

### 3.2.3 Calcium

**Allgemeines.** Calcium gehört zu den häufigsten Elementen in der Erdkruste. Kalke und Gips sind die wichtigsten Calciumrohstoffe. Kalk wird u. a. für Düngemittel, die Zement- und Bauindustrie verwendet. Als Legierungsbestandteil wird Calcium in Permanent-Magneten und Batterien eingesetzt.

Calcium ist für Pflanzen und Menschen von großer Wichtigkeit (essentiell) (Markert 1992). Knochen, Zähne und Schalen bestehen aus Calciumverbindungen; zum anderen spielt es eine große Rolle bei der Muskelkontraktion, der Blutgerinnung und bei der Nervenleitung. Mit der Nahrung sollen täglich ca. 700 mg Ca aufgenommen werden.

**Ergebnisse des Moosmonitoring 2000.** Im Moosmonitoring 2000 wurden bundesweit an 1028 Standorten Calciumgehalte in Moosen ermittelt. Die Werte reichen von 1133 µg/g in Bayern bis 31100 µg/g in Niedersachsen (→ Tab. 24, Anhang B.4). Baden-Württemberg, das Saarland und Thüringen zeigen im bundesweiten Vergleich der Mediane erhöhte Stoffgehalte (→ Abb. 30). Vor allem in Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen treten Flächen mit höheren Calciumgehalten auf (→ Karte 43). Anhang A.3.4 zeigt, dass in Sachsen-Anhalt und Thüringen geballt Standorte mit Calciumgehalten über 9000 µg/g zu erkennen sind.

**Zeitliche Entwicklung.** Die an der Höhe der Landesmediane abzulesende Entwicklung der Calciumgehalte seit dem Moosmonitoring 1995 ist nicht einheitlich (→ Abb. 31). So ist zwar in mehreren Ländern, z.B. Bayern oder Berlin, ein Rückgang seit dem Moos-Monitoring 1995 zu sehen, doch steigt der Median in anderen Ländern, wie z.B. im Saarland, deutlich an. Die interpolierten Flächenkarten verdeutlichen eine großflächige hohe Anreicherungszone im Länderdreieck zwischen Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt mit stellenweisen

Messwerten über 9000 µg/g (→ Karte 42). Darüberhinaus zeichnen sich Bayern und Baden-Württemberg mit flächig hohen Messwerten aus. Während in Baden-Württemberg und vor allem in Bayern im Moos-Monitoring 2000 verringerte Calciumgehalte bestimmt werden konnten, sind in Mecklenburg-Vorpommern Zunahmen zu verzeichnen (→ Karte 43).

Wenig Unterschiede zwischen den beiden Monitoringkampagnen lassen sich beim Vergleich der Überschreitungen des 98-Perzentils erkennen. Sowohl 1995 als 2000 häufen sich die Übertretungen in dem flächendeckenden, länderübergreifenden Gebiet zwischen Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Vereinzelt Überschreitungen des im Moos-Monitoring 2000 bei 9340 µg/g liegenden 98-Perzentils sind im Gegensatz zum Moos-Monitoring 1995 auch in Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern zu sehen (→ Anhang A.2.4 und Anhang A.3.4).

Bei den seit dem Moos-Monitoring 1995 durchgängig beprobten Standorten bestätigt sich eine tendenzielle Abnahme in Bayern sowie eine Zunahme in Mecklenburg-Vorpommern (→ Anhang A.5.4). Darüberhinaus fällt auf, dass in dem länderübergreifenden Anreicherungsschwerpunkt zwischen Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen auch stellenweise sinkende Calciumgehalte bis zu 4000 µg/g ermittelt werden konnten. Insgesamt weisen 56 % der im Moos-Monitoring 2000 beprobten Standorte niedrigere Calciumwerte auf als im Moos-Monitoring 1995.





Tabelle 24: Calciumgehalte in Moosen in den Ländern und in Deutschland im Moos-Monitoring 2000 (Teil 1 von 2)

Land	Arten	n	Median [µg/g]	Mittelwert [µg/g]	Maximum [µg/g]	Minimum [µg/g]	98Perz. [µg/g]
Baden- Württemberg	P.s.	2	3586	3586	3974	3197	3958
	H.c.	76	4994	5067	10054	2468	9071
	<b>Gesamt</b>	<b>78</b>	<b>4954</b>	<b>5029</b>	<b>10054</b>	<b>2468</b>	<b>9051</b>
Bayern	P.s.	88	2782	2807	4559	1133	4242
	S.p.	23	3673	4218	8636	2250	8171
	H.c.	6	4753	4853	8147	1954	8011
	H.s.	2	4611	4611	6598	2624	6518
	<b>Gesamt</b>	<b>119</b>	<b>2982</b>	<b>3213</b>	<b>8636</b>	<b>1133</b>	<b>7461</b>
Berlin	S.p.	3	2392	2393	2555	2231	2549
	<b>Gesamt</b>	<b>3</b>	<b>2392</b>	<b>2393</b>	<b>2555</b>	<b>2231</b>	<b>2549</b>
Brandenburg	P.s.	82	3110	3203	5719	1455	5517
	S.p.	34	2982	3213	4993	1785	4892
	H.c.	3	4599	4158	5021	2853	5004
	(B.r.)	2	5272	5272	5653	4891	5638
	<b>Gesamt</b>	<b>121</b>	<b>3086</b>	<b>3264</b>	<b>5719</b>	<b>1455</b>	<b>5555</b>
Hessen	P.s.	25	2598	2822	5314	2010	4779
	S.p.	23	3278	3384	5200	1680	4791
	H.c.	12	4083	4199	5985	3121	5839
	<b>Gesamt</b>	<b>60</b>	<b>3132</b>	<b>3313</b>	<b>5985</b>	<b>1680</b>	<b>5318</b>
Hamburg	P.s.	4	2440	2375	2910	1708	2896
	<b>Gesamt</b>	<b>4</b>	<b>2440</b>	<b>2375</b>	<b>2910</b>	<b>1708</b>	<b>2896</b>
Mecklenburg- Vorpommern	P.s.	16	2749	2941	4608	1850	4518
	S.p.	55	3680	3711	5801	2153	5331
	H.c.	35	5161	5523	11733	2850	10114
	(B.r.)	7	8745	8364	10460	5068	10427
	<b>Gesamt</b>	<b>113</b>	<b>4025</b>	<b>4451</b>	<b>11733</b>	<b>1850</b>	<b>10100</b>
Nordrhein- Westfalen	P.s.	34	2669	2800	4456	1162	4433
	S.p.	44	3097	3331	7380	1861	5466
	H.c.	9	4414	4207	6499	2516	6379
	H.s.	1	3301	3301	3301	3301	3301
	<b>Gesamt</b>	<b>88</b>	<b>2994</b>	<b>3215</b>	<b>7380</b>	<b>1162</b>	<b>5945</b>
Niedersachsen	P.s.	60	2417	3265	31114	1485	17140
	S.p.	25	3445	4124	13986	1305	13489
	H.c.	9	3167	3166	4498	1978	4466
	(B.r.)	1	5690	5690	5690	5690	5690
	<b>Gesamt</b>	<b>95</b>	<b>2541</b>	<b>3507</b>	<b>31114</b>	<b>1305</b>	<b>14699</b>
Rheinland- Pfalz	P.s.	14	2739	2871	4287	2094	4240
	S.p.	16	3612	4329	10674	2410	9230
	H.c.	9	4640	4846	7724	3567	7381
	<b>Gesamt</b>	<b>39</b>	<b>3597</b>	<b>3925</b>	<b>10674</b>	<b>2094</b>	<b>8432</b>

Tabelle 24: Calciumgehalte in Moosen in den Ländern und in Deutschland im Moos-Monitoring 2000 (Teil 2 von 2)

Land	Arten	n	Median [µg/g]	Mittelwert [µg/g]	Maximum [µg/g]	Minimum [µg/g]	98Perz. [µg/g]
Schleswig-Holstein	P.s.	8	2176	2154	3387	1477	3244
	S.p.	10	2464	3064	6702	1433	6328
	H.c.	23	3343	3593	8008	1741	6853
	(B.r., R.s.)	9	4025	3873	5192	2526	5101
	<b>Gesamt</b>	<b>50</b>	<b>3076</b>	<b>3307</b>	<b>8008</b>	<b>1433</b>	<b>6728</b>
Saarland	P.s.	3	3422	4254	5976	3363	5873
	S.p.	4	6446	6395	7390	5299	7385
	<b>Gesamt</b>	<b>7</b>	<b>5594</b>	<b>5477</b>	<b>7390</b>	<b>3363</b>	<b>7379</b>
Sachsen	P.s.	24	3509	3808	7618	2302	6525
	S.p.	13	4215	4293	5972	3044	5750
	H.c.	35	3137	3528	7913	2010	6004
	(B.r.)	11	6528	6258	9607	3654	9267
	<b>Gesamt</b>	<b>83</b>	<b>3897</b>	<b>4091</b>	<b>9607</b>	<b>2010</b>	<b>7910</b>
Sachsen-Anhalt	P.s.	39	2745	2851	4417	1798	4415
	S.p.	26	3826	4434	11878	2208	9978
	H.c.	3	6353	6114	6793	5197	6775
	(B.r., R.s., L.p.)	23	8003	7943	13242	4490	11971
	<b>Gesamt</b>	<b>91</b>	<b>3589</b>	<b>4698</b>	<b>13242</b>	<b>1798</b>	<b>10658</b>
Thüringen	P.s.	24	3215	3776	12604	1972	9375
	S.p.	10	4576	5669	9224	2526	9209
	H.c.	26	5067	5370	10792	2785	9655
	(B.r., R.s., P.u.)	17	7475	6784	12456	2013	11803
	<b>Gesamt</b>	<b>77</b>	<b>4517</b>	<b>5224</b>	<b>12604</b>	<b>1972</b>	<b>11591</b>
Deutschland	P.s.	423	2782	3069	31114	1133	5428
	S.p.	286	3516	3840	13986	1305	8789
	H.c.	246	4493	4652	11733	1741	8869
	HS	3	3301	4174	6598	2624	6466
	(B.r., R.s., P.u., L.p.)	70	6710	6807	13242	2013	11698
	<b>Gesamt</b>	<b>1028</b>	<b>3385</b>	<b>3920</b>	<b>31114</b>	<b>1133</b>	<b>9340</b>

Abbildung 30: Mediane für Calcium im Moos-Monitoring 2000

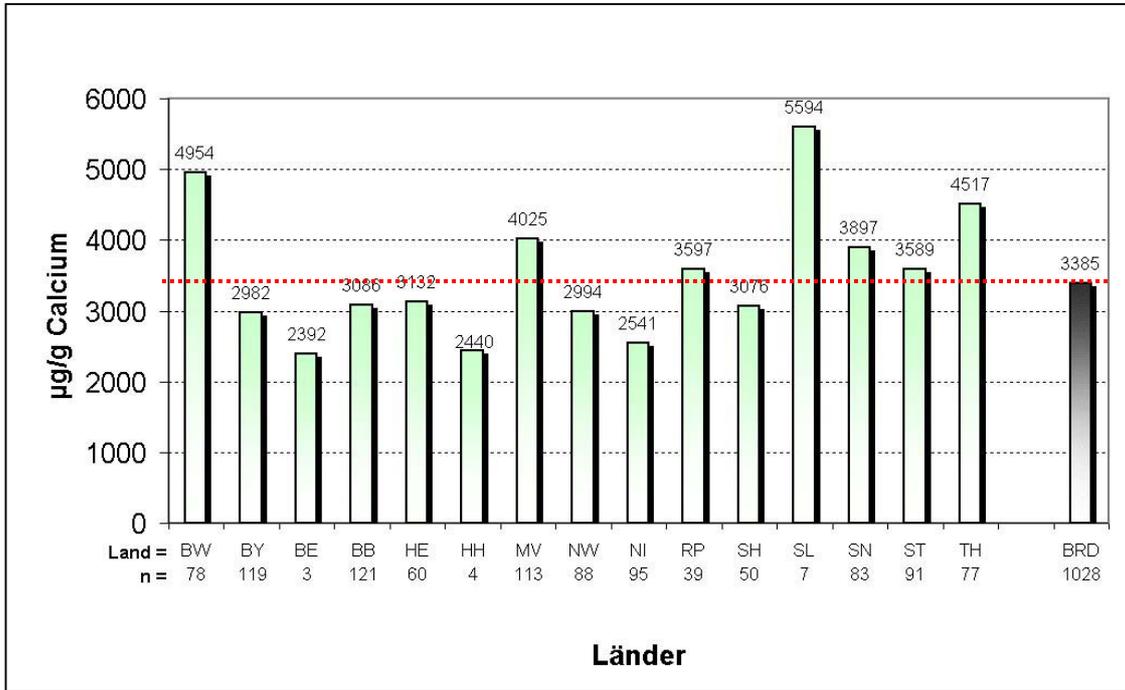
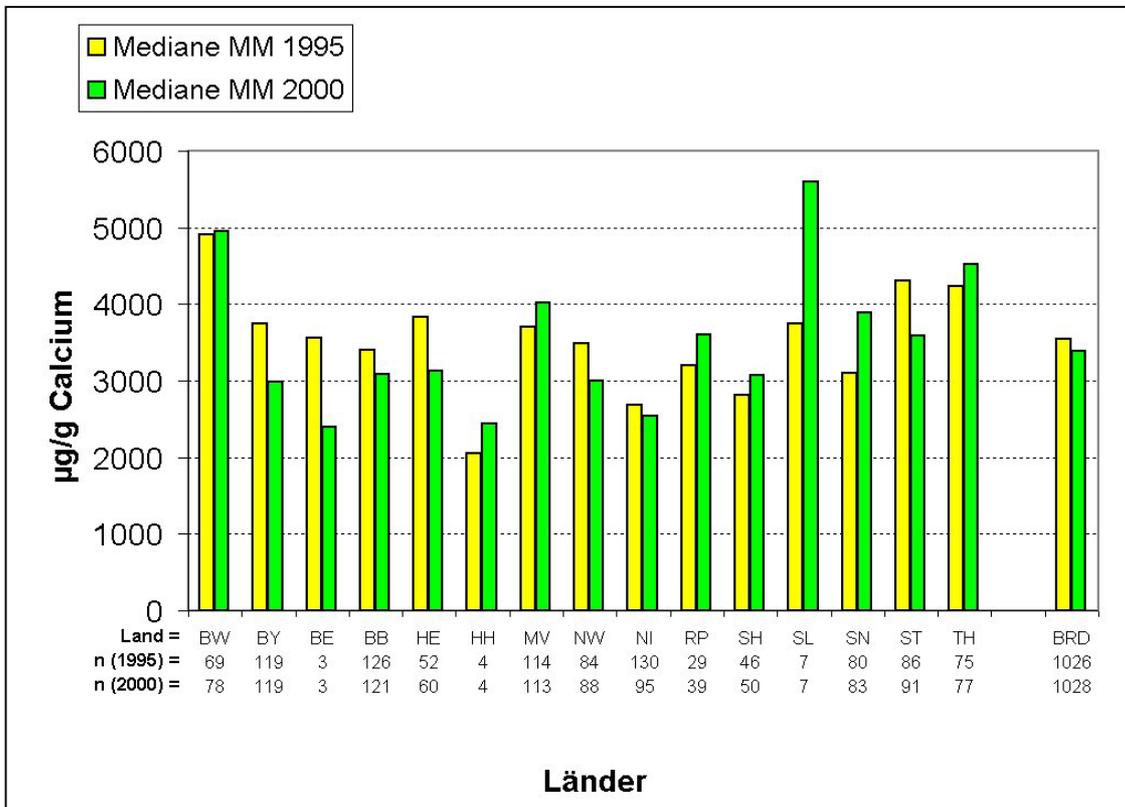


Abbildung 31: Medianvergleich des Moos-Monitorings 1995 und 2000 für Calcium



### 3.2.4 Kalium

**Allgemeines.** Kalium gehört nach Aluminium und Eisen wie Calcium und Natrium zu den häufigsten Elementen der Erdkruste.

Es spielt im menschlichen, tierischen und pflanzlichen Organismus eine bedeutende Rolle. Die durchschnittliche Zufuhr mit der Nahrung beim Menschen beträgt ca. 2 – 4 g/Tag. Kaliummangel führt zu Appetitlosigkeit, Muskelschwäche und Herzrhythmusstörungen. Ein Überschuss an Kalium kann Muskelkrämpfe erzeugen.

Von den Pflanzen wird es in stärkerem Maße als andere Kationen aufgenommen. Es ist unentbehrlich für die Photosynthese und die Atmung der Pflanzen, und es aktiviert Enzyme. Deshalb werden Kaliumsalze als Düngemittel eingesetzt. Außerdem ist es als Kaliumnitrat im Schießpulver enthalten.

In der Natur kommt es besonders häufig zusammen mit Barium und Rubidium in den Feldspäten vor. Letztere bilden 40 % der Erdkruste. Als Verteilungswege für Kalium in der Umwelt werden natürliche Quellen (z. B. Staub) wichtiger eingeschätzt als anthropogene (Düngemittel) (REIMANN & CARITAT 1998).

**Ergebnisse Moos-Monitoring 2000.** Die im Moos-Monitoring 2000 an 1028 Standorten ermittelten Kaliumgehalte in Moosen reichen von 2976 µg/g in Bayern bis zu 20980 µg/g in Mecklenburg-Vorpommern (→ Tab. 25, Anhang B.10). Der bundesweite Median liegt bei 7039 µg/g, das 98-Perzentil bei 14950 µg/g. Im bundesweiten Medianvergleich hat das Saarland mit 11310 µg/g den höchsten Wert, mit Abstand gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern mit 8810 µg/g (→ Abb. 32). Karte 45 zeigt in fast allen Ländern punktuelle bis kleinflächige Anreicherungszone, die Kaliumgehalte bis zu 16000 µg/g aufweisen. Niedrigere Werte finden sich in Brandenburg, Schleswig-Holstein und Baden-Württemberg.

Kaliumgehalte oberhalb des 98-Perzentils von 14950 µg/g finden sich vorrangig im Saarland, Mecklenburg-Vorpommern und im länderübergreifenden Gebiet zwischen Sachsen-Anhalt und Sachsen (→ Anhang A.3.10).

**Zeitliche Entwicklung.** Gemessen an der Medianentwicklung in den zwei Moos-Monitoringkampagnen von 1995 und 2000 zeigen sich überwiegend Abnahmen in den einzelnen Ländern (→ Abb. 33). Zunahmen werden für die Länder Saarland, Hamburg und geringfügig auch für Thüringen deutlich. Größere Abnahmen sind vor allem in Sachsen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Bayern zu sehen. Beim visuellen Vergleich der Karten 44 und 45 sowie der Anhänge A.2.10 und A.3.10 bestätigt sich die in dem Vergleich der Landesmediane widerspiegelnde Entwicklung einer deutlichen Abnahme der Kaliumgehalte in Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern, Bayern und Nordrhein-Westfalen.

Bei den seit dem Moos-Monitoring 1995 an 880 durchgängig beprobten Standorten bestätigen sich die Abnahmetendenzen in Sachsen-Anhalt, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Mecklenburg-Vorpommern (→ Anhang A.5.10). Darüberhinaus sind auch in Hessen und in Brandenburg mehrere Messstellen mit starken Rückgängen von über 10000 µg/g zu erkennen. Insgesamt weisen 72 % der im Moos-Monitoring 2000 beprobten Standorte niedrigere Kaliumwerte auf als im Moos-Monitoring 1995.





Tabelle 25: Kaliumgehalte in Moosen in den Ländern und in Deutschland im Moos-Monitoring 2000 (Teil 1 von 2)

Land	Arten	n	Median [µg/g]	Mittelwert [µg/g]	Maximum [µg/g]	Minimum [µg/g]	98Perz. [µg/g]
Baden- Württemberg	P.s.	2	9208	9208	9325	9091	9320
	H.c.	76	5584	5672	8623	3376	7652
	<b>Gesamt</b>	<b>78</b>	<b>5595</b>	<b>5763</b>	<b>9325</b>	<b>3376</b>	<b>8838</b>
Bayern	P.s.	88	6974	7246	12593	3946	11106
	S.p.	23	9688	9409	14357	3909	14178
	H.c.	6	5700	5011	6237	2976	6197
	H.s.	2	5788	5788	7030	4545	6981
	<b>Gesamt</b>	<b>119</b>	<b>7166</b>	<b>7527</b>	<b>14357</b>	<b>2976</b>	<b>12838</b>
Berlin	S.p.	3	7038	7113	7753	6547	7724
	<b>Gesamt</b>	<b>3</b>	<b>7038</b>	<b>7113</b>	<b>7753</b>	<b>6547</b>	<b>7724</b>
Brandenburg	P.s.	82	6510	6505	10569	3664	9687
	S.p.	34	8627	9014	15480	6000	15126
	H.c.	3	4303	5067	6617	4282	6525
	(B.r.)	2	12669	12669	14154	11184	14094
	<b>Gesamt</b>	<b>121</b>	<b>6952</b>	<b>7276</b>	<b>15480</b>	<b>3664</b>	<b>13386</b>
Hessen	P.s.	25	7124	7533	13907	4939	12374
	S.p.	23	8491	8951	13774	6588	13136
	H.c.	12	5498	5643	8249	4075	7997
	<b>Gesamt</b>	<b>60</b>	<b>7390</b>	<b>7698</b>	<b>13907</b>	<b>4075</b>	<b>13513</b>
Hamburg	P.s.	4	5923	6362	8704	4898	8589
	<b>Gesamt</b>	<b>4</b>	<b>5923</b>	<b>6362</b>	<b>8704</b>	<b>4898</b>	<b>8589</b>
Mecklenburg- Vorpommern	P.s.	16	7096	7714	13792	5537	12813
	S.p.	55	10462	10337	15689	5856	15088
	H.c.	35	6867	7646	20977	4485	17183
	(B.r.)	7	11618	13202	18249	10539	18224
	<b>Gesamt</b>	<b>113</b>	<b>8810</b>	<b>9310</b>	<b>20977</b>	<b>4485</b>	<b>17477</b>
Nordrhein- Westfalen	P.s.	34	6914	7279	11618	5279	11245
	S.p.	44	9408	9414	13734	5372	13209
	H.c.	9	5979	5701	6471	4491	6438
	H.s.	1	9522	9522	9522	9522	9522
	<b>Gesamt</b>	<b>88</b>	<b>7877</b>	<b>8211</b>	<b>13734</b>	<b>4491</b>	<b>13052</b>
Niedersachsen	P.s.	60	5943	5852	9107	3581	7990
	S.p.	25	7965	8767	15635	4725	15202
	H.c.	9	5492	5671	7452	4249	7388
	(B.r.)	1	12933	12933	12933	12933	12933
	<b>Gesamt</b>	<b>95</b>	<b>6247</b>	<b>6676</b>	<b>15635</b>	<b>3581</b>	<b>13264</b>
Rheinland- Pfalz	P.s.	14	6473	6582	9719	5437	9444
	S.p.	16	9172	10117	14790	5934	14593
	H.c.	9	5526	5704	7412	4827	7238
	<b>Gesamt</b>	<b>39</b>	<b>6753</b>	<b>7830</b>	<b>14790</b>	<b>4827</b>	<b>14291</b>

Tabelle 25: Kaliumgehalte in Moosen in den Ländern und in Deutschland im Moos-Monitoring 2000 (Teil 2 von 2)

Land	Arten	n	Median [µg/g]	Mittelwert [µg/g]	Maximum	Minimum [µg/g]	98Perz. [µg/g]
Schleswig-Holstein	P.s.	8	6804	7089	9255	5099	9253
	S.p.	10	7125	7527	10082	4756	10056
	H.c.	23	5828	5943	7975	4507	7698
	(B.r., R.s.)	9	8794	7953	10759	4536	10673
	<b>Gesamt</b>	<b>50</b>	<b>6530</b>	<b>6805</b>	<b>10759</b>	<b>4507</b>	<b>10232</b>
Saarland	P.s.	3	7207	7264	8060	6526	8026
	S.p.	4	13406	13397	15468	11309	15455
	<b>Gesamt</b>	<b>7</b>	<b>11309</b>	<b>10769</b>	<b>15468</b>	<b>6526</b>	<b>15442</b>
Sachsen	P.s.	24	6372	6880	10714	4198	10319
	S.p.	13	10855	11822	17044	6690	16830
	H.c.	35	5245	5581	9713	3259	8501
	(B.r.)	11	11387	12293	16183	9617	16035
	<b>Gesamt</b>	<b>83</b>	<b>6498</b>	<b>7824</b>	<b>17044</b>	<b>3259</b>	<b>16163</b>
Sachsen-Anhalt	P.s.	39	6337	6762	12788	4448	10491
	S.p.	26	9024	10156	17298	5900	16857
	H.c.	3	9670	8043	10069	4388	10054
	(B.r., R.s., L.p.)	23	10360	10464	16612	7194	15438
	<b>Gesamt</b>	<b>91</b>	<b>8124</b>	<b>8710</b>	<b>17298</b>	<b>4388</b>	<b>16456</b>
Thüringen	P.s.	24	7061	7550	11062	4861	10680
	S.p.	10	10546	9911	13340	4497	13328
	H.c.	26	5805	5967	10323	3488	9188
	(B.r., R.s., P.u.)	17	10147	10002	14579	3276	14578
	<b>Gesamt</b>	<b>77</b>	<b>7120</b>	<b>7864</b>	<b>14579</b>	<b>3276</b>	<b>13933</b>
Deutschland	P.s.	423	6653	6870	13907	3581	10850
	S.p.	286	9263	9649	17298	3909	15526
	H.c.	246	5753	6003	20977	2976	10416
	HS	3	7030	7032	9522	4545	9422
	(B.r., R.s., P.u., L.p.)	70	10599	10688	18249	3276	17498
	<b>Gesamt</b>	<b>1028</b>	<b>7039</b>	<b>7696</b>	<b>20977</b>	<b>2976</b>	<b>14950</b>

Abbildung 32: Mediane für Kalium im Moos-Monitoring 2000

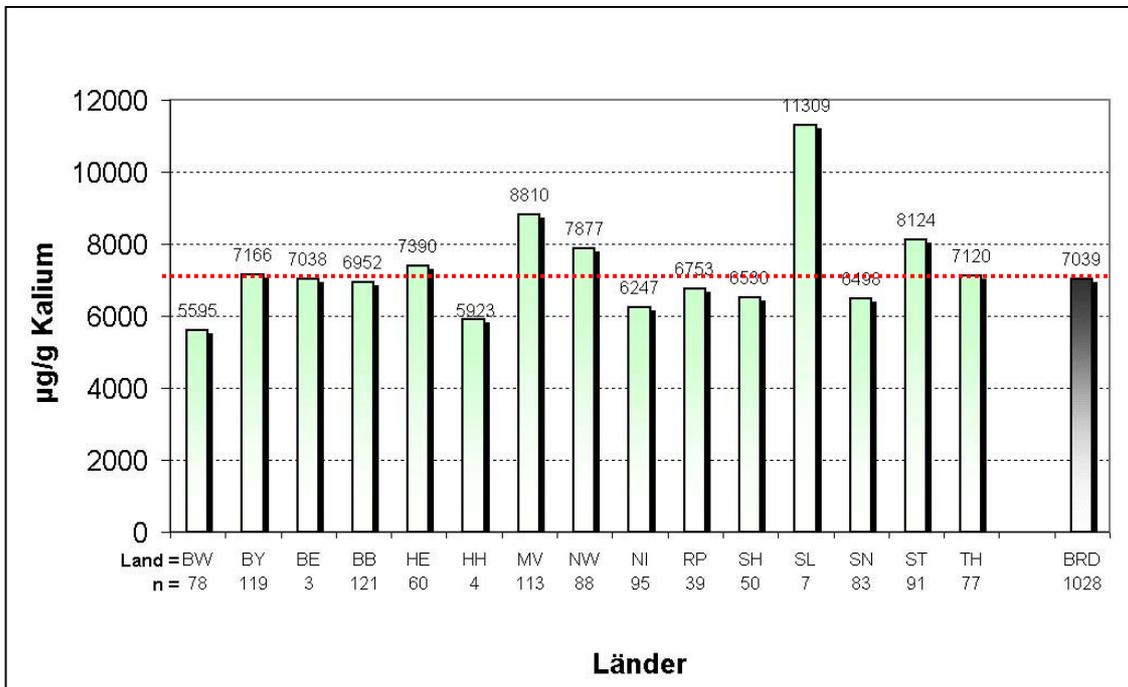


Abbildung 33: Medianvergleich des Moos-Monitorings 1995 und 2000 für Kalium

