

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einführung und Motivation</b>                      | <b>1</b>  |
| 1.1      | Thema der Forschungsarbeit                            | 1         |
| 1.2      | Ziel des Forschungsprojektes                          | 2         |
| <b>2</b> | <b>Physikalische Grundlagen</b>                       | <b>3</b>  |
| 2.1      | Physikalische Grundlagen                              | 3         |
| 2.1.1    | Grundlagen der Detektion                              | 3         |
| 2.1.2    | Abschwächung von Strahlung                            | 6         |
| 2.1.3    | Der Strahlungsuntergrund                              | 7         |
| <b>3</b> | <b>Messungen</b>                                      | <b>9</b>  |
| 3.1      | Der Messplatz in Waltershof                           | 9         |
| 3.2      | Verwendete Detektoren                                 | 10        |
| 3.3      | Containerinspektionen                                 | 12        |
| 3.4      | Untersuchung des Strahlungsuntergrundes               | 16        |
| 3.5      | Zusammenfassung                                       | 17        |
| <b>4</b> | <b>Cargo-Typen und Cargo-Aufkommen</b>                | <b>19</b> |
| 4.1      | Cargo-Klassifikation                                  | 19        |
| 4.1.1    | Das Cargo-Modell für Neutronenabschwächung            | 19        |
| 4.1.2    | Das Cargo-Modell für Gammaquantenabschwächung         | 20        |
| 4.2      | Containerstatistiken des Hamburger Hafens             | 24        |
| 4.3      | Zusammenfassung                                       | 26        |
| <b>5</b> | <b>Simulationen</b>                                   | <b>29</b> |
| 5.1      | Gegenstand und Ziel der Simulation                    | 29        |
| 5.2      | MCNP  | 30        |
| 5.2.1    | Physikalische Grundlagen der Simulation               | 31        |
| 5.3      | Modelliertes Szenario                                 | 33        |
| 5.3.1    | Radioaktive Quellen                                   | 36        |
| 5.3.2    | Container und Cargo                                   | 36        |
| 5.3.3    | Strahlungsuntergrund                                  | 38        |
| 5.3.4    | Detektoren  | 40        |
| 5.4      | Benchmarking  | 43        |
| 5.5      | Ergebnisse der Simulation für verschiedene Detektoren | 46        |
| 5.5.1    | Plastikszintillator                                   | 46        |
| 5.5.2    | Natriumjodid  | 48        |
| <b>6</b> | <b>Analyse der Simulation</b>                         | <b>57</b> |
| 6.1      | Ansatz der Analyse                                    | 57        |
| 6.1.1    | Kleinste nachweisbare Aktivitäten                     | 57        |
| 6.2      | Auswertung der Natriumjodiddetektorspektren           | 60        |
| 6.2.1    | Bestimmung der Untergrundzählrate                     | 60        |
| 6.2.2    | Bestimmung der totalen Effizienz                      | 61        |
| 6.3      | Auswertung der Plastikdetektorspektren                | 62        |
| 6.3.1    | Bestimmung der Untergrundzählrate                     | 62        |
| 6.3.2    | Bestimmung der totalen Effizienz                      | 64        |
| 6.4      | Vergleich der totalen Effizienzen                     | 64        |
| 6.5      | Untersuchung der Einsatzfähigkeit                     | 66        |
| 6.6      | Einfluss der Messzeit und der Anzahl der Detektoren   | 67        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 6.7      | Minimale Messzeiten . . . . .  | 67         |
| 6.7.1    | Minimale Messzeiten für den Plastiksintillatordetektor . . . . .         | 69         |
| 6.7.2    | Minimale Messzeiten für den Natriumjodiddetektor . . . . .               | 73         |
| 6.8      | Anwendung der Ergebnisse . . . . .                                       | 77         |
| 6.8.1    | Anzahl der potentiell hinreichend genau inspizierten Container . . . . . | 78         |
| <b>7</b> | <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>                                      | <b>83</b>  |
| <b>A</b> | <b>Zuordnung der Güter in die Cargo-Typen</b>                            | <b>87</b>  |
| <b>B</b> | <b>MCNP-Eingabedatei</b>   | <b>95</b>  |
| <b>C</b> | <b>Primordiale Zerfallsreihen</b>  | <b>99</b>  |
| <b>D</b> | <b>Einsatzfähigkeit eines Portalmonitors</b>                             | <b>103</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>105</b> |
|          | <b>Danksagung</b>  | <b>109</b> |