

# Verbesserung der Bildqualität mittels a-Si:H Festkörperdetektoren: Automatische Sync-Korrektur

Michaela Mooslechner <sup>1)</sup>, Bernhard Mitterlechner <sup>2)</sup>, Harald Weichenberger <sup>1)</sup>, Stefan Huber <sup>1)</sup>, Felix Sedlmayer <sup>1),2)</sup>, Heinz Deutschmann <sup>1),2)</sup>

<sup>1)</sup> Institut für Technologieentwicklung in der Strahlentherapie, radART - research and development on advanced radiation technologies, Paracelsus Medizinische Privatuniversität, Salzburg, Österreich

<sup>2)</sup> Universitätsklinik für Radiotherapie und Radio- Onkologie, Gemeinnützige Salzburger Landeskliniken Betriebsges. m.b.H., Salzburg, Österreich

## Einleitung

Native Bilder von elektronischen **portal imaging devices (EPIDs)** zeigen eine Reihe von Artefakten, welche die klinische Beurteilbarkeit beeinträchtigen. Eine große Problematik stellen abwechselnd helle und dunkle vertikale Streifen im Bild – die sogenannten **Sync-Streifen** – dar, welche sich insbesondere dann verstärkt präsentieren, wenn mit kleiner Dosisleistung bestrahlt oder wenige Einzelbilder in Kurzzeitbelichtung aufgenommen werden. Beobachtungen haben gezeigt, dass mit zunehmender Pulse Repetition Frequency (PRF) die Anzahl an Streifen, welche mit der Anzahl an Ladungspulsen einhergeht, zunimmt. Dieser Zusammenhang deutete auf ein multiplikatives Verhalten hin, wobei anfangs die Korrekturfaktoren im Zuge einer Kalibrieroutine direkt aus dem Bildmaterial ermittelt wurden. Erst in einem weiteren Entwicklungsschritt erfolgte die Umsetzung der hier dargestellten voll-automatischen Sync-Korrektur, welcher ein konkretes **theoretisches Modell** zu Grunde liegt.

## Methodik

Während der Strahlung werden kontinuierlich mit den Thyatron-Pulsen einzelne Ladungspakete freigesetzt, welche beim Auftreffen auf das EPID ein messbares Signal zur Folge haben. MV a-Si:H Panels von Perkin Elmer, eingesetzt bei Elekta und Siemens, bestehen aus 2 x 8 Subpanels mit je 128 x 512 Pixeln (gesamte Panelgröße von 1024 x 1024 Pixeln), die spaltenweise von außen nach innen ausgelesen werden (16 preamble rows, 512 image rows, 16 postamble rows). Daraus ergibt sich für jede ausgelesene Panelhälfte ein zeitlicher Verlauf in Richtung der Pixelspalten, wobei das Auslesen einer einzelnen Spalte an dem untersuchten Panel 796  $\mu$ s dauert. Im schnellsten Free-Running Mode liefert das Panel folglich alle 433 ms ein Bild, das PRF-abhängig unterschiedlich viele Strahlungspulse (Elekta: ca. 1/64 MU/Puls) akkumuliert. Die **Überlagerung** von auftretenden Ladungspaketen und dem simultanen Auslesen stellt sich in Form der markanten Sync-Streifen dar.

Die Sync-Korrektur dieser vertikalen Streifen basiert auf dem bereits erwähnten, theoretisch hergeleiteten Verfahren, welches die Interferenzen des Bildauslesezyklus mit der PRF des Linearbeschleunigers korrigiert. Aus dem Wissen über die PRF und der Anzahl der Strahlungspulse pro Frame können sowohl Amplitude als auch Pulsform der Sync-Artefakte abgeleitet und auf Basis des Einzelbildes korrigiert werden. Das Korrekturverfahren ist selbst-triggernd, d.h. die Phasenlage der Sync-Artefakte wird ohne externe Information vom Thyatron aus dem Bild ermittelt.

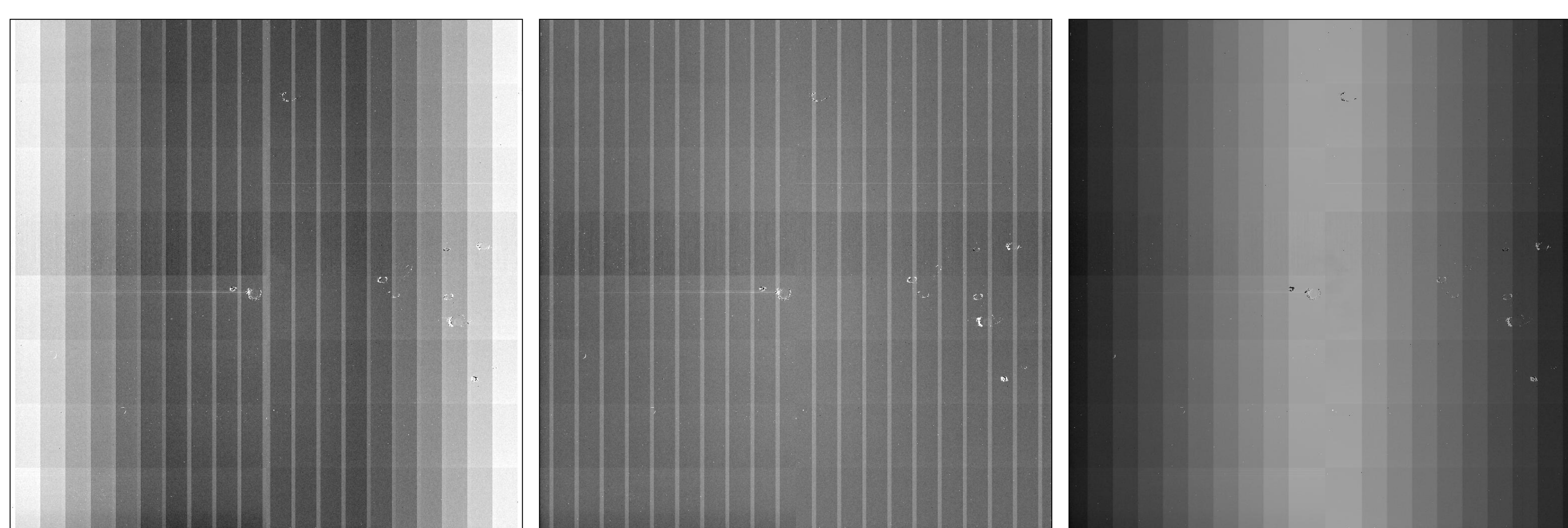
Im Anschluss an das Verfahren erfolgt ein zusätzliches **Post-Processing**, um einzelne elektromagnetisch eingestreuete Spikes, die stochastisch zum Zeitpunkt des Thyatron-Pulses auftreten, nachträglich zu korrigieren.

## Ergebnisse

Für alle Dosisleistungen bzw. PRFs (Elekta Synergy 6.25, 12.5, 25, 50, 100, 200, 400 pps) wurden sehr gute **Einzelbildkorrekturen** erzielt und die Sync-Artefakte **erfolgreich** eliminiert. Die Anwendung des phänomenologischen Post-Processings konnte in zahlreichen Fällen – besonders bei niedrigen Dosisleistungen mit größeren Periodenlängen – das Ergebnis zusätzlich verbessern.

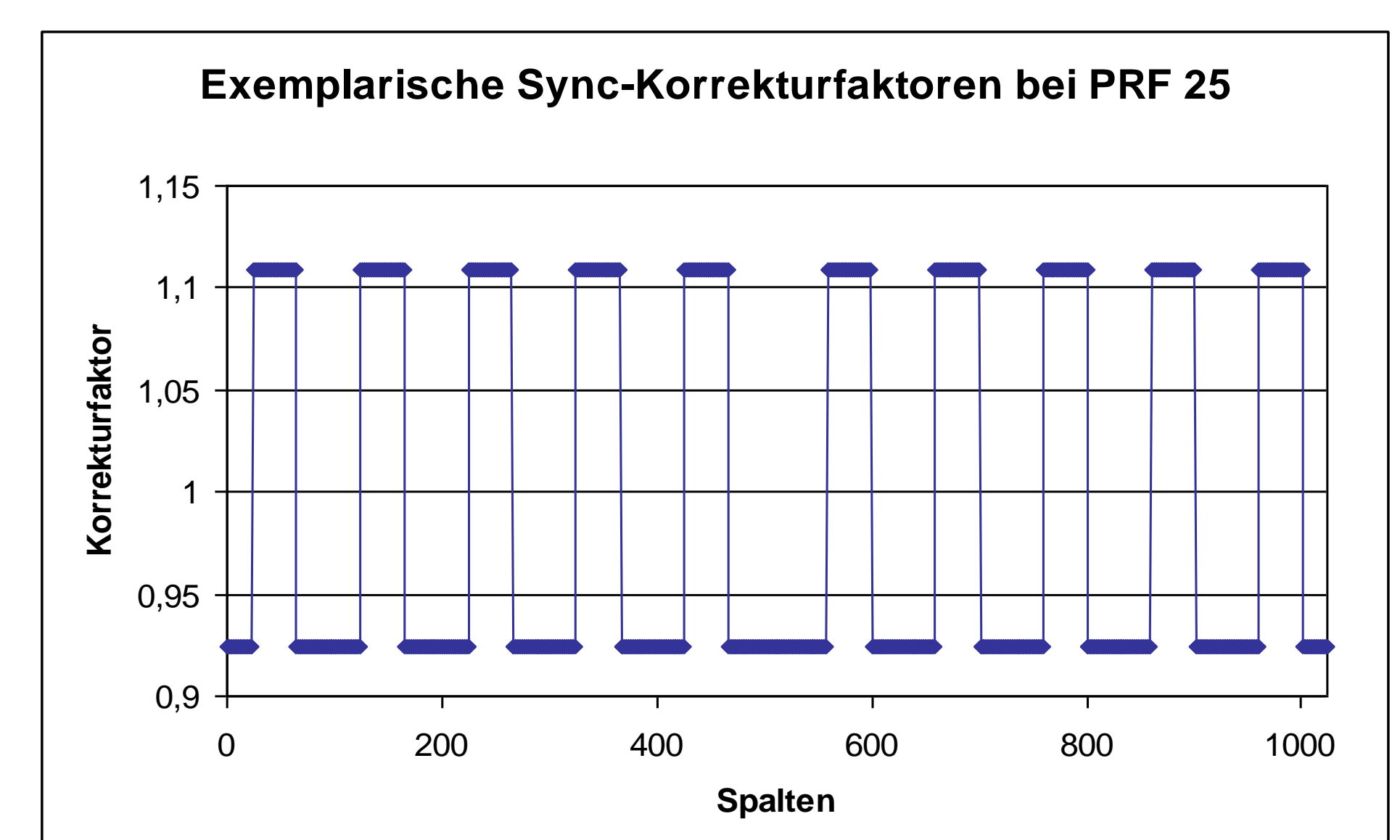
## Schlussfolgerungen

Die vorgestellte Free-Running Sync-Korrektur hat im Gegensatz zum vorhergehenden phänomenologischen Ansatz den Vorteil, exakter zu sein und darüber hinaus dem Anwender den Zeitaufwand für die Durchführung der Kalibrierung zu ersparen. In Hinsicht auf den praktischen Einsatz des Verfahrens ermöglicht es sowohl weitere Verbesserungen im Bereich der **Absolutdosimetrie** als auch neue Echtzeit-Anwendungen in der **IGRT**. Des Weiteren sind insbesondere Anwendungen zur Verifikation von **VMAT-Bestrahlungen**, bei welchen die Dosisleistung laufend variiert wird, ableitbar.

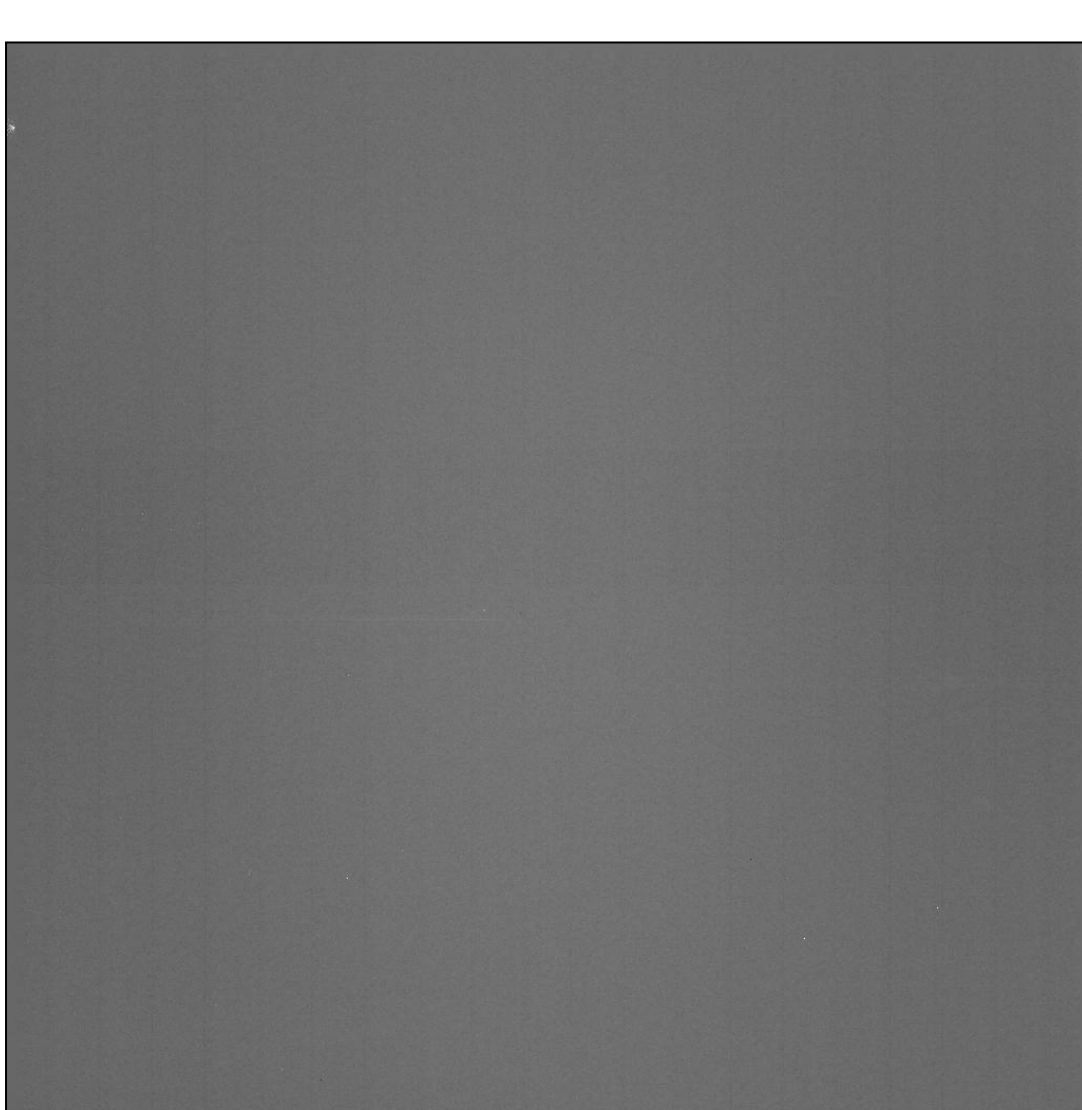


**Abbildung 1:** In Abhängigkeit vom exakten Aufnahmezeitpunkt des jeweiligen Frames stellen sie sich unterschiedlich dar (v.l.n.r.): Startup-Frame, mittlerer Frame bei konstanter Dosisleistung, Shutdown-Frame

Ermittlung der PRF-abhängigen Sync-Periode und Amplitude und daraus Ableitung der Korrekturfaktoren

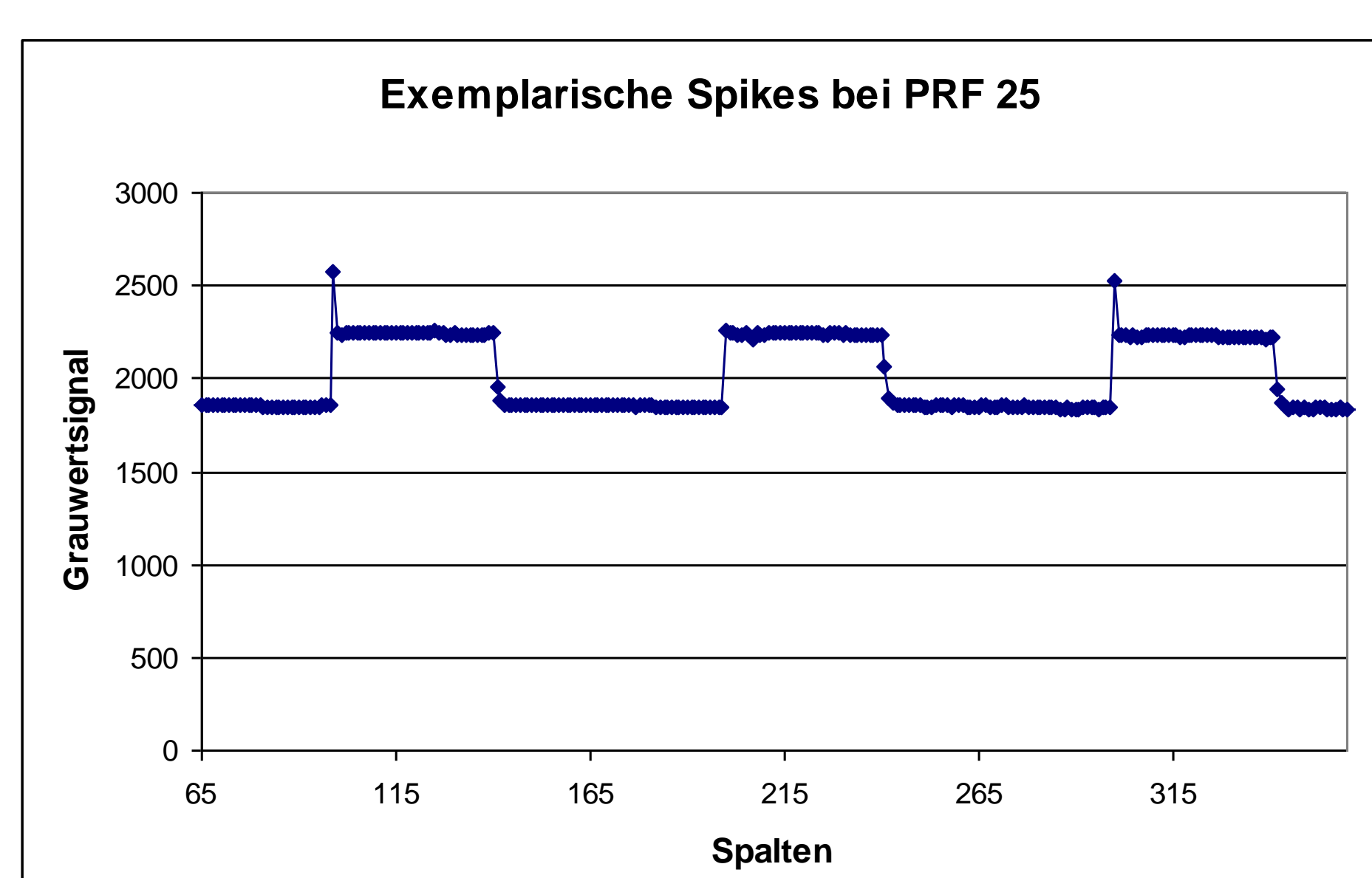


**Abbildung 2:** Sync-Korrekturfaktoren.

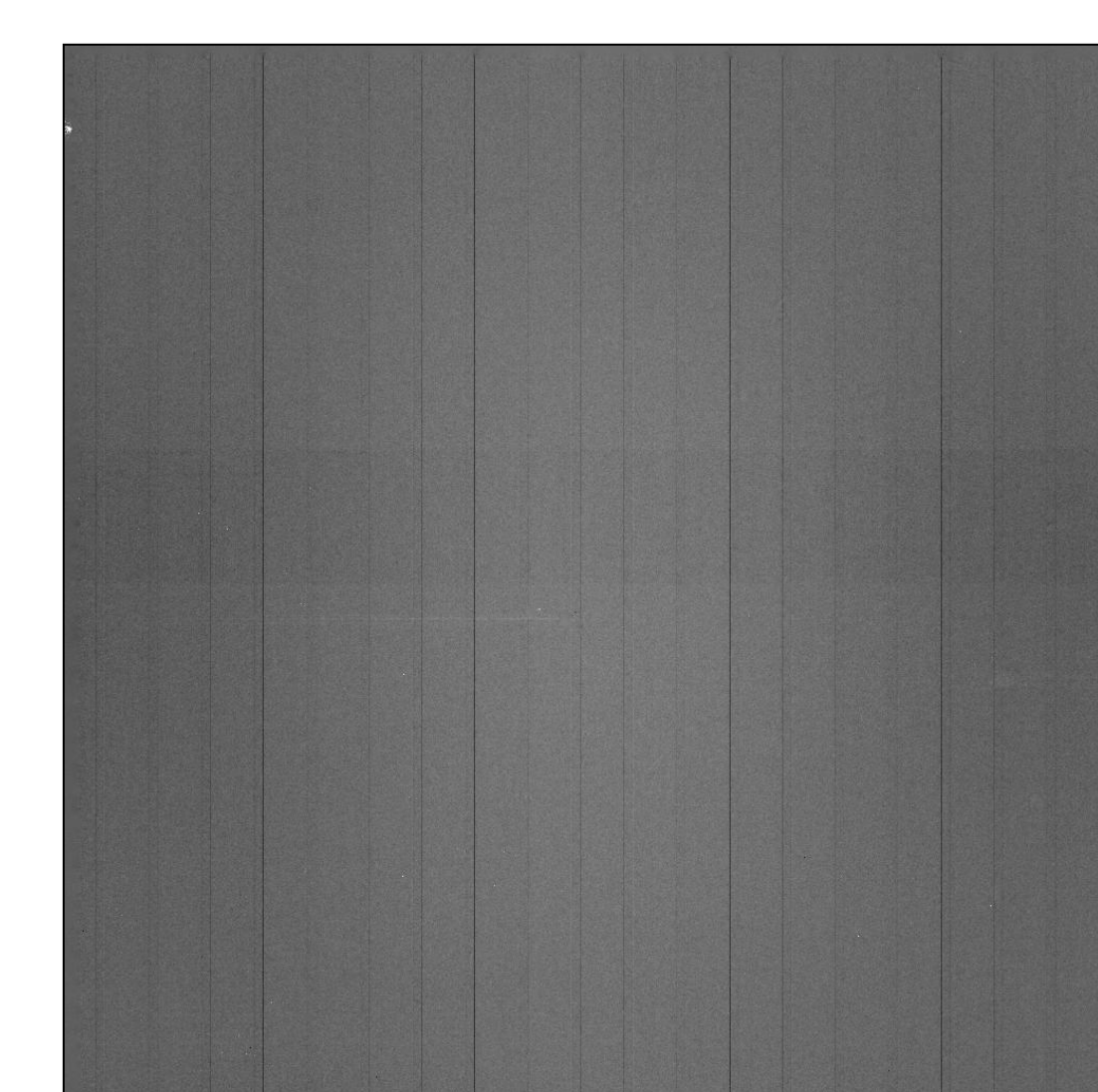


**Abbildung 5:** Endresultat

Post-Processing



**Abbildung 4:** Zufällig eingestreuete Spikes im Originalsignal



**Abbildung 3:** Einzelbildkorrektur

Anwendung der Korrekturfaktoren