

## Zertifiziertes Referenzmaterial

### BAM-U201

(aluminiumreiche Klärschlammmasche)

#### Zertifizierte Werte

(Massenanteile nach Totalaufschluss)

Element	Massenanteil <sup>a</sup> in %	Unsicherheit $U^b$ in %
Ca	11,5	1,7
Al	12,8	1,1
P	8,42	1,03
Fe	2,11	0,15
Mg	1,02	0,08
K	0,77	0,08
Na	0,46	0,10
Zn	0,25	0,02
Cu	0,12	0,01
	<b>in mg/kg</b>	<b>in mg/kg</b>
Pb	169,6	18,9
Cr	100,9	10,4
Sn	89,3	12,7
Ni	61,7	7
As	14,2	2,1
Cd	4,1	0,6

<sup>a</sup> Ungewichteter Mittelwert der Mittelwerte akzeptierter Datensätze, wobei jeder Wert von mindestens 4 Laboratorien und/oder mit unterschiedlichen Messmethoden ermittelt wurde. Die Werte sind auf das SI (Système International d'Unités) rückführbar, indem reine Substanzen mit bekannter Stöchiometrie zur Kalibrierung verwendet wurden.

<sup>b</sup> Geschätzte erweiterte Unsicherheit mit einem Erweiterungsfaktor von  $k = 2$ , was einem Vertrauensniveau von etwa 95 % entspricht, wie im ISO/IEC Guide 98-3:2008 definiert. [Messunsicherheit - Teil 3: Leitfaden zur Angabe der Messunsicherheit (GUM:1995)].

## Zertifizierte Werte

(Königswasser extrahierbare Massenanteile nach DIN EN 16174:2012-11)

Element	Massenanteil <sup>a</sup> in %	Unsicherheit $U^b$ in %
Ca	11,2	1,1
Al	11,2	0,6
P	7,72	0,60
Fe	1,91	0,11
Mg	0,87	0,03
K	0,58	0,03
Na	0,30	0,05
Zn	0,22	0,01
Cu	0,11	0,01
	<b>in mg/kg</b>	<b>in mg/kg</b>
Pb	155,3	7,6
Cr	75,6	9,6
Sn	74,1	10,5
Ni	56,5	4
As	14,1	2,0
Cd	3,8	0,6

<sup>a</sup> Ungewichteter Mittelwert der Mittelwerte akzeptierter Datensätze, wobei jeder Wert von mindestens 4 Laboratorien und/oder mit unterschiedlichen Messmethoden ermittelt wurde. Die Werte sind auf das SI (Système International d'Unités) rückführbar, indem reine Substanzen mit bekannter Stöchiometrie zur Kalibrierung verwendet wurden.

<sup>b</sup> Geschätzte erweiterte Unsicherheit mit einem Erweiterungsfaktor von  $k = 2$ , was einem Vertrauensniveau von etwa 95 % entspricht, wie im ISO/IEC Guide 98-3:2008 definiert. [Messunsicherheit - Teil 3: Leitfaden zur Angabe der Messunsicherheit (GUM:1995)].

### Ende der Gültigkeitsdauer

Die Gültigkeit dieses Zertifikats endet 5 Jahre nach Auslieferung.

Auslieferungsdatum:

### Beschreibung des Materials

Die homogenisierte Klärschlammmasche BAM-U201 liegt in Pulverform vor. Das Pulver ist in Braunglasflaschen zu ca. 30 g abgepackt.

### Empfohlener Einsatzbereich

Zweck des ZRM BAM-U201 ist die Überprüfung der Analyseergebnisse für die Gesamtmassenanteile und die in Königswasser extrahierbaren Massenanteile der aufgeführten Elemente in Klärschlammaschen. Für eine nasschemische Analyse sollte mind. 0,2 g Material verwendet werden.

## **Handhabung**

Bei der Handhabung der Probe sollte die Flasche so kurz wie möglich offengelassen werden. Es sollte darauf geachtet werden, dass nach dem Öffnen der Flasche keine Feuchtigkeit aufgenommen wird. Das Material sollte so verwendet werden, wie es aus der Flasche kommt. Es wird jedoch empfohlen, vor der Entnahme einer Teilprobe eine erneute Homogenisierung durch manuelles Schütteln der geschlossenen Flasche vorzunehmen.

## **Transport und Lagerung**

Nach Erhalt sollte das Material bei einer Temperatur unter 25 °C in der dicht verschlossenen Originalflasche gelagert werden. Die BAM kann nicht für Veränderungen verantwortlich gemacht werden, die während der Lagerung des Materials beim Kunden auftreten, insbesondere bei geöffneten Proben.

## **Beteiligte Laboratorien**

Die Zertifizierung fand in verschiedenen Laboratorien innerhalb der BAM statt.

## Messreihenmittelwerte BAM-U201 Gesamtgehalte

### Zertifizierte Werte

#### Wert in %

Lfd. Nr.	Ca	Al	P	Fe	Mg	K	Na	Zn	Cu
1	7,63	10,56	5,08	1,63	0,839	0,626	0,238	0,206	0,102
2	9,16	11,52	6,17	1,88	0,908	0,633	0,329	0,221	0,104
3	11,77	11,55	7,67	1,92	0,912	0,713	0,419	0,226	0,104
4	12,45	11,76	8,60	1,95	1,030	0,751	0,442	0,231	0,106
5	12,99	11,77	8,84	2,01	1,090	0,776	0,476	0,247	0,109
6	13,08	13,95	9,20	2,12	1,099	0,839	0,512	0,247	0,120
7	13,66	14,06	9,32	2,18	1,130	0,912	0,550	0,252	0,120
8		14,69	9,53	2,30	1,161	0,932	0,719	0,264	0,121
9		14,90	9,66	2,34				0,273	0,121
10			10,09	2,38				0,274	0,122
11				2,44				0,292	0,131
12								0,293	0,136
<b>M</b>	<b>11,53</b>	<b>12,75</b>	<b>8,42</b>	<b>2,11</b>	<b>1,02</b>	<b>0,77</b>	<b>0,46</b>	<b>0,25</b>	<b>0,12</b>
<b>s<sub>M</sub></b>	2,26	1,63	1,63	0,25	0,12	0,12	0,15	0,03	0,01

#### Wert in mg/kg

Lfd. Nr.	Pb	Cr	Sn	Ni	As	Cd
1	107,4	74,6	74,6	37,7	10,6	3,2
2	137,3	81,2	77,5	50,1	11,0	3,6
3	155,2	90,9	78,6	52,3	13,5	4,1
4	163,0	92,0	83,4	60,6	13,5	4,1
5	164,7	93,5	86,7	60,8	14,1	4,3
6	169,0	96,5	87,1	66,0	15,1	4,5
7	173,4	99,3	90,3	66,2	15,1	4,8
8	183,2	102,7	98,6	67,1	15,9	
9	187,5	109,9	102,3	68,7	16,6	
10	197,7	110,0	114,2	71,8	16,7	
11	226,9	128,5		76,9		
12		131,4				
<b>M</b>	<b>169,6</b>	<b>100,9</b>	<b>89,3</b>	<b>61,7</b>	<b>14,2</b>	<b>4,1</b>
<b>s<sub>M</sub></b>	31,3	17,0	12,4	11,2	2,1	0,6

Eine Messreihe umfasst die jeweiligen Einzelwerte eines Laboratoriums (mindestens 3, im Normalfall 6 Einzelwerte)

M: Arithmetisches Mittel der Messreihenmittelwerte

s<sub>M</sub>: Standardabweichung der Messreihenmittelwerte

## Analysenmethoden (BAM-U201 Gesamtgehalte)

Massenanteil	Lfd. Nr.	Methode
Ca	1, 2	ICP MS
	3, 4, 5, 7	ICP OES
	6	RFA, Rekonstitution
Al	1, 2, 3	ICP MS
	4, 5, 6, 8, 9	ICP OES
	7	RFA, Rekonstitution
P	1, 2, 3	ICP MS
	4, 5, 7, 8, 9, 10	ICP OES
	6	RFA, Rekonstitution
Fe	1, 2, 3	ICP MS
	4, 5, 7, 9, 10, 11	ICP OES
	6	NAA
	8	RFA, Rekonstitution
Mg	1, 3	ICP MS
	2, 4, 5, 7, 8	ICP OES
	6	RFA, Rekonstitution
K	1, 4, 6, 7, 8	ICP OES
	2, 3	ICP MS
	5	NAA
Na	1, 5	ICP MS
	2, 3, 6, 7, 8	ICP OES
	4	NAA
Zn	1, 2, 5, 11	ICP MS
	6	NAA
	3, 4, 7, 8, 10, 12	ICP OES
	9	RFA, Rekonstitution
Cu	1, 5, 7, 10, 11, 12	ICP OES
	2, 3, 6, 9	ICP MS
	4	RFA, Rekonstitution
	8	NAA
Pb	1, 4, 8, 9	ICP MS
	2, 3, 5, 6, 7, 10	ICP OES
	11	RFA, Rekonstitution
Cr	1, 5, 7, 11	ICP MS
	2, 3, 4, 6, 8, 10	ICP OES
	9	NAA
	12	RFA, Rekonstitution
Sn	1, 3, 4, 5, 7, 9	ICP OES
	2, 6, 8	ICP MS
	10	RFA, Rekonstitution
Ni	1, 3, 8, 11	ICP MS
	2, 4, 5, 6, 7, 9	ICP OES
	10	RFA, Rekonstitution
As	1, 3, 4, 5	ICP MS
	2, 7, 8, 9, 10	ICP OES

Cd                    6                                    NAA  
                          1, 2, 4                            ICP MS  
                          3, 5, 6, 7                            ICP OES  
 ICP OES: Plasma-Emissionsspektrometrie  
 ICP MS: Plasma-Massenspektrometrie  
 NAA: Neutronenaktivierungsanalyse  
 RFA, Rekonstitution: Rekonstitution mit Röntgenfluoreszenzanalyse

## Messreihenmittelwerte BAM-U201 Königswasser extrahierbarer Anteil

### Zertifizierte Werte

#### Wert in %

Lfd. Nr.	Ca	Al	P	Fe	Mg	K	Na	Zn	Cu
1	9,05	9,26	6,04	1,62	0,798	0,517	0,172	0,194	0,094
2	10,34	10,54	7,56	1,76	0,841	0,534	0,275	0,209	0,094
3	10,81	11,00	7,58	1,88	0,845	0,560	0,295	0,211	0,102
4	11,03	11,10	7,64	1,91	0,864	0,576	0,299	0,212	0,103
5	11,87	11,55	7,67	1,97	0,868	0,594	0,310	0,219	0,110
6	12,02	11,76	7,75	1,97	0,885	0,631	0,310	0,221	0,112
7	13,62	11,77	8,67	2,07	0,915	0,633	0,331	0,224	0,116
8		11,87	8,84	2,09	0,924		0,412	0,233	0,117
9		11,92						0,241	0,120
10								0,251	0,128
<b>M</b>	<b>11,2</b>	<b>11,2</b>	<b>7,72</b>	<b>1,91</b>	<b>0,87</b>	<b>0,58</b>	<b>0,30</b>	<b>0,21</b>	<b>0,11</b>
<b>s<sub>M</sub></b>	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,85</b>	<b>0,16</b>	<b>0,041</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>

#### Wert in mg/kg

Lfd. Nr.	Pb	Cr	Sn	Ni	As	Cd
1	132,4	52,9	59,6	49,4	12,0	2,9
2	145,1	55,3	63,1	52,3	12,1	3,5
3	147,3	68,4	65,4	52,8	13,4	3,6
4	150,7	72,3	76,1	56,0	13,5	3,8
5	154,1	74,3	76,8	58,6	13,6	4,0
6	156,3	74,6	77,5	59,0	13,9	4,0
7	163,0	82,0	78,2	61,0	14,3	4,6
8	166,4	84,4	79,2	63,3	16,0	
9	168,0	93,9	91,1		17,7	
10	169,6	97,4				
<b>M</b>	<b>155,3</b>	<b>75,6</b>	<b>74,1</b>	<b>56,5</b>	<b>14,1</b>	<b>3,8</b>
<b>s<sub>M</sub></b>	<b>11,8</b>	<b>14,6</b>	<b>9,8</b>	<b>4,8</b>	<b>1,8</b>	<b>0,5</b>

Eine Messreihe umfasst die jeweiligen Einzelwerte eines Laboratoriums (mindestens 3, im Normalfall 6 Einzelwerte)

M: Arithmetisches Mittel der Messreihenmittelwerte

s<sub>M</sub>: Standardabweichung der Messreihenmittelwerte)

## Analysenmethoden (BAM-U201 Königswasser extrahierbare Anteile)

Massenanteil	Lfd. Nr.	Methode
Ca	1, 3	ICP MS
	2, 4, 5, 6, 7	ICP OES
Al	1, 3, 5, 6	ICP MS
	2, 4, 7, 8, 9	ICP OES
P	1, 2, 3, 5	ICP MS
	4, 6, 7, 8	ICP OES
Fe	1, 2, 3	ICP MS
	4, 5, 6, 7, 8	ICP OES
Mg	1, 2, 3	ICP MS
	4, 5, 6, 7, 8	ICP OES
K	1, 2	ICP MS
	3, 4, 5, 6, 7	ICP OES
Na	1, 2, 6	ICP MS
	3, 4, 5, 7, 8	ICP OES
Zn	1, 2, 3, 6, 7	ICP MS
	4, 5, 8, 9, 10	ICP OES
Cu	1, 2, 4, 8, 9	ICP MS
	3, 5, 6, 7, 10	ICP OES
Pb	1, 2, 3, 7, 10	ICP MS
	4, 5, 6, 8, 9	ICP OES
Cr	1, 4, 5, 6, 10	ICP MS
	2, 3, 7, 8, 9	ICP OES
Sn	1, 2, 3, 6	ICP MS
	4, 5, 7, 8, 9	ICP OES
Ni	1, 2, 4, 8	ICP MS
	3, 5, 6, 7	ICP OES
As	1, 6, 7, 8	ICP OES
	2, 3, 4, 5, 9	ICP MS
Cd	1, 2, 3, 5	ICP MS
	4, 6, 7	ICP OES

ICP OES: Plasma-Emissionsspektrometrie

ICP MS: Plasma-Massenspektrometrie

### Metrologische Rückführung

Die Gesamtgehalte der angegebenen Elemente in BAM-U201 sind metrologisch rückführbar auf das Kilogramm. Die Verfahren zur Bestimmung der in Königswasser extrahierbaren Gehalte für die genannten Elemente in BAM-U200 sind in Anlehnung an die in DIN EN 16174:2012-11 vorgeschriebenen Analyseprotokolle praxisgerecht definiert.

## Literatur

Ein ausführlicher Bericht, der die Zertifizierung des Referenzmaterials BAM-U201 beschreibt, ist auf Anfrage erhältlich oder kann auf der BAM-Webseite heruntergeladen werden (<https://rrr.bam.de>).

DIN EN 16174:2012-11: Sludge, treated biowaste and soil - Digestion of aqua regia soluble fractions of elements; German version EN 16174:2012

**Akzeptiert als BAM-ZRM am TT. Monat JJJJ**

**Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)**

(Dienstsiegel/  
Dienststempel)

Dr. Silke Richter  
Zertifizierungskomitee

Dr. M. Ostermann  
Projektkoordinator  
Fachbereich 1.4 Prozessanalytik

Verkauf dieses Referenzmaterials:

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Richard-Willstätter-Str. 11, 12489 Berlin

T: 030 8104 2061

E-Mail: [sales.crm@bam.de](mailto:sales.crm@bam.de)

F: 030 8104 72061

Internet: [www.webshop.bam.de](http://www.webshop.bam.de)