

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA NUCLEAR: CONCEPTO Y EXPERIENCIAS

NUCLEAR TECHNOLOGY TRANSFER: CONCEPT AND EXPERIENCE

Hans Frewer



Hans Frewer, Doctor Ingeniero, ha seguido cursos de adiestramiento como Ingeniero Eléctrico y Nuclear en Alemania y Estados Unidos. Desde 1958 es miembro del Departamento de Desarrollo de Reactores de la empresa Siemens. Desde la fundación, en 1969, de KWU ejerce el cargo de Vicepresidente Ejecutivo, siendo responsable de las divisiones Técnica y de Proyectos. También ocupa la presidencia de la empresa de reactores rápidos INTERATOM y otras filiales en el campo del ciclo de combustible. Es Vicepresidente de las empresas nucleares brasileñas NUCLEN y NUCLEP y de la empresa de ingeniería nuclear argentina ENACE.

Dr. Ing. Hans Frewer has been trained as electrical and nuclear engineer in Germany and the United States.

Since 1958 he is member of the reactor development department of the Siemens company. Since the foundation of KWU in 1969 he is Executive Vice President, responsible for the technical and project divisions.

Dr. Frewer is in parallel Chairman of the German fastbreeder company INTERATOM and other subsidiaries in the fuel cycle field. Furthermore he is Vice Chairman of the Brazilian nuclear companies NUCLEN and NUCLEP as well as of the Argentine nuclear engineering company ENACE.

Con motivo de la Tercera Conferencia Internacional de Transferencia de Tecnología (ICONTT III), Kraftwerk Union AG (KWU) expone las condiciones previas necesarias para una transferencia eficaz de tecnología y, tomando como ejemplo su cooperación con Brasil, Argentina y España, describe su concepto y las experiencias acumuladas durante más de dos décadas de transferencia de tecnología.

En el sector de la energía nuclear, la República Federal de Alemania estuvo en la situación particular de que hasta que no recuperó su soberanía en 1955 no pudo empezar los estudios correspondientes, encontrándose entonces, por así decirlo, en el punto de partida.

En un principio, la industria nuclear alemana fue receptora de Know-how, sentando, mediante la ayuda de licencias y de entrenamiento «on the job», las bases para recuperar en pocos años este retraso. Luego siguió desarrollando estas tecnologías hasta alcanzar el elevado nivel que se refleja en los buenos resultados obtenidos en la explotación de las centrales nucleares construidas por KWU en Alemania y en el extranjero.

Una particularidad del mercado alemán consiste en que desde un principio las centrales nucleares se construyeron, y se siguen construyendo, según la modalidad de llave en mano, bajo la dirección de un contratista general, manteniendo los operadores/propietarios una parte importante en las decisiones sobre la tecnología a emplear. Así, las 31 centrales nucleares operadas por KWU en Alemania se construyeron según la modalidad de llave en mano. Gracias a esto, KWU ha acumulado profundas experiencias en la construcción de proyectos complejos y sofisticados, así como en las actividades asociadas a los mismos.

KWU es la única empresa en el mundo que ha trabajado en todo el amplio espectro de la tecnología nuclear: centrales con reactores de agua ligera a presión, reactores de agua en ebullición, reactores de agua pesada y reactores rápidos refrigerados por sodio, cada una de las cuales representa tendencias totalmente independiente en lo que a su desarrollo se refiere. Las experiencias ganadas en cada tipo de reactor han

On the occasion of the «Third International Conference on Nuclear Technology Transfer» (ICONTT III) Kraftwerk Union AG (KWU) presents the prerequisites for effective nuclear technology transfer and uses the example of its cooperation with Brazil, Argentina and Spain to describe its concept and the experience it has accumulated during almost two decades of technology transfer.

The Federal Republic of Germany found itself in an extraordinary situation in the field of nuclear power, since it was not allowed to get involved in this sector until regaining sovereignty in 1955, and then practically started from scratch in respect of nuclear technology.

At first, the German nuclear industry itself received Know-how and, with the aid of licenses and on-the-job training, created the basis for catching up with the other countries in only a few years. Today its technology has reached the high standard reflected by the good operating results of the nuclear power plants built by Kraftwerk Union AG (KWU) in Germany itself and abroad.

It is a special feature of the German market that nuclear power plants were built from the very beginning and continue to be built as turnkey plants by a general contractor with the involved owner/operators having a strong say in the definition of the technology. Thus, in Germany the turnkey concept formed the basis for a total of 31 nuclear power plant orders which have been handled by KWU. Through this turnkey processing concept KWU has accumulated an experience potential in the construction of complex and sophisticated turnkey projects and the associated activities.

KWU is the only company in the world to have built the broad spectrum of nuclear power technology, boiling and pressurized light water reactor, heavy water reactor and sodium-cooled fast breeder nuclear power plants which today each represent completely independent trends in terms of development. Here the experience gained with each different type of reactor has formed an essential basis for the generic



Obra de la central nuclear Trillo I.

Construction Site of Trillo I Nuclear Power Plant.

constituido una base esencial para el éxito genérico de desarrollos ulteriores. Desde hace muchos años, la excelente fiabilidad de las centrales de KWU viene confirmando su calidad inherente; por ejemplo, en 1984 el factor de utilización de las centrales de KWU fue del orden del 82,7 %.

KWU ha tenido éxito en Alemania y en el extranjero con su modelo de contratista general y es, por tanto, no solamente suministradora de NSSS y del turbogruppo, sino al mismo tiempo ingeniero proyectista y contratista general para toda la central a construir según la modalidad de llave en mano, con plena responsabilidad de la puesta en servicio, así como de la capacitación del personal de explotación. Una ingeniería integrada y una dirección de proyectos integrada, así como un sistema uniforme de control de calidad para la planta entera, dan lugar a una tecnología coherente para la que se pueden dar todas las garantías.

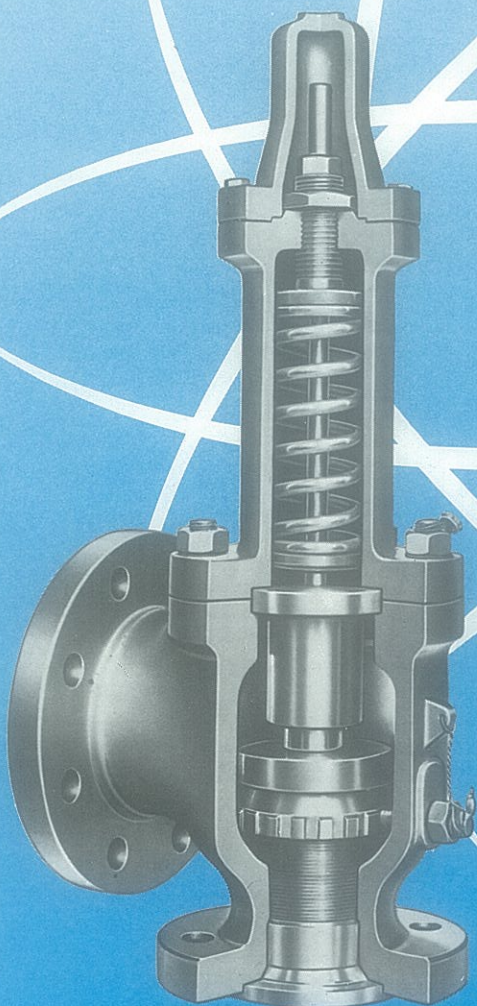
La experiencia como contratista general reviste importancia particular también en la exportación de centrales nucleares, puesto que constituye la base para la participación sin contratiempos de la correspondiente industria nacional, así como para una transferencia eficaz de tecnología. El interés de la mayor parte de los países receptores no se centra en la importación de centrales nucleares completas y llave en mano, sino más bien en una cooperación que contribuya al avance tecnológico de su industria nacional. De la multitud de posibilidades de cooperación y de distribución internacional de actividades, se eligió en cada caso, en acuerdo con estos países, la que, teniendo en cuenta los intereses mutuos, parecía más conveniente. De modo que las cooperaciones de KWU con estos

success of further development. For many years, the excellent availability of KWU plants has been confirming their inherent quality; for example in 1984, the mean load factor of KWU's plants was 82.7 %.

KWU has been successful in Germany and abroad with its general contractor model and is therefore not only supplier of NSSS and turbine generator, but at the same time also architect engineer and general contractor for the turnkey overall plants, with full responsibility for commissioning and training of utility operating personnel. Integrated engineering, integrated project management and a uniform quality assurance system for the whole plant produce coherent technology for which overall guarantees can be given.

The experience accumulated as general contractor is of special importance for the export of nuclear power plants, since it provides the basis for smooth participation of the respective national industry and for efficient technology transfer. Most of the recipient countries are interested less in importing complete turnkey nuclear power plants but rather in cooperation which enhances their national industry in terms of technology. In agreements concluded with these countries, the possibility which appeared most expedient in the light of the mutual interests was selected from the numerous possibilities for cooperation and international division of labour. Thus, cooperation between KWU and these countries also covers the transfer of nuclear technology not only in respect of the

VALVULAS DE SEGURIDAD



□ Tecnología y patentes propias, fruto de largos años de investigación y experiencia en el mercado nacional y extranjero.

□ Autorizadas por la Dirección General de Energía para su instalación en Centrales Nucleares.

□ Diseñadas para instalación en:

CENTRALES NUCLEARES cumpliendo los requisitos del código ASME Sección III, Subsecciones NB, NC y ND.

CENTRALES TERMICAS de acuerdo con el código ASME, Sección I «Power Boilers».

RECIPIENTES A PRESION según código ASME, Sección VIII «Pressure Vessels».

PLANTAS PETROQUIMICAS según normas API y ANSI.

CONSTRUCCION NAVAL «Reglamento de Lloyd's Register of Shipping».

SERVICIO A BAJA TEMPERATURA según normas IMCO.

* Amplia gama de materiales de construcción para soportar las condiciones de trabajo más rigurosas.
* Construidas según normas DIN y ANSI.

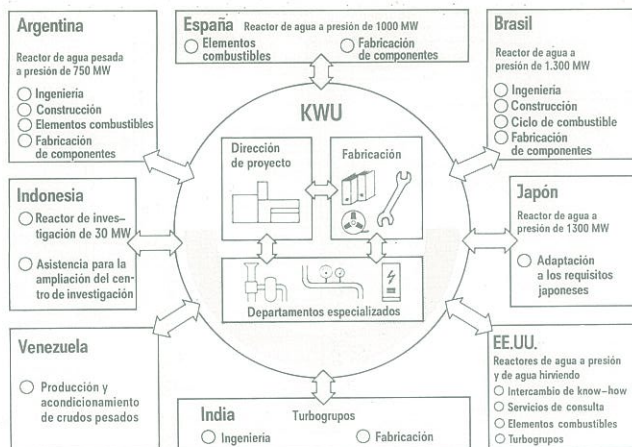
También fabricamos

- VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION
- VALVULAS DE BOLA
- VALVULAS DE MARIPOSA
- PURGADORES
- FILTROS

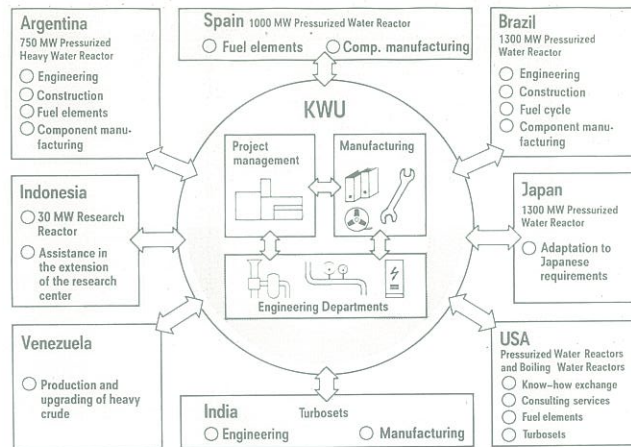


imporex s.a

Avda. Carrilet, 219 Telex 51071 JC E - Apartado 1055 HOSPITALET DE LLOBREGAT (Barcelona) España



FI KWU y sus Socios Internacionales de Cooperación.



FI KWU and its International Cooperation Partners.

países abarcan también la transferencia de tecnología nuclear, no solamente para la fabricación de componentes para centrales nucleares, sino también para las funciones de ingeniería y de dirección destinadas a la planificación y la construcción de centrales nucleares.

Ya desde siempre KWU ha adaptado a cada país este concepto de cooperación, es decir, ha ajustado el volumen de cooperación, de transferencia de tecnología y de suministros a las necesidades del país en cuestión. Una cooperación de esta índole incluye mucho más que la concesión de una licencia. Por una parte, la transferencia de tecnología constituye un proceso dinámico que no se limita al Know-how en el sentido estricto de la palabra, lo que sería suficiente para imitar una tecnología, sino que involucra también el Know-why, permitiendo, de esa forma, el desarrollo ulterior autónomo de la tecnología. Por otra parte, la cooperación abarca también una ayuda para el desarrollo de la infraestructura nuclear, lo que, en muchos casos, es condición necesaria para poder establecer la transferencia de tecnología en el sentido propio de la palabra. Un objetivo sumamente importante de la cooperación es la adaptación de la tecnología transferida a las realidades y necesidades del país receptor, de tal modo que el funcionamiento, la fiabilidad y la seguridad de las centrales nucleares construidas con tecnología adaptada sean los mismos que en las construidas en Alemania, pero de manera que se consiga en las primeras etapas una elevada participación de la industria del país receptor.

Requisito indispensable para una transferencia eficaz de tecnología nuclear en toda su extensión y complejidad es que el país receptor tenga un programa a largo plazo de construcción de plantas nucleares, así como un programa consecuente con el anterior para una cooperación a largo plazo. De esta forma, y sobre la base de la tecnología suministrada, el país receptor adquiere independencia en la construcción de plantas nucleares dentro de un período determinado. Los países industrializados, por el contrario, han de asumir los costes y riesgos de los programas de investigación y desarrollo, con la finalidad de alcanzar este estado por medio de reactores de investigación y un aumento escalonado de la potencia de las plantas nucleares, y han tenido que pagar frecuentemente en este proceso por errores costosos.

La fig. 1 muestra el amplio espectro de cooperaciones internacionales de KWU en los sectores nuclear y convencional.

A continuación se expone la capacidad de adaptación de la transferencia de tecnología a las necesidades de los países y a la realidad nacional, tomando como ejemplo las cooperaciones con Brasil, Argentina y España, cuyas estructuras particulares son diferentes.

BRASIL

La primera central nuclear brasileña, Angra 1, se importó prácticamente en su totalidad de los Estados Unidos, por lo que la participación de la industria brasileña fue relativamente módica. A la vista de la importancia que, a largo plazo, se

manufacture of nuclear power plant components, but also in respect of engineering services for nuclear power plant design and construction and the management thereof.

From the very beginning KWU has tailored the cooperation concept to the circumstances in each country, i. e., it has geared the scope of cooperation, technology transfer and supplies to the needs of the given country. Cooperation of this nature goes well beyond the granting of a license. On the one hand, technology transfer is a dynamic process which is not restricted to Know-how in the narrower sense as would be sufficient for imitating a technology, but includes also Know-why and thus enables independent further development of technology. On the other hand, cooperation also covers assistance in the organization of the nuclear infrastructure which in many cases creates the prerequisites for actual technology transfer. An extremely important task of cooperation is the adaptation of transferred technology to the circumstances and needs of the recipient country such that the nuclear power plants built with the adapted technology function just as properly and are just as reliable and safe as those built in Germany, but that at the same time a high degree of participation of the recipient country's industry is achieved at an early stage.

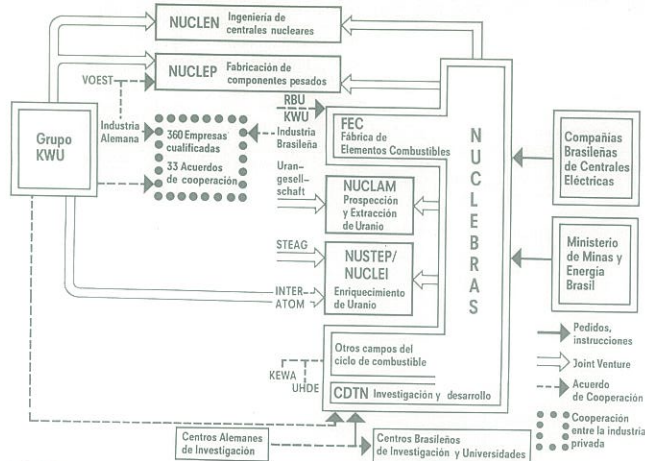
Prerequisite for the meaningful transfer of nuclear technology, in its entire scope and complexity, is a long-term nuclear power plant construction program in the recipient country and a related program for long-term nuclear cooperation. In this manner, the recipient country attains independence in the construction of nuclear power plants within a certain time frame on the basis of proven technology. By contrast, industrialized countries had to undertake costly and risky research and development programs in order to achieve this status via research reactors and a step-by-step upgrading of nuclear power plants, and had in the process often to pay for costly errors.

The broad spectrum of KWU's international cooperation in the nuclear and conventional field is shown in fig. 1.

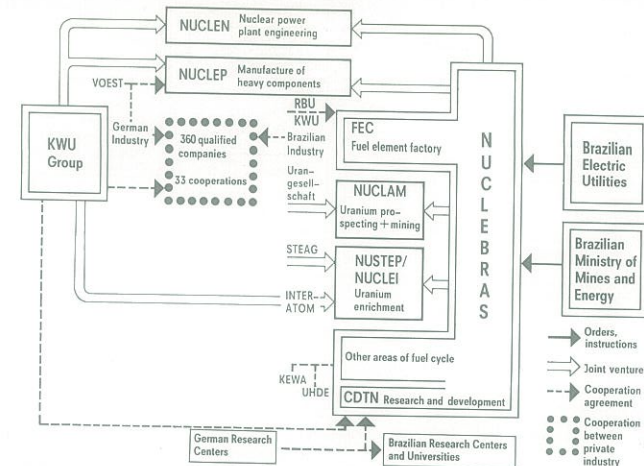
The example of the differently structured cooperation agreements with Brazil, Argentina and Spain is used in the following to illustrate the adaptability of technology transfer to the needs of the countries and the national circumstances.

BRAZIL

The first Brazilian nuclear power plant, Angra 1 (657 MW), was imported more-or-less complete from the USA, thus permitting Brazilian industry only fairly modest involvement in the project. In view of the important role nuclear energy is



F II Estructura de la Cooperación Nuclear Brasileño-Alemana.



F II Structure of Brazilian-German Nuclear Cooperation.

espera que la energía nuclear tenga para el suministro de corriente eléctrica, en el año 1975 Brasil se decidió por un programa nuclear cuyo objetivo consiste en llegar a dominar industrialmente la técnica nuclear basada en el reactor de agua a presión. A tal fin, Brasil concertó con la República Federal de Alemania un acuerdo sobre cooperación nuclear que prevé una amplia transferencia de tecnología, y cuyos objetivos son:

- Desarrollo de la infraestructura industrial para la planificación, la construcción y la explotación de centrales nucleares.
- Creación de una industria del ciclo de combustible nuclear.
- Absorción de la tecnología nuclear alemana y adaptación de la misma a las realidades y necesidades nacionales.
- Creación de una base para el futuro perfeccionamiento de tecnología nuclear.
- Promoción del nivel industrial general mediante el dominio de una tecnología de vanguardia que repercuta sobre amplios sectores de la industria.

A tal fin, Brasil tuvo acceso a todas las tecnologías necesarias para la construcción y explotación de sus centrales nucleares, incluyendo el correspondiente ciclo del combustible nuclear. Mientras que mundialmente el acceso a las tecnologías nucleares está supeditado a restricciones específicas y depende de los cambios en las circunstancias políticas, la libre transferencia de tecnología entre la República Federal de Alemania y Brasil se garantiza por medio de un acuerdo intergubernamental entre ambos países, apoyado por el acuerdo trilateral de salvaguardia y garantizado para toda la duración del mismo.

La estructura de la cooperación germano-brasileña está representada en la fig. 2. La transferencia de tecnología no tiene lugar solamente entre KWU y NUCLEBRAS (la empresa estatal para el programa nuclear) y sus filiales NUCLEN, NUCLEP y NUCLEI, sino que consiste en un gran número de asociaciones entre empresas extranjeras y nacionales, existiendo, hasta la fecha, 33 acuerdos de cooperación.

En la práctica, la transferencia de tecnología se realiza, principalmente, mediante:

- el entrenamiento de expertos brasileños en Alemania, por cooperación activa en proyectos de centrales nucleares o en la fabricación de componentes;
- la delegación de expertos de empresas alemanas para la transferencia de experiencias a empresas brasileñas asociadas;
- la entrega de documentos técnicos, tales como descripciones, cálculos, planos, especificaciones, procedimientos de cálculos, programas de computación, informes sobre ensayos, procedimientos para la gestión de proyectos y para la garantía de calidad, normas y reglamentaciones;
- en el caso de NUCLEN (empresa para la ingeniería de centrales nucleares, fundada en el año 1976), la comprobación, por parte de KWU, de la documentación de proyectos, así como el apoyo debidamente encauzado y el asesoramiento en cuestiones individuales.

expected to play in the country's long-term power supply, in 1975 Brazil opted for a nuclear energy program aimed at achieving full industrial command of nuclear technology based on the pressurized water reactor. To this end, Brazil concluded an agreement on nuclear cooperation with the Federal Republic of Germany, providing for a comprehensive transfer of technology with the following objectives in mind:

- Building up the industrial infrastructure required for the planning, construction and operation of nuclear power plants.
- Establishing a nuclear fuel industry.
- Assimilating German nuclear technology and its adaptation to national circumstances and requirements.
- Creating a basis for continued independent development of nuclear engineering.
- Raising the general industrial level through command of sophisticated technology extending to large areas of industry.

Brazil was granted access to all of the technological skills required for the construction and operation of its nuclear power plants and the associated fuel cycle. Whereas access to nuclear engineering technology worldwide is governed by special restrictions and is dependent on changing political factors, the unimpeded transfer of technology between Germany and Brazil provided for under the terms of the intergovernmental agreement between the two countries and flanked by the trilateral safeguards agreement has been guaranteed for the entire period of the agreement.

Fig. 2 illustrates the structure of German-Brazilian cooperation. The technology transfer does not just involve KWU and NUCLEBRAS (the state-owned company for the nuclear energy program) together with its subsidiaries NUCLEN, NUCLEP and NUCLEI, but also extends to numerous partnerships between foreign and local companies in respect of which 33 cooperation agreements have been concluded to date.

In practise, the technology transfer is realized chiefly by:

- Training of skilled Brazilian labour in Germany through active participation in nuclear power plant projects or in the manufacture of components.
- Assignment of specialists from German companies to transfer experience through active involvement in Brazilian partner companies.
- Handing-over of technical documents such as descriptions, calculations, drawings, specifications, computation procedures, computer programs, test reports, procedural statements on project management and quality assurance, codes and standards.
- In the case of NUCLEN (nuclear power plant engineering company), founded in 1976, review of project documents by KWU and assistance and advice in individual questions, on request.

La situación de la transferencia de tecnología y las experiencias más importantes son las siguientes:

La *ingeniería de centrales nucleares* incumbe a NUCLEN, que colabora intensamente con las empresas de ingeniería privadas del país. Ya en Angra 2 y 3, de 1.309 MW cada una, y que son las dos primeras centrales del plan de cooperación germano-brasileño, NUCLEN y sus subcontratistas realizan aproximadamente el 60 % de las actividades de ingeniería. La organización de los departamentos especializados de NUCLEN y la instrucción de especialistas han progresado de tal forma que ahora se elaboran la mayoría de los sistemas eléctricos y mecánicos en el Brasil. Aquellas áreas de la ingeniería básica en las que NUCLEN no interviene todavía en Angra 2 y 3 caerán bajo su responsabilidad en las plantas siguientes, llegando así a una participación del 80 % del volumen total de la ingeniería para la planificación, la construcción y la puesta en servicio.

Fabricación de materiales, semiproductos y componentes. Son aproximadamente 360 las empresas brasileñas que se han calificado ya para suministros y prestaciones para el programa nuclear, dentro de los distintos grados de calidad requeridos; 80 de ellas ya recibieron órdenes de suministro. Muchas de estas empresas han emprendido grandes esfuerzos para cualificarse en este mercado nuevo, efectuando inversiones adicionales, instruyendo a personal especializado e implementando los programas de garantía de calidad necesarios. Asimismo concertaron contratos de Know-how con empresas extranjeras experimentadas.

La transferencia de tecnología da lugar a la adopción de materiales, procedimientos de fabricación, productos y medidas de calidad de nueva concepción, que se utilizarán también fuera del sector nuclear.

Fabricación de componentes pesados. Para la fabricación de los componentes pesados del NSSS de centrales nucleares se fundó una fábrica especializada (NUCLEP), transfiriendo las empresas europeas correspondientes las tecnologías que se precisan. Este Know-how le ha permitido a NUCLEP construir, con éxito, la parte inferior del recipiente de presión para la central nuclear argentina Atucha II, lo que representa el primer encargo de exportación importante. Este recipiente de presión de Atucha II es el más grande que jamás ha sido construido en el mundo.

Aparte de su espectro original de productos, a partir de Angra 2, NUCLEN suministrará también el condensador de la turbina.

Instrucción de personal especializado, entrenamiento. La instrucción del personal para trabajos cualificados del sector nuclear se realiza preponderantemente en Brasil, interviniendo también expertos procedentes de Alemania. Las personas clave en todos los campos de actividades mencionados se instruyen además en Alemania según la modalidad «on the job». Hasta la fecha han sido preparadas unas 450 personas aproximadamente, por períodos que se extienden desde unos meses hasta varios años. Con ello, los programas de instrucción previstos en el ámbito de la transferencia de tecnología se cumplieron en dos terceras partes.

Construcción de las centrales nucleares. Debido a restricciones presupuestarias existentes en el país desde hace varios años, el comienzo de la operación de Angra 2 y 3 se ha aplazado, según el cronograma actual, hasta 1991 y 1992, respectivamente. Las obras civiles de Angra 2 están terminadas en más del 60 %. Una proporción superior al 80 % de los suministros nacionales fue ya encargada y una parte notable ya suministrada. En cuanto a los suministros de importación, más de un 70 % fue remitido a Brasil. En este año requieren adjudicarse los contratos para el montaje de los sistemas mecánicos y electrotécnicos.

ARGENTINA

La colaboración nuclear a nivel industrial entre Argentina y Alemania comenzó en 1968, con el encargo para Atucha I (367 MW).

El reactor Atucha I fue desarrollado en Alemania. Al igual que los reactores de agua ligera presurizada posee un reci-

The technology transfer status and the most significant experience are as follows:

Nuclear power plant engineering is the task handled by NUCLEN collaborating intensively with privately-owned Brazilian engineering companies. As early as Angra 2 and 3, the first two nuclear power plants (1309 MW each) under the German-Brazilian cooperation agreement, NUCLEN and its subcontractors are responsible for about 60 % of all engineering work. The structure of NUCLEN's engineering departments and the training levels of its specialist staff are so advanced that the majority of mechanical and electrical systems are already being processed in Brazil. Those areas of the base engineering which NUCLEN does not yet cover with Angra 2 and 3 will be its responsibility in follow-up plants and it will thus cover 80 % of the total volume of engineering work associated with planning, construction and commissioning.

Manufacture of materials, semi-finished products and components. Up to date, about 360 Brazilian companies have been qualified to provide supplies and services for the various requirement categories of the nuclear energy program; of these, 80 have already been awarded contracts. Many of these companies have gone to great length to qualify themselves for this new market through additional investments, the build-up of qualified specialist personnel and the introduction of the necessary quality assurance programs, and have concluded Know-how agreements with experienced foreign companies to this end.

Technology transfer leads to the adoption of new types of materials, manufacturing procedures, products and quality assurance provisions, which are applicable outside the nuclear power plant sector as well.

Manufacture of heavy components. A specialized factory (NUCLEP) was set up for the manufacture of heavy components for the NSSS of nuclear power plants, and the necessary technology was transferred from the appropriate European companies. It was this Know-how that also enabled NUCLEP to manufacture the lower part of the reactor pressure vessel for the Argentinian nuclear power plant Atucha II and thus to implement its first important export order. This is the largest reactor pressure vessel ever to be manufactured anywhere in the world.

Over and above its original product spectrum, NUCLEP will also be supplying the turbine condenser for Angra 2 and successive plants.

Establishment of skilled personnel, training. The major part of training personnel to handle qualified assignments in the nuclear sector is taking place in Brazil with the help of skilled staff from Germany. Key workers in all specified spheres of activity are also undergoing on-the-job training in Germany. So far some 450 people have been trained on-the-job for periods ranging from a few months to several years. About two thirds of the training programs provided for within the scope of the technology transfer have now been completed.

Construction of nuclear power plants. Owing to the budget restrictions of the country in recent years, the start of operation of Angra 2 and 3 had to be deferred according to the current schedule until 1991 and 1992, respectively. More than 60 % of civil engineering work at Angra 2 has been completed. More than 80 % of national supplies have been ordered and a considerable portion of these have already been supplied. More than 70 % of imports have already been shipped to Brazil. Contracts for the installation of mechanical and electrical systems are to be awarded this year.

ARGENTINA

Nuclear cooperation on an industrial level between Argentina and the Federal Republic of Germany started in 1968 with the order for Atucha I (367 MW).

The Atucha I reactor was developed in Germany and is of the pressure vessel type common in pressurized light water

RECUBRIMIENTOS

Para la protección contra la
CORROSION y ABRASION



GOMA GARAY



PRODUCTOS DE GOMA GARAY, S.A. ofrece una capacidad de servicio integral y experimentada en el campo del caucho técnico y, principalmente, en el campo de la lucha contra la corrosión y la abrasión, o la acción conjunta de ambas.

La experiencia de utilización de toda su gama de ebonitas, caucho natural, y cauchos sintéticos, (butyl, cloropreno, NBR, EPDM, Hypalón, etc.) en aplicaciones industriales de todo orden, permiten aconsejar en cada caso, la solución óptima desde el punto de vista técnico y económico.



PROCESOS EN CAMPO

SISTEMAS EN FRIO

Mediante láminas **autovulcanizantes** de curado lento a rápido a base de policloropreno, caucho natural, etc.

Con láminas **prevulcanizadas** por adhesión en frío, sobre soporte metálico o de hormigón.

Enlucidos anticorrosivos, en aquellos casos en que el medio químico lo permita y cuando se desee una solución económica.

SISTEMA EN CALIENTE

Vulcanización con aire caliente o con vapor de agua a presión atmosférica.

CAMPOS DE APLICACION NUESTROS RECUBRIMIENTOS

Nuestra experiencia y la fiabilidad de nuestras técnicas nos permiten disponer una extensa Lista de Referencias, particularmente en las industrias siguientes:

INDUSTRIA QUIMICA

Fabricación, mantenimiento, transporte almacenamiento de:
Acido acético, clorhídrico, cítrico, fluorhídrico, fórmico, oxálico, tartárico, etc.
Materiales colorantes.
Productos farmacéuticos.
Colas.
Productos detergentes.
Pólvoras y explosivos.

ELECTROQUIMICA

Fabricación de cloro, sosa, hipocloritos, cloratos (celdas y accesorios de todo tipo), cubas de preparación de salmuera, cloro de cloro, etc...

FABRICA DE ABONOS

Cuba de ataque. Acido fosfórico, evaporador, condensador, cubas de almacenamiento. Potasa. Abonos líquidos.

PAPELERAS Y CELULOSAS

Torres de blanqueo, lejiadoras, hidrociclones.

INDUSTRIA METALURGICA

Cubas de decapado, cristalizadores, cadenas y conductos de aspiración, almacenamiento de baños usados. Cubas de fosfatado, niquelado, cobreado, cadmiado, oxidación anódica y tratamiento de aceros inoxidables.

TRATAMIENTO DE MINERALES

Celdas de flotación de todos los modos. Clasificadores.
Decantadores.
Cubas de ataque de minerales.
Lixiviación de minerales de uranio.
Hidrociclones.

TRATAMIENTO DE FLUIDOS

Aguas industriales y alimenticias.
Efluentes.

TRATAMIENTO DE GASES

Ventiladores. Torres de lavado (scrubbers)

CONSTRUCCION NAVAL Y PESQUERO

Tanques de transporte de productos químicos.
Protección de condensadores, cajas de agua y canalizaciones.
Haladores de redes.

TRANSPORTES POR CARRETERA Y FERROCARRIL

Cisternas y contenedores.

GOMA GARAY

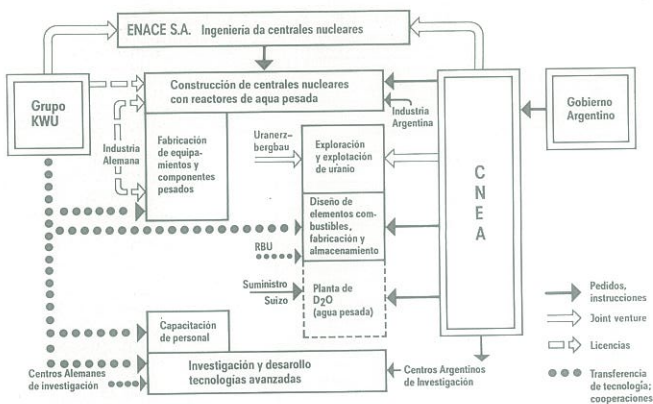
PRODUCTOS DE GOMA GARAY, S. A.

DIRECCION POSTAL: APARTADO 1179 - BILBAO

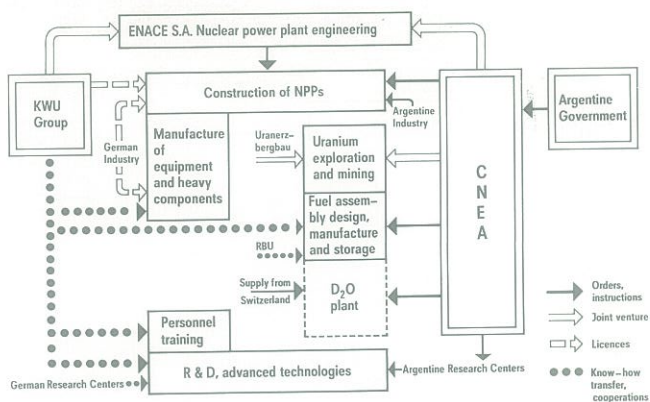
TELEFONO 499 83 00* - TELEX 31783 GRAY

REPARTO DE PRODUCTOS EN TODO EL PAIS





F III Estructura de la Cooperación Nuclear Argentino-Alemana.



F III Structure of Argentine-German Nuclear Cooperation.

plante a presión, pero funciona con uranio natural y agua pesada. El concepto de este tipo de central nuclear es muy similar al reactor usual de agua ligera a presión.

Se trataba de un encargo para suministro llave en mano, acordándose al mismo tiempo la participación de la industria nacional argentina en la mayor extensión posible. Se alcanzó, en efecto, una participación nacional del 35 % de los costes totales de la planta, lo que lleva consigo una considerable transferencia de Know-how a un gran número de industrias y empresas de ingeniería.

Después de un período de construcción de solamente seis años se puso en servicio la central nuclear Atucha I en 1974. Durante los primeros diez años de operación, la planta ha trabajado muy satisfactoriamente y ha alcanzado una disponibilidad media del 82,7 %, a lo que ha contribuido también el excelente equipo de personal.

Mientras que el Know-how en la construcción de Atucha I estaba basado en cierto número de convenios individuales, en 1980 se concertó entre Argentina y Alemania, en conexión con el pedido para Atucha II (745 MW), un extenso acuerdo sobre transferencia de tecnología nuclear. La estructura de la colaboración germano-argentina puede verse en la figura 3.

Los contratos firmados en mayo de 1980 prevén, entre otras cosas, lo siguiente:

- Transferencia de la tecnología de KWU para centrales nucleares con reactor de agua pesada.
- Transferencia del Know-how de fabricación de componentes para centrales nucleares.
- Colaboración en la tecnología de los elementos combustibles y en su fabricación.
- Colaboración en la prosecución del desarrollo de la técnica de centrales nucleares con reactor de agua pesada.

ENACE (Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas, S. A.), junto con empresas de ingeniería privadas, es responsable de la ingeniería de centrales nucleares y apoya a la industria manufacturera con el fin de que, mediante la transferencia de tecnología, pueda cualificarse para la participación en el programa nuclear.

Está previsto el desarrollo y la adecuación de la infraestructura industrial mediante un programa escalonado en el curso de la construcción de una serie de centrales nucleares, comenzando por Atucha II. En Atucha II, la participación argentina en el valor total de la central nuclear excederá del 60 % y seguirá aumentando en las siguientes centrales planificadas.

El estado actual puede describirse como sigue:

Construcción de Atucha II. La obra civil está terminada en el 60 % aproximadamente, se están fabricando los componentes que son esenciales para el cumplimiento de los plazos. Debido a problemas presupuestarios existentes desde hace varios años, el inicio de la operación se ha dilatado hasta 1991, según el plan de plazos actual. Argentina efectuará la mitad de todos los trabajos de ingeniería y fabricará componentes mecánicos y eléctricos por un valor aproximadamente igual a la mitad del de todos ellos; entre estos componentes figuran partes importantes del máximo nivel de calidad (por ejemplo, generador de vapor, refrigerador del moderador y presurizador).

reactors, but operating on natural uranium and heavy water. The concept of this nuclear power plant type is closely related to that of the pressurized light water reactor.

The order was placed for turnkey supply and it was at the same time agreed to involve the Argentine industry in subcontractor supplies of as great an extent as possible. In fact, 35 % national participation in the overall costs of the plant was achieved which resulted in a significant Know-how transfer to numerous industrial and engineering companies involved.

Atucha I Nuclear Power Plant went into operation in 1974 after a construction period of only six years. In the first ten years of operation the plant has performed very satisfactorily and, not least thanks to the excellent operating personnel, has reached an average availability of 82.7 %.

While during construction of Atucha I the Know-how flow had been based on a number of individual agreements, a comprehensive agreement on nuclear technology transfer was concluded between Argentina and the Federal Republic of Germany in 1980 in connection with the order for Atucha II (745 MW). The structure of the German-Argentine cooperation is shown in fig. 3.

The contracts signed in May 1980 provide among other things for:

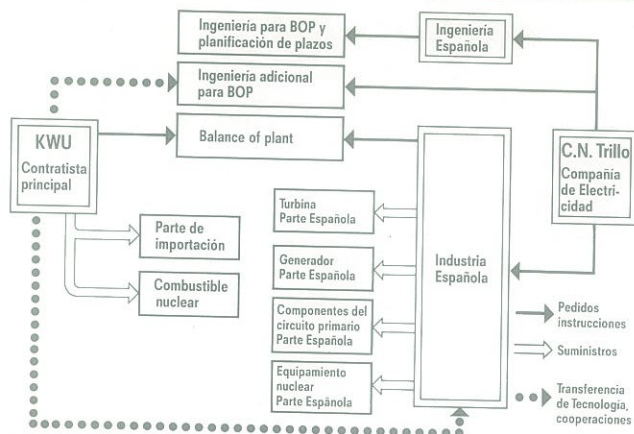
- Transfer of KWU technology for heavy-water reactor nuclear power plants.
- Transfer of the Know-how for nuclear power plant component manufacture.
- Cooperation in the field of fuel assembly technology and fabrication.
- Cooperation in the field of further development of heavy-water reactor nuclear power plant technology.

ENACE (Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas, S. A.) together with private engineering companies is responsible for nuclear power plants engineering and assists manufacturers in qualifying for participation in the nuclear energy program by way of technology transfer.

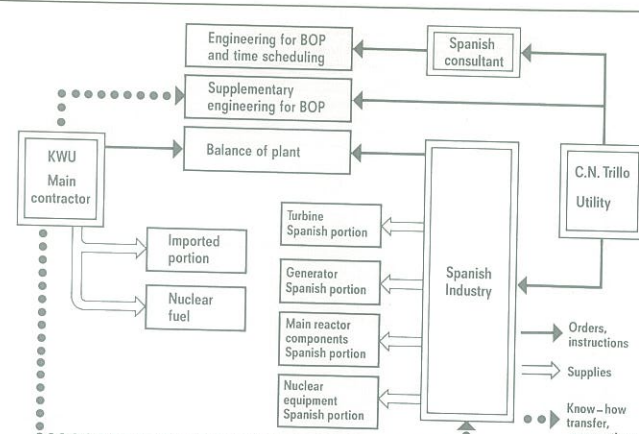
Organization and upgrading of the industrial infrastructure is intended to take place through a step-by-step program within the scope of construction of a series of nuclear power plants, starting with Atucha II. The Argentine participation in the overall value of Atucha II Nuclear Power Plant is envisaged to exceed 60 % and is planned to increase further with the power plants to follow.

The current status can be described as follows:

Construction of Atucha II. About 60 % of the civil works are completed, critical path components are being manufactured. Due to budget problems which have existed for several years, the start of operation was deferred according to the current schedule until 1991. Argentina itself will handle half of all engineering activities and, in terms of value, will manufacture half of all mechanical and electrical components which include essential parts of the highest quality level (such as steam generators, moderator coolers and the pressurizer).



F IV Estructura de la Cooperación Nuclear Hispano-Alemana.



F IV Structure of Spanish-German Nuclear Cooperation.

Fabricación de componentes de centrales nucleares. La fabricación de componentes pesados recae en la empresa privada IMPSA (Industria Mecánica Pescarmona, S. A.) de Mendoza, que colabora tecnológicamente con KWU/GHH/VAL. Para la producción de otros diversos grupos de componentes, las empresas argentinas correspondientes han concertado, en la medida necesaria, acuerdos de cooperación con empresas alemanas.

Fabricación de elementos combustibles. Desde hace varios años, Atucha I se abastece de elementos combustibles de fabricación argentina. En Atucha II, los elementos combustibles proceden, desde un principio, del propio país. El fabricante es la empresa CONUAR de Buenos Aires.

ESPAÑA

También en la colaboración hispano-alemana la decisión del cliente de que la participación nacional en los suministros y servicios sea la mayor posible es el factor determinante en la concepción de esta cooperación. Debido al gran potencial ya existente en la industria nuclear española y al cúmulo de experiencias que posee la misma, el trabajo en colaboración presenta diferencias notables en comparación con Brasil y Argentina.

El objeto de la colaboración son centrales nucleares con reactores de agua a presión. En 1975 recibió KWU el encargo referente a la central nuclear de Trillo 1 (1.041 MW). La central está situada a unos 120 km al noreste de Madrid. En 1977 siguió la carta de intención para Regodola, 1.098 MW, en el noroeste de España, junto a la costa atlántica. En enero de 1981 recibió la KWU la carta de intención para la planta Trillo 2, técnicamente idéntica a Trillo 1. La primera de estas tres centrales nucleares, Trillo 1, está en construcción desde 1980.

Las peculiaridades esenciales del trabajo en colaboración, en el caso de Trillo 1, son las siguientes (ver fig. 4):

- **Ingeniería.** La asociación UE-ENDESA Central de Trillo 1 ha encargado a Empresarios Agrupados, S. A., una empresa consultora española, la ingeniería completa para el «Balance de la planta» y el cronograma correspondiente. Puesto que esta empresa dispone de muchas experiencias en el sector nuclear, el Know-how facilitado por KWU tiene únicamente una función complementaria, dando el concepto básico y los inputs adicionales requeridos para la planificación e instalación de NSSS, la técnica de instrumentación y control y la unidad del turbogruppo suministrados por KWU.
- **Fabricación del NSSS.** El socio más importante de KWU para la fabricación de componentes pesados del NSSS es Equipos Nucleares, S. A. —ENSA—, que, mediante transferencia de documentación, entrenamiento de personal y asesoramiento en la fabricación, recibe Know-how adicional para la fabricación de componentes pesados. Las relaciones entre ENSA y KWU no atañen exclusivamente al mercado español, como lo demuestra el hecho de que ENSA está fabricando actualmente la tapa del recipiente

Manufacture of nuclear power plant components. The private company IMPSA (Industria Mecánica Pescarmona, S. A.) in Mendoza, which cooperates in the technological field with KWU/GHH/VAL manufactures heavy components. Cognizant Argentine firms have concluded cooperation agreements, where required, with relevant German companies on the manufacture of various other component groups.

Fuel fabrication. For several years now Atucha I has been supplied with fuel assemblies of Argentine fabrication. The fuel assemblies for Atucha II will be fabricated in the country from the very beginning. Fabrication will be carried out by CONUAR in Buenos Aires.

SPAIN

The purchasing country's decision to provide for as large an indigenous portion of the supply and services as possible is the decisive factor of the cooperation concept in the Spanish-German cooperation, as well. Due to the great potential and experience already available in the Spanish nuclear industry, the structure of cooperation with Spain differs considerably from that with Brazil or Argentina.

Cooperation with Spain is geared towards pressurized water reactor nuclear power plants. In 1975, KWU awarded the contract for Trillo 1 Nuclear Power Plant (1041 MW). The site is about 120 km north-east of Madrid. In 1977, this was followed by the Letter of Intent for the 1098 MW Regodola plant on the Atlantic coast in the north-west of Spain. In 1981, KWU received the Letter of Intent for Trillo 2 Nuclear Power Plant, the technical design of which is identical with that of Trillo 1. Construction of Trillo 1, the first of these three nuclear power plants, was started in 1980.

Cooperation for Trillo 1 has the following essential features (see fig. 4):

- **Engineering.** The association UE-ENDESA Central de Trillo 1 entrusted the Spanish consultant Empresarios Agrupados, S. A., with the entire engineering for the Balance of Plant and time scheduling. As this company is an experienced consultant in the nuclear field, Know-how supply from KWU has only a complementary function giving the basic plant concept and the additional inputs required for planning and installation of the NSSS, instrumentation and control and turbine generator unit supplied by KWU.
- **Supply of NSSS.** KWU's most important partner in respect of the manufacture of heavy components for the NSSS is Equipos Nucleares, S. A. —ENSA—, which receives Know-how for its heavy component manufacture by way of document transfer, training of expert personnel and manufacture consulting. The partnership between ENSA and KWU is not restricted to the Spanish market; at present, ENSA is manufacturing the reactor pressure vessel closure head for KWU-built Atucha II Nuclear Power Plant

de presión para el reactor de KWU con destino a Atucha II en Argentina, así como componentes para centrales nucleares en Alemania.

- *Fabricación de turbinas.* Para la fabricación mixta de turbinas existe un acuerdo de colaboración entre KWU y la Empresa Nacional Bazán, S. A., que incluye también transferencia de tecnología.
- *Fabricación de generadores.* El socio de KWU para la fabricación de generadores es Siemens, S. A., de España, en colaboración con La Maquinista Terrestre y Marítima, S. A. —MTM.
- *Fabricación de elementos combustibles.* En base a un acuerdo sobre Know-how y sobre licencias, está previsto que ENUSA participe en la fabricación de recargas de elementos combustibles.
- *Construcción de Trillo 1 (ver fotografía).* La parte civil está ya muy avanzada. Todos los componentes grandes han sido entregados y están montados en su mayor parte. Se encuentra en marcha el montaje de los sistemas correspondientes a las partes mecánica, de corriente de alta y media tensión y de instrumentación y control. La entrega de la central está prevista para 1987.

CONCLUSIONES

El hecho de que KWU tenga por norma en el mercado nacional suministrar centrales nucleares llave en mano en calidad de contratista general es una buena base para la transferencia de tecnología. Pues el modelo de contratista general conduce a que la totalidad del Know-how relevante para la transferencia de tecnología, concretamente la ingeniería de centrales nucleares integrada y completa (es decir, la ingeniería que se extiende hasta más allá del NSSS) y el Management integrado de los proyectos recaiga en una sola mano. Este hecho fue y es la premisa decisiva para el éxito conseguido en la transferencia de tecnología efectuada hasta ahora por KWU.

El concepto de transferencia de tecnología, esto es, la transferencia de tecnología mediante cooperación a largo plazo en un programa de construcción de centrales nucleares, ha dado resultados excelentes desde el punto de vista técnico y ha demostrado ser eficiente. Ha quedado comprobado que los instrumentos de la transferencia de tecnología (transferencia de documentos, entrenamiento «on-the-job» de personal, delegación de personal especializado y asesoramiento) son eficaces.

Con ayuda de los medios mencionados, el concepto de la colaboración se ajustó a cada país con arreglo a las circunstancias y necesidades específicas del socio correspondiente.

KWU no considera la colaboración nuclear en una dirección solamente, sino que prevé también la posibilidad de que la industria de los países socios intervenga en la distribución internacional de actividades en el sector nuclear y participe en nuevas cooperaciones en terceros países.

in Argentina, as well as components for nuclear power plants in Germany.

- *Turbine manufacture.* A cooperation agreement also covering technology transfer was concluded between KWU and Empresa Nacional Bazán, S. A. for the joint manufacture of turbines.
- *Generator manufacture.* KWU's partner for generator manufacture is Siemens, S. A., Spain, in cooperation with La Maquinista Terrestre y Marítima, S. A. —MTM.
- *Fuel fabrication.* It is intended that ENUSA will participate in the fabrication of fuel assembly reload batches on the basis of a Know-how and licensing agreement.
- *Construction of Trillo 1 (see photograph).* The civil works have been completed to a large extent. All heavy components have been delivered and most of them have been installed. The mechanical, electric plant and instrumentation & control systems are being installed. Hand-over of the power plant is scheduled for 1987.

CONCLUSIONS

The fact that KWU has traditionally supplied turnkey nuclear power plants as general contractor on the domestic market is an advantage for technology transfer. For the general contractor model results in the entire Know-how relevant for technology transfer being supplied from a single source, comprising integrated nuclear power plant engineering, which extends beyond NSSS, and integrated project management. This has been and will remain the essential factor for the success of KWU's technology transfer.

The concept of technology transfer, i. e., technology transfer by way of long-term cooperation in a nuclear power plant construction program, has proven to be technically successful and efficient. The instruments of technology transfer (document transfer, on-the-job training of personnel, assignment of expert personnel and consulting on request) have proven to be effective.

With the aid of the said instruments, the cooperation concept was tailored to the specific circumstances and needs of the partner country.

In KWU's opinion, nuclear cooperation is not a one-way road but allows also for the possibility of including the industry of the partner countries in the international division of labour in the nuclear field and making them participate in new cooperations in third countries.