

DIE SELTENEN ERDMETALLE DES BLOMSTRANDINS VON KÄBULAND

Eine Berichtigung und Ergänzung

VON
HARALD BJØRLYKKE

In meiner Beschreibung des Blomstrandins von Kåbuland¹ habe ich ein Röntgenemissions-Spektrogramm der in diesem Mineral vorkommenden seltenen Erdmetalle angeführt. Mit diesem Spektrogramm hatte ich eigentlich nur die Absicht, den Niederschlag der chemischen Analyse zu kontrollieren und die einzelnen Elemente qualitativ nachzuweisen, doch habe ich leider die Intensitäten der Linien aufgestellt und da ich die eintreffenden Koinzidenzen nicht besprochen habe, geben diese einen falschen Eindruck von der Verteilung der Elemente.

Später habe ich ein neues Spektrogramm aufgenommen um einen Versuch zu machen, die wirklichen Intensitäten der einzelnen Erdmetalle festzustellen.

Das Spektrogramm wurde wie früher mit einem Siegbahn-Hadding Rohr, wie von L. Thomassen² beschrieben, aufgenommen. Zu diesem Zweck wurde in 10 Stunden belichtet mit einer Spannung von 55 kg. V. und mit 10 M. A. über $0\ 30^\circ$, entsprechend einer Belichtung von 20 Minuten pr. Grad. Der Kameradiameter war 344 mm, und als Kristall wurde Steinsalz benutzt. Mit dieser langdauernden Belichtung wurden auch die Linien $Ce\ L\alpha_1$ und $Ce\ L\beta_1$ sichtbar, die in der vorigen Aufnahme nicht hervortraten. Außerdem hat diese neue Aufnahme gezeigt, daß die Bestimmung von Hf wahrscheinlich nicht richtig sein konnte, indem die Linie $Hf\ L\alpha_1$ mit den Linien $Ho\ L\beta_2$ und $Er\ L\beta_6$ koinzidiert. In allem waren 92 Linien sichtbar und die Ausmessungen sind unten in der Tabelle I angegeben.

¹ Harald Bjørlykke: Blomstrandin von Kåbuland. Norsk Geol. Tidsskrift B XL, h 1 2.

² L. Thomassen: Kjemisk røntgenspektrografi. Statens Råstoffkomites Publikation No. 21. Oslo 1926.

Tab. I.

Röntgenspektrogramm von den Oxyden der seltenen Erdmetalle und Thorium. Blomstrandin, Kåbuland.

Linie No.	Element	Str.	Linie	Ausmessung 1/10 mm	Winkel gefunden	Winkel nach der Tabelle	Korr.	Intens.	Koinzidenzen
1	Th	L	γ_1	164	6° 38'	6° 39'	1	-	
2	Y	K	β_2	118	7° 24'	7° 25'	1	5	
3	Y	K	β_1	110	7° 32'	7° 33'	1	34	
4	Th	L	β_1	96	7° 46'	7° 47'	1	17	Th $L\beta_5$
5	Th	L	β_2	78	8° 4'	8° 5'	1	14	Th $L\beta_4$
6	Y	K	α_1	56	8° 26'	8° 27'	1	50	
7	Y	K	α_2	53	8° 29'	8° 30'	1	-	
8				0		9° 22'			Br. Absorptionskant
9	Th	L	α_1	23	9° 45'	9° 45'	0	32	
10	Th	L	α_2	31	9° 53'	9° 53'	0	5	
11	Th	L	l	121	11° 23'	11° 24'	1	3	
12	Pb	L	α_1	158	12° 0'	12° 1'	1	< 2	
13	Pb	L	α_2	165	12° 7'	12° 8'	1	< 2	Cp $L\gamma_2$
14	Cp	L	γ_1	189	12° 31'	12° 32'	1	3	Yb $L\gamma_3$
15	Yb	L	γ_2	193	12° 35'	12° 35'	0	2	
16	Yb	L	γ_1	218	13° 0'	12° 59'	1	8	Tu $L\gamma_3$
17	Th	L	2 γ_1	241	13° 23'	13° 23'	0	2	
18	Tu	L	γ_1	247	13° 29'	13° 29'	0	< 2	Er $L\gamma_3$
19	Er	L	γ_2	251	13° 33'	13° 33'	0	< 2	
20	Ga	L	α_1	263	13° 45'	13° 45'	0	2	
21	Ga	L	α_2	266	13° 48'	13° 47'	1	< 2	
22	Er	L	γ_1	279	14° 1'	14° 1'	0	3	Ho $L\gamma_3$
23	Ho	L	γ_2	283	14° 5'	14° 5'	0	3	Cp $L\beta_2$
24	Cu	K	β_2	288	14° 10'	14° 10'	0	< 2	
25	Cu	K	β_1	295	14° 17'	14° 17'	0	2	
26	Cp	L	β_3	302	14° 23'	14° 23'	0	2	
27	Yb	L	β_2	311	14° 32'	14° 32'	0	17	Dy $L\gamma_3$, Ho $L\gamma_1$, Cp $L\beta_5$
28	Dy	L	γ_2	316	14° 37'	14° 37'	0	9	Cp $L\beta_1$
29	Yb	L	β_3	333	14° 55'	14° 55'	0	-	
30	Y	K	2 β_2	336	14° 58'	14° 58'	0	7	
31	Yb	L	β_5	343	15° 5'	15° 4'	1	2	Tu $L\beta_2$
32	Yb	L	β_1	348	15° 10'	15° 10'	0	34	Dy $L\gamma_1$, Tb $L\gamma_2$
33	Y	K	2 β_1	352	15° 14'	15° 14'	0	-	
34	Yb	L	β_4	359	15° 21'	15° 20'	1	5	
35	Er	L	β_2	373	15° 35'	15° 34'	1	9	Tu $L\beta_5$
36	Tu	L	β_1	383	15° 45'	15° 44'	1	12	Th 2 $L\beta_1$, Tb $L\gamma_1$, Gd $L\gamma_3$
37	Cu	K	α_1	391	15° 52'	15° 51'	1	7	
38	Cu	K	α_2	393	15° 54'	15° 54'	0	4	Tu $L\beta_4$
39	Er	L	β_3	403	16° 4'	16° 4'	0	3	
40	Ho	L	β_2	408	16° 9'	16° 8'	1	3	Er $L\beta_5$, ev. Hf $L\alpha_1$
41	Er	L	β_1	420	16° 21'	16° 20'	1	24	Th 2 $L\beta_2$
42	Gd	L	γ_1	423	16° 24'	16° 24'	0	6	
43	Er	L	β_4	428	16° 29'	16° 29'	0	2	
44	Cp	L	α_1	440	16° 42'	16° 41'	1	16	Ho $L\beta_3$
45	Dy	L	β_2	444	16° 45'	16° 44'	1	13	Ho $L\beta_5$

Linie No.	Element	Str.	Linie	Ausmessung 1/10 mm	Winkel- gefunden	Winkel nach der Tabelle	Korr.	Intens	Koinzidenzen
46	Cp	L	α_2	447	16° 49'	16° 48'	1	4	
47	Ho	L	β_1	458	17° 0'	16° 59'	1	7	
48	Y	K	$2\alpha_1$	465	17° 7'	17° 6'	1	43	Ho $L\beta_4$, Sm $L\gamma_2$
49	Y	K	$2\alpha_2$	470	17° 12'	17° 11'	1	29	
50	Yb	L	α_1	474	17° 16'	17° 14'	2	47	
51	Yb	L	α_2	481	17° 23'	17° 21'	2	18	Dy $L\beta_3$, Dy $L\beta_5$, Tb $L\zeta_2$
52	Dy	L	ζ_1	500	17° 41'	17° 39'	2	29	
53	Dy	L	β_4	506	17° 48'	17° 46'	2	3	
54	Tu	L	α_1	510	17° 52'	17° 50'	2	14	Sm $L\gamma_1$
55	Gd	L	ζ_2	522	18° 4'	18° 2'	2	13	Fe $K\beta_2$, Tb $L\beta_3$
56	Fe	K	β_1	530	18° 12'	18° 9'	3	8	
57	Tb	L	β_1	543	18° 25'	18° 22'	3	6	
58	Er	L	α_1	548	18° 30'	18° 27'	3	31	Tb $L\beta_4$
59	Er	L	α_2	555	18° 37'	18° 34'	3	6	Nd $L\gamma_3$
60	Nd	L	γ_2	558	18° 40'	18° 37'	3	<2	
61	Gd	L	ζ_3	567	18° 49'	18° 46'	3	3	
62	Ho	L	α_1	588	19° 10'	19° 7'	3	30	Gd $L\beta_1$
63	Gd	L	β_4	592	19° 14'	19° 11'	3	4	Ho $L\alpha_2$
64	Nd	L	γ_1	608	19° 30'	19° 27'	3	14	Pr $L\gamma_2$
65	Sm	L	β_2	611	19° 33'	19° 30'	3	-	
66	Dy	L	α_1	628	19° 50'	19° 47'	3	53	
67	Th	L	$2\alpha_1$	630	19° 52'	19° 49'	3	-	
68	Dy	L	α_2	635	19° 57'	19° 54'	3	12	
69	Fe	K	α_1	646	20° 8'	20° 5'	3	37	Th 2 $L\alpha_2$
70	Fe	K	α_2	649	20° 11'	20° 8'	3	25	
71	Pr	L	γ_1	662	20° 24'	20° 21'	3	7	Sm $L\beta_3$, Ce $L\gamma_2$
72	Tb	L	α_1	671	20° 33'	20° 30'	3	12	
73	Tb	L	α_2	678	20° 40'	20° 37'	3	3	
74	Sm	L	β_1	686	20° 48'	20° 45'	3	27	Sm $L\zeta_4$
75	Nd	L	β_2	711	21° 13'	21° 9'	4	13	
76	Gd	L	α_1	718	21° 20'	21° 16'	4	41	Ce $L\gamma_1$
77	Gd	L	α_2	724	21° 26'	21° 23'	3	9	
78	Nd	L	β_3	771	22° 13'	22° 9'	4	3	
79	Nd	L	β_1	798	22° 40'	22° 36'	4	24	Nd $L\beta_4$
80	Sm	L	α_1	819	23° 1'	22° 57'	4	32	
81	Sm	L	α_2	826	23° 8'	23° 12'	4	9	Ce $L\beta_2$
82	Y	K	$3\beta_1$	834	23° 16'	23° 12'	4	4	Pr $L\beta_3$
83	Pr	L	β_1	857	23° 40'	23° 36'	4	4	Pr $L\beta_1$
84	Th	L	$3\beta_1$	881	24° 63'	23° 59'	4	4	
85	Ce	L	ζ_3	893	24° 15'	24° 11'	4	3	
86	Ce	L	β_1	924	24° 46'	24° 42'	4	5	Cp 2 $L\gamma_3$
87	Nd	L	α_1	932	24° 54'	24° 51'	3	27	Pb 2 $L\alpha_2$
88	Nd	L	α_2	940	25° 2'	24° 58'	4	6	
89	Pr	L	α_1	995	25° 57'	25° 54'	3	3	
90	Y	K	$3\alpha_1$	1011	26° 13'	26° 9'	4	21	
91	Y	K	$3\alpha_2$	1020	26° 22'	26° 18'	4	12	
92	Ce	L	α_1	1063	27° 5'	27° 1'	4	4	

Die Linien von Cu, Pb und Ga schreiben sich auf jeden Fall hauptsächlich von dem Apparat. Die Linien von Fe kommen teils von Verunreinigung des Niederschlages und teils von dem Apparat.

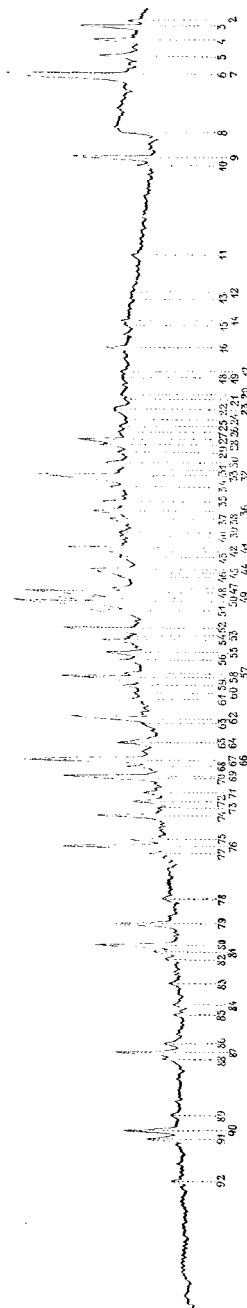


Fig. 1. Registrum des Spektrogrammes von Blomstrandin.

Von diesem Spektrogramm der seltenen Erden und Th wurde auch ein optisches Registrum aufgenommen, das in Fig. 1 wiedergegeben ist. Die Nummer auf dem Registrum referieren sich zu der obenstehenden Tabelle I der Ausmessungen.

Die Koinzidenzen, die in den Tabellen angegeben werden sind nach den Tabellen von Thomassen¹ und V. M. Goldschmidt² genommen.

Um eine Übersicht über den Spektren der einzelnen Elemente zu geben habe ich in Tab. II die Linien der einzelnen Spektren und ihre Intensitäten tabellarisch aufgestellt.

Wenn man die Intensitäten der $L\alpha_1$ Linien vergleicht, geht es aus der Tabelle hervor, daß nur die Intensitäten der Elemente 58 Ce, 59 Pr, 60 Nd, 62 Sm, 65 Tb, 66 Dy, 68 Er und 70 Yb unmittelbar vergleichbar sind. Doch ist es möglich die Intensität der $L\alpha_1$ Linien der anderen Elemente ungefähr zu schätzen, indem man die übrigen Spektren dieser Elemente betrachtet.

Gd $L\alpha_1$ hat Koinzidenz mit Ce $L\gamma_1$ die nach den übrigen Ce-Linien sicher mit meßbarer Intensität hätte auftreten sollen. Um die wirkliche Intensität der Linie Gd $L\alpha_1$ zu schätzen, kann man von der Linie Gd $L\alpha_2$ ausgehen die kein lästiges Koinzidenz hat. Bei dem benachbarten Element Tb ist das Verhältnis zwischen Tb $L\alpha_1$: Tb $L\alpha_2$ = 12 : 3 = 4. Da Gd $L\alpha_2$ von der Intensität

¹ I. c.

² V. M. Goldschmidt: Die Verteilungsgesetze der Elemente III. Videnskapsselskabet's Skrifter I, 1924, No. 5, Oslo.

Tab. II.
 Tabellarische Übersicht über den Spektra der seltenen Erdmetalle.

Element	α_1		α_2		β_1		β_2		β_3		β_4		β_5		γ_1		γ_2		γ_3		
	Linie No.	Int.	Linie No.	Int.	Linie No.	Int.	Linie No.	Int.	Linie No.	Int.	Linie No.	Int.	Linie No.	Int.	Linie No.	Int.	Linie No.	Int.	Linie No.	Int.	
39 Y	6	50	7	-	3	34	2	5	-	2	-	0	27	K ÷	14	K +	-	13	K ÷	-	0
71 Cp	44	K +	46	4	28	K +	23	K +	26	2	-	34	31	K +	16	K +	2	15	16	14	K +
70 Yb	50	47	51	K +	32	K +	27	K +	29	-	0	38	K ÷	35	K ÷	18	K +	-	0	16	K ÷
69 Tu	54	K +	-	0	36	K +	31	K +	-	0	3	43	40	K +	3	×	19	<2	18	K ÷	18
68 Er	58	31 ×	59	6 ×	41	K +	35	9 ×	39	3	48	45	K ÷	45	K ÷	22	3 ×	23	22	22	K ÷
67 Ho	62	K +	63	K +	47	7	40	K +	44	K +	3	53	51	K +	27	K +	27	28	27	27	K +
66 Dy	66	53	68	12 ×	52	29	45	13 ×	51	K +	58	58	55	K +	32	K +	32	32	32	32	K +
65 Tb	72	12	73	3	57	6	51	K +	55	K +	3 ×	63	-	0	36	K +	32	K ÷	-	0	0
64 Cd	76	K +	77	9	62	K +	55	K +	61	3 ×	63	63	-	0	42	6 ×	-	-	-	36	K ÷
63 Eu	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62 Sm	80	32	81	K +	74	27 ×	64	14 ×	71	K +	74	74	-	0	54	K +	48	K +	-	-	0
61	-	-	-	6 ×	79	24 ×	75	13	78	3	79	79	-	0	64	14 ×	60	<2	59	K ÷	0
60 Nd	87	27 ×	88	0	83	4 ×	81	K +	85	3	0	0	-	0	71	K ÷	64	K ÷	-	-	0
59 Pr	89	3	-	0	86	5 ×	-	-	-	-	-	-	-	0	76	K +	71	K ÷	-	-	0
58 Ce	92	4	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
57 La	-	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

K + bezeichnet Koinzidenz, wenn es möglich oder sicher ist, daß die Linie mit meßbarer Intensität auftritt.
 K ÷ wird angegeben, wenn es nach Beurteilung der übrigen Linien wahrscheinlich ist, daß die Linie nicht auftritt, wenn dies sich wegen störender Koinzidenzen nicht bestätigen läßt.
 0 bezeichnet, daß die Linie nicht sichtbar ist
 × Bezeichnet daß ein Koinzidenz zugegen ist, daß aber dies wahrscheinlich von so geringer Intensität ist, daß man es ohne meßbaren Fehler außer Betracht lassen kann.

9 ist und man mit demselben Verhältnis zwischen $L\alpha_1 : L\alpha_2$ rechnet, hätte die Linie Gd $L\alpha_1$ etwa 36 sein sollen. In dieser Weise hätte Ce $L\gamma_1$ die Intensität der Linie No. 76 um 4 erhöht.

Ho $L\alpha_1$ koinzidiert mit der Linie Gd $L\beta_1$, die sicher die Intensität dieser Linie stark erhöht hat. Ho $L\beta_1$ ist die einzige auftretende Ho Linie die kein Koinzidenz hat. Wenn man mit dem Verhältnis $L\alpha_1 : L\beta_1$ bei dem benachbarten Element Dy rechnet, wird Ho $L\alpha_1 = 53 : 29 \times 7 = \text{ca. } 12$.

Tu $L\alpha_1$ hat Koinzidenz mit Sm $L\gamma_1$. Die Beurteilung der Intensität dieser Linie ist leider unmöglich, weil alle übrige auftretende Linien des Tu-Spektrums mit anderen Linien koinzidieren. Da aber die Linie Tu $L\alpha_2$ nicht sichtbar ist, darf man nach dem Verhältnis der Linien $L\alpha_1 : L\alpha_2$ der übrigen Elemente schließen, daß Tu $L\alpha_1$ wahrscheinlich minder als 8 sein muß.

Cp $L\alpha_1$ koinzidiert mit Ho $L\beta_3$. Diese Linie muß doch nach Beurteilung der übrigen Linien des Ho sehr schwach sein und dies stimmt auch damit überein, daß das Verhältnis der Intensitäten (Cp $L\alpha_1 + \text{Ho } L\beta_3) : \text{Cp } L\alpha_2$ genau wie das Verhältnis $L\alpha_1 : L\alpha_2$ bei Dy ist. Man kann daher ohne großen Fehler von dieser Koinzidenz absehen.

Wenn man die in dieser Weise geschätzten Intensitäten der $L\alpha_1$ -Linien mit den übrigen gefundenen Werten zusammenstellt, kommt man zu folgendem Resultat, abgesehen von Y, der wegen der K-Strahlung nicht vergleichbar ist:

Tab. III.
Gefundene Intensitäten der $L\alpha_1$ -Linien der seltenen Erdmetalle. Nach Aufnahme mit Luftspektrograph.

71	Cp	16?	63	Eu	0
70	Yb	47	62	Sm	32
69	Tu	< 8?	61	—	0
68	Er	31	60	Nd	27
67	Ho	12?	59	Pr	3
66	Dy	53	58	Ce	4
65	Tb	12	57	La	0
64	Gd	36?			

V. M. Goldschmidt (l. c.) hat darauf aufmerksam gemacht, daß bei größeren Wellenlängen von etwa 2500 X-Einheiten ab der Einfluß der Absorption in Luft recht merkbar ist und daher die Linie $L\alpha_1$ des Ceriums und noch mehr die Linie $L\alpha_1$ des Lanthans immer schwächer erscheinen als es der Intensität der übrigen härteren Linien derselben Elemente entspreche. Dies geht auch aus der Tabelle II hervor, indem das Verhältnis $L\alpha_1 : L\beta_1$ bei Tb = 2 ist, weil es bei Ce zu $\frac{4}{5}$ hinabsinkt. Man muß in dieser Weise darauf aufmerksam sein, daß die gemessenen Intensitäten der $L\alpha_1$ -Linien der Elemente mit niedrigem Atomgewicht zu klein sind im Verhältnis zu den wirklichen Mengen dieser Elemente.

Ich habe daher auch eine Aufnahme von demselben Niederschlag mit Vakuumspektrograph aufgenommen. Der Vakuumspektrograph, der benutzt wurde, ist bei dem Mineralogischen Museum gebaut worden. Er hat einen Kameradiameter auf 119 mm, wurde direkt auf dem Röntgenrohr geschraubt und hatte daher immer dieselbe Evakuierung wie das Rohr selbst. Um den Film gegen gewöhnliche Lichtstrahlung zu schützen wurde innerhalb der Spalte eine Blende mit Aluminiumfolie von 0,007 mm. Dicke aufgestellt. Es wurde in einer Stunde mit 55 Kg. V. und 10 M. A. über $0 - 60^\circ$ belichtet. Die Ausmessungen sind unten angegeben

Tab. IV.

Th + seltene Erden. Blomstrandin Käbuland.

Linie No.	Vakuumspektrogramm. Linienverzeichnis	Winkel	Intensität nach Registramm
1	Y $K\beta_1$	7° 33'	-
2	Th $L\beta_1$	7° 47'	-
3	Th $L\beta_2$	8° 5'	-
4	Y $K\alpha_1$, Y $K\alpha_2$	8° 27-30'	17
5	Bromabsorptionskant	9° 22'	-
6	Th $L\alpha_1$	9° 45'	3
7	Th $L\alpha_2$	9° 53'	< 2
8	Pb $L\alpha_1$	12° 1'	< 2
9	Cp $L\gamma_1$, Yb $L\gamma_{2-3}$	12° 31' 34'	< 2
10	Yb $L\gamma_1$	12° 59'	2
11	Cp $L\beta_2$, Er $L\gamma_1$	14° 4'	2
12	Yb $L\beta_3$, Ho $L\gamma_1$ Dy $L\gamma_3$ Cp $L\beta_5$	14° 32'	5
13	Cp $L\beta_1$	14° 37'	-
14	Yb $L\beta_3$ 2 Y $K\beta_2$	14° 55'	2
15	Dy $L\gamma_1$ 2 Y $K\beta_1$, Yb $L\beta_1$	15° 8'	11

Tab. IV (Forts.).

Linie No.	Vakuumspektrogramm. Linienverzeichniss	Winkel	Intensität nach Registramm
16	Yb $L\beta_4$	$15^\circ 20'$	2
17	Er $L\beta_3$	$15^\circ 34'$	< 2
18	Tu $L\beta_1$, Tb $L\gamma_1$, Th 2 $L\beta_1$, Cu $K\alpha_1$	$15^\circ 44'$	< 2
19	Ho $L\beta_2$, Er $L\beta_3$	$16^\circ 8'$	< 2
20-	Er $L\beta_1$, Gd $L\gamma_1$	$16^\circ 20'$	5
21	Cp $L\alpha_1$, Dy $L\beta_3$, Ho $L\beta_3$	$16^\circ 40'-43'$	4
22	Y 2 $K\alpha_1$	$17^\circ 5'$	8
23	Yb $L\alpha_1$, Y 2 $K\alpha_2$	$17^\circ 14'$	15
24	Yb $L\alpha_2$, Dy $L\beta_3$, Tb $L\beta_2$	$17^\circ 2'$	6
25	Dy $L\beta_1$	$17^\circ 39'$	8
26	Tu $L\alpha_1$, Sm $L\gamma_1$, Dy $L\beta_4$	$17^\circ 50'$	4
27	Gd $L\beta_2$, Fe $K\beta_1$	$18^\circ 2'$	3
28	Er $L\alpha_1$	$18^\circ 27'$	10
29	Er $L\alpha_2$, Nd $L\gamma_3$	$18^\circ 34'$	2
30	Gd $L\beta_6$	$18^\circ 41'$	2
31	Ho $L\alpha_1$, Gd $L\beta_1$	$19^\circ 6'$	10
32	Sm $L\beta_2$, Nd $L\gamma_1$	$19^\circ 32'$	6
33	Dy $L\alpha_1$, Th 2 $L\alpha_1$	$19^\circ 47'$	15
34	Dy $L\alpha_1$	$19^\circ 55'$	-
35	Fe $K\alpha_1$, $K\alpha_2$	$20^\circ 5'$	4
36	Tb $L\alpha_1$	$20^\circ 30'$	3
37	Tb $L\alpha_2$	$20^\circ 37'$	3
38	Sm $L\beta_1$	$20^\circ 45'$	9
39	Nd $L\beta_2$	$21^\circ 9'$	6
40	Gd $L\alpha_1$, Ce $L\gamma_1$, La $L\gamma_2$	$21^\circ 16'$	13
41	Gd $L\alpha_2$	$21^\circ 23'$	-
42	Nd $L\beta_3$	$22^\circ 9'$	2
43	Nd $L\beta_1$, Nd $L\beta_4$	$22^\circ 36'$	10
44	Sm $L\alpha_1$	$22^\circ 57'$	11
45	Sm $L\alpha_2$, Ce $L\beta_2$	$23^\circ 4'$	-
46	Pr $L\beta_1$	$23^\circ 36'$	2
47	Ce $L\beta_3$	$24^\circ 11'$	2
48	Ce $L\beta_1$, Cp 2 $L\gamma_3$	$24^\circ 47'$	4
49	Nd $L\alpha_1$	$24^\circ 51'$	12
50	Pr $L\alpha_1$	$25^\circ 54'$	< 2
51	Y 3 $K\alpha_1$	$26^\circ 9'$	2
52	Y 3 $K\alpha_2$	$26^\circ 18'$	< 2
53	Yb 2 $L\gamma_1$	$26^\circ 43'$	< 2
54	Ce $L\alpha_1$	$27^\circ 1'$	6

Aus der Tabelle geht hervor, daß das Verhältnis $Ce L\alpha_1 : L\alpha_2$ mit dem Vakuumspektrograph erheblich größer ist als mit dem Luftspektrograph, nämlich 1,5. Die Ausmessung des Registrammes von dem Vakuumfilm ist doch nicht sehr genau, weil die Ausschläge ziemlich klein wurden. Bei Pr ließ sich die Einwirkung der Luftabsorption wegen Koinzidenz nicht feststellen. Die Linie $Ce L\alpha_1$ hätte daher in der

Wirklichkeit eine größere Intensität haben sollen, wahrscheinlich liegt dieser Wert zwischen 6 8.

Wenn man dies Resultat mit den vielen von V. M. Goldschmidt¹ vergleicht, stimmt es sehr gut mit seiner Untersuchung über den Erdmetallen des Blomstrandins von Hitterö. In den beiden Mineralen haben von den seltenen Erdmetallen die Elemente Gd, Dy, Er und Yb die größten Intensitäten.

Nach V. M. Goldschmidts Einteilung gehört also der Erdenbestand des Blomstrandins von Kåbuland dem *Yttertypus I* (Thalenittypus).

Die gefundenen Intensitäten der $L\alpha_1$ -Linien der Erdmetalle stimmen weiter gut überein mit der Regel von Harkins, die von V. M. Goldschmidt genauer definiert wurde, daß jedes Element ungerader Atomnummer seltener ist als das unmittelbar vorhergehende und das unmittelbar nachfolgende Element gerader Atomnummer.

¹ L. c.