

Inhaltsverzeichnis

1 **Einleitung 1**

2 **Anforderungen an komplexe elektronische Komponenten 3**

2.1 Bewertung der Relevanz der Anforderungen für die weiteren Arbeiten 11

3 **Auswahl der zu betrachtenden KEK..... 15**

3.1 KEK-Hersteller 15

3.2 Einsatz von KEK in Kernkraftwerken..... 21

3.3 KEK-Auswahl..... 23

4 **Hardware-Aspekte von KEK..... 25**

4.1 Herstellung 25

4.1.1 Herstellung von Ingots und Wafern 26

4.1.2 Front-End- und Back-End-Fertigung 26

4.1.3 Untersuchungen zur Ableitung von Unterscheidungskriterien 29

4.2 Aufbau von KEK 34

4.2.1 Grundsätzlicher Aufbau und Architektur von KEK 34

4.2.1.3 Ableitung von Unterscheidungskriterien aufgrund des grundsätzlichen
 Aufbaus und der Architektur 37

4.2.2 Logikblöcke..... 42

4.2.3 Input/Output-Blöcke 43

4.2.4 Speicher 46

4.2.5 Takt 50

4.2.5.1 Ableitung von Unterscheidungskriterien aufgrund der Art des
 Taktmanagements 52

4.3 Charakteristika von KEK..... 53

4.3.1 Minimale Strukturgröße..... 53

4.3.2 Komponentendichte 56

4.3.3 Spannungsversorgung..... 60

4.3.4 Temperaturbereich 63

4.3.5 Strahlungsresistenz 66

4.4	Gehäuse.....	67
4.4.1	Ableitung von Unterscheidungskriterien aufgrund von unterschiedlichen Kriterien bei der Auswahl von Gehäusen.....	69
5	Software-Aspekte von KEK.....	75
5.1	Entwicklung von Schaltungen mit KEK	76
5.2	Entwurfsprozess	82
5.3	Werkzeuge	85
5.4	Verwendung von vorgefertigten Hardware-Konfigurationen (IP-Cores)....	92
6	Weiterentwicklung der Diversitätsmatrix zur Diversitätsbewertung von KEK	95
6.1	Aktueller Stand der Diversitätsmatrix	95
6.2	Weiterentwicklung der Diversitätsmatrix	97
6.2.1	Zuordnung zur System- und Komponentenauswahl.....	98
6.2.2	Anwendbarkeit bestehender Diversitätsmerkmale auf KEK	98
6.2.3	Diversitätsmerkmale für die Auswahl von KEK für den Einsatz in sicherheitsrelevanten Leittechniksystemen	99
7	Zusammenfassung	109
A	Anhang:Einsatzorte von KEK in KKW.....	113
B	Anhang: Zulässige Temperaturbereiche der untersuchten KEK.....	119
	Abbildungsverzeichnis.....	123
	Tabellenverzeichnis.....	125
	Abkürzungen.....	127
	Literaturverzeichnis.....	127