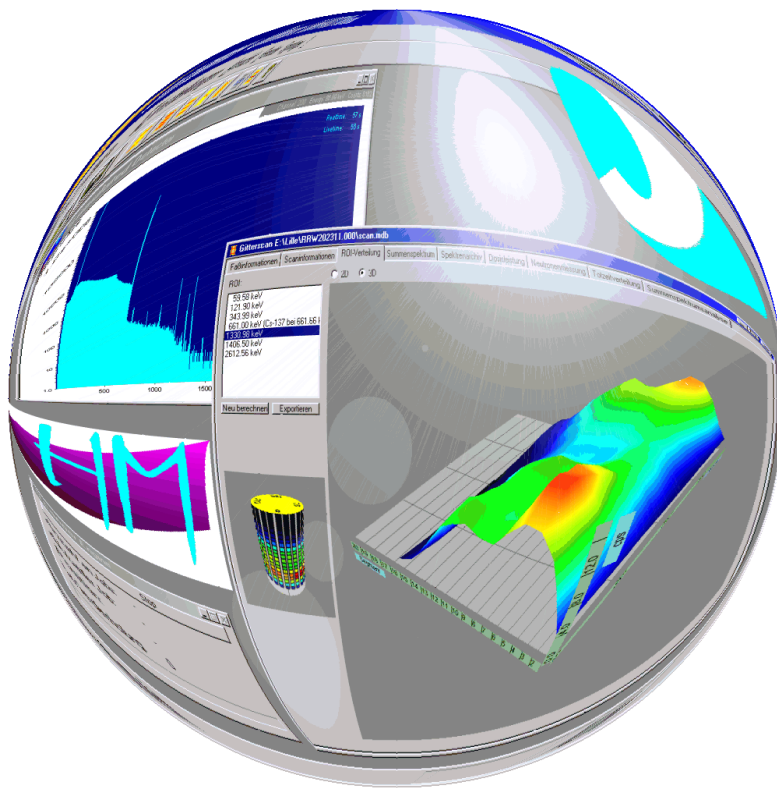




SCANNER32

Betriebs- und Analyse-Software für Gamma-Scanner für Windows 7-Windows11



Dr. Guido Caspary, Forschungszentrum Jülich

Dipl. Ing. Herwig Marschelke, Marschelke Messtechnik



MARSCHELKE MESSTECHNIK

**Revisionsverzeichnis:**

<i>Kennzeichen</i>	<i>Datum</i>	<i>Autor(en)</i>	<i>Anmerkung</i>
1.0	20.8.2003	Dr. G. Caspary	Geprüfter erster Entwurf
1.1	25.8.2003	Dr. G. Caspary	Nach Prüfung durch HM
1.2	29.8.2003	Dr. G. Caspary, H. Marschelke	Ergänzungen von HM
1.3	10.10.2003	Dr. G. Caspary, H. Marschelke	Erste Fassung
1.4	27.11.2005	H. Marschelke	Ergänzungen für Kernkraftwerk Würgassen
2.2	13.01.2006	H. Marschelke	Ergänzungen, Überarbeitung
3.0	13.07.2008	H. Marschelke	Ergänzungen LingAO-Scanner deutsche Version
4.0	26.04.2011	H. Marschelke	Ergänzungen Westinghouse Scanner
4.1	17.02.2012	H. Marschelke	Ergänzungen
4.2	10.02.2013	H. Marschelke	Ergänzungen ZWILAG
4.3	17.05.2013	H. Marschelke	Ergänzung Kalibrierte Zählratenmessung
4.6	25.11.2013	H. Marschelke	GammaVision 7 Unterstützung, Gewichtskorr.
4.9	31.05.2016	H. Marschelke	Numerische Kalibrierung
5.0	08.03.2017	H. Marschelke	Ergänzungen Mühleberg (CH)
5.2	20.02.2026	H. Marschelke	Integration Eductum, neue Spektrenanzeige, ROI



Inhaltsverzeichnis

1	VORBEMERKUNGEN	3
2	EINLEITUNG	5
3	SYSTEMVORAUSSETZUNGEN	6
4	BESCHREIBUNG DER OBERFLÄCHE	6
4.1	Spektrendarstellung	7
4.2	Menüpunkt: Scan	9
4.3	Menüpunkt: MCB	11
4.3.1	Automatische Energiekalibrierung	13
4.4	Menüpunkt: Einstellungen	14
4.4.1	Einstellungen/Verzeichnisse	15
4.4.2	Einstellungen/Konfiguration	16
4.4.3	Passwort einstellen	20
4.4.4	Einstellungen/Detektorsysteme	20
4.4.5	Einstellungen/Materialien	20
4.4.6	Einstellungen/Fassdefinitionen	20
4.4.7	Einstellungen/Aktuelles Detektorsystem	21
4.4.8	Einstellungen/Auswertung Analyse	22
4.4.9	Einstellungen/Standards für neuen Scan	23
4.4.10	Einstellungen für automatischen Scheibenscan	24
4.4.11	Scheibenscan-Programme	27
4.4.12	Einstellungen/Waage testen	28
4.4.13	Einstellungen/Prüfung Dosisleistung	28
4.4.14	Besonderheiten für die Bezeichnung von Detektorsystemen, Fassdefinitionen und Scanprogrammen für die Betriebsart mit OPC Server	29
4.4.15	Besonderheiten für die Bezeichnung von Detektorsystemen in der Betriebsart des ZWILAG	30
4.5	Menüpunkt: Ansicht	31
4.6	Menüpunkt: Fenster	31
4.7	Menüpunkt: Sonstiges	31
4.7.1	GIF-Datei vom Summenspektrum exportieren	31
4.7.2	Kadabra-Funktionen	32
4.7.3	Zusatzinformationen übernehmen	32



4.7.4	Export nach AVK 3.0	32
4.7.5	Export nach Excel	32
4.7.6	ISRAM-Export	32
5	KALIBRIERUNG BASIEREND AUF PUNKTQUELLENKALIBRATION	33
5.1	Methodik	33
5.2	Nachweisempfindlichkeit	36
5.3	Schwächungseigenschaften	42
5.3.1	Materialdaten	42
5.3.2	Fasstyp	45
5.3.3	Matrixeigenschaften	46
6	KALIBRIERUNG MIT REFERENZGEBINDE	48
6.1	Definition der Eigenschaften des Abfallgebundes	48
6.2	Einstellung der Detektorsysteme für die Kalibrierung mit Referenzgebände	49
6.3	Bestimmung der Effizienzfunktion	51
6.3.1	GammaVision	51
6.3.2	SCANNER32	51
7	MESSUNG	55
7.1	Start der Messung bei Anlagen mit OPC Steuerung	55
7.2	Messung im Betriebsmodus ZWILAG	57
7.2.1	Überwachung der Messtechnik	58
7.2.2	Ablauf der Messung	58
7.2.3	Fehlermeldungen an die Steuerung	61
7.2.4	Datenaustausch mit der Steuerung	63
7.3	Messung im Betriebsmodus KKM (Kernkraftwerk Mühleberg)	67
8	VISUALISIERUNG DER MESSDATEN	68
8.1	Faßinformationen	69
8.2	Summenspektrum	69
8.3	Spektrenarchiv	71
8.4	Oberflächenzählratenverteilungen	72
8.5	Ortsdosisleistung	73
8.6	Neutronenzählrate	74



8.7	Totzeitverteilung	74
8.8	Zusätzliche Informationen	74
9	AUSWERTUNG	75
9.1	Spektrumsanalyse und Aktivitätsberechnung	76
9.2	Prüfung der Auswertung	80
9.2.1	Vollständigkeit der Nuklidliste	80
9.2.2	Vergleich der spezifischen Aktivitäten	81
9.2.3	Zählratenverteilungen	81
9.2.4	Dosisleistungsberechnung	82
9.3	Protokoll	82
9.3.1	Standard-Protokollgenerierung	82
10	KALIBRIERTE ZÄHLRATENMESSUNG	83
	ANHANG	87
	ANHANG 1: RELEVANTE DOKUMENTE	88
	ANHANG 2: STRUKTUR EINER EFT-DATEI	89
	ANHANG 3: DATEIEN EINES SCANS	90

1 Vorbemerkungen

Mitte der Achtziger Jahre wurde im ‚Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik‘ des Forschungszentrums Jülich im Auftrag des ‚Bundesamtes für Strahlenschutz‘ eine Expertengruppe für die Produktkontrolle radioaktiver Abfälle aufgebaut. Diese ‚Produktkontrollstelle für radioaktive Abfälle‘ (PKS) hatte unter anderem die Aufgabe, zerstörungsfreie Messmethoden zur Charakterisierung nuklearer Abfälle zu entwickeln, zu erproben und einsatzbereit zu halten. Das mit Abstand am häufigsten zum Einsatz kommende Gerät aus diesen Entwicklungen ist der Gamma-Scanner, der in Lizenz des Forschungszentrums Jülich als Rechtsvertretung der PKS, von Industriepartnern gefertigt wurde und an vielen Stellen der Behandlung radioaktiver Abfälle in Deutschland eingesetzt wird.



Weiterentwicklungen an Messinstrumenten und Messmethoden werden heute vom Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik in enger Zusammenarbeit mit der PKS wahrgenommen. Neben den Arbeiten an der Hardware steht die Software-Entwicklung im Vordergrund. Dabei kommen Impulse für die Weiterentwicklungen insbesondere aus der Einbindung des ISR in internationale F&E-Projekte /2/, aus der weit mehr als 10-jährigen Erfahrung im Routinebetrieb von Gamma-Scannern und aus der Mitgliedschaft des ISR als deutsches Testlabor im ‚European Network of Testing Facilities for the Quality Checking of Radioactive Waste Packages‘ /3/.



2 Einleitung

Das Softwarepaket SCANNER32 ist eine spezielle Software für sämtliche Belange des Gamma-Scanning, also der gamma-spektrometrischen nuklidspezifischen Aktivitätsbestimmung großvolumiger Quellen insbesondere zur zerstörungsfreien Charakterisierung bereits konditionierter Nuklearabfälle.

Je nach Konfiguration und angeschlossener Anlage unterstützt SCANNER32 die Kontrolle:

- dreier Achsen (Detektorhub, Drehteller und Horizontalachse),
- der Waage,
- der Durchstrahlungsquelle,
- des Vielkanalanalysators,
- von bis zu acht Dosisleistungs sonden und
- eines Neutronenzählkanals.

Folgende Scanmodi stehen, je nach Konfiguration und angeschlossener Anlage, editierbar zur Verfügung:

- Punktscan,
- Vertikalscan,
- Gitterscan,
- Scheibenscan,
- Spiralscan und
- Transmissionsscheibenscan.
- Automatischer Scheibenscan
- Automatischer Gitterscan
- Automatischer Scanmodus

Die Auswertung der Scans erfolgt automatisch oder manuell auf der Basis des



Summenspektrums /1/. SCANNER32 stellt dem Anwender eine Reihe von Hilfsmitteln zur Verfügung, um sich vom Erfolg einer Messung zu überzeugen, Daten zu visualisieren und die manuelle Auswertung von Scans zu vereinfachen.

Alle Daten (Messdaten, Kalibrierungen, etc.), die zur Auswertung einer Messung benötigt werden, werden zusammen in einem individuellen Gebindeverzeichnis gesichert. Dadurch ist sichergestellt, dass eine erneute Auswertung ohne Rückgriff auf Sekundärdaten oder sonstige Aufzeichnungen zu jedem späteren Zeitpunkt möglich ist.

3 Systemvoraussetzungen

SCANNER32 kann auf jedem PC ausgeführt werden, der mit dem Betriebssystem WINDOWS in den Versionen XP und Windows 7 betrieben wird. Dabei ist der Funktionsumfang durch die verfügbare Hardware festgelegt. Dies ermöglicht die externe Auswertung und Begutachtung von Messdaten sowie die Protokollerzeugung auf jedem PC, der den o.g. Anforderungen entspricht.

Für Auswertungen ist es allerdings ergänzend notwendig, dass auf dem PC eine entsprechende Spektrometriesoftware installiert ist.

4 Beschreibung der Oberfläche

Abb. 1 zeigt die Bildschirmdarstellung von SCANNER32. Über die Hauptmenüleiste werden sämtliche Befehle zur Konfiguration der Software aufgerufen. Die Speed-Buttons erlauben bei vordefinierter Einstellung der Scan-Parameter den direkten Start eines Scans. Im Detektorfenster wird der momentane Inhalt des Vielkanalanalysators angezeigt. Hier läuft während einer Messung das Spektrum auf. Das Fenster ‚Scanner Engine‘ zeigt den Status der Motorsteuerung an. Scan-Analysen werden im Wesentlichen auf den verschiedenen Registerkarten des Scan-Fensters durchgeführt.

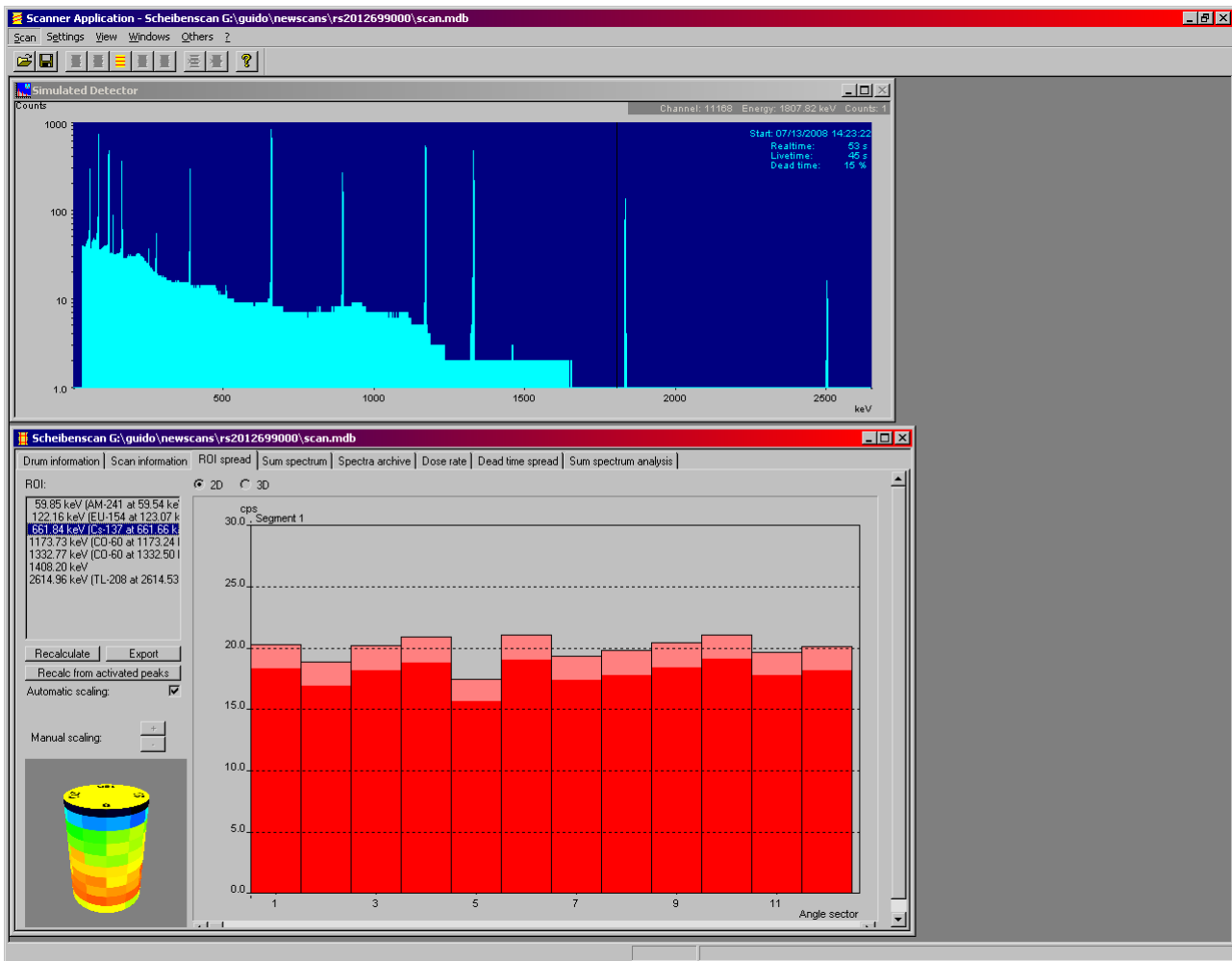


Abb. 1: Bildschirmansicht bei angeschlossenem Vielkanalanalysator und geöffnetem Scan.

4.1 Spektrendarstellung

Die Spektrendarstellung innerhalb der Live-Anzeige eines Detektors (siehe Abbildung 1) wie auch innerhalb einer geöffneten Messung (Tab Summenspektrum und Spektrenarchiv) verfügt über die gleichen Funktionen. Es wird die Anzahl der Impulse jedes Zählkanals über die Kanalnummer oder über die Energie (bei vorhandener Energiekalibrierung) angezeigt. Die Anzeige erfolgt logarithmisch oder linear. Folgende Bedienmöglichkeiten bestehen innerhalb der Anzeige, wobei Tastendrücke immer erfordern, dass der Fokus innerhalb des Spektrums liegt (eventuell vor Tastendruck ins Spektrum klicken).

4.1.1 Horizontales zoomen

Mit der Maus in das Spektrum klicken und halten und durch Ziehen den Bereich auswählen, der gezoomt dargestellt werden soll, dann die Maustaste loslassen. Alternativ



den Cursor setzen und mit + auf dem Nummernblock hineinzoomen. Herauszoomen mit rechtem Mausklick oder -. Doppelklick mit der rechten Maustaste führt zur Gesamtansicht.

4.1.2 Vertikales skalieren

Das vertikale Skalieren erfolgt mit dem Musrad oder den Cursor-Tasten hoch und runter. In der logarithmischen Darstellung erfolgt die Skalierung zunächst immer symmetrisch zur aktuellen Mauscursorposition. Wird die linke STRG-Taste dazu gehalten, erfolgt die Skalierung immer so, dass die vertikale Untergrenze auf 1 festgehalten wird. In der linearen Darstellung ist das Verhalten genau umgekehrt, wobei die Untergrenze dann 0 ist.

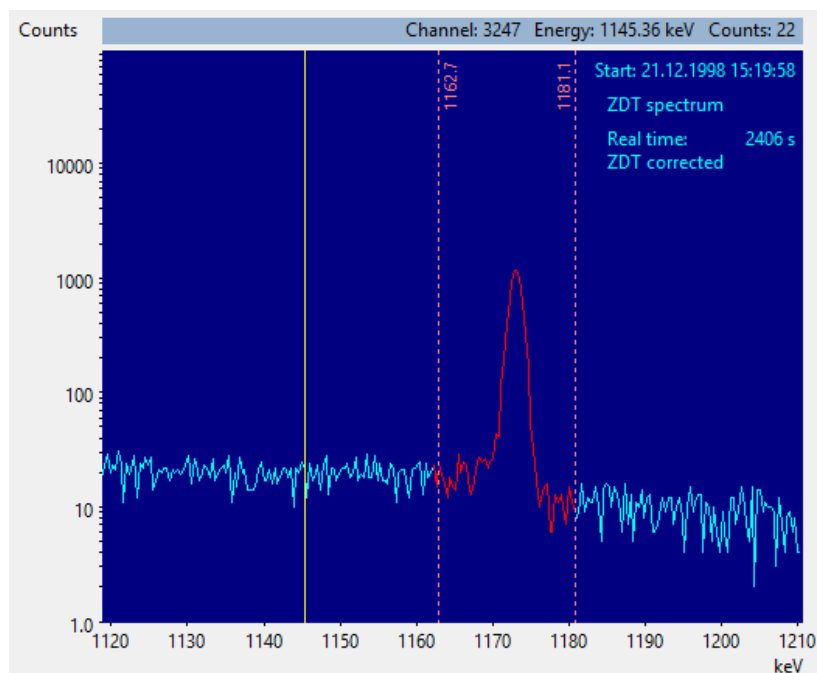
Mittels der Taste A wird automatisch skaliert, passend zum gewählten horizontalen Ausschnitt.

4.1.3 Umschaltung logarithmisch und linear

Die Umschaltung zwischen logarithmischer und linearer Darstellung erfolgt mit der Taste L oder über das Optionenfenster (s.u.)

4.1.4 ROIs bearbeiten

Eine ROI wird hinzugefügt, indem wie beim horizontalen Zoom ein Bereich markiert wird, aber gleichzeitig die linke oder rechte Shift-Taste dazu gerückt und gehalten wird und wird wie folgt dargestellt.





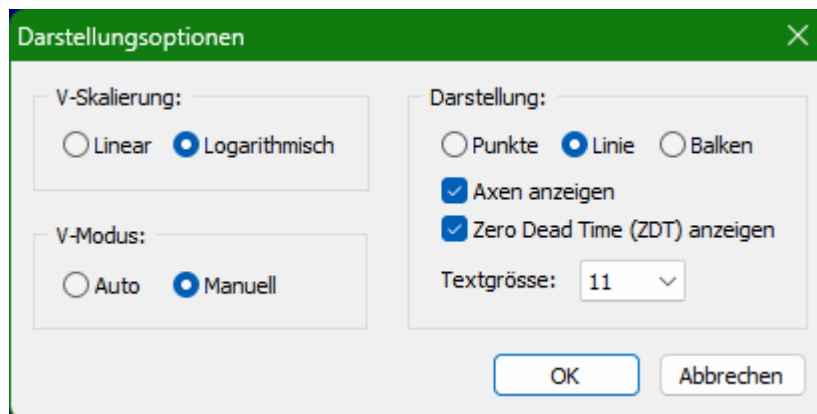
Die vertikalen Linien zeigen wie die Färbung die Grenzen der ROI an. Durch Greifen der Linien mit der Maus kann die ROI angepasst werden. Wird die rechte Linie über die linke Linie hinausgeschoben oder die linke Linie über die rechte Linie, so wird die ROI gelöscht. Mittels der Taste U können die ROI-Operationen rückgängig gemacht werden.

4.1.5 Positionieren des Cursors

Der Cursor kann mittels Mausklick auf jeden beliebigen Kanal positioniert werden. Mit den Cursortasten links und rechts kann er kanalweise nach rechts oder links bewegt werden. Wird bei horizontal gezoomter Darstellung zum Cursortastendruck die linke Shift-Taste dazugedrückt, wird der Cursor mittig zentriert und der sichtbare Ausschnitt des Spektrums wird um die Hälfte der sichtbaren Breite nach links oder rechts verschoben.

4.1.6 Options-Dialog

Mittels Mausklick in den Bereich der Spektrumsachsen oder durch die Leertaste wird der Optionsdialog geöffnet.



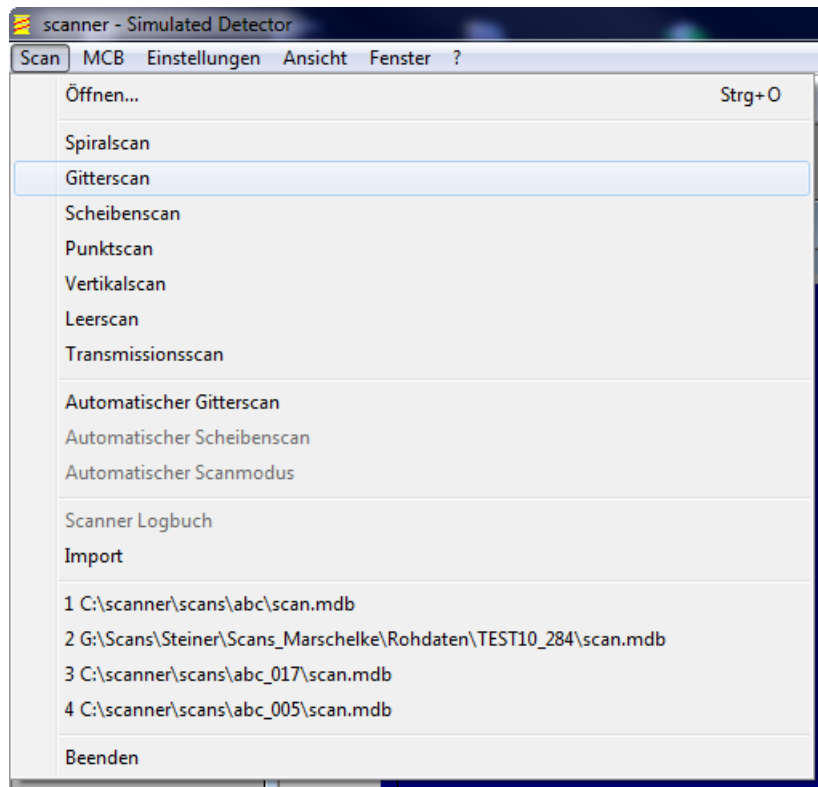
Hier kann auch eine Umschaltung der vertikalen Darstellung und der Art der Spektrendarstellung erfolgen, es kann, wenn im Scan vorhanden, zwischen ZDT- und Normal (Real/Livetime)-Darstellung gewechselt werden, die Axen können ein- oder ausgeblendet werden, und es kann eine andere Schriftgröße gewählt werden.

4.2 Menüpunkt: Scan

Unter dem Menüpunkt ‚Scan‘ finden sich die typischen Befehle ‚Öffnen‘, ‚Druckereinrichtung‘ und eine Liste der zuletzt geöffneten Dateien. Der Punkt ‚Beenden‘ schließt das Programm.



Der Punkt Scanner Logbuch ruft das entsprechende Fenster auf, der ‚Import‘ erlaubt das Öffnen älterer Scans, die mit Vorgängerversionen von SCANNER32 gemessen wurden.



Alle weiteren Menüpunkte starten die entsprechenden Scans. Folgende Tabelle gibt einen Kurzüberblick über die verschiedenen Scan-Modi:



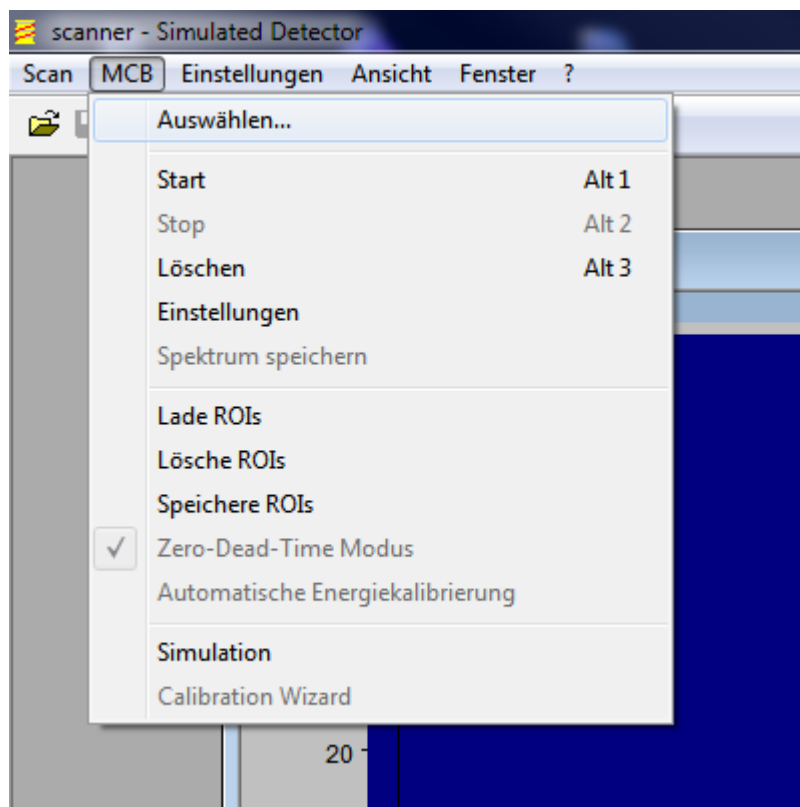
Scan-Modus	Drehteller	Vertikalachse	Bemerkung
Spiralscan	kontinuierlich	kontinuierlich	
Gitterscan	diskret	diskret	
Scheibenscan	kontinuierlich	diskret	
Punktscan	fest	fest	
Vertikalscan	fest	diskret	
Leerscan	kontinuierlich	diskret	Basis für Transmissionsscan
Transmissionsscan	kontinuierlich	diskret	Nur I-Scanner
Automatischer Gitterscan	diskret	fest	Nur MAW-Scanner
Automatischer Scheibenscan	kontinuierlich	diskret	HPA-Scanner, ZWILAG, Mühleberg
Automatischer Scanmodus	Kontinuierlich	feste Höhe	Nur KWW-Scanner

Beim kontinuierlichen Betrieb einer Achse wird während der Bewegung gemessen und daher über den angegebenen Winkel- bzw. Längenbereich gemittelt. Im diskreten Betrieb steht die entsprechende Achse während der Messung. Eine Transmissionsmessung ist nur im Zusammenhang mit einer gültigen Leermessung möglich. Letztere dient zur Quantifizierung der Schwächungseigenschaften des leeren Gebindes.

Nach dem Aufruf eines Scan-Modus wird der Anwender je nach Modus durch mehrere Dialoge geführt, um Angaben zu Herkunft und Beschaffenheit des Gebindes, zu Auftrag und Kostenträger der Messung o.ä. und zu individuellen Voreinstellungen der Messung zu machen.

4.3 Menüpunkt: MCB

Über die SCANNER32-Software lassen sich einfache Funktionen des Vielkanalanalysators steuern. Diese befinden sich unter dem Menüpunkt ‚MCB‘.



Sollte das Messsystem über mehr als einen Detektor verfügen oder weitere Detektoren über eine Netzverbindung erreichbar sein, muss der gewünschte Detektor unter ‚Auswählen...‘ angegeben werden. Für Ausbildungszwecke lassen sich Scans auch ohne angeschlossenen Detektor simulieren. Die Simulationsparameter werden unter ‚Simulation‘ spezifiziert. Für eine Simulation muss sich eine Spektrumsdatei mit dem Namen ‚Gvdemo.chn‘ (Ortec-Spektrenformat) im SCANNER32-Programmverzeichnis befinden und unter ‚Einstellungen/Konfiguration‘ der MCB aktiviert sein.

Kurzerläuterungen zu den weiteren Menüpunkten finden sich in der folgenden Tabelle:



Menüpunkt	Erläuterung
Auswählen	Auswählen des Vielkanalanalysator
Start	Startet den Vielkanalanalysator
Stop	Hält eine laufende Messung an
Löschen	Löscht den Speicherinhalt des Vielkanalanalysators
Spektrum speichern	Speichern des aktuellen Spektrums im Vielkanalanalysators
Lade ROIs	Lädt eine ROI-Datei im Ortec-Format und zeigt sie im Spektrum des Detektorfensters an.
Lösche ROIs	Löscht die ROIs im Spektrum des Detektorfensters.
Speichere ROIs	Speichert die im Spektrum des Detektorfensters angezeigten ROIs im Ortec-Format
Zero-Dead-Time Modus	Aktiviert den ZDT-Modus eines Ortec 'DSpec Plus'. In diesem Modus wird das ZDT- und das Error-Spektrum aufgenommen und verwaltet (siehe /4/).
Automatische Energiekalibrierung	Durchführen einer automatischen Energiekalibrierung des aktuellen Spektrums im Vielkanalanalysator mit einer entsprechenden Bibliothek

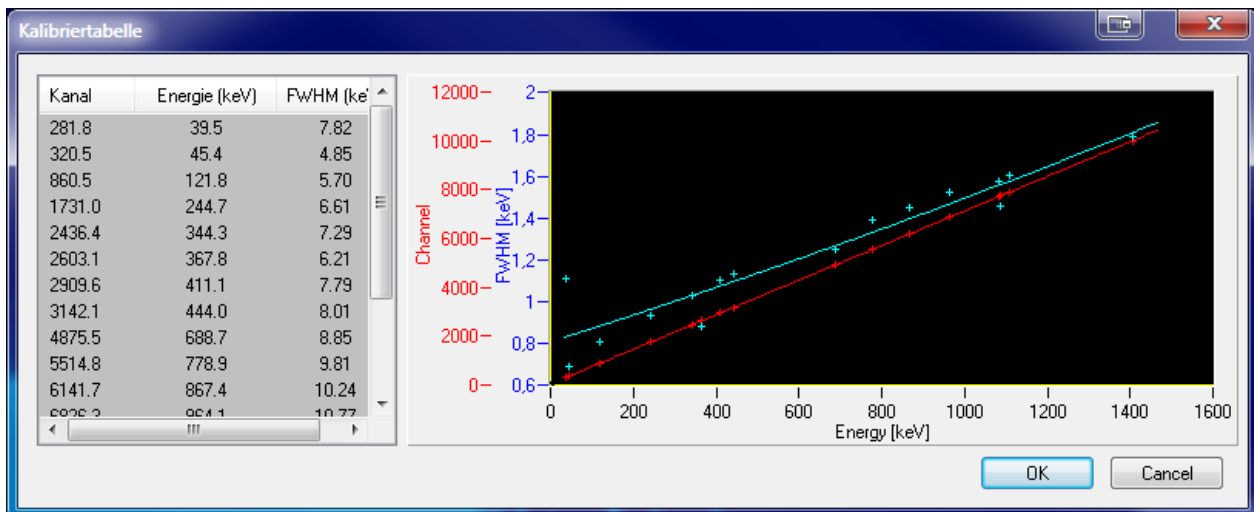
Einzelheiten zur Navigation im Spektrum finden sich in Abs. 8.1.

4.3.1 Automatische Energiekalibrierung

SCANNER32 unterstützt eine einfache Funktion zur Energiekalibrierung des Detektors. Hierzu wird eine geeignete Quelle vor dem Detektor positioniert und die Spektrenaufnahme gestartet. Weist nach einiger Messzeit das Spektrum eine akzeptable Qualität auf, so wird die Spektrenaufnahme gestoppt und der Menüpunkt „Automatische Energiekalibrierung“ gewählt.

SCANNER32 fordert dann zur Auswahl einer Bibliotheksdatei im ORTEC-Format (*.lib) auf. Diese Bibliothek muss natürlich zur Quelle passen. Wird z.B. mit Eu-152 kalibriert, so sollte die Bibliothek ausschliesslich die sinnvollen Linien von Eur-152 enthalten.

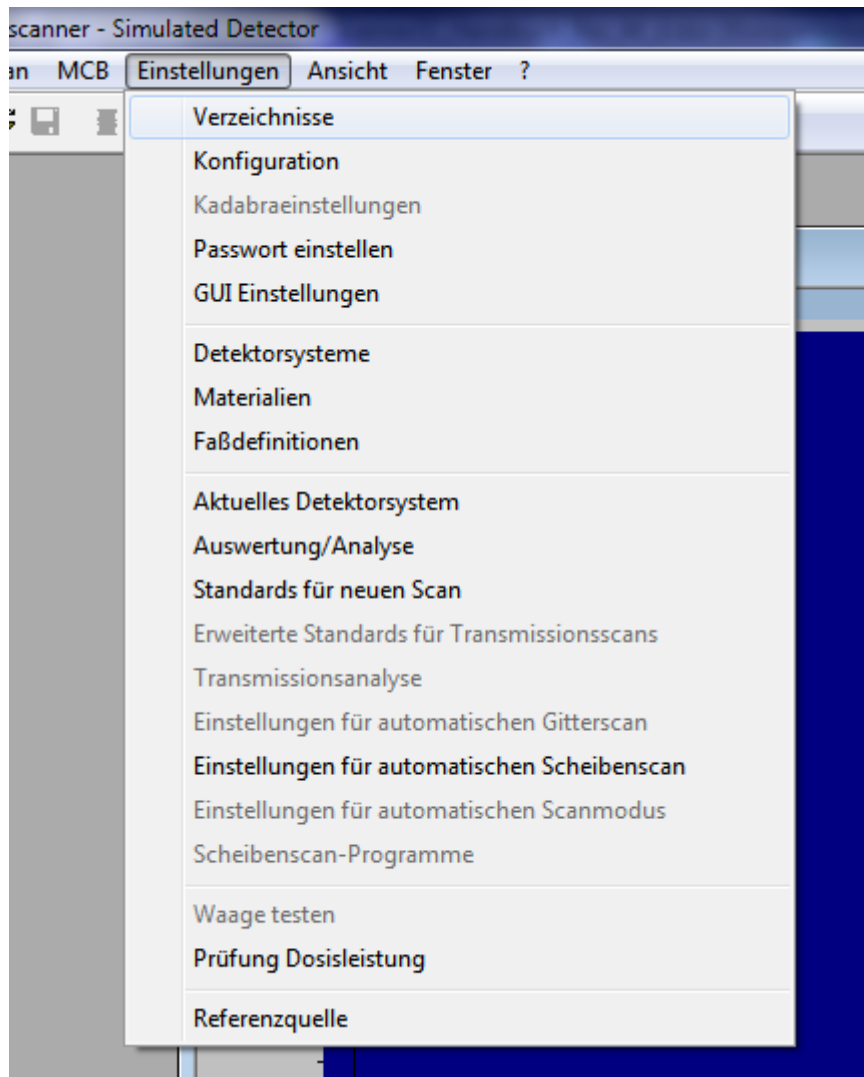
Anschliessend wird eine Energiekalibrierung berechnet und das Ergebnis angezeigt:



Bei Klick auf OK wird die Energiekalibrierung im Detektor gespeichert und für folgende Scans verwendet.

4.4 Menüpunkt: Einstellungen

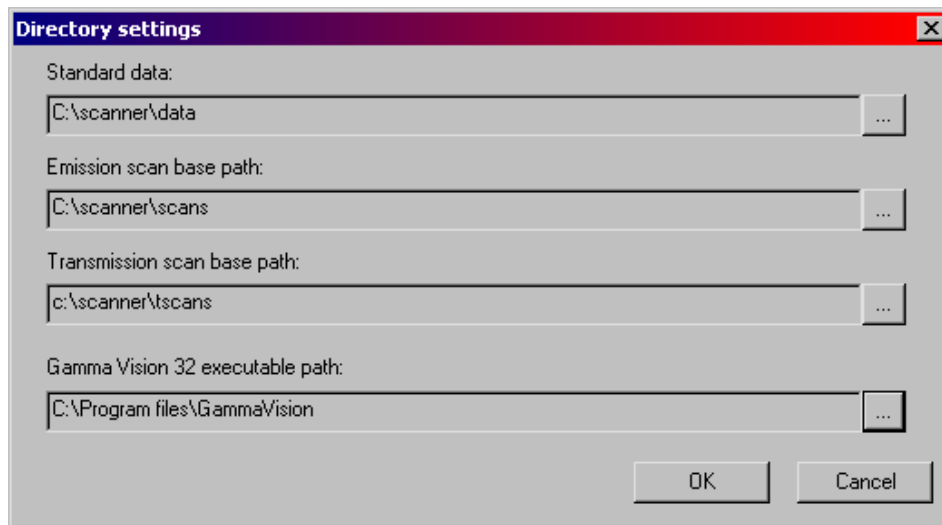
Unter dem Menüpunkt ‚Einstellungen‘ werden alle Standardvorgaben für neue Scans und den Betrieb des Scanners gesetzt. Hier findet sich auch die Verwaltung der Materialdaten und der Fasstypen. Ebenfalls sind Prüffunktionen für die Waage und die Dosisleistungsmessungen verfügbar.



4.4.1 Einstellungen/Verzeichnisse

Hier sind die Standardverzeichnisse für die Ausführung von SCANNER32 anzugeben. Die Angabe erfolgt über einen Auswahldialog, der durch Klicken des Buttons neben dem entsprechenden Eingabefeld aktiviert wird.

Allgemeine Daten sind u.a. Kalibrierungsdateien, Zusatzprogramme, Nuklidbibliotheken, Reportvorlagen, Schwächungsdaten und Datenbankvorlagen.



Im Emissions-Basisverzeichnis wird beim Start eines neuen Scans ein Verzeichnis mit dem Namen des Scans angelegt, in dem sämtliche für die spätere Auswertung notwendigen Dateien abgelegt werden. Analoges gilt für das Transmissions-Basisverzeichnis.

Unter ‚Gamma-Vision 32 Programmverzeichnis‘ ist das Verzeichnis des Gamma-Vision 32-Programms (der EXE-Datei) anzugeben. Die Einstellung ist nicht relevant, wenn die Auswertung mit InterWinner erfolgt.

4.4.2 Einstellungen/Konfiguration

Über diese Funktion werden grundsätzliche Betriebseinstellungen von SCANNER32 vorgenommen.



Konfiguration

Bezeichnung der Anlage:

Grundkonfiguration: ☐ FZJ-ISR ☐ XS08 ☐ KWW ☐ HPA_WE ☐ Mobile ☐ ZWILAG ☒ KKM

Peripherie

Waage: ☒ MCB: ☒

Steuerung: ☒

Steuerung

COM:1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ TCP ☒ OPC ☐ 5 ☐

IP-Adresse: Port:

OPC-Server: Port:

Pos request delay (250..2000 ms):

Quellensteuerung

Immer manuell: ☒ Wartezeit (s): Steuerausgang (0..9): Warnausgang (0..9):

Detektorsystem

Blende 2 #01#

Waage

Init: EOL: Typ:

Zählerkarte für Dosisleistung/Neutronenzählung

ME-14A/B ☐ ME-1400A/B ☐ APCI-1710: ☐ ME1400C Netzwerk: ☐ ME Redlab: ☐

NI CRio 9411 ☒ Graetz COM9/10 ☐ IP: Port:

Dosisleistungssonden

#	Akt.	Name	Winkel	#	Akt.	Name	Winkel
1	☒	Mantel	90	7	☐	Boden2	90
2	☒	Boden	0	8	☐		270
3	☒	1Meter	240	9	☐		270
4	☒	Oben	300	10	☐		90
5	☒	Mitte	300	11	☐		90
6	☒	Unten	300	12	☐		180

Scankanäle

Scankanal:

Neutronenm.: ☐ 3

Dosisleistung: ☒ Alle ☐

Scankanäle

Positionen (mm):

nur bei erster Umdrehung ☐

Nieder/Hochdosisleistung ☐

H-Schwelle:

Sonstiges

Höhe des Scannernullpunktes oberhalb der Fassaufstandsfläche (mm):

Vertikalachse invertiert: ☐

Statistischer Fehler des gemessenen Gewichtes (der Waage) in %:

Fass-Flag für AVK-Export:

OK Cancel

Unter ‚Grundkonfiguration‘ wird angegeben, welches Messsystem betrieben wird. Unterstützt werden derzeit die Fassmessanlagen des ISR im Forschungszentrum Jülich (Option FZJ-ISR), die Fassmessanlage im Kernkraftwerk Würgassen (Option KWW) sowie die Fassmessanlagen der Firma Hansa Projekt Anlagentechnik/Westinghouse mit OPC-Steuerung (Option HPA-WE), der Leichtbauscanner des Ingenieurbüro Neudörffer (Option Mobile), die Anlagen im ZWILAG (Option ZWILAG) und die Fassmessanlage im



Kernkraftwerk Mühleberg.

Unter ‚Peripherie‘ wird die Hardware des angeschlossenen Messsystems spezifiziert. Für die Durchführung von Fassmessungen muss zumindest ein MCB aktiviert sein. Ist eine Waage an das System angeschlossen, wird das Gewicht des Fasses automatisch bestimmt, andernfalls erfolgt die Eingabe des Gewichts manuell. Die Fassmessanlage der Firma HPA übergibt das ermittelte Gewicht über die Steuerung an SCANNER32, so dass in dieser Konfiguration keine Waage aktiviert wird. Die Anlage im KWW unterstützt keine automatische Wägung, daher ist die Waage hier ebenfalls zu deaktivieren.

Ferner wird festgelegt, auf welche Art die ‚Steuerung‘ angeschlossen wird. Möglich sind die seriellen Schnittstellen COM 1 bis COM 4 sowie die Verbindung über TCP oder OPC. Die Angabe des ‚Pos request delay‘ legt fest, in welchem Zeitraster die Ist-Position der Steuerung abgefragt wird und ermöglicht eine Optimierung zwischen Leistungsfähigkeit der Datenübertragung und Präzision der Positionszuordnung bei kontinuierlichen Bewegungsabläufen. Diese Einstellung ist nur bei den Scannern des Forschungszentrums Jülich von Relevanz. Trotzdem ist auch bei den anderen Anlagen die Funktion Steuerung zu aktivieren, da die Automation der Messungen über das Steuerungsmodul abgewickelt wird. Bei Verwendung der TCP/IP-Verbindung muss die IP-Adresse und der Port des Steuerungsservers angegeben werden, bei Verwendung von OPC die OPC-Serveradresse. Hierbei ist die Syntax IPAdress:Servername (z.B. 127.0.0.1:OPCTestSvr) im Feld für den OPC-Server zu verwenden.

Für Transmissionsmessungen kann eine Durchstrahlungsquelle gesteuert werden. Die Steuerung erfolgt auf Anweisung des Programms manuell durch den Anwender oder automatisch über die Steuerausgänge. Gleichzeitig wird eine Warnlampe geschaltet, die auf die geöffnete Quelle hinweist.

Das aktuelle Detektorsystem wird hier nur zu Informationszwecken angezeigt (siehe Abs. 4.4.3).

Wenn eine Waage angeschlossen ist, müssen die Kommunikationsparameter angegeben werden. Dabei wird das Initialisierungskommando für die serielle Schnittstelle nach dem Muster COMX,BBBBB,D,P,S mit folgenden Bedeutungen angegeben:

- X: Nummer der seriellen Schnittstelle (1 – 4),
- BBBB: Übertragungsrate (BAUD, z.B. 9600),



- D: Datenbits (7 oder 8),
- P: Parität (N,O oder E) und
- S: Stopbits (1 oder 2).

SCANNER32 unterstützt 3 verschiedene Zählerkarten zur Erfassung der Dosisleistung und der Neutronenzählrate. Es müssen die Zählerkarte spezifiziert und die herstellerspezifischen Treiberinstallationen vorgenommen werden.

Bei Verwendung einer ME1400C Netzwerk wird unter IP-Adresse und Port die Information eingegeben, unter der der ME1400 Server erreichbar ist (in den meisten Fällen läuft er auf dem gleichen PC wie SCANNER32, also wird hier 127.0.0.1 und 1024 eingegeben.

Bei Verwendung eines National Instruments CompactRIO 9075 wird hier der komplette Identifikationsstring als IP-Adresse eingetragen. Er besteht aus Typbezeichnung, Seriennummer und IP-Adresse wie in folgendem Beispiel:

NI-cRIO9075-0174BF24@192.168.0.170

Während des Scans können abhängig u.a. von der installierten Zählerkarte maximal 12 Dosisleistungswerte als Mittel- und Maximalwerte erfasst werden. Jedem Kanal, der aktiviert wird, kann ein Name und der Einbauwinkel des jeweiligen Sensors gegeben werden.

Ferner werden die Dosisleistungsverteilungen der unter ‚Scankanäle‘ ausgewählten Sonden ermittelt. Im Falle von fest montierten Sonden sind die Option „Nur bei erster Umdrehung“ zu aktivieren sowie die Vertikalposition der Sonden anzugeben. Wird die Dosisleistungssonde synchron mit dem Detektorsystem geführt, wird die Verteilung zur Detektorposition korreliert.

Für Hoch/Niederdosisleistungssysteme dürfen nur maximal die Kanäle 1-6 aktiviert werden und bilden die Hochdosisleistungskanäle, die Kanäle 7 bis 12 werden dann intern automatisch zu den Niederdosisleistungskanälen. Entsprechend ist die Umschaltung und eine sinnvolle Schaltschwelle in Einheiten der Hochdosisleistungskanäle anzugeben.

Für spezielle Konfigurationen gibt es die Möglichkeit, einen vertikalen Offset zwischen Fassaufstandsfläche und Anlagennullpunkt anzugeben sowie eine Invertierung der Vertikalachse festzulegen.

Ergänzend ist für den AVK-Export anzugeben, wie das Datenbankfeld „Fass-Flag“ zu



besetzen ist. Hierzu ist die Dokumentation des AVK-Datenformates zu Rate zu ziehen.

4.4.3 Passwort einstellen

Verschiedene Einstellungen des Programmes können mit einem Passwortschutz versehen werden. Die Passwort-Abfrage erfolgt nur, wenn tatsächlich ein Passwort angelegt worden ist.

4.4.4 Einstellungen/Detektorsysteme

Beim Klicken auf ‚Detektorsysteme‘ erscheint eine Liste der verfügbaren Detektorsysteme. Es können hier sowohl bekannte Detektorsysteme geändert als auch neue hinzugefügt werden. Das Importieren erlaubt das Hinzufügen eines Detektorsystems aus der älteren SCANNER32-Version.

Näheres zu Detektorsystemen wird im Abschnitt Kalibrierungen beschrieben (Abs. 5).

Bei der Vergabe der Namen für Detektorsysteme ist zu berücksichtigen, dass die Gestaltung des Dateinamens bestimmten Anforderungen genügen muss, wenn eine automatische Auswahl über die Steuerung mittels OPC Server erfolgen soll (Abs 4.4.14).

4.4.5 Einstellungen/Materialien

SCANNER32 erlaubt das Erstellen und die Pflege einer Materialdatenbank, die genutzt wird um die Schwächungseigenschaften von Matrixmaterial zu quantifizieren. Unter diesem Menüpunkt wird auf diese Datenbank zugegriffen und es können Änderungen oder Ergänzungen am Bestand vorgenommen werden.

Näheres zu Materialien wird im Abschnitt Kalibrierungen beschrieben (Abs. 5.3.1).

4.4.6 Einstellungen/Fassdefinitionen

SCANNER32 erlaubt das Erstellen und die Pflege einer Fassbank. Hier werden die Eigenschaften der für die Messung in Frage kommenden Fässer und die Vorgabe der Materialzusammensetzung und –verteilung abgelegt.

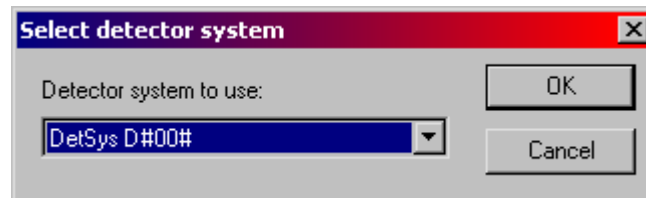
Näheres zu Fassdefinitionen wird im Abschnitt Kalibrierungen beschrieben (Abs. 5.3.2).

Bei der Vergabe der Namen für Fassdefinitionen ist zu berücksichtigen, dass die Gestaltung des Dateinamens bestimmten Anforderungen genügen muss, wenn eine automatische Auswahl über die Steuerung mittels OPC Server erfolgen soll (Abs. 4.4.14).



4.4.7 Einstellungen/Aktuelles Detektorsystem

Vor jeder Messung muss SCANNER32 das gültige Detektorsystem mitgeteilt werden. Dies geschieht über diesen Dialog:

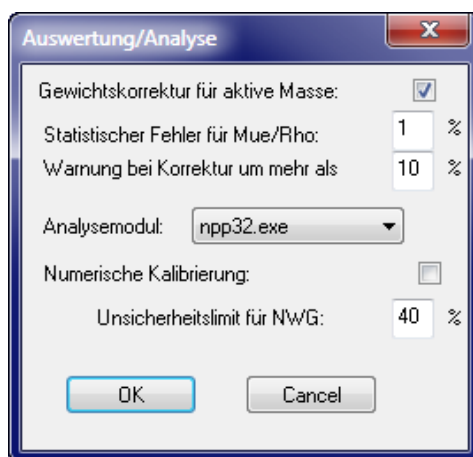


Die Auswahlliste enthält die Detektorsysteme, die unter ‚Einstellungen/Detektorsysteme‘ definiert wurden (siehe Abs. 4.4.3 und Abs. 5.2).

Verfügt das Messsystem über eine automatische Erkennung des Kollimators, wählt SCANNER32 automatisch das entsprechende Detektorsystem aus.

4.4.8 Einstellungen/Auswertung Analyse

Hier werden die Voreinstellungen für die Auswertung gesetzt. In der Kalibrierung von SCANNER32 wird das Fass in drei Zonen eingeteilt. Die Fasswand, eine inaktive innere Abschirmung und eine homogene aktive Matrix. Das Fass und seine Unterstrukturen sind rotationssymmetrisch. Ist die ‚Gewichtskorrektur für aktive Matrix‘ gesetzt, wird die Dichte der aktiven Matrix so berechnet, dass die Summe der Massen der drei Fasszonen die gemessene Gesamtfassmasse ergibt. Ist die Option nicht gewählt, wird die Voreinstellung aus der Fassdefinition übernommen. Es wird empfohlen, die Gewichtskorrektur zu aktivieren (siehe Abs. 5.3.3).



SCANNER32 warnt den Anwender bei einer Abweichung der berechneten aktiven Masse von der nach der Fassdefinition zu erwartenden. Der Schwellenwert für die Warnung kann hier festgelegt werden.

Die Spektrenanalyse wird der Ortec-Spektrometrie-Software Gamma-Vision 32 überlassen oder der Software InterWinner überlassen.

Gamma-Vision 32 verfügt über vier Analysemodule mit unterschiedlichen Eigenschaften bezüglich Peakfitting und der Reporterstellung. Näheres zu den zur Verfügung stehenden Analysemodulen ist dem Gamma-Vision 32-Handbuch (/4/) zu entnehmen.

Alternativ wird hier die Analyse über InterWinner aktiviert.

Ebenfalls kann hier die Auswertung mittels numerischer Kalibrierung aktiviert werden und

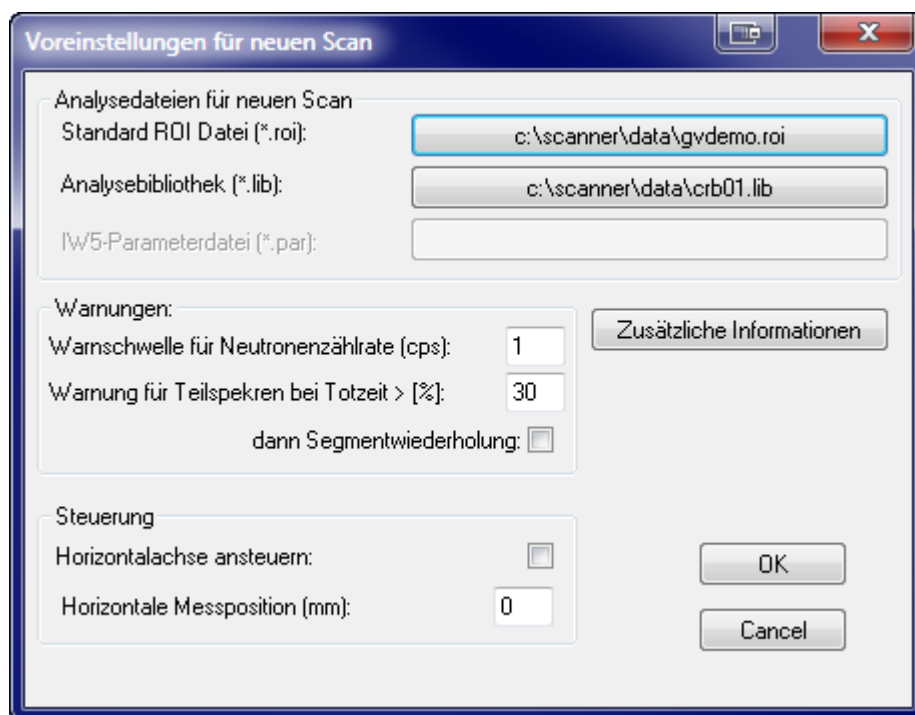


das Unsicherheitslimit für die Nachweisgrenzeniteration nach ISO 11929 ausgewählt werden (siehe 5.2)

4.4.9 Einstellungen/Standards für neuen Scan

Unter ‚Analysedateien für neuen Scan‘ wird festgelegt, welche ROI-Datei für die Visualisierung der Oberflächenzählratenverteilung genutzt wird und welche Nuklidbibliothek mit den Scan-Daten gespeichert werden soll. Die Nuklid-Bibliothek sollte an den erwarteten Abfallstrom angepasst sein und zumindest sämtliche Radionuklide enthalten, zu denen die Angabe eines MDA-Wertes gewünscht ist.

Bei der Verwendung von InterWinner werden genauere Analyseeinstellungen wie zum Beispiel die verwendete Bibliothek über die Parameterdateien von InterWinner vorgenommen. Entsprechend ist hier die Parameterdatei für die Auswertungen auszuwählen.



Verfügt der mit SCANNER32 betriebene Scanner über einen Neutronenzähler, kann hier die Warnschwelle für die Neutronenzählrate angegeben werden.

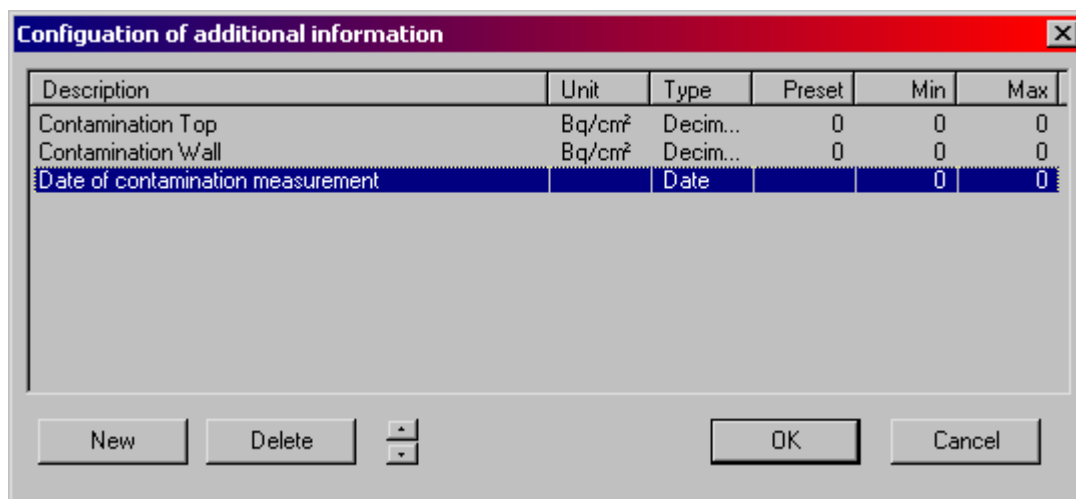
Nur XS-08 in der WAK: Die Software überwacht während des automatischen Scheibenscans die Real-Time und die Live-Time der Einzelspektren in jedem Segment.



Falls eines dieser Einzelspektren eine sich daraus ergebende Totzeit grösser als die hier eingestellte Schwelle hat, dann wird das betroffene Segment bis zu zwei Mal wiederholt und es erfolgt eine entsprechende Warnmeldung. Genauere Informationen über die Gründe der Segmentwiederholung sind der Datei warninglog.txt im Verzeichnis des jeweiligen Scans zu entnehmen.

Die Ansteuerung der Horizontalachse ist nur bei Tomographieanlagen, die zur Durchführung von Gamma-Scans unter Verwendung von SCANNER32 genutzt werden, oder bei Messsystemen mit automatisch variierbaren Detektor-Gebinde-Abstand von Bedeutung.

Von hier aus ist ebenfalls die Konfiguration der zusätzlichen Informationen zugänglich.



Die zusätzlichen Informationen werden in der hier festgelegten Konfiguration jedem neuen Scan hinzugefügt. Die Konfiguration kann modifiziert werden. Es können neue Einträge hinzugefügt werden, Einträge gelöscht und in Ihrer Position verändert werden. Durch Doppelklicken auf die einzelnen Informationen der Einträge können diese modifiziert werden.

4.4.10 Einstellungen für automatischen Scheibenscan

Abhängig von der Grundkonfiguration gibt es verschiedene Modi zur Durchführung von automatischen Scheibenscans und dementsprechend unterschiedliche Einstellungen



4.4.10.1 WAK XS08

4.4.10.2 Mobile (Leichtbauscanner Neudörffer)

4.4.10.3 ZWILAG V CRB01

Die Einstellungen erfolgen über folgenden Dialog:

Einstellungen für automatischen Scheibenscan

Überwachung des HPGe-Detektors

im Energieintervall von keV bis keV für min

Mindestzählrate: ips

Kollimatorauswahl

Totzeitgrenze: %

Totzeitgrenze für kleinsten Kollimator: %

Scan

Segmentwinkel: ☒ 90° ☐ 45° ☐ 30° ☐ 15°

Höhe erstes Segment: mm Segmentabstand: mm

Abstand Detektor->Drehachse: mm

Bewertung der Dosisleistung

Mindest-Mittelwert: mSv/h Höchster Mittelwert: mSv/h

Höchster Maximalwert: mSv/h

OK Cancel

In der automatischen Betriebsart überwacht SCANNER32 permanent die Funktion des HPGe-Detektors. Es ist einzustellen, in welchem Energieintervall und für welche Zeit die Zählrate zyklisch aufgenommen werden soll und welche Mindestzählrate erreicht werden muss, damit die Messbereitschaft besteht.

SCANNER32 unterstützt eine automatische Auswahl des Kollimators. Dazu wird zu Beginn jeder Messung eine Totzeitkontrolle durchgeführt. Sobald die Totzeit über der eingestellten Totzeitgrenze liegt, wird der nächstkleinere Kollimator gewählt und die Messung wiederholt. Beim kleinsten verfügbaren Kollimator wird eine ebenfalls einstellbare Totzeitgrenze akzeptiert, damit die Messbereitschaft erhalten bleibt. Anderfalls wird der Scan abgebrochen.



Der Segmentwinkel jedes Scans gibt an, in welcher Winkelauflösung Teilspektren für die Erzeugung der ROI- und Totzeitverteilung gespeichert werden. Für die korrekte Darstellung der Scans und Verteilungen sind die anlagenspezifischen Parameter wie Höhe des ersten Segmentes, Segmentabstand und Abstand Detektor->Drehachse, gemessen von der Detektorendkappe, eingegeben.

Um dem Anlagenführer eine einfache Plausibilitätsinformation darüber zu geben, ob eine Messung in Ordnung ist, wird am Ende die gemessene Dosisleistung anhand der eingegebenen Schwellen bewertet. Liegt die Dosisleistung ausserhalb dieser Schwellen, wird an die Steuerung gemeldet, dass die Dosisleistung nicht OK ist.

4.4.10.4 Kernkraftwerk Mühleberg KKM

Die Anlagenspezifischen Einstellungen erfolgen über folgenden Dialog:

Die Messzeit bezieht sich auf eine Fassungsmessung und damit eine Umdrehung des Drehtellers. Die Angabe ist nur ein ungefährender Wert, da die analoge Ansteuerung des Leistungtreibers des Drehtellermotors im niedrigen Drehzahlbereich eher ungenau arbeitet



und die Kennlinie nicht genau bekannt ist. Die geometrischen Parameter der Anlage sind einzustellen, ausserdem muss festgelegt werden, in welche Winkelsektoren die Fassmessung, also die Umdrehung, aufgelöst werden soll. Gemäss dieser Einstellung werden die Dosisleistungswerte und die Teilspektren erfasst.

Des weiteren werden einige Parameter für den Ablauf der Fassmessungen im normalen Betrieb festgelegt, um die Software an den optimalen Arbeitsablauf anzupassen.

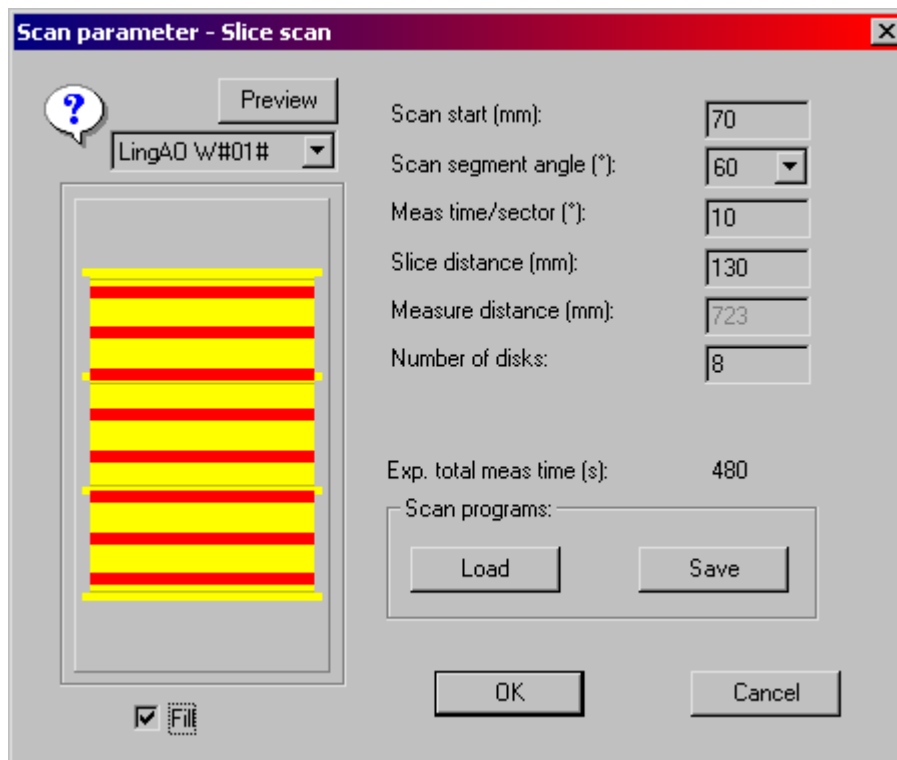
Wichtig ist die Festlegung des Pfades für den ISRAM-Dateiexport auf einem Netzwerklaufwerk, auf das dann der Rechner mit der entsprechenden ISRAM-Schnittstelle zugreifen kann.

Für die Justage von Kalibrierquellen dem dem Kalibrierquellen-Justagetool überträgt Scanner32 bei aktivem Messbetrieb eine Spannung an den entsprechenden Analogausgang der Steuerung, die proportional zur Summenzählrate in der Spektroskopieelektronik ist. Die Faktor, mit dem die Zählrate in cps in eine Spannung umgerechnet wird, ist ebenfalls hier einzustellen. Der Faktor ist so zu wählen und ggf. anzupassen, dass bei optimal justierter Kalibrierquelle eine Spannung kleiner als 10 V ausgegeben wird, damit eine feinfühligke Justage möglich ist. Dieser Prozess ist insgesamt rein manuell und bedarf einiger Übung und Optimierung. Weitere Informationen hierzu sind in der Anleitung zum entsprechenden Kalibrierquellen-Justagetool enthalten.

4.4.11 Scheibenscan-Programme

Für den Betrieb der Scananlage des Projektes LingAO stellt diese Funktion einen expliziten Zugriff auf den Editor für die Konfiguration von Scheibenscan-Programmen zur Verfügung. Sie können hier editiert und als Dateien gespeichert werden, damit sie für den Scan-Ablauf zur Verfügung stehen.

Es erscheint ein Dialog, der die Festlegung der Scanparameter ermöglicht und eine Vorschau des Scanablaufes basierend auf dem aktuell gewählten Detektorsystem sowie einem manuell wählbaren Abfalltyp ermöglicht.



Es ist sicherzustellen, dass die Scan-Programme als Datei gespeichert werden, damit sie im Rahmen des Scan-Betriebs manuell bzw. durch die automatische Programmauswahl im Falle eines Betriebs mit OPC Server auswählbar sind. In letzterem Fall ist auch der Aufbau der Namen der Scan-Programme entsprechend zu wählen (Abs 4.4.14).

4.4.12 Einstellungen/Waage testen

Dieser Dialog dient der Überprüfung der seriellen Kommunikation mit der Waage.

4.4.13 Einstellungen/Prüfung Dosisleistung

Für die regelmässige Prüfung der Dosisleistungssonden gibt es eine Prüffunktion. Es erscheint folgendes Dialogfenster:



Test function for dose rate measurement

Name of tester:

Start	C...	Name	Unit	Nominal	Tolerance (%)	Value	Result
☐	1	Top	mSv/h	0	0	0	n.v.
☐	2	Bottom	mSv/h	0	0	0	n.v.
☐	3	1 Meter	mSv/h	0	0	0	n.v.
☐	4	Wall Top	mSv/h	0	0	0	n.v.
☐	5	Wall Mid	mSv/h	0	0	0	n.v.
☐	6	Wall Bot	mSv/h	0	0	0	n.v.

Meas time preset (s): Elapsed meas. time (s):

Es können einzelne oder mehrere Sonden gleichzeitig geprüft werden. Dazu ist die entsprechende Checkbox in der Spalte „Starten zu aktivieren“. Ferner sind die Soll- und Toleranzwerte einzugeben, indem auf den jeweiligen Eintrag doppelt geklickt wird. Die Messung läuft so lange, wie in der Messzeitvorwahl angegeben, wird mit dem Startknopf gestartet und kann mit Stop abgebrochen werden. In der Spalte „Messwert“ wird der aktuelle Messwert sekundlich aktualisiert, gleichzeitig erfolgt die Bewertung des Prüfergebnisses in der Spalte „Ergebnis“ angezeigt. Mittels des Knopfes „Neue Prüfung“ werden alle Prüfergebnisse und Messwerte gelöscht. Über „Bericht“ wird die Vorschau des Prüfprotokolles angezeigt und kann ausgedruckt werden. Mittels Beenden wird das Dialogfenster geschlossen.

4.4.14 Besonderheiten für die Bezeichnung von Detektorsystemen, Fassdefinitionen und Scanprogrammen für die Betriebsart mit OPC Server

Über die OPC Schnittstelle besteht die Möglichkeit, seitens der Anlagensteuerung eine Umschaltung des verwendeten Detektorsystems, des Fasstyps sowie des verwendeten Scanprogrammes zu realisieren.

Die OPC-Schnittstelle liefert eine Zahl zwischen 0 und 2 je nach verwendetem Kollimatoreinsatz, was letztlich unterschiedlichen Detektorsystemen im Sinne der Detektorsystemkonfiguration entspricht. Um auf der Basis dieser Zahl eine automatische Auswahl des Detektorsystems zu realisieren, müssen drei Detektorsysteme angelegt werden, die in Ihrer Bezeichnung die Zeichenfolge D#0x# tragen, wobei x eine Zahl



zwischen 0 und 2 sein muss. Bei Übertragung der entsprechenden Zahl vom OPC Server erfolgt dann die Auswahl genau des Detektorsystems, dass diese Zahl in seiner Bezeichnung trägt.

Ausserdem liefert die OPC Schnittstelle eine Zahl zwischen 1 und 15 je nach verwendetem Fasstyp, wenn die Anlagensteuerung diesen kennt, oder 0, wenn sie diesen nicht kennt.

Im Falle der 0 steht im Scanbetrieb eine manuelle Auswahl des Fasstyps zur Verfügung. Um bei Übertragung einer Typnummer zwischen 01 und 15 eine automatische Auswahl treffen zu können, müssen Fasstypen definiert sein, die in ihrer Bezeichnung die Zeichenfolge W#yy# tragen, wobei yy eine Zahl zwischen 01 und 15 sein muss. Bei Übertragung der entsprechenden Zahl vom OPC Server erfolgt dann die Auswahl genau des Fasstyps, dass diese Zahl in seiner Bezeichnung trägt.

Mit der automatischen Auswahl von Detektorsystem und Fasstyp kann auch die automatische Auswahl des Scanprogrammes verknüpft werden. Dazu sind Scanprogramme anzulegen, die in ihrem Namen die Zeichenfolge D#0x# W#yy# tragen, wobei x eine Zahl zwischen 0 und 2 und yy eine Zahl zwischen 01 und 15 sein muss. Entsprechend der von der OPC Schnittstelle gelieferten Detektorsystem- und Fasstypvorwahl wird das passende Scan-Programm ausgewählt

Es ergibt sich daraus eine vollautomatische Auswahl aller Voreinstellungen, die vom Messgut und von der Anlagenkonfiguration abhängen, und damit eine maximale Betriebssicherheit.

4.4.15 Besonderheiten für die Bezeichnung von Detektorsystemen in der Betriebsart des ZWILAG

Die Anlage im ZWILAG unterstützt eine automatische Kollimatorauswahl je nach Strahlungspegel, der vom Abfallgebinde auf den Detektor trifft. Per Definition kann SCANNER32 zu Beginn der Messung zwischen drei Kollimatoreinstellungen wählen. Diese Einstellungen sind seitens der Steuerung fest vorgegebene Spaltöffnungen des verfahrbaren Teils des Kollimators. Von der Steuerung wird die aktuelle Auswahl des Kollimators als Zahlenwert zwischen 0 und 2 übergeben, wobei mit Index 0 der am weitesten geöffnete Kollimator und mit Index 2 der am weitesten geschlossene Kollimator bezeichnet wird.



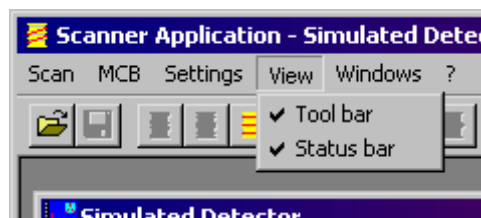
Jede Kollimierung erfordert eine eigene Effizienzkalibrierung. Für deren Verwaltung sind drei Detektorsysteme anzulegen, die in ihrer Bezeichnung den zugehörigen Kollimatorindex tragen, und zwar nach folgendem Muster:

Name D#0x#

Name ist eine frei wählbare Bezeichnung aus Buchstaben und Zahlen. Danach folgt der Indexschlüssel, wobei hier das x zu ersetzen ist mit einer Zahl zwischen 0 und 2.

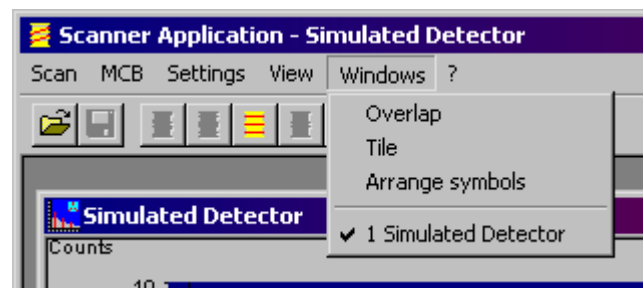
4.5 Menüpunkt: Ansicht

Unter diesem Menüpunkt können Symbol- bzw. Statusleiste ein- und ausgeblendet werden.



4.6 Menüpunkt: Fenster

Der Menüpunkt ‚Fenster‘ enthält die für Windows typischen Fensteroptionen.



4.7 Menüpunkt: Sonstiges

4.7.1 GIF-Datei vom Summenspektrum exportieren

Die Funktion exportiert die aktuelle Darstellung des Spektrums auf der Registerkarte



‚Summenspektrum‘ in die GIF-Grafik-Datei ‚sum.gif‘ im Scan-Verzeichnis.

Hinweis: Hierzu muss der Fokus auf einer der Registerkarten liegen. Dies wird durch Klicken auf einen Reiter einer Registerkarte (z.B. auf ‚Summenspektrum‘ oder ‚Summenspektrumsanalyse‘) erreicht.

4.7.2 Kadabra-Funktionen

Die Kadabra-Funktionen sind nur für den Betrieb der Software in der HDB des Forschungszentrum Karlsruhe aktiviert. Die Bedeutung der Menüpunkte ist der Spezifikation der Kadabra-Datenverwaltung zu entnehmen.

4.7.3 Zusatzinformationen übernehmen

In Scans, die noch über keine Zusatzinformationen verfügen, können nachträglich die Zusatzinformationen der aktuellen Konfiguration der Zusatzinformationen übernommen werden und werden dann mit dem Scan zusammen gespeichert.

4.7.4 Export nach AVK 3.0

Wird die Scanner-Software in der Konfiguration für das Kernkraftwerk Würgassen betrieben, steht die Funktion des Exports der Analyseergebnisse in eine Datei für die Übertragung in das AVK Version 3.0 zur Verfügung. Das Dateiformat ist der entsprechenden Spezifikation zu entnehmen.

4.7.5 Export nach Excel

Hier wird ein spezieller Export für die Fassmessenanlage im Kernkraftwerk Würgassen erzeugt.

4.7.6 ISRAM-Export

Diese Funktion erzeugt die ISRAM-Exportdatei gemäss den Anforderungen im Kernkraftwerk Mühleberg.

5 Kalibrierung basierend auf Punktquellenkalibration

5.1 Methodik

Bei der Kalibrierung eines Messsystems für großvolumige Quellen müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Die energieabhängige Nachweisempfindlichkeit des Detektors,
- der Einfluss einer optionalen Kollimierung,
- die energieabhängigen Schwächungseigenschaften der Gebindewand,
- die energieabhängigen Schwächungseigenschaften der Fassmatrix und
- die Verteilung der Aktivität.

Folgende Abbildung soll die Messsituation verdeutlichen.

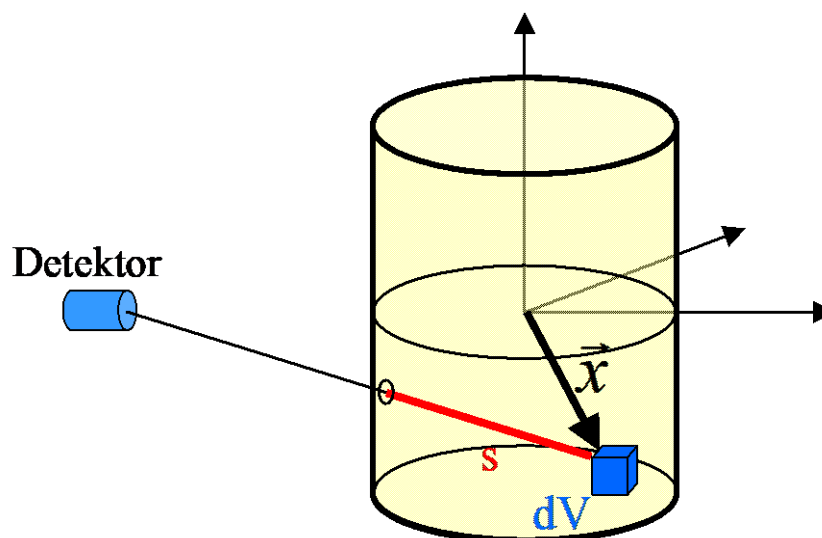


Abb. 2: Zur Erläuterung der Bestimmung der Zählrate.

Berechnet man mit der in Abb. 2 angegebenen Nomenklatur den Anteil der Zählrate dZ des Detektors, der auf die Aktivität $a(x)$ dV im Volumenelement dV am Ort x zurückzuführen ist, so lässt sich diese vereinfacht schreiben als:

$$dZ = a(\vec{x})dV\varepsilon(\vec{x})\exp\left\{-\int_{s(\vec{x})} ds\mu(\vec{x})\right\}, \quad (\text{Gl. 1})$$

mit a : Aktivitätsdichte, dV : Volumenelement, ε : Effizienz, ds : Streckenelement, μ : linearer



Schwächungskoeffizient. Die Effizienz und die Schwächung hängen von der Energie der Gamma-Strahlung ab.

Ist das Detektorsystem mit einem Kollimator ausgestattet, ist die Gleichung für die Zählrate um die Kollimatorfunktion zu ergänzen.

Um die Gleichung für die Zählrate (Gl. 1) in eine Kalibrierungsvorschrift umzuwandeln, muss sie über das gesamte Gebinde integriert und anschließend invertiert werden. Das setzt die Kenntnis der Material-, Dichte und Aktivitätsverteilung voraus. Man erhält dann für jede Gamma-Energie die Aktivität als Funktion der Zählrate. Hieraus wird nun das Problem der Kalibrierung deutlich: Man kennt in der Regel weder die Material- noch die Aktivitätsverteilung. Daher müssen entweder zusätzliche Messungen (Transmissionsmessungen, Swivel-/Horizontal-Scanning oder Tomographie) durchgeführt oder sinnvolle Annahmen über die unbekannten Fasseigenschaften gemacht werden. Diese können etwa aus Fassspezifikationen, Kenntnissen über Herkunft und Konditionierung des Nuklearabfalls abgeleitet sein. Zum Teil sind die Matrixeigenschaften auch exakt bekannt wie etwa im Falle betonierter Lösungen.

In SCANNER32 kommen verschiedene Methoden der Quantifizierung der Materialeigenschaften zum Einsatz, die je nach Ausstattung des verwendeten Scanners genutzt werden können.

Das Basiskalibrierungsverfahren setzt eine homogene Aktivitäts- und Dichteverteilung im zu messenden Gebinde voraus, wie sie z.B. bei zementierten Lösungen, Schlämmen, Aschen oder Verdampferkonzentraten vorkommen. Dabei wird das Gebinde in drei Zonen eingeteilt: Die Fasswand, eine optionale passive Abschirmung und die aktive Matrix. Die Schwächungseigenschaften jeder Zone werden bei der Kalibrierung berücksichtigt. Dann ergibt sich aus Gleichung 1 durch Integration und Inversion für die spezifische Aktivität a_s (/1/):

$$a_s = \frac{Z}{p} \frac{1}{\varepsilon} \frac{\frac{\mu}{\rho_M}}{F_0 (1 - \exp(-\frac{\mu}{\rho_M} \rho_M D_M))} \exp(\frac{\mu}{\rho_p} \rho_p D_p) \exp(\frac{\mu}{\rho_W} \rho_W D_W)$$

In der folgenden Tabelle sind die benutzten Symbole erläutert und die Herkunft der für die Berechnung der spezifische Aktivität benötigten Daten zusammengestellt:



Größe	Bedeutung	Herkunft
Z	Peaknettozählrate	Fassmessung
P	Übergangswahrscheinlichkeit	Nuklidbibliothek
ε	Punktquelleneffizienz	Fit aus Messdaten des verwendeten Detektorsystems
F_0	Wirksame Fläche	Vorgabe in oder Berechnung aus den Detektoreigenschaften
μ/ρ_M	Massenschwächungskoeffizient der aktiven Matrix	Vorgabe über Materialauswahl oder Transmissionsmessung
μ/ρ_P	Massenschwächungskoeffizient der passiven Matrix	Vorgabe über Materialauswahl
μ/ρ_W	Massenschwächungskoeffizient der Fasswand	Vorgabe über Materialauswahl
D_M	Durchmesser der aktiven Matrix	Vorgabe über Matriceigenschaften
D_P	Dicke der passiven Matrix	Vorgabe über Matriceigenschaften
D_W	Dicke der Fasswand	Vorgabe über Matriceigenschaften
ρ_M	Dichte der aktiven Matrix	Berechnung aus Matriceigenschaften und gemessener Gesamtfassmasse oder Transmissionsmessung
ρ_P	Dichte der passiven Matrix	Vorgabe über Matriceigenschaften
ρ_W	Dichte der Fasswand	Vorgabe über Matriceigenschaften

F_0 ist die Projektionsfläche der Kollimatoröffnung auf die Ebene, in der die Punktquellenkalibrierung durchgeführt wird (siehe Abs. 5.2, Abb. 3).

Durch die Einbeziehung von Transmissionsdaten können vertikale Inhomogenitäten, wie z.B. bei verpressten Abfällen, berücksichtigt werden.

Die Nachweisempfindlichkeit des Detektors in einer festgelegten Konfiguration aus Detektor und Kollimator wird messtechnisch, unter Verwendung einer oder mehrerer Punktquellen bekannter Aktivität, erfasst und auf andere Raumbereiche extrapoliert. Der Schwächungseinfluss der drei Zonen sowie der Einfluss der Ausdehnung der Aktivitätsverteilung wird berechnet. Dadurch entfällt die Notwendigkeit der Beschaffung homogener Kalibrierungsquellen verschiedener Dichte und Aktivität.

Die Massenschwächungskoeffizienten werden je nach Beschreibung des Materials mit Hilfe des Hubble-Fits (Materialeigenschaften beschrieben durch mittleres Z und A) oder

mittels Interpolation aus dem Tabellenwerk der Massenschwächungskoeffizienten des National Institute of Standards and Technology (siehe /6/) (Materialeigenschaften beschrieben anhand der Stöchiometrie) ermittelt.

5.2 Nachweisempfindlichkeit

Zur Bestimmung der Nachweisempfindlichkeit werden Quellen bekannter Aktivität in einem festen Abstand vor dem Detektorsystem (feste Konfiguration aus Detektor und Kollimator) auf der Kollimatorachse gamma-spektrometrisch ausgemessen.

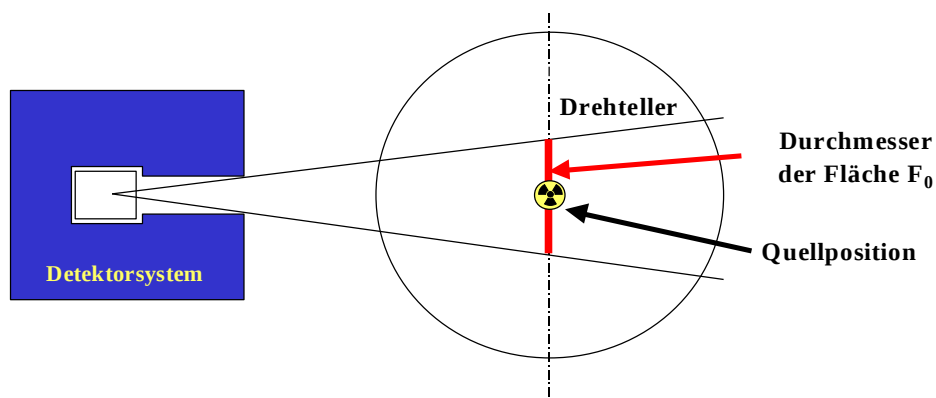


Abb. 3: Zur Messung der Nachweisempfindlichkeit.

Die so ermittelten Messdaten werden zur Effizienzkalibrierung von Gamma-Vision 32 (Beschreibung in /4/) und zur Effizienzkalibrierung der SCANNER32-Software verwendet.

In SCANNER32 wird eine neue Kalibrierung als neues Detektorsystem über ‚Einstellungen/Detektorsysteme/NEU‘ erstellt. In dem erscheinenden Dialogfenster sind zunächst allgemeine Angaben einzutragen wie ein eindeutiger Name und eine optionale Beschreibung des Detektorsystems. Für die Kalibrierung wichtige Angaben sind die Kalibrierinformationen, die Kollimatorinformationen und die Auswertungsmethode. Außerdem sind die Auswertedateien für Gamma-Vision 32 anzugeben, wenn dieses für die Auswertung verwendet wird. Dies sind eine CLB-Datei, die die Effizienzkalibrierung enthält und die SDF-Datei, die Analyseparameter für Gamma-Vision 32 spezifiziert (siehe /4/ für Details). Im Falle der Auswertung mit InterWinner können diese Felder leer bleiben.



Detektorsystem

Name:

Beschreibung:

Detektor-Kristallradius (mm):

☐ Auswertung mit wirksamer Fläche
☒ Standardkorrektur für Zylinderkollimator
☐ Standardkorrektur für Kegelkollimator
☐ Num. Korrektur für Schlitzkollimator
☐ Numerische Kalibrierung
☐ Schlitzkollimator mit Schattenmodell
☐ Dichtekorrektur

Auswertedateien:

Kalibration:

Geometriekorr.:

Voreinstellungen:

Fehler

Effizienz-Fehler: % F0-Fehler: %

Kalibrierinformationen

Kalibrierabstand (mm):

Effizienzskalearung (1):

☐ Clb-basiert
☒ Korr-Clb-basiert

Kollimatorinformationen:

Kollimatorlänge (mm):

Radius (mm):

Eine Kurzbeschreibung der Auswertemethoden enthält folgende Tabelle:



Methode	Erläuterung
Auswertung mit wirksamer Fläche	Die Fläche F_0 wird vom Anwender vorgegeben.
Standardkorrektur für Zylinderkollimator	Die Fläche F_0 wird berechnet. Dies ist die Auswertung nach /1/ oder /7/
Standardkorrektur für den Kegelkollimator	Die Fläche F_0 wird berechnet. Dies ist die Auswertung nach /5/ oder /7/
Num. Korrektur für Schlitzkollimator	Die Fläche F_0 wird berechnet. Die Auswertung erfolgt nach /7/
Offene Messgeometrie	Numerische Bestimmung der Schwächungseigenschaften.
Numerische Kalibrierung	Numerische Bestimmung der Schwächungseigenschaften bei Vorgabe einer von homogener Dichte- und Aktivitätsverteilung abweichender aktiver Matrix.
Schlitzkollimator mit Schattenmodell	Numerische Bestimmung der Schwächungseigenschaften in der Zentralebene des Gebindes und vertikale Extrapolation gemäß Schattenmodell.
Dichtekorrektur	Auswertung basierend auf der Kalibrierung mit Referenzgebinde und Dichtekorrektur

Für die Erzeugung eines neuen Detektorsystems empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

1. Messungen zertifizierter Punktquellen auf der Kollimator-/Detektorachse in konstantem Abstand vom Detektor.
2. Berechnung der Nachweisempfindlichkeit und der relativen Unsicherheit (KEINE Prozentangabe!) und eintragen in eine EFT-Datei (Struktur einer EFT-Datei siehe Anhang 2).
3. Durchführung der Effizienzkalibrierung mit Gamma-Vision 32:
 - Laden eines beliebigen Spektrums.
 - Kalibrierungsmodus aufrufen über ‚Calibrate/Efficiency‘.
 - Im aufklappenden Dialog Linksklick in linke obere Ecke der Titelleiste und ‚Destroy‘ anklicken.
 - EFT-Datei laden über ‚Recall‘. Jetzt wird die Kalibrierung durchgeführt und der Fit in einem neuen Fenster angezeigt.
 - Beenden des Kalibriermodus über Schließen des Calibration-Dialogfensters.



- Speichern der Kalibrierung über ‚Calibrate/Save Calibration‘.
- Erzeugen der SDF-Datei in Gamma-Vision 32 über ‚Analyze/Settings/Sample Type‘.
- Speichern der SDF-Datei.
- Beenden von Gamma-Vision 32.

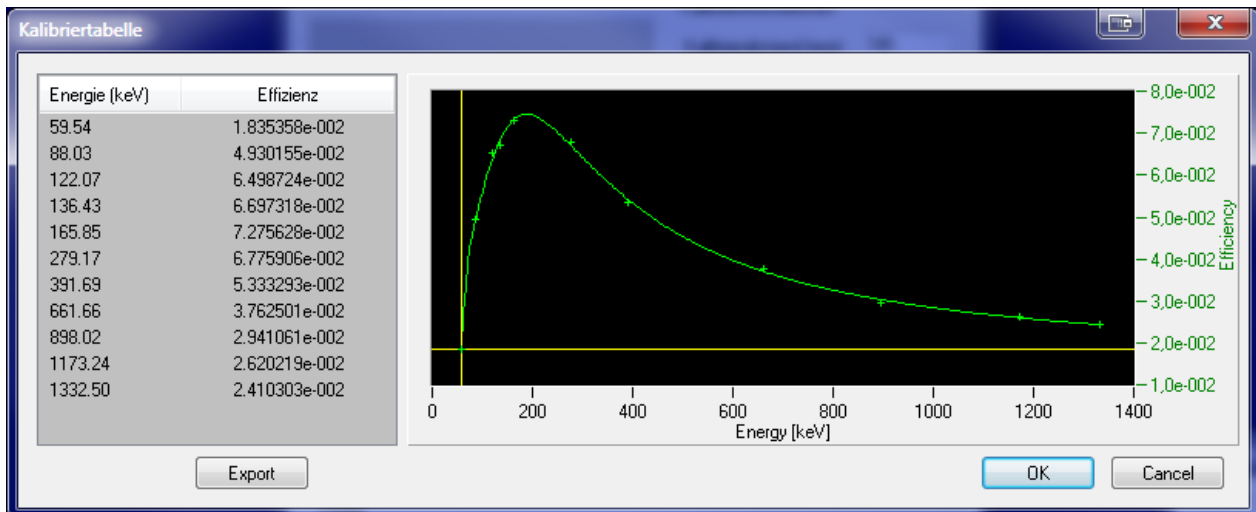
4. Durchführung der Effizienzkalibrierung mit InterWinner

- Aufnahme eines Spektrums mit einer Punktquelle mittels InterWinner
- Bestimmung der Punktquelleneffizienz und deren Fehler für alle relevanten Linien mittels InterWinner

5. Anlegen eines neuen Detektorsystems über ‚Einstellungen/Detektorsysteme/NEU‘.

- Angabe eines eindeutigen Namens und einer optionalen Beschreibung.
- Angabe des Detektorradius (Kristallradius).
- Angabe des Abstandes zwischen Detektor und Punktquelle bei der Punktquellenkalibrierung unter 1.
- Angabe der Kollimatorinformationen.
- Angabe der Auswertemethode.
- Auswahl der unter 3. erzeugten CLB- und SDF-Dateien unter Auswertedateien, wenn die Auswertung mit Gamma-Vision durchgeführt werden soll.
- Bei Bedarf Erzeugung einer Geometriekorrekturdatei im GammaVision-Format, falls zusätzliche, energieabhängige Korrekturen auf die Effizienz anzuwenden sind, z.B. im Falle eines zusätzlichen Absorbers vor dem Detektor. Die Geometriekorrektur muss ebenfalls im Detektorsystem eingetragen werden.

6. Eingabe der Effizienzdaten über Klicken auf Effizienztable. Folgender Dialog erscheint:

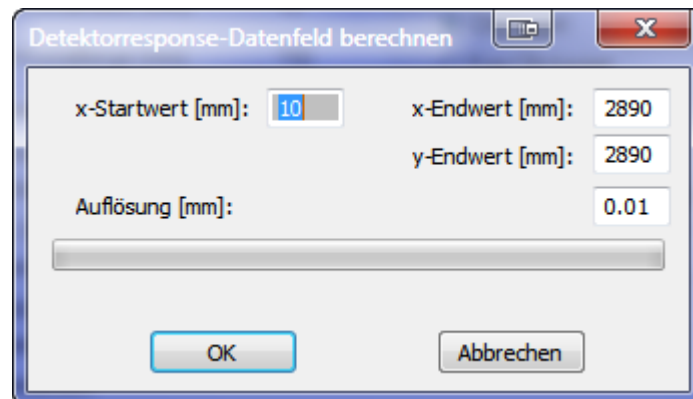


- In früheren Versionen der Software wurde die Effizienztabelle hier manuell editiert. Diese Funktion existiert nicht mehr. Hier kann die Effizienztabelle lediglich angezeigt werden.
7. Verwendung der Effizienz aus der Kalibrierung: Es wird das Feld „CLB basiert“ angeklickt. Daraufhin wird exakt die in GammaVision32 vorgenommene Effizienzkalibrierung verwendet. Diese Methode ist immer dann geeignet, wenn sich im Rahmen der Kalibrierung der Fit von GammaVision als geeignet herausgestellt hat. Die Schwächungskorrektur wird auf die effizienzkorrigierten Aktivitäten angewandt.
 8. Verwendung der schwächungskorrigierten Effizienz: Es wird das Feld „Korr-CLB-basiert“ angeklickt. Es wird vor der Spektrenanalyse eine schwächungskorrigierte Effizienzfunktion berechnet. Mit dieser wird das Spektrum analysiert. Der Vorteil ist der, dass die Schwächung bei der Peakentfaltung mitberücksichtigt wird. Die Effizienztabelle kann nur angezeigt werden, wenn ein Scan wenigstens einmal mit dieser Methode ausgewertet wurde.
 9. Beenden aller Dialoge durch Drücken der OK-Buttons sichert das Detektorsystem und damit die Kalibrierung für die spätere Verwendung.

Die Berechnung des Raumwinkelfeldes muss immer dann durchgeführt werden, wenn unter Auswertung/Analyse (4.3.8) die numerische Kalibrierung aktiviert wurde. Das Raumwinkelfeld bildet die relative Effizienz für den Raum vor dem Detektor/Kollimator ab, in dem das Messgut zum Scannen positioniert wird und wird aus den geometrischen Eigenschaften des Detektors abgeleitet. In folgendem Dialog wird die



Raumwinkelfeldberechnung parametriert:



Dabei bedeuten

x-Startwert: horizontaler Beginn des Raumbereichs vor dem Detektor, also der Abstand, ab dem das Raumwinkelfeld berechnet wird und in dem sich das Messgut befinden kann

x-Endwert: horizontales Ende des Raumbereichs vor dem Detektor, in dem sich das Messgut befinden kann

y-Endwert: vertikales oberes Ende des Raumbereichs, in dem sich das Messgut befinden kann. Der Y-Startwert wird immer mit 0 angenommen, was der Fassaufstandsfläche auf dem Drehteller entspricht. Der Y-Endwert beschreibt damit die maximale Höhe der Messgüter.

Auflösung: Die Auflösung, mit der der Raumbereich abgetastet wird

Wenn also z.B. Fässer mit einer maximalen Höhe von 1000 mm gescannt werden, sich das Zentrum des Drehtellers in einem Abstand von 500 mm vor der Detektorfrontfläche befindet und die Fässer einen maximalen Durchmesser von 600 mm hätten, dann wäre eine passende Parametrierung, die 20mm Toleranz für numerische Ungenauigkeiten lässt, z.B.

x-Startwert: $500\text{mm} - 600\text{mm}/2 - 20\text{mm} = 180\text{mm}$

x-Endwert: $500\text{mm} + 600\text{mm}/2 + 20\text{mm} = 820\text{mm}$

y-Endwert: 1020mm

Die Berechnung des Raumwinkelfeldes kann einige Minuten dauern, da eine numerische Simulation der relativen Effizienz für jeden Raumpunkt berechnet wird. Das Raumwinkelfeld wird in eine Datei gespeichert, deren Name sich aus dem Detektornamen



und den geometrischen Dimensionen des Detektorkristalls ergibt. Bei jedem Scan, der mit einem so konfigurierten Detektorsystem durchgeführt wird, wird das Raumwinkelfeld in die Scandaten übernommen und steht dann für die Berechnung der Schwächungskorrektur zur Verfügung.

5.3 Schwächungseigenschaften

Die Schwächungseigenschaften sind Teil der Kalibrierung, da sie bekannt sein müssen, um die gemessenen Zählraten in Aktivität umrechnen zu können. SCANNER32 kapselt sämtliche Vorgaben zu Schwächungseigenschaften in sogenannten Fasstypen. Ein Fasstyp wird vor der Messung ausgewählt, seine Eigenschaften können bei Bedarf nach der Messung geändert werden.

Basis für die Definition eines Fasstyps sind die Materialeigenschaften, insbesondere die Massenschwächungskoeffizienten, für die in SCANNER32 eine eigene Datenbank vorgesehen ist, deren Verwendung und Anpassung in Abschnitt ‚Materialdaten‘ (Abs. 5.3.1) beschrieben ist. Die Erstellung eines Fasstyps wird dann im Abschnitt ‚Fasstyp‘ (Abs. 5.3.2), die Spezifikation der Matriceigenschaften im Abschnitt ‚Matriceigenschaften‘ (Abs. 5.3.3) erläutert.

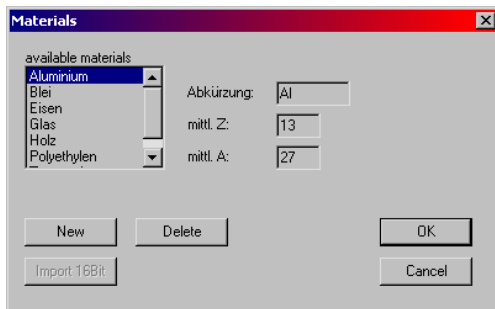
5.3.1 Materialdaten

SCANNER32 sieht zwei Arten von Materialdefinitionen vor:

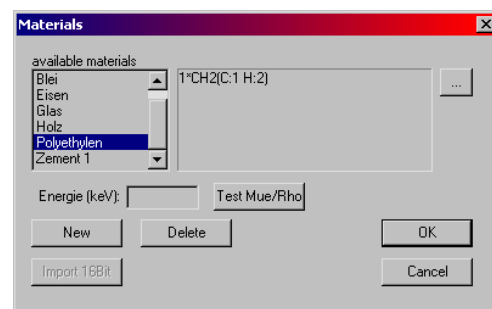
1. Die Angabe einer charakteristischen Ordnungszahl Z_c und einer charakteristischen Massenzahl A_c . Die charakteristischen Zahlen sind Parameter des Hubble-Fits und daher nicht trivial ermittelbar. In der vorliegenden Version von SCANNER32 wird die Materialdefinition über die charakteristischen Zahlen daher nur bei der Verwendung der Transmissionsmessung als Definition der Startparameter des Hubble-Fits verwendet.
2. Die Angabe des Materials durch seine Zusammensetzung aus Atomen und/oder Molekülen. Diese Materialdefinition ist anschaulicher und dem Anwender leichter zugänglich. Sie ist, wenn keine Transmissionsmessungen durchgeführt werden, präziser und wird daher in solchen Fällen ausdrücklich empfohlen.

Das Hinzufügen neuer Materialien zur Datenbank oder das Verändern von bereits vorhandenen Materialien geschieht über ‚Einstellungen/Materialien‘. Es erscheint dann je

nach Inhalt der Datenbank folgender Dialog:



oder



Im linken Beispiel ist der ‚Zement 1‘ über die charakteristischen Zahlen definiert. Im rechten Beispiel wird das Polyethylen mit dem Massenanteil 1 aus einem Molekül mit Namen CH₂, das seinerseits aus einem C-Atom und zwei H-Atomen besteht, zusammengesetzt. Durch die Angabe einer Energie und Drücken des Buttons ‚Test Mue/Rho‘ lässt sich für diese Energie der totale Massenschwächungskoeffizient berechnen.

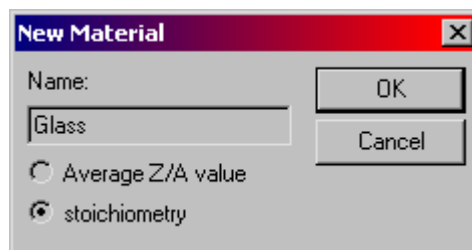
Verwendung der Materialdatenbank nach Punkt 2.

Grundsätzlich ist ein Material in der Datenbank aus Molekülen zusammengesetzt, die in bestimmten Massenverhältnissen zueinander stehen. Die Moleküle ihrerseits bestehen aus Elementen in bestimmten Atomverhältnissen (Stöchiometrie). Der Anwender kann beliebige Moleküle und daraus beliebige Materialien definieren.

Das Hinzufügen eines neuen Materials soll am Beispiel von Glas erläutert werden. Das Glas bestehe aus Oxiden der Elemente Silizium, Bor, Natrium und Lithium.

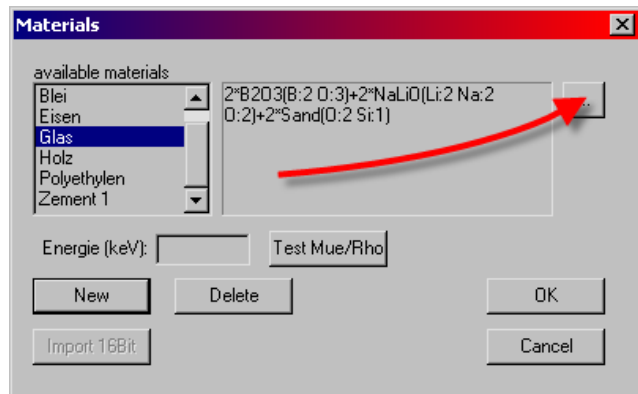
Über ‚Einstellungen/Materialien/NEU‘ gelangt der Anwender zum rechten Dialog.

Hier ist ein eindeutiger Name für das neue Material einzugeben und die Art der Materialdefinition auszuwählen.





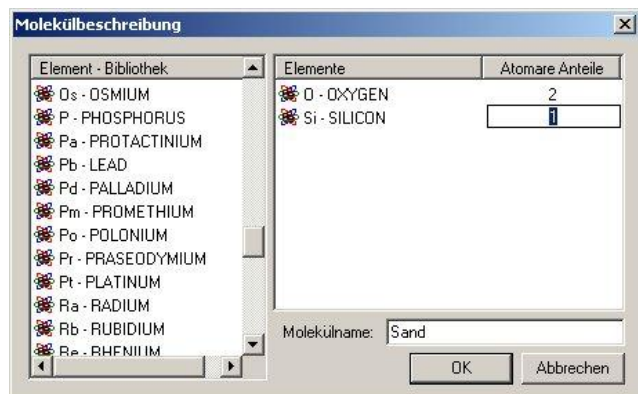
Nach OK gelangt man zu dem Dialog rechts. Der Name ‚Glas‘ ist bereits in die Liste der neuen Materialien aufgenommen. Die Zusammensetzung ist aber noch nicht definiert. Dies geschieht in den nächsten Schritten, die mit einem Klick auf den mit dem Pfeil gekennzeichneten Button eingeleitet werden.



Es erscheint die Element- und Molekülbibliothek, in der nun die Bestandteile des Glases zu definieren sind. Durch einen Klick auf ‚Neu‘ geht es weiter zur Definition.



Hier werden die Moleküle erstellt, aus denen das Glas bestehen soll. Hierzu werden die entsprechenden Elemente aus der Elementbibliothek auf der linken Seite rechts hinüber gezogen. Mit einem Doppelklick auf den ‚Atomaren Anteil‘ des entsprechenden Elements lässt sich dieser ändern. Das Molekül bekommt einen Namen und der Klick auf ‚OK‘ bringt den Anwender zurück zur Molekülbibliothek.



Diese sieht nach den Eingaben der anderen Moleküle aus, wie rechts dargestellt.





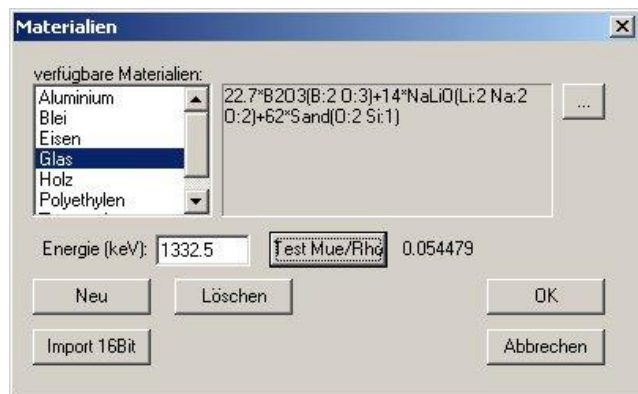
Analog zur Definition der Moleküle wird jetzt das Material durch Ziehen der Moleküleinträge in das Feld rechts zusammengesetzt. Hier werden allerdings nicht die stöchiometrischen Anteile sondern die Massenanteile angegeben.

Durch einen Klick auf ‚OK‘ wird das Glas nun Bestandteil der Materialdatenbank.



Diese hat nun die rechte Gestalt. Durch Eintragen einer Energie und Klicken auf ‚Test Mue/Rho‘ lässt sich für diese Energie bereits ein totaler Massenschwächungskoeffizient berechnen.

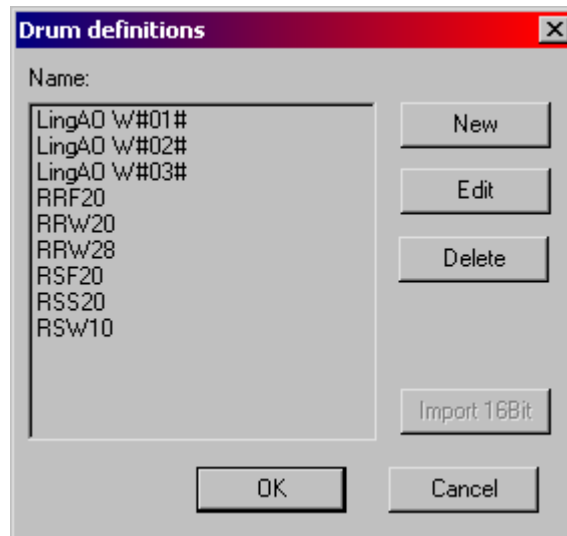
Durch einen weiteren Klick auf ‚OK‘ werden die Materialdaten gesichert und der Dialog verlassen.



Die Berechnung der Massenschwächungskoeffizienten erfolgt durch Log/Log-Interpolationen zwischen tabellierten Stützstellen. Die zugrundeliegenden Tabellen stammen aus dem Tabellenwerk des National Institute of Standards and Technology (siehe /6/).

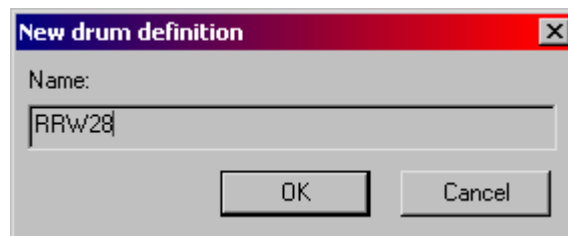
5.3.2 Fasstyp

Die Spezifikation oder Bearbeitung eines Fasstyps erfolgt über ‚Einstellungen/Fassdefinitionen‘. Im folgenden Dialog lässt sich dann der zu bearbeitende Fasstyp auswählen oder ein neuer Fasstyp erstellen.



Beim Anklicken einer Fasstyp-Bezeichnung und Drücken von ‚Bearbeiten‘ gelangt man direkt zu den Matrixinformationen.

Beim Klick auf ‚Neu‘ wird man in folgendem Dialog zur Vergabe eines eindeutigen Namens für den neuen Fasstyp aufgefordert.



Nach Drücken von ‚OK‘ gelangt man zum Dialog ‚Matrixinformationen‘, um den neuen Fasstyp weiter zu spezifizieren.

5.3.3 Matriceigenschaften

Im Dialogfenster zur Angabe der Matrixdefinition sind die entsprechenden Materialien für die drei Fasszonen Fasswand, passive Abschirmung und aktive Matrix aus der Materialdatenbank auszuwählen. Diese müssen vorher definiert sein (siehe Abs. 5.3.1). Außerdem sind die geometrischen Abmessungen und Dichten der drei Fasszonen anzugeben.



Matrixinformation

Leergewicht (kg): 65

Fasswand

Material: Eisen (S) ...

Durchmesser (mm): 563

Wandstärke (mm): 1.5

Höhe (mm): 800

Dichte (g/cm³): 7.2

Gewicht (kg): 15.24

Passive Abschirmung

Material: Zement 1 ...

Radius (mm): 280.00

Höhe (mm): 800

Dichte (g/cm³): 2

Gewicht (kg): 27.65

Aktives Material

Material: Zement 1 ...

Radius (mm): 270

Untergrenze (mm): 0

Obergrenze (mm): 800

Dichte (g/cm³): 2

Gewicht (kg): 366.44

Bibliothek (optional):

OK Cancel

Die Angabe des Leergewichts spielt insbesondere bei der Gewichtskorrektur für die aktive Masse eine Rolle (siehe Abs. 4.4.8). Ist dort die ‚Gewichtskorrektur für aktive Masse‘ aktiviert, wird die aktive Masse aus der Differenz der gemessenen Gesamtfassmasse, des Leergewichts und der passiven Masse berechnet. Aus den geometrischen Dimensionen wird das Volumen berechnet und damit die Dichte der aktiven Matrix. Diese Dichte wird dann in der Schwächungskorrektur für die Zone der aktiven Matrix verwendet.

Ist die ‚Gewichtskorrektur für aktive Masse‘ deaktiviert, wird die gemessene Gesamtfassmasse ignoriert und die Schwächungskorrektur mit den Eingabedaten vorgenommen.

Bei der Beschreibung des aktiven Materials ist zu beachten, dass es sich um absolute Höhenangaben der Unter- und Obergrenze dieses Bereiches innerhalb des Fasses handelt. Unterhalb der aktiven Matrix wird, wenn die Untergrenze einen Wert > 0 enthält,

passives Abschirmmaterial angenommen.

Falls zur Auswertung des jeweiligen Fasstyps eine spezielle Bibliothek verwendet werden soll, die nicht der unter 4.3.9 eingetragenen Standard-Bibliothek entspricht, kann diese hier ausgewählt werden.

6 Kalibrierung mit Referenzgebinde

Die Methode der Kalibrierung mit Referenzgebinde wurde für die Kokillenmessung im ZWILAG integriert. Sie setzt voraus, dass ein Referenzgebinde mit bekannten Aktivitäten vorhanden ist, das in seiner Geometrie und seinen Schwächungseigenschaften weitgehend den typischen im Betrieb zu messenden Abfallgebinden entspricht.

6.1 Definition der Eigenschaften des Abfallgebundes

Über das Menü „Einstellungen/Fassdefinitionen“ gelangt man zur Übersicht der definierten Abfallgeometrien:

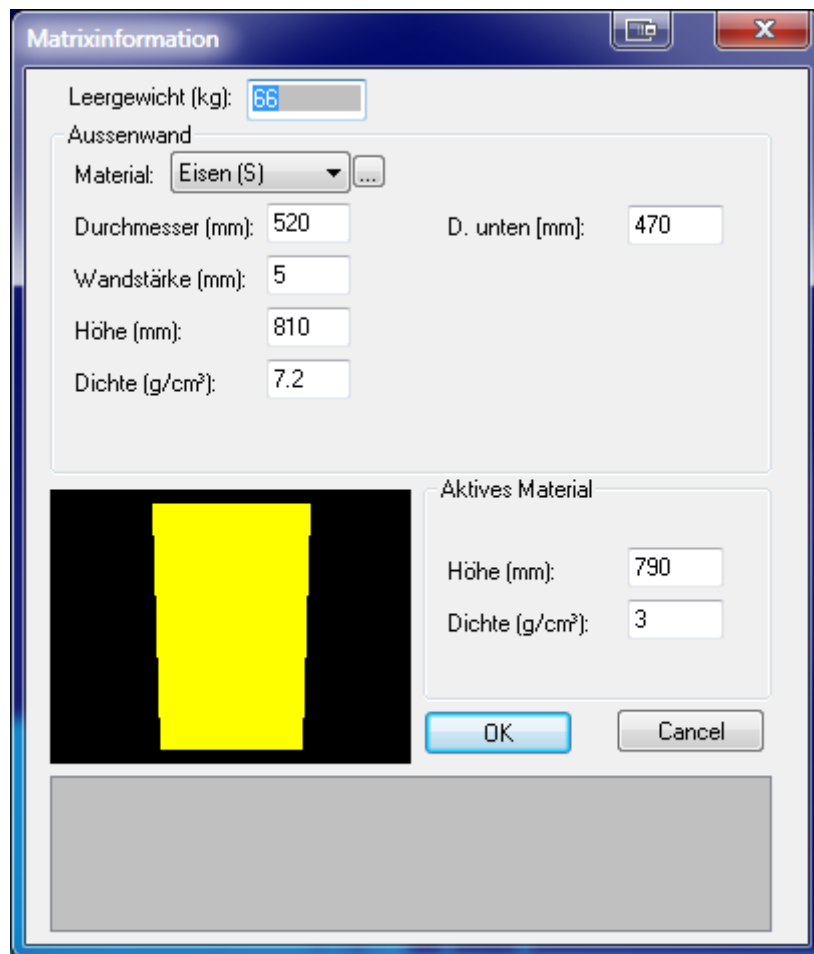


Dort kann über „Neu“ eine neue Kokille angelegt werden oder über „Edit“ eine bestehende Kokillendefinition editiert werden.

SCANNER32 kann verschiedene Kokillentypen verwalten. Seitens der Steuerung wird der Abfalltyp des zu messenden Abfallgebundes als numerische Zahl übertragen. Damit SCANNER32 die zu diesem Abfalltyp passende Definition auswählen kann, muss die Bezeichnung immer ergänzt werden um die Zeichenfolge #0x#, wobei x die Nummer des

Abfalltyps ist (im o.g. Beispiel: Kokille #00# für Abfalltyp 0).

Die Eigenschaften des Abfallgebundes werden in folgendem Dialog festgelegt:



Matrixinformation

Leergewicht (kg): 66

Aussenwand

Material: Eisen (S)

Durchmesser (mm): 520 D. unten (mm): 470

Wandstärke (mm): 5

Höhe (mm): 810

Dichte (g/cm³): 7.2

Aktives Material

Höhe (mm): 790

Dichte (g/cm³): 3

OK Cancel

Die Angabe der Dichte ist wichtig für die spätere Skalierung der Aktivitäten. Hier muss die Dichte der Referenzkokille, mit der die Kalibrierung erfolgt, eingegeben werden.

6.2 Einstellung der Detektorsysteme für die Kalibrierung mit Referenzgebinde

Über „Einstellungen/Detektorsysteme“ werden die Detektorsysteme angelegt und editiert. Bei der Einstellung der Eigenschaften des jeweiligen Detektorsystems sind folgende Parameter zu beachten:



Detektorsystem

Name:

Beschreibung:

Detektor-Kristallradius (mm):

☐ Auswertung mit wirksamer Fläche
☒ Standardkorrektur für Zylinderkollimator
☐ Standardkorrektur für Kegelkollimator
☐ Num. Korrektur für Schlitzkollimator
☐ Numerische Kalibrierung
☐ Schlitzkollimator mit Schattenmodell
☐ Dichtekorrektur

Auswertedateien:

Kalibration:

Geometriekorr.:

Voreinstellungen:

Fehler

Effizienz-Fehler: % F0-Fehler: %

Als Auswertemethode ist die Dichtekorrektur zu wählen. Die Methode der Dichtekorrektur basiert zunächst auf der Berechnung von Aktivitäten aus einer Kalibrierung mit einem Referenzgebinde und anschließender Korrektur der Dichte aufgrund von Wägung und Füllstandsmessung. Die genaue Methode ist in den entsprechenden Unterlagen im ZWILAG beschrieben und nicht Bestandteil dieser Dokumentation.

Die Einstellungen im Bereich „Kalibrierinformationen“ sind für diese Auswertung nicht von Bedeutung und werden auf den Voreinstellungen belassen. Für die korrekte Visualisierung von ROI-Verteilungen ist aber die Angabe der Kollimatorgeometrie relevant. Die Kollimatorlänge ist hierbei die Strecke zwischen Detektorendkappe und Kollimatorfrontfläche.

Als Kalibration wird die zum jeweiligen Detektorsystem gehörende Kalibrierdatei im ORTEC-Format angegeben. Diese Kalibrationsdatei trägt die Effizienzkalibrierung, die sich



aus der Kombination Abfallgebinde – Kollimator – Detektor ergibt. Falls diese Kalibrierung noch nicht bestimmt worden ist, kann zunächst eine Kalibration hinterlegt werden, deren Effizienz konstant 1 ist. Die Bestimmung der Effizienzfunktion erfolgt in einem weiteren Schritt.

Die Voreinstellungen müssen normalerweise nicht verändert werden. Die hier angegebene Datei kann mittels GammaVision editiert werden, soweit das notwendig wird.

Die zusätzlichen Fehlerangaben sind ebenfalls ohne Bedeutung.

6.3 Bestimmung der Effizienzfunktion

Die Bestimmung der Effizienzfunktion kann über GammaVision oder über die Scanner-Software erfolgen.

6.3.1 GammaVision

Die Bestimmung der Effizienzfunktion mit GammaVision erfolgt wie im GammaVision Handbuch beschrieben. Das Spektrum des Referenzgebundes kann mit SCANNER32 als normaler Scan aufgenommen und dann als CHN-Datei exportiert werden. Anschliessend wird es in GammaVision geladen. Ebenfalls in GammaVision wird das Zertifikat mit den bekannten Aktivitäten des Referenzgebundes eingegeben. Mit diesen Informationen wird die Effizienz kalibriert und als CLB-Datei gespeichert.

Diese CLB-Datei wird anschliessend in SCANNER32 in genau dem Detektorsystem (Kollimator) als Kalibrierung eingetragen, mit dem das Spektrum gemessen wurde.

6.3.2 SCANNER32

Soll die Kalibrierung der Effizienz über SCANNER32 erfolgen, ist es notwendig, das Referenzgebinde als normalen Scan zu messen oder ein Spektrum mit GammaVision aufzunehmen. Die Messung wird normal analysiert, um Aktivitäten zu erhalten, auch wenn noch keine sinnvolle Effizienzkalibrierung vorliegt, also z.B. eine konstante Effizienz von 1.

Als nächstes muss die Referenzquelle beschrieben werden. Hierzu wird eine entsprechende Bibliothek in GammaVision angelegt, die die Nuklidzusammensetzung der Referenzquelle und deren für die Kalibrierung wichtigen Peaks beschreibt.

Anschliessend wird der Referenzquelleneditor in SCANNER32 über das Menü



„Einstellungen/Referenzquelle“ geöffnet:

Referenzquelle

Name:

Referenzdatum:

Referenzuhrzeit:

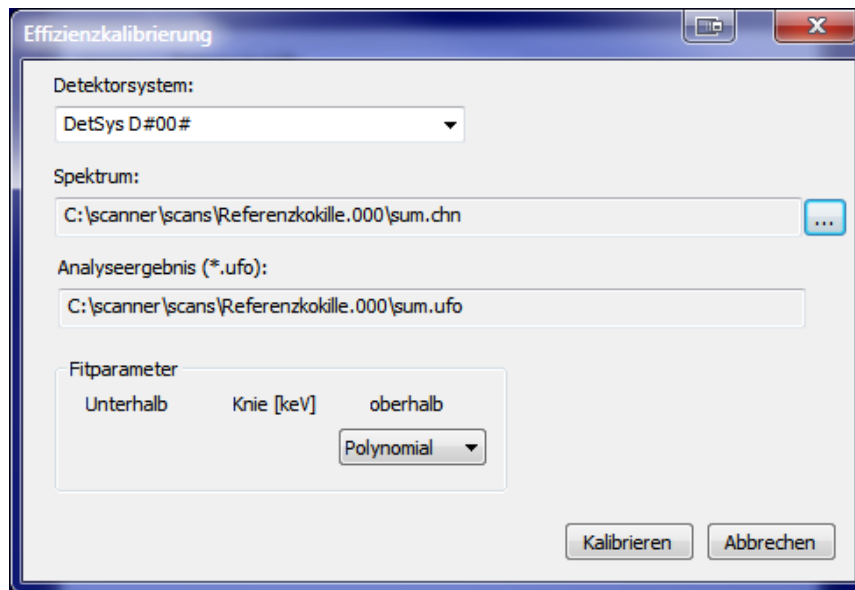
Zusammensetzung:

Nuklid	Aktivität [Bq/g]	Unsicherheit [%]
CO-57	1156	3
CO-60	5293	3
Y-88	2166	3
CD-109	55851	3
SN-113	1491	3
CS-137	5301	3
CS-139	879	3

Bibliothek: E:\proj32\LabVision\Debug\Measurements\GvDemo.Lib (erzeugt am 13.04.1988 10:58, zuletzt editiert am 29.09.2009 11:01)

Nach Eingabe des Bezugsdatums wird die vorher in GammaVision erstellte Bibliothek geladen. Unter „Zusammensetzung“ werden alle Nuklide, die in der Bibliothek enthalten sind, angezeigt. Für jedes Nuklid wird die Bezugsaktivität und deren Unsicherheit angegeben. Zunächst wird der Dialog mit OK geschlossen, um die Informationen auf der Festplatte zu speichern.

Der Editor der Referenzquelle wird erneut geöffnet und die Funktion „Kalibrieren“ gestartet. Es erscheint folgender Dialog:



Hier wird zunächst genau das Detektorsystem ausgewählt, mit dem die Messung, auf deren Grundlage die Kalibrierung durchgeführt werden soll, aufgenommen wurde.

Als Spektrum wird das Summenspektrum des Scans oder auch die Spektrendatei von GammaVision ausgewählt. SCANNER32 selektiert automatisch die entsprechende Datei mit den Analyseergebnissen im GammaVision-Format (*.ufo). Die Kalibrierung kann nur durchgeführt werden, wenn diese Datei existiert.

Optional kann ausgewählt werden, welche Funktionen für den Effizienzfit werden sollen. Durch Druck auf „Kalibrieren“ wird die Berechnung der Effizienzkalibrierung gestartet. Anschliessend öffnet sich der Dialog mit den Einstellungen des soeben kalibrierten Detektorsystems:



Detektorsystem

Name:

Beschreibung:

Detektorradius (mm):

☐ Auswertung mit wirksamer Fläche
☐ Standardkorrektur für Zylinderkollimator
☐ Standardkorrektur für Kegelkollimator
☐ Num. Korrektur für Schlitzkollimator
☐ Numerische Kalibrierung
☐ Schlitzkollimator mit Schattenmodell
☒ Dichtekorrektur

Auswertedateien:

Kalibration:

Voreinstellungen:

Fehler

Effizienz-Fehler: % F0-Fehler: %

Kalibrierinformationen

Kalibrierabstand (mm):

Effizienzskalearung (1):

☒ Clb-basiert
☐ Korr-Clb-basiert

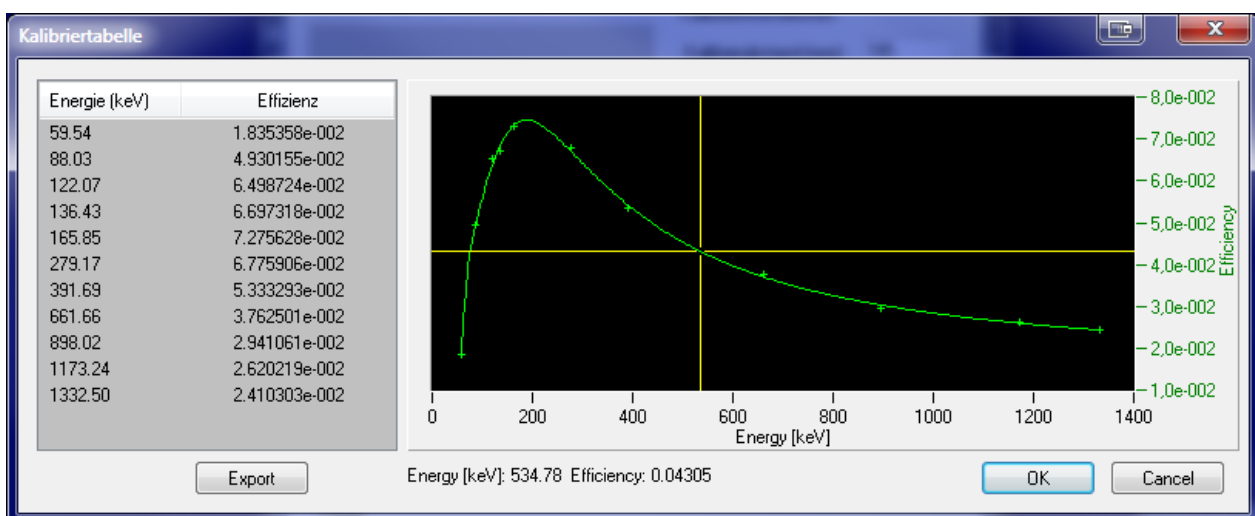
Kollimatorinformationen:

Kollimatorlänge (mm):

Breite (mm):

Höhe (mm):

Durch Druck auf „Effizienztabelle“ öffnet sich ein Fenster mit der Effizienztabelle und der Darstellung des Effizienzfits:



Der gelbe Cursor kann in der Grafik verschoben werden, um die Effizienz an einzelnen Stellen abzulesen. Wenn die Effizienzkalibrierung in Ordnung ist, kann dieser und der



vorhergehende Dialog mit OK geschlossen werden. Das Detektorsystem ist jetzt effizienzkalibriert.

7 Messung

Vor der Messung ist sicherzustellen, dass das korrekte Detektorsystem ausgewählt ist. Dies ist unter ‚Einstellungen/Aktuelles Detektorsystem‘ auszuwählen bzw. zu prüfen. Anlagen mit OPC Server-Anbindung selektieren das Detektorsystem selbständig.

Soll die Oberflächenzählratenverteilung während der Messung angezeigt werden, muss sichergestellt sein, dass eine ROI-Datei existiert und eingestellt ist, die über die zum Detektorsystem passende Energiekalibrierung verfügt (siehe Abs. 4.4.9).

Es empfiehlt sich bereits vor der Messung die Nuklidbibliothek anzugeben, mit der der Scan ausgewertet werden soll. Sie wird dann mit anderen allgemeinen Daten in das Scan-Verzeichnis kopiert und steht direkt zur Verfügung (siehe Abs. 4.4.9).

7.1 Start der Messung bei Anlagen mit OPC Steuerung

Diese Anlagen ermöglichen nur die Messung von Scheibenscans. Hierzu steht im Scan-Menü ein entsprechender Menüpunkt und in der Toolbar ein Button zur Verfügung. Andere Scanmethoden sind deaktiviert.

Es erscheint ein Dialog, der über den Ablauf der Messung informiert.



Measurement

OPC Connection: 127.0.0.1:DLLTestSvr

Detector system: DetSys D#01#

Drum type: LingAO W#02#

Measurement program: lingao 400 D#01# W#02#

Weight [kg]: 0

Drum number:

Current task: Idle...

Process information:

Scan program: C:\scanner\data\lingao 400 D#01# W#02#.prg
Idle...
Detector system: DetSys D#01#

Progress:

Current angle [°]: 0.0

Current height [mm]: 0

Close

Es werden verschiedene Prozessinformationen und Einstellungen dargestellt. Über Close kann die Messbereitschaft beendet oder eine laufende Messung abgebrochen werden.

Die eigentliche Initialisierung des Messablaufes erfolgt über die Oberfläche des Prozesssteuerungssystems.

Die Auswahlfelder Drum type und Measurement Program sind aktiviert, wenn die Voraussetzungen für eine automatische Auswahl durch die Steuerung nicht erfüllt sind. (Abs. 4.4.14)

Im Bereich der Prozessinformationen wird angezeigt, welche Aufgabe die Anlage im Augenblick abarbeitet, wenn eine Messung läuft.

Wenn eine Messung abgeschlossen ist, wird dieser Dialog automatisch geschlossen und die neue Messung steht für die Weiterverarbeitung zur Verfügung.

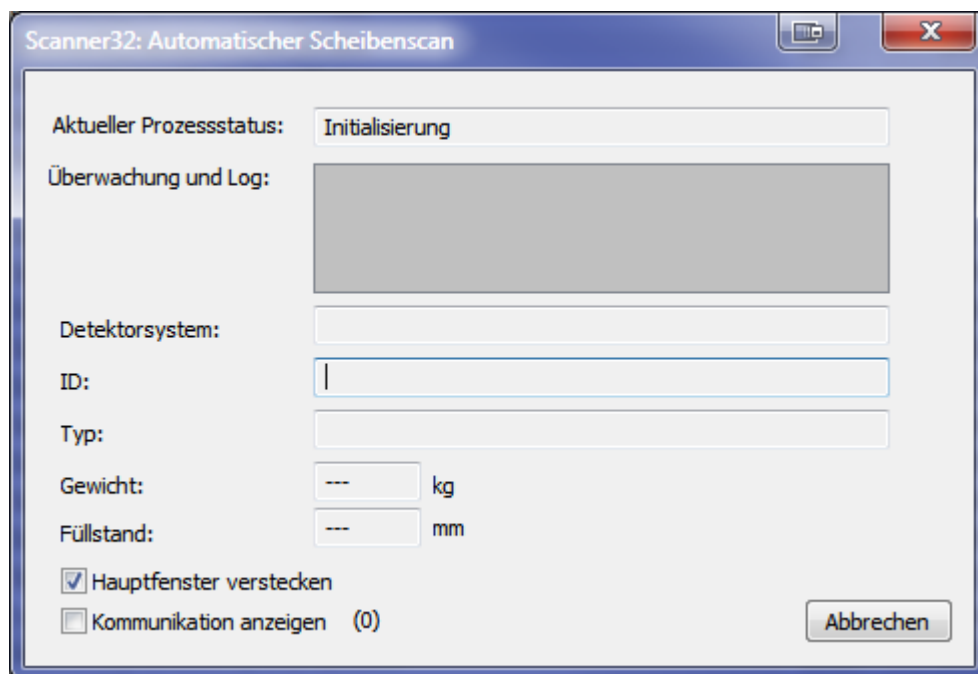
Achtung: Das Schliessen dieses Dialoges, entweder am Ende einer Messung oder nach



Druck auf den Close-Button, führt zu einem Abbau der Verbindung zum OPC Server. Dieser Verbindungsabbau dauert eine gewisse Zeit, während der die Software nicht auf Eingaben reagiert. Ferner kann der Verbindungsabbau je nach Betriebszustand der Anlagensteuerung dort eine Fehlermeldung auslösen.

7.2 Messung im Betriebsmodus ZWILAG

Über „Scan/Automatischer Scheibenscan“ wird der automatische Messbetrieb gestartet. Die eigentlichen Messungen laufen vollständig von der Anlagensteuerung kontrolliert ohne Eingriffe durch Bedienpersonal. Daher informiert nur ein Statusfenster über den aktuellen Ablauf:



Das Hauptfenster der Software Scanner32 wird beim Start des automatischen Messbetriebes automatisch versteckt, nur das Statusfenster bleibt sichtbar. Über die Deaktivierung der Checkbox „Hauptfenster verstecken“ kann es im Hintergrund sichtbar gemacht werden, ohne den automatischen Messbetrieb zu beenden.

Ferner kann zur Kontrolle der Kommunikation mit dem Leitsystem das entsprechende Fenster angezeigt werden, das die Datentelegramminhalte darstellt. Die Anzahl der von der Steuerung empfangenen Telegramme wird mitgezählt. Anhand der Veränderung der Anzahl ist erkennbar, ob eine kontinuierliche Kommunikation stattfindet. Typischerweise wird ca. jede Sekunde ein Telegramm empfangen und die Zahl um 1 grösser.



7.2.1 Überwachung der Messtechnik

Zu Beginn laufen im automatischen Messbetrieb nur die Überwachungsfunktionen für den Germaniumdetektor und die Dosisleistungssonden. Sie stellen sicher, dass der Anlagensteuerung nur dann die Messbereitschaft gemeldet wird, wenn der Germaniumdetektor unter Hochspannung steht und eine entsprechende Zählrate im zu überwachenden Energieintervall liefert (siehe Einstellungen für automatischen Scheibenscan im Betriebsmodus ZWILAG). Gleichzeitig müssen die Dosisleistungssonden ihre Minimalzählrate liefern, sofern das in den Einstellungen der Dosisleistungsmessung konfiguriert ist.

Falls die Überwachung die Fehlfunktion einer Komponente feststellt, wird keine Messbereitschaft mehr an die Anlagensteuerung übermittelt. Selbst wenn die entsprechende Komponente zu einem späteren Zeitpunkt von selbst wieder korrekte Signale liefert, kehrt die Messbereitschaft nicht automatisch wieder zurück. Es ist mindestens ein Beenden und Neustart des automatischen Messbetriebs notwendig, damit sichergestellt ist, dass die korrekte Funktion der Messtechnik vom Bedienpersonal kontrolliert wird.

7.2.2 Ablauf der Messung

Der Ablauf der Messung besteht aus folgenden Schritten:

- Bereitmeldung der Steuerung, dass ein Fass zur Messung bereitsteht
- Durchführung der Kollimatorauswahl durch SCANNER32
- Durchführung des Scans
- Automatische Auswertung des Scans
- Übertragung der Messdaten an die Steuerung
- Fertigmeldung durch SCANNER32

7.2.2.1 Kollimatorauswahl

Die Kollimatorauswahl dient der Anpassung der Empfindlichkeit des Germaniumdetektors an den Strahlungspegel, der vom Abfallgebinde ausgeht. Die Anlage verfügt über einen Kollimator, dessen Öffnung motorisch verändert werden kann. Die Kollimatorauswahl beginnt mit der maximalen Öffnung. Gemessen wird seitens der Steuerung an einer festen



Position ohne Drehung auf halber Höhe des Abfallgebundes. Es wird ein Spektrum für 10 Sekunden aufgenommen. Liegt die Totzeit über der in den Einstellungen definierten Schwelle, so wird die Anlagensteuerung aufgefordert, die nächst kleinere Kollimatoröffnung einzustellen und die Spektrenmessung wird wiederholt.

Bei der kleinstmöglichen Kollimatoröffnung wird eine getrennt einstellbare Schwelle überprüft. Wurde ein passender Kollimator gefunden, wird der eigentliche Scan gestartet. Andernfalls erfolgt eine Fehlermeldung an die Steuerung.

7.2.2.2 Durchführung des Scans

Der Ablauf des Scans wird durch die Anlagensteuerung kontrolliert. Die Anlagensteuerung führt eine Füllstandsmessung in der Kokille durch. Dadurch wird sichergestellt, dass nur Segmente gemessen werden, die innerhalb des Füllstandes liegen.

Begonnen wird ein Scan am untersten Segment. Die Anlagensteuerung gibt das Kommando für die Messung des Segmentes und SCANNER32 startet die Spektrenaufnahme und die Dosisleistungsmessung. Nach einer Umdrehung des Abfallgebundes meldet die Anlagensteuerung das Ende der Drehung an SCANNER32. SCANNER32 generiert die Teilspektren und die Dosisleistungsverteilung für dieses Segment und speichert die Daten.

Die Anlagensteuerung fährt nun zum nächst höheren Segment, und der Zyklus beginnt erneut. Der Segmentabstand ist in den Einstellungen für den automatischen Scheibenscan definiert und muss mit dem Segmentabstand, um den die Steuerung verfährt, übereinstimmen.

Wurden alle Segmente gemessen, wird der Scan gespeichert.

7.2.2.3 Automatische Auswertung des Scans

Nach der Speicherung wird der Scan ausgewertet. Die Auswertung ermittelt aus dem Summenspektrum unter Verwendung der Kalibrierung mit der Referenzkokille, der Matrixdefinition der Kokille, dem von der Steuerung übermittelten Gewicht und dem Füllstand die Nuklidaktivitäten und speichert den Scan erneut ab

Die Berechnung der Nuklidaktivitäten und Nachweisgrenzen aus Summenspektrum und Effizienzkalibrierung erfolgt zunächst durch die Analyseengine von GammaVision.



Diese Werte werden skaliert nach dem in der Aktennotiz zum Thema V CRB01, März 2006, 26.09.2006 Rev 1 beschriebenen Verfahren. Eingangsparameter sind die Aktivitäten und Nachweisgrenzen der Spektrenanalyse, die Matrixdefinition der Kokille, das gemessene Bruttogewicht und der gemessene Füllstand. Die Umsetzung der Berechnung ist in folgendem Quelltextausschnitt dargestellt:

```
double D=(m_R0-m_R2)*2;  
double D0=(m_R1-m_R2)*2;  
double d=(D-D0)/m_Height2*Height+D0;  
Volume=3.1415926536/12*Height*(d*d+d*D0+D0*D0);  
m_Sample.m_SampleInformation.m_CalcWeight2=MeasuredWeight-m_Sample.m_Matrix.m_Tara;  
m_Sample.m_SampleInformation.m_CalcDens2=m_Sample.m_SampleInformation.m_CalcWeight2/Volume*1000*1000;  
AnalysisSettings.m_ActivityScale=m_pSample->m_SampleInformation.m_CalcDens2/m_pSample->m_Matrix.m_Dens2;  
pNuclide->m_Activity=(float)(pNuclide->m_Act*AnalysisSettings.m_ActivityScale);
```

mit

m_R0: Aussenradius der Kokille oben in mm (Matrixdefinition)

m_R1: Aussenradius der Kokille unten in mm (Matrixdefinition)

m_R2: Wandstärke der Kokille in mm (Matrixdefinition)

m_Height2: Höhe des Füllvolumens der Kokille in mm (Matrixdefinition)

m_Tara: Leergewicht der Kokille in kg (Matrixdefinition)

m_Dens2: Dichte der aktiven Matrix der Referenzkokille (Matrixdefinition)

Height: Füllhöhe in mm (Messwert)

MeasuredWeight: gemessenes Gewicht in kg (Messwert)

Volume: Volumen der Kokillenfüllung in mm³ (berechnet)

m_CalcWeight2: Gewicht der Kokillenfüllung in kg (berechnet)

m_CalcDens2: Dichte der Kokillenfüllung in g/cm³ (berechnet)

m_ActivityScale: Dichte der Kokillenfüllung geteilt durch Dichte der Referenzkokille (berechnet)

m_Activity: Dichteskalierte Aktivität des Nuklides (berechnet)

7.2.2.4 Übertragung der Messdaten an die Steuerung

Nach erfolgreicher Auswertung erfolgt die Übertragung der Messdaten an die Steuerung. Es werden derzeit die ersten 15 Nuklide, die die Auswertung ermittelt hat, deren Aktivität und deren Nachweisgrenze an die Steuerung übertragen. Ausserdem werden aus den Dosisleistungsverteilungen der Mittelwert und der Maximalwert bestimmt und an die Steuerung übertragen.



Der Maximalwert der Dosisleistung ist der höchste Dosisleistungswert, der in der Verteilung der Dosisleistung über alle Winkelsektoren über alle Segmente aufgetreten ist. Der Mittelwert der Dosisleistung ist der arithmetische Mittelwert über alle Dosisleistungswerte aller Sektoren und Segmente.

SCANNER32 nimmt eine Bewertung der Dosisleistung anhand der unter den Einstellungen für den automatischen Scheibenscan definierten Schwellen vor und meldet die daraus entstandene Information, ob die Dosisleistung OK ist oder nicht, ebenfalls an die Steuerung.

7.2.2.5 Fertigmeldung durch SCANNER32

SCANNER32 meldet an die Steuerung, dass die Messdaten gültig sind und schliesst den Scan. Damit ist der Scan abgeschlossen.

7.2.3 Fehlermeldungen an die Steuerung

SCANNER32 kann folgende Fehlermeldungen an die Steuerung senden. An die Steuerung wird ein numerischer, bitcodierter Code übertragen. Die Bits haben die folgende Bedeutung (Nummer des Bits in Klammern):

7.2.3.1 Dosisleistungsmesstechnik fehlerhaft (1)

Entweder ist die Messtechnik für die Dosisleistung nicht verfügbar oder eine oder mehrere Dosisleistungssonden liefern Messwerte unterhalb der Überwachungsschwelle.

7.2.3.2 Spektrometriehardware nicht verfügbar (2)

Die Spektrometriehardware ist nicht verfügbar, ausgeschaltet, nicht konfiguriert oder defekt.

7.2.3.3 Germaniumdetektor hat keine Hochspannung (3)

Die Hochspannung für den Germaniumdetektor ist ausgeschaltet. Ursache kann manuelles Abschalten oder auch ein automatisches Abschalten durch Verlust der Kühlung sein.



7.2.3.4 Germaniumdetektor liefert zu wenig Zählrate (4)

Es findet zwischen den Messung permanent eine Überwachung des Germaniumdetektors statt. Dazu werden mit einer in den Einstellungen definierbaren Intervallzeit Spektren aufgenommen und in einem ebenfalls einstellbaren Energieintervall die Zählrate ermittelt. Unterschreitet diese Zählrate einen einstellbaren Minimalwert, so wird davon ausgegangen, dass der Germaniumdetektor nicht korrekt funktioniert. Ursache kann z.B. ein ausgefallener Vorverstärker oder auch eine falsche Einstellung von Hochspannung oder Verstärkung sein.

7.2.3.5 Kein passender Kollimator verfügbar (5)

Im Rahmen der automatischen Kollimatorauswahl zu Beginn eines Scans wurde keine Kollimatoreinstellung gefunden, bei der die Totzeit unterhalb der einstellbaren Schwellen liegt.

7.2.3.6 Kein passendes Detektorsystem verfügbar (6)

Zu dem ausgewählten Kollimatorindex x (0 bis 2) wurde kein entsprechend benanntes Detektorsystem mit der Bezeichnung ...D#0x# gefunden. Hierbei handelt es sich um eine fehlerhafte Konfiguration von SCANNER32.

7.2.3.7 Kein passender Abfalltyp verfügbar (7)

Von der Steuerung wurde ein numerischer Abfalltyp übertragen, der nicht in der Definition von Abfallgebinden gefunden wurde. Z.B. hat die Steuerung Abfalltyp 1 gewählt, es gibt aber keine Definition innerhalb von SCANNER32, die in ihrer Bezeichnung die Zeichenfolge #01# trägt.

7.2.3.8 Speichern des Scans fehlgeschlagen (8)

Der Scan konnte nicht auf der Festplatte gespeichert werden. Das ist der Fall, wenn z.B. die Festplatte voll ist oder das Verzeichnis zum Speichern der Scans (Siehe Verzeichniseinstellungen) nicht verfügbar ist.

7.2.3.9 Gewicht ungültig (9)

Die Fehlermeldung entsteht dann, wenn das von der Steuerung übertragene Gewicht



kleiner als das das Leergewicht der Abfallgebinderdefinition +1kg ist.

7.2.3.10 Analyse fehlgeschlagen (10)

Wenn die automatische Analyse des Scans fehlgeschlagen ist, wird dieser Fehler gemeldet. Ursache kann eine fehlerhafte Kalibrierung oder Bibliothek sein, wie auch eine Fehlfunktion von GammaVision.

7.2.4 Datenaustausch mit der Steuerung

Der Datenaustausch mit der Steuerung erfolgt über UDP. Mit diesem Protokoll werden zyklisch Daten zwischen der Steuerung und SCANNER32 hin und her geschickt.

7.2.4.1 Datentelegramm der Steuerung

Variable	Datentyp	Bedeutung
ControllerReady	short	Bool: Steuerung messbereit (Fass/Kokille in Messposition) *4)
WasteID	Char[20]	String mit der Identifizierungsnummer des Abfallgebinderes *8) *9)
WasteType	short	Numerische Indizierung des Abfalltyps *9)
Level	short	Füllstandshöhe in mm (-1mm: kein Füllstand verfügbar)
Weight	short	Bruttogewicht in kg
WeightValid	short	Bool: Gewicht ist gültig und kann in die aktuelle Messung übernommen werden *1)
Collimator	short	Indizierung der Kollimatoröffnungspositionen (0, 1, 2) *2) *3)
SelectCollimator	short	Bool: Kollimatorauswahl aktiv *3)
CollimatorMoving	short	Bool: Kollimator wird gerade verfahren *3)
DoMeasurement	short	Bool: Durchführen der Messung *5)
SegmentIndex	short	Index des zu messenden Segmentes *5)
Rotating	short	Bool: Drehteller dreht *5)
ResultsAccepted	Short	Bool: Messergebnisse übernommen, Messung komplett *6)



7.2.4.2 Datentelegram von SCANNER32

Variable	Datentyp	Bedeutung
ControllerReady	short	Bool: Steuerung messbereit (Fass/Kokille in Messposition) *4)
WasteID	Char[20]	String mit der Identifizierungsnummer des Abfallgebundes *8) *9)
WasteType	short	Numerische Indizierung des Abfalltyps *9)
Level	short	Füllstandshöhe in mm (-1mm: kein Füllstand verfügbar)
Weight	short	Bruttogewicht in kg
WeightValid	short	Bool: Gewicht ist gültig und kann in die aktuelle Messung übernommen werden *1)
Collimator	short	Indizierung der Kollimatoröffnungspositionen (0, 1, 2) *2) *3)
SelectCollimator	short	Bool: Kollimatora Auswahl aktiv *3)
CollimatorMoving	short	Bool: Kollimator wird gerade verfahren *3)
DoMeasurement	short	Bool: Durchführen der Messung *5)
SegmentIndex	short	Index des zu messenden Segmentes *5)
Rotating	short	Bool: Drehteller dreht *5)
ResultsAccepted	Short	Bool: Messergebnisse übernommen, Messung komplett *6)

7.2.4.3 Anmerkungen zu den Telegrammlementen

*1) Das Gewicht kann zu einem beliebigen Zeitpunkt, also zu Beginn oder auch am Ende der Messung übertragen werden. Es sollte seitens der Steuerung zu einem Zeitpunkt aus der Waage ausgelesen werden, zu dem das Gebinde nicht in Bewegung ist. Spätestens zum Zeitpunkt der Auswertung muss das Gewicht bereitstehen.

*2) Prinzipiell kann der Kollimator jede beliebige Öffnung zwischen Minimal- und Maximalwert einstellen. Jedoch ist für jede Kollimatorstellung, die zur Auswertung verwendet werden soll, eine Kalibrierung des Germaniumdetektors notwendig. Daher wird die Anzahl der nutzbaren Kollimatorpositionen auf 3 begrenzt. Diese werden im Rahmen der Inbetriebsetzung festgelegt. Die Messsoftware wählt aus dem übergebenen Kollimatorindex die entsprechende Kalibrierung aus. Während der Kollimatora Auswahl gibt die Messsoftware den gewünschten Kollimatorindex vor. Die weiteste Öffnung hat den Index 0, die engste Öffnung hat den Index 2.

*3) Vor jeder Kokillenmessung wird der zu verwendende Kollimator bestimmt. Solange SelectCollimator true liefert, bestimmt die Messsoftware den Kollimator. Während die Steuerung den Kollimator verfährt, ist CollimatorMoving true. Die Messsoftware beginnt mit der weitesten Öffnung. Es wird ein 10-Sekunden-Gammaspektrum aufgenommen. Ist die Totzeit >20%, wird zum nächst kleineren Kollimator gewechselt. Ist bei kleinstem Kollimator die Totzeit >30%, wird die Messung mit Fehlercode abgebrochen. Andernfalls



setzt die Messsoftware CollimatorSelected auf true. Dann kann die Messung begonnen werden.

*4) Wenn Ready false anzeigt, verharrt die Messsoftware in Messbereitschaft. Wechselt Ready während einer Messung von true auf false, dann wird die laufende Messung abgebrochen und die Messsoftware verharrt in Messbereitschaft. Dieses Verhalten ist analog zum Ausbleiben des Telegrammes.

*5) Die eigentliche Messung läuft. DoMeasurement bleibt so lange true, bis alle Segmente gemessen wurden. Welches Segment gerade aktiv ist, wird in SegmentIndex übergeben. Für jedes Segment macht der Drehteller genau eine Umdrehung. Während der Drehteller dreht, steht Rotating auf true und die Messsoftware zeichnet Daten auf. Wenn Rotating auf false wechselt, verarbeitet die Messsoftware die Messdaten des Segmentes. Anschliessend setzt sie SegmentFinished auf true. Dann kann die Steuerung auf das nächste Segment wechseln oder die Messung beenden, in dem DoMeasurement auf false wechselt.

*6) Die Messsoftware wird nach Abschluss der Messung (signalisiert durch den Wechsel von DoMeasurement von true auf false) die Auswertung durchführen. Sie setzt ResultsValid auf true und überträgt die Ergebnisse der Auswertung. Wenn die Steuerung ResultsAccepted auf true setzt, wird ResultsValid wieder false und die Messsoftware wechselt wieder in den Zustand der Messbereitschaft.

*7) Die Messsoftware wird einen expliziten Messmodus haben, in dem sie für die automatische Durchführung von Messungen bereitsteht. Solange die Messsoftware im Messmodus ist, versendet sie das Telegramm und bildet in der Variablen Ready ihren Zustand ab. Wird für manuelle Bedienung der Messmodus verlassen, so endet auch das Versenden des Telegrammes.

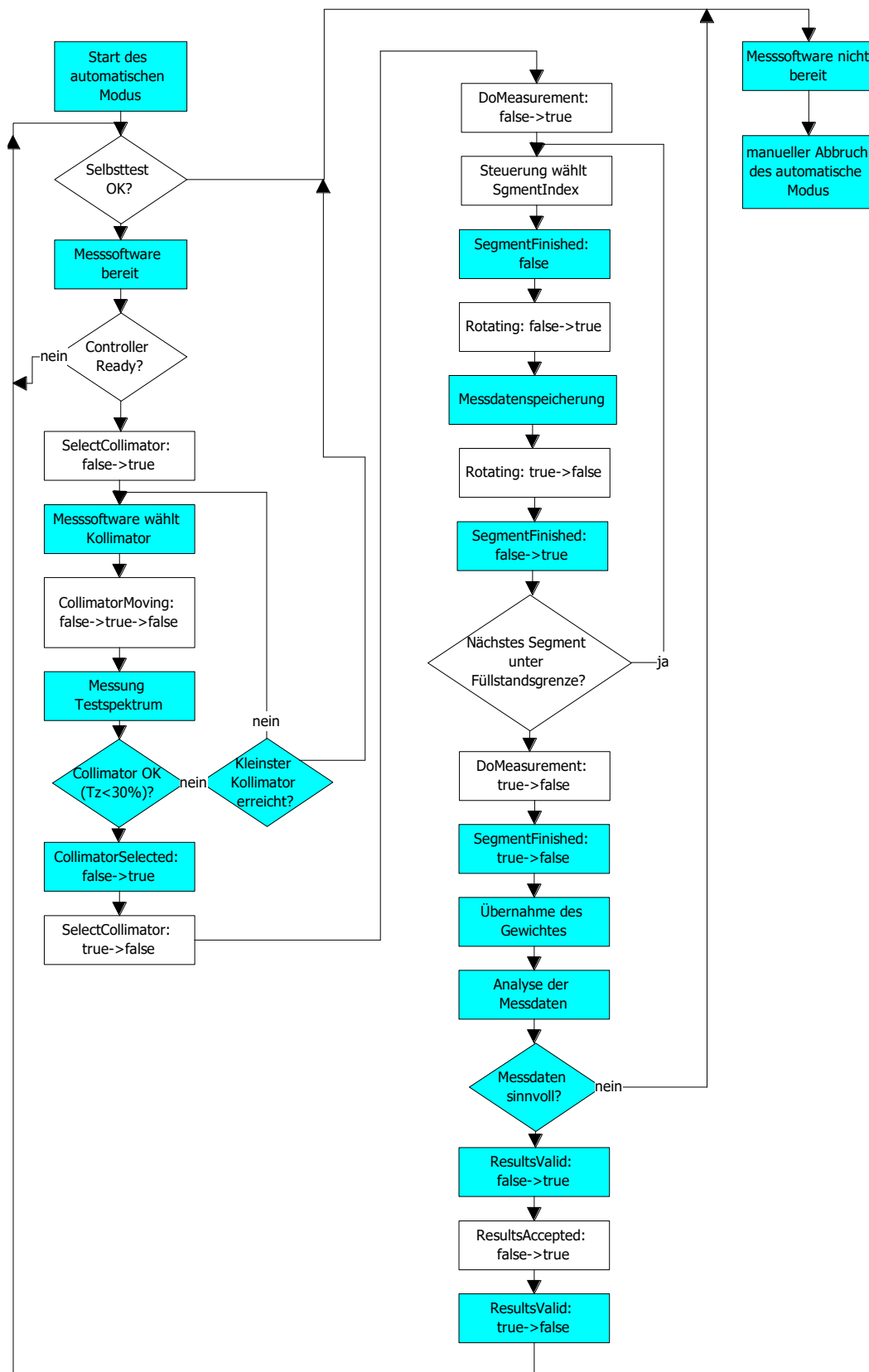
Wenn Ready einen Wert ungleich 1 enthält, die Bereitschaft zur Messung also nicht mehr gegeben ist, dann ist auf jeden Fall ein manueller Eingriff am System erforderlich. Die Messsoftware wird nicht selbständig zurück in den Modus der Bereitschaft zur Messung wechseln. Es ist zwar denkbar, dass sich ein fehlerhafter Zustand, z.B. das Ausbleiben von Signalen der Dosisleistungssonden, von selbst wieder auflöst, aber zur Sicherstellung der Betriebssicherheit muss eine Untersuchung des aufgetretenen Fehlers stattfinden.

*8) Die Messsoftware wird jede Messung auf der Festplatte des Messrechners speichern. Wenn eine WasteID übergeben wird, dann wird sie unter dieser Bezeichnung gespeichert, andernfalls (WasteID leer) wird die Messung unter dem aktuellen Datum/Uhrzeit gespeichert.

*9) Die WasteID ist bei den Kokillen immer gleich und wird vom ZWILAG festgelegt. Der WasteType für Kokillen ist 0

7.2.4.4 Ablauf eines Scans

Der prinzipielle Ablauf eines Scans folgt folgendem Schema, wobei blau eine Aktivität von SCANNER32 und weiss eine Aktivität der Steuerung darstellt.





7.3 Messung im Betriebsmodus KKM (Kernkraftwerk Mühleberg)

Bei Wahl des Automatischen Scheibenscans erscheint folgender Dialog, in dessen Kontext die Steuerung der Anlage erfolgt und die Messung abläuft:

Fassmessung

Prozessinformation

Verbindung zur Steuerung:	☒	Fasstransport:	☒
DL-Sonden in Bewegung:	☐	DL-Sonden in Position:	☐
DL-Sonden Endschalter MP:	☐	DL-Sonden Endschalter PP:	☐
Drehteller in Nullposition:	☒	Drehteller in Bewegung:	☐
Kollimator 1:	☒	Kollimator 2:	☐
DL-Sonden in Messposition:	☐	DL-Sonden in Parkposition:	☐
Drehteller drehen:	☐	Antriebe anhalten:	☐
Drehteller Geschwindigkeit:	-	Automatik:	☒

Gewicht [kg]: - *

Detektorsystem: DetSys D#01#

Log:

->Messposition ->Parkposition

Fasstyp:

Fassnummer:

Muster: A-12345

Start Abbrechen

Beenden

Der aktuelle Status der Anlage, bestehend aus Antriebs- und Sensorinformationen, wird im Bereich Prozessinformationen im oberen Abschnitt dargestellt und zyklisch aktualisiert. Die Felder sind zwar anklickbar, werden jedoch nicht in Kommandos umgesetzt, sondern dienen nur der Anzeige. Ihre Bedeutung ist überwiegend selbsterklärend. Die Information „Fasstransport“ stellt den Zustand der Reflexlichtschranke dar, mit der überwacht wird, ob sich ein Fass am Kran über dem Drehteller oder ob sich der Fassgreifer noch am abgesetzten Fass befindet. Diese Lichtschranke stoppt und verhindert jegliche Bewegung der Fassmessanlage durch die Steuerung, damit es nicht zu einem Konflikt zwischen Beladung und Anlagenbewegung kommt.

Darunter, hier mit grau dargestellten Topics beginnend, folgen die Funktionen, die



Funktionen auslösen. Die grauen Funktionen sind erst bedienbar, wenn der „Automatik“-Betrieb deaktiviert wird.

Darunter wird das Gewicht, das die Waage übermittelt, angezeigt. Ein blinkender Stern symbolisiert das Empfangen von Datentelegrammen von der Waage, mit denen eine ständige Aktualisierung des Gewichtes vorgenommen wird.

Es folgt die Anzeige des aktuellen Detektorsystems, abgeleitet aus dem erkannten Kollimatoreinsatz, und das Anzeigefeld für das Log. Hier werden während des Messprozesses Informationen über dessen Ablauf oder Fehlermeldungen dargestellt.

Im Automatikbetrieb kann mit den Schaltflächen „->Messposition“ und „->Parkposition“ der Träger der Dosisleistungssonden verfahren werden. Die Sonden werden nie automatisch in Messposition gebracht, damit sichergestellt ist, dass es nicht zu Kollisionen kommt. Stattdessen ist nach der Beladung der Anlage mit eine Fass über die Kamera zu prüfen, ob der Fahrweg für den Sondenträger frei ist, und dann kann die Messposition angefahren werden.

Nach Auswahl des zu messenden Fasstyps und eingabe der Fassnummer im vorgegebenen Format „Z-XXXXX“ wird der Start-Knopf aktiv und die Messung kann gestartet werden.

Nach dem Ende der Messung wird der Sondenträger automatisch zurück in die Parkposition gefahren. Der Scan wird gespeichert. Das weitere Verhalten der Software hängt von den Einstellungen für den automatischen Scheibenscan ab.

8 Visualisierung der Messdaten

Dem Anwender stehen mehrere Registerkarten zur Visualisierung der Messergebnisse zur Verfügung, die in diesem Abschnitt vorgestellt werden.



8.1 Faßinformationen

The screenshot shows the 'Scheibenscan' application window with the 'Faßinformationen' tab selected. The form contains the following fields and controls:

- Bezeichnung:** TEST10 394 (with 'Ändern' button)
- HDB-Nummer:** (with 'Ändern' button)
- Charge:** (empty field)
- Kommentar:** (text area with 'Bearbeiten' button)
- Faßtyp:** Testfass (with 'Matrix editieren' button)
- Dekl. Gewicht [kg]:** 0.00
- Gem. Gewicht [kg]:** 107.00 (with 'Unsicherheitsparameter' button)
- Gewichtskorrektur:** -6.0 kg (Transportring) (with selection icon)
- Füllstand [mm]:** ---
- Ber. Gewicht [kg] (akt. Masse):** 34.2034
- Ber. Dichte [g/cm³] (akt. Masse):** 0.8888
- Warnungen:** Massenkorrektur um mehr als 10.0%

Auf der Registerkarte „Faßinformationen“ werden alle das Messgut betreffenden Informationen dargestellt und sind teilweise editierbar: Mittels der Auswahl des Faßtyps sowie dem Zugriff auf die Matrix können die geometrischen Eigenschaften und die Materialzusammensetzung modifiziert werden. Ferner können die Unsicherheitsparameter für die Auswertung gewählt werden.

Neu ab der Version 4.6 ist die Gewichtskorrektur. Der hier eingebene Wert wird bei allen Berechnungen, in die das gemessene Gewicht verwendet wird, hinzuaddiert. Im konkreten Anwendungsfall, der zu dieser Erweiterung geführt hat, ergibt sich die Notwendigkeit, das Gewicht eines speziellen Transportringes zu subtrahieren, da er sich nur während der Messung unter dem Fass befindet und daher mitgewogen wird, aber nicht Teil des Abfalls ist. Sein Gewicht muss negativ eingegeben werden, damit es subtrahiert wird.

8.2 Summenspektrum

Auf der Registerkarte ‚Summenspektrum‘ wird das Summenspektrum angezeigt. Hier hat der Anwender die Möglichkeiten ROIs zu erstellen, zu bearbeiten, zu laden und zu

speichern. Im Gegensatz zu Gamma-Vision 32 werden nacheinander geladene ROIs hinzugefügt und ersetzen nicht die bereits vorhandenen. Der Button ‚Ident. Peaks‘ stellt die während der Summenspektrenanalyse zur Aktivitätsberechnung aktivierten Peaks als ROI dar. Der Button ‚n. ident. Peaks‘ stellt die Peaks dar, die durch Gamma-Vision 32 bei der Spektrenanalyse erkannt hat, aber keinem Nuklid zuordnen konnte.

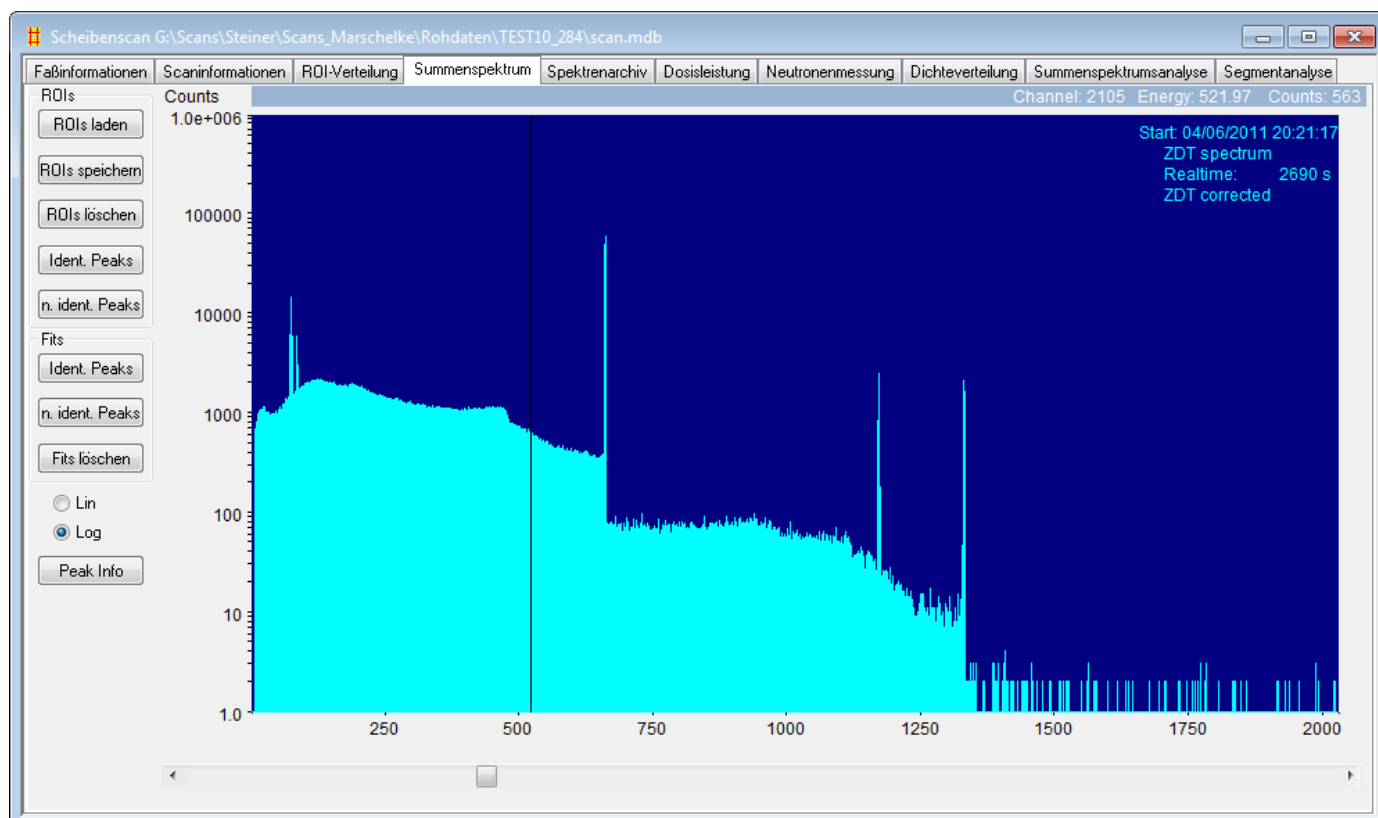
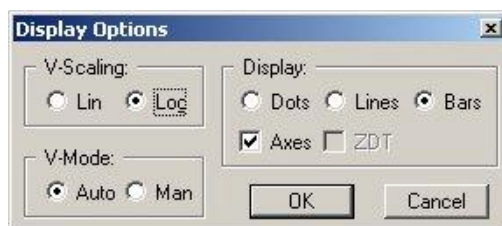


Abb. 4: Anzeige des Summenspektrums.

Die Navigation im Spektrum geschieht im Wesentlichen mit der Maus und den Richtungstasten der Tastatur. Durch einen Linksklick mit der Maus auf eine Achse erscheint das folgende Dialogfenster zur Änderung der Darstellungsoptionen:



Eine Kurzerläuterung der Navigation im Spektrum enthält folgende Tabelle:

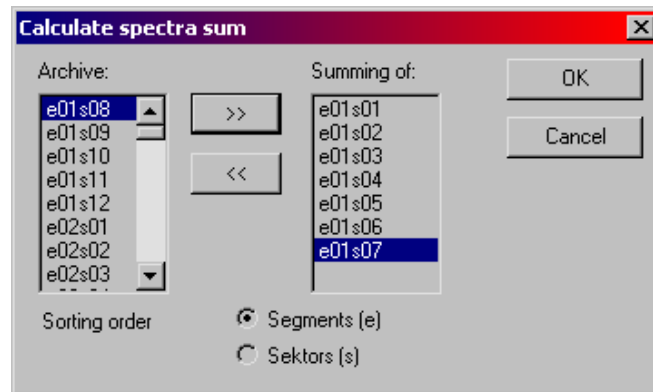


Aktion	Durchführung
Bewegen im Spektrum	Richtungstasten $\leftarrow$, $\rightarrow$ für kanalweise vor und zurück, Strg + $\leftarrow$, $\rightarrow$ fensterweise vor und zurück oder mit Hilfe des Scrollbalkens unterhalb der Energieachse
Skalierung vertikal	Durch Drehen am Mousrad <i>oder</i> durch Richtungstasten $\uparrow$ und $\downarrow$
Skalierung horizontal	Durch ziehen mit der Maus über den zu vergrößernden Ausschnitt (mit festgehaltener linken Maustaste) Zoom rückgängig durch Rechtsklick
ROI setzen	Shift- Taste gedrückt halten und ziehen mit der Maus über den zu markierenden Bereich (mit festgehaltener linken Maustaste)
Roi löschen	Strg- Taste gedrückt halten und ziehen mit der Maus über den zu löschenden ROI-Bereich (mit festgehaltener linken Maustaste)
Roi Ident Peaks / n. ident peaks	Anzeigen der identifizierten bzw. Nicht identifizierten Peaks als ROIs
Fits Ident Peaks / n. ident peaks / clear fits	Anzeigen der Fits der Analyseengine für identifizierte bzw. nicht identifizierte Peaks und Ausblenden
Lin/Log	Lineare oder logarithmische Spektrenanzeige
Peak Info	Anzeige eines Infofensters, das zusätzliche Infos zu Peakfits anzeigt
Darstellungsoptionen ändern	Linksklick auf eine Achse

8.3 Spektrenarchiv

SCANNER32 speichert für jede Position des Scanprogramms ein Spektrum im Spektrenarchiv. Aus diesen Spektren werden die in Abs. 8.4 beschriebenen Oberflächenzählratenverteilungen berechnet. Das Spektrenarchiv lässt sich auf der Registerkarte ‚Spektrenarchiv‘ durchblättern. Einzelspektren können über ‚Exportieren‘ in eine Ortec-SPC-Datei geschrieben werden.

Außerdem lassen sich beliebige Teilspektren aufsummieren. Durch Drücken des Buttons ‚Summieren‘ erscheint folgender Dialog, in dem die zu summierenden Spektren angegeben werden.



In der Nomenklatur des Archivs steht ‚e‘ für Ebene (bzw. Vertikalposition) und ‚s‘ für Sektor (bzw. Winkelposition). Die Ebenen werden von unten nach oben gezählt. ‚e4s8‘ bedeutet also das Spektrum, das in der vierten Ebene an der achten Winkelposition aufgenommen wurde.

8.4 Oberflächenzählratenverteilungen

Die Zählratenverteilungen werden auf der Registerkarte ‚ROI-Verteilungen‘ angezeigt. Durch Klick auf eine Energie in der Liste ‚ROI‘ wird rechts die entsprechende Zählratenverteilung angezeigt. Es sind eine 2D-Darstellung als Balkendiagramm und die in Abb. 5 gezeigte 3D-Darstellung verfügbar.

Über den Button ‚Neu berechnen‘ kann eine neue Verteilung aus einer zu wählenden ROI-Verteilung generiert werden.

Über den Button ‚Neu berechnen aus akt. Peaks‘ lässt sich direkt aus den bei der Summenspektrenanalyse aktivierten Peaks die Zählratenverteilung berechnen.

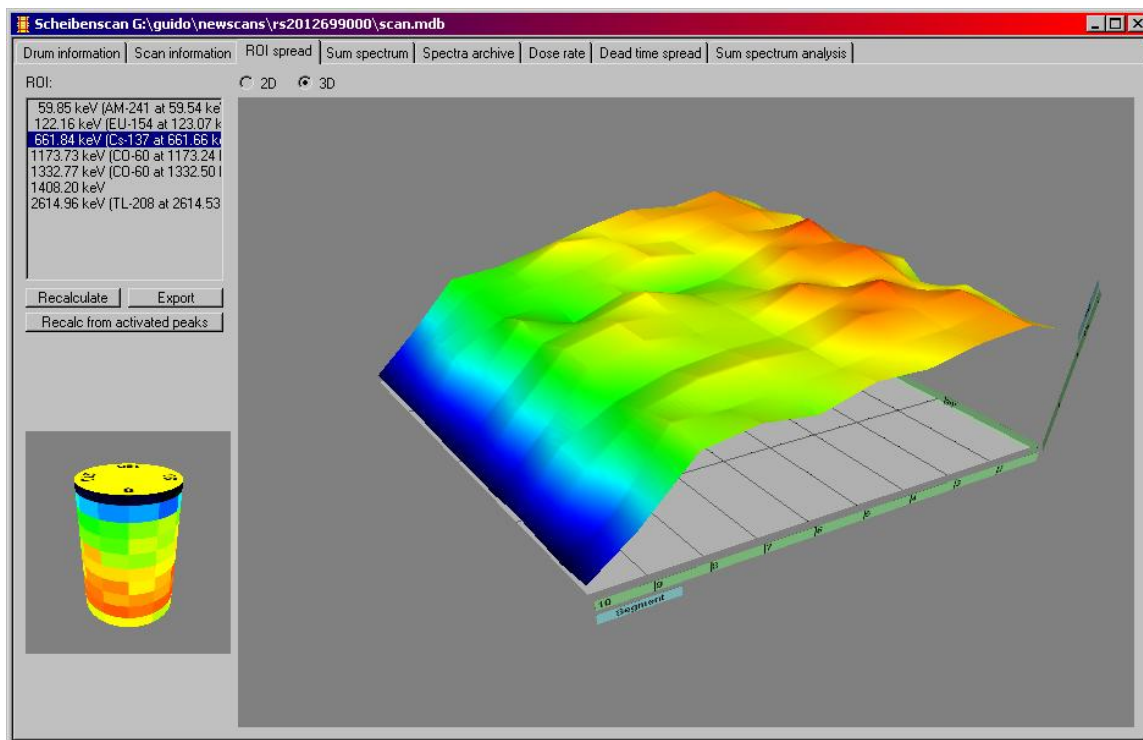


Abb. 5: Darstellung der Zählratenverteilung.

Die 3D-Darstellung lässt sich mit der Maus anfassen und in beliebige Richtungen drehen. Nach einem Doppelklick mit der linken Maustaste in die 3D-Darstellung lässt sich die Verteilung verschieben. Ein erneuter Doppelklick schaltet wieder in den Drehmodus zurück.

Ein Rechtsklick auf die 3D-Verteilung fragt den Messwert an dieser Stelle ab. Er wird oberhalb der Fassdarstellung angezeigt.

Die Darstellung des Fasses lässt sich ebenfalls mit der Maus drehen und von allen Seiten betrachten. Die Farbezuordnung entspricht der in der 3D-Darstellung.

In der 2D-Darstellung (siehe Abs. 4, Abb. 1) gibt der in hellerem Rot dargestellte Bereich eines Balkens den Konfidenzbereich zu einer Standardabweichung des Messsignals an. Der Erwartungswert liegt also in der Mitte des hellroten Bereichs eines Balkens. Dies lässt eine einfache Beurteilung der Signifikanz zu einer Zählrate zu und unterstützt bei der Beurteilung der Schwankungen.

8.5 Ortsdosisleistung

Die gemessene Ortsdosisleistung wird auf der Registerkarte ‚Dosisleistung‘ angezeigt. Es können verschiedene Sonden angewählt werden. Die Darstellungsoptionen entsprechen



denen der Zählratenverteilungen in Abs. 8.4. Außerdem kann ein xy-Plot aller Sonden, für die eine Oberflächenverteilung aufgezeichnet wurde, angewählt werden.

8.6 Neutronenzählrate

Die gemessene Neutronenzählrate wird auf der Registerkarte ‚Neutronenmessung‘ angezeigt. Die Darstellungsoptionen entsprechen denen der Zählratenverteilungen in Abs. 8.4.

8.7 Totzeitverteilung

SCANNER32 gibt zu jeder Messposition die Totzeit in Prozent an und stellt diese in einem Balkendiagramm auf der Registerkarte ‚Totzeitverteilung‘ dar. Dies dient der Kontrolle akzeptabler Totzeiten.

Anmerkung: Starke Schwankungen in der Totzeit können sehr große Auswirkungen auf die Korrektheit der Messung haben. Etwa bei starken, räumlich konzentrierten Quellen kann es hierdurch zu einer stärkeren Auswirkung kommen als durch Abweichungen von der Homogenitätsbedingung der Kalibrierung. Die Verwendung eines ‚Zero-Dead-Time‘-Modus wie etwa beim ‚DSpec Plus‘ der Firma Ortec eliminiert diese Fehlerquelle. Dann ist die Angabe der Totzeitverteilung sinnlos und die Registrierkarte enthält für jeden Messpunkt den Wert Null.

8.8 Zusätzliche Informationen

Die Seite mit den zusätzlichen Informationen enthält die dem Scan gemäss Konfiguration hinzugefügten Informationsfelder, die hier mit Informationen und Werten belegt werden können. Beispielhaft ist die Darstellung in folgendem Bild zu sehen:



Scheibenscan G:\guido\newscans\rs2012699000\scan.mdb				
Drum information Additional information Scan information ROI spread Sum spectrum Spectra archive Dose rate Dead time spread Sum spectrum analysis				
Description	Value/Information	Unit	Range	
Contamination Alpha	<0.4	Bq/cm ²	-	
Contamination Beta	<0.4	Bq/cm ²	-	
CH4 concentration	0	%	0..50	

Nur Eintragungen in der Spalte „Wert/Information“ können modifiziert werden, indem das Feld doppelt angeklickt wird.

9 Auswertung

Die Auswertung eines Scans erfolgt in folgenden Schritten:

1. Spektrenanalyse

Die Spektrenanalyse erfolgt mit dem Gamma-Vision 32-Analysetool oder mittels InterWinner, so wie es der Anwender unter ‚Einstellungen/Auswertung Analyse‘ ausgewählt hat. Als Ergebnis werden, abhängig vom Analysetool (siehe /4/), zu jeder Gamma-Linie der Bibliothek die Peaknettozählrate, die zugehörige relative Unsicherheit und der MDA-Wert an die SCANNER32-Software zurückgegeben.

2. Schwächungskorrektur

Zu jeder Gamma-Linie der Bibliothek wird die entsprechende Schwächungskorrektur nach den Voreinstellungen (‚Einstellungen/Detektorsysteme‘, Abs. 4.4.3) durchgeführt.

3. Berechnung der spezifischen Aktivität



Zu jeder Gamma-Linie wird die spezifische Aktivität durch Division der Peaknettozählrate durch die Übergangswahrscheinlichkeit aus der Nuklidbibliothek und der Punktquelleneffizienz sowie Multiplikation mit dem unter 2. berechneten Korrekturfaktor bestimmt.

Bei der Berechnung des spezifischen MDA-Wertes wird analog verfahren, allerdings wird hier der von Gamma-Vision 32 übergebene MDA-Wert erst mit Hilfe der Gamma-Vision 32-Kalibrierung in eine Zählrate umgerechnet.

4. Berechnung der Gesamtaktivität

Aus den spezifischen Aktivitäten der einzelnen Gamma-Linien werden die Nuklidaktivitäten durch die Berechnung des fehlergewichteten Mittels ermittelt. Der Anwender kann dabei entscheiden, welche Gamma-Linien bei der Berechnung berücksichtigt werden sollen.

5. Prüfung und Ausgabe der Ergebnisse

Die Prüfung der Ergebnisse wird durch die Visualisierung verschiedener Größen über der Gebindeoberfläche unterstützt. Nach der Analyse werden die Ergebnisse gespeichert und können als Messprotokoll ausgedruckt werden, dessen Layout mittels ‚Crystal Reports‘ vorgegeben wird. Im Betriebsmodus für die Fassmessenanlage des Kernkraftwerk Würgassen wird das Begleitblatt ausgedruckt. Es ist nicht mittels „Crystal Reports“ erstellt und kann daher nicht verändert werden.

9.1 Spektrumsanalyse und Aktivitätsberechnung

Die Spektrumsanalyse und die Berechnungen der Gesamtaktivität werden im Wesentlichen unter den Registerkarten ‚Summenspektrumsanalyse‘ (Abb. 6) und ‚Summenspektrum‘ (Abs. 8.12, Abb. 4) durchgeführt. Dabei dient die letztgenannte Registerkarte insbesondere zur Überprüfung des Analyseergebnisses. Sollte die Notwendigkeit bestehen die Matriceigenschaften zu ändern, kann dies durch ‚Matrix editieren‘ auf der Registerkarte ‚Fassinformationen‘ durchgeführt werden. Dies löscht die aktuellen Analyseergebnisse, da die Fasseigenschaften neu quantifiziert werden müssen.



Scheibenscan G:\Scans\Steiner\MS006811_002\scan.mdb

Wirksame Fläche F0 (cm²): 126.071

Nuklide:

Name	spez. Aktivität (Bq/g)	Unsicherheit spez. A...	spez. MDA (Bq/g)	Aktivität (Bq)	Unsicherheit Aktivität...	MDA (Bq)
Co-60	<MDA	55.9469	1.955e+000	<MDA	55.9559	6.195e+005
Cs-134	<MDA	0	2.996e+000	<MDA	1	9.495e+005
Cs-137	<MDA	67.8707	3.286e+000	<MDA	67.878	1.041e+006
Pb-212	6.832e+002	15.5359	6.203e+000	2.165e+008	15.568	1.966e+006
Bi-212	2.569e+003	12.8183	4.369e+001	8.141e+008	12.8573	1.385e+007
Pb-214	1.032e+001	31.452	7.090e+000	3.270e+006	31.4679	2.247e+006
Bi-214	3.994e+001	18.6729	1.161e+001	1.266e+007	18.6997	3.680e+006
Ac-228	2.610e+003	15.5312	8.612e+000	8.273e+008	15.5634	2.729e+006
Tl-208	7.148e+002	15.5317	3.474e+000	2.265e+008	15.5639	1.101e+006

Peaks:

A.	Bibl. Energie (keV)	Fitenergie (keV)	Üw (%)	FWHM (keV)	Netto (cps)	zus. Bkg (cps)	Unsicherheit ...	spez. Akt. (Bq/g)	Unsicherheit ...	spez. MDA (Bq/g)
☒	1173.24	1172.81	99.9736	1.78238	0.024	0	263.592	0.234936	264.049	1.95812
☒	1332.5	1332.31	99.9856	1.90649	0.188	0	54.0383	1.87711	56.2241	1.95469

Bibl. Energie (keV)	Effizienz	Bkg (cts)	Netto (cts)	Mue/Rho Aktiv	Mue/Rho Pass	Mue/Rho Wand	Punktq. Akt. (Bq)	Punktq. MDA (Bq)
1173.24	5.11349e-005	10705.3	65.6739	0.0587439	0.0670544	0.0549964	469.37	3912.06
1332.5	4.69944e-005	9947.2	515.804	0.0550159	0.0628368	0.0514682	4010.76	4176.52

Abb. 6: Registerkarte für die Summenspektrumsanalyse.

Rot markiert sind die Nuklide, deren berechnete Aktivität über der Nachweisgrenze (MDA) liegt.

In der Peak-Liste werden die Peaks gelb markiert, bei denen eine manuelle Korrektur vorgenommen wurde (siehe unten).

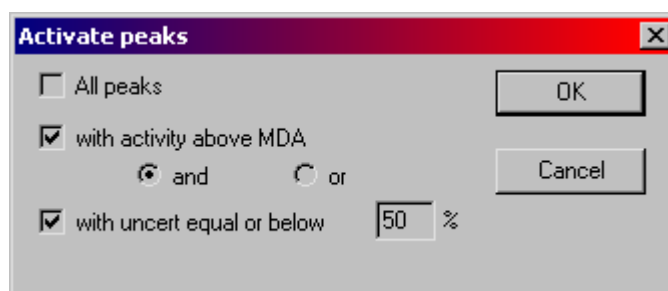
Die Bedeutung der Buttons der in Abb. 6 dargestellten Registerkarte ‚Summenspektrumsanalyse‘ sind in folgender Tabelle zusammengestellt:



Button	Bedeutung
Analysieren	Löscht bisherige Analyseergebnisse und führt eine neue Spektrumsanalyse sowie eine SCANNER32- Schwächungskorrektur durch.
Löschen	Löscht die bisherige Analyse.
Schwächung	Führt eine Neuberechnung der SCANNER32-Schwächungskorrektur durch ohne eine neue Spektrenanalyse
Akt. berechnen	Berechnet die Nuklidaktivitäten aus den ‚Aktiv‘ markierten Gamma-Energien.
Bibliothek/Parameter	Öffnet einen Dialog zum Austausch der Nuklidbibliothek für die Gamma-Vision 32-Analyse bzw. InterWinner-Parameterdatei
TXT-Export*	Exportiert die Analyseergebnisse in die Textdatei ‚Found.txt‘.
Dosisleistung*	Schätzt die Dosisleistung aus der Gesamtaktivität unter der Annahme einer homogenen Aktivitäts- und Matrixverteilung (Beton) ab.
Ident. ROI Export	Exportiert die ROIs der als ‚Aktiv‘ gekennzeichneten Gamma-Linien in die Datei ‚Ident.roi‘.
N. ident. ROI Export	Exportiert sämtliche nicht in der Bibliothek gefundenen Gamma-Linien in die Datei ‚Unident.roi‘.
Peaks aktivieren	Öffnet den im Anschluss an diese Tabelle dargestellten Dialog zur Aktivierung von Peaks.
Alle Peaks deaktivieren	Deaktiviert sämtliche als ‚Aktiv‘ gekennzeichneten Peaks.
Peaks aus ROI aktivieren	Setzt Peaks auf ‚Aktiv‘, die in einer ROI-Datei markiert sind.
Speichern und ext. An. *	Weitere Berechnungen mit einer externen Analyse-DLL ausführen

Die mit * gekennzeichneten Buttons werden nur auf dem Entwicklungssystem angezeigt.

Der durch Drücken des Buttons ‚Peaks aktivieren‘ erscheinende Dialog erlaubt die Aktivierung von Peaks, die in einen festzulegenden MDA- und/oder Fehlerbereich fallen. Es können außerdem alle Bibliotheksenergien durch ‚Alle Peaks‘ aktiviert werden.

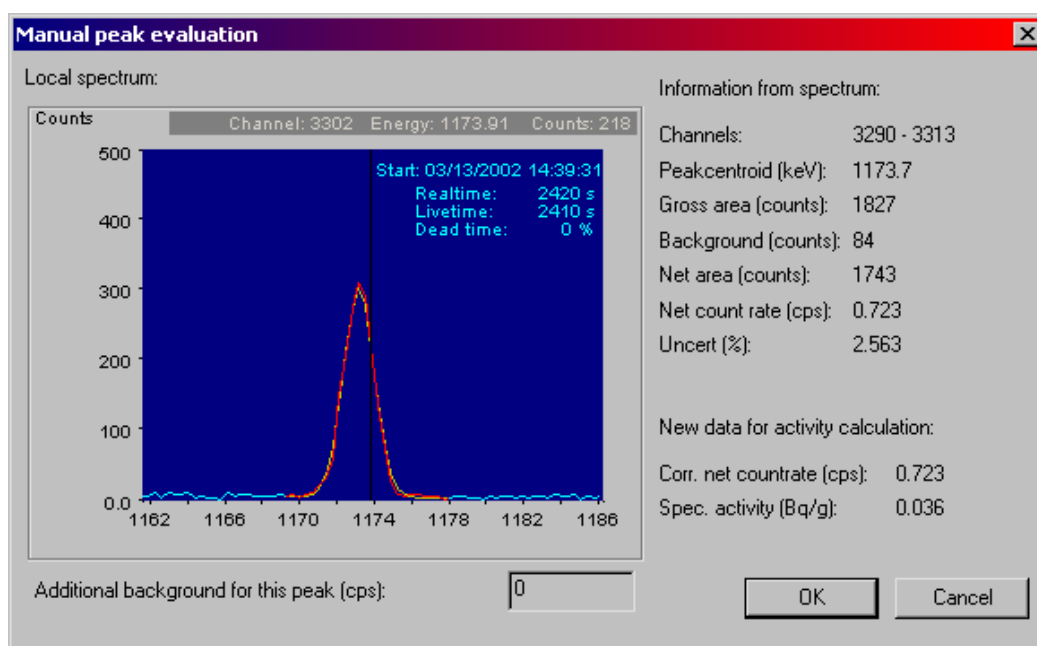


Die Analyse eines Summenspektrums startet man durch Drücken des Buttons



‚Analysieren‘. Dies bewirkt zunächst ein Löschen der bisherigen Auswertungsergebnisse und initiiert eine neue Analyse des Summenspektrums, die Durchführung der Schwächungskorrektur und die Berechnung der spezifischen Aktivität zu jeder Bibliotheksenergie sowie die Ausgabe der Ergebnisse in die Tabellen der Registerkarte ‚Summenspektrumsanalyse‘. Die Tabelle ‚Nuklide‘ enthält eine Liste der Nuklide, die in der Nuklidbibliothek enthalten sind. Durch Klicken auf ein Nuklid in der Tabelle ‚Nuklide‘ werden in der Tabelle ‚Peaks‘ die zu dem entsprechenden Nuklid gehörenden Gamma-Energien, zugehörige Analyseergebnisse, Bibliotheksdaten, Materialdaten, die Effizienz sowie das Ergebnis der Berechnung der spezifischen Aktivität und des spezifischen MDA-Wertes angezeigt.

In einigen Fällen führt die Berechnung der Peaknettofläche durch das Peakfitting von Gamma-Vision 32 zu unbefriedigenden Resultaten. Dies geschieht insbesondere dann, wenn sich die Energiekalibrierung über einen großen Energiebereich erstreckt und bei hoher Energie unter großer FWHM bei schlechter Statistik ausgewertet werden muss, etwa um die 2,614 MeV-Linie des Tl-208 einzuschließen. Für solche Fälle steht für einzelne Linien eine alternative Methode zur Verfügung, die aktiviert wird indem mit der rechten Maustaste auf die entsprechende Energie in der Tabelle ‚Peaks‘ auf der Registerkarte ‚Summenspektrumsanalyse‘ geklickt wird. Dann erscheint folgender Dialog:





Hier wird die Peakauswertung durchgeführt, die im Gamma-Vision 32-Manual als ‚Total Summation Method‘ bezeichnet wird. Die Ergebnisse sind unter ‚Informationen aus dem Spektrum‘ zusammengestellt. Unter ‚Neue Daten für die Aktivitätsauswertung‘ steht die korrigierte Nettozählrate und die sich daraus ergebende spezifische Aktivität. Außerdem besteht die Möglichkeit einen Untergrund anzugeben, der abgezogen wird, bevor die spezifische Aktivität berechnet wird. Der Ausschnitt des Spektrums lässt sich vertikal genauso skalieren wie in den anderen Spektrumsdarstellungen (durch die Maus, die Pfeiltasten bzw. durch Klick auf die Achsen). Durch Ändern der Breite des angegebenen ROIs (siehe Abs. 8.12) lässt sich das Ergebnis optimieren. Klickt man ‚OK‘ werden die korrigierten Daten übernommen, ansonsten verworfen. Diese Funktion steht für Analysen, die mit InterWinner durchgeführt worden, nicht zur Verfügung, da InterWinner nicht alle notwendigen Informationen über den Peak-Fit zur Verfügung stellt.

Im nächsten Schritt wird aus den individuellen Gamma-Energien der Nuklide die spezifische Nuklidaktivität in Bq/g und die Gesamtnuklidaktivität in Bq berechnet. Hierzu sind die Gamma-Energien, die bei der Berechnung berücksichtigt werden sollen, in der ersten Spalte der Tabelle ‚Peaks‘ zu aktivieren. Ist dies für alle Nuklide geschehen, erfolgt die Berechnung der Aktivität durch Drücken des Buttons ‚Akt. berechnen‘. Die Tabelle ‚Nuklide‘ wird nun um die Ergebnisse ergänzt.

Damit ist die Auswertung zunächst abgeschlossen.

Es wird aber dringend eine detaillierte Prüfung der Auswertung, wie in Abs. 9.2 beschrieben, empfohlen.

9.2 Prüfung der Auswertung

Die Auswertung kann an verschiedenen Stellen fehlerhaft bzw. unvollständig sein. Dies ist der Fall, wenn die Nuklidbibliothek nicht alle Nuklide enthält, die im Gebinde enthalten sind, die spezifische Aktivitäten eines Nuklids stark streuen, die Oberflächenzählratenverteilung starke Schwankungen aufweist oder die aus der Aktivität abgeschätzte Dosisleistung nicht zur gemessenen Dosisleistung passt.

9.2.1 Vollständigkeit der Nuklidliste

Um die Nuklidliste auf Vollständigkeit zu prüfen, stellt man durch Drücken des Buttons ‚Ident. Peaks‘ die ausgewählten Gamma-Linien im Summenspektrum auf der



‚Registerkarte‘ Summenspektrum dar (Abb. 4). Nun wird im Spektrum geprüft, ob Peaks vorhanden sind, die nicht markiert sind. Sollte dies der Fall sein, ist zu prüfen, ob dieser Peak zu einem Nuklid gehört, das in der Liste vorhanden ist und bereits durch eine andere Gamma-Energie repräsentiert wird. Ist dies nicht der Fall, ist die Nuklidbibliothek um das nicht berücksichtigte Nuklid zu erweitern und die Auswertung gemäß Abs. 9.1 zu wiederholen.

Neben dieser Prüfung lassen sich durch Drücken des Buttons ‚n. ident. Peaks‘ auch die Gamma-Energien, denen in der Spektrumsanalyse kein Nuklid zugeordnet werden konnte, als ROI im Summenspektrum darstellen. Dann ist zu prüfen ob es sich bei den nicht zugeordneten Peaks tatsächlich um statistisch relevante Signale handelt. In einem solchen Falle folgt die Prüfung und das weitere Vorgehen dem im letzten Abschnitt beschriebenen Procedere.

9.2.2 Vergleich der spezifischen Aktivitäten

Hat ein Nuklid mehr als eine Gamma-Linie, müssen die für diese Energien berechneten spezifischen Aktivitäten im Rahmen der Unsicherheiten gleich sein. Dies lässt sich auf der Registerkarte ‚Summenspektrumsanalyse‘ am einfachsten prüfen. Klicken auf ein Nuklid in der Tabelle ‚Nuklide‘ lässt in der Tabelle ‚Peaks‘ die Peaks des entsprechenden Nuklids erscheinen. In der Spalte ‚spez. Akt.‘ kann nun die Schwankung der spezifischen Aktivität beurteilt werden.

Als Hilfe lässt sich die Peaktabelle durch Klicken auf eine Spalte nach der entsprechenden Größe aufsteigend sortieren. So kann z.B. ein Trend der spezifischen Aktivität mit steigender Energie leicht festgestellt werden.

Sind die spezifischen Aktivitäten im Rahmen der Unsicherheiten nicht gleich, so ist davon auszugehen, dass die Kalibrierungsbedingungen nicht erfüllt sind. Dann können die zu erwartenden Unsicherheiten der Ergebnisse deutlich höher sein als die angegebenen und eine intensivere Untersuchung des Gebindes sollte unternommen werden. Ein weiteres Indiz für Abweichungen von den Kalibrierungsbedingungen ergibt sich aus der Prüfung der Oberflächenzählratenverteilung (siehe Abs. 9.2.3).

9.2.3 Zählratenverteilungen

Die Kalibrierung des Messsystems erfolgt unter der Bedingung einer homogenen Matrix-



und Aktivitätsverteilung. Das bedeutet, die Zählrate an jedem Messpunkt auf der Oberfläche sollte im Rahmen der statistischen Unsicherheit konstant sein. Ist dies nicht der Fall, muss davon ausgegangen werden, dass die Kalibrierungsbedingungen nicht erfüllt sind und die zu erwartenden Unsicherheiten der Ergebnisse deutlich höher sein können als angegeben. Eine detaillierte Untersuchung des Gebindes mit weiterführenden Methoden sollte unternommen werden.

Anmerkung: Sollte die Oberflächenzählrate nur einen vertikalen Trend haben, hat dies keinen negativen Einfluss auf das Messergebnis solange sichergestellt ist, dass die Matrix den angegebenen Matriceigenschaften entspricht (Homogenität, Füllstand, siehe Abs. 5.3.3).

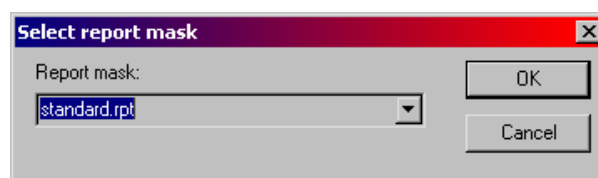
9.2.4 Dosisleistungsberechnung

Durch Vergleich der gemessenen Dosisleistung, die auf der Registerkarte ‚Dosisleistung‘ angezeigt wird, mit der auf der Basis der gemessenen Aktivität berechneten Dosisleistung, können Rückschlüsse darauf gewonnen werden, ob die Messung tatsächlich mit dem angegebenen Detektorsystem durchgeführt wurde. Dabei ist eine Abweichung um einen Faktor zwei bis drei noch tolerierbar, da die auf der Basis der Simulation und berechneten Aktivitäten angegebene Dosisleistung nur als Abschätzung zu verstehen ist.

9.3 Protokoll

9.3.1 Standard-Protokollgenerierung

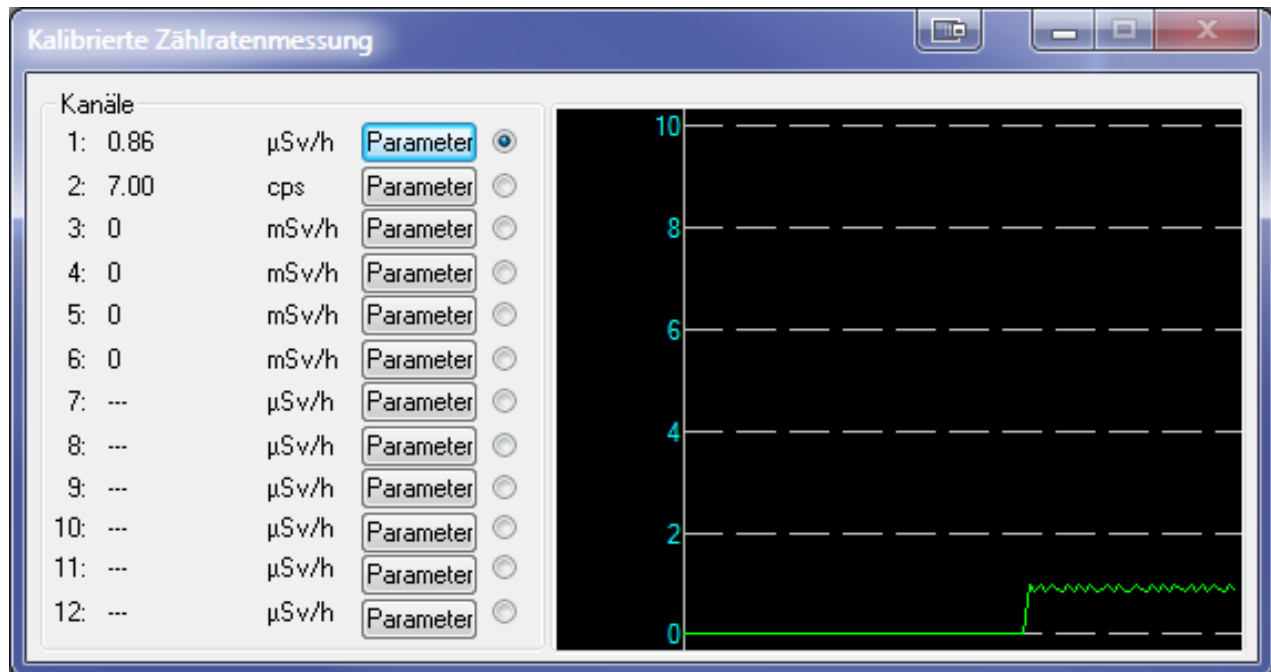
Unter ‚Scan/Drucken‘ lässt sich der Ausdruck des Protokolls starten. Es erscheint zunächst ein Dialog, in dem die Vorlage auszuwählen ist:



Drücken von ‚OK‘ führt zur Erzeugung des Ausdruckes auf dem Standarddrucker des Systems.

10 Kalibrierte Zählratenmessung

Im Fenster „Kalibrierte Zählratenmessung“ werden die aktuellen Werte der Dosisleistungssonden und Neutronenzählern angezeigt:



Für jeden Zählkanal wird der kalibrierte, aus einer Zählrate abgeleitete, Messwert angezeigt. Die hier angezeigten Werte werden in Scans übernommen.

Über den Radio-Button rechts des jeweiligen Parameter-Buttons wird festgelegt, welcher Kanal im Chart angezeigt wird.

Die Festlegung der Einstellungen für jeden Messkanal erfolgt über den jeweiligen Parameter-Button. Es erscheint das folgende Fenster für die kanalspezifischen Einstellungen, hier am Beispiel eines Dosisleistungskanals:



Einheit:	µSv/h
Nulleffekt:	0.01 cps
Totzeit:	1 µs
Zählrohrtyp:	☐ GM ☒ Prop
Kalibrierung:	0.123 µSv/h/cps
Geometriefaktor:	1
Ausfallschwelle:	0.123 µSv/h
Mittelungszeit für Ausfallüberwachung:	10 s

OK Cancel

Die Rohzählrate wird um den Nulleffekt sowie die Totzeit korrigiert. Diese korrigierte Zählrate wird mit dem Kalibrierfaktor und Geometriefaktor multipliziert, um die Dosisleistung zu erhalten.

Im Fall der Messung der Dosisleistung mit Messgeräten der Firma Graetz, die bereits kalibrierte Dosisleistungswerte übertragen, findet nur noch eine Verrechnung mit dem Kalibrierfaktor und dem Geometriefaktor statt, um die Messwerte an die Geometriesituation am Fass anzupassen.

Ferner wird die Schwelle für die Ausfallüberwachung und die hierfür verwendete Mittelungszeit festgelegt. Liefern Sonden einen Messwert unterhalb ihrer Ausfallschwelle, erscheint ein Warnungsfenster, das darüber informiert:



Die Ausfallüberwachung wird deaktiviert, indem die Ausfallschwelle auf 0 gesetzt wird.



Anhang

Anhang 1	Relevante Dokumente
Anhang 2	Struktur einer EFT-Datei
Anhang 3	Dateien eines Scans



Anhang 1: Relevante Dokumente

/1/	P. Filß: Specific activity of large volume sources determined by a collimated external gamma-detector, Atomkernenergie Nr. 3 (1989)
/2/	H.-J. Sanden, G.Caspary, et.al.: Optimisation of gamma assay techniques for the standard quality checking of nuclear waste packages and samples, Final Report, Euratom, EUR 19127 EN, 1999
/3/	G.Caspary , H.-J. Sanden: Optimisation of gamma assay techniques for the quality checking of radioactive waste packages, ENTRAP Workshop on "Past, present and future of QA/QC on radioactive waste", 19 and 20 June 200 in Petten, Netherlands
/4/	Gamma Vision 32, Version 5.31, Software Manual
/5/	P. Filß: Gamma-spectroscopic measurements of waste drums, Proceedings of the 3rd International Seminar on 'Radioactive Waste Products', Würzburg, 23 to 26 June 1997
/6/	National Institute of Standards and Technology: Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficients and Mass Energy-Absorption Coefficients http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoeff/cover.html
/7/	BNC, G. Caspary, BNC16-01 Scanner32 Aktivitätsbestimmung



Anhang 2: Struktur einer EFT-Datei

39.91	5.64336E-08	0.237035807
45.39	1.09848E-07	0.050766277
59.54	2.56044E-07	0.057133309
79.61	3.94635E-07	0.061784786
121.78	4.76587E-07	0.046607028
244.7	3.94715E-07	0.048045135
302.85	3.33722E-07	0.049796235
344.28	3.09211E-07	0.046707762
356.02	2.95799E-07	0.049598236
661.66	1.90893E-07	0.048062304
778.9	1.68887E-07	0.048203475
964.08	1.42295E-07	0.047657266
1173.24	1.22769E-07	0.046054067
1332.5	1.11659E-07	0.046054067
1408.01	1.07375E-07	0.047359635
2614.5	6.22008E-08	0.046350135
FitType = 3 3 20.000000		

Die Datensätze beginnen direkt in der ersten Zeile!

Die erste Spalte enthält die Energie in keV.

Die zweite Spalte enthält die Nachweisempfindlichkeit (KEINE Prozentangaben!).

Die dritte Spalte enthält die relative Unsicherheit der Nachweisempfindlichkeit (KEINE Prozentangaben!).

Die letzte Zeile enthält die Anweisungen für den Fit in Gamma-Vision 32.



Anhang 3: Dateien eines Scans

Ein Scan besteht immer aus mindestens den folgenden Dateien (ein * symbolisiert, dass der Dateiname aufgrund gewählter Scanparameter variiert):

Analyse.job	Job-Datei für GammaVision für die Erstellung von SPC-Dateien für die Analyse durch das GammaVision-Analysemodul
*.lib	Bibliotheksdatei im GammaVision-Format oder InterWinner-Format, enthält die Nuklidbibliothek für die Analyse
*.clb	Kalibrationsdatei im GammaVision-Format, enthält die Effizienzkalibrierung für GammaVision
*.sdf	Analysevoreinstellungsdatei im GammaVision-Format, enthält alle Voreinstellungen für die Analyse durch das GammaVision-Analysemodul
Processinfo.txt	Textdatei, die die Prozessinformationen über den Ablauf des Scans enthält, wie sie während eines automatischen Scheibenscans entstehen
Scan.mdb	SCANNER32-Datenbank im MS-Access 2000 Format mit den Informationen zum Scan sowie den Auswerteergebnissen, sofern die Daten nicht in anderen hier erwähnten Dateien vorliegen
Scan*.pln	Komprimiertes Spektrenarchiv im SCANNER32-Format
Scanpln.inf	SCANNER32-Datei mit beschreibenden Informationen zum Spektrenarchiv
*.roi	ROI-Datei im GammaVision-Format, die zur Ermittlung der ROI-Verteilung während des Scans verwendet wurde
Sum.chn	CHN-Datei im GammaVision-Format, die das Summenspektrum bzw. bei Zero-Dead-Time-Scans das Errorspektrum enthält
Sumz.chn	CHN-Datei im GammaVision-Format, die bei Zero-Dead-Time-Scans das Zero-Dead-Time-Spektrum enthält (die Datei wird nur im ZDT-Mode angelegt)
Sum.msk	SCANNER32-Datei, die eine Kopie der ROI-Maske des verwendeten MCBs enthält
Sum.rpt	Textdatei, die von GammaVision während der Analyse geschrieben wird und die Analyseergebnisse des GammaVision-Analysemoduls enthält
Sum.spc	SPC-Datei im GammaVision-Format, die das Summenspektrum enthält, wie es zur Analyse durch das GammaVision-Analysemodul verwendet wurde
Sum.ufo	UFO-Datei im GammaVision-Format, die die Analyseergebnisse der Analyse durch das GammaVision-Analysemodul enthält
Template.spc	SPC-Datei im GammaVision-Format, die ein Abbild des verwendeten MCBs unmittelbar vor dem Scan enthält (Kanalinhalt leer)
Thisscan.prg	SCANNER32-Datei, die den Ablauf des Scans beschreibt, wie wenn er bei der Konfiguration eines Scans als Scanprogramm gespeichert wird
Interwinner.par	Parameterdatei von InterWinner mit den entsprechenden Voreinstellungen für die Analyse
SUM.SPE	Summenspektrum im InterWinner-Format