekt man hade diskuterat vid det första mötet tillsammans med Vattenfall. Denna powerformer skulle ersätta en generator från 1958 och möjligheten att på detta vis uppgradera gamla generatorer med ny teknologi var något som var mycket intressant för Vattenfall och var indirekt en faktor som hade kommit med avregleringen. Även om Vattenfall inte hade några mer långtgående planer på att bygga nya vattenkraftverk, hade man planer på att uppgradera flera gamla generatorer. Beroende på ökad konkurrens på elmarknaden och det kostnadstryck som hade kommit med avregleringen hade Vattenfall under flera år väntat med flertalet nya investeringar för att uppgradera generatorutrustning, men samtidigt såg man »att behovet skulle komma« och diskuterade ett reinvesteringsprogram omfattande en tredjedel av den totala vattenkrafteffekten.⁴⁹ Som en förberedelse för detta program skulle det vara mycket värdefullt att få erfarenhet om hur lämplig powerformern skulle vara för detta program. Under sommaren ansökte Vattenfall hos Energimyndigheten om projektstöd för att installera en powerformer i Porsi och i ansökan refererade man till att flertalet av dess kraftverk hade byggts under 1950- och 1960-talen och att de snart skulle vara redo för reinvesteringar. Vidare refererade man till en faktor som blivit alltmer betydelsefull i Vattenfalls övergripande strategi under 1990-talet, nämligen bolagets försök att söka sig ut på världsmarknaden:

Vattenfall strävar efter en ökad internationalisering genom att med sina goda kunskaper om drift, skötsel och management av elkraftssystem sälja sitt kunnande på världsmarknaden. Ett lyckat genomförande av projektet Powerformer i Porsï kommer att innebära att Vattenfall som det första bolaget i världen får direkt drifterfarenhet av ett system som med all sannolikhet har en stor internationell potentiell marknad. En sådan tidig erfarenhet kan väsentligt stärka Vattenfalls konkurrenskraft på den internationella marknaden och därför generera ökade exportintäkter.⁵⁰

Detta projekt visade också på en ny typ av teknoekonomisk motståndsficka som hade skapats i elsystemet beroende på avregleringen och särskilt beroende på uppdelningen i det kraftproducerande Vattenfall och det systemkontrollerande Svenska Kraftnät. En spänd relation uppstod mellan dessa två organisationer i samband med Powerformerprojektet, till följd av att powerformern hade möjlighet att leverera s.k. reaktiv effekt till kraftöverföringsnätet. Reaktiv effekt är en egenskap hos elektriska maskiner som hjälper till att öka stabiliteten hos överföringsnätet men som samtidigt ökar kostnaden hos en del elkraftmaskiner. Svenska Kraftnät hade redan 1997 varit involverade i diskussioner med ABB och Vattenfall om hur powerformerns drift skulle komma att påverka överföringsnätet. Svenska Kraftnät var särskilt intresserat av möjligheten till ett powerformerprojekt där Vattenfall kunde ha en powerformer som kunde leverera reaktiv effekt för att stabilisera överföringsnätet. Men ett problem i samband med detta var enligt ingenjörer på ABB som deltagit i diskussionerna att Svenska Kraftnät inte tycktes kunna komma fram med på vilket sätt de skulle kompensera Vattenfall för dess produktion av reaktiv kraft. I slutänden valde Vattenfall en design av powerformern för Porsï vilken inte producerade någon reaktiv kraft över huvud taget. Några av ingenjörerna såg detta som en signal till Svenska Kraftnät att Vattenfall i framtiden skulle agera huvudsakligen utefter sina egna intressen som kraftproducent och inte ta eller bjuda på något systemansvar.⁵¹

Samtidigt med detta hade ABB lyckats få en annan kund att inse värdet av den nya powerformerteknologin. Detta kom i oktober 1998 när ABB fick sitt första kommersiella projekt i form av en ångturbindriven powerformer för termisk kraft, en så kallad turboformer. Ordern var en beställning till ett kraftverk i Eskilstuna och skulle ersätta en turbogenerator. Detta var ett mycket viktigt projekt för ABB och Leijon då det innebar en produkt med en verkligt stor marknad – 80 procent av alla generatorer i världen är turbogeneratorer. Projektet blev ekonomiskt möjligt genom ett nytt bidragssystem för kommunala kraftverk som använde sig av biobränsle vilket hade införts av Statens Energimyndighet (STEM) under 1998. ABB hade fått en lista över tänkbara kommuner av STEM och man hade närmat sig och tagit kontakt med och sedermera övertygat Eskilstuna om att välja en powerformer för sin biobränslesatsning. Också här figurerade det gamla utvecklingsparet genom att också Vattenfall var involverat. Vattenfall verkade nämligen som en kunnig konsult för köparen Eskilstuna Energi & Miljö i projektet. Det kommunala elbolaget hade inte egen tillräcklig kompetens på detta område, varför man köpte den tjänsten av Vattenfall. Projektet var relativt litet (omkring 40 MW) men med den relativt höga överföringsspänningen på 136 kV, och det var ett väldigt välkommet projekt genom att det innebar en tillämpning på ett nytt område, termisk kraft, som dessutom stod för en av de största generatormarknaderna i världen.⁵²

Genom Eskilstunaprojektet och genom ordern för Porsï hade powerformern nu nått marknaden och gått från att vara en lovan- de uppfinning till att bli en lyckad innovation. På detta vis hade det svenska elsystemet påbörjat något som av många sågs som de första stegen mot ett radikalt omformande inte bara av den svenska utan också den internationella kraftbranschen. Men samtidigt som detta innebar att ABB tog ett viktigt steg in i en ny teknologisk revolution, började ABB också att mindre än fyra månader efter att revolutionen ifråga inletts ta ett stort steg bort från den; man sökte sig bort

från elkraftteknologins värld och siktade i stället in sig på den nya informationstekniken. Därmed sökte man sig också bort från den andra industriella revolutionen och styrde stegen mot den tredje.

ABB retirerar

Mindre än fyra månader efter att ABB lanserat sin nya revolutionära elkraftteknologi – powerformern – började koncernen köpa upp betydelsefulla företag inom det lovande automatiseringsområdet. Det största var Elsag Bailey, vilket förvärvades för 2,1 miljarder dollar. Kort därefter, i januari 1999, annonserade ABB att koncernen närmade sig sitt mål att bli ett snabbare, mer kunskaps- och tjänstebaserat företag. Redan de institutionella förändringar som Asea genomgått från 1983 i form av globalisering och fusion kan ses som tillhörande den tredje industriella revolutionen och koncernens nya fokus på automation och IT var ett ytterligare och ännu tydligare uttryck för detta.

Med sina företagsförvärv under 1998 och 1999 hade ABB börjat stärka sin kompetens inom de nya »lätta« teknikområden som karakteriserade den tredje industriella revolutionen. Samtidigt inledde man 1999 med att ta ett nytt stort steg i samma riktning genom att man började avveckla sin kompetens och sina resurser inom tung elektroteknik. I januari 1999 sålde ABB sin femtioprocentiga andel av tåg tillverkaren Adtranz till DaimlerChrysler. Nästa och mer radikala steg kom två månader senare när ABB annonserade att dess största affärssegment Kraftgenerering skulle flyttas ut från ABB och flyttas in i ett gemensamt bolag med franska Alstom.⁵³ I sitt kungörande betonade man elavregleringens nära relation till detta beslut genom att det nya bolaget bättre skulle kunna svara upp mot de förändringar och möjligheter som skapats genom privatisering och avreglering, tack vare moderbolagens komplementära produktområden, geografiska täckning och FoU-bas.⁵⁴ I samband med detta annonserade också ABB:s koncernchef att ABB inte hade några andra planer än att fortsätta sin verksamhet inom kraftgene-

rering, och att han såg detta som ett av flera steg för att göra det en gång elektroniskt dominerade konglomeratet mer kunskapsintensivt och fokuserat på tjänster.⁵⁵ Något senare under året kom nästa steg i detta program när ABB meddelade att man skulle sälja av hela sin kärnkraftsverksamhet till BNFL Westinghouse.

Skiftet hos det nya ABB blev snart klart. »Vi står inför en värld där fart, flexibilitet och hjärnkraft utgör nycklarna till värdeskapande, och vi stöper nu om ABB till att bli ett världsledande företag«, sade Göran Lindahl, ABB:s koncernchef och vd i mars 2000. »Vi expanderar mot affärsområden där vi kan vara ledande och lämnar affärsområden där vi inte kan vara det. I ett pressmeddelande beskrev ABB sin strategi »att bli ett ledande företag i den nya ekonomin.«⁵⁶

På ABB går vi nu över till den nya ekonomin med dess större fokus på IT, kunskap och tjänster. Över hela spektrumet av vår verksamhet, från kraftöverföring till finansiella tjänster, skapar vi intelligens genom IT som främsta väg till framgång. Vår lansering av [riskkapitalbolaget] b-business partners understryker vår fasta föresats att utforska de stora möjligheter som ges genom kombinationen av entreprenörsanda, nya färdigheter från e-handelsvärlden och våra affärskunskaper från den industriella sfären.⁵⁷

Endast några dagar senare lät ABB utannonsera att Alstom skulle köpa ABB:s kvarvarande aktier i ABB Alstom Power. Lindahl beskrev transaktionen som liggande i linje med ABB:s strategi att öka vikten av IT-drivna tekniska lösningar, liksom av högteknologi i allmänhet och av tjänster. Han tillade att ABB idag fokuserar mer på industriell IT och på att utveckla IT-lösningar och -tjänster även för sin övriga verksamhet och att pengarna från försäljningen skulle användas till att stärka ABB:s position inom e-handelsföretag emellan.⁵⁸ Den nya läran illustreras av följande citat från den årsredovisning man publicerade senare under året och på vars omslag den tidigare ingenjörs klingande slogan »Ingenuity at Work« hade ersatts av den för en ny kunskapsekonomi mer passande beteckningen »Brain Power«:

ABB följer en djärv kurs in i framtiden. I en snabbväxande, alltmer globaliserad värld är informationsteknik och kunskap framgångens nya mynt. För att förbli ett ledande företag minskar vi vårt beroende av tunga tillgångar och bygger vår kombinerade intellektuella rikedom – ABB:s hjärnkraft. Detta är företagets andra revolution. Vi förvandlar nu ABB till ett lättare, snabbare, smartare företag som agerar i realtid, hela tiden. Mer än någonsin tidigare är vår förmåga att föregripa framtiden och att reagera snabbt nyckeln till framgång. Vi lever idag i en ekonomi av idéer i lika hög utsträckning som i en ekonomi av fysiska ting. Detta ger upphov till nya sätt att definiera värde och att skapa värde – och öppnar upp nya spännande horisonter.⁵⁹

Detta omskapande av ABB var generellt sett mycket välkomnat av analytiker likaväl som akademiker. Ett exempel är handelshögskoleprofessorn Piero Morosini. Han predikade förträffligheten hos det nya ABB när han beskrev hur företaget från 1988 till 1999 hade mer än tredubblat sina intäkter till 25 miljarder dollar och hur dess organisation hade refererats till och följts av andra som en modell som anpassats på ett idealt sätt till den postindustriella tidsåldern.⁶⁰ En person som dock inte trivdes med det nya ABB var Mats Leijon, som lämnade ABB under sommaren 2000 för att tillträda en professur vid Uppsala universitets institution för högspänningsforskning.

Även om ABB genom sitt nya strategiska koncernfokus såg ut att vara på väg bort från den potentiella powerformermarknaden, såg i mångt och mycket läget för ABB:s powerformerrevolution ut att vara relativt lovande under 2000. Under sommaren fick ABB Alstom Power en order på en powerformergenerator om 25 MVA som skulle installeras i Höljebro vattenkraftanläggning. Det var den fjärde beställningen av en powerformer i världen. Powerformern skulle ersätta två äldre generatorer och transformatorer från 1930-talet och skulle anslutas direkt till kraftnätet med 80 kV. Detta följdes också följande år av två internationella beställningar till vattenkraftverk i Kanada och Japan. Vidare hade lanseringen av powerformern, turboformern och dryformern följts under 2000 av ytterligare nykomlingar i powerformerfamiljen vilka tillämpa-

de den nya formerteknologin på utvecklingen av en oljelös Boosterformer (2000) järnvägstransformator, Windformer (2000) vindkraftgenerator, Motorformer (2001) som var världens första högspänningsmotor och slutligen Powerformer Light (2001) vilken var en generator för spänningar under 150 kV. I början av 2001 såg historien om formerteknologin ut som en berättelse om seger trots motstånd och framtiden verkade mycket lovande.

Bara ett år senare hade situationen emellertid hunnit förändras radikalt. Flertalet av de olika produkterna i formerfamiljen hade då stoppats och den vidare utvecklingen av powerformerteknologin tedde sig ytterst osäker. ABB hade stoppat sin interna revolution mot att bli ett IT-företag och led av en allvarlig finansiell kris. Företaget hade lagt ner sina Dryformer- och Windformerprojekt och Alstom hade inte fått några fler beställningar. Utvecklingskostnaderna hade skurits ned till hälften och utvecklingsarbetet hade flyttats från Sverige till Schweiz. Innovatörerna hade därmed inlett sin reträtt från den tidigare så stolta svenska fronten. Men det fanns de som menade att dessa motgångar för formerteknologierna inte berodde på flytten från Sverige till Schweiz. En svensk Alstomingenjör menade att reträtten i själva verket varit förberedd under en längre tid och troligtvis hade att göra med att skydda tillverkningen av den existerande generatorteknologin.⁶¹ På detta vis skulle det interna motståndet mot formertekniken slutligen ha fått sin revansch.

Från utvecklingspar till utvecklingsnätverk?

I maj 2005 gjordes ett nytt försök att skapa en relation för att stödja utvecklingen av svensk elkraftteknik. Då bildades – eller kanske snarare slöts – den så kallade »Elkrafttringen«. Det var tänkt att bli ett nätverk för den elektrotekniska industrin i norra Mälardalen, med syfte att verka för att öka »förutsättningarna för forskning, utveckling och entreprenörskap« inom elkraftområdet och »fungera som en språngbräda för aktörer att nå ut internationellt«.

Elkrafteringen kunde i mångt och mycket ses som inspirerad av två betydelsefulla paradigm som varit centrala i internationell respektive svensk industriell utveckling. Det första var amerikanska Silicon Valley («Kiseldalen») med dess centrala betydelse för amerikansk och internationell innovationsverksamhet inom elektronikområdet. På samma sätt som den geografiska närheten till olika resurser och institutioner inom utbildning, forskning och utveckling har betonats som centrala i framväxten av Silicon Valley, lyftes nu Elkraftingens koncentration av olika centrala institutioner inom elkraftområdet fram.

Det andra paradigm som man uppenbarligen hämtat inspiration från var det svenska utvecklingsparet Asea-Vattenfall, med dess stora betydelse för framväxten av svensk elkraftindustri och högteknologi. Liksom Asea och Vattenfall hade samverkat för att internationalisera den svenska tekniken sades det att i framtiden »måste» svenska aktörer »i allt högre grad samverka utanför Sveriges gränser, både när det gäller finansiering inom EU-program och vid industriell samverkan».⁶²

Förslaget till bildandet av Elkraftingen var ett direkt resultat av ett projekt som drivits av IVA från 2002 till 2004. Det hade gått under benämningen »Samverkan för tillväxt – teknikutveckling på avreglerade marknader», och man ville i sin analys »fånga mönstren i den historiska samverkan inom sektorerna». Med beklagan konstaterades att det gamla samarbetet mellan stat och industri numera inte fanns kvar på samma sätt som förr efter den avreglering som svept över det svenska tekniksamhället under 1990-talet. Man önskade nu »en fortsättning och utveckling av nuvarande samarbetsformer mellan stat och näringsliv». Projektet refererade också explicit till det nära utvecklingssamarbetet inom elsystemet fram till 1980-talet, varvid det konstaterades att »särskilt Vattenfall och Asea utgjorde under denna period ett av de klassiska svenska 'utvecklingsparen'». ⁶³ Som ett resultat hade projektet i en av sina slutrapporter »behandlat hur vi tror att nya former för sådant samarbete mellan branschens aktörer, nya som gamla, kan utvecklas eller

omskapas så att Sverige ska kunna bibehålla sin paradgren elsektorn i termer av tillväxt. Vi har kallat vårt förslag Elkraftingen.»⁶⁴

Men det var inte bara i form av ideologi som det gamla utvecklingsparet Asea-Vattenfall levde vidare i Elkraftingen. Föga förvånande var att det gamla utvecklingsparets olika institutioner i form av ABB, Vattenfall och Svenska Kraftnät skulle utgöra centrala noder i det nya nätverket. Utvecklingsparet levde också vidare på en personlig nivå, särskilt i form av Harry Frank som var en central person bakom initiativet till Elkraftingen – men nu inte längre som ABB-anställd utan som deltagare i IVA-projektet och ordförande för Elkraftingens styrgrupp. Vidare var – förutom ABB:s och Vattenfalls diverse enheter i Mälardalen – Mats Leijons institution för högspänningsteknik vid Uppsala universitet en av de organisationer som sågs som central för Elkraftingens utvecklingskraft.⁶⁵

Även om det ursprungliga utvecklingsparet nu inte längre var vad det en gång varit, visar exemplet Elkraftingen liksom utvecklingen av powerformern att utvecklingsparet inte hade försvunnit. Snarare levde det vidare – särskilt som ideologi och förebild för framtida samarbeten. Dessutom tycktes paret nu ha omformats och spritt ut sig i en vidare form, från en parrelation till ett mer vittomfattande nätverk. Om detta nätverk kommer att få samma betydelse för det svenska elsystemet som dess föregångare och förebild återstår dock för framtidens historiker att utröna.

Kapitel 7

1. Carlsson (1998).
2. Fridlund (1998).
3. Vrethem (1983), s. 56.
4. Glete (1983), s. 281.
5. Ibid.
6. ERA, nr 42, 1969, s. 243, »Asea och Vattenfall åter i gemensamt utvecklingsarbete«.
7. Gunnar Jancke i *Vi i Vattenfall*, nr 2, 1973, s. 4f., »Nu kommer 800 kV«.
8. M. Chamia, »Nytt avtal om tekniskt samarbete med Vattenfall«, meddelande NK3-337, 21 december 1982, ABB:s centralarkiv Västerås, ABB/VVVK 07-014; M. Chamia, »Utvecklingssamarbete Vattenfall-Asea«, 18 juni 1984, ABB:s centralarkiv Västerås, ABB/VVVK 07-013.
9. År 1997 meddelade GEC Alstom att företaget skulle børsintroduceras och 1998 omformades företaget till det oberoende franska aktiebolaget Alstom. Carlsson och Nachemsson-Ekwall (2003), s. 29.
10. Carlsson och Nachemsson-Ekwall (2003), s. 66.
11. Cushman och Sanderson (1994), s. 105. Författarnas översättning.
12. Ibid., s. 105. Författarnas översättning.
13. Ibid., s. 106f.
14. Tell (1997), s. 178.
15. Hjalmarsson (1996), s. 126.
16. Se Dooley (1997).
17. Harry Frank, intervju; Mats Leijon, intervju.
18. Mats Leijon, intervju.
19. Klaus Ragaller och Mats Leijon, »HV generator«, [1997], Harry Franks personliga arkiv, Västerås. Det nya konceptet baserade sig på isolation med konventionella högspänningskablar vilka hade haft »a tremendous progress decoupled from the insulation systems of other electrical equipment«.
20. Framför allt visade sig generatorns isolationssystem vara en särskilt svag teknologi, vilket ledde till nödvändigheten att lära sig att leva med »oundvikliga« partiella urladdningar genom att designa generatorisolationen robust och motståndskraftig med användning av mekaniska hårda material fyllda med små glimmerplattor.
21. Klaus Ragaller och Friedrich Pinnekamp, »HÖG – new generator for power plants: A HIF proposal«, [1997], Harry Franks personliga arkiv, Västerås; Klaus Ragaller och Mats Leijon, »HV generator«, [1997], Harry Franks personliga arkiv, Västerås.
22. Klaus Ragaller och Mats Leijon, »HV generator«, [1997], Harry Franks personliga arkiv, Västerås; *Expressen*, 1 mars 1998, »Världens bästa uppfinnare«.
23. Mats Leijon, intervju.
24. Ibid.
25. *Dagens Industri*, 9 juni 1998, »Han svingar sig in i historieböckerna«.
26. *Ny Teknik*, 27 mars 2002, »Fler rebel-ler behövs i företagen«.
27. Mokyr (2002), s. 277f.
28. Ibid., s. 238.
29. Harry Frank, intervju.
30. Harry Frank, intervju; Mats Leijon, intervju.
31. *Ny Teknik*, 27 mars 2002, »Fler rebel-ler behövs i företagen«.
32. Klaus Ragaller och Mats Leijon, »HV generator«, [1997], Harry Franks personliga arkiv, Västerås; Mats Leijon, intervju.
33. Mats Leijon, intervju.
34. »Bilaga 2: Utvecklingssamarbete Vattenfall-Asea«, Sammanträdesprotokoll nr 8, 25 augusti 1971, ABB:s centralarkiv Västerås, ABB/VVVK 07-020; M. Chamia, »Utvecklingssamarbete Vattenfall-Asea«, 18 juni 1984, ABB:s centralarkiv, Västerås.

- ABB/VVVK 07-013; Ölwegård m.fl. (1976).
35. Mats Leijon, intervju.
 36. Ibid.
 37. Kjell Isaksson, intervju.
 38. Ibid.
 39. Klaus Ragaller och Mats Leijon, »HV generator«, [1997], Harry Franks personliga arkiv, Västerås.
 40. Kjell Isaksson, intervju.
 41. Law och Callon (1992).
 42. Harry Frank, intervju.
 43. Fridlund (1999), s. 23f.
 44. Harry Frank, intervju; Mats Leijon, intervju.
 45. Harry Frank, intervju.
 46. Klaus Ragaller och Mats Leijon, »HV generator«, (1997), Harry Franks personliga arkiv, Västerås.
 47. ABB, »Form 20-F: Registration Statement Pursuant to Section 12(b) or (g) of the Securities Exchange Act of 1934: As filed with the Securities and Exchange Commission on April 3, 2001«, s. 38.
 48. *Dagens Nyheter*, 26 februari 1998, »ABB: Ny generator banbrytande. Det största tekniksprånget på 100 år inom högspänning«.
 49. Kjell Isaksson, intervju.
 50. Vattenfall AB till Statens Energi-myndighet, »Ansökan om utvecklings- och demonstrationsstöd för konceptet Powerformer i Porsäns vattenkraftstation«, 22 juni 1998, STEM Arkiv, Eskilstuna, Dossier P11405-1.
 51. Sture Lindahl, intervju; Mikael Dahlgren, intervju.
 52. Lars Tegnér, intervju; Sture Lindahl, intervju; Anders Björklund, intervju.
 53. Carlsson och Nachemsson-Ekwall (2003), s. 85.
 54. ABB, 23 mars 1999, »ABB and ALSTOM create world leader in Power Generation« (pressmeddelande).
 55. *Dagens Nyheter*, 24 mars 1999, »ABB bildar bolag med franska Alstom«.
 56. ABB, 3 mars 2000, »New ABB shows strong '99 earnings, cash generation« (pressmeddelande).
 57. ABB, 27 mars 2000, »ABB, Investor and partners launch new venture group to boost European business-to-business Commerce« (pressmeddelande). Författarnas översättning.
 58. ABB, 31 mars 2000, »Alstom acquires ABB's share in ABB Alstom Power« (pressmeddelande).
 59. Ibid. Författarnas översättning.
 60. Morosini (2000), s. 109.
 61. Sture Lindahl, intervju.
 62. IVA, 30 november 2004, »IVA initierar nationell kraftsamling: 'Elkrafttringen' – en sprängbräda till världsmarknaden« (pressmeddelande).
 63. Hägermark (2003), s. 16–23.
 64. *Samverkan för tillväxt*, slutrapport, s. 4.
 65. IVA, 30 november 2004, »IVA initierar nationell kraftsamling: 'Elkrafttringen' – en sprängbräda till världsmarknaden« (pressmeddelande).

Kapitel 8

1. Göran Persson i en intervju med Ekot, 22 mars 2006. »Jag har aldrig någonsin dolt att jag inte varit någon anhängare till den här avregleringen. Men den har gjorts och vi lever med den. Konkurrensen är inte överdrivet imponerande, om jag uttrycker mig försiktigt.« Jfr intervju med Persson i ERA 1993 (kapitel 4).
2. Som vi påpekat i kapitel 6 drömde dock kraftbolag som Vattenfall och Sydkraft om att erövra även transportsektorn.

Tryckt litteratur

- Andersson-Skog, L. och Krantz, O. (1999) (red.), *Institutions in the Transport and Communications Industries: State and private actors in the making of institutional patterns, 1850–1990*, Canton, MA: Science History Publications.
- Anshelm, J. (2000), *Mellan frälsning och domedag: Om kärnkraftens politiska idéhistoria i Sverige 1945–1999*, Stockholm/Stehag: Symposion.
- Berg, A. (1999), *Staten som kapitalist: Marknadsanpassningen av de affärsdrivande verken 1976–1994: En bok från PISA-projektet*, Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis.
- Berner, B. (1999), *Perpetuum Mobile? Teknikens utmaningar och historiens gång*, Lund: Arkiv Förlag.
- Bijker, W., Pinch, T. och Hughes, T. (1987) (red.), *The Social Construction of Technological Systems: New directions in the sociology and history of technology*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Bjurling, O. (1982), *Sydskraft – samhälle. En berättelse i text och bild*, Malmö: Sydskraft.
- Bladh, M. (2002), *Kraftbolagen, kommunerna och elavregleringen. Ägarförändringar i elbranschen 1991–2002*, Linköping: Tema T, Arbetsnotat nr 251, oktober.
- Callon, M. (1981), »Pour une sociologie des controverses technologiques», *Fundamenta Scientiae*, vol. 2, nr 3/4, s. 381–399.
- Carlsson, B. och Nachemson-Ekwall, S. (2003), *Livsfarlig ledning: Historien om kraschen i ABB*, Stockholm: Ekerlids Förlag.
- Coutard, O. (1999) (red.), *The Governance of Large Technical Systems*, London: Routledge.
- Cushman, D. och Sanderson King, S. (1994), »Communication in Multinational Organizations in the United States and Western Europe», i Wiseman, R. och Shuter, R. (red.), *Communicating in Multinational Organizations*, Thousand Oaks: Sage Publications, s. 94–114.
- Dahmén, E. (1950), *Svensk industriell företagarverksamhet: Kausalanalys av den industriella utvecklingen 1919–1939*, Stockholm: Industriens utredningsinstitut.
- Dahmén, E. (1988), »Development blocks in industrial economics», *Scandinavian Economic History Review*, vol. 36, nr 1.
- Dooley, J. (1997), *Unintended Consequences: Energy R&D in a Deregulated Market*, Washington, DC: Pacific Northwest National Laboratory.
- Elmbrant, B. (1993), *Så föll den svenska modellen*, Stockholm: Fischer.
- Fridlund, M. (1999), *Den gemensamma utvecklingen: Staten, storföretaget och samarbetet kring den svenska elkrafttekniken*, Stockholm: Symposion.
- Glete, J. (1983), *Asea under hundra år, 1883–1983: En studie i ett storföretags organisatoriska, tekniska och ekonomiska utveckling*, Västerås: Asea.
- Gostkowski, R. (2000), *Power Sector Privatization in Central/Eastern Europe and Eurasia: Results and Future Plans*, uppsats presenterad på USEA:s konferens i Budapest, 6–8 juni.
- Gradin, R. (1984), *Vattenfall under 75 år*, Vällingby: Statens Vattenfallsverk.
- Hådén, E. (1993), *Elektricitetens prissättning och elsystemets utveckling*, Stockholm: KTH.
- Haegermark, H. (2003), »Energisektorn», i Blomgren, H. (red.), *För en långsiktigt positiv teknikutveckling på avreglerade marknader: Executive Summary: Vad vi kan lära av telekom-, energi-, järnvägs- respektive försvarssektorn*. En delrapport från IVA-projektet Samverkan för tillväxt, Stockholm: IVA, s. 16–23.
- Hirsh, R. (1989), *Technology and Transformation in the American Electric Power Industry*, Cambridge och New York: Cambridge University Press.
- Hirsh, R. (1999), *Power Loss: The origins of deregulation and restructuring in the American electric utility industry*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Hjalmarsson, L. (1996), »From club-regulation to market competition in the Scandinavian electricity supply industry», i Gilbert, R. och Kahn, E. (red.), *International Comparisons of Electricity Regulation*, Cambridge: Cambridge University Press, s. 126–177.
- Högselius, P. (2003), *Large Technical Systems and Political Revolutions: Electricity in the volatile history of the Baltic states*, Linköping: Tema T, Arbetsnotat nr 267, mars.
- Högselius, P. (2005), *Die deutsch-deutsche Geschichte des Kernkraftwerkes Greifswald: Atomenergie zwischen Ost und West*, Berlin: Berliner Wissenschafts-Verlag.
- Högselius, P. (2006), »Connecting East and West? Electricity Systems in the Baltic Region», i van der Vleuten, E. och Kaijser, A. (red.), *Networking Europe: Transnational Infrastructures and the Shaping of Europe, 1850–2000*, Canton, MA: Science History Publications.
- Holmberg, S. och Weibull, L. (2001) (red.), *Land du välsignade?*, Göteborg: som-Institutet.
- Hughes, T. (1983), *Networks of Power: Electrification in Western Society 1880–1930*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Hughes, T. (1987), »The Evolution of Large Technical Systems», i Bijker, W., Hughes T. och Pinch, T. (red.), *The Social Construction of Technological Systems. New directions in the sociology and history of technology*, Cambridge, MA: MIT Press, s. 51–82.
- Jakobsson, E. (1996), *Industrialisering av älvar: studier kring svensk vattenkraftutbyggnad 1900–1918*, Göteborg: Göteborgs universitet.
- Kaijser, A. (1986), *Stadens ljus: etableringen av de första svenska gasverken*, Malmö: Liber Förlag.
- Kaijser, A. (1988), »Att lära av historien: Kommunal energiförsörjning under 150 år, i Gorpe, P. och Borchers, M. (red.), *Perspektiv på kommunal energiplanering – En antologi*, Stockholm: Statens energiverk, s. 69–100.
- Kaijser, A. (1992), »Redirecting Power: Swedish nuclear power policies in historical perspective», *Annual Review of Energy and the Environment*, vol. 17, s. 437–462.
- Kaijser, A. (1994), *Ifärdens spår: den svenska infrastrukturens historiska utveckling och framtida utmaningar*, Stockholm: Carlsson.
- Kaijser, A. (1997), »Trans-border integration of electricity and gas in the Nordic countries, 1915–1992», *Polhem*, vol. 15, s. 4–43.
- Kaijser, A., Mogren, A. och Steen, P. (1988), *Att ändra riktning: villkor för ny energiteknik*, Stockholm: Allmänna förlaget.
- Kala, K. och Vabar, M. (1979), *Electrification of the Estonian SSR*, Tallinn: Perioodika.
- Kander, A. (2002), *Economic growth, energy consumption and CO₂ emissions in Sweden, 1800–2000*, Lund, Studies in Economic History 19, Stockholm: Almqvist & Wiksell International.
- Lalander, S. (1996), *Swedpower: The first 20 years, 1976–1996*, Stockholm: Swed-Power.
- Lalander, S. (2004), *50 år i kraftförsörjningens tjänst: Från nationell till global verksamhet*, Stockholm: Vattenfall.
- Law, J. och Callon, M. (1987), »The Life and Death of an Aircraft: A network analysis of technical change», i Bijker, W. och Law, J. (red.), *Shaping Technology, Building Society: Studies in socio-*

- technical change*, Cambridge, MA: MIT Press, s. 21–52.
- Lundgren, L. (1978), *Energipolitik i Sverige 1890–1975*. En delrapport från studien Energi och samhälle, Stockholm: Sekretariatet för framtidsstudier.
- Lundqvist, T. (2003), *Konkurrensvisionens framväxt. Konkurrenspolitik, intressen och politisk kultur*, Stockholm: Institutet för framtidsstudier.
- Magnusson, L. (1996), *Sveriges ekonomiska historia*, Stockholm: Rabén Prisma.
- Midttun, A. (1997a), »The Norwegian, Swedish and Finnish Reforms: Competitive public capitalism and the emergence of the Nordic internal market«, i Midttun, A. (red.), *European Electricity Systems in Transition. A comparative analysis of policy and regulation in Western Europe*, Oxford: Elsevier.
- Midttun, A. (1997b), »Electricity Policy Within the European Union: One step forward, two steps back«, i Midttun, A. (red.), *European Electricity Systems in Transition. A comparative analysis of policy and regulation in Western Europe*, Oxford: Elsevier.
- Moberg, E. (1991), *Naturgas i Sverige. Ett bidrag till diskussionen om statens roll i samhället*, Stockholm: Svenskt Näringsliv.
- Modig, H. (1984), »El på landsbygden: ett ekonomiskt och organisatoriskt problem«, *Daedalus*, vol. 53, s. 231–238.
- Mokyr, J. (2002), *The Gifts of Athena: Historical origins of the knowledge economy*, Princeton och Oxford: Princeton University Press.
- Morosini, P. (2000), »Competence sharing across boundaries«, i Strebel, P. (red.), *Focused Energy: Mastering bottom-up organization*, Chichester: Wiley, s. 102–116.
- Sandström, U. (1985), »Kraftbörsen öppnades via VAST«, i *Personligt präglad – utgiven till Svenska Kraftverksföreningens 75-årsjubileum*, Stockholm: Svenska Kraftverksföreningen.
- Schön, L. (2000), *En modern svensk ekonomisk historia: tillväxt och omvandling under två sekel*, Stockholm: SNS Förlag.
- Schumpeter, J. (1947), »The Creative Response in Economic History«, *Journal of Economic History*, vol. 7, nr 2, s. 149–159.
- STEM (1999), *Future conditions for integration of the Baltic electricity supply system*, Eskilstuna: Statens Energimyndighet.
- Summerton, J. (1994) (red.), *Changing Large Technical Systems*, Boulder, CO: Westview Press.
- Tell, F. (1997), *Knowledge and Justification: Exploring the knowledge-based firm*, Linköping: Linköpings universitet.
- Thomas, S. (1997), »The British Market Reform: a centralistic capitalist approach«, i Midttun, A. (red.), *European Electricity Systems in Transition. A comparative analysis of policy and regulation in Western Europe*, Oxford: Elsevier.
- Thue, L. (1995), »Electricity Rules: The formation and development of the Nordic electricity regimes«, i Kaijser, A. och Hedin, M. (red.), *Nordic Energy Systems: Historical perspectives and current issues*, Canton, MA: Science History Publications.
- Vrethem, Å. (1983), »Jonas Wenström och trefasssystemet«, i *Teknik i Asea: 1883–1983*, Västerås: Asea.
- Åberg, A. (1962), *Från skvaltkvarn till storkraftverk: om den enskilda och kommunala kraftindustrins tillkomst och utveckling*, Stockholm: Fritzes.
- Ölwegård, Å., Ahlgren, L. och Frank, H. (1976), »Thyristor-Controlled Shunt Capacitors for Improving System Stability«, CIGRÉ Paper 32–20.

Periodika

- ABB, pressmeddelanden
Affärsvärlden
Birka Energi, årsredovisningar
Dagens Industri
Dagens Nyheter
Eesti Energia, pressmeddelanden
Ekot
ERA
Expressen
Frankfurter Allgemeine Zeitung
Finanstidningen
Fortum, årsredovisningar
IEA, *Energy Statistics of OECD Countries*
IVA, pressmeddelanden
IVO, årsredovisningar
Ny Teknik
Nyhetsbyrån Direkt
Statistisk årsbok
Statsanställ
Svenska Dagbladet
Sydkraft, årsredovisningar
Tageszeitung
TT, nyhetstelegram
Vattenfall Engineering AB i Focus
Vattenfall, årsredovisningar
Vattenfall, pressmeddelanden
Vattenfalls nyheter
Veckans Affärer
Vi i Vattenfall

Propositioner, motioner, utredningar, arkivmaterial m.m.

- ABB, »Form 20-F: Registration Statement Pursuant to Section 12(b) or (g) of the Securities Exchange Act of 1934: As filed with the Securities and Exchange Commission on April 3, 2001«.
- ABB, Sammanträdesprotokoll nr 8, 25 augusti 1971, ABB Central Archive Västerås, ABB/VVDK 07-010.
- BALTREL, *Baltic Ring Study*, Main Report, vol. 1, 1998.
- Chamia, M., »Nytt avtal om tekniskt samarbete med Vattenfall«, meddelande NK3-337, 21 december 1982, ABB Central Archive Västerås, ABB/VVDK 07-014.
- Chamia, M., »Utvecklingssamarbete Vattenfall-Asea«, 18 juni 1984, ABB Central Archive Västerås, ABB/VVDK 07-013.
- Ds 1989:23, *Vad ska staten äga? De statliga företagen inför 1990-talet*. Rapport till Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi (ESO).
- Ds 1990:36, *Statens dolda kapital. Aktivt ägande: exemplet Vattenfall*. Rapport till Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi (ESO).
- Ds 1995:8, *Vissa tekniska frågor i den nya ellagstiftningen*.
- EG-kommissionen, *The Internal Energy Market* (Commission Working Document), Bryssel, 2 maj 1988.
- IEA, *Country Report on Poland*, Paris: International Energy Agency, november 2001.
- Industridepartementet, *Uppdrag att utreda drivkrafterna för och effekterna av en ökad vertikal integration på den svenska elmarknaden* (Regeringsbeslut 1991-06-27).
- IVA, *Samverkan för tillväxt – teknikutveckling på omreglerade marknader: slutrapport*, 2004.
- Motioner 1984/85:2 070 (c), 2 875 (m), 2 088 (vpk).
- Motioner 1990/91:N218 (borgerlig), N33 (fp), N34 (m), N32 (c), 1990/91:N45 (v), N42 (mp).
- Näringsutskottet 1987/88:41.
- Näringsutskottet 1990/91:38.
- Näringsutskottet 1991/92:10.
- Näringsutskottet 1991/92:30.
- Näringsutskottet 1993/94:22.
- NUTEK (B 1991:6), *Elmarknad i förändring. Från monopol till konkurrens*.
- NUTEK (B 1991:7), *Elmarknaderna i Europa*.
- Proposition 1987/88:87.
- Proposition 1990/91:87.

- Proposition 1990/91:88.
 Proposition 1991/92:133.
 Proposition 1991/92:49.
 Proposition 1993/94:162.
 Proposition 1994/95:222.
 Proposition 1994/95:84.
 Ragaller, K. och Leijon, M., »HV generatortor«, [1997], Harry Franks personliga arkiv, Västerås.
 Ragaller, K. och Pinnekamp, F., »HÖG – new generator for power plants: A HIF proposal«, [1997], Harry Franks personliga arkiv, Västerås.
 Regeringsskrivelse 1990/91:50.
 SOU 1993:105, *Monopolkontroll på avreglerad elmarknad*.
 SOU 1993:68, *Elkonkurrens med nätmonopol*.
 SOU 1995:108, *Ny ellag. Slutbetänkande* (Ellagstiftningsutredningen).
 SOU 1995:139, *Omställning av energisystemet*.
 SOU 1995:14, *Ny elmarknad*.
 SPK och NUTEK, *Vertikal integration på elmarknaden*, SPK:s rapportserie.

Intervjuer

Sverige

- Björklund, Anders (Eskilstuna, 11 maj 2004)
 Bruce, Tomas (Stockholm, 10 mars 2005)
 Dahlgren, Mikael m.fl. (Västerås, 13 maj 2004)
 Eng, Tord (Stockholm, 15 mars 2005)
 Falkenberg, Rolf (Stockholm, 3 februari 2006)
 Frank, Harry (Stockholm, 12 mars 2004 och Västerås, 13 maj 2004)
 Göthe, Stig (Stockholm, 2 september 2004)*
 Heden, Håkan (Stockholm, 9 september 2004)*
 Hedenstedt, Anders (Göteborg, 13 december 2004)
 Helzén, Berndt-Olof (Ekerö, 22 december 2004)
 Hulterström, Sven (Stockholm, 23 mars 2006)
 Isaksson, Kjell (Stockholm, 16 maj 2004)
 Jonsson, Helge (Stockholm, 29 december 2004)
 Kjörnsberg, Arne (telefon, 21 mars 2006)
 Lalander, Sven (Lidingö, 25 februari 2005)
 Lamell, Jan (Finnslätten, 13 maj 2004)
 Lindahl, Sture (Västerås, 17 maj 2004)
 Lindh, Gösta (Stockholm, 9 mars 2005)
 Lundberg, Gunnar (Stockholm, 20 december 2004)

- 1991:22/NUTEK:s rapportserie.
 1991:31.
 Svenska elverksföreningens handlingar 1926, nr 3.
 Svenska Kraftnät, *Handelsplats för el. Utredning om förutsättningar för en svensk elbörs* (»Kraftbörsutredningen«), 1993.
 Vattenfall AB till Statens Energimyndighet, »Ansökan om utvecklings- och demonstrationsstöd för konceptet Powerformer i Porsi vattenkraftstation«, 22 juni 1998, STEM Arkiv, Eskilstuna, Dossier P11405-1.
Vertrag zwischen der Deutschen Demokratischen Republik, vertreten durch den Minister für Umwelt, Energie und Reaktorsicherheit – einerseits – und der Bayernwerk AG, München, der PreußenElektra AG, Hannover, und der RWE Energie AG, Essen – andererseits (»Stromverträge«).
 World Power Conference 1936, Section III, Paper nr 9.

- Lundberg, Lennart (Stockholm, 21 december 2004)
 Magnusson, Jan (Stockholm, 30 mars 2005)
 May, Martin (Stockholm, 2 mars 2005)
 Mogren, Arne (Stockholm, 24 januari 2005)
 Nelson, Bo (Stockholm, 26 augusti 2004)*
 Nyquist, Carl-Erik (Stockholm, 4 februari 2006)
 Tegnér, Lars (Eskilstuna, 11 maj 2004)
 Vallin, Gunnar (Arlanda, 21 februari 2005)
 Wallin, Lars (Stockholm, 16 maj 2004)
 Walve, Kenneth (Stockholm, 15 september 2004)
 Vernmark, Bengt (Stockholm, 11 januari 2005)

Tyskland

- Fagerlund, Mats (Berlin, 15 april 2005)
 Lubitz, Joachim (Berlin, 11 februari 2005)
 Martiny, Martin (Berlin, 15 april 2005)
 Saalfeld, Michael (Hamburg, 12 april 2005)
 Stadel, Hans-Christoph (Hamburg, 13 april 2005)
 Stotz, Jürgen (Berlin, 11 april 2005)
 von Tschischwitz, Heiko (Hamburg, 12 april 2005)
 Witte, Stefan (Hamburg, 13 april 2005)

Polen

- Czarzasty, Edward (Belchatów, 17 mars 2005)
 Drezewski, Jacek (Warszawa, 14 mars 2005)
 Hatakka, Tuomo (Warszawa, 16 mars 2005)
 Kolodziej, Piotr (Gliwice, 15 mars 2005)
 Szularz, Marek m.fl. (Puszków, 16 mars 2005)
 Wahlborg, Torbjörn (Gliwice, 15 mars 2005)

Finland

- Hägglund, Kaj (Helsingfors, 17 juni 2005)
 Mikola, Jouko (Esbo, 21 juni 2005)
 Numminen, Kalevi (Helsingfors, 20 juni 2005)
 Nurminen, Kalevi (Helsingfors, 17 juni 2005)

* Intervjuer utförda av Henrik Nilsson och Hanna Sandberg.