

**LUFA-ITL GmbH
Dr. Hell Str. 6
24107 Kiel**

Labor der AGROLAB-Gruppe

**Zusätzliche unabhängige
Umgebungsüberwachung
im Bereich der Schachtanlage Asse II**

Bericht für das Jahr 2017

Kiel, 30.06.2018

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Art und Umfang der Untersuchungen	5
2.1	Zu untersuchende Umweltmedien.....	5
2.2	Untersuchungsumfang.....	5
2.3	Probenahmepunkte.....	6
2.4	Probentransport.....	6
3	Übersicht der durchgeführten Probenahmen.....	7
3.1	Probenahmepunkte der Blatt- und Nadelproben.....	8
3.2	Probenahmepunkte der Bodenproben.....	9
3.3	Probenahmepunkte der Milchproben.....	10
3.4	Probenahmepunkte der Ernte-, Obst- und Gemüseproben.....	11
3.5	Probenahmepunkte der Wasserproben.....	12
3.6	Probenahmepunkte der Waldmeisterproben.....	13
4	Messverfahren.....	14
4.1	Gammastrahlungsmessung.....	14
4.2	Strontium-90 Bestimmung.....	15
4.3	Tritium (H-3) Bestimmung.....	15
5	Messwerte und Ergebnisse.....	16
5.1	Nachweisgrenzen.....	17
5.2	Messwerte für Kalium-40.....	18

5.3	Messwerte für Cäsium-137.....	19
5.4	Messwerte für Blei-210.....	20
5.5	Messwerte für Strontium-90.....	21
6	Interpretation der Messwerte.....	23
6.1	Kalium-40.....	23
6.2	Kobalt-60.....	23
6.3	Tritium (H-3).....	23
6.4	Cäsium-137.....	24
6.5	Cäsium-134.....	24
6.6	Strontium-90.....	25
6.7	Blei-210.....	25
7	Zusammenfassung.....	26

1 Einleitung

Im Jahr 2009 wurde von den örtlichen Landwirten und Bürgern eine zusätzliche unabhängige Umgebungsüberwachung für die Schachtanlage Asse II gefordert. Diese soll die Belange der Bürgerinnen und Bürger der Region berücksichtigen. Es wurde ein Untersuchungsprogramm erstellt, bei dem die Umweltmedien mit denen die Bevölkerung aus der näheren Umgebung der Asse II täglich in Kontakt steht, kontinuierlich auf Radionuklide untersucht werden. Diese ergänzende unabhängige Umgebungsüberwachung, die neben dem gesetzlich gemäß REI vorgeschriebenen unabhängigen Umgebungsüberwachungsprogramm durchgeführt wird, ist seit 2009 etabliert.

Von 2009 bis 2011 war die Durchführung der ergänzenden unabhängigen Umgebungsüberwachung an die LUFA Nord-West, sowie die Bezirksstelle Braunschweig der Landwirtschaftskammer Niedersachsen vergeben. Für die Jahre 2012 bis 2014 wurde das Untersuchungsprogramm vom Bundesamt für Strahlenschutz in Salzgitter (BfS) neu ausgeschrieben. Bei der Vergabe erhielt die LUFA-ITL GmbH in Kiel den Zuschlag. Der Auftrag ist Ende 2014 vom BfS bis 2017 verlängert worden. Die LUFA-ITL GmbH ist ein Labor der AGROLAB-Laborgruppe (www.agrolab.de). Die radiochemische Abteilung der LUFA-ITL GmbH hat eine über 50-jährige Erfahrung in Planung und Durchführung von Umgebungsüberwachungen gem. der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI), sowie eine über 25-jährige Erfahrung bei der Umsetzung der § 3 Messungen nach dem Strahlenschutz-Vorsorge Gesetz (StrVG, AVV-IMIS). Im Zuge der Umgebungsüberwachung für die Schachtanlage Asse II führt die LUFA-ITL GmbH auch die Ansprache der Landwirte und probegebenden Bürger, die Probenahmeplanung, sowie die Probenahme selbst durch.

Bei dem Messprogramm handelt es sich um eine von den betroffenen Landwirten und probengebenden Personen der Region, in Abstimmung mit der Arbeitsgemeinschaft „Umgebungsüberwachung Schachtanlage Asse“ initiierte, ergänzende unabhängige Umgebungsüberwachung. Das Untersuchungsprogramm soll vor diesem Hintergrund Vertrauen aufbauen, ein Verhältnis zwischen Landwirt und Untersuchungsinstitut schaffen und nicht als staatliche Überwachungsmaßnahme gelten. Es geht in diesem Programm darum, Vertrauen in die Sicherheit der Nahrungsmittelproduktion und der Lebensgrundlagen im Umfeld der Asse zu schaffen und zu erhalten, sowie darüber hinaus ökonomische Werte und Existenzgrundlagen in der Region zu sichern.

Es wird darauf hingewiesen, dass Inhalt und Umfang dieses Programms mit Vertretern des Bundesamtes für Strahlenschutz, der Asse-GmbH, des Landvolkes Niedersachsen e.V. und der AG Umgebungsüberwachung abgestimmt wurde. Dazu zählen sowohl die zu untersuchenden Umweltmedien, wie auch die zu prüfenden Radionuklide. Das Programm wurde Ende 2017 beendet. Eine Fortführung ist vom Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) als Nachfolger der Endlagerüberwachung im BfS als Auftraggeber nicht vorgesehen.

2.3 Probenahmepunkte

Die Probenahmepunkte sind in der Regel so ausgewählt, dass sie sich sowohl innerhalb der 5-Kilometer-Zone, als auch in der 5 bis 10 Kilometer Zone um die Schachanlage Asse II herum, möglichst gleichmäßig in die verschiedenen Himmelsrichtungen, verteilen. In einigen Ausnahmefällen sind auch Proben etwas außerhalb der 10 km Zone gezogen worden.

Die Eignungskriterien für Proben und Probenahmeflächen sind wie folgt festgelegt:

- Bei Probenahmeflächen sind Grenzbereiche wie Straßen, Wege, Gräben ausgenommen
- Probenahmeflächen sind möglichst eben (keine Senken, keine Abhänge)
- Bei den Probenahmeflächen sind erforderliche Mindestabstände von Hindernissen wie Gebäuden, Bäumen und Büschen eingehalten
- Alle Probenahmepunkte sind mit GPS-Koordinaten eingemessen und auf Topographische Karten übertragen.
- Ein Teil der Proben aus den Medien Obst, Gemüse, Milch wurde nicht direkt von Feld gezogen, sondern z.B. in Hofläden gekauft oder aus Sammel tanks auf dem Hof entnommen. Die zugehörigen Probenahmepunkt - Koordinaten entsprechen dann dem Hofmittelpunkt.

Die exakten Koordinaten der jeweiligen Probenahmepunkte werden in diesem Bericht, gem. Leistungsbeschreibung BfS, aus Datenschutzgründen nicht aufgeführt.

Die Probenahme selbst erfolgte nach den *Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen* (Herausgeber: Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU).

2.4 Probentransport

Alle Proben sind z. T. gekühlt und meist am folgenden Tag per Kurierdienst in das Untersuchungslabor nach Kiel transportiert worden.

3 Übersicht der durchgeführten Probenahmen

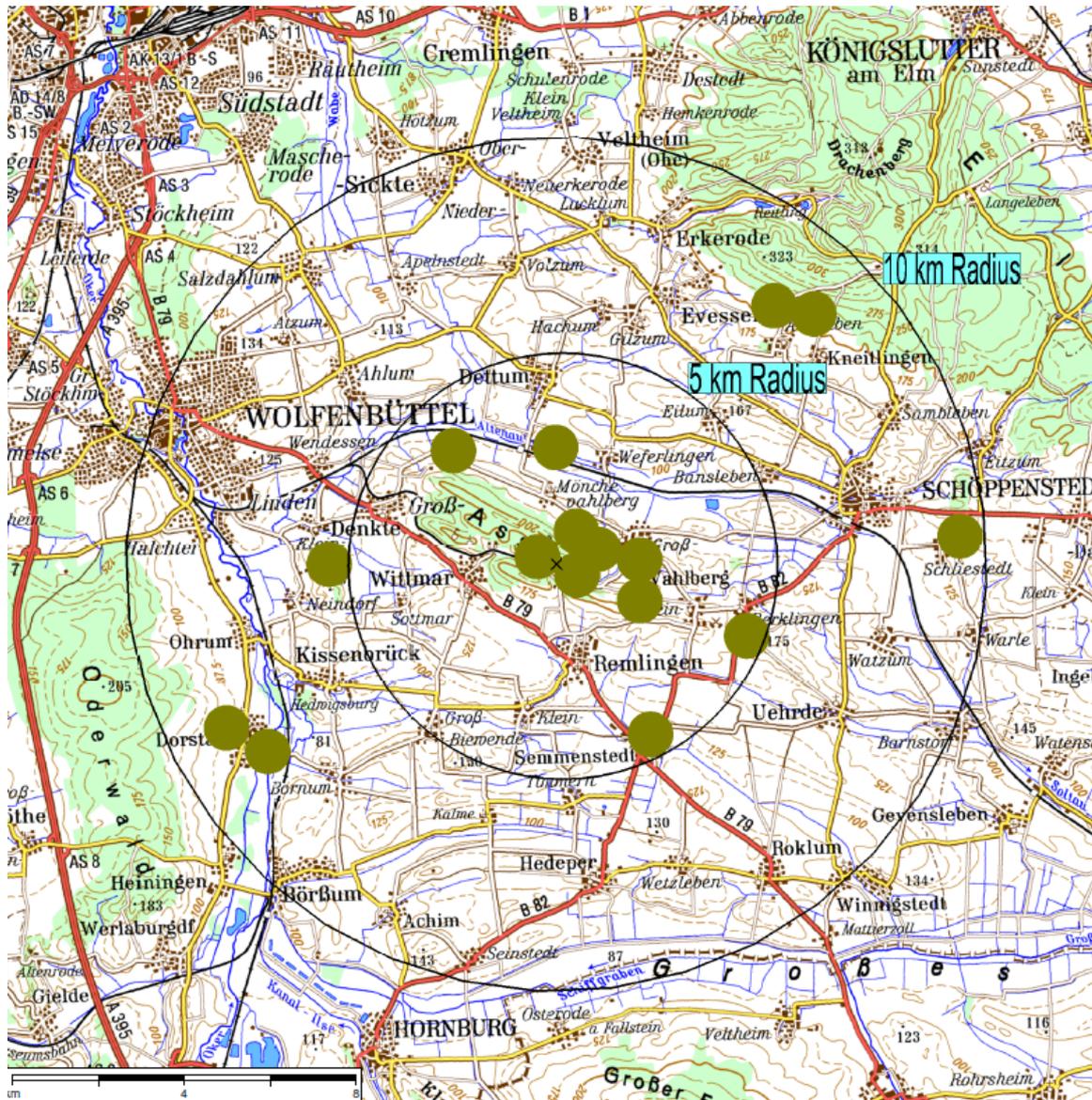
In 2017 sind insgesamt 189 Proben in einem Umkreis von 10 km Radius um die Schachanlage Asse II gezogen worden. Dabei wird unterschieden ob der Probeentnahmepunkt innerhalb eines 5 km Radius oder in einem Radius von 5 – 10 km um die Schachanlage Asse II liegt. In folgender Tabelle sind die Probenzahlen, aufgeschlüsselt nach Entnahmeradius und Umweltmedium, aufgelistet.

Tabelle 2: Probenzahlen

Matrix	5 Km Radius	10 km Radius	Gesamtzahl
Boden	10	14	24
Gras	10	14	24
Mais	7	5	12
Getreide	8	5	13
Raps	6	6	12
Zuckerrüben	6	6	12
Milch	0	5	5
Gemüse	11	14	25
Obst	6	5	11
Wasser	22	8	30
Blätter / Nadeln	10	6	16
Waldmeister	3	2	5
Gesamtzahl	99	90	189

In den folgenden Abbildungen sind die einzelnen Probenahmepunkte getrennt nach den Umweltmedien Blatt- und Nadelproben, Bodenproben, Milchproben, Gras-, Obst- und Gemüseproben, Wasserproben sowie Waldmeisterproben abgebildet. Die Probenahmepunkte sind auf der Topographischen Karte TÜK 1:200000 von Niedersachsen eingezeichnet. Sie wurden so gewählt, dass eine möglichst gute Verteilung innerhalb der zu beprobenden Radien 5 km und 10 km um die Schachanlage Asse II verteilt sind. Einzelne Punkte können zwischen den Untersuchungsjahren geringfügig abweichen. Die Probenahmepunkte der meisten Probenmatrices entsprechen in 2017 in etwa den Punkten wie in den letzten Jahren. Aufgrund von Mehrfachbeprobungen an einem Probenahmepunkt, stimmt die Anzahl der PN-Punkte auf den Abbildungen nicht mit der Anzahl der Proben pro Jahr überein.

3.1 Abbildung 1 zeigt die PN-Punkte der Blatt- und Nadelproben



TÜK 1:200000 Niedersachsen/Bremen, Maßstab 1:124044

© Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen - LGN, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2008

Seite 1 von 1

3.2 Abbildung 2 zeigt die PN-Punkte der Bodenproben



TÜK 1:200000 Niedersachsen/Bremen, Maßstab 1:124044

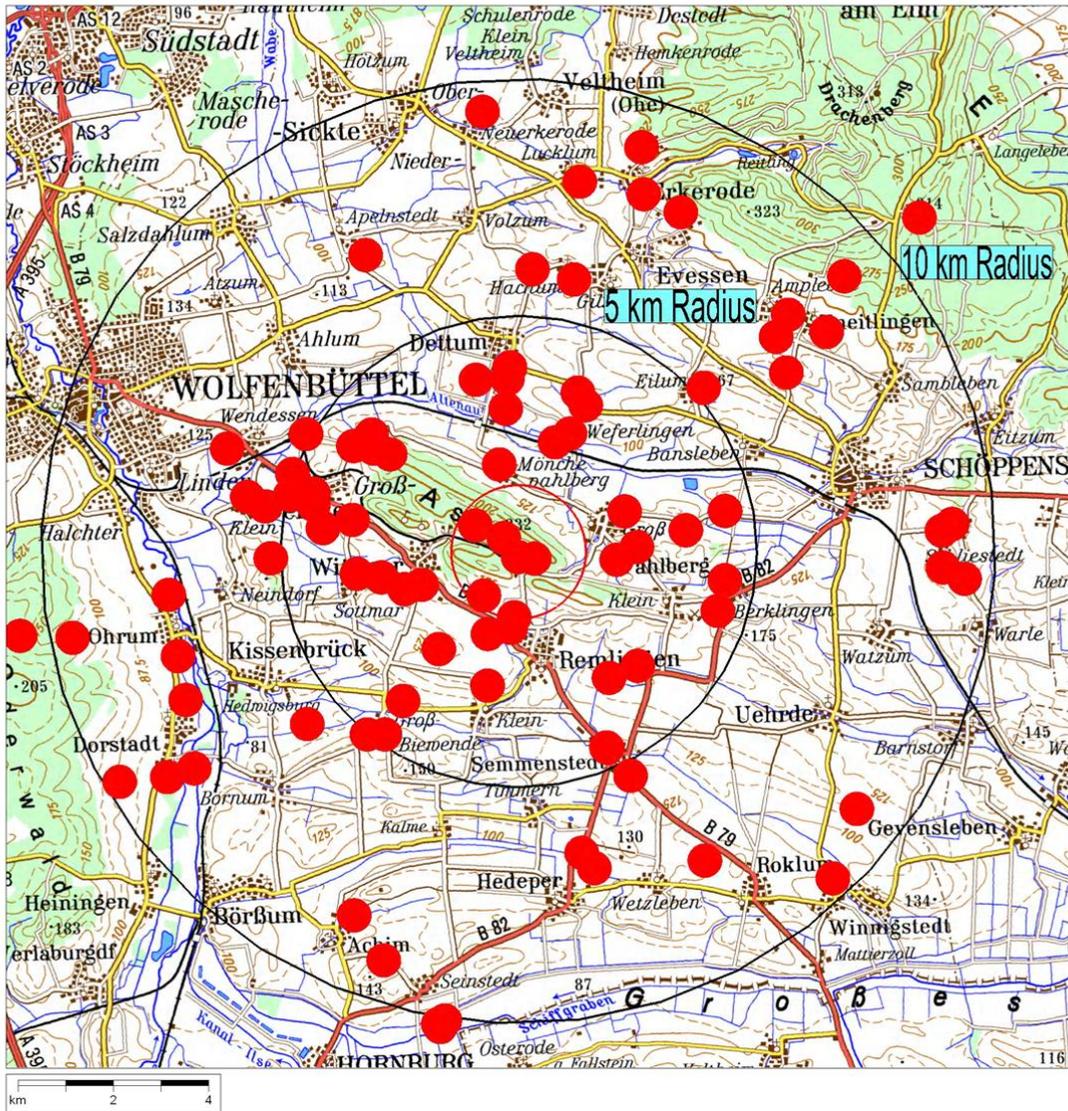
© Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen - LGN, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2008

Seite 1 von 1

3.3 Abbildung 3 zeigt die PN-Punkte der Milchproben



3.4 Abbildung 4 zeigt die PN-Punkte der Ernte-, Obst- und Gemüseproben



3.5 Abbildung 5 zeigt die PN-Punkte der Wasserproben



TÜK 1:200000 Niedersachsen/Bremen, Maßstab 1:124044

© Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen - LGN, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2008

Seite 1 von 1

3.6 Abbildung 6 zeigt die PN-Punkte der Waldmeisterproben



4 Messverfahren

Die in der LUFA-ITL Kiel durchgeführten Untersuchungen zur Bestimmung der Aktivität von Beta- und Gammastrahlern erfolgten mit den allgemein anerkannten Verfahren die für die Messung von Aktivitäten Verwendung finden. Die Methoden sind in den „Missanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen“ veröffentlicht.

Die Missanleitungen sind eine von den Leitstellen des Bundes erstellte und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) herausgegebene Methoden-Sammlung, die aus einem Allgemeinen Teil, der Eigenschaften für alpha-, beta- und gammastrahlende Radionuklide enthält und einen Überblick über Analysenverfahren für diese Nuklide gibt, und einem Teil mit Anleitungen zu Verfahren der einzelnen Leitstellen des Bundes besteht. Seit 2008 wird diese Methoden-Sammlung, auf der Internetseite des BMU veröffentlicht.

(<http://www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/strahlenschutz/radioaktivitaet-in-der-umwelt/missanleitungen>)

Auf eine ausführliche Beschreibung der Messverfahren wird hier verzichtet, da die direkten Ausführungen und Messverfahren in den jeweiligen Dokumenten des BMU detailliert beschrieben sind.

4.1 Gammaskpektrometrie

Alle Proben sind zur Messung im Untersuchungslabor LUFA-ITL GmbH in Kiel aufbereitet worden. Die Probenaufbereitung ist je nach Probenart unterschiedlich. Die Bodenproben wurden getrocknet und zerkleinert. Die Pflanzenproben sind meist frisch zerkleinert und homogenisiert worden bevor sie für die Gammamessung in sogenannte Marinellibecher abgefüllt und zur Aktivitätsmessung auf einen Gamma-Detektor gestellt wurden. Die Gamma Detektoren sind Reinst-Germanium Detektoren von der Firma Canberra. Wasserproben wurden direkt, ohne Aufbereitung gemessen.

Die gammaspektrometrische Auswertung der Spektren erfolgte mit der Software GENIE 2000 von Canberra.

Nach folgenden Missanleitungen wurde gearbeitet:

- Verfahren zur gammaspektrometrischen Bestimmung von Radionukliden in Bodenproben (F-y -SPEKT-Boden-01)

- Verfahren zur gammaspektrometrischen Bestimmung von Radionukliden in Pflanzenproben (Indikatoren), (F-y-SPEKT-PFLAN-01)
- Verfahren zur gammaspektrometrischen Bestimmung von Radionukliden in Proben von Futtermitteln und Futtermittelrohstoffen (F-y-SPEKT-FUMI-01)
- Verfahren zur gammaspektrometrischen Bestimmung von Radionukliden in Milchproben (F-y-SPEKT-MILCH-01)
- Verfahren zur gammaspektrometrischen Bestimmung von Radionukliden in Lebensmitteln (F- y-SPEKT-LEBM-01)
- Verfahren zur gammaspektrometrischen Bestimmung von Radionukliden in Oberflächenwasser (C-y-SPEKT-OWASS-01)

4.2 Strontium-90 Bestimmung

Proben, außer Wasser, bei denen Strontium-90 (Sr-90) Bestimmungen gemacht wurden, müssen zunächst für die Messung getrocknet und verascht werden. Anschließend wird eine radiochemische Aufarbeitung der Proben zur Abtrennung des Strontium-90 sowie allen störenden Radionukliden aus der Probenmatrix durchgeführt. Die eigentliche Sr-90 Messung erfolgt dann mittels eines Flüssigkeits-Szintillationsmessgerätes (LSC) der Firma Hidex. Das LSC Messgerät 300SL enthält die TDCR-Technik (**T**riple-**t**o-**D**ouble-**C**oincidence-**R**atio). Mit der TDCR-Methode ist eine automatische Quenchkorrektur (Matrixanpassung) für Betastrahler ohne Verwendung eines externen Standards zur Quenchkorrektur möglich. Eine Quenchkorrektur ist erforderlich um Einflüsse, die von unterschiedlichen Matrices herrühren können, zu berücksichtigen.

- Moderne Routine- und Schnellmethoden zur Bestimmung von Sr-89 und Sr-90 bei der Umweltüberwachung. Publikationsreihe: Fortschritte im Strahlenschutz FS-08-147-AKU, Fachverband für Strahlenschutz e.V. Radiochemische Analytik: Kapitel 2.2.3; Messtechnik: Kapitel 3.3

4.3 Tritium (H-3) Bestimmung

Für die Bestimmung der Aktivität von Tritium (H-3) wurden die Wasserproben eingeeengt und ein Aliquot des Destillats mit einem Szintillations-Cocktail zu einer Messprobe vermischt. Die Messung erfolgte mittels low-level Flüssigkeits-Szintillationsmessgerätes (LSC) 300SL der Firma Hidex.

- Verfahren zur Bestimmung der Tritiumkonzentration in Oberflächenwasser (C-H-3-OWASS-01)

5 Messwerte und Ergebnisse

In 2017 wurden 189 gammaspektrometrische Messungen sowie 157 Messungen auf Beta-Strahler (Strontium-90) durchgeführt. Weiterhin sind 30 Wasserproben zusätzlich auf Tritium (H-3) untersucht worden.

In den folgenden Tabellen sind nach Untersuchungsradien getrennt, die Probenmedien, die Anzahl der untersuchten Proben, die Mittelwerte, sowie die Minimal- und Maximalwerte der ermittelten spezifischen Aktivitäten der jeweiligen Nuklide in Bq/kg bzw. Bq/l dargestellt. Mit Ausnahme von Boden, hier sind die Werte in Bq/kg Trockenmasse (TM) angegeben, beziehen sich alle Werte auf die Frischmasse (FM). Beim Wasser und den Milchproben sind die Werte in Bq/Liter angegeben. In den nachfolgenden Ergebnistabellen 4 – 7 sind nur die Nuklide aufgeführt bei denen auch messbare Aktivitäten gefunden wurden.

Darüber hinaus sind in den Ergebnistabellen auch Vergleichswerte von den Untersuchungen aus den letzten Jahren dargestellt. Die Vergleichswerte zu diesem Überwachungsprogramm basieren auf IMIS Daten aus 2010, sowie den Jahresberichten der LUFA Nord-West und den Jahresberichten der LUFA-ITL GmbH aus 2012 – 2016. Die IMIS Vergleichswerte zeigen den Bundesdurchschnitt.

5.1 Nachweisgrenzen

Die Nachweisgrenzen der gemessenen Nuklide in den unterschiedlichen Probenarten sind in Tabelle 3 aufgelistet und orientieren sich, soweit verfügbar, an den zu erreichenden Nachweisgrenzen aus dem Programm für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS). Die Nachweisgrenzen in den folgenden Ergebnistabellen können im Einzelnen von den gem. AVV-IMIS geforderten Nachweisgrenzen abweichen.

Tabelle 3: Nachweisgrenzen gem. AVV IMIS

Medium	Nachweisgrenzen nach AVV-IMIS	
	Gammastrahlung*	Sr-90
	[Bq/kg bzw. l]	[Bq/kg bzw. l]
Boden	0,5	0,5
Gemüse	0,2	0,04
Getreide	0,2	0,04
Gras	0,5	0,05
Laub-Nadeln	0,5	keine Angabe
Mais	0,2	0,04
Milch	0,2	0,02
Obst	0,2	0,04
Raps	0,2	0,04
Wasser	0,05	0,01
Zuckerrüben	0,2	0,04

* Für die Gammastrahlung sind die Nachweisgrenzen angegeben in Bq/kg bzw. Bq/l bezogen auf Co-60. Mit Ausnahme des Mediums Boden bezieht sich die spezifische Aktivität der Feststoffproben auf die Frischmasse.

5.2 Messwerte für Kalium-40

Tabelle 4: Messwerte K-40

Medium		Boden (Bq/kg TM)	Gemüse (Bq/kg FM)	Getreide (Bq/kg FM)	Gras (Bq/kg FM)	Laub/Nadeln (Bq/kg FM)	Silomais (Bq/kg FM)	Milch (Bq/l)	Obst (Bq/kg FM)	Raps (Bq/kg FM)	Wasser (Bq/l)	Zuckerrüben (Bq/kg FM)	Waldmeister (Bq/kg FM)
5 km Radius	Anzahl **	10	11	8	10	10	7	0	6	6	23(9)	6	3
	Mittelwert	594	121	114	164	127	130	-	107	190	1,22	48	192
	Min	515	95	103	58	73	88,6	-	41	159	0,34	39	185
	Max	634	178	125	241	226	201	-	291	217	2,77	51	204
10 km Radius	Anzahl **	14	14	5	14	6	5	5	5	6	7(1)	6	2
	Mittelwert	650	115	121	192	90	147	56	82	190	0,74	42	144
	Min	605	55	109	87	65	130	50	48	173	0,74	36	91
	Max	702	241	125	285	106	162	67	192	254	0,74	52	197
Vergleichswerte ***													
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2012	621	208	133	196	126	138	61	55	217	nn	55	194
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2013**	589	115	141	169	141	103	64	66	232	1,14(4)	52	318
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2014**	616	127	134	174	124	162	66,3	59,9	225	2,3 (3)	19	226
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2015**	632	125	126	186	120	106	66	59	213	1,9(3)	59	195
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2016**	636	140	137	183	114	125	58	67	216	1,9(9)	53	213
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2017**	627	118	117	181	113	137	56	95	205	1,18(10)	45	173
IMIS	Mittelwert 2010	448	104	129	252	279	- *	51	56	278	0,1	393	- *

nn Wert unter der Nachweisgrenze (NWG) gem. AVV IMIS.

- Keine Messwerte vorhanden.

*) keine Werte im Bericht LUFA-Nord-West 2011 oder IMIS vorhanden

***) Anzahl Werte in Klammer gesetzt bedeutet Anzahl untersuchter Proben mit Ergebnis über der NWG. Werte unter der NWG sind statistisch nicht berücksichtigt.

****) Vergleichswerte sind berechnet aus der Summe aller Proben (5 km und 5 - 10 km Radius)

5.3 Messwerte für Cäsium-137

Tabelle 5: Messwerte Cs-137

Medium		Boden (Bq/kg TM)	Gemüse (Bq/kg FM)	Getreide (Bq/kg FM)	Gras (Bq/kg FM)	Laub/Nadeln (Bq/kg FM)	Silomais (Bq/kg FM)	Milch (Bq/l)	Obst (Bq/kg FM)	Raps (Bq/kg FM)	Wasser (Bq/l)	Zuckerrüben (Bq/kg FM)	Waldmeister (Bq/kg FM)
5 km Radius	Anzahl **	10	11	8	10(3)	10(2)	7	0	6	6	23	6	3
	Mittelwert	6,5	nn	nn	0,15	0,60	nn	-	nn	nn	nn	nn	nn
	Min	5,4	nn	nn	0,11	0,22	nn	-	nn	nn	nn	nn	nn
	Max	7,5	nn	nn	0,15	0,98	nn	-	nn	nn	nn	nn	nn
10 km Radius	Anzahl **	14	14(1)	5	14(7)	6(1)	5	5	5	6	7	6	2
	Mittelwert	6,2	0,06	nn	0,22	1,85	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
	Min	4,5	0,06	nn	0,09	1,85	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
	Max	7,4	0,06	nn	0,41	1,85	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Vergleichswerte ***													
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2012	8,2	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2013**	6,9	nn	nn	0,40(7)	0,63(3)	0,03(5)	nn	nn	0,28(2)	nn	nn	0,10(1)
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2014**	6,6	0,19(1)	nn	0,26(14)	0,92(3)	nn	nn	nn	0,15(1)	nn	nn	0,15(1)
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2015**	6,6	nn	nn	0,23(10)	0,67(5)	nn	nn	nn	0,48(1)	nn	nn	0,11(1)
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2016**	6,5	nn	nn	0,21(9)	0,58(3)	0,16(1)	nn	nn	nn	nn	nn	nn
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2017**	6,3	0,06(1)	nn	0,19(10)	1,02(3)	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
IMIS	Mittelwert 2010	17	0,3	0,29	4,26	21,3	0,9	0,3	0,37	0,5	0,1	1,0	- *

nn Wert unter der Nachweisgrenze (NWG) gem. AVV IMIS.

- Keine Messwerte vorhanden.

*) keine Werte im Bericht LUFA-Nord-West 2011 oder IMIS vorhanden

**) Anzahl Werte in Klammer gesetzt bedeutet Anzahl untersuchter Proben mit Ergebnis über der NWG. Werte unter der NWG sind statistisch nicht berücksichtigt.

***) Vergleichswerte sind berechnet aus der Summe aller Proben (5 km und 5 - 10 km Radius)

5.4 Messwerte für Blei-210

Tabelle 6: Messwerte Pb-210

Medium		Boden (Bq/kg TM)	Gemüse (Bq/kg FM)	Getreide (Bq/kg FM)	Gras (Bq/kg FM)	Laub/Nadeln (Bq/kg FM)	Silomais (Bq/kg FM)	Milch (Bq/l)	Obst (Bq/kg FM)	Raps (Bq/kg FM)	Wasser (Bq/l)	Zuckerrüben (Bq/kg FM)	Waldmeister (Bq/kg FM)
5 km Radius	Anzahl **	10(4)	11	8	10(5)	10(6)	7(1)	0	6	6	23(2)	6	3
	Mittelwert	22,1	nn	nn	14,9	30,3	4,7	-	nn	nn	1,22	nn	nn
	Min	16,0	nn	nn	7,5	14,2	4,7	-	nn	nn	0,37	nn	nn
	Max	25,9	nn	nn	25,4	46	4,7	-	nn	nn	2,77	nn	nn
10 km Radius	Anzahl **	14(5)	14(2)	5(1)	14(8)	6(2)	5(2)	6	5(1)	6(1)	7(1)	6	2
	Mittelwert	24,7	nn	11,6	11,3	14,9	10,4	nn	2,5	10,8	0,72	2,5	nn
	Min	23,6	nn	11,6	4,5	8,7	4,0	nn	2,5	10,8	0,72	2,5	nn
	Max	25,4	nn	11,6	17,0	21,1	16,8	nn	2,5	10,8	0,72	2,5	nn
Vergleichswerte ***													
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2012	34,4	-	1,0	12,0	14,9	2,4	nn	nn	1,79	nn	-	nn
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2013 **	18,8(10)	41,4(1)	nn	12,4(13)	19,0(6)	2,3(1)	nn	nn	nn	nn	nn	11,9(3)
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2014 **	25,0(6)	nn	nn	15,3(1)	19,6(9)	10,3(1)	nn	5,2(1)	8,7(1)	2,1(3)	nn	nn
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2015**	23,8(13)	nn	14,5(1)	10,8(13)	29,5(7)	nn	nn	8,1(1)	nn	2,5(4)	nn	nn
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2016**	25,3(8)	nn	nn	18,7(11)	11,8(7)	30,2(1)	nn	nn	nn	nn	nn	9,0
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2017**	25,1(9)	nn	11,6(1)	12,7(13)	26,3(8)	8,50(3)	nn	2,5(1)	10,8(1)	1,18(3)	2,5(1)	nn
IMIS *	Mittelwert 2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

nn Wert unter der Nachweisgrenze (NWG) gem. AVV IMIS.

- Keine Messwerte vorhanden.

*) keine Werte im Bericht LUFA-Nord-West 2011 oder IMIS vorhanden

***) Anzahl Werte in Klammer gesetzt bedeutet Anzahl untersuchter Proben mit Ergebnis über der NWG. Werte unter der NWG sind statistisch nicht berücksichtigt.

****) Mittelwerte sind berechnet aus der Summe aller Proben (5 km und 5 - 10 km Radius)

5.5 Messwerte für Strontium- 90

Die Strontium-90 Bestimmung ist gem. Auftrag des BfS nicht bei allen Proben des Untersuchungsprogrammes durchgeführt worden.

Folgende Umweltmedien sind auf Sr-90 untersucht:

Medium	Radius	
	Innerhalb 5 km	Innerhalb 5 - 10 km
Boden	alle	alle
Gemüse	alle	alle
Getreide	alle	alle
Gras	alle	alle
Laub-Nadeln	keine	keine
Mais	alle	alle
Milch	-	alle
Obst	ca. 3/4	ca. 3/4
Raps	keine	keine
Waldmeister	alle	alle
Wasser	alle	alle
Zuckerrüben	alle	alle

Tabelle 7: Messwerte Sr-90

Medium		Boden (Bq/kg TM)	Gemüse (Bq/kg FM)	Getreide (Bq/kg FM)	Gras (Bq/kg FM)	Laub/Nadeln (Bq/kg FM)	Silomais (Bq/kg FM)	Milch (Bq/l)	Obst (Bq/kg FM)	Raps (Bq/kg FM)	Wasser (Bq/l)	Zuckerrüben (Bq/kg FM)	Waldmeister (Bq/kg FM)
5 km Radius	Anzahl **	10	11	8	10	0	7(6)	0	4(2)	0	23	6(5)	3
	Mittelwert	1,03	0,09	0,08	0,20	-	0,08	-	0,13	-	nn	0,09	1,48
	Min	0,05	0,04	0,03	0,04	-	0,02	-	0,02	-	nn	0,06	0,63
	Max	2,12	0,18	0,11	0,38	-	0,30	-	0,24	-	nn	0,12	2,52
10 km Radius	Anzahl **	14	14	5	14 (12)	0	5(4)	5	3	0	7	6	2
	Mittelwert	0,97	0,13	0,06	0,21	-	0,16	nn	nn	-	nn	0,05	0,63
	Min	0,29	0,02	0,04	0,04	-	0,07	nn	nn	-	nn	0,02	0,39
	Max	2,09	0,47	0,09	0,30	-	0,34	nn	nn	-	nn	0,08	0,87
Vergleichswerte ***													
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2012	1,38	0,09	0,06	0,29	-	0,09	0,04	0,17	-	nn	0,21	0,87
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2013 **	1,37	0,08 (13)	0,11	0,16	-	0,14	0,05	0,05	-	nn	0,12	1,29
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2014 **	1,24	0,17 (11)	0,09 (12)	0,17	-	0,09 (11)	0,14(1)	0,07(1)	-	0,014 (2)	0,12	0,98
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2015**	2,33	0,11	0,08	0,22	-	0,11	0,03	0,03	-	0,014 (6)	0,10	1,10
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2016**	1,82(22)	0,12	0,12	0,24	-	0,17	0,05	0,05(7)	-	0,017 (16)	0,098	1,02
LUFA-ITL GmbH	Mittelwert 2017**	0,99	0,12	0,07	0,20 (12)	-	0,11 (10)	nn	0,13(2)	-	nn	0,07 (11)	1,14
IMIS	Mittelwert 2010	1,7	0,10	0,15	0,41	- *	- *	0,03	0,04	- *	nn	- *	- *

nn Wert unter der Nachweisgrenze (NWG) gem. AVV IMIS.

- Keine Messwerte vorhanden.

*) keine Werte im Bericht LUFA-Nord-West 2011 oder IMIS vorhanden

***) Anzahl Werte in Klammer gesetzt bedeutet Anzahl untersuchter Proben mit Ergebnis über der NWG. Werte unter der NWG sind statistisch nicht berücksichtigt.

****) Vergleichswerte sind berechnet aus der Summe aller Proben (5 km und 5 - 10 km Radius)

6 Interpretation der Messwerte

6.1 Kalium-40 (K-40)

Das natürliche Kalium besteht zu 0,012% aus dem radioaktiven Isotop Kalium-40 mit einer Halbwertszeit von 1,27 Milliarden Jahren. Die Aktivität von natürlichem Kalium beträgt ca. 32 Becquerel pro Gramm Kalium. Das im menschlichen Körper enthaltene Kalium verursacht etwa 10 % der natürlichen Strahlenbelastung eines Menschen.

Folgende durchschnittlichen Kalium-40 Aktivitäten finden sich in:

pflanzliche Nahrungsmittel	50 – 400	Bq/kg Frischmasse (FM)
Gras, Blätter, Nadeln	100 – 400	Bq/kg FM
Kuhmilch	50	Bq/Liter
Fleisch (Rind)	100	Bq/kg FM
Wasser	< 5	Bq/Liter

Alle in den Proben gemessenen K-40 Aktivitäten sind natürlichen Ursprungs.

6.2 Kobalt-60 (Co-60)

Kobalt-60 ist ein künstliches Nuklid mit einer Halbwertszeit von 5,3 Jahren. Es findet hauptsächlich Anwendung in der Medizin und Industrie als Gammastrahlungsquelle, z. B. in der Krebstherapie oder bei der Materialprüfung. Kobalt-60 ist ebenfalls in Brennelementen bei den in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken enthalten. Es wurde auch in der Schachanlage Asse nachgewiesen.

Alle auf Kobalt-60 untersuchten Proben zeigten keine messbaren Aktivitäten. Die Nachweisgrenzen für Co-60 gem. AVV- IMIS sind in Tabelle 1 enthalten.

6.3 Tritium (H-3)

Tritium ist ein natürliches Isotop, das u.a. durch kosmische Strahlung in den obersten Schichten unserer Atmosphäre entsteht. Es hat eine Halbwertszeit von 12,3 Jahren. Neben dem natürlich vorhandenen Tritium stammt der größere Teil an Tritium in der Erdatmosphäre aus der Kernspaltung. Weitestgehend aus dem Fallout der Kernwaffentests in den 60- und 70er Jahren. Tritium ist nicht stark radiotoxisch, kann jedoch in Form von Wasser vom Körper aufgenommen und gespeichert werden. Es wurde daher in allen Wasserproben des Asse Untersuchungsprogrammes untersucht.

Die auf Tritium untersuchten Wasser Proben zeigen keine messbaren Aktivitäten. Die Nachweisgrenze für Tritium gem. AVV- IMIS liegt bei 10 Bq/l.

6.4 Cäsium-137 (Cs-137)

Cs-137 hat eine Halbwertszeit von 30,2 Jahren und ist ein künstliches radioaktives Nuklid. Wie auch andere künstlich erzeugte Nuklide entsteht Cs-137 als Spalt- und Aktivierungsprodukt bei der Kernspaltung von Uran-235 und Plutonium-239, darüber hinaus auch bei der Aktivierung von Materialien durch Beschuss mit Neutronen oder geladenen Teilchen. Der Großteil der heute gemessenen Aktivität von Cäsium-137 stammt zum einem aus den oberirdischen Kernwaffenversuchen in den 60er und 70er Jahren (dabei gelangten die radioaktiven Stoffe in sehr hohe Luftschichten, wo sie dann global verteilt wurden) und zum anderen aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl am 26.4.1986. Cäsium verlagert sich nur langsam in tiefere Bodenschichten. Somit befindet sich sowohl, dass nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl, als auch das infolge der Kernwaffentests abgelagerte Cs-137 noch weitestgehend im Oberboden. Die in 2016 gefundenen Cs-137 Aktivitätswerte sind vergleichbar mit den Werten, die in diesem Programm in den letzten Jahren ermittelt wurden. Auch die IMIS-Überwachungswerte aus anderen Regionen in Deutschland zeigen in etwa die gleiche Belastung.

Ein Aktivitätsbeitrag für Cs-137 aus der Schachanlage Asse ist derzeit nicht erkennbar. Die festgestellten Cs-137 Aktivitäten sind auf die Kernwaffenversuche der 60- und 70er Jahre sowie auf das Reaktorunglück von Tschernobyl zurückzuführen.

6.5 Cäsium-134 (Cs-134)

Cs-134 ist ein künstliches Radionuklid mit einer Halbwertszeit von etwas über 2 Jahren und somit deutlich kurzlebiger als das Cs-137. Das durch die Kernwaffenversuche und den Unfall in Tschernobyl freigesetzte Cs-134 ist inzwischen weitestgehend zerfallen. Heute nachgewiesenes Cäsium-134 muss aus anderen Quellen stammen.

Alle auf Cs-134 untersuchten Proben zeigten keine messbaren Aktivitäten.

6.6 Strontium-90 (Sr-90)

Sr-90 ist ein reiner künstlicher β -Strahler mit einer Halbwertszeit von 28,8 Jahren. Sr-90 entsteht als Produkt in der Kernspaltung von Uran. Hauptproblem bei Sr-90 ist seine chemische Ähnlichkeit mit Calcium, weshalb das Isotop u.a. in Knochen eingebaut wird. Sr-90 kann daher z.B. infolge der weltweiten Tests von Kernwaffen problemlos in den Zähnen von Menschen mit Geburtsdatum nach 1963 festgestellt werden.

Sr-90 ist in einigen Proben mit geringen spezifischen Aktivitäten gemessen worden. Der Vergleich mit den aus dem AVV-IMIS Untersuchungsprogramm veröffentlichten Sr-90 Aktivitäten und den gemessenen Sr-90 Aktivitäten im übrigen Bundesgebiet, zeigt, dass die in den Proben des Asse Untersuchungsprogrammes gefundenen Aktivitäten auf die Kernwaffenversuche der 60er und 70er Jahre sowie auf das Reaktorunglück in Tschernobyl zurückzuführen sind und nicht mit Ableitungen aus der Schachanlage Asse II in Verbindung gebracht werden können.

6.7 Blei-210 (Pb-210)

Das Bleiisotop Pb-210 entsteht aus dem Zerfall des Edelgases Radon (Rn-222), welches über die Uran / Radiumzerfallsreihe aus dem in der Erdkruste vorhandenen natürlichen Uran (U-238) entstanden ist. Das Radon entweicht als Gas in die Atmosphäre. Dort bildet sich Pb-210, welches dann mit Regenfällen ausgewaschen wird und sich in regenwassergespeisten Systemen z. B. Oberboden, Oberflächenwasser oder Pflanzen anreichert, bzw. dort nachgewiesen werden kann. In der Nähe von Radon-Emittenten ist daher mit höheren Pb-210 Gehalten zu rechnen. Die Halbwertszeit von Pb-210 beträgt 22,3 Jahre.

Da Blei-210 eine Bedeutung für die Beurteilung der Ableitungen aus dem Schacht ASSE II haben könnte, wurde Pb-210 auch in allen Asse Proben bestimmt. Die gemessenen Aktivitäten für Pb-210 liegen in einem Bereich der auch in anderen Teilen Deutschlands zu finden ist und können somit nicht mit den Ableitungen der Schachanlage Asse in Verbindung gebracht werden. Die vom Landesamt für Umweltschutz (LAU) Halle im Untersuchungsprogramm der unabhängigen Messstelle zur Umgebungsüberwachung für die Jahre 2009 bis 2011 festgestellten Pb-210 Aktivitäten in Boden- und Grasproben liegen in den gleichen Größenordnungen.

7 Zusammenfassung

In einem Umkreis von bis zu 10 km um die Schachanlage Asse II wurde in 2 Radien von 5 km bzw. 10 km verschiedene Umweltmedien und Lebensmittel beprobt, mit denen die Bürger der Region direkten Kontakt haben können, bzw. Handel betreiben. Zu den untersuchten Umweltmedien gehören Proben von Boden, Gras, Mais, Getreide, Raps, Zuckerrüben, Milch, diverse Obst- und Gemüsesorten, Brunnenwasser und Oberflächenwasser, Nadeln und Laub, sowie Waldmeister.

Soweit vorgesehen wurden einige Probenarten zweimal jährlich, andere Probenarten nur einmal jährlich durch Mitarbeiter der Untersuchungsstelle LUFA-ITL GmbH genommen. Die jeweiligen Probeentnahmeorte wurden per GPS erfasst.

Alle Proben sind in der LUFA-ITL Kiel aufbereitet und gammaspektrometrisch, als auch größtenteils auf die Aktivität von Strontium-90 hin untersucht worden. Wasserproben sind darüber hinaus zusätzlich auf die Aktivität von Tritium (H-3) hin überprüft worden.

In den gemessenen Proben konnten spezifische Aktivitäten von Kalium-40 (K-40), Cäsium-137 (Cs-137), Blei-210 (Pb-210) sowie von Strontium-90 (Sr-90) nachgewiesen werden. Die Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide Cobalt-60 (Co-60) und Cäsium-134 (Cs-134) lagen in allen Proben unter den Nachweisgrenzen, wie auch die Tritium (H-3) - Aktivitätskonzentration in den Wasserproben.

K-40 ist ein natürlich vorkommendes Isotop und daher überall dort anzutreffen wo Kalium vorhanden ist. Die Aktivitäten von Pb-210 lassen sich auf den Zerfall von natürlichem Uran (Uran / Radiumzerfallsreihe) zurückführen, bei dem dieses Isotop entsteht. Die gefundenen Aktivitäten von Cs-137 und Sr-90 sind vergleichbar mit Vorjahreswerten der Umgebungsüberwachung und den Mittelwerten aus den IMIS Untersuchungen die für das gesamte Bundesgebiet vorliegen. Die Aktivitäten sind somit auf die Kernwaffenversuche der 60er Jahre und auf das Reaktorunglück von Tschernobyl zurückzuführen.

Ein Aktivitätsbeitrag der Schachanlage Asse II ist nicht erkennbar bzw. nicht nachweisbar.

Das Untersuchungsprogramm ist 2017 abgeschlossen worden und wird in dieser Form derzeit nicht weitergeführt.