

**Analyse der Rosatom-Aktivitäten  
bzw. Rosatom-Verflechtungen  
mit der EU**

Hintergrundpapier



# **ANALYSE DER ROSATOM- AKTIVITÄTEN BZW. ROSATOM- VERFLECHTUNGEN MIT DER EU**

*Hintergrundpapier*

Klaus Gufler  
Franz Meister

REPORT  
REP-0814

WIEN 2022

**Projektleitung** Klaus Gufler

**Autor:innen** Klaus Gufler  
Franz Meister

**Satz/Layout** Thomas Lössl

**Umschlagfoto** © iStockphoto.com/imagestock

**Auftraggeber** Erstellt im Auftrag des Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie

Abteilung VI/8 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten

GZ: 2021-0.557.699

**Publikationen** Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter:  
<https://www.umweltbundesamt.at/>

## Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

*Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <https://www.umweltbundesamt.at/>.*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2022

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-639-5

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>7</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>9</b>
1.1 <b>Struktur des Berichts</b> .....	<b>12</b>
<b>2 URANABBAU</b> .....	<b>13</b>
2.1 <b>ARMZ (Atomredmetzoloto Uranium Holding Co.)</b> .....	<b>13</b>
2.2 <b>Uranium One</b> .....	<b>13</b>
<b>3 URANKONVERSION UND URANANREICHERUNG</b> .....	<b>14</b>
3.1 <b>TVEL Fuel Company</b> .....	<b>14</b>
<b>4 BRENNELEMENTFERTIGUNG</b> .....	<b>15</b>
4.1 <b>MSZ Machinery Manufacturing Plant</b> .....	<b>15</b>
4.2 <b>Novosibirsk Chemical Concentrates Plant</b> .....	<b>15</b>
4.3 <b>Chepetsky Mechanical Plant (CMP)</b> .....	<b>15</b>
<b>5 HANDEL UND VERKAUF</b> .....	<b>17</b>
5.1 <b>TENEX</b> .....	<b>17</b>
<b>6 BAU, BETRIEB UND WARTUNG</b> .....	<b>19</b>
6.1 <b>Rosenergoatom</b> .....	<b>19</b>
<b>7 MASCHINENBAU</b> .....	<b>20</b>
7.1 <b>Atomenergomash</b> .....	<b>20</b>
7.1.1 <b>AEM Technology</b> .....	<b>20</b>
7.1.2 <b>OKB Gidropress</b> .....	<b>20</b>
7.1.3 <b>OKBM Afrikantov</b> .....	<b>21</b>
7.1.4 <b>JSC Maschinenbauwerk ZiO-Podolsk</b> .....	<b>21</b>
7.1.5 <b>AAEM LLC</b> .....	<b>21</b>
7.1.6 <b>Central Design Bureau of Machine Building CDBMB</b> .....	<b>22</b>
<b>8 ENGINEERING</b> .....	<b>23</b>
8.1 <b>ASE Group</b> .....	<b>23</b>
8.1.1 <b>Atomstroyexport JSC (ASE JSC)</b> .....	<b>23</b>
8.1.2 <b>Atomenergoproekt JSC</b> .....	<b>23</b>
8.1.3 <b>Atomenergoproekt JSC - Moskau Design Institute</b> .....	<b>23</b>

8.1.4	Atomenergoprojekt JSC - Nischni Nowgorod Design Institute .....	23
8.1.5	Atomprojekt JSC .....	24
<b>9</b>	<b>TOCHTERUNTERNEHMEN UND BETEILIGUNGEN VON ROSATOM IM AUSLAND.....</b>	<b>25</b>
<b>9.1</b>	<b>Tochterunternehmen von Atomenergomash .....</b>	<b>25</b>
9.1.1	ARAKO .....	25
9.1.2	Ganz EEM .....	25
9.1.3	Energomashpetsstal PJSC.....	25
<b>9.2</b>	<b>Tochterunternehmen von Atomstroyexport.....</b>	<b>26</b>
9.2.1	NUKEM Technologies GmbH.....	26
<b>10</b>	<b>ABHÄNGIGKEITSVERHÄLTNISSE UND SUBSTITUTIONSOPTIONEN...27</b>	
<b>10.1</b>	<b>Natururan .....</b>	<b>27</b>
<b>10.2</b>	<b>Konversion .....</b>	<b>28</b>
<b>10.3</b>	<b>Anreicherung .....</b>	<b>28</b>
<b>10.4</b>	<b>Brennelementfertigung .....</b>	<b>29</b>
<b>10.5</b>	<b>Wartungsverträge und Ersatzteile.....</b>	<b>31</b>
<b>10.6</b>	<b>Verschränkungen bei Projekten .....</b>	<b>33</b>
10.6.1	Rosatom - General Electric/Alstom (bzw. EDF).....	33
10.6.2	Rosatom – Framatome/Siemens .....	34
10.6.3	Rosatom – GE und Framatome.....	34
10.6.4	Rosatom – CEA.....	35
10.6.5	Rosatom – Orano.....	35
<b>10.7</b>	<b>Forschung und Entwicklung .....</b>	<b>35</b>
<b>11</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>37</b>

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Analyse der Rosatom-Aktivitäten bzw. Rosatom-Verflechtungen mit der EU zeigt eindeutig eine starke Abhängigkeit der EU von Rosatom. Damit erhöht die Nutzung der Kernenergie keineswegs die Versorgungssicherheit, sondern hat die Euratom Betreiberstaaten in eine Abhängigkeit von Russland gebracht. Kernenergie ist mitnichten eine „heimische“ Energie, zumal der Grundrohstoff Natururan zu über 99% importiert werden muss.

Die staatliche Atomenergiegesellschaft Rosatom ist eine klassische Holdingstruktur und umfasst rund 300 Unternehmen. Rosatom arbeitet nicht nur in der zivilen Nutzung der Kernenergie, sondern mit 90.000 der insgesamt 275.000 Beschäftigten auch für den Kernwaffenkomplex.

Euratom Betreiberstaaten kooperieren in unterschiedlichen Formen mit Rosatom. Importiert wird russisches Natururan, russische Uranprodukte, russische Brennelemente und russische Dienstleistungen im Bereich Bau, Betrieb, Rückbau und Modernisierung von Kernkraftwerken.

Die EU muss 99,5% des Natururans importieren. Rund 20% des Urans für Betreiber aus Euratom Staaten kam 2020 aus Russland und 19% aus Kasachstan. Bezogen auf die Uranproduktion der jeweiligen Länder zeigt sich: 12% der kasachischen und ca. 90% der russischen Uranproduktion werden nach Europa exportiert. Rosatom kontrolliert neben den Minen in Russland direkt auch 22% der kasachischen Uranproduktion, wodurch Rosatom ca. 15% der globalen Uranproduktion beherrscht. Damit ist Rosatom der zweitgrößte Uranproduzent der Welt.

In der EU deckt Rosatom rund 26% der Urananreicherungsdienstleistungen ab. Rosatom exportiert angereicherte Uranprodukte unter anderem nach Frankreich, Deutschland, Spanien, Großbritannien, Belgien, Schweden, Finnland, Schweiz und Tschechien. 48% der Exporte der Rosatom im Bereich der Anreicherungsdienstleistungen gehen in diese Länder. Die Exporte in die USA, Kanada und Mexiko machen 36% der Exporte aus. Rund 30% von Rosatoms Auslandsumsatz geht auf Einnahmen aus dem Brennstoffzyklus zurück.

Im Jahr 2021 versorgte Rosatom 21 Kernreaktoren in der EU mit Brennelementen. Bulgarien, Ungarn, Slowakei und Tschechien sind zu 100% von Brennelementen von Rosatom abhängig - Finnland zu 35%. Im Zuge einer Kooperation zwischen Rosatom und Framatome werden drei Reaktoren in Westeuropa mit Brennelementen versorgt.

Verflechtungen zwischen Rosatom und europäischen Unternehmen gibt es unter anderem in Frankreich (Framatome und GE Alstom), Deutschland (Siemens und Nukem), Ungarn (Ganz EEM) und Tschechien (ARAKO). Die Verknüpfungen zwischen Rosatom, Framatome, Siemens, GE Steam Power und Alstom werden im Bereich Neubauprojekte von russischen Kernkraftwerken (z.B.: Hanhikivi in Finnland, Akkuyu in der Türkei, El Daaba in Ägypten, Leningrad II in Russland) deutlich.

Im Bereich Ersatzteile und Servicedienstleistungen spielt Rosatom vor allem bei russischen Reaktortypen in der EU eine wichtige Rolle. Auch entwickelt, liefert und modernisiert Rosatom Simulatoren für das Training der Operateure von WWER Reaktoren.

Rosatom ist wichtiger Hersteller von Werkstoffen und Legierungen (z.B.: Zirkaloy) welche auch für die kerntechnische Industrie hoch relevant sind.

## SUMMARY

The analysis of Rosatom activities and Rosatom interconnections with the EU clearly demonstrates a strong dependency of the EU on Rosatom. Thus, the use of nuclear energy does not increase security of supply at all, but rather has made the Euratom operating states dependent on Russia. Nuclear energy is by no means a "domestic" energy, especially since more than 99% of the basic raw material, natural uranium, has to be imported.

The state atomic energy company Rosatom has a typical holding structure and comprises some 300 companies. Rosatom is active in the civil use of nuclear power and in the nuclear weapon complex. About 90.000 of Rosatoms 275.000 employees work in the military nuclear sector.

Euratom operating states cooperate with Rosatom in various forms. Russian natural uranium, Russian uranium products, Russian fuel elements and various Russian services are imported. Those services include construction, operation, technology and equipment, decommissioning and retrofitting of nuclear power plants.

The EU has to import 99.5% of its natural uranium. Approximately 20% of the uranium needed by operators in Euratom Member States came from Russia and 19% from Kazakhstan in 2020. In terms of uranium production in the respective countries, 12% of Kazakhstan's and around 90% of Russia's uranium production is exported to Europe. In addition to the mines in Russia, Rosatom has direct control of 22% of the Kazakh uranium production, which means that Rosatom controls about 15% of global uranium production. This makes Rosatom the second largest uranium producer in the world.

In the EU, Rosatom covers about 26% of uranium enrichment services. Rosatom exports enriched uranium products to France, Germany, Spain, the UK, Belgium, Sweden, Finland, Switzerland and the Czech Republic, among others. 48% of Rosatom's exports in the field of enrichment services go to these countries. Exports to the USA, Canada and Mexico account for 36% of exports. Approximately 30% of Rosatom's foreign sales come from revenues from the fuel cycle.

In 2021, Rosatom supplied fuel to 21 nuclear power reactors in the EU. Bulgaria, Hungary, Slovakia and the Czech Republic are 100% dependent from Rosatom's fuel supply - and Finland is about 35% dependent. In the framework of a cooperation between Rosatom and Framatome, three reactors in Western Europe are supplied with fuel produced by Rosatom.

There are tight business relations between Rosatom and European companies in France (Framatome and GE Alstom), Germany (Siemens and Nukem), Hungary (Ganz EEM) and in the Czech Republic (ARAKO), among others. The linkages between Rosatom, Framatome, Siemens, GE Steam Power and Alstom manifest themselves in the area of new construction projects of Russian nuclear power plants (e.g.: Hanhikivi in Finland (canceled), Akkuyu in Turkey, El Daaba in Egypt, Leningrad II in Russia).



With regard to technical equipment, spare parts and services, Rosatom plays an important role, especially for Russian reactor designs in the EU. Rosatom also develops, manufactures and modernizes simulators for training VVER reactor operators.

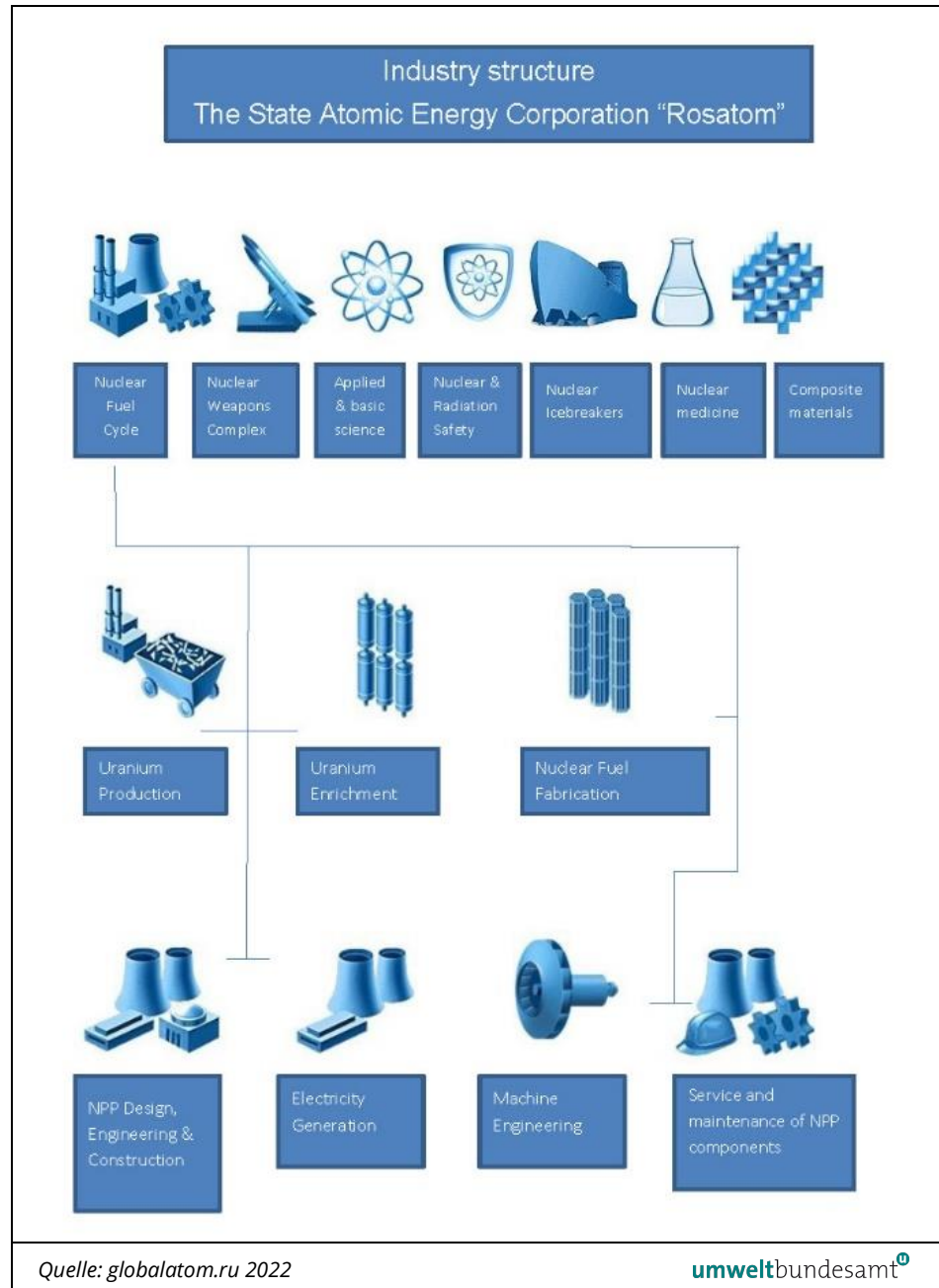
Rosatom is an important manufacturer of materials and alloys (e.g. Zircaloy) which are of high relevance for the nuclear industry.

# 1 EINLEITUNG

Die staatliche Atomenergiegesellschaft Rosatom ist eine klassische Holdingstruktur. Rosatom umfasst rund 300 Unternehmen und beschäftigt über 275.000 Personen, wovon 90.000 in Kernwaffenabteilungen arbeiten. (Nurgozhayeva 2022; Rosatom 2022c)

Unter dem Dach von Rosatom sind die zivile Kernenergienutzung, das Kernwaffenprogramm, die Grundlagen- und die angewandte Forschung, die nukleare Eisbrecherflotte, die Nuklearmedizin und Komposite-Werkstoffe vereint. Nach eigenen Angaben ist Rosatom weltweit die Nummer zwei im Bereich der Uranreserven, die Nummer zwei im Bereich Uranabbau, die Nummer eins im Bereich Urananreicherung und die Nummer drei im Bereich Brennstoffherstellung (Rosatom 2020). Rosatom hatte im Jahr 2020 einen Umsatz von 1.200 Mrd. Rubel, was rund 17,52 Mrd € (Wechselkurs Jänner 2020 – 0,0146) entspricht (Rosatom 2020).

Abbildung 1:  
Überblick Rosatom



Alle relevanten Unternehmen im Bereich Kernenergie in Russland sind Tochtergesellschaften von Rosatom. Rosatom umfasst auch die militärischen kerntechnischen Einrichtungen, welche im Folgenden jedoch nicht explizit betrachtet werden. Nicht explizit bedeutet, dass ein Teil der Tochtergesellschaften aufgrund der ambivalenten Technologie per se, nicht ausschließlich der zivilen Nutzung zugerechnet werden können. (Rosatom 2020, 2022c; Vadim Titov 2016)

Die Atomenergoprom Gruppe umfasst die zivilen kommerziellen Aktivitäten Rosatoms im Bereich Brennstoffzyklus und Energieproduktion. Die Tochtergesellschaften der Atomenergoprom sind im Bereich Uranbergbau, Urankonversion und Anreicherung, Brennelementfertigung, Export von Brennelementen und Uranprodukten, dem Betrieb und Bau von Kernkraftwerken aktiv.

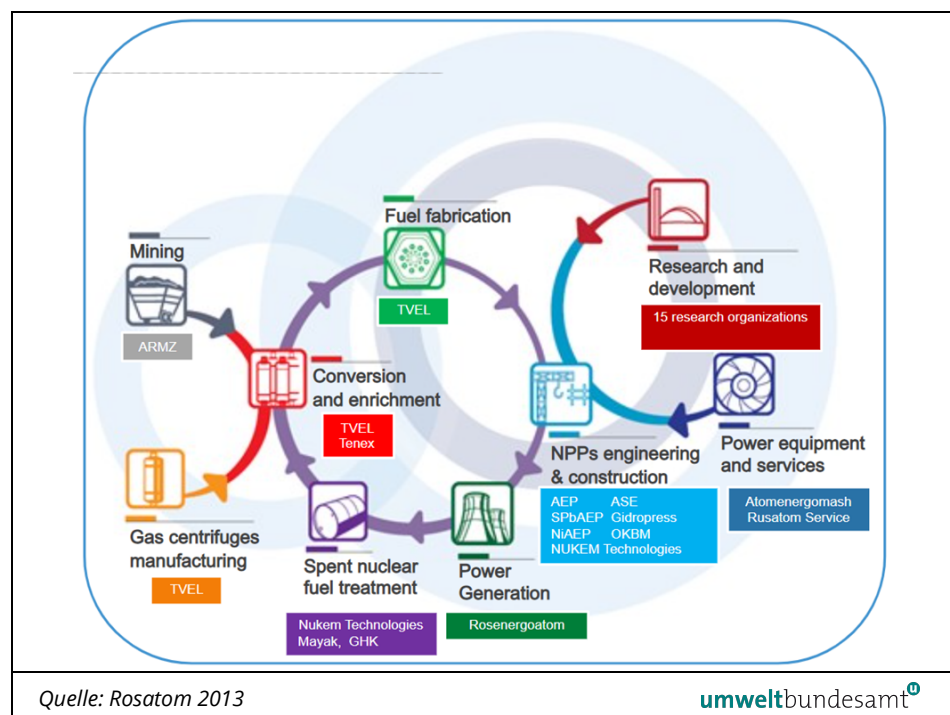
Die wichtigsten Tochtergesellschaften der Atomenergoprom sind

- ARMZ (Uranbergbau)
- Uranium One (Uranbergbau)
- TVEL (Urankonversion, Anreicherung, Brennelementfertigung)
- TENEX (Handel und Verkauf von Brennstoffzyklus Dienstleistungen),
- Atomenergomash (Maschinenbau und Design)
- Rosenergoatom (Betreiber). (Atomenergoprom 2022, 2019)

Die ASE Gruppe vereint innerhalb Rosatom die zentralen Unternehmen aus dem Bereich Engineering. Unter dem Dach der ASE Group sind vereint:

- JSC Atomstroyexport (Moskau, Nischni Nowgorod, Zweigstellen in Russland und im Ausland),
- United Design Institute - JSC Atomenergoproekt (Moskauer und Nischni Nowgoroder Zweigstellen - Designinstitute, Zweigstellen in Russland und im Ausland),
- JSC Atomproekt (St. Petersburger Designinstitut) - und Tochtergesellschaften von Bauunternehmen (Nuclear Engineering International 2021b)

Abbildung 2:  
Zentrale Handlungsfelder und Tochterunternehmen der Rosatom im zivilen Bereich



Wenngleich Abbildung 2 aus dem Jahr 2013 stammt so gibt sie doch einen groben Überblick über die Tätigkeitsbereiche von Rosatom im zivilen nuklearen Sektor. Seit 2013 gab es Umstrukturierungen und weitere Unternehmen welche zur Rosatom dazugekommen sind.

## **1.1 Struktur des Berichts**

Zunächst werden die wichtigsten Tätigkeitsfelder von Rosatom inklusive der Zusammenarbeit mit der EU bzw. Euratom Mitgliedsstaaten dargestellt. Es handelt sich hierbei lediglich um eine Auswahl, da eine Darstellung von rund 300 Unternehmen die Analyse gesprengt hätte.

Im Weiteren werden die Abhängigkeitsverhältnissen zwischen Rosatom und EU bzw. Euratom Mitgliedstaaten herausgearbeitet und eine erste Analyse der Substitutionspotenziale durchgeführt.

## 2 URANABBAU

### 2.1 ARMZ (Atomredmetzoloto Uranium Holding Co.)

Die ARMZ ist das für den Uranabbau zuständige Unternehmen der Atomenergoprom und damit von Rosatom. Auf russischem Territorium gehören die Unternehmen und Minen der Priargunsky Industrial Mining and Chemical Union (PJSC), die JSC Khiagda und JSC Dalur zu Rosatom. In Russland produzierte ARMZ im Jahr 2020 rund 2850t Uran (2019: 2900t U). Zwei weitere Unternehmen Elkon Mining and Metallurgical Complex und Gornoe Uranium Mining Company entwickeln neue Projekte. (ARMZ 2022, 2019; Statista 2022; OECD NEA 2021)

### 2.2 Uranium One

Im Ausland operiert Rosatom durch das Unternehmen Uranium One. Das in Kanada ansässige Unternehmen, besitzt Minen in Kasachstan, Namibia, Tansania – bis 2021 auch in den USA. Im Dezember 2021 kaufte die Uranium Energy Corp (UEC) den US-amerikanischen Ableger Uranium One Americas Inc. Dem war ein langer Rechtsstreit um die strategische Bedeutung der US-amerikanischen Uranreserven vorausgegangen. (World Nuclear News 2022c)

Die Projekte in Namibia und Tansania sind in Entwicklung. Aktuell produziert Uranium One ausschließlich in Kasachstan. Im Jahr 2020 wurden 4276t Uran produziert, was rund einem Fünftel der kasachischen Produktion entspricht. (Uranium One 2022; OECD NEA 2021)

#### Marktsituation und Bedeutung für die EU

Uranium One war im Jahr 2020 mit 4276t Uran (ca. 9% der globalen Produktion) der drittgrößte und ARMZ mit 2846t Uran (ca. 6% der globalen Produktion) der neuntgrößte Produzent weltweit. Damit kontrollierte Rosatom rund 15% der weltweiten Uranproduktion im Jahr 2020. (Statista 2022; Uranium One 2022)

Im Jahr 2020 kam rund 20% des Urans für Europäische Betreiber aus Russland, und rund 19% aus Kasachstan. Diese beiden Länder waren nach Niger 20% und vor Kanada 18% die Nummern 2 und 3 für den europäischen Import (EURATOM Supply Agency 2021).

## 3 URANKONVERSION UND URANANREICHERUNG

### 3.1 TVEL Fuel Company

Die TVEL Fuel Company (TVEL) ist das Unternehmen von Rosatom, welches für die Urankonversion, die Anreicherung (Enriched Uranium Products - EUP) und Kernbrennstoffproduktion zuständig ist. Darüber hinaus produziert das Unternehmen Kernbrennstoffhüllen und Gaszentrifugen für die Anreicherung. Des Weiteren arbeitet das Unternehmen im Bereich der Metallurgie (v.a. Titanprodukte), Maschinenbau (Ausrüstung für den nuklearen Brennstoffzyklus, und Ausrüstung für die Öl und Gasindustrie), Chemie (Isotopenproduktion, Lithium und Lithiumprodukte), Energiespeicher (u.a. Material für Lithium-Ionen Batterien) und Additive Technologien (3D Drucker, Metallpulver für 3D Drucker). (TVEL 2019)

Die Anlage zur Urankonversion des Siberian Chemical Combine (JSC SCC, Seversk, Tomsk Region) wandelt Yellowcake in UF<sub>6</sub> um (10000 t Heavy Metal/year). Diese Anlage ist die drittgrößte weltweit. Der mögliche Durchsatz der Anlage entspricht rund 18% der globalen Produktion. 2020 wurden rund 24% der Konversionsdienstleistungen für die EU von TVEL geleistet. Zum Vergleich: Orano (ein französisches Unternehmen) war für 28% der Konversionsdienstleistung für die EU verantwortlich, der Rest kam aus Kanada (31%) und den USA (15%). (IAEA 2022; EURATOM Supply Agency 2021)

TVEL betreibt vier Anlagen für die Urananreicherung mittels Gaszentrifugen. Die Standorte sind Siberian Chemical Combine (JSC SCC, Seversk, Tomsk Region), Urals Electrochemical Integrated Plant (JSC UEIP, Novouralsk, Sverdlovsk Region), Production Association Electrochemical Plant (JSC PA ECP, Zelenogorsk, Krasnoyarsk Region), Angarsk Electrolysis Chemical Combine, (JSC AECC, Angarsk, Irkutsk Region).

#### Marktsituation und Bedeutung für die EU

Die Anreicherungsarbeit für europäische Versorger wurde 2020 zu 71% von Orano-GBII und Urenco, sowie zu 26% von TENEX/TVEL geleistet (TVEL 2019; EURATOM Supply Agency 2021).

## 4 BRENNELEMENTFERTIGUNG

### 4.1 MSZ Machinery Manufacturing Plant

TVEL betreibt Anlagen für die Brennstofffertigung. Die MSZ Machinery Manufacturing Plant, Joint-Stock Company (MSZ JSC) produziert Brennstäbe und Brennelemente. In der EU werden Kernbrennstoffe von MSZ in den WWER Reaktoren in Loviisa (Finnland), Dukovany und Temelin (Tschechien)<sup>1</sup> Mochovce und Bohunice (Slowakei) und Paks (Ungarn) verwendet. Im Zuge der Kooperation mit Framatome produziert MSZ Brennelemente für Druck- und Siedewasserreaktoren westlicher Bauart. Diese werden bzw. wurden nach Deutschland, Schweiz, Schweden, Niederlande und das Vereinigte Königreich geliefert. (JSC MSZ 2022)

### 4.2 Novosibirsk Chemical Concentrates Plant

Das Novosibirsk Chemical Concentrates Plant (JSC NCCP) produziert Brennelemente für Reaktoren des Typs WWER-440, WWER-1000 und WWER-1200. NCCP produziert seit Dezember 2021 die TVS-K Brennelemente die für westliche Kernkraftwerke entwickelt wurden, allen voran Westinghouse 3 und 4 Loop Reaktoren. Weiters produziert NCCP Brennstoff-Pellets für die WWER, RMBK und LWR welche sowohl von NCCP selbst verbaut, als auch an andere Unternehmen welche Brennelemente fertigen geliefert werden. Die jährliche Kapazität liegt bei über 600 Tonnen Brennstoff-Pellets. Brennelemente der NCCP werden in Bulgarien verwendet. (NCCP 2022a, 2022b)

### 4.3 Chepetsky Mechanical Plant (CMP)

Das Chepetsk Mechanical Plant in Glazov (Republic of Udmurtia) produziert Zirkoniumprodukte und Produkte aus Zirkoniumlegierungen. Die zentralen Zirkoniumlegierungen für kerntechnischen Anwendungen wie Zircaloy-2, Zirkonium-2.5%Nb, Zircaloy-4, etc. werden von CMP hergestellt. Diese werden für Leicht- und Schwerwasserreaktoren benötigt. Weltweit betrachtet, ist CMP unter den drei größten Produzenten von Zirkoniumprodukten und Produkte aus Zirkoniumlegierungen. Das CMP ist das einzige Werk in Russland, das „nuclear-grade“ Zirkoniumprodukte herstellt. Die Produkte von CMP werden auch exportiert. Die genauen Daten, wie viel davon in die EU geht, konnte nicht nachvollzogen werden. (TVEL 2022a; Rosatom 2022b; CMP 2022)

---

<sup>1</sup> Temelin wird ab 2024 wieder von Westinghouse versorgt siehe Word Dokument (Platts Nuclear News 2022b)



Das CMP ist außerdem der einzige russische Hersteller von Niedertemperatur-Superleiter. CMP stellt auch hochreine Legierungen aus Niob her. Des Weiteren ist CMP an der Entwicklung des ITER beteiligt. (Rosatom 2022b)

#### **Marktsituation und Bedeutung für die EU**

Im Jahr 2022 versorgt TVEL 21 Kernreaktoren in der EU. Zwei in Finnland (28% Anteil an der installierten Kernenergieleistung), zwei in Bulgarien (100%), vier in Ungarn (100%), vier in der Slowakei (100%), sechs in Tschechien (100%) und im Zuge einer Kooperation mit Framatome drei in Westeuropa (TVEL 2022b).

## 5 HANDEL UND VERKAUF

### 5.1 TENEX

TENEX ist das Vertriebs- und Handelsunternehmen von Rosatom und ist Teil der Atomenergoprom. TENEX beliefert den Weltmarkt mit Uranprodukten wie Natururan und angereichertem Uran, welches von russischen Brennstoffzyklus-Unternehmen produziert wird. Weiters bietet TENEX Urananreicherungsdienstleistungen sowie Dienstleistungen für den Umgang mit wiederaufgearbeitetem Uran an. Die Produkte werden für die Herstellung von Brennstoff für Forschungsreaktoren als auch Leistungsreaktoren verwendet. Ebenso arbeitet TENEX auf dem Gebiet der Entsorgung abgebrannter Kernbrennstoffe, der Wiederaufbereitung von Kernbrennstoffen und der Lagerung von radioaktiven Abfälle. Ein Teil von TENEX bietet logistische Dienstleistungen im Bereich der Lieferung von Brennstoffzyklus Produkten an (TENEX 2022b, 2022a, 2018, 2020b, 2020a).

TENEX vermarktet das Uran von Uranium One, also das außerhalb Russlands abgebaute Uran. Auch vermarktet TENEX die Konversions- und Anreicherungsleistungen der TVEL. Für die Wiederaufarbeitungsleistungen greift TENEX u.a. auf die Wiederaufarbeitungsanlage in Mayak zurück (TENEX 2020a).

Die Tochterfirmen NFC Logistics JSC und JSC "Saint-Petersburg "IZOTOP" sind für Transport- und Logistikdienstleistungen zuständig. Die zentralen Häfen dieser Unternehmen in Bezug auf die EU sind St. Petersburg, Ust-Luga (Oblast: Leningrad) und Taganrog (Oblast: Rostow). (TENEX 2022a)

Internexco wurde von TENEX im Jahr 2015 in Zug in der Schweiz gegründet. Im Jahr 2009 wurde in London die TRADEWILL Limited von TENEX gegründet. (TENEX 2020b)

Seit Ende 2019 ist das Federal Center for Nuclear and Radiation Safety (FCNRS) Teil der TENEX. Das FCNRS und seine Tochterunternehmen sind zuständig für das Management abgebrannter Brennelemente, radioaktive Abfälle und Dekommissionierung kerntechnischer Anlagen. (Rosatom 2022a)

#### Marktsituation und Bedeutung für die EU

2019 versorgte TENEX 42 Unternehmen aus 16 Ländern mit Uranprodukten. 2019 verkaufte TENEX Waren und Dienstleistungen im Wert von 2 Mrd. US Dollar. Im zehnjährigen Auftragsportfolio befinden sich Geschäfte im Wert von 14,9 Mrd. US Dollar. TENEX war damit für rund 30% von Rosatoms Auslandsumsatz verantwortlich. Das Exportprogramm des Unternehmens macht rund die Hälfte der jährlichen Gesamtauslastung der AnreicherungsKapazitäten von TVEL aus (TENEX 2020b).

In Europa deckt TENEX rund 26% der Urananreicherungsleistungen ab - 71% werden von Orano-GBII und Urenco abgedeckt (EURATOM Supply Agency

2021). TENEX exportiert unter anderem nach Frankreich, Deutschland, Spanien, Großbritannien, Belgien, Schweden, Finnland, Schweiz und Tschechien. 48% der Exporte der TENEX gehen in diese Länder (TENEX 2015, 2019, 2018)

## 6 BAU, BETRIEB UND WARTUNG

### 6.1 Rosenergoatom

JSC Rosenergoatom ist die Abteilung Energietechnik von Rosatom und ist der einzige Betreiber von Kernkraftwerken in Russland (Rosenergoatom 2020).

Rosenergoatom ist einer der Hauptakteure bei Angeboten von Rosatom für den Bau von Kernkraftwerken auf dem internationalen Markt. Das Angebot der Rosenergoatom umfasst Unterstützung beim Aufbau kerntechnischer Infrastruktur, und beim Bau von Kernkraftwerken inkl. Simulatoren, Ausbildung von Personal, Technische Leitung beim Bau und die Inbetriebnahme. In der Betriebsphase unterstützt die Rosenergoatom im Bereich Betriebsführung, Service und Instandhaltung, sowie Forschung und Entwicklung. Ebenso ist die Rosenergoatom im Bereich Stilllegung aktiv (Rosenergoatom 2020, 2022b).

Die praktischen Trainings ausländischer Operateure und anderer kerntechnischen Spezialisten finden bei Rosenergoatom statt. Rosenergoatom ist im Bereich Aufbau von kerntechnischer Infrastruktur tätig. Diese umfassen u.a. Trainings, Beratungsdienstleistungen, wissenschaftliche und technische Besuche in Russland (Rosenergoatom 2022b).

JSC Atomtechenergo ist ein mit Rosenergoatom verbundenes Unternehmen. Das Unternehmen ist federführend bei der Inbetriebnahme neuer russischer Kernkraftwerke im In- und Ausland, sowie bei technischen Dienstleistungen wie der Verlängerung der Lebensdauer von Anlagen und Ausrüstungen, Programmen zur Leistungssteigerung, Programmen zur Verbesserung der Effizienz von Anlagen und Blöcken usw (Rosenergoatom 2022b; Atomtechenergo 2022a).

JSC "Rusatom Service", das zur Rosenergoatom gehört, fungiert als Dienstleister für ausländische Kernkraftwerke in der Betriebsphase einschließlich Wartung, Reparatur, Modernisierung, Lieferung von Ausrüstung und Ersatzteilen (Rusatom Service 2022b).

JSC "VNIIAES" ist ein Tochterunternehmen der Rosenergoatom welches Simulatoren entwickelt, liefert und modernisiert (Rosenergoatom 2022c).

## 7 MASCHINENBAU

### 7.1 Atomenergomash

Die Atomenergomash ist die Maschinenbauparte von Rosatom und setzt sich aus zahlreichen Unternehmen zusammen, welche in den Bereichen Energietechnik, Forschung und Entwicklung, Design und Produktion tätig sind. Die wichtigsten Tochtergesellschaften sind AEM Technology, OKB Gidropress, OKBM Afrikantov und ZiO-Podolsk, AAEM LLC. Außerhalb von Russland hat die Atomenergomash Tochterunternehmen und Beteiligungen in Tschechien (ARAKO spol. s.r.o.), Ungarn (Ganz EEM) und Ukraine (ENERGOMASHSPETSSTAL PJSC). (Atomenergomash 2022, 2019a; JSC ZiO-Podolsk 2022)

#### 7.1.1 AEM Technology

AEM Technology besteht aus drei Standorten und ist eines der führenden Unternehmen Russlands im Bereich Energietechnik. Die Zentrale befindet sich in Kolpino, wo die Ingenieur-Abteilung angesiedelt ist. Die Produktionsstätten sind die JSC "AEM-technology" "Petrozavodskmash" in Petrozavodsk und JSC "AEM-technology" "Atom mash" in Volgodonsk. (Rosatom 2021a; Nuclear Engineering International 2021a)

Petrozavodskmash stellt Gussstücke mit einem Gewicht von bis zu 120 Tonnen her. Zu den Produkten zählen neben Teilen für das Reaktorsystem, Transportcontainer für kerntechnische Abfälle auch Teile für Windkraftanlagen und Gussformen für Schwerindustriemaschinen. Weitere Produkte umfassen Ausrüstung für den Bergbau, Komponenten für (Groß-)Motoren und Großkomponenten für Öltrafinerie (Petrozavodsk Mash 2022a; Atomenergomash 2019b; Rosatom 2021b). Ein Teil des verwendeten Maschinenparks Petrozavodskmash wurde von deutschen Firmen (Hoesch, Waldrich Siegen) geliefert (Petrozavodsk Mash 2022b).

Die Schmiede Atom mash in Volgodonsk produziert Komponenten für VVERs. Diese umfassen Reaktordruckbehälter, Dampferzeuger, Rohrleitungen und weitere geschmiedete Teile und Komponenten der Primär- und Sekundärseite. Darüber hinaus werden auch Teile für Öltrafinerien geschmiedet (Atomenergomash 2019b, 2021b, 2021c, 2021a). Die Schmiede Atom mash versorgt aktuell alle VVER Neubauprojekte mit zentralen Komponenten. Daher werden diese Teile auch in die EU geliefert (Nuclear Engineering International 2021a).

#### 7.1.2 OKB Gidropress

Gidropress ist ein kerntechnisches Konstruktionsbüro. Auf Gidropress gehen die Konzepte folgender Reaktoren zurück: WWER-210 (V-1), WWER-365 (V-3M), WWER-440 (V-179, V-230, V-213, V-270), WWER-1000 (V-187, V-302, V-320, V-338, V-428) und WWER-1200 (V-392M, V-491), WWER-TOI, und SVBR. Darüber hinaus

entwickelte Gidropress Dampfabscheider für den RBMK-1500, die Dampferzeuger und -abscheider für die BN-Reaktoren (BN-350, BN-600, BN-800). (Gidropress 2022b, 2022a)

Gidropress fertigt auch weitere Komponenten für die WWER Reaktoren. Dazu zählen der elektromagnetische Antrieb des Reaktorsteuerungs- und Schutzsystems sowie zahlreiche Instrumentierungen und Sensoren (Gidropress 2022d).

Gidropress bietet technische Unterstützung bei Bau, Betrieb und der Modernisierung von KKW im Ausland an. Das Unternehmen entwickelt Computercodes und Simulationssoftware. Die internationale Kooperation hat laut Gidropress hohen Stellenwert. Kooperationen gibt es unter anderem mit Orano in Frankreich, Fortum Power und Fennovoima in Finnland, INETEC in Kroatien, SKODA JS a.s., UJV ReZ, CEZ Gruppe und IAM Brno in Tschechien, GRS in Deutschland und VUJE in der Slowakei (Gidropress 2022c).

### **7.1.3 OKBM Afrikantov**

OKBM Afrikantov ist ein kerntechnisches Konstruktionsbüro, das vor allem Forschungsreaktoren und schnelle Reaktoren designt. Dazu zählen unter anderem die BN-350, BN-600 und BN-800. Aktuell designt OKBM vor allem kleine und modulare Reaktoren, wie dem KLT-40S (Akademik Lomonossow) und den VBER-300 (Rosatom 2022d).

### **7.1.4 JSC Maschinenbauwerk ZiO-Podolsk**

Das Maschinenbauwerk ZiO-Podolsk fertigt und liefert Reaktordruckbehälter, Dampferzeuger, Dampfabscheider, Überhitzer, Kondensatoren, Wärmetauscher, Halterungen für Rohrleitungen, Tanks und andere Ausrüstungen für Kernkraftwerke (ZiO-Podolsk 2022b). Dampferzeuger für WWER 440 und WWER 1000 wurden an Kernkraftwerke in Russland, der Ukraine, Armenien, Finnland, Deutschland, Kuba, Bulgarien, Iran, China und Indien geliefert (ZiO-Podolsk 2022a). ZiO-Podolsk lieferte an Kozloduy (Bulgarien) und Rowno (Ukraine) Teile für die Modernisierung der Reaktoren (ZiO-Podolsk 2022b).

### **7.1.5 AAEM LLC.**

"Turbine Technology AAEM" Limited Liability Company ist ein Joint Venture zwischen Atomenergomash JSC (51%) und GEAST (49%) General Electric Alstom (80% GE, 20% Frankreich) (AAEM 2022a). Dieses Joint Venture wurde im Jahr 2007 gegründet und hat das Ziel Turbinenhallen-Equipment für russische VVER Reaktorprojekte im In- und Ausland bereitzustellen. Im Zuge dieser Kooperation baut GE die ARABELLE Turbine und den GIGATOP-Turbogenerator (Gabor Szenes 2017). Pumpen, Wärmetauscher und weiteres Hilfsequipment werden von Atomenergomash zusammen mit unter anderem ZiO-Podolsk, CKBM, Ganz, ARAKO, ATM und CNIITMASH NPO produziert (Atomenergomash 2020). Im Jahr

2010 entwickelte das Joint Venture ein Design für die Turbinenhalle für VVERs, welches speziell auf die ARABELLE ausgelegt wurde (AAEM 2022b, 2022a).

Im Februar 2022 wurde bekannt, dass EDF einen Teil von GE Steam Power kaufen möchte. Dieser beinhaltet unter anderem die ARABELLE Turbine (World Nuclear News 2022d).

### **7.1.6 Central Design Bureau of Machine Building CDBMB**

CDBMB ist der einzige Designer und Produzent von Kühlmittelpumpen für WWER Reaktoren in Russland (CDBMB 2022a). Das Unternehmen produziert auch Speisewasser- und Notkühlumpen für Kernkraftwerke (CDBMB 2022c). Des weiteren wird Ausrüstung für die Zerlegung von abgebrannten Brennelementen hergestellt (CDBMB 2022b). CDBMB versorgt weltweit Kernkraftwerke mit Ersatzteilen für ihre Pumpen. Beispielsweise wurden im Oktober 2018 Leitschaukeln für die Wartung und Instandhaltung der Kühlmittelpumpen an das KKW Paks (Ungarn) geliefert (CDBMB 2018).

## **8 ENGINEERING**

### **8.1 ASE Group**

Die ASE Group vereint innerhalb von Rosatom die zentralen Unternehmen aus dem Bereich Engineering. Unter dem Dach der ASE Group sind vereint: JSC Atomstroyexport (Moskau, Nischni Nowgorod, Zweigstellen in Russland und im Ausland), United Design Institute - JSC Atomenergoproekt (Moskauer und Nischni Nowgoroder Zweigstellen - Designinstitute, Zweigstellen in Russland und im Ausland), JSC Atomproekt (St. Petersburger Designinstitut) - und Tochtergesellschaften von Bauunternehmen (Nuclear Engineering International 2021b).

#### **8.1.1 Atomstroyexport JSC (ASE JSC)**

Die Atomstroyexport ist ein Tochterunternehmen der Atomenergoprom. ASE JSC ist die Managementgesellschaft der Rosatom Engineering Division. Zu den Haupttätigkeiten des Unternehmens gehören Planungs- sowie Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für Wärme- und Kernkraftwerke sowie das Management von Bauprojekten für kerntechnische Anlagen (ASE Group 2022).

#### **8.1.2 Atomenergoproekt JSC**

Zu den Haupttätigkeiten zählen Ingenieurvermessung, ingenieurtechnische Planung, Projektmanagement für den Bau von Wärme- und Kernkraftwerken, Bauüberwachung und Planungsüberwachung sowie technische Beratung in diesen Bereichen (ASE Group 2022).

#### **8.1.3 Atomenergoproekt JSC - Moskau Design Institute**

Die Moskauer Niederlassung von JSC Atomenergoproekt - Moskau Design Institute arbeitet im Bereich Planung von nuklearen Kernkraftwerksteilen, der Leittechnik, der technischen Überwachung und der Erstellung von Wahrscheinlichkeitsanalysen. In den Jahren seiner Tätigkeit hat das Unternehmen Entwürfe für die meisten Kernkraftwerke in Russland, Osteuropa und den GUS-Staaten entwickelt (ASE Group 2022).

#### **8.1.4 Atomenergoproekt JSC - Nischni Nowgorod Design Institute**

Die Nischni Nowgoroder Niederlassung von JSC Atomenergoproekt - Nischni Nowgorod Design Institute arbeitet im Bereich Planung von nuklearen Kernkraftwerksteilen, der Leittechnik, der technischen Überwachung und der Erstellung von Wahrscheinlichkeitsanalysen. Das erste Projekt war das armenischen



KKW Medzamor, welches besondere Anforderungen an die Erdbebensicherheit stellte. Atomenergoproekt war der Generalplaner des KKW Kosloduj in Bulgarien, des KKW Temelin in der Tschechien und des KKW Kudankulam in Indien, sowie das KKW Akkuyu in der Türkei und das KKW Zaporozhe in der Ukraine (ASE Group 2022).

### **8.1.5 Atomproekt JSC**

Atomproekt repräsentiert die St. Petersburger Schule bei der Planung von kern-technischen Anlagen. Das erste KKW der Welt (Obrninsk) wurde von Atomproekt entwickelt. In den folgenden Jahren hat das Unternehmen weltweit mehr als 20 Forschungsreaktoren entworfen und die Dokumentation für mehrere Dutzend KKW in Russland und im Ausland entwickelt. Atomproekt ist der Generalplaner für alle russischen schnellen Reaktoren. Darüber hinaus entwickelte das St. Petersburger Institut Entwürfe für zwei Blöcke des KKW Leningrad-2, das KKW Belarus, die Blöcke 7 und 8 des KKW Tianwan, die Blöcke 3 und 4 des KKW Xudabao, das KKW Hanhikivi in Finnland (im Mai 2022 von der Betreiberfirma Fennovoima aufgekündigt (Yle 2022)), das KKW Paks-II in Ungarn, das KKW El-Dabaa in Ägypten und die Blöcke 3 und 4 des KKW Leningrad-2 (ASE Group 2022).

## **9 TOCHTERUNTERNEHMEN UND BETEILIGUNGEN VON ROSATOM IM AUSLAND**

### **9.1 Tochterunternehmen von Atomenergomasch**

#### **9.1.1 ARAKO**

ARAKO ist ein tschechischer Hersteller von Industriearmaturen für Kernkraftwerke, thermische Kraftwerke, Chemie und Petrochemie. Seit 2007 gehört das Unternehmen zu Atomenergomasch (ARAKO 2022c).

ARAKO lieferte die Armaturen für die Kernkraftwerke Bohunice und Temelin. Seitdem hat das Unternehmen weltweit mehr als 275 000 Stück Kernkraftarmaturen für 25 Kernkraftwerksblöcke des Typs WWER entwickelt, produziert und ausliefert. Die Armaturen für das KKW Mochovce 3 und 4 wurden von ARAKO gefertigt und geliefert (ARAKO 2022b). Ebenso hat ARAKO Verträge über die Lieferung von Armaturen für Projekte Kernkraftwerke Hanhikivi, Akkuyu, Paks und El Dabaa geschlossen (ARAKO 2022a).

#### **9.1.2 Ganz EEM**

Ganz Engineering and Energetics-Machinery Manufacturer Llc. (Ganz EEM) ist ein Joint Venture der Ganz Holding und Atomenergomasch mit Sitz und Produktionsstätten in Ungarn. Das Unternehmen produziert Pumpen und Turbinen für diverse Anwendungen und konventionelle Kraftwerke. Ganz EEM produziert Hochleistungspumpen für Kernkraftwerke und fertigt derzeit Kühlmittelpumpen für Kudankulam in Indien, Akkuyu in der Türkei und Rooppur in Bangladesch (Rosatom Newsletter 2021b). Weiters produziert das Unternehmen (Komplett-) Systeme für den Umgang mit frischen und abgebrannten Brennelementen im Kernkraftwerk (inkl. Kräne). Diese wurden speziell für die WWER-440 und WWER-1000 Reaktoren entwickelt. Aktuell arbeitet das Unternehmen an Systemen für die Manipulation von Brennelementen im WWER-1200. Darüber hinaus bietet das Unternehmen Dienstleistungen im Bereich Instandhaltung und Modernisierung dieser Installationen an. Das Unternehmen hat unter anderem die Verlademaschinen und -kräne für Dukovany 1-4, Temelin 1-2, Bohunice 3-4, Mochovce 1-4, Paks 1-4 und Kozloduy 5-6 gebaut und modernisiert. Auch baut Ganz EEM Pumpen für Kernkraftwerke (Ganz EEM Llc 2022b, 2022c). Ganz EEM gründete 2012 in Budapest eine Arbeitsgruppe zur Bewertung der Erdbebensicherheit von in- und ausländischen Kernkraftwerken (Ganz EEM Llc 2022a).

#### **9.1.3 Energomaschpetsstal PJSC**

Energomaschpetsstal gehört zur Atomenergomasch und produziert Schmiede- und Gussteile für Energieanwendungen, die petrochemische Industrie, Bergbau,

Zementverarbeitung und den Schiffbau. Das Werk ist in Kramatorsk in der Ukraine situiert. Für Kernkraftwerke produziert das Unternehmen die Mantelringe der Dampferzeuger und des Reaktordruckbehälters, Teile der Hauptumwälzpumpe, Teile für die Rohrleistungssysteme und Teile des Kollektors der Dampferzeuger für die WWER-1000 und WWER-1200 (Energomashpetsstal 2022). Seit dem 21. Februar gibt es keine News auf der Website des Unternehmens (Energomashpetsstal 2022).

## **9.2 Tochterunternehmen von Atomstroyexport**

### **9.2.1 NUKEM Technologies GmbH**

NUKEM Technologies GmbH das in Deutschland ansässige Ingenieurs- und Beratungsbüro gehört zu Atomstroyexport. Es hat sich auf den Umgang mit radioaktivem Abfall und dem Rückbau von kerntechnischen Anlagen spezialisiert. NUKEM bietet auch Beratungsdienstleistungen in den Gebieten, Sicherheitstechnik, Genehmigungsverfahren und technische Dokumentation an. Mit Stand 2022 hat bzw. hatte NUKEM Projekte in Frankreich, Großbritannien, Schweiß, Belgien, Deutschland, Tschechien, Slowakei, Bulgarien, Rumänien, Litauen, Finnland und Österreich. In Österreich erstellte NUKEM das Konzept für die Rekonditionierung für Nuclear Engineering Seibersdorf (NES), war beteiligt an dem Umbau der Verbrennungsanlage im NES und beim Design, Fertigung und Inbetriebnahme einer Handsortierbox für NES (Atomstroyexport 2022; NUKEM Technologies 2022b; atommuellreport.de 2020; NUKEM Technologies 2022a).

## 10 ABHÄNGIGKEITSVERHÄLTNISS UND SUBSTITUTIONSOPTIONEN

### 10.1 Natururan

Die aggregierte Reserve der europäischen KKW Betreiber betrug im Jahr 2020 42.396 t Natururan-Äquivalenten. Laut Euratom Supply Agency ist diese Reserve für sieben Jahre in Folge gesunken, da die Betreiber mehr Uran verwendet als eingekauft haben. Die aktuell vorrätige Reserve genügt für eine Überbrückung von drei Jahren für die gesamte europäische Flotte.

Im Jahr 2020 bezogen die Euratom Staaten 12.592 t Natururan. Das entspricht 26,3% der globalen Uranproduktion dieses Jahres. Im Jahr 2020 wurden 13.793 t Natururan-Äquivalente in Euratom KKW's geladen.

*Tabelle 1:  
Überblick Uranproduktion und Marktanteil in der EU (Statista 2021; EURATOM Supply Agency 2021)*

<b>Herkunft</b>	<b>Gesamtjahresproduktion (tU)</b>	<b>Exportanteil in die EU (%)</b>	<b>Exportmenge in die EU (tU)</b>	<b>Marktanteil in der EU (%)</b>
Kasachstan	19 500	12,38%	2 414	19,17%
Australien	6 200	26,95%	1 671	13,27%
Namibia	5 400	8,91%	481	3,82%
Kanada	3 900	59,28%	2 312	18,36%
Usbekistan	3 500	9,40%	329	2,61%
Niger	3 000	85,17%	2 555	20,29%
Russland	2 846	89,78%	2 545	20,21%
China	1 900	0,00%		
Ukraine	400	0,00%		
Indien	400	0,00%		
Sonstige	700	3,57%	284	2,26%

Rosatom förderte im Jahr 2020 mittels ARMZ rund 2850t Uran in Russland, und durch Uranium One ca. 4276t Uran in Kasachstan. Damit kontrollierte Rosatom rund 15% der weltweiten Uranproduktion. (Statista 2022; Uranium One 2022) Im Jahr 2020 kam rund 20% des Urans für Euratom Betreiber aus Russland, und rund 19% aus Kasachstan (siehe Tabelle 1). Diese beiden Länder waren nach Niger 20% und vor Kanada 18% die Nummern 2 und 3 für den Euratom Import (EURATOM Supply Agency 2021).

Tabelle 1 verdeutlicht in welchem Ausmaß und aus welchem Land Euratom einen Großteil der Uran Jahresproduktion bezieht. Es zeigt sich, dass rund 60% der kanadischen Uranproduktion, 85% der nigrischen Uranproduktion und rund 90% der russischen Uranproduktion nach Europa exportiert wurden.

Ein Umgehen von Rosatom auf dem Uranmarkt bedeutet, dass die EU zumindest 20% ihrer Uranimporte von anderen Produzenten beziehen müsste, was

ca. 5% der globalen Jahresproduktion entspricht. Das gilt jedoch nur für den Fall, dass das aktuell aus Kasachstan bezogene Uran direkt von der Kazatom-prom produziert und vertrieben wird und nicht von Uranium One (Teil der Rosatom) stammt. Die genaue Rückverfolgung des kasachischen Urans war im Zuge der gegenständlichen Untersuchung nicht möglich.

Um die genauen Zusammenhänge und Stoffströme zeitlich und räumlich erfassen zu können, bedarf es einer genaueren Analyse. Das ergibt sich aus der Tatsache, dass Uran als Ware gelagert werden kann und nicht sofort in den globalen Markt einbracht werden muss. Daher ist die Entwicklung über einen längeren Zeitraum zu untersuchen, was jedoch den Rahmen dieser Arbeit überschreitet.

Rosatom verfügt über 15% der globalen Produktion, aber eine Diversifikation scheint aufgrund der vorliegenden Daten möglich. Es muss allerdings eine vertiefte Analyse Nutzungskonkurrenzen durchgeführt werden, da das Phänomen der Gleichzeitigkeit zentral ist: Wenn mehrere globale Player gleichzeitig eine Substitution von Natururan von Rosatom anstreben können Engpässe nicht ausgeschlossen werden. Ebenso kann eine strategische Allianz zwischen Russland und Kasachstan das Substitutionspotenzial stark verändern.

## 10.2 Konversion

Insgesamt liegt der Konversionsbedarf der EU im Jahr 2020 bei 12850t Uran. 2020 wurden rund 24% der Konversionsdienstleistungen für die EU von TVEL geleistet. Orano war für 28% verantwortlich, der Rest kam aus Kanada (31%) und den USA (15%). (IAEA 2022; EURATOM Supply Agency 2021)

Im Bereich Konversion hat Orano (Malvesi und Tricastin) eine Kapazität von 15000t Natururan pro Jahr (globales Marktvolumen p.a.: 64000t) (World Nuclear News 2021b). Die Auslastung lag im Jahr 2020 bei nur rund 17%. Dem gegenüber lag die Auslastung der Siberian Chemical Combine (TVEL) bei 96% (World Nuclear Association 2022a).

In Bezug auf die Konversion von Uran in Uranhexafluorid besteht die Möglichkeit der Substitution der Konversion von Rosatom durch die Erhöhung der Auslastung der Orano Werke in Frankreich.

## 10.3 Anreicherung

Die Anreicherungsarbeit für europäische Versorger wurde 2020 zu 71% von Orano-George Besser II und Urenco, sowie zu 26% von TENEX/TVEL geleistet. (TVEL 2019; EURATOM Supply Agency 2021)

Die Anreicherungsanlagen von Rosatom sind das Siberian Chemical, das Urals Electrochemical Integrated Plant, das Production Association Electrochemical Plant, und das Angarsk Electrolysis Chemical Combine. Die Gesamtkapazität dieser vier Anlagen liegt bei rund 28 Mio SWU (Separative Work Units) pro Jahr. In Europa deckt TENEX, über diese vier Anlagen, rund 26% der Urananreicherungsleistungen ab (EURATOM Supply Agency 2021). TENEX exportiert unter anderem nach Frankreich, Deutschland, Spanien, Großbritannien, Belgien, Schweden, Finnland, Schweiz und Tschechien. 48% der Exporte der TENEX gehen in diese Länder (TENEX 2015, 2019, 2018).

Orano Georges Besse II hat eine jährliche Produktionskapazität von 7,5 Mio SWU (Separative Work Units) und Urenco (UK, Deutschland, Niederlande) 14,9 Mio SWU. Der Jahresbedarf von Euratom Versorgern schwankt zwischen 11 und 13 Mio SWU pro Jahr (World Nuclear Association 2022b; EURATOM Supply Agency 2021).

Es zeigt sich, dass die europäischen Anreicherungskapazitäten für die Euratom Mitglieder mit einer sehr soliden Marge ausreichen. Etwaige Verträge für die Produktion für Drittstaaten müssen im Zuge einer detaillierteren Analyse eruiert werden. Dies betrifft v.a. vertragliche Verpflichtungen mit US Unternehmen.

Anders gestaltet sich der Ausblick in Bezug auf HALEU (High-Assay Low-Enriched Uranium), welches als Brennstoff für die meisten SMR Konzepte dient (Nuclear Newswire 2022; Reuters 2022). Hierbei handelt es sich um U-235 mit einem Anreicherungsgrad von 5-20%. Weltweit produziert aktuell nur TENEX HALEU (Nuclear Newswire 2022). Sollte in Zukunft vornehmlich auf U.S. amerikanische SMR Konzepte gesetzt werden, muss der Kernbrennstoff höher angereichert werden (World Nuclear News 2022a).

## 10.4 Brennelementfertigung

Bei der Brennstofffertigung und der Versorgung mit Brennelementen zeigt sich in Europa ein gespaltenes Bild. Die WWER-440 und WWER-1000 Reaktoren beziehen ihre Brennelemente (fast) ausschließlich von Rosatom. Die Reaktoren westlicher Bauart, sind von Rosatom weniger abhängig, wenngleich im Zuge der Kooperation zwischen Framatome und Rosatom (MSZ Machinery Manufacturing Plant) Brennelemente bzw. Teile von Brennelementen für Druckwasser- und Siedewasserreaktoren westlicher Bauart hergestellt werden. Diese werden bzw. wurden nach Deutschland, Schweiz, Schweden, Niederlande und das Vereinigte Königreich geliefert (JSC MSZ 2022).

Im Jahr 2022 versorgt TVEL 21 Kernreaktoren in der EU. Zwei in Finnland (28% Anteil an der installierten Kernenergieleistung), zwei in Bulgarien (100%), vier in Ungarn (100%), vier in der Slowakei (100%), sechs in Tschechien (100%) und im Zuge einer Kooperation mit Framatome drei in Westeuropa (TVEL 2022b). Im

Jahr 2018 wurden Züge der Kooperation mit Framatome vier Reaktoren in Westeuropa versorgt (TVEL 2019).

Die große Herausforderung zur Diversifikation der Hersteller von Brennelementen betrifft die WWER-Reaktoren (Supply Agency of the European Atomic Energy Community 2022). Im Unterschied zu den westlichen Brennelementen, welche quadratisch sind, haben die WWER Brennelemente eine hexagonale Grundstruktur und die Brennstoffpellets eine andere Form. In der EU sind aktuell 14 WWER-440 in Betrieb und 2 weitere in Bau. Zusätzlich sind 4 WWER-1000 in Betrieb.

Von den westlichen Herstellern produziert aktuell nur Westinghouse Brennelemente für WWER Reaktoren. Westinghouse hat Erfahrung mit der Produktion von Brennelementen für den WWER-1000 (Westinghouse 2022a). Das Unternehmen produzierte die ersten Reaktorladungen für das KKW Temelin 1 und 2 für die Jahre 2000 bzw. 2002 (Nuclear Engineering International 2019). Nach einigen Beladungszyklen wurden die Westinghouse Brennelemente jedoch gegen von TVEL produzierte Brennelemente ausgetauscht. Das lag unter anderem an den technischen Problemen (Bowling), welche sich bei Westinghouse Brennelementen zeigten. Auch ergaben sich Probleme bei sogenannten mixed-core Zusammensetzungen. Der tschechische Betreiber stieg darauf hin, auf russischen Brennstoff um (Nuclear Engineering International 2015; atw 2015; Nuclear Engineering International 2019). Westinghouse hat die Entwicklung von WWER-1000 Brennelementen weiter fortgesetzt und sich vor allem auf die Ukraine konzentriert. Von Westinghouse hergestellte WWER-1000 Brennelementen werden in den Kernreaktoren South Ukraine 2 und 3 sowie Zaporozhe 1, 3, 4 und 5 verwendet (World Nuclear News 2020b). 2019 wurden in Temelin wieder sechs Test-Brennelemente von Westinghouse geladen (Nuclear Engineering International 2019) und ab 2024 wird Temelin wieder von Westinghouse versorgt ((Platts Nuclear News 2022b; World Nuclear News 2022b)). Die WWER-1000 Brennelemente von Westinghouse werden in Västerås (Schweden) produziert (Westinghouse 2022b, 2022a).

Bei den WWER-440 Brennelemente hat Westinghouse Erfahrung aus den Jahren 2001 bis 2007. Diese wurden von Enusa Industrias Avanzadas in Spanien gefertigt. In dieser Zeit wurden sieben Chargen für Loviisa geliefert, insgesamt 741 Brennelemente – was etwas mehr als zwei Reaktorladungen entspricht (ESSANUF 2018b). Im Zuge der Nicht-Erneuerung des Vertrages mit Loviisa stieg Westinghouse aus dem WWER-440 Brennelementgeschäft aus. Im Euratom Projekt „European Supply of Safe Nuclear Fuel“ wurden von 2015-2017 unter der Leitung von Westinghouse ein konzeptionelles Design für die WWER-440 Brennelemente entwickelt (World Nuclear News 2018; ESSANUF 2018a). Im Jahr 2021 wurde verkündet, dass Westinghouse einen Vertrag mit Energoatom (Betreiber der KKW Riwne in der Ukraine) über die Lieferung von Brennelementen geschlossen hat. Dieser beinhaltet, dass 12 Brennelemente, im Jahr 2024 in Riwne 2 geladen werden sollen. Diese sollen vier bis sechs Jahre getestet werden. Insgesamt ist die Lieferung von 1056 Brennelementen vorgesehen, was drei vollständigen Reaktorladungen entspricht. (World Nuclear News 2021a; Nuclear Engineering International 2021c).

Das Problem der Diversifikation der Brennelementfertigung für WWER Reaktoren ist bekannt und wird seit geraumer Zeit versucht zu lösen. Es bleiben jedoch zahlreiche Fragen offen. Die wichtigste offene Frage betrifft die Fertigungskapazitäten und damit die Frage wie viele Brennelemente von Westinghouse und seinen Partnern per anno produziert werden können. Für die WWER-1000 Reaktoren ist das Design und die Zertifizierung weiter fortgeschritten und es gibt praktische Erfahrungen aus den letzten Jahren. Das gilt für die WWER-440 Reaktoren nur bedingt. Die Umstellung der WWER-440 Reaktoren auf westliche Brennelementhersteller wird einen längeren Zeitraum in Anspruch nehmen. Diese Brennelemente müssen zunächst entwickelt, erprobt und lizenziert werden. Zusätzlich muss eine entsprechende Produktionsinfrastruktur mit ausreichender Kapazität aufgebaut werden. Für die Umstellung auf westliche Brennelementhersteller können für die WWER-440 rund 6-10 Jahre angenommen werden.

Für Reaktoren westlicher Bauart sind keine Engpässe zu erwarten. Das liegt daran, dass die Lieferungen aus Russland vor allem Produkte aus wiederaufgearbeitetem Uran (RepU) umfassen (TVEL 2019), welche nur einen sehr kleinen Beitrag für die Uranversorgung darstellen (EURATOM Supply Agency 2021).

In Bezug auf den Import von Zirkaloy konnten keine belastbaren Daten gefunden werden. Für den Fall, dass die europäische Brennelementfertigung große Mengen an Zirkaloy vom Chepetsk Mechanical Plant bezieht, muss eine detaillierte Analyse zu den Abhängigkeiten in Bezug auf Zirkaloy durchgeführt werden. Sollten sich hier relevante Abhängigkeiten herausstellen, könnte dies zu entsprechenden kritischen Engpässen führen.

## 10.5 Wartungsverträge und Ersatzteile

Dienstleistungen seitens Rosatom im Bereich Wartung und Ersatzteile betrifft WWER Reaktoren in den Euratom Staaten.

Rosenergoatom hat zahlreiche laufende und geplante Projekte mit Euratom Mitgliedsstaaten. Aufgeschlüsselt nach Ländern sind dies folgende:

Bulgarien<sup>2</sup>:

- Arbeiten zum Nachweis der Möglichkeit einer Verlängerung der Lebensdauer des KKW Kosloduj, Block Nr. 6, auf bis zu 60 Jahre
- Lieferung der Ausrüstung und der Ersatzteile
- Nachrüstungen
- Beratungsleistungen, Dienstleistungen für die technische Überwachung

---

<sup>2</sup> Im Jänner 2022 unterschrieb Framatome einen Vertrag mit Kosloduj, nach welchem Framatome die Wartung, das Alterungsmanagement und die Modernisierungen der Leittechnik übernimmt - Platts Nuclear News 2022a.



- Qualitätskontrolle des Kernbrennstoffs (Rosenergoatom 2022a)

#### Ungarn

- Lieferung von Ausrüstung und Ersatzteilen
- Das Central Design Bureau of Machine Building CDBMB liefert Ersatzteile die Wartung und Instandhaltung für die Kühlmittelpumpen des KKW Paks.
- Qualitätskontrolle des Kernbrennstoffs beim KKW Paks (Rosenergoatom 2022a)
- Technische Unterstützungsdienste für KKW Paks II (Atomtechenergo 2022b)

#### Slowakei

- Lieferung von Ausrüstung und Ersatzteilen
- Durchführung von technischen und beratenden Arbeiten in allen Phasen der Fertigstellung des KKW Mochovce Block 3 und 4 (Rosenergoatom 2022a; Atomtechenergo 2022b)

#### Finnland

- Schulung des Personals
- Qualitätskontrolle des Kernbrennstoffs beim KKW Loviisa
- Bau des Kernkraftwerks Hanhikivi (Rosenergoatom 2022a, 2020)

#### Tschechien

- Lieferung von Ausrüstung und Ersatzteilen
- Qualitätskontrolle des Kernbrennstoffs (Rosenergoatom 2022a)
- Die von CDBMB hergestellten Originalersatzteile werden regelmäßig an das KKW Temelín für laufende Reparaturen der Hauptkühlmittelpumpen geliefert (Rusatom Service 2022c).
- JSC Rusatom Service sorgt für die Lieferung von Originalersatzteilen, die von CDBMB hergestellt werden und ab 2019 für regelmäßige Reparaturen der Hauptkühlmittelpumpen an das KKW Dukovany geliefert werden (Rusatom Service 2022a).

#### Litauen

- Atomtechenergo arbeitete 2017 bis 2019 am KKW Ignalina bei der Inbetriebnahme und Anpassung der Systeme und Ausrüstungen des RW-Plasmabehandlungskomplexes (Atomtechenergo 2022b)

Im Bereich Wartung, Alterungsmanagement und Modernisierungen der Leittechnik ist eine Diversifikation der Anbieter zu beobachten. Framatome und Siemens übernehmen zunehmend Arbeiten an WWER Reaktoren. In wie weit Ersatzteile von westlichen Herstellern produziert werden, konnte im Zuge dieser Analyse nicht betrachtet werden.

## 10.6 Verschränkungen bei Projekten

Es gibt zahlreiche Verschränkungen zwischen Rosatom und westlichen Unternehmen im Bereich der Kernenergienutzung. Diese umfassen Kooperationen bei bestehenden Kernkraftwerken, bei Neubauprojekten und Joint-Ventures zwischen den Unternehmen bzw. deren Tochterunternehmen. Die Auflistung stellt einen Auszug aus den Verknüpfungen dar.

### 10.6.1 Rosatom - General Electric/Alstom (bzw. EDF)

"Turbine Technology AAEM" Limited Liability Company ist ein Joint Venture zwischen Atomenergomash JSC (51%) und GEAST (49%) General Electric Alstom (80% GE, 20% Frankreich) (AAEM 2022a). Dieses Joint Venture wurde im Jahr 2007 gegründet und hat das Ziel Turbinenhallen-Equipment für russische VVER Reaktorprojekte im In- und Ausland bereitzustellen. Im Zuge dieser Kooperation baut GE die ARABELLE Turbine und den GIGATOP-Turbogenerator (Gabor Szenes 2017). Im Februar 2022 wurde bekannt, dass EDF einen Teil von GE Steam Power kaufen möchte. Dieser beinhaltet unter anderem die ARABELLE Turbine (World Nuclear News 2022d).

AAEM ist bei den folgenden Projekten beteiligt.

Leningrad 2: Vertragsabschluss 2010, Inhalt: Dieselgeneratoren

KKW Hanhikivi: Vertragsabschluss 2016, Inhalt: Vertrag mit GE: AAEM wird die Hilfsausrüstungen des Dampfturbinenpakets für das im Bau befindliche Kernkraftwerk Hanhikivi-1 (Finnland) liefern, einschließlich der Kondensatoren, Zwischenüberhitzer mit Feuchtigkeitsabscheider, Hoch- und Niederdruckerhitzer, Speisewasserbehälter, Speisewasserpumpen, Hilfsausrüstungen für die Turbine und den Generator sowie Rohrleitungen und Ventile (AAEM 2022a; Fennovoima 2022)

KKW Akkuyu: Vertragsabschluss 2017, Inhalt: Vertrag mit Atomenergomash: Die Hauptausrüstung der Dampfturbinenanlage für die Turbineninsel, einschließlich der halbschnellen ARABELLE-Dampfturbine, des GIGATOP-Turbogenerators und der Ausrüstung für das Kondensator-Vakuumsystem wird von GE Steam Power Systems hergestellt. Die Pumpen, der Wärmetauscher und andere Hilfsanlagen werden hauptsächlich von Atomenergomash produziert (AAEM 2022a)

KKW El Dabaa: Vertragsabschluss 2018, Inhalt: Vertrag mit Atomstroyexport: Die Arabelle-Dampfturbine und der GIGATOP-Turbogenerator werden von GE hergestellt. AAEM wird die Ausrüstung der Turbinenhalle für die Blöcke 1 bis 4 des Kernkraftwerks El Dabaa in Ägypten liefern. Im Rahmen des Vertrags wird das Unternehmen für die Planung, Herstellung und Lieferung von vier Turbinen-Generator-Paketen einschließlich Dampfturbinen, Wärmetauschern, Generatoren, Hilfssystemen, Rohrleitungen mit Aufhängungssystemen und Ventilen, Pumpen und anderen Ausrüstungen sowie für die technische Beratung vor Ort bei der Montage und Vorinbetriebnahme der gelieferten Ausrüstung am Standort des KKW verantwortlich sein. (AAEM 2022a)

KKW Paks 2: Vertragsabschluss 2018, Inhalt: Vertrag mit GE Steam Power Systems und General Electric Hungary: AAEM wird die Hilfsausrüstungen für die Turbinenhallen von zwei neuen Blöcken des Kernkraftwerks Paks II liefern, darunter Kondensatoren, Feuchtigkeitsabscheider-Vorwärmer, HD-/LP-Heizungen, Speisewasserbehälter, Entlüfter, Speisewasserpumpen, Hilfsausrüstungen für Turbinen und Generatoren, Rohrleitungssätze und Ventile, und wird während der Montage und Inbetriebnahme der gelieferten Ausrüstungen am Standort des Kernkraftwerks Paks technische Beratungsdienste vor Ort leisten. (AAEM 2022a)

KKW Belene: Im Jahr 2020 wurde ein MoU unterzeichnet, welches die Lieferung der Turbinen und des Turbinenhallendesigns durch AAEM für das KKW Belene umfasst (World Nuclear News 2020a).

### **10.6.2 Rosatom – Framatome/Siemens**

Im Dezember 2021 unterzeichneten Framatome und Rosatom eine Vereinbarung für eine langfristige strategische Zusammenarbeit in den Bereichen Brennstoffentwicklung sowie Instrumentierung und Leittechnik (Rosatom 2021c).

Framatome/Siemens beliefern Kernkraftwerke von Rosatom mit dem digitalen Leittechniksystem TELEPERM XS. Dieses wird in neuen russischen Kernkraftwerken (u.a. Novovoronezh II-Block 1), sowie in Neubauprojekten eingesetzt (siehe Hanhikivi in Finnland) (Rosatom Newsletter 2021a).

Das Framatome Siemens Konsortium gewann 2019 die Ausschreibung für die Herstellung und Lieferung der Leittechniksystems für Paks II. Ebenso soll das Konsortium die Zertifizierung und Qualifizierung des Systems durchführen (World Nuclear News 2019b; Rosatom 2019).

Im Juni 2020 unterzeichnete Rosatom eine Absichtserklärung mit Framatome SAS (Frankreich) und GE Steam Power zur Beteiligung an der Auswahl eines strategischen Investors für das KKW Belene in Bulgarien. Wenn Rosatom ein strategischer Investor für das Belene-Projekt wird, wird Framatome ein Hauptlieferant von Leittechniksystemen für das bulgarische Kraftwerk sein (Rosatom Newsletter 2021a).

Das Konsortium Framatome Siemens bekam im Jahr 2019 den Zuschlag für die Lieferung der Leittechnik für das Kernkraftwerk Hanhikivi (World Nuclear News 2019a). Framatome und Rosatom unterzeichneten 2021 einen Vertrag über die technische Unterstützung bei der Planung und Integration eines Leittechniksystems für das Kernkraftwerk Hanhikivi, das in Finnland gebaut werden soll. (Rosatom Newsletter 2021a; Fennovoima 2021; Framatome 2021).

### **10.6.3 Rosatom – GE und Framatome**

Für das geplante Projekt Belene in Bulgarien haben Rosatom, GE und Framatome im Rahmen des Verfahrens zur Auswahl eines strategischen Investors

für das Kernkraftwerk Belene in Bulgarien im Juni 2020 eine Absichtserklärung unterzeichnet. GE soll bei der Turbinenhalle und den Turbinen über AAEM beteiligt sein, Framatome soll die Leittechnik liefern (World Nuclear News 2020a).

#### **10.6.4 Rosatom – CEA**

2018 unterzeichneten Rosatom und CEA einen strategischen Rahmenvertrag, dieser wurde 2019 nochmals erweitert. Die Rahmenverträge umfassen eine verstärkte Zusammenarbeit in den Bereichen schnelle Reaktoren, Design und Lieferung von Ausrüstungen für Kernkraftwerke, Lieferung von Kernbrennstoff für kommerzielle und Forschungsreaktoren, Wiederaufbereitung abgebrannter Kernbrennstoffe und Wiederverwendung von abgebrannten Brennelementen sowie die Möglichkeit von gemeinsamen Projekten in Drittländern (Rosatom Newsletter 2021a).

#### **10.6.5 Rosatom – Orano**

Im Jahr 2005 unterzeichnete Orano einen Vertrag mit Rosatom über die Lieferung von Anlagen zur Defluorierung von angereichertem Uran für das Werk in Zelenogorsk. Ein weiterer Vertrag mit demselben Inhalt wurde 2019 unterzeichnet. Im April dieses Jahres wurde in der Anlage mit dem Bau der zweiten DUHF-Defluorierungsanlage begonnen (Rosatom Newsletter 2021a).

### **10.7 Forschung und Entwicklung**

Im Bereich Forschung und Entwicklung gibt es Kooperationen im Bereich Kernspaltung und Kernfusion. Der folgende Überblick zu den Kooperationen fokussiert auf die Darstellung von ausgewählten Projekten und nicht auf die Gesamtheit der Zusammenarbeit in Bereich Forschung und Entwicklung.

#### **Kernfusion (Auszug)**

Für den ITER ist Rosatom unter anderem mit der Herstellung und Lieferung wichtiger Komponenten für den Reaktor betraut. Das Chepetsk Mechanical Plant produziert z.B.: Niedertemperatur-Supraleiter. Ende 2022 soll Russland eine Poloidfeldspule zum ITER liefern. Sie wird außerhalb des ITER-Toroidmagnetsystems platziert und ein Poloidmagnetfeld erzeugen. Dies wird benötigt um ein Plasma zu erzeugen, die Position und Form zu kontrollieren und den elektrischen Strom darin aufrechtzuerhalten. Ebenfalls Ende 2022 ist die Lieferung der Sockel für die Anschlüsse der Deckenmodule geplant. Steckverbinder wurden im Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Energietechnik (NIKIET) hergestellt. Der Herstellungsprozess dauerte etwa dreieinhalb Jahre.

Die Sockel bestehen aus zwei Materialien, einer Chrom-Zirkonium-Kupfer-Legierung und Edelstahl (Rosatom Newsletter 2022).

### **Kernspaltung (Auszug)**

Rosatom ist aktiv an der Arbeit der Internationalen Zentren für Forschungsreaktoren beteiligt. Zwei der Zentren, die zu diesem Rahmen gehören, befinden sich in der EU (Frankreich, Belgien) und eines in Russland. Das MBIR-Projekt - eine Forschungseinrichtung, die mit einem natriumgekühlten Mehrzweck-Schnellneutronenreaktor ausgestattet sein wird ist der russische Beitrag für dieses Projekt.

EDF und Rosatom kooperieren im Materials Ageing Institute. Das Materials Ageing Institute ist die größte internationale Organisation, die sich auf die Untersuchung von Alterungsprozessen in verschiedenen Materialien spezialisiert hat. Rosatom untersucht die Alterung von Legierungen, Struktur- und Polymerwerkstoffen, den Einfluss der Zerstörung organischer Verbindungen auf die Korrosionsbeständigkeit von Strukturwerkstoffen im Primärkühlkreislauf von WWER- und DWR-Reaktoren usw (Rosatom Newsletter 2021a).

Im Bereich Forschung und Entwicklung gibt es Kooperationsprojekte mit Ungarn. Diese betreffen die Simulatoren für die WWER-Reaktoren (Rosenergoatom 2022a).

Mit Litauen und Bulgarien gibt es Forschungsprojekte zum Thema Stilllegung (Rosenergoatom 2022a).

## 11 LITERATURVERZEICHNIS

- AAEM (2022a): Projects | Турбинные технологии ААЭМ. Online verfügbar unter <http://aaemturbines.com/en/products-and-services/projects.php>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- AAEM (2022b): Turbine Technology AAEM | Турбинные технологии ААЭМ. Online verfügbar unter <http://aaemturbines.com/en/>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2022, zuletzt geprüft am 29.04.2022.
- ARAKO (2022a): Geschichte – ARAKO | průmyslové armatury | armatury. Online verfügbar unter <https://www.arako.cz/de/uber-die-gesellschaft/firmengeschichte/>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- ARAKO (2022b): Referenzen – ARAKO | průmyslové armatury | armatury. Online verfügbar unter <https://www.arako.cz/de/referenzen/>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- ARAKO (2022c): Über uns – ARAKO | průmyslové armatury | armatury. Online verfügbar unter <https://www.arako.cz/de/uber-die-gesellschaft/uber-uns/>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- ARMZ (2019): ARMZ Annual Report 2018.
- ARMZ (2022): ARMZ Uranium Holding Co. - Home. Online verfügbar unter <https://www.armz.ru/en/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- ASE Group (2022): Companies of the Division. Online verfügbar unter <https://ase-ec.ru/en/about/companies/>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2022, zuletzt geprüft am 20.04.2022.
- Atomenergomash (2019a): Annual Report 2018. Online verfügbar unter [https://aem-group.ru/static/images/pgo/2018/12.09.2019%20AEM\\_PAR19%20ENG%20\(1\).pdf](https://aem-group.ru/static/images/pgo/2018/12.09.2019%20AEM_PAR19%20ENG%20(1).pdf), zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Atomenergomash (2019b): Key Manufacturing Projects 2018. Online verfügbar unter [https://aem-group.ru/static/images/projects/Album\\_2018\\_eng.pdf](https://aem-group.ru/static/images/projects/Album_2018_eng.pdf), zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- Atomenergomash (2020): AAEM LLC and ZIO-Podolsk PJSC had designed, manufactured and shipped condenser embedded parts for Akkuyu NPP - Атомэнергомаш. Online verfügbar unter <https://aem-group.ru/en/mediacenter/news/aaem-llc-and-zio-podolsk-pjsc-had-designed,-manufactured-and-shipped-condenser-embedded-parts-for-akkuyu-npp.html>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.

- Atomenergomash (2021a): Atom mash shipped VVER-TOI - new type of nuclear reactor for the first unit of Kursk NPP-2 - Атомэнергомаш. Online verfügbar unter <https://aem-group.ru/en/mediacenter/news/atom-mash-shipped-vver-toi-new-type-of-nuclear-reactor-for-the-first-unit-of-kursk-npp-2.html>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- Atomenergomash (2021b): Atom mash has shipped equipment for the first reactor of the "Akkuyu" NPP - Атомэнергомаш. Online verfügbar unter <https://aem-group.ru/en/mediacenter/news/atom-mash-has-shipped-equipment-for-the-first-reactor-of-the-akkuyu-npp.html>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- Atomenergomash (2021c): Atom mash has manufactured a set of Main circulating pipeline bends for Tianwan NPS - Атомэнергомаш. Online verfügbar unter <https://aem-group.ru/en/mediacenter/news/atom-mash-has-manufactured-a-set-of-main-circulating-pipeline-bends-for-tianwan-nps.html>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- Atomenergomash (2022): Products and Services. Online verfügbar unter <https://aem-group.ru/en/services/nuclear.html>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Atomenergoprom (2019): Atomenergoprom Annual Report 2018.
- Atomenergoprom (2022): Nuclear Energy – Russian Atomic Energy Complex - Atomenergoprom. Online verfügbar unter <http://atomenergoprom.ru/en/corp/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- atommuellreport.de (2020): NUKEM Technologies. Online verfügbar unter <https://www.atommuellreport.de/daten/detail/nukem-technologies.html>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2022, zuletzt geprüft am 20.04.2022.
- Atomstroyexport (2022): Atomstroyexport - Company. Online verfügbar unter <http://www.atomex.ru/about/eng/2>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Atomtechenergo (2022a): JSC Atomtechenergo. Online verfügbar unter <https://atech.ru/en/#>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Atomtechenergo (2022b): Services and Products - Engineering support. Online verfügbar unter <https://atech.ru/en/services/engineering-support/>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2022, zuletzt geprüft am 29.04.2022.
- atw (2015): Diversification of the VVER Fuel Market in Eastern Europe and Ukraine (Vol. 60, Issue 3). Online verfügbar unter [https://www.kernd.de/kernd-wAssets/docs/fachzeitschrift-atw/2015/atw2015\\_03\\_kirst\\_vver\\_fuel.pdf](https://www.kernd.de/kernd-wAssets/docs/fachzeitschrift-atw/2015/atw2015_03_kirst_vver_fuel.pdf), zuletzt geprüft am 22.04.2022.

- CDBMB (2018): JSC "CDBMB" sends a batch of equipment to Paksh NPP - AO "ЦКБМ". Online verfügbar unter <http://ckbm.ru/en/en/mediacenter/newseng/jsc-cdbmb-sends-a-batch-of-equipment-to-paksh-npp.html>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- CDBMB (2022a): About us - AO "ЦКБМ". Online verfügbar unter <http://ckbm.ru/en/about/>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- CDBMB (2022b): Equipment of spent fuel assembly dismantling and cutting department - AO "ЦКБМ". Online verfügbar unter <http://ckbm.ru/en/products-and-services/oborudovanie-otdelenij-razdelki-otvs.html>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- CDBMB (2022c): Products and Services - AO "ЦКБМ". Online verfügbar unter <http://ckbm.ru/en/products-and-services/>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- CMP (2022): Zirconium. Online verfügbar unter <http://www.chmz.net/en/product/zr/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Energomashpetsstal (2022): Energy industry | Energomashpetsstal official website. Online verfügbar unter <https://emss.ua/en/production-and-services/energy-industry/>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2022, zuletzt geprüft am 20.04.2022.
- Energomashpetsstal (2022): Energomashpetsstal | News. Online verfügbar unter <https://emss.ua/uk/>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2022, zuletzt geprüft am 20.04.2022.
- ESSANUF (2018a): Project. Online verfügbar unter <http://www.essanuf.eu/>.
- ESSANUF (2018b): Westinghouse VVER-440 fuel deliveries and operating experience. Online verfügbar unter <http://www.essanuf.eu/Dokument/Westinghouse%20VVER-440%20fuel%20deliveries%20and%20operating%20experience.pdf>, zuletzt geprüft am 27.04.2022.
- EURATOM Supply Agency (2021): Annual Report 2020.
- Fennovoima (2021): I&C in Hanhikivi 1 nuclear power plant. Online verfügbar unter <https://www.hanhikivi1.fi/en/article-page/automation-in-Hanhikivi-1-nuclear-power-plant>, zuletzt aktualisiert am 02.05.2022, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Fennovoima (2022): Turbine Generator Set. Online verfügbar unter <https://www.fennovoima.fi/en/hanhikivi-1/about-the-project/turbine-generator-set>, zuletzt aktualisiert am 13.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.



- Framatome (2021): Framatome and Rosatom sign instrumentation and control support contract for Hanhikivi-1 - Framatome - Espace presse. Online verfügbar unter <https://www.framatome.com/medias/framatome-and-rosatom-sign-instrumentation-and-control-support-contract-for-hanhikivi-1/>, zuletzt aktualisiert am 02.05.2022, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Gabor Szenes (2017): GE POWER Steam Power Systems Nuclear Product line, November, 2017.
- Ganz EEM Llc (2022a): Nuclear power plant earthquake resistance test. Online verfügbar unter <https://www.ganz-eem.com/en/product39>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2022, zuletzt geprüft am 20.04.2022.
- Ganz EEM Llc (2022b): Power Plant Equipment. Online verfügbar unter <https://www.ganz-eem.com/en/powerplantpequipment>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2022, zuletzt geprüft am 20.04.2022.
- Ganz EEM Llc (2022c): References - Nuclear power plant fuel handling machines. Online verfügbar unter <https://www.ganz-eem.com/en/reference>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2022, zuletzt geprüft am 20.04.2022.
- Gidropress (2022a): Designs. Online verfügbar unter [http://www.gidropress.podolsk.ru/en/projects/modern\\_projects.php](http://www.gidropress.podolsk.ru/en/projects/modern_projects.php), zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- Gidropress (2022b): Historical Notes. Online verfügbar unter <http://www.gidropress.podolsk.ru/en/about/history.php>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- Gidropress (2022c): INTERNATIONAL COOPERATION. Online verfügbar unter <http://www.gidropress.podolsk.ru/en/about/int-co-operation.php>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Gidropress (2022d): Product Catalog. Online verfügbar unter [http://www.gidropress.podolsk.ru/files/booklets/en/cat\\_eng.pdf](http://www.gidropress.podolsk.ru/files/booklets/en/cat_eng.pdf), zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- IAEA (2022): Nuclear Fuel Cycle Facilities (NFCIS). Online verfügbar unter <https://infcis.iaea.org/NFCIS/Facilities>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- JSC MSZ (2022): Elemash-English Version. Online verfügbar unter <http://www.elemash.ru/en/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- JSC ZiO-Podolsk (2022): Maschinenbauwerk "ZiO - Podolsk. Online verfügbar unter <https://aozio.ru/about/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- NCCP (2022a): Fuel assemblies for VVER reactor | NCCP. Online verfügbar unter [http://www.nccp.ru/en/products/fuel\\_for\\_nuclear\\_power\\_plants/fuel\\_for\\_vver/](http://www.nccp.ru/en/products/fuel_for_nuclear_power_plants/fuel_for_vver/), zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.

- NCCP (2022b): Power reactor fuel | NCCP. Online verfügbar unter [http://www.nccp.ru/en/products/fuel\\_for\\_nuclear\\_power\\_plants/](http://www.nccp.ru/en/products/fuel_for_nuclear_power_plants/), zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Nuclear Engineering International (2015): Diversification of the VVER fuel market. Online verfügbar unter <https://www.westinghousenuclear.com/Portals/0/operating%20plant%20services/fuel/Westinghouse%20reprint%20VVER%20Fuel%20NEI.pdf?ver=2018-05-16-150206-040>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Nuclear Engineering International (2019): New fuel for Temelín 1 - Nuclear Engineering International, 03.10.2019. Online verfügbar unter <https://www.neimagazine.com/features/featurenew-fuel-temelin-1-7436970/>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Nuclear Engineering International (2021a): Russia's AEM-Technologies to invest heavily in expansion and upgrades - Nuclear Engineering International. Online verfügbar unter <https://www.neimagazine.com/news/newsrussias-aem-technologies-to-invest-heavily-in-expansion-and-upgrades-8869334>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- Nuclear Engineering International (2021b): Rosatom completes reorganisation of Atomstroyexport - Nuclear Engineering International, 06.07.2021. Online verfügbar unter <https://www.neimagazine.com/news/newsrosatom-completes-reorganisation-of-atomstroyexport-8873006>, zuletzt geprüft am 20.04.2022.
- Nuclear Engineering International (2021c): Westinghouse fuel assemblies delivered to Rovno NPP - Nuclear Engineering International. Online verfügbar unter <https://www.neimagazine.com/news/newswestinghouse-fuel-assemblies-delivered-to-rovno-npp-8919297>, zuletzt aktualisiert am 27.04.2022, zuletzt geprüft am 27.04.2022.
- Nuclear Newswire (2022): ANS webinar looked at building domestic HALEU production capacity, 16.03.2022. Online verfügbar unter <https://www.ans.org/news/article-3763/ans-hosts-webinar-on-building-domestic-haleu-production-capacity/>, zuletzt geprüft am 21.04.2022.
- NUKEM Technologies (2022a): Projekte in Österreich. Online verfügbar unter <https://www.nukemtechnologies.de/projekte/at>, zuletzt aktualisiert am 10.05.2022, zuletzt geprüft am 10.05.2022.
- NUKEM Technologies (2022b): Über uns. Online verfügbar unter <https://www.nukemtechnologies.de/unternehmen/ueber-uns>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Nurgozhayeva, Roza (2022): Corporate Governance In Russian State-Owned Enterprises: Real Or Surreal? In: *Asian J. Comp. Law*, S. 1–27. DOI: 10.1017/asjcl.2022.3.

OECD NEA (2021): Uranium 2020: Resources, Production and Demand. Online verfügbar unter [https://www.oecd-nea.org/jcms/pl\\_52718/uranium-2020-resources-production-and-demand](https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_52718/uranium-2020-resources-production-and-demand), zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.

Petrozavodsk Mash (2022a): Petrozavodsk Mash - CASTINGS FROM 15 TO 120 TONS. Online verfügbar unter [http://lzpzm.com/en/\\_15-120\\_/](http://lzpzm.com/en/_15-120_/), zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.

Petrozavodsk Mash (2022b): Petrozavodsk Mash Foundry. Online verfügbar unter [http://lzpzm.com/en/mechanical\\_/](http://lzpzm.com/en/mechanical_/), zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.

Platts Nuclear News (2022a): France's Framatome creates Bulgarian subsidiary following Kozloduy nuclear contract, 21.04.2022.

Platts Nuclear News (2022b): Westinghouse, Framatome selected as fuel suppliers for Czech Temelin plant, 22.04.2022.

Reuters (2022): US urges haste on domestic HALEU plan as Russia faces isolation | Reuters Events | Nuclear, 21.04.2022. Online verfügbar unter <https://www.reutersevents.com/nuclear/us-urges-haste-domestic-haleu-plan-russia-faces-isolation>, zuletzt geprüft am 21.04.2022.

Rosatom (2019): RASU JSC and Framatome-Siemens Consortium Sign Contract to Supply Automated Process Control Systems for Hungarian Paks-2 Nuclear Power Plant. Online verfügbar unter [https://rosatom-europe.com/press-centre/news/rasu-jsc-and-framatome-siemens-consortium-sign-contract-to-supply-automated-process-control-systems-/?sphrase\\_id=7976](https://rosatom-europe.com/press-centre/news/rasu-jsc-and-framatome-siemens-consortium-sign-contract-to-supply-automated-process-control-systems-/?sphrase_id=7976), zuletzt aktualisiert am 23.10.2019, zuletzt geprüft am 02.05.2022.

Rosatom (2020): PERFORMANCE OF STATE ATOMIC ENERGY CORPORATION ROSATOM IN 2019.

Rosatom (2021a): Atom mash has manufactured the first steam generator for the second power unit of Akkuyu NPP (Turkey). Online verfügbar unter [https://www.rosatom.ru/en/press-centre/news/atom-mash-has-manufactured-the-first-steam-generator-for-the-second-power-unit-of-akkuyu-npp-turkey/?sphrase\\_id=2548029](https://www.rosatom.ru/en/press-centre/news/atom-mash-has-manufactured-the-first-steam-generator-for-the-second-power-unit-of-akkuyu-npp-turkey/?sphrase_id=2548029), zuletzt aktualisiert am 13.07.2021, zuletzt geprüft am 19.04.2022.

Rosatom (2021b): Rosatom Global Development.

Rosatom (2021c): Framatome and Rosatom sign long-term cooperative agreement. Online verfügbar unter <https://rosatom-europe.com/press-centre/news/framatome-and-rosatom-sign-long-term-cooperative-agreement/>, zuletzt aktualisiert am 03.12.2021, zuletzt geprüft am 29.04.2022.

Rosatom (2022a): Federal Center for Nuclear and Radiation Safety. Online verfügbar unter <https://rosatom.ru/en/rosatom-group/back-end/federal-center-for-nuclear-and-radiation-safety/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.

- Rosatom (2022b): Metallurgy. Online verfügbar unter <https://www.rosatom.ru/en/rosatom-group/metallurgy/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Rosatom (2022c): Rosatom State Atomic Energy Corporation ROSATOM global leader in nuclear technologies nuclear energy. Online verfügbar unter <https://www.rosatom.ru/en/all-enterprises/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Rosatom (2022d): Small- and medium-size reactors. Online verfügbar unter [https://www.rosatom.ru/en/rosatom-group/engineering-and-construction/small-and-medium-size-reactors/index.php?sphrase\\_id=757140](https://www.rosatom.ru/en/rosatom-group/engineering-and-construction/small-and-medium-size-reactors/index.php?sphrase_id=757140), zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- Rosatom Newsletter (2021a): #241 May 2021 Contracts with French Accent. Online verfügbar unter <https://rosatomnewsletter.com/2021/05/31/contracts-with-french-accent/>, zuletzt aktualisiert am 27.04.2022, zuletzt geprüft am 27.04.2022.
- Rosatom Newsletter (2021b): Atomic Polyphony - Hungary. Online verfügbar unter <https://rosatomnewsletter.com/2021/12/01/atomic-polyphony/>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2022, zuletzt geprüft am 29.04.2022.
- Rosatom Newsletter (2022): ITER and Beyond. Online verfügbar unter <https://rosatomnewsletter.com/2022/04/26/iter-and-beyond/>, zuletzt aktualisiert am 02.05.2022, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- Rosenergoatom (2020): Rosenergoatom Annual Report 2019.
- Rosenergoatom (2022a): Geography of International Business. Online verfügbar unter <https://www.rosenergoatom.ru/en/about-us/new-business-development/international-business/geography-of-international-business/>, zuletzt aktualisiert am 30.07.2017, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Rosenergoatom (2022b): Rosenergoatom Product Portfolio. Online verfügbar unter <https://www.rosenergoatom.ru/en/about-us/new-business-development/international-business/product-portfolio/>, zuletzt aktualisiert am 30.07.2017, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Rosenergoatom (2022c): SCIENTIFIC AND TECHNICAL SUPPORT AND SIMULATORS. Online verfügbar unter <https://rosenergoatom.ru/en/about-us/new-business-development/international-business/product-portfolio/s-ientific-and-technical-support-and-simulators/>, zuletzt aktualisiert am 30.07.2017, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Rusatom Service (2022a): Dukovany NPP | Rusatomservice. Online verfügbar unter <https://www.rusatomservice.ru/en/projects/proekt-po-postavke-zip-gtsn-317/>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2022, zuletzt geprüft am 29.04.2022.

Rusatom Service (2022b): NPP Life Extension and Modernization | Rusatom Service. Online verfügbar unter <https://www.rusatomservice.ru/en/directions/atomnaya-energetika/prodlenie-sroka-ekspluatatsii/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.

Rusatom Service (2022c): Upgrade of RCP technical diagnostics systems | Rusatomservice. Online verfügbar unter <https://www.rusatomservice.ru/en/projects/proekt-po-postavke-zip-na-aes-temelin-/>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2022, zuletzt geprüft am 29.04.2022.

Statista (2021): Uranium production top countries | Statista. Online verfügbar unter <https://www.statista.com/statistics/264795/top-countries-based-on-uranium-production/>, zuletzt aktualisiert am 22.04.2022, zuletzt geprüft am 22.04.2022.

Statista (2022): Uranium miners global ranking by production 2020 | Statista. Online verfügbar unter <https://www.statista.com/statistics/242040/largest-uranium-mining-companies-worldwide/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.

Supply Agency of the European Atomic Energy Community (2022): Work programme 2022. Online verfügbar unter [https://euratom-supply.ec.europa.eu/about-esa/work-programme-2022\\_de](https://euratom-supply.ec.europa.eu/about-esa/work-programme-2022_de), zuletzt aktualisiert am 25.04.2022, zuletzt geprüft am 25.04.2022.

TENEX (2015): History of Business Development.

TENEX (2018): TENEX History in brief. Online verfügbar unter [https://www.tenex.ru/download/350/history\\_in\\_brief.pdf](https://www.tenex.ru/download/350/history_in_brief.pdf), zuletzt geprüft am 15.04.2022.

TENEX (2019): TENEX Jubilee Booklet. Online verfügbar unter [https://www.tenex.ru/download/332/tenex\\_s\\_jubilee\\_booklet.pdf](https://www.tenex.ru/download/332/tenex_s_jubilee_booklet.pdf), zuletzt geprüft am 15.04.2022.

TENEX (2020a): About TENEX. Online verfügbar unter [https://www.tenex.ru/upload/iblock/210x210\\_in\\_eng.pdf](https://www.tenex.ru/upload/iblock/210x210_in_eng.pdf), zuletzt geprüft am 15.04.2022.

TENEX (2020b): PERFORMANCE OF THE SALES AND TRADING DIVISION IN 2019. Online verfügbar unter [https://report.rosatom.ru/go\\_eng/tenex/go\\_tenex\\_2019/tenex\\_2019\\_eng.pdf](https://report.rosatom.ru/go_eng/tenex/go_tenex_2019/tenex_2019_eng.pdf), zuletzt geprüft am 15.04.2022.

TENEX (2022a): Business Profile. Online verfügbar unter <https://www.tenex.ru/en/about/business-profile/>, zuletzt aktualisiert am 16.10.2020, zuletzt geprüft am 15.04.2022.

TENEX (2022b): TENEX Today. Online verfügbar unter <https://www.tenex.ru/en/about/tenex-today/>, zuletzt aktualisiert am 23.03.2021, zuletzt geprüft am 15.04.2022.

- TVEL (2019): TVEL Annual Report 2018.
- TVEL (2022a): Components of nuclear fuel. Online verfügbar unter <https://tvel.ru/en/activities/nuclear-products/nuclear-fuel-components/>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- TVEL (2022b): Global Presence. Online verfügbar unter <https://www.tvel.ru/en/activities/foreign-business/>, zuletzt aktualisiert am 25.04.2022, zuletzt geprüft am 25.04.2022.
- Uranium One (2022): Our Operations. Online verfügbar unter <https://www.uranium1.com/our-operations/#operations>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Vadim Titov (2016): ROSATOM Profile & Projects: Driven by Global Energy Challenges. Varna, 15.06.2016. Online verfügbar unter [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/47/087/47087226.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/47/087/47087226.pdf), zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- Westinghouse (2022a): Nuclear Fuel VVER. Online verfügbar unter <https://www.westinghousenuclear.com/operating-plants/nuclear-fuel/vver>, zuletzt aktualisiert am 25.04.2022, zuletzt geprüft am 25.04.2022.
- Westinghouse (2022b): Sweden - Nuclear Fuel. Online verfügbar unter <https://www.westinghousenuclear.com/sweden/produkter-och-tj%C3%A4nster/nuclear-fuel>, zuletzt aktualisiert am 22.04.2022, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- World Nuclear Association (2022a): Conversion - World Nuclear Association. Online verfügbar unter <https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/conversion-enrichment-and-fabrication/conversion-and-deconversion.aspx>, zuletzt aktualisiert am 21.04.2022, zuletzt geprüft am 21.04.2022.
- World Nuclear Association (2022b): Uranium Enrichment | Enrichment of uranium - World Nuclear Association. Online verfügbar unter <https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/conversion-enrichment-and-fabrication/uranium-enrichment.aspx>, zuletzt aktualisiert am 21.04.2022, zuletzt geprüft am 21.04.2022.
- World Nuclear News (2018): Westinghouse ready to supply VVER-440 fuel - World Nuclear News, 13.03.2018. Online verfügbar unter <https://www.world-nuclear-news.org/UF-Westinghouse-ready-to-supply-VVER-440-fuel-1303185.html>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- World Nuclear News (2019a): Framatome-Siemens awarded Hanhikivi I&C contract : Corporate, 02.10.2019. Online verfügbar unter <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Framatome-Siemens-awarded-Hanhikivi-I-C-contract>, zuletzt geprüft am 02.05.2022.

- World Nuclear News (2019b): French-German-Russian firms plan work for Hungary's Paks II project. Online verfügbar unter <https://world-nuclear-news.org/Articles/French-German-Russian-firms-plan-work-for-Hungary>, zuletzt aktualisiert am 02.05.2022, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- World Nuclear News (2020a): Framatome, GE and Rosatom team up for Belene project : New Nuclear - World Nuclear News. Online verfügbar unter <https://world-nuclear-news.org/Articles/Framatome-GE-and-Rosatom-team-up-for-Belene-projec>, zuletzt aktualisiert am 02.05.2022, zuletzt geprüft am 02.05.2022.
- World Nuclear News (2020b): Westinghouse signs VVER-440 fuel agreement with Ukraine : Uranium & Fuel - World Nuclear News, 30.09.2020. Online verfügbar unter <https://world-nuclear-news.org/Articles/Westinghouse-signs-VVER-440-fuel-agreement-with-Uk>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- World Nuclear News (2021a): Energoatom contracts Westinghouse for VVER-440 fuel supply : Uranium & Fuel - World Nuclear News, 11.06.2021. Online verfügbar unter <https://world-nuclear-news.org/Articles/Energoatom-contracts-Westinghouse-for-VVER-440-fue>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- World Nuclear News (2021b): Q&A: Orano Conversion & Enrichment CEO Jacques Peythieu : Perspectives - World Nuclear News, 31.08.2021. Online verfügbar unter <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Q-A-Orano-Conversion-Enrichment-CEO-Jacques-Peythi>, zuletzt geprüft am 21.04.2022.
- World Nuclear News (2022a): Certainty of demand key to HALEU supply, says Orano : Uranium & Fuel - World Nuclear News, 15.03.2022. Online verfügbar unter <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Certainty-of-demand-key-to-HALEU-supply-Orano>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- World Nuclear News (2022b): Framatome and Westinghouse to supply fuel to Temelín : Uranium & Fuel - World Nuclear News, 13.04.2022. Online verfügbar unter <https://world-nuclear-news.org/Articles/Framatome-and-Westinghouse-to-supply-fuel-to-Temel>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- World Nuclear News (2022c): UEC to buy Uranium One's US uranium assets : Uranium & Fuel - World Nuclear News, 15.04.2022. Online verfügbar unter <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/UEC-to-buy-Uranium-One-US-uranium-assets>, zuletzt geprüft am 15.04.2022.
- World Nuclear News (2022d): EDF to buy part of GE Steam Power's nuclear activities : Corporate - World Nuclear News, 19.04.2022. Online verfügbar unter <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/EDF-to-buy-part-of-GE-Steam-Power-s-nuclear-activi>, zuletzt geprüft am 19.04.2022.
- Yle (2022): Fennovoima pulls the plug on Russian-built nuclear plant. In: *Yle News*, 02.05.2022. Online verfügbar unter <https://yle.fi/news/3-12425648>, zuletzt geprüft am 10.05.2022.

ZiO-Podolsk (2022a): Dampferzeuger für Kernkraftwerke mit WWER-Reaktoren - ZiO-Podolsk. Online verfügbar unter <https://aozio.ru/nuclear/oborudovanie-dlya-atomnoj-energetiki/parogeneratoryi/parogeneratoryi-dlya-aes-s-reaktorami-vver.html>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.

ZiO-Podolsk (2022b): Kernkraftanlagen - ZiO-Podolsk. Online verfügbar unter <https://aozio.ru/nuclear/oborudovanie-dlya-atomnoj-energetiki/>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2022, zuletzt geprüft am 19.04.2022.



**Umweltbundesamt GmbH**

Spittelauer Lände 5  
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

[office@umweltbundesamt.at](mailto:office@umweltbundesamt.at)

[www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at)