

„Werden die ersten SMR in Mitteleuropa stehen?“

25. März 2026

Rolls-Royce SMR und BWRX-300 – Technologie und Sicherheit

1 BWRX-300, ENTWICKLUNGSGESCHICHTE

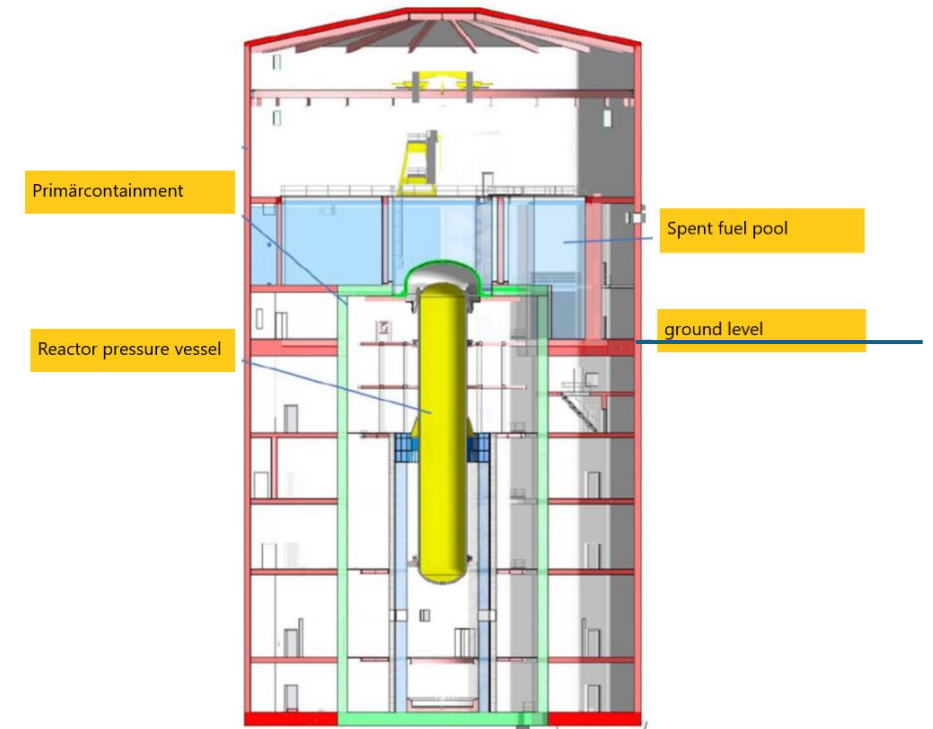
- Der von GE Vernova Hitachi (GVH) mit 300 MWe entwickelte BWRX-300 ist ein Siedewasserreaktor (BWR) mit passiven Sicherheitssystemen.
- GVH gibt an, dass BWRX-300 die 10. Generation von SWR darstellt, die von GVH und seinen Vorgängerorganisationen entwickelt wurden.
- Entwicklungsgeschichte des BWRX-300 ist jedoch keine Erfolgsgeschichte.
 - Die beiden Vorgängermodelle (SBWR und ESBWR) wurden nie gebaut.
 - Von dem zuletzt gebauten Reaktortyp (ABWR) wurden nur vier Reaktoren in Japan errichtet, die zudem seit fast 15 Jahren außer Betrieb sind.
 - Zu Vorgängern gehörte auch der Reaktortyp (BWR-4) am Standort Fukushima, in dem sich 2011 der katastrophale Unfall ereignete.
- 2017 begann die Entwicklung des BWRX-300 auf Basis des ESBWR-Designs.
- Änderungen gegenüber ESBWR sind in erster Linie auf das Ziel der Kostensenkung zurückzuführen.

1 BWRX-300, GENEHMIGUNGSVERFAHREN UND PROJEKTE

- **USA:** 2022 begann die TVA mit Planung für möglichen Einsatz eines BWRX-300 am Standort Clinch River. Das Genehmigungsverfahren durch US-Genehmigungsbehörde NRC begann 2019 und ist noch nicht abgeschlossen.
- **Kanada:** Im Januar 2023 hat Ontario Power Generation (OPG) einen Auftrag für BWRX-300 erteilt, Inbetriebnahme bis 2029 erwartet. Genehmigung ist jedoch noch nicht erteilt, Finanzierung noch nicht gesichert. Im Januar 2025 teilte GVH mit, dass die ersten Standortvorbereitungsarbeiten in Darlington abgeschlossen seien.
- **Großbritannien:** Im Dezember 2025 schloss GVH eine zweistufige generische Design-Prüfung (GDA) für BWRX-300 ab. Derzeit gibt es keine Pläne, den BWRX-300 in Großbritannien einzusetzen.
- **Polen:** GVH und Orlen Synthos Green Energy (OSGE) haben eine Vereinbarung unterzeichnet, um das Design des BWRX-300 an polnischen Vorschriften anzupassen. Fertigstellung des ersten Blocks wird für 2032 erwartet.

1 BWRX-300, DESIGN

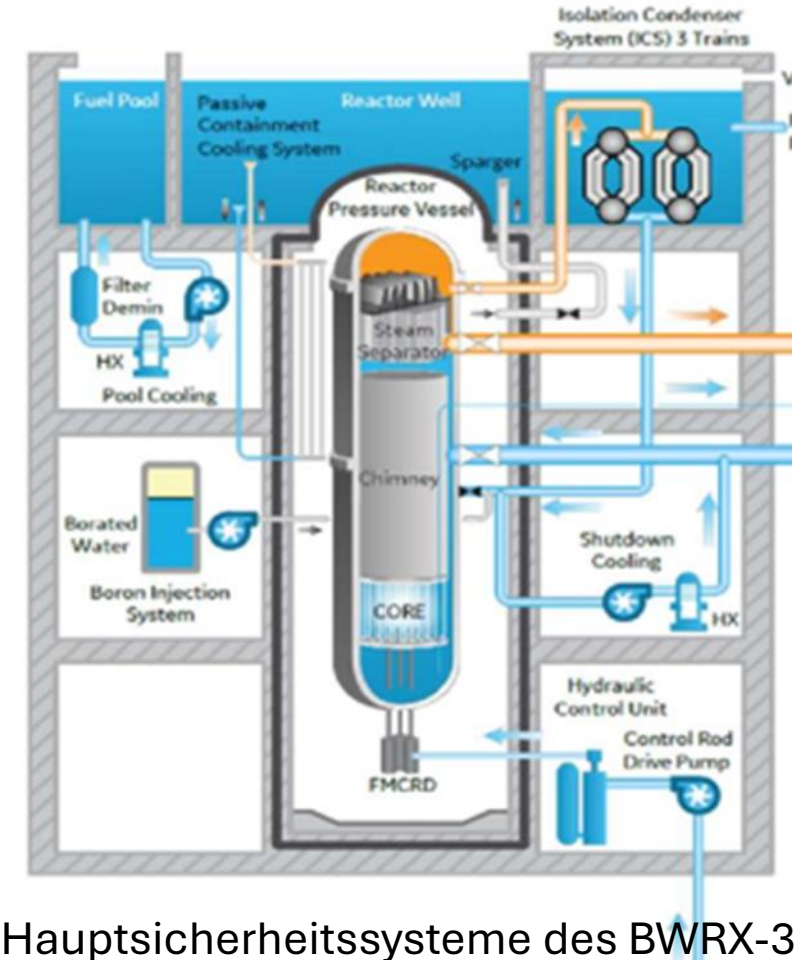
- Das Containment reicht bis unter die Erdoberfläche. Der Reaktorkern befindet sich im Reaktordruckbehälter (RDB).
- Das Lagerbecken für abgebrannte Brennelemente befindet sich im Erdgeschoss des Reaktorgebäudes.
- Die Betriebsdauer des BWRX-300 wird mit mindestens 60 Jahre angegeben.
- Voraussichtliche Bauzeit: 30 bis 36 Monate.
- Technologie befindet sich noch in Entwicklung, Herausforderungen für die FOAK-Anlage (=First-of-a-Kind) sind unvermeidlich.



Schematische Darstellung des BWRX-300

1 BWRX-300, WICHTIGE SICHERHEITSMERKMALE

- Bewältigung schwerer Unfälle basiert auf passiver Wärmeabfuhr
- Das **Isolationskondensatorsystem (ICS)** ist ein auf natürlicher Zirkulation basierendes Sicherheitssystem, das für Notkühlung des Reaktorkerns, die Nachwärmeabfuhr und Überdruckschutz des Reaktordruckbehälters (RDB) ausgelegt ist.
- System besteht aus drei Kreisläufen, für auslegungsüberschreitende Ereignisse werden alle drei ICS-Stränge benötigt.
- Wärme wird an ICS-Becken übertragen, das zur Atmosphäre hin offen ist. Zusatzwasser kann mit Löschfahrzeug nachgefüllt werden.
- Das **passive Containment-Kühlsystem (PCCS)** nutzt auch natürliche Zirkulation.
- Das PCCS besteht aus mehreren Wärmetauschern, die Wärme aus Containment in mit Wasser gefüllte Becken oberhalb des RDB übertragen, um Druck und Temperatur im Falle von Unfällen innerhalb Auslegungsgrenzen zu halten.



Hauptsicherheitssysteme des BWRX-300

1 BWRX-300, PASSIVE SICHERHEITSSYSTEME

- Es wird allgemein davon ausgegangen, dass passive eine höhere Zuverlässigkeit bieten als aktive Sicherheitssysteme.
- Die natürliche Zirkulation mag zwar zuverlässiger sein als eine Pumpe, doch ist weniger klar, wie sich ihre Zuverlässigkeit quantifizieren lässt.
- Eventuell kann passives Sicherheitssystem seine vorgesehene Funktion nicht erfüllen, da es auf Phänomenen geringer Intensität (z. B. natürliche Konvektion) beruht.
- Ausfälle könnten auftreten, wenn die beteiligten Phänomene empfindlich auf äußere Einflüsse (Klima, Erdbeben usw.) reagieren.
- Zum gegenwärtigen Zeitpunkt lässt sich nicht beurteilen, ob Unfälle mit großen oder frühen Freisetzungen beim BWRX-300 tatsächlich praktisch ausgeschlossen werden können.

1 BWRX-300, STANDARDISIERUNG

- Verzögerungen und Kostenüberschreitungen bei KKW werden teilweise auf hohen Umfang der Montagearbeiten vor Ort zurückgeführt.
- Hauptkomponenten des BWRX-300 sollen in speziellen Fabriken gefertigt und als montagefertige Bauteile an Baustelle geliefert werden.
- Verhältnis von Fabrik- zu Baustellenaktivitäten: 60 zu 40.
- Massenproduktion birgt jedoch das Risiko von Standardisierungsfehlern. Es besteht Gefahr,
 - dass ein Konstruktionsfehler in allen Anlagen auftritt, deren Komponenten dieselbe Produktionslinie durchlaufen haben.
 - dass Komponenten aufgrund von Betrug und Fälschungen die erforderlichen Qualitätsstandards nicht erfüllen. (bereits vorgekommen, z. B. in Frankreich).

1 BWRX-300, TERROR-ANGRIFFE

- Obwohl sich ein Teil des Reaktors (aus Kostengründen) unterhalb des Bodenniveaus befindet, liegen die Wasser-Becken für passive Sicherheitssysteme sowie das Kühlbecken für abgebrannte Brennelemente oberhalb des Bodens.
- Reduzierung der Sicherheitssysteme erleichtert den „Erfolg“ von Sabotage oder einen Terroranschlag. Dies wird durch Fertigung vieler Komponenten in einer Fabrik zusätzlich begünstigt.
- Verbesserung des Schutzsystems wäre z. B. aus 2 Gründen notwendig:
 - Erstens müssen heutzutage gezielte Terroranschläge auf kerntechnische Anlagen auch in Europa als möglich angesehen werden.
 - Zweitens werden Kamikaze-Drohnen im militärischen Kontext eingesetzt und könnten auch von Terrorgruppen genutzt werden.

2 ROLLS-ROYCE SMR, GENEHMIGUNGSVERFAHREN/ PROJEKTE

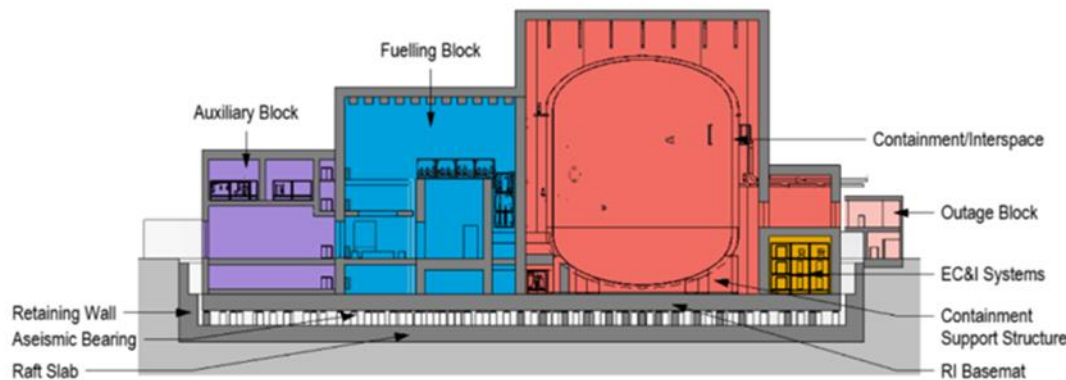
- Rolls-Royce (RR) SMR ist ein Druckwasserreaktor (DWR) mit 470 MWe, der vom britischen Unternehmen Rolls-Royce entwickelt wird.
- Am 10. Juni 2025 gab die britische Regierung bekannt, dass RR SMR für den Bau des ersten SMR ausgewählt wurde (Standort: Wylfa).
- Vertrag mit Hersteller sowie Genehmigung stehen jedoch noch aus.
- Ziel: ab Mitte der 2030er Jahre bis zu 1,5 GW ins Netz einzuspeisen.
- RR SMR wurde von Tschechien ausgewählt, um mit KKW-Betreiber ČEZ, der zudem eine 20% Beteiligung an RR SMR erworben hat, bis zu 3 GW im Land zu errichten.

2 ROLLS-ROYCE, GENERIC DESIGN ASSESSMENT (GDA)

- In Großbritannien werden in einem Bewertungsverfahren (GDA) die Entwürfe für neue Reaktoren bewertet.
 - Schritt 1 der GDA (Einleitung) für den Rolls-Royce SMR begann am 3.4.2022.
 - Schritt 2 des GDA (grundlegende Bewertung) begann am 3.4. 2023.
 - Schritt 3 (detaillierte Bewertung) läuft derzeit. Die Bewertung wird voraussichtlich 2026 abgeschlossen.
- GDA-Prozess konzentriert sich auf Auslegung eines generischen Kernkraftwerks und ist nicht standortspezifisch. Daher ist Ergebnis für Tschechien nur von begrenztem Nutzen, ermöglicht jedoch die Betrachtung potenzieller kritischer Aspekte.
- Einige der GDA-Bewertungen werden kurz beschrieben.

2 ROLLS-ROYCE SMR, DESIGN

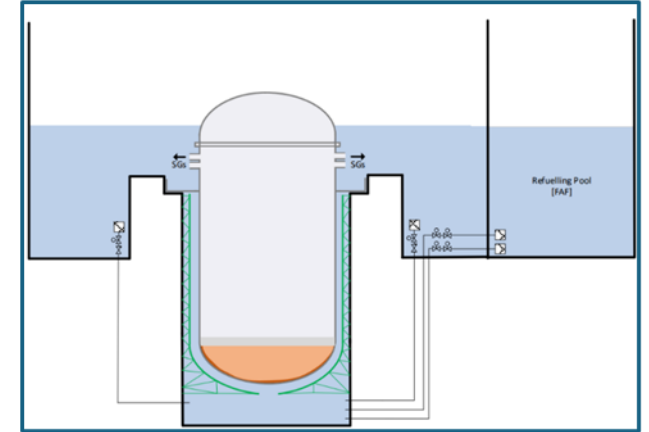
- RR-SMR ist ein Druckwasserreaktor (DWR) mit 470 MW und drei Kreisläufen, Betriebszeit 60 Jahren.
- RR-SMR soll im Grundlastbetrieb, aber auch im Lastfolgebetrieb arbeiten.
- Vorteil des RR-SMR Design ist, dass es auf DWR-Technologie basiert, dem am weitesten verbreiteten Reaktorkonzept.
- Es gibt einige innovative Neuerungen.
- Design umfasst z. B. passives Kernsprühsystem mit nur zwei Redundanzen (N+1).



Schematischer Querschnitt durch RR-SMR

2 ROLLS-ROYCE SMR, BEWÄLTIGUNG SCHWERER UNFÄLLE

- Der RR SMR nutzt das In-Vessel-Retention (IVR) Konzept als Kühlstrategie für den geschmolzenen Kern. Dieser soll im Reaktordruckbehälter (RDB) zurückgehalten und über eine Kühlung außerhalb des Behälters gekühlt werden.
- Der Dampf soll durch die Wärmetauscher der passiven Containment-Kühlung kondensiert werden.
- Das Kondensat fließt dann über den Containment-Sumpf zurück in Reaktorraum, und kann wiederverwendet werden.
- Der Verzicht auf die Installation eines gefilterten Druckentlastungssystems bisher nicht nachgewiesen.
- Ein schwerer Unfall mit großen oder frühen Freisetzungen ist bisher nicht praktisch ausgeschlossen.



Schematische Darstellung des In-Vessel-Retention (IVR) Konzepts

2 ROLLS-ROYCE SMR, EXTERNE GEFAHREN

- RR SMR soll durch Schutzschild aus Stahlbetonwänden und –decken um sicherheitsrelevante Strukturen, Systeme und Komponenten (SSCs) zum Schutz vor externen Einwirkungen (wie gezielten Flugzeugabsturz) haben.
- Details der Anordnung werden jedoch noch ausgearbeitet.
- Laut ONR weisen die eingereichten Unterlagen noch Mängel auf.
- Design des RR-SMR ist zu 85 % standardisiert und zu 15 % standortspezifisch.

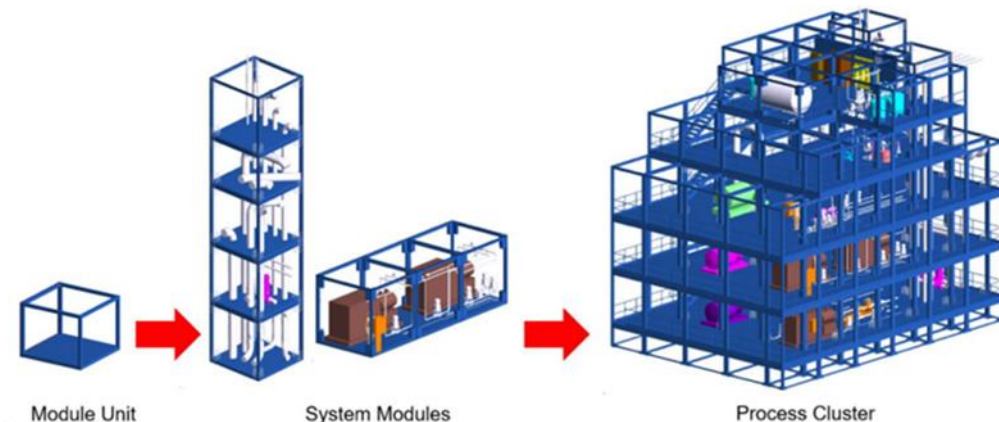


Schutzschild in rot dargestellt (Aufriss links (l), Grundriss rechts (r))

2 ROLLS-ROYCE SMR, MODULARER AUFBAU

- Design basiert auf modularer Bauweise mit hohem Anteil (90%) an werkseitig gefertigten Bauteilen, um Bauzeit und Kosten zu reduzieren.
- SMR soll aus etwa 1.500 standardisierten, transportablen Modulen bestehen, die in Fabriken hergestellt und getestet werden. Laut ONR bestehen noch viele Fragen und Sicherheitsbedenken hinsichtlich deren Montage vor Ort.
- Design befindet sich noch in Entwicklung; erforderlichen Sicherheitsanalysen noch nicht vorgelegt.
- Laut RR ermöglicht die Fabrikfertigung eine umfassende Qualitätskontrolle. Dies ist zwar richtig, birgt jedoch auch Risiko, dass in allen standardisierten Modulen dieselben Fehler auftreten. Zudem können qualitätsgeprüfte Komponenten während des Transports und der Installation beschädigt werden.

Montage von Modulen, Systemmodulen
und Prozessclustern



3 SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Obwohl die hohen Kosten immer deutlicher werden, stellen die Industrie, Politiker, Investoren und Medien SMR als unverzichtbaren Weg zur Lösung der Klimakrise dar.
- Kostensteigerungen beim BWRX-300 traten ein, bevor Genehmigung erteilt oder Baubeginn.
- Hoffnung der SMR-Befürworter, dass standardisierte Fabrikfertigung die Kosten und die Bauzeit senken wird, ist höchst fragwürdig. Dieser Ansatz birgt zudem das Potenzial für systemische Mängel bei Reaktoren mit identischen Standardkonstruktionen.
- Für Europa steht der SMR-Hype im Gegensatz zum tatsächlichen Potenzial der Branche. In der EU hat noch kein SMR-Konzept eine Genehmigung. Bisher existieren nur wenige SMR-Projekte in Russland und China.
- Da der erforderliche regulatorische Rahmen noch nicht existiert, lässt sich Sicherheitsniveau von SMRs noch nicht beurteilen.
- Aufgrund der vermuteten höheren Zuverlässigkeit der Sicherheitssysteme, beabsichtigen die Hersteller, die für aktuelle KKW vorgeschriebenen Sicherheitssysteme aus Kostengründen nicht zu implementieren. Dies bedeutet, dass das von SMRs ausgehende Risiko im Vergleich zu modernen KKW wahrscheinlich weiter steigen wird.

3 SCHLUSSFOLGERUNGEN, BWRX-300

- Die wesentlichsten konstruktiven Änderungen am BWRX-300 gegenüber seinem Vorgängermodell betreffen Wegfall von Sicherheitssystemen zur Kosteneinsparung. Es ist jedoch nicht möglich, die Anzahl der Sicherheitssysteme zu reduzieren, ohne das Sicherheitsniveau zu senken. Es lässt sich noch nicht abschätzen, ob die jeweiligen Genehmigungsbehörden dieses akzeptieren werden.
- Bemerkenswert ist zudem, dass BWRX-300 der einzige SWR unter den SMR-Konzepten ist. Aus Sicherheitsgründen gibt es (abgesehen von zwei ABWRs in Japan, deren Bau ausgesetzt wurde) auch keine SWRs unter den neuen KKW-Projekten.
- Ein wesentliches Merkmal des BWRX-300 ist der Einsatz passiver Sicherheitssysteme, die jedoch noch nicht im Betrieb getestet wurden. Diese sind möglicherweise nicht in der Lage, seine zugewiesene Funktion zu erfüllen, da sie empfindlich auf äußere Einflüsse (Klima, Erdbeben usw.) reagieren können.
- Im Gegensatz zum vorherigen Reaktortyp (ESBWR) ist BWRX-300 nicht mit „core-catcher“ ausgestattet, da davon ausgegangen, dass das passive System eine ausreichende Kühlung gewährleistet. Es ist noch nicht möglich, zu beurteilen, ob diese Annahme gerechtfertigt ist.
- Zum gegenwärtigen Zeitpunkt lässt sich nicht bewerten, ob Unfälle mit großen oder frühen Freisetzungen tatsächlich praktisch ausgeschlossen werden können.

3 SCHLUSSFOLGERUNGEN, ROLLS-ROYCE SMR

- Obwohl der Rolls-Royce-SMR auf bekannter DWR-Technologie basiert, ist das modulare Gesamtkonzept neu und birgt gewisse Risiken.
- RR-SMR hat eine relativ hohe Leistung (470 MW). Nach der Klassifizierung der IAEA gehört er nicht zur Kategorie der SMRs.
- Zudem könnte diese Reaktorgröße umfangreiche Montagearbeiten vor Ort erfordern. Es erscheint unrealistisch, 90 % der Anlage im Werk vorzufertigen.
- RR SMR sieht das „In-Vessel Retention (IVR)-Konzept“ vor, um im Falle eines Kernschmelzunfalls größere Freisetzungen radioaktiver Stoffe zu verhindern. Bisher gibt es keinen Nachweis für Verzicht auf ein gefiltertes Druckentlastungssystem für Sicherheitsbehälter.
- Insgesamt ist noch nicht nachgewiesen, dass schwere Unfälle, die zu großen oder frühen Freisetzungen radioaktiver Stoffe führen könnten, praktisch ausgeschlossen sind.

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!**

Working paper on SMRs:

https://www.joint-project.org/wp-content/uploads/2026/03/WorkingPaperSMR_final_2026.pdf