

Reaktoren explodieren nicht

EINE KURZE GESCHICHTE DER TSCHORNOBYL-KATASTROPHE

Kateryna Michalizyna Stanislaw Dwornyzkyj

Aus dem Ukrainischen von Claudia Dathe



Illustriert von
Studio Seri/graph
Kyjiw 2020

INHALT

VORWORT	6
DIE STADT MIT WERMUT IM NAMEN	18
ZWISCHEN TSCHORNOBYL UND PRYPJAT	28
„DAS FRIEDLICHE ATOM IN JEDEM HAUS“	40
STADT DER ZUKUNFT OHNE ZUKUNFT	50
DER UNFALL	60
DIE RADIOAKTIVE WOLKE	70
MIT DER SCHAUFEL GEGEN DAS ATOM	78
WER IST SCHULD?	106
TSCHORNOBYL UND DER TSCHORNOMYTHOS	116

Vorwort

von Stanislaw Dwornyzkyj

Als wir 2019 mit der Arbeit an diesem Buch begannen, konnten wir nur vermuten, was auf uns zukommen würde. Die Arbeit entstand aus unserem gemeinsamen Bestreben, komplexe wissenschaftliche und gesellschaftliche Fragen, die der Reaktorunfall in Tschornobyl aufgeworfen hatte, ehrlich und verständlich zu beleuchten. Und zwar so, dass nicht nur Fachleute, sondern alle interessierten Leserinnen und Leser sich einen Überblick verschaffen können.

Mit der Vorbereitung der deutschen Ausgabe des Buches ergab sich für uns die seltene Gelegenheit, den Text aus einer gewissen zeitlichen Distanz zu betrachten und die Diskussionen auf einer neuen Ebene wieder aufzunehmen – vor allem aufgrund der Ereignisse der letzten Jahre.

Der bewaffnete Angriff Russlands auf die Ukraine im Jahr 2022 hat beispiellose zerstörerische Ausmaße angenommen und unseren Auseinandersetzungen um das Thema neues Gewicht verliehen. Als die russischen Besatzer in die Sperrzone einmarschierten und das Gebiet besetzten, das symbolisch für die Verantwortung der Menschheit für ihre eigenen technischen Errungenschaften steht, wurde klar: Wissenschaftliche Fragen existieren nicht losgelöst von Ethik, politischer Philosophie und unserer Sicherheit. All dies prägt unmittelbar die Welt, in der wir morgen erwachen. Oder – wenn wir uns unserer Verantwortung nicht stellen – auch nicht erwachen werden ...

Ich hoffe sehr, dass dieses Buch in Deutschland Anlass für neue Gespräche über die aktuelle nukleare Gefahr in der Welt sowie über die Ukraine und ihre Bewohnerinnen und Bewohner sein wird.

von Kateryna Michalizyna

Als wir die Konzeption für dieses Buch erarbeiteten, ging es uns vor allem darum, ukrainischen Kindern und Jugendlichen zu erklären, was die Tschornobyl-Katastrophe eigentlich ist. Wir wollten es ihnen verständlich und anschaulich erklären, mit eingängigen und nachvollziehbaren Beispielen, in einer verständlichen Sprache, ohne eine Flut an Zahlen und Namen. Mit den Zahlen ist es ohnehin schwierig, da die Sowjetunion, und später Russland, viel Energie darauf verwendet hat, die wahren Zahlen zu verschleiern. Zu den historischen Umständen, unter denen sich die Katastrophe ereignet hat, liegt unter

anderem eine Arbeit von Serhii Ploky vor. Wir wollten ein Buch schreiben, das die jungen Leute fasziniert, Interesse weckt und zu weiterführender Lektüre, zu Untersuchungen und eigenen Auseinandersetzungen mit dem Thema anregt. Oder zumindest zu Fragen und Gesprächen führt über das, was in dem Buch (nicht) beschrieben wird, damit die junge Generation, die über 30 Jahre von dem Ereignis trennt, den 26. April 1986 nicht einfach als einen weiteren staatlich verordneten Feiertag empfindet, sondern sich die Geschichte bewusst vergegenwärtigt. Eine Geschichte nicht von irgendwem, von irgendwelchen Leuten von früher, sondern die eigene Geschichte.

Den Titel „Reaktoren explodieren nicht“ verdanken wir Oleksij Breus, einem Nuklearingenieur, der im vierten Reaktorblock des Tschornobyl-Kraftwerks arbeitete, einem Liquidator, Journalisten und Maler sowie wissenschaftlichen Redakteur dieser Publikation. Am 26. April 1986 kam er wenige Stunden nach dem Reaktorunfall zu seiner Frühschicht. Als er später gefragt wurde, was er gedacht oder gefühlt habe, als er sich dem zerstörten Kraftwerksblock näherte, antwortete Oleksij, ihm sei vor allem ein Gedanke durch den Kopf gegangen: Das kann nicht sein, Reaktoren explodieren nicht, sie explodieren nicht. Denn nach der Überzeugung vieler Menschen jener Zeit hatte der Mensch die Stufe des höchsten Lebewesens erreicht, er hatte den Weltraum erobert und das Atom in seinen Dienst gestellt. Ein Überwesen, das sich in seinem Streben nicht aufhalten ließ und in Bezug auf seine eigene Kraft unfehlbar war. Der technische Fortschritt hatte demnach, so sagte es Oleksij Breus einmal, die menschliche Moral, Ethik und Spiritualität überholt. Und so kam es, wie es kommen musste.

Ähnliche Gedanken, so nehme ich an, beschlich die Welt am frühen Morgen des 24. Februar 2022, als russische Raketen auf Kyjiw und andere ukrainische Städte abgefeuert wurden: Das ist unmöglich, im 21. Jahrhundert brechen mitten in Europa keine Kriege aus, das passiert einfach nicht! Und das trotz aller alarmierenden Anzeichen und Warnungen der Monate zuvor, trotz der Annexion der Krym durch Russland und der zum Teil besetzten Gebiete Luhansk und Donezk im Jahr 2014 – die Welt schaute ungläubig auf das, was gerade begonnen hatte. Schließlich gab es Abkommen, die Erfahrungen des Zweiten Weltkriegs und das viel zitierte Motto „Nie wieder!“, das die Russen jedoch nur allzu leicht in ihr „Wir können es wiederholen.“ verkehrt haben.

Am 24. Februar 2022 eroberte die russische Armee von belarussischem Territorium aus das Kernkraftwerk Tschornobyl und nahm das Kraftwerkspersonal, die Nationalgardisten, die es bewachten, die Mitarbeiter des Katastrophenschutzes, die Ärzte des Krankenhauses von Slawutytsch und sogar einige Stalker gefangen. Da sie um die potenzielle Gefahr der radioaktiven Strahlung wussten, leisteten die ukrainischen Soldaten keinen Widerstand und legten auf Forderung der Russen ihre Waffen nieder. Die Russen hingegen verübten gleich am ersten Tag der Vollinvasion einen nuklearterroristischen Akt. Sie besetzten nicht nur eine Anlage, die nach internationalem Recht kein militärisches Ziel sein darf, sondern beschädigten auch die Stromleitungen, die die Anlage versorgten, erschweren den Mitarbeitern den Zugang zum Werk (insbesondere mit Kampfhandlungen in der Satellitenstadt Slawutytsch), demontierten die Ausrüstung und verursachten eine vorübergehende Unterbrechung der laufenden und geplanten Arbeiten[1]. Das ukrainische Umweltministerium berichtete darüber hinaus von Waldbränden, die durch Kampfhandlungen und Brandstiftung der Besatzer verursacht wurden, und zu einer Erhöhung der radioaktiven Luftverschmutzung führten. Außerdem fuhren die Russen nicht nur mit schwerem Gerät durch die Sperrzone und insbesondere durch den Roten Wald – einen der radioaktiv am stärksten verseuchten Orte der Welt – und wirbelten dabei radioaktiven Staub auf, sondern bewegten sich im Gelände auch selbst ohne jeglichen Schutz. Sie hoben Schützengräben aus. Auf die Frage, ob sie wüssten, wo sie sich befänden, antworteten die Soldaten, sie hätten noch nie etwas von Tschornobyl und den früheren Ereignissen gehört [2]. Die russische Seite behauptete hingegen, dass die Strahlenbelastung am Kraftwerk und in der Sperrzone während der Besatzung im Normbereich gelegen hätte und sie das Kraftwerk nicht erobert hätten, um es als Stützpunkt für den Vormarsch auf Kyjiw zu nutzen, sondern um nukleare Provokationen ukrainischer Nationalisten zu verhindern. Wie dem auch sei, der russische Angriff auf die ukrainische Hauptstadt schlug fehl – sie wurde weder in drei Tagen noch in zwei bis drei Wochen noch in nunmehr knapp vier Jahren eingenommen. Dennoch hörte der nukleare Erpressungsversuch des Terrorstaates damit natürlich nicht auf.

Das Kernkraftwerk Tschornobyl war vom 24. Februar bis 3. April 2022 besetzt. Am 3. März 2022 näherte sich eine Kolonne aus einem Dutzend russischer Panzerfahrzeuge und zwei Panzern der Stadt Enerhodar, in deren Nähe das Kernkraftwerk Saporischschja steht – gemessen an der Gesamtleistung das größte

in Europa und das drittgrößte weltweit. Am darauffolgenden Tag, dem 4. März, begannen dort gegen 13 Uhr heftige Kämpfe. Die Russen beschossen die Atomanlage mit verschiedenen Waffentypen, verstießen damit gegen alle möglichen Verträge und Konventionen und gefährdeten nicht nur unser Land, sondern die ganze Welt. Die Welt nahm indessen kaum Notiz davon. In der Zwischenzeit führten ukrainische Fachleute laut Oleg Dudar, dem Leiter der Betriebsabteilung des Kernkraftwerks Saporischschja, „zum ersten Mal in der Geschichte der weltweiten Atomenergie komplexe technische Umschaltungen unter direktem Beschuss durch, sicherten die nukleare Sicherheit der Anlage und hielten die Stromerzeugung aufrecht“[3]. Schließlich eroberten die Russen sowohl Enerhodar als auch das Kraftwerk. Am 12. März 2022 gaben sie bekannt, dass das Kraftwerk in den Besitz des russischen Staatsunternehmens *Rosatom* übergehe. Die Reaktion der Welt beschränkte sich weiterhin auf besorgte Vorwürfe.

Kurz darauf, am 26. April 2022, flogen zwei russische Marschflugkörper tief und drohend über das Kraftwerksgelände hinweg. Ganz symbolisch – am Jahrestag der Tschornobyl-Katastrophe –, denn die nukleare Sicherheit war und ist den Machhabern in Moskau egal. Danach wurde das Kraftwerk zu einem Militärstützpunkt und zu einem Gefängnis. Die Menschenrechtsorganisation *Truth Hounds* veröffentlichte dazu folgende Befunde: „Die russischen Besatzer haben ein ganzes Netz von Orten der illegalen Inhaftierung im Kernkraftwerk Saporischschja und in der Stadt Enerhodar angelegt. Nach Angaben der ukrainischen Behörden wurden seit März 2022 etwa eintausend Menschen gefangen genommen und in den Folterkammern des Kraftwerks gefoltert. Der Kraftwerksmitarbeiter Andrij Hontscharuk, als Taucher im Kraftwerk beschäftigt, wurde zu Tode gefoltert.“[4]

Warum schreibe ich all dies in einem Vorwort zu einem Buch für Leser*innen ab 10 Jahren? Weil alles, was derzeit in der Ukraine geschieht, Auswirkungen auf die Weltlage und auf unsere gemeinsame Zukunft hat. Diese Zukunft lässt sich kaum auf solide Grundlagen stellen, wenn man nicht versteht, wie eine ihrem Wesen nach imperiale Supermacht, wie es die Sowjetunion war, sich die Vergangenheit nach ihrem eigenen Gutdünken und zu ihrem eigenen Nutzen zurechtbiegt. Es hat sich niemand in vollem Umfang vergegenwärtigt, dass die fehlende Übernahme der Verantwortung für das Begangene zu einer Wiederholung der Straftat und nicht zu einer „Befriedung“ führt.

Mykola Dolleschal, Energiewissenschaftler und Konstrukteur des Tschornobyl-Reaktortyps, hat bis zu seinem Lebensende seinen Fehler bei der Entwicklung des Reaktors ignoriert. Während in Bayern zwei Kühltürme des größten deutschen Kraftwerks „Gundremmingen“ im Rahmen des Programms zum schrittweisen Ausstieg des Landes aus der Atomenergie abgerissen werden, zerstören die Russen die ukrainische Energieinfrastruktur: Am 30. Oktober 2025 wurden immanant wichtige Objekte im Kernkraftwerk Süd-Ukraine und im Kernkraftwerk Chmelnyzkyj beschädigt. Zuvor hatte der IAEO-Generaldirektor Rafael Grossi über Verstöße gegen sechs der sieben Grundsätze der nuklearen Sicherheit[5] berichtet, die die Behörde zu Beginn der Völlinvasion verabschiedet hatte. Sie beinhalten die materielle Unversehrtheit der Anlage, die Funktionsfähigkeit der Ausrüstung, unzulässigen Druck auf das Personal (man denke an Folter und rechtswidrige Inhaftierung), eine zuverlässige Stromversorgung (die Stromleitungen, die das Kraftwerk versorgen, wurden wiederholt von den Russen beschädigt, was zu Stromausfällen führte), lückenlose Lieferketten, Strahlungskontrollen und funktionierende Kommunikationskanäle.

Und auch das Kraftwerk in Tschornobyl wurde erneut in Mitleidenschaft gezogen – am 14. Februar 2025 traf eine russische Kampfdrohne mit einem Splitter-Sprengkopf die neue Sicherheitshülle, die über dem Sarkophag von 1986 errichtet worden war, und beschädigte sie. Experten sagen, der Einschlag sei glimpflich verlaufen, denn wenn die Drohne näher an der alten Schutzhülle explodiert wäre, wären die Folgen viel schlimmer gewesen[6]. Die Frage ist nur, ob das die Russen interessiert hätte. Ist ihnen, zumindest einigen von ihnen, überhaupt bewusst, mit welcher Gefahr sie gespielt haben und immer noch spielen?

Eine symbolische Antwort auf diese Frage habe ich erhalten, als ich dachte, ich hätte das Vorwort bereits beendet. Es geschah etwas, was sich niemand absichtlich hätte ausdenken können. Während des Angriffs auf Kyjiw in der Nacht zum 14. November 2025 traf eine russische Rakete ein Hochhaus im Neubaugebiet Trojeschtschyna. Es handelte sich um das Haus, in dem Tschornobyl-Opfer nach ihrer Aussiedlung infolge des Unfalls eine neue Wohnung erhalten hatten. Unter den Opfern des Raketenangriffs war auch Natalija Chodemtschuk, die Witwe von Walerij Chodemtschuk, dem leitenden Anlagenfahrer der Hauptumwälzpumpe im vierten Reaktorblock,

der als einer der ersten ums Leben kam und dessen Leiche nie gefunden wurde – er wurde unter den Trümmern seines Arbeitsplatzes begraben. Natalia starb am 15. November im Krankenhaus an schweren Verbrennungen und war damit das siebte Todesopfer nach diesem massiven Angriff auf Kyjiw. Ein Opfer, zu dem immer neue hinzukommen. Denn Russland, ob imperialistisch, sowjetisch oder putinistisch, hat noch nie den Menschen gesehen. Ich meine hier den einzelnen Menschen mit seiner Würde, nicht als Rädchen im System, entbehrlich und leicht ersetzbar. Wir Ukrainer haben uns mit großen verlustreichen Anstrengungen aus diesem System befreit und begonnen, unsere Gesellschaft neu aufzubauen. Für uns stehen die Würde und die Freiheit jedes Einzelnen im Mittelpunkt. Deshalb kennt Russland uns gegenüber keine Gnade, wir sind ein unbrauchbares Beispiel für alle, die Russland unterworfen und gebrochen hat. Wir sind diejenigen, die die Russen einfach deshalb auslöschen wollen, weil wir existieren. Aber wir existieren. Ein Volk mit Geschichte, Kultur – trotz der unzähligen Versuche in Vergangenheit und Gegenwart, uns diese zu nehmen –, mit Höhen und Tiefen, mit allem Auf und Ab. Es ist uns wichtig, dass man uns kennt und versteht, ohne imperiale Brille. Deshalb ist in diesem Buch die Rede von *Tschornobyl* und nicht von *Tschernobyl*, der russische Name des Ortes, der zu Sowjetzeiten kursierte, weil alles dem Russischen untergeordnet war und alle Meldungen aus der Zentrale in Moskau kamen. Dieser eine kleine Buchstabe ist eine Form der Unterstützung und ein großer Schritt auf dem Weg zum gegenseitigen Verständnis ohne Vermittler. Deshalb hoffe ich, dass dieses Buch, das dank der unermüdlichen Arbeit und dem großen Herzen von Claudia Dathe, die nicht nur Texte übersetzt, sondern auch die Fähigkeit besitzt, Kulturen einander näher zu bringen, für die deutschsprachige Leserschaft zu etwas wird, das ihren Horizont erweitert, zu Gesprächen anregt und zu einem tieferen Verständnis führt. Über uns. Und darüber, warum unser Kampf gegen ein ganz konkretes russisches Übel nicht nur unser Kampf ist, sondern ein gemeinsamer.

Ich schreibe dieses Vorwort und halte mich dabei an einem dünnen Faden der Hoffnung fest.

- [1] <https://chnpp.gov.ua/ua/about/history-of-the-chnpp-2/povnomashtabna-viina-rosii-proty-ukrainy>
- [2] Mehr über die Chronik der Eroberung des Tschernobyl-Kernkraftwerks finden Sie hier: <https://mipl.org.ua/yak-rosiya-zahopyla-chaes-rekonstrukciya-podij-ta-imena-vidpovidalnih/>
- [3] <https://mvs.gov.ua/news/zaporizka-aes-zaxoplennia-okupantami-iadernii-terorizm>
- [4] <https://truth-hounds.org/cases/yak-rosatom-peretvoryv-najbilshu-v-yevropi-atomnu-elektrostancziyu-na-kativnyu-i-yak-svit-mozhe-cze-zupynty-doslidzhennya-truth-hounds/>
- [5] <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/crmen48wkkjo>
- [6] https://lb.ua/society/2025/02/15/660832_rosiyskiy_udar_chornobilskiy.html

https://24tv.ua/economy/gradirni-aes-gundremmingen-pidirvali-nimechchini-shho-vidomo_n2940489
https://24tv.ua/rosiyskiy-terror-obyektiv-yadernoyi-energetiki-yak-situatsiyu_n2944381
<https://www.reuters.com/world/europe/unprotected-russian-soldiers-disturbed-radioactive-dust-chernobyls-red-forest-2022-03-28/?fbclid=IwAR1dZ3e13HJBj9KrHykUuKfOFEYjs2uAiWbBMreUqM05hjRkQLcs2PHPHMk>
<https://www.pravda.com.ua/news/2022/03/27/7334863/>
<https://glavcom.ua/publications/zaporizka-aes-tri-roki-v-okupatsiji-jak-rosijski-popi-i-soldati-zapuskajut-ukrajinski-reaktori-1048048.html>
<https://mipl.org.ua/yak-rosiya-zahopyla-chaes-rekonstrukciya-podij-ta-imena-vidpovidalnih/>
<https://www.bbc.com/ukrainian/articles/crmen48wkkjo>

STATT EINER EINFÜHRUNG



Der 25. April 1986 war ein warmer und sonniger Freitag. Die Köpfe der Blumen in den Beeten und die frischen Blätter an den Bäumen wiegten sich im Wind. Die kleineren Kinder waren auf dem Weg in den Kindergarten, die älteren gingen zur Schule oder Berufsschule. Die Eltern hetzten zur Arbeit. Die Großmütter gingen einkaufen und plauderten in der Schlange vor dem Laden oder auf der Bank vor dem Haus. Die Großväter spielten Schach unter freiem Himmel. Die Katzen schauten aus den Fenstern, wärmten sich in der Sonne, schleckten Sprottendosen aus oder Leberwurstschwarten ab. Die Hunde gingen ihren üblichen Beschäftigungen nach: Katzen jagen, Büsche und Laternenpfähle markieren, zu Hause auf ihre furchtbar hektischen Herrchen warten.

Samstag, 26. April. Der morgendliche Tee, der Gang zur Schule – damals ging man tatsächlich noch an sechs Tagen zur Schule –, Hausputz, Pläne für Ausflüge ins Grüne, auf die Datscha oder ins Dorf, denn immerhin war Frühling, das Wetter war toll, auf dem Land gab's viel zu tun. Ein ganz normaler Samstag. Nur die Vögel sangen nicht. Keine Insekten waren zu sehen. Und Rauch hing über dem Kraftwerk. Die Kinder hatten ihn von den Dächern aus gesehen. So wird es erzählt.

Plötzlich war da ein Hubschrauber am Himmel. Wo kam der auf einmal her? Busse und Vorortzüge fahren nicht mehr. Das Kraftwerk rauchte. Vielleicht wurde das alte Laub verbrannt? Damals gab es immer mal wieder samstäbliche Aufräumaktionen: Gemeinsam wurde zum Wohle aller gearbeitet, ohne Bezahlung und ohne die Möglichkeit, die Teilnahme zu verweigern.

Etwas später suchten Leute in Atemschutzmasken mit Geigerzählern die Grünflächen ab. Sprühfahrzeuge fahren überall in der Stadt umher. Ein Schützenpanzerwagen rollte durch die Straßen. Überall waren Polizeistreifen. Es gab keinerlei Erklärungen. Das Radio schwieg. Die Telefonverbindung in andere Orte war unterbrochen. Krankenwagen rasten hin und her. Vor dem Krankenhaus wimmelte es von Menschen.

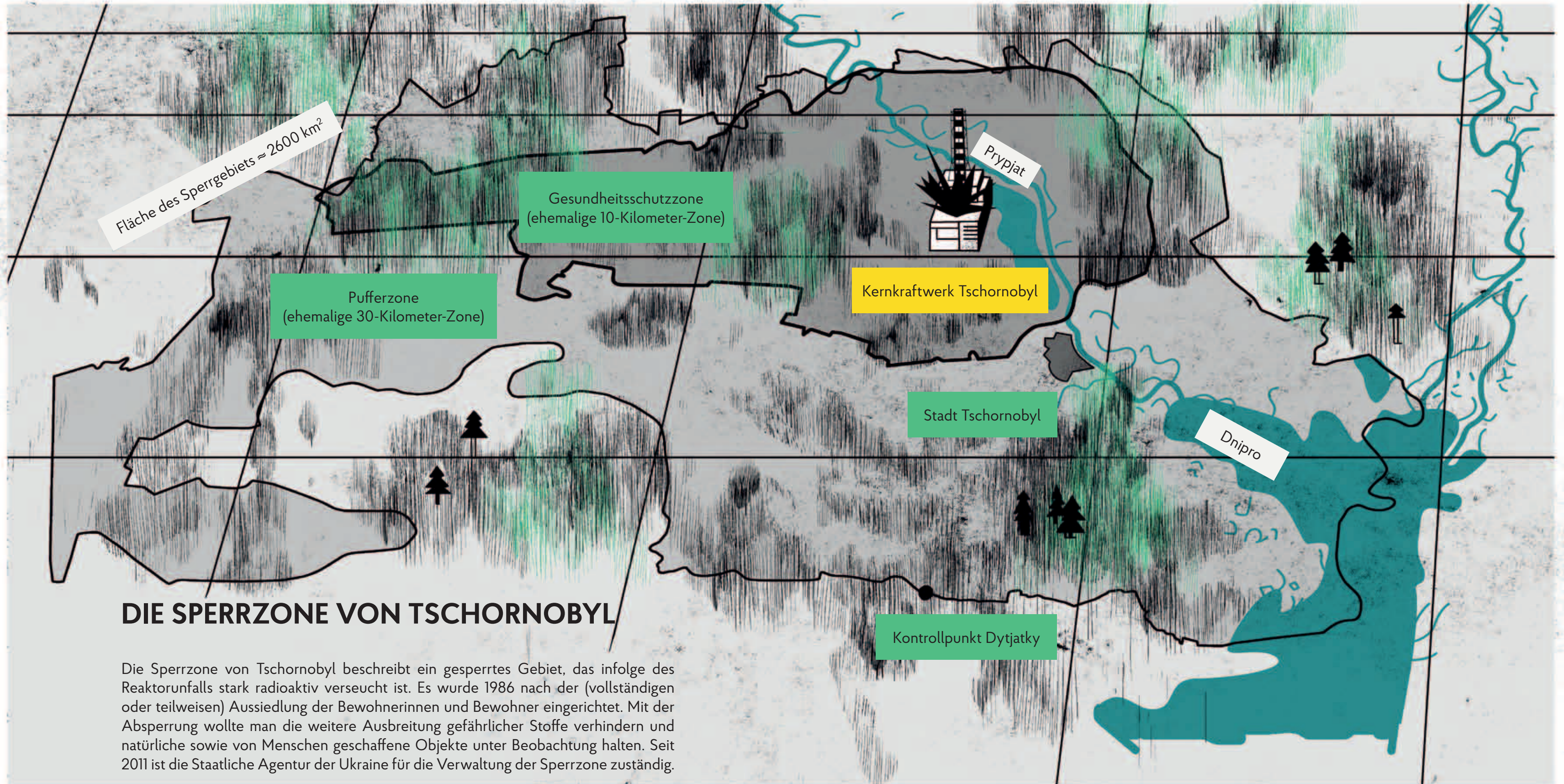
Was war passiert? Ein Unfall im Kraftwerk?

Auf alle Fragen gab es nur eine einzige Antwort: „Gehen Sie nach Hause.“ Und fast im Flüsterton: „Schließen Sie alle Fenster“.

In dem Land namens Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken flogen die Menschen in den Weltraum, erfüllten Fünfjahrpläne in drei Jahren, verfügten über eine fortschrittliche Medizin, bauten die schönsten Städte und die sichersten Kernkraftwerke – so wurde es ihnen zumindest eingeredet. Sie glaubten an die Macht der Wissenschaft und daran, dass sie die Krone der Schöpfung seien. Und dass es nichts Schrecklicheres als Krieg gebe. Man hatte ihnen eingetrichtert, dass der Staat, dem sie so viel Zeit und Kraft schenkten, sich um sie kümmert. Zumindest irgendwie.

Aus diesem Grund glaubten die Einwohner von Prypjat, als sie am 27. April aus ihrer Heimatstadt gebracht wurden, dass es nur eine Frage der Zeit sei, bis sie wieder in ihre Häuser zurück könnten. Sie nahmen nur das Nötigste mit, manche nur eine Thermoskanne voll Tee und ein paar belegte Brote. Sie ließen ihre Katzen und Hunde, die unhörbaren Vögel und die unsichtbaren Schmetterlinge zurück. Sie stiegen als normale Menschen in den Bus und als Tschornobyl-Opfer aus. Als Zeugen einer Katastrophe, über die man zunächst nicht sprechen durfte und die später auf der internationalen Bewertungsskala für nukleare und radioaktive Ereignisse auf der Stufe sieben, der höchsten Stufe, eingeordnet wurde.





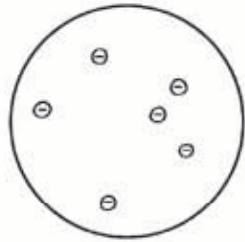
DIE SPERRZONE VON TSCHORNOBYL

Die Sperrzone von Tschornobyl beschreibt ein gesperrtes Gebiet, das infolge des Reaktorunfalls stark radioaktiv verseucht ist. Es wurde 1986 nach der (vollständigen oder teilweisen) Aussiedlung der Bewohnerinnen und Bewohner eingerichtet. Mit der Absperrung wollte man die weitere Ausbreitung gefährlicher Stoffe verhindern und natürliche sowie von Menschen geschaffene Objekte unter Beobachtung halten. Seit 2011 ist die Staatliche Agentur der Ukraine für die Verwaltung der Sperrzone zuständig.



1803

Dalton-Modell



1904

Thomsonsches Modell



1911

Rutherfordsches Modell



1913

Bohrsches Modell



1928

Orbitalmodell

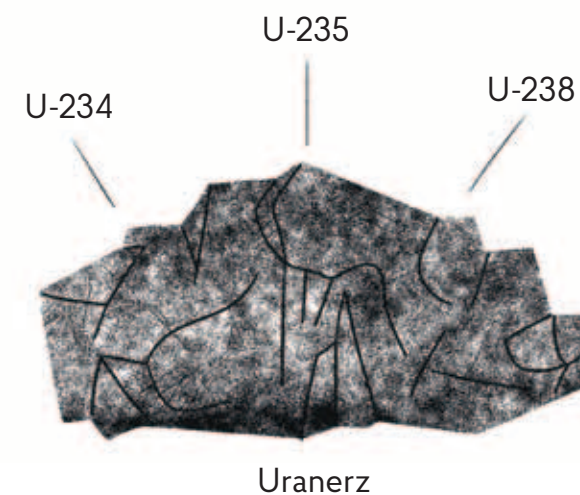
ATOM

(griechisch zu atomos: ungeschnitten, unteilbar)

Atome sind die kleinsten Bausteine eines chemischen Elements, das dessen Eigenschaften trägt. Jeder Stoff setzt sich aus Atomen zusammen.

Lange Zeit galten Atome als unteilbar. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts entdeckten die Wissenschaftler das Elektron (ein negativ geladenes Teilchen) und bewiesen die Existenz eines positiv geladenen Atomkerns. Das Atom selbst ist ladungsneutral.

Später fanden die Physiker heraus, dass auch der Kern aus einzelnen Teilchen, den Nukleonen, besteht, aus positiv geladenen Protonen und ladungsneutralen Neutronen, zwischen denen Kernwechselwirkungskräfte entstehen.



Als **Isotope** bezeichnet man verschiedene Atomarten desselben chemischen Elements. Sie haben gleich viele Protonen, aber unterschiedlich viele Neutronen. Offenbar schlug die schottische Ärztin und Schriftstellerin Margaret Todd diese Bezeichnung dem Physiker Frederic Soddy vor, der zu Isotopen forschte. Aus dem Griechischen übersetzt bedeutet sie „derselbe Ort“, weil Isotope eines Elements ähnliche chemische Eigenschaften haben und denselben Platz im Periodensystem der Elemente einnehmen.

Das natürliche Uran beispielsweise, das 1840 entdeckt und (wie der ähnlich lautende Planet) nach dem antiken Gott des Himmels Uranos benannt wurde, hat drei Isotope: Uran-234, Uran-235 und Uran-238. Insgesamt sind von diesem Element 25 Isotope bekannt.

In der Natur kommen überwiegend **stabile Isotope** vor. Uns jedoch interessieren mehr die **instabilen oder radioaktiven Isotope**.

Radioaktive Isotope (Radionuklide)

sind Teilchen, deren Kerne zu einem radioaktiven Zerfall fähig sind. Sie kommen auch in der Natur vor, werden aber meist künstlich in speziellen Beschleunigern oder Kernreaktoren erzeugt.

Eine wichtige Eigenschaft radioaktiver Isotope ist ihre Halbwertszeit, d. h. die Zeit, die vergeht, bis sich die Anzahl der radioaktiven Ausgangskerne halbiert hat. Die Halbwertszeit kann von Millionstel Sekunden bis zu Milliarden von Jahren reichen, daher unterscheidet man kurzlebige und langlebige Isotope. Die Halbwertszeit von radioaktivem Radon-220 beträgt zum Beispiel 55,6 Sekunden, die von Jod-131 acht Tage und die von Uran-238 fast viereinhalb Milliarden Jahre.

Radionuklide, darunter Uran-235 und Uran-238, werden in der Kernkraft, für militärische Zwecke, in der Industrie, in der Medizin, in der Landwirtschaft und in verschiedenen wissenschaftlichen Forschungsbereichen eingesetzt. Wenn die Sicherheitsvorschriften für den Umgang mit radioaktiven Partikeln nicht eingehalten werden, können sie jedoch lebende Organismen und die Umwelt durch die toxische Wirkung der ionisierenden Strahlung schädigen. Dabei handelt es sich um Teilchen- und Wellenströme, die infolge radioaktiver Umwandlungen entstehen und die Bildung elektrisch geladener Teilchen (Ionen) in einem Stoff verursachen.