

Ringversuch Leonhard Moll - Zement Probe 4

Veranstalter des Ringversuchs: Leonhard Moll Betonwerke GmbH Co & KG, Hannover

Ringversuchsmaterial: Zement Probe 4

RV geschlossen: 2016 - 7

Literatur: Bericht: Ringversuch Zementanalysen

Hauptelemente [MA%]

	CRB	RV	1sRV	Z-Score
Al ₂ O ₃	5,060	5,420	0,460	-0,780
CaO	65,180	65,240	1,040	-0,060
Cr ₂ O ₃	0,010	0,010	0,000	0,000
Fe ₂ O ₃ -tot	1,620	1,660	0,060	-0,670
K ₂ O	0,800	0,800	0,020	0,000
MgO	1,020	0,920	0,210	0,480
Mn ₂ O ₃	0,040	0,040	0,010	0,000
Na ₂ O	0,260	0,240	0,020	1,000
Na ₂ O-Äqu.	0,790	0,770	0,020	1,000
P ₂ O ₅	0,240	0,230	0,010	1,000
SiO ₂	20,600	20,810	0,290	-0,720
SrO	0,250	0,250	0,000	0,000
SO ₃	2,450	2,530	0,160	-0,500
TiO ₂	0,270	0,240	0,060	0,500
LOI	2,120	2,240	0,120	-1,000

Legende

CRB: Ergebnisse CRB – **RV:** Ergebnisse Ringversuch -- **1s-RV:** Standardabweichung Ringversuch

Z-Score: Differenz des Messwertes vom Mittelwert des Ringversuchs -- * Wert nicht zertifiziert



Leonhard Moll Betonwerke GmbH Co & KG

Ringversuch Zementanalysen

06.07.16

M. Eng. Anna Tsevochkina



Inhalt

1. Ziel	3
2. Teilnehmer	3
3. Durchführung	3
4. Ergebnisse	5
5. Zusammenfassung.....	9
6. Abbildungsverzeichnis	10



1. Ziel

Das Ziel des Ringversuches ist es, die Analyseergebnisse mehrerer Zementproben die mit unterschiedlichen Prüfmethoden in mehreren Laboren ermittelt wurden zu vergleichen. Es wurden die Schwankungen bei der Prüfung der einzelnen Parameter ermittelt und jeweils die Mittelwerte sowie Standardabweichung von jedem Element über fünf Labore berechnet.

2. Teilnehmer

1. HeidelbergCement AG, Werk Hannover
2. CRB Analyse Service GmbH, Hardegsen
3. Verein Deutscher Zementwerke (VDZ), Düsseldorf
4. Wilhelm Dyckerhoff Institut (WDI), Wiesbaden
5. Deuna Zement GmbH, Werkslabor Deuna

3. Durchführung

Bei dem Ringversuch wurden vier Zementproben in fünf Laboren mit unterschiedlichen Verfahren untersucht. Die Untersuchungsverfahren und die Anzahl der durchgeführten Prüfungen von einer Probe, sind in den Tabellen 1 bis 4 aufgeführt. Die in den Tabellen aufgeführten Werte, sind Mittelwerte aus zwei oder mehreren Analysen. Mit der roten Farbe sind die maximalen Werte, sowie mit der blauen Farbe die kleinsten Werte markiert.

Folgende Parameter wurden in Rahmen des Ringversuches ermittelt:

- SiO_2
- Al_2O_3
- TiO_2
- P_2O_5
- Fe_2O_3
- MnO
- MgO
- CaO
- SO_3
- K_2O
- Na_2O
- Na_2O -Äquivalent (wird rechnerisch ermittelt Na_2O -Äqu = $\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \times \text{K}_2\text{O}$)
- SrO
- Cr_2O_3
- Glühverlust



Für jeden Parameter wurden der Mittelwert und die Standardabweichung über fünf Labore ermittelt.

Der SO_3 -, K_2O -, Na_2O -Gehalt und das Na_2O -Äquivalent werden separat graphisch gegenübergestellt (vgl. Diagramm 1 bis 4).



4. Ergebnisse

Tabelle 1 - Prüfwerte der Probe 1

Labor- bezeichnung	Labor 1	Labor 2	Labor 3	Labor 4	Labor 5		
Prüfmethode	RFA mit Schmelz- tablette, SO ₃ RFA mit Presstablette	RFA mit Schmelz- tablette, Cr ₂ O ₃ mit ICP-MS	RFA mit Schmelz- tablette, Cr ₂ O ₃ mit AAS	RFA mit Press- tablette	RFA mit Schmelz- tablette, SO ₃ nasschem. Analyse DIN EN 196-2		
Anzahl der Messungen	8	2	2	2	2		
Parameter [%]						Mittelwert	Standard- abweichung
SiO ₂	21,72	21,82	21,77	23,22	21,89	22,08	0,64
Al ₂ O ₃	3,39	3,43	3,52	3,76	3,63	3,55	0,15
TiO ₂	0,18	0,18	0,18	0,11	-	0,16	0,03
P ₂ O ₅	0,20	0,20	0,21	0,18	-	0,20	0,01
Fe ₂ O ₃	2,44	2,46	2,46	2,67	2,48	2,50	0,10
MnO	0,03	0,03	0,03	-	-	0,03	0,00
MgO	1,34	1,31	1,34	1,08	1,35	1,28	0,11
CaO	64,97	64,50	64,31	66,97	65,03	65,16	1,06
SO ₃	2,58	2,66	2,70	2,91	2,63	2,70	0,13
K ₂ O	0,68	0,66	0,67	0,70	0,69	0,68	0,02
Na ₂ O	0,15	0,14	0,11	0,15	0,13	0,14	0,02
Na ₂ O-Äqu.	0,60	0,57	0,55	0,61	0,58	0,58	0,02
SrO	0,15	0,15	0,16	-	-	0,15	0,01
Cr ₂ O ₃	0,01	0,01	0,01	-	-	0,01	0,00
Glühverlust	2,10	2,04	2,28	2,15	2,11	2,14	0,09

Diagramm 1 - SO₃-, K₂O-, Na₂O-Gehalt und das Na₂O-Äquivalent der Probe 2

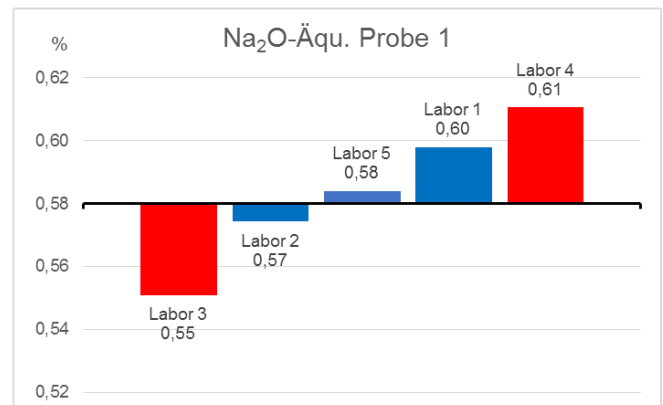
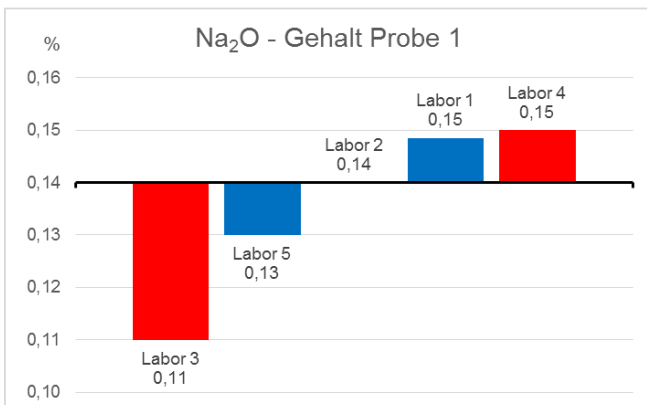
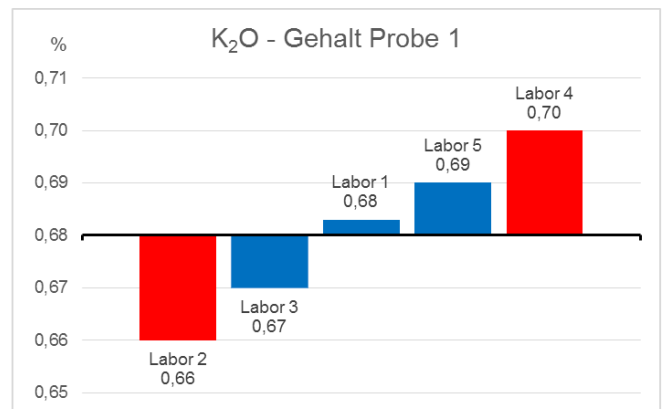
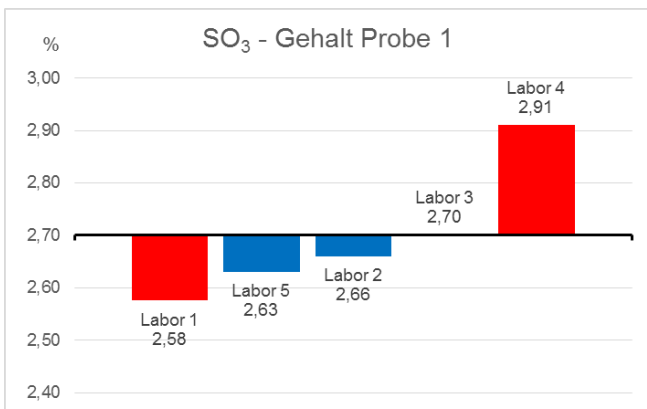




Tabelle 2 - Prüfwerte der Probe 2

Labor-bezeichnung	Labor 1	Labor 2	Labor 3	Labor 4	Labor 5		
Prüfmethode	RFA mit Schmelz-tablette, SO3 RFA mit Presstablette	RFA mit Schmelz-tablette, Cr2O3 mit ICP-MS	RFA mit Schmelz-tablette, Cr2O3 mit AAS	RFA mit Press-tablette	RFA mit Schmelz-tablette, SO3 nasschem. Analyse DIN EN 196-2		
Anzahl der Messungen	8	2	2	2	2		
Parameter [%]						Mittelwert	Standard-abweichung
SiO2	21,68	21,80	21,79	23,13	22,02	22,08	0,60
Al2O3	3,43	3,46	3,56	3,71	3,60	3,55	0,11
TiO2	0,18	0,18	0,18	0,11	-	0,16	0,04
P2O5	0,20	0,20	0,21	0,19	-	0,20	0,01
Fe2O3	2,47	2,46	2,49	2,70	2,51	2,53	0,10
MnO	0,03	0,03	0,03	-	-	0,03	0,00
MgO	1,38	1,34	1,37	1,07	1,38	1,31	0,13
CaO	65,15	64,72	64,54	67,23	65,06	65,34	1,09
SO3	2,56	2,61	2,62	2,86	2,60	2,65	0,12
K2O	0,68	0,66	0,67	0,69	0,69	0,68	0,01
Na2O	0,15	0,14	0,10	0,14	0,12	0,13	0,02
Na2O-Äqu.	0,60	0,57	0,54	0,59	0,57	0,58	0,02
SrO	0,15	0,15	0,15	-	-	0,15	0,00
Cr2O3	0,01	0,01	0,01	-	-	0,01	0,00
Glühverlust	1,90	2,00	2,28	2,28	2,11	2,11	0,17

Diagramm 2 - SO₃⁻, K₂O-, Na₂O-Gehalt und das Na₂O-Äquivalent der Probe 2

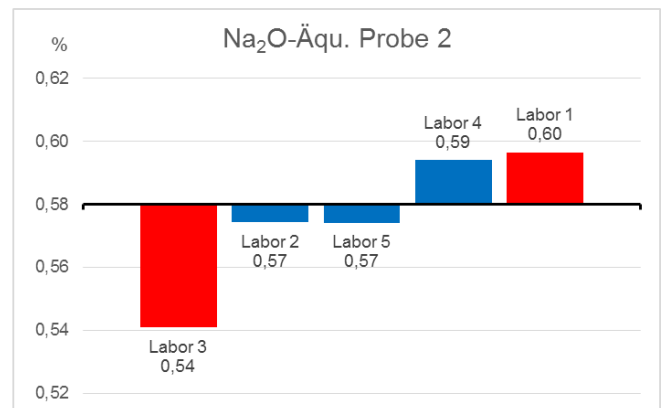
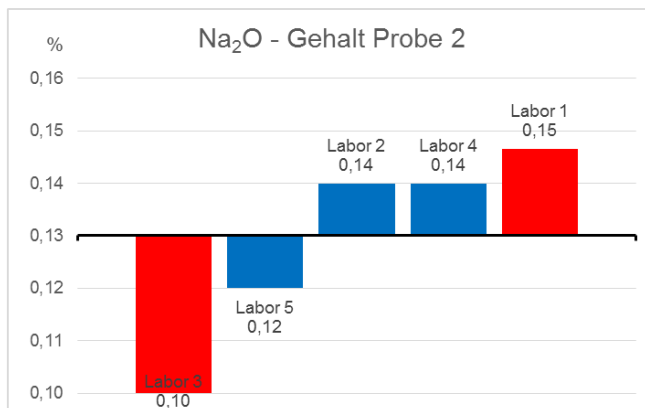
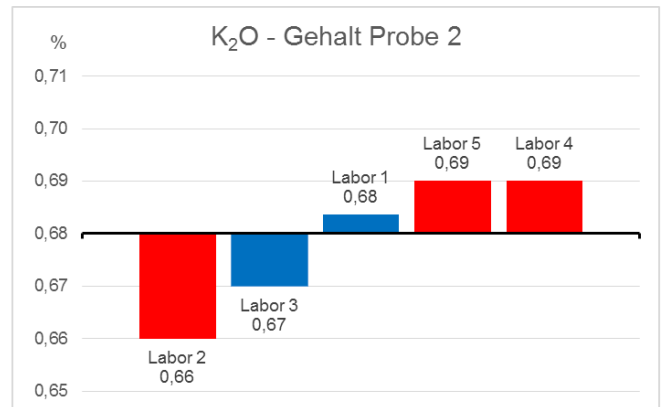
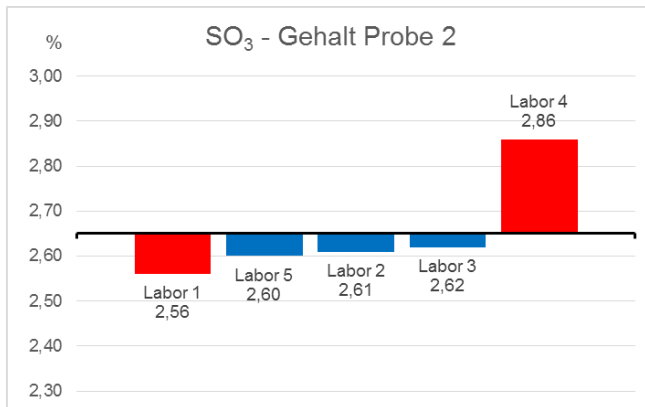




Tabelle 3 - Prüfwerte der Probe 3

Labor-bezeichnung	Labor 1	Labor 2	Labor 3	Labor 4	Labor 5		
Prüfmethode	RFA mit Schmelz-tablette, SO ₃ RFA mit Presstablette	RFA mit Schmelz-tablette, Cr ₂ O ₃ mit ICP-MS	RFA mit Schmelz-tablette, Cr ₂ O ₃ mit AAS	RFA mit Presstablette	RFA mit Schmelz-tablette, SO ₃ nasschem. Analyse DIN EN 196-2		
Anzahl der Messungen	8	2	2	2	2		
Parameter [%]						Mittelwert	Standard-abweichung
SiO ₂	20,60	20,52	20,68	21,36	20,85	20,80	0,33
Al ₂ O ₃	5,06	5,17	5,20	6,12	5,44	5,40	0,43
TiO ₂	0,27	0,27	0,26	0,17	-	0,24	0,05
P ₂ O ₅	0,24	0,23	0,24	0,22	-	0,23	0,01
Fe ₂ O ₃	1,62	1,65	1,65	1,71	1,64	1,65	0,03
MnO	0,04	0,04	0,03	-	-	0,04	0,01
MgO	1,02	0,98	1,02	0,55	1,03	0,92	0,21
CaO	65,18	64,62	64,38	67,07	65,08	65,27	1,06
SO ₃	2,45	2,53	2,55	2,82	2,51	2,57	0,14
K ₂ O	0,80	0,78	0,79	0,84	0,80	0,80	0,02
Na ₂ O	0,26	0,24	0,21	0,23	0,25	0,24	0,02
Na ₂ O-Äqu.	0,79	0,75	0,73	0,78	0,78	0,77	0,02
SrO	0,25	0,24	0,24	-	-	0,24	0,00
Cr ₂ O ₃	0,01	0,01	0,01	-	-	0,01	0,00
Glühverlust	2,12	2,16	2,37	2,28	2,19	2,22	0,10

Diagramm 3 - SO₃-, K₂O-, Na₂O-Gehalt und das Na₂O-Äquivalent der Probe 3

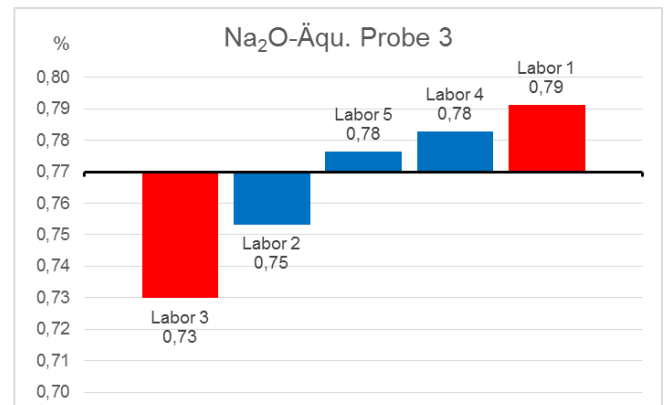
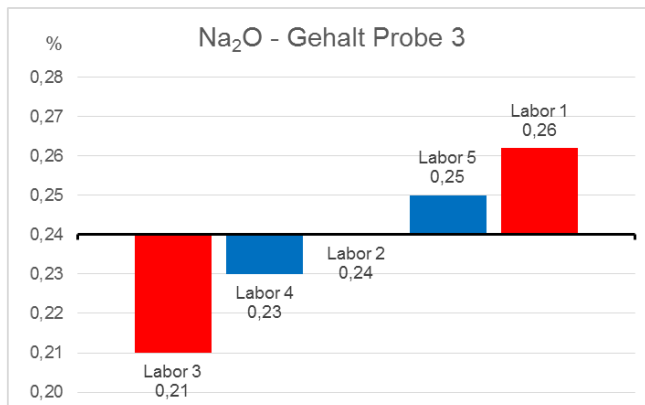
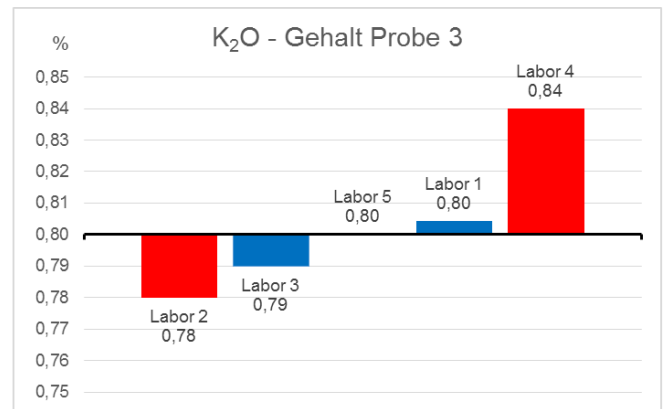
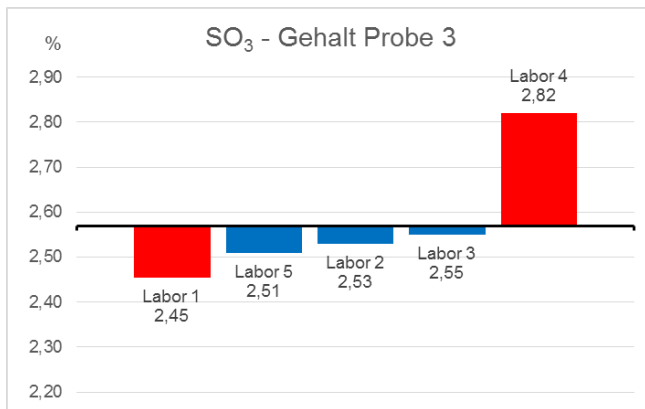
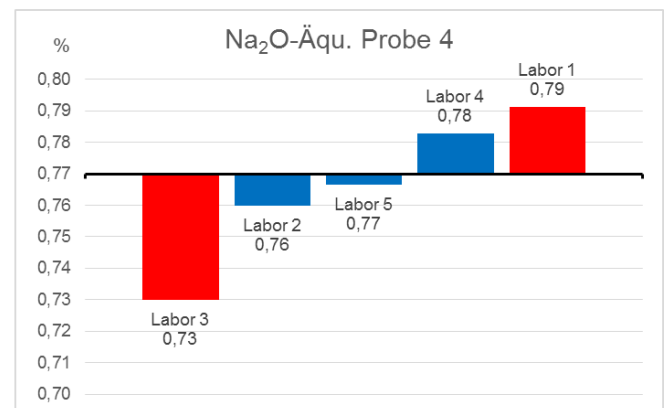
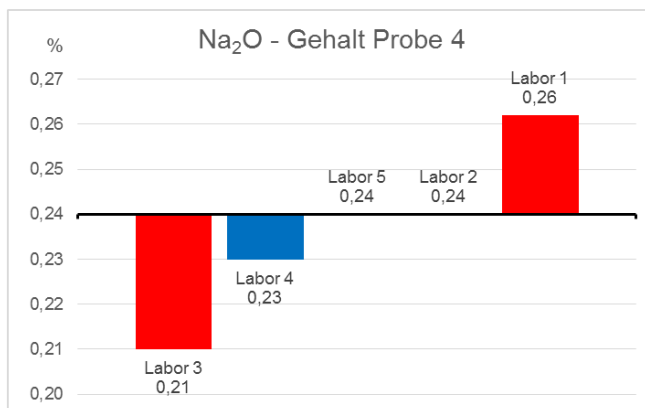
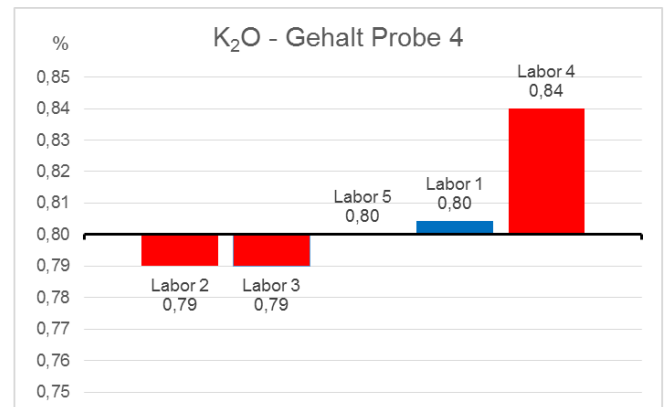
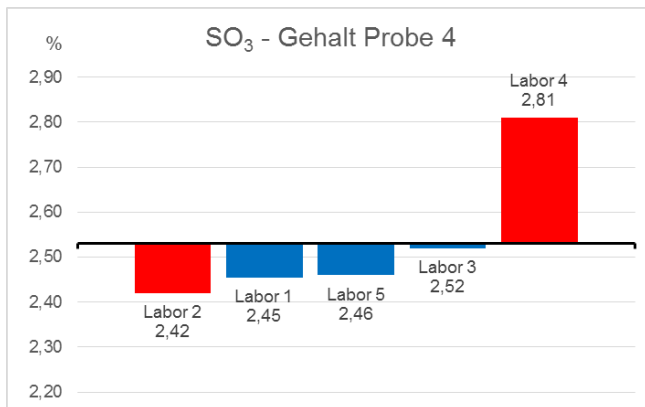




Tabelle 4 - Prüfwerte der Probe 4

Labor- bezeichnung	Labor 1	Labor 2	Labor 3	Labor 4	Labor 5		
Prüfmethode	RFA mit Schmelz- tablette, SO3 RFA mit Presstablette	RFA mit Schmelz- tablette, Cr2O3 mit ICP-MS	RFA mit Schmelz- tablette, Cr2O3 mit AAS	RFA mit Press- tablette	RFA mit Schmelz- tablette, SO3 nasschem. Analyse DIN EN 196-2		
Anzahl der Messungen	8	2	2	2	2		
Parameter [%]						Mittelwert	Standard- abweichung
SiO2	20,60	20,62	20,71	21,31	20,82	20,81	0,29
Al2O3	5,06	5,11	5,19	6,14	5,60	5,42	0,46
TiO2	0,27	0,27	0,27	0,16	-	0,24	0,06
P2O5	0,24	0,23	0,24	0,22	-	0,23	0,01
Fe2O3	1,62	1,66	1,65	1,71	1,64	1,66	0,03
MnO	0,04	0,04	0,03	-	-	0,04	0,01
MgO	1,02	0,99	1,01	0,55	1,04	0,92	0,21
CaO	65,18	64,65	64,44	67,03	64,92	65,24	1,04
SO3	2,45	2,42	2,52	2,81	2,46	2,53	0,16
K2O	0,80	0,79	0,79	0,84	0,80	0,80	0,02
Na2O	0,26	0,24	0,21	0,23	0,24	0,24	0,02
Na2O-Äqu.	0,79	0,76	0,73	0,78	0,77	0,77	0,02
SrO	0,25	0,25	0,25	-	-	0,25	0,00
Cr2O3	0,01	0,01	0,01	-	-	0,01	0,00
Glühverlust	2,12	2,17	2,38	2,36	2,19	2,24	0,12

Diagramm 4 - SO₃-, K₂O-, Na₂O-Gehalt und das Na₂O-Äquivalent der Probe 4





5. Zusammenfassung

Die durch die Labore 1, 2, 3, und 5 ermittelten Werte liegen nah beieinander. Bei einigen Parametern z.B. SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃, MgO, CaO, und SO₃ liegen die Werte, die durch das Labor 4 gemessen wurden relativ weit von den Werten, die durch alle anderen Labore ermittelt wurden entfernt.

Die Schwankungen bei der Ermittlung von TiO₂, P₂O₅, Fe₂O₃, MnO, K₂O, Na₂O, SrO, Cr₂O₃ sind gering. Die Standardabweichung für die Parameter beträgt 0,0 – 0,06 % (vgl. Diagramm 5).

Die Standardabweichung für den MgO-, SO₃-Gehalt und den Glühverlust ist minimal höher als bei den oben angegebenen Parametern, ist aber auch niedrig und beträgt 0,1 – 0,2 % (vgl. Diagramm 5).

Die ermittelten Werte von SiO₂ und Al₂O₃ schwankten bei einzelnen Proben unterschiedlich, somit ist die Standardabweichung von Probe zur Probe unterschiedlich (von 0,1 bis 0,65 %) (vgl. Diagramm 5).

Bei der Ermittlung des CaO-Gehaltes traten die höchsten Schwankungen auf. Die Standardabweichung für das Oxid liegt bei > 1 % (vgl. Diagramm 5).

Diagramm 5 - Die Standardabweichung von einzelnen Parametern

Parameter [%]	Standardabweichung			
	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
SiO ₂	0,64	0,60	0,33	0,29
Al ₂ O ₃	0,15	0,11	0,43	0,46
TiO ₂	0,03	0,04	0,05	0,06
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe ₂ O ₃	0,10	0,10	0,03	0,03
MnO	0,00	0,00	0,01	0,01
MgO	0,11	0,13	0,21	0,21
CaO	1,06	1,09	1,06	1,04
SO ₃	0,13	0,12	0,14	0,16
K ₂ O	0,02	0,01	0,02	0,02
Na ₂ O	0,02	0,02	0,02	0,02
Na ₂ O-Äqu.	0,02	0,02	0,02	0,02
SrO	0,01	0,00	0,00	0,00
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
Glühverlust	0,09	0,17	0,10	0,12

	- Standardabweichung von 0,0 bis 0,06%
	- Standardabweichung von 0,1 bis 0,21%
	- schwankende Standardabweichung von 0,1 bis 0,64 %
	- die höchste Standardabweichung > 1,0%



6. Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1 - Prüfwerte der Probe 1	5
Tabelle 2 - Prüfwerte der Probe 2	6
Tabelle 3 - Prüfwerte der Probe 3	7
Tabelle 4 - Prüfwerte der Probe 4	8
Diagramm 1 - SO_3^- , K_2O -, Na_2O -Gehalt und das Na_2O -Äquivalent der Probe 2	5
Diagramm 2 - SO_3^- , K_2O -, Na_2O -Gehalt und das Na_2O -Äquivalent der Probe 2	6
Diagramm 3 - SO_3^- , K_2O -, Na_2O -Gehalt und das Na_2O -Äquivalent der Probe 3	7
Diagramm 4 - SO_3^- , K_2O -, Na_2O -Gehalt und das Na_2O -Äquivalent der Probe 4	8
Diagramm 5 - Die Standardabweichung von einzelnen Parametern	9