



[pfi-linux]

## Behandlung von Stromausfällen im Linuxkernel

### Problembeschreibung

Für resiliente Systeme ist es unerlässlich, dass diese auch bei unsicherer Stromversorgung zuverlässig funktionieren. Um jederzeit einen konsistenten Systemzustand sicherzustellen, müssen Systeme rechtzeitig Versorgungsausfälle erkennen und angemessen darauf reagieren.

Diese Anforderung wird besonders relevant wenn im System nicht-flüchtiger Arbeitsspeicher (NVRAM) zum Einsatz kommt. Bleibt der Speicherinhalt des Arbeitsspeichers auch über Auffälle hinweg erhalten, so ist die Konsistenz der Daten essentiell, damit Systeme bei Wiederherstellung der Stromversorgung ihre Ausführung erfolgreich fortsetzen können. Zusätzlich ermöglicht NVRAM, dass Systeme auch über Ausfälle hinweg Berechnungen ausführen ohne diese bei Neustart komplett neu zu starten.

### Lösungsskizze

Bisherige Ansätze lösen dieses Problem durch Transaktionen oder regelmäßiges Checkpointing. Das Forschungsprojekt "NEON" [3] hingegen nutzt die Persistenz von NVRAM aus, um nur noch minimalen flüchtigen Systemzustand, wie z.B. CPU-Register, bei Stromausfällen sichern zu müssen. Dadurch wird der Overhead der Konsistenzwahrung minimiert.

Für NEON soll der im Rahmen vorheriger Arbeiten [1, 2] entwickelte Ansatz des Powerfail Interrupts (PFI) für den Linuxkernel adaptiert werden. Dazu muss der PFI als neuer Interrupt im Kernel eingeführt und entsprechende Interrupt Service Routinen (ISR) entwickelt werden. Der PFI soll dann von einem Modul zur Stromausfall Detektion ausgelöst werden.

### Voraussetzungen

- Vorlesung: Betriebssysteme
- gute C-Kenntnisse

Wenn wir dein Interesse geweckt haben oder du Fragen hast, sprich uns gerne an und wir stellen dir das Thema im persönlichen Gespräch gerne noch im Detail vor.

### Empfehlungen

- Vorerfahrung mit dem Linuxkernel
- Modul: "Systemsoftwaretechnik Praktikum (STEP)"

### Ansprechpartner/-in

Henriette Hofmeier  
Prof. Dr.-Ing. Timo Hönig

Raum MC 5/103 [henriette.hofmeier@rub.de](mailto:henriette.hofmeier@rub.de)  
Raum MC 5/101 [timo.hoenig@rub.de](mailto:timo.hoenig@rub.de)

### Referenzen

- [1] Christian Eichler et al. "Neverlast: An NVM-Centric Operating System for Persistent Edge Systems". In: *Proceedings of the 12th ACM/SIGOPS Asia-Pacific Workshop on Systems (APSys'21)*. virtual: ACM, 2021, pp. 146–153. DOI: 10.1145/3476886.3477513.
- [2] Christian Eichler et al. "Neverlast: Towards the Design and Implementation of the NVM-based Everlasting Operating System". In: *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'21)*. virtual, 2021, pp. 7227–7236. DOI: 10.24251/HICSS.2021.870.
- [3] *Non-volatility in energy-aware operating systems (NEON)*. online; last accessed 2024-01-03. URL: <https://informatik.rub.de/boss/research/neon/>.



[pfi-linux]

# Detection of Power Outages in the Linux Kernel

## Problem Description

Resilient systems require guaranteed functionality even with an unreliable power supply. To ensure a consistent system state, systems need to detect supply outages in time and handle these accordingly.

This requirement is essential when systems are equipped with non-volatile main memory (NVRAM). With NVRAM, the memory's content remains even if the power supply is interrupted. This allows systems with NVRAM to continue computations across system shutdowns without having to repeat them. Therefore, to ensure that the system can resume its execution after a power outage, the data has to be kept consistent.

## Solution Outline

Previous approaches to ensure data consistency utilize transactional systems or continuous checkpointing. Our research project NEON [3] aims to utilize NVRAM's inherent persistency to minimize the remaining volatile state (e.g., CPU registers). This allows for faster checkpointing and, thereby, checkpointing only on dropping power supply. Thereby, we reduce the overhead of maintaining a consistent system state.

To implement this, we build upon our concept of a Powerfail Interrupt (PFI) [1, 2]. As part of this thesis, the PFI will be introduced into the Linux kernel as a new interrupt. Additionally, the interrupt service routines (ISRs) to initiate the checkpointing routine will be developed. The PFI will be issued by a newly introduced kernel module that detects power outages.

## Prerequisites

- lecture: Operating Systems (Betriebssysteme)
- good knowledge of the C programming language

If you are interested or have questions please feel free to contact us and we will be happy to present the topic in greater detail.

## Recommendations

- experience with the Linux kernel
- module: "Systemsoftwaretechnik Praktikum (STEP)"

## Advisors

Henriette Hofmeier  
Prof. Dr.-Ing. Timo Hönig

Office MC 5/103 [henriette.hofmeier@rub.de](mailto:henriette.hofmeier@rub.de)  
Office MC 5/101 [timo.hoenig@rub.de](mailto:timo.hoenig@rub.de)

## References

- [1] Christian Eichler et al. "Neverlast: An NVM-Centric Operating System for Persistent Edge Systems". In: *Proceedings of the 12th ACM/SIGOPS Asia-Pacific Workshop on Systems (APSys'21)*. virtual: ACM, 2021, pp. 146–153. DOI: 10.1145/3476886.3477513.
- [2] Christian Eichler et al. "Neverlast: Towards the Design and Implementation of the NVM-based Everlasting Operating System". In: *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'21)*. virtual, 2021, pp. 7227–7236. DOI: 10.24251/HICSS.2021.870.
- [3] *Non-volatility in energy-aware operating systems (NEON)*. online; last accessed 2024-01-03. URL: <https://informatik.rub.de/boss/research/neon/>.