

Anhang A - Rohdaten

Chlorophyll- bzw. Carotinoid-Gehalte und Vitalität

Tabelle 1. Chlorophyll- und Carotinoid-Gehalte in *Physcomitrella patens* nach Exposition mit 0 μM Cd(II), 5 μM Cd(II) und 10 μM Cd(II), MW \pm SD, n = 4 (Kap. 4.1.1)

Zeit [d]	Cd(II) [μM]	Chlorophyll a [mg g ⁻¹ FM]	Chlorophyll b [mg g ⁻¹ FM]	Carotinoide [mg g ⁻¹ FM]
0	0	2,35 \pm 0,26	1,13 \pm 0,08	0,79 \pm 0,08
1	0	1,91 \pm 0,23	1,01 \pm 0,10	0,75 \pm 0,04
	5	1,99 \pm 0,19	0,99 \pm 0,11	0,75 \pm 0,08
	10	1,77 \pm 0,32	0,92 \pm 0,15	0,70 \pm 0,12
2	0	2,10 \pm 0,10	1,06 \pm 0,09	0,75 \pm 0,03
	5	1,80 \pm 0,22	0,92 \pm 0,12	0,71 \pm 0,09
	10	1,44 \pm 0,32	0,76 \pm 0,15	0,61 \pm 0,11
3	0	2,04 \pm 0,21	1,04 \pm 0,10	0,77 \pm 0,06
	5	1,63 \pm 0,18	0,81 \pm 0,09	0,66 \pm 0,04
	10	1,46 \pm 0,22	0,75 \pm 0,09	0,68 \pm 0,06
4	0	2,04 \pm 0,16	1,02 \pm 0,08	0,77 \pm 0,02
	5	1,64 \pm 0,18	0,81 \pm 0,08	0,72 \pm 0,07
	10	1,33 \pm 0,16	0,69 \pm 0,06	0,65 \pm 0,04
5	0	2,13 \pm 0,08	1,06 \pm 0,02	0,80 \pm 0,03
	5	1,48 \pm 0,17	0,74 \pm 0,09	0,68 \pm 0,05
	10	1,16 \pm 0,20	0,62 \pm 0,07	0,61 \pm 0,09

Tabelle 2. Chlorophyll- und Carotinoid-Gehalte der Δapr -Mutante 11-3-12 nach Exposition mit 0 μM Cd(II), 5 μM Cd(II) und 10 μM Cd(II), MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.1.1)

Zeit [d]	Cd(II) [μM]	Chlorophyll a [mg g^{-1} FM]	Chlorophyll b [mg g^{-1} FM]	Carotinoide [mg g^{-1} FM]
1	0	1,51 \pm 0,05	0,87 \pm 0,02	0,60 \pm 0,01
	5	1,58 \pm 0,07	0,88 \pm 0,04	0,63 \pm 0,03
	10	1,49 \pm 0,09	0,84 \pm 0,04	0,60 \pm 0,03
3	0	1,50 \pm 0,10	0,85 \pm 0,04	0,61 \pm 0,03
	5	1,36 \pm 0,17	0,76 \pm 0,09	0,57 \pm 0,07
	10	1,01 \pm 0,14	0,58 \pm 0,08	0,46 \pm 0,05
5	0	1,43 \pm 0,06	0,84 \pm 0,02	0,61 \pm 0,02
	5	1,02 \pm 0,03	0,60 \pm 0,02	0,49 \pm 0,03
	10	0,83 \pm 0,05	0,52 \pm 0,02	0,49 \pm 0,02

Tabelle 3. Chlorophyll- und Carotinoid-Gehalte der Δapr -Mutante 12-4-3 nach Exposition mit 0 μM Cd(II), 5 μM Cd(II) und 10 μM Cd(II), MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.1.1)

Zeit [d]	Cd(II) [μM]	Chlorophyll a [mg g^{-1} FM]	Chlorophyll b [mg g^{-1} FM]	Carotinoide [mg g^{-1} FM]
1	0	1,13 \pm 0,04	0,62 \pm 0,02	0,45 \pm 0,02
	5	1,06 \pm 0,04	0,59 \pm 0,02	0,44 \pm 0,02
	10	1,01 \pm 0,03	0,56 \pm 0,01	0,42 \pm 0,01
3	0	1,02 \pm 0,07	0,54 \pm 0,01	0,39 \pm 0,02
	5	0,79 \pm 0,11	0,46 \pm 0,05	0,37 \pm 0,03
	10	0,77 \pm 0,11	0,45 \pm 0,05	0,38 \pm 0,03
5	0	1,05 \pm 0,03	0,58 \pm 0,01	0,42 \pm 0,01
	5	0,71 \pm 0,07	0,42 \pm 0,04	0,36 \pm 0,02
	10	0,59 \pm 0,05	0,37 \pm 0,02	0,35 \pm 0,01

Tabelle 4. Photosystem-II-Effizienz (Fv/Fm) von *Physcomitrella patens* nach Exposition mit 5 μM Cd(II) bzw. 10 μM Cd(II), % der Kontrolle, MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.1.1)

	Photosystem-II-Effizienz (Fv/Fm) [% der Kontrolle]		
	Tag 1	Tag 3	Tag 5
5 μM Cd(II)	99,3 \pm 2,1	98,1 \pm 1,5	95,2 \pm 2,5
10 μM Cd(II)	95,3 \pm 2,2	92,9 \pm 1,9	81,1 \pm 3,4

Biosorption und Bioakkumulation

Tabelle 5. Biosorption und Bioakkumulation von Cd(II) in *Physcomitrella patens* nach Belastung mit 5 μM Cd(II) bzw. 10 μM Cd(II), MW \pm SD, n = 3, Zeit = 0 d entspricht einminütiger Inkubation mit Cd(II), u. N. - unterhalb d. Nachweisgrenze (Kap. 4.2.1)

Zeit [d]	Cd(II) [μM]	Biosorption [nmol g ⁻¹ FM]	Bioakkumulation [$\mu\text{mol g}^{-1}$ FM]	Medium [$\mu\text{mol g}^{-1}$ FM]	Wiederfindung [%]
0	5	28,3 \pm 5,6	0,61 \pm 0,05	0,97 \pm 0,10	103,2 \pm 5,1
	10	181,3 \pm 62	1,06 \pm 0,22	1,73 \pm 0,14	100,4 \pm 10,2
1	5	6,4 \pm 11,1	0,70 \pm 0,03	0,71 \pm 0,01	103,2 \pm 4,0
	10	123,5 \pm 21,5	1,31 \pm 0,03	1,10 \pm 0,11	93,1 \pm 2,7
2	5	14,6 \pm 4,6	0,75 \pm 0,06	0,44 \pm 0,02	93,6 \pm 1,8
	10	36,2 \pm 6,0	1,47 \pm 0,09	0,76 \pm 0,07	92,6 \pm 6,7
3	5	u. N.	0,82 \pm 0,03	0,31 \pm 0,05	103,2 \pm 2,1
	10	14,0 \pm 6,7	1,47 \pm 0,08	0,48 \pm 0,08	94,8 \pm 3,1
4	5	u. N.	0,69 \pm 0,11	0,33 \pm 0,07	91,1 \pm 6,3
	10	13,6 \pm 4,5	1,51 \pm 0,09	0,69 \pm 0,08	92,1 \pm 4,0
5	5	u. N.	0,75 \pm 0,02	0,25 \pm 0,02	97,0 \pm 4,1
	10	4,5 \pm 3,9	1,43 \pm 0,03	0,43 \pm 0,02	93,8 \pm 2,2

Tabelle 6. Bioakkumulation von Cd(II) in *Physcomitrella patens* nach Belastung mit 10 μM Cd(II) und Anzucht in Medium mit erhöhtem Na_2SO_4 -Gehalt, MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.2.2)

Zeit [d]	Na_2SO_4 [mM]			
	3	5	7	9
Bioakkumulation				
[$\mu\text{mol g}^{-1}$ FM]				
1	1,96 \pm 0,05	2,05 \pm 0,15	1,93 \pm 0,34	1,85 \pm 0,28
3	2,03 \pm 0,05	2,02 \pm 0,14	1,99 \pm 0,16	1,99 \pm 0,08
5	2,14 \pm 0,12	2,04 \pm 0,2	1,98 \pm 0,1	2,1 \pm 0,32

Tabelle 7. Bioakkumulation von Cd(II) in *Physcomitrella patens* nach Belastung mit 10 μM Cd(II) und Anzucht in Medium mit erhöhtem MgSO_4 -Gehalt, MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.2.2)

Zeit [d]	MgSO_4 [mM]			
	3	5	7	9
Bioakkumulation				
[$\mu\text{mol g}^{-1}$ FM]				
1	1,87 \pm 0,03	2,11 \pm 0,25	2,45 \pm 0,20	2,51 \pm 0,09
3	1,96 \pm 0,09	2,09 \pm 0,27	2,71 \pm 0,40	2,85 \pm 0,29
5	1,88 \pm 0,25	2,24 \pm 0,49	3,23 \pm 0,50	3,32 \pm 0,55

Genexpression

Tabelle 8. Transkription der mRNAs von Genen der Sulfatassimilation und GSH-Biosynthese in *Physcomitrella patens* nach Anzucht unter 0 μM Cd(II) (Kontrolle), 5 μM Cd(II) und 10 μM Cd(II) im Medium, MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.4.2)

	Cd(II) [μM]	-fache Expression		
		Tag 1	Tag 3	Tag 5
ATPS	0	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1
	5	1,1 \pm 0,4	1,4 \pm 0,4	2,6 \pm 0,7
	10	1,7 \pm 0,4	4,2 \pm 1,2	3,9 \pm 1,4
APR	0	1,0 \pm 0,1	1,1 \pm 0,5	1,0 \pm 0,2
	5	1,9 \pm 0,3	2,4 \pm 0,6	3,9 \pm 1,0
	10	2,3 \pm 0,9	4,5 \pm 0,8	4,1 \pm 1,5
PAPR	0	1,0 \pm 0,2	1,0 \pm 0,3	1,0 \pm 0,3
	5	1,8 \pm 0,8	4,0 \pm 1,9	3,6 \pm 1,5
	10	2,1 \pm 0,3	5,3 \pm 0,7	3,6 \pm 1,2
SiR	0	1,0 \pm 0,3	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,3
	5	3,1 \pm 1,8	4,0 \pm 0,8	8,6 \pm 2,6
	10	3,7 \pm 1,1	9,5 \pm 2,1	9,8 \pm 2,4
SAT	0	1,0 \pm 0,2	1,0 \pm 0,4	1,0 \pm 0,4
	5	1,7 \pm 0,6	1,2 \pm 0,3	2,1 \pm 0,0
	10	1,6 \pm 0,3	2,7 \pm 0,9	1,7 \pm 0,2
OAS-TL	0	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,3	1,0 \pm 0,1
	5	1,4 \pm 0,5	1,2 \pm 0,1	2,0 \pm 0,7
	10	1,2 \pm 0,6	2,3 \pm 0,4	1,7 \pm 0,6
γ -ECS	0	1,0 \pm 0,2	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,2
	5	2,7 \pm 0,4	5,7 \pm 0,4	6,1 \pm 1,8
	10	3,0 \pm 1,2	7,9 \pm 1,7	6,2 \pm 2,7
GSHS	0	1,0 \pm 0,2	1,0 \pm 0,4	1,0 \pm 0,2
	5	2,0 \pm 0,3	2,2 \pm 0,6	5,5 \pm 0,5
	10	2,7 \pm 1,3	3,2 \pm 0,8	5,8 \pm 1,5

Tabelle 9. Transkription der mRNAs von Genen, deren Produkte an der Metall-Homöostase in *Physcomitrella patens* beteiligt sein könnten nach Anzucht unter 0 μM Cd(II) (Kontrolle), 5 μM Cd(II) und 10 μM Cd(II) im Medium, MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.4.5)

		-fache Expression		
	Cd(II) [μM]	Tag 1	Tag 3	Tag 5
MT A	0	1,0 \pm 0,2	1,0 \pm 0,2	1,0 \pm 0,3
	5	1,8 \pm 0,5	4,9 \pm 1,3	12,7 \pm 3,6
	10	2,3 \pm 1,0	10,5 \pm 2,7	15,1 \pm 3,1
MT B	0	1,1 \pm 0,5	1,0 \pm 0,1	1,1 \pm 0,5
	5	1,2 \pm 0,3	3,4 \pm 1,2	3,6 \pm 1,0
	10	1,5 \pm 0,4	6,7 \pm 1,9	3,9 \pm 1,5

Tabelle 10. Transkription der mRNAs von Genen, deren Produkte an der Redox-Homöostase in *Physcomitrella patens* beteiligt sein könnten nach Anzucht unter 0 μM Cd(II) (Kontrolle), 5 μM Cd(II) und 10 μM Cd(II) im Medium, MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.4.3)

		-fache Expression		
	Cd(II) [μM]	Tag 1	Tag 3	Tag 5
Ascorbat-	0	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,4	1,0 \pm 0,1
Peroxidase	5	3,0 \pm 2,0	5,3 \pm 2,7	7,4 \pm 1,5
	10	2,6 \pm 0,9	9,8 \pm 2,7	11,4 \pm 5,8
Ascorbat-	0	1,1 \pm 0,5	1,1 \pm 0,6	1,0 \pm 0,1
Reduktase	5	2,1 \pm 0,8	4,9 \pm 1,2	9,4 \pm 5,1
	10	2,6 \pm 0,7	9,1 \pm 1,6	9,6 \pm 4,9
GSH-	0	1,1 \pm 0,4	1,2 \pm 0,9	1,0 \pm 0,1
Peroxidase	5	1,4 \pm 0,4	2,9 \pm 1,8	3,2 \pm 1,3
	10	1,1 \pm 0,3	4,0 \pm 1,0	4,1 \pm 2,3
GSH-	0	1,0 \pm 0,3	1,1 \pm 0,7	1,0 \pm 0,1
Reduktase	5	2,7 \pm 0,8	6,2 \pm 0,7	10,1 \pm 2,8
	10	4,3 \pm 3,7	13,4 \pm 1,8	12,9 \pm 2,8

Tabelle 11. Transkription der mRNAs von Genen, die Glutathion-S-Transferasen kodieren, in *Physcomitrella patens* nach Anzucht unter 0 μM Cd(II) (Kontrolle), 5 μM Cd(II) und 10 μM Cd(II) im Medium, MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.4.4)

	Cd(II) [μM]	-fache Expression		
		Tag 1	Tag 3	Tag 5
GST 1	0	1,2 \pm 0,9	1,2 \pm 0,8	1,1 \pm 0,7
	5	1,8 \pm 0,6	2,0 \pm 0,2	2,3 \pm 0,6
	10	4,0 \pm 2,2	6,8 \pm 6,2	2,4 \pm 0,9
GST 2	0	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,3
	5	22,6 \pm 9,1	25,8 \pm 6,0	25,4 \pm 1,0
	10	36,1 \pm 14,3	50,8 \pm 4,0	32,6 \pm 19,5
GST 3	0	1,4 \pm 1,0	1,4 \pm 1,1	1,4 \pm 1,4
	5	70,3 \pm 44,8	74,6 \pm 24,4	40,7 \pm 7,6
	10	94,7 \pm 38,0	132,9 \pm 31,1	133,2 \pm 43,7
GST 4	0	1,1 \pm 0,4	1,1 \pm 0,5	1,0 \pm 0,4
	5	24,1 \pm 15,8	27,9 \pm 17,7	28,5 \pm 15,7
	10	31,8 \pm 16,7	43,6 \pm 7,7	24,7 \pm 5,9

Enzymaktivitäten

Tabelle 12. Enzymaktivitäten von OAS-TL, γ -ECS, GSHS und GSTs in *Physcomitrella patens* nach Exposition mit 0 μM Cd(II) (K), 5 μM Cd(II) und 10 μM Cd(II), MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.5)

Zeit [d]	Enzym	K	5 μM Cd(II)	10 μM Cd(II)
	OAS-TL [$\text{U}\cdot\text{mg}^{-1}$ Protein]			
1		1,4 \pm 0,2	1,4 \pm 0,2	1,3 \pm 0,2

3	1,7 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,2
5	1,4 ± 0,2	1,2 ± 0,1	1,0 ± 0,3
γ-ECS [mU·mg⁻¹ Protein]			
1	83,4 ± 7,1	81,0 ± 16,6	93,5 ± 8,9
3	63,8 ± 4,4	112,2 ± 20,1	107,9 ± 29,2
5	73,3 ± 8,4	136,5 ± 30,2	247,4 ± 80,7
GSHS [mU·mg⁻¹ Protein]			
1	400,1 ± 28,1	447,2 ± 6,0	484,1 ± 56,6
3	467,0 ± 15,1	629,7 ± 56,6	665,8 ± 43,3
5	520,7 ± 74,8	670,5 ± 10,8	835,2 ± 74,5
GST [mU·mg⁻¹ Protein]			
1	5,2 ± 1,6	22,7 ± 7,9	20,4 ± 7,3
3	5,1 ± 1,0	28,6 ± 6,2	38,4 ± 7,6
5	5,3 ± 0,5	53,4 ± 9,4	58,3 ± 2,0

Thiolgehalte

Tabelle 13. Gehalte von Cys, γ-EC und GSH_{ges} in *Physcomitrella patens* nach Belastung mit 0 μM Cd(II) (K), 5 μM Cd(II) und 10 μM Cd(II) in [nmol g⁻¹ FM], MW ± SD, HPLC-Bestimmung, n = 3 (Kap. 4.6)

Zeit [d]		K	5 μM Cd(II)	10 μM Cd(II)
1	Cys	22,7 ± 1,0	30,3 ± 3,8	33,9 ± 1,7
	γ-EC	9,2 ± 0,7	8,2 ± 1,4	8,6 ± 0,5
	GSH _{ges}	195,0 ± 13,2	226,2 ± 42,9	240,6 ± 10,6
2	Cys	20,3 ± 3,4	28,5 ± 4,4	31,8 ± 2,9

	γ -EC	$7,4 \pm 0,9$	$8,6 \pm 1,3$	$9,1 \pm 0,9$
	GSH _{ges}	$178,6 \pm 15,2$	$258,6 \pm 37,0$	$291,9 \pm 35,9$
3	Cys	$24,9 \pm 2,9$	$33,5 \pm 6,3$	$41,5 \pm 4,8$
	γ -EC	$7,8 \pm 0,2$	$10,8 \pm 4,0$	$13,2 \pm 3,0$
	GSH _{ges}	$205,1 \pm 3,6$	$286,9 \pm 51,7$	$354,5 \pm 27,0$
4	Cys	$23,4 \pm 0,4$	$39,0 \pm 5,5$	$47,6 \pm 0,5$
	γ -EC	$8,1 \pm 0,9$	$14,4 \pm 6,3$	$17,9 \pm 2,9$
	GSH _{ges}	$197,5 \pm 8,5$	$339,0 \pm 48,5$	$390,7 \pm 14,0$
5	Cys	$18,2 \pm 0,5$	$39,9 \pm 8,5$	$49,4 \pm 1,1$
	γ -EC	$6,9 \pm 0,5$	$14,4 \pm 5,6$	$21,7 \pm 2,0$
	GSH _{ges}	$191,1 \pm 11,6$	$369,3 \pm 44,1$	$425,5 \pm 1,3$

Tabelle 14. Gehalte an GSH_{ges}, GSH_{red} und GSSG in *Physcomitrella patens* nach Belastung mit 0 μ M Cd(II) (K), 5 μ M Cd(II) und 10 μ M Cd(II) in [nmol g⁻¹ FM], MW \pm SD, enzymatische Bestimmung, n = 3, GSH_{red} ergibt sich aus der Differenz von GSH_{ges} und GSSG (Kap. 4.6)

Zeit [d]		K	5 μ M Cd(II)	10 μ M Cd(II)
0	GSH _{ges}	$200,0 \pm 5,8$	-	-
	GSH _{red}	$130,2 \pm 5,6$	-	-
	GSSG	$69,8 \pm 7,1$	-	-
1	GSH _{ges}	$185,7 \pm 1,7$	$264,3 \pm 57,8$	$253,7 \pm 17,9$
	GSH _{red}	$99,8 \pm 15,0$	$149,7 \pm 54,5$	$138,3 \pm 40,2$
	GSSG	$85,9 \pm 13,8$	$114,6 \pm 13,3$	$115,4 \pm 30,6$
3	GSH _{ges}	$187,0 \pm 30,1$	$456,4 \pm 77,2$	$507,9 \pm 80,6$
	GSH _{red}	$105,2 \pm 34,4$	$288,8 \pm 48,9$	$356,5 \pm 66,7$
	GSSG	$81,8 \pm 6,0$	$167,5 \pm 31,2$	$151,4 \pm 37,9$
5	GSH _{ges}	$263,5 \pm 28,4$	$555,2 \pm 102,9$	$565,2 \pm 86,7$
	GSH _{red}	$165,3 \pm 17,1$	$408,9 \pm 106,9$	$417,8 \pm 82,1$
	GSSG	$98,2 \pm 11,6$	$146,4 \pm 11,3$	$147,5 \pm 34,9$

Tabelle 15. Gehalt an Cys in *Physcomitrella patens* nach Belastung mit 0 μM Cd(II) (K), 5 μM Cd(II) bzw. 10 μM Cd(II) in Medium mit erhöhtem Na_2SO_4 -Gehalt, MW \pm SD, n = 3 (Kap.4.6.4)

Zeit [d]		Na_2SO_4 [mM]			
		3	5	7	9
	Cys [nmol g ⁻¹ FM]				
1	K	17,9 \pm 0,1	16,4 \pm 2,5	15,9 \pm 1,9	16,7 \pm 0,6
	5 μM Cd(II)	29,2 \pm 7,1	28,1 \pm 3,6	26,7 \pm 4,3	27,5 \pm 5,9
	10 μM Cd(II)	27,2 \pm 0,7	32,3 \pm 5,7	31,7 \pm 2,8	32,1 \pm 3,4
3	K	21,6 \pm 1,0	19,2 \pm 2,9	18,0 \pm 3,8	19,9 \pm 2,7
	5 μM Cd(II)	41,4 \pm 9,5	38,5 \pm 5,4	38,6 \pm 4,8	38,1 \pm 6,3
	10 μM Cd(II)	45,9 \pm 3,8	52,3 \pm 10,8	48,8 \pm 8,7	52,2 \pm 9,2
5	K	19,2 \pm 0,5	18,4 \pm 1,4	17,9 \pm 1,8	19,3 \pm 1,3
	5 μM Cd(II)	55,3 \pm 11,2	52,1 \pm 10,6	50,2 \pm 11,8	54,3 \pm 10,4
	10 μM Cd(II)	66,8 \pm 3,9	67,9 \pm 14,3	65,3 \pm 10,3	72,4 \pm 13,6

Tabelle 16. Gehalt an GSH_{ges} in *Physcomitrella patens* nach Belastung mit 0 μM Cd(II) (K), 5 μM Cd(II) bzw. 10 μM Cd(II) in Medium mit erhöhtem Na_2SO_4 -Gehalt, MW \pm SD, n = 3 (Kap.4.6.4)

Zeit [d]		Na_2SO_4 [mM]			
		3	5	7	9
	GSH_{ges} [nmol g ⁻¹ FM]				
1	K	179,2 \pm 14,0	178,4 \pm 16,0	167,4 \pm 16,3	170,2 \pm 13,8
	5 μM Cd(II)	263,6 \pm 72,5	250,9 \pm 27,4	243,0 \pm 55,5	228,0 \pm 54,5
	10 μM Cd(II)	229,7 \pm 12,9	321,2 \pm 102,0	297,7 \pm 62,1	291,2 \pm 47,4
3	K	194,0 \pm 3,3	190,9 \pm 7,7	181,1 \pm 15,0	185,0 \pm 22,1
	5 μM Cd(II)	425,9 \pm 102,0	432,0 \pm 42,3	422,9 \pm 43,0	384,9 \pm 69,2
	10 μM Cd(II)	465,7 \pm 35,8	485,7 \pm 30,1	479,7 \pm 59,8	485,4 \pm 58,2
5	K	169,7 \pm 1,3	190,0 \pm 2,9	184,0 \pm 4,2	182,3 \pm 2,4
	5 μM Cd(II)	589,8 \pm 12,4	564,8 \pm 71,8	546,7 \pm 62,1	558,0 \pm 41,0
	10 μM Cd(II)	644,0 \pm 1,9	616,9 \pm 17,8	614,5 \pm 32,6	632,3 \pm 26,6

Tabelle 17. Gehalt an Cys in *Physcomitrella patens* nach Belastung mit 0 μM Cd(II) (K), 5 μM Cd(II) bzw. 10 μM Cd(II) in Medium mit erhöhtem MgSO_4 -Gehalt, MW \pm SD, n = 3 (Kap.4.6.4)

Zeit [d]		MgSO_4 [mM]			
		3	5	7	9
	Cys [nmol g ⁻¹ FM]				
1	K	19,8 \pm 6,8	23,3 \pm 6,3	23,8 \pm 5,4	21,9 \pm 6,6
	5 μM Cd(II)	33,8 \pm 17,6	38,1 \pm 19,6	38,1 \pm 10,5	33,1 \pm 4,5
	10 μM Cd(II)	39,4 \pm 15,3	42,3 \pm 16,2	42,1 \pm 13,4	36,2 \pm 6,8
3	K	22,6 \pm 6,8	22,3 \pm 7,5	24,0 \pm 5,9	23,3 \pm 7,3
	5 μM Cd(II)	44,0 \pm 11,8	45,3 \pm 13,9	47,9 \pm 11,4	38,5 \pm 16,6
	10 μM Cd(II)	53,4 \pm 11,4	46,6 \pm 13,0	55,3 \pm 34,3	40,1 \pm 15,8
5	K	21,3 \pm 6,8	21,6 \pm 6,5	22,6 \pm 6,0	21,9 \pm 6,0
	5 μM Cd(II)	49,5 \pm 8,4	48,1 \pm 14,0	52,2 \pm 18,6	44,4 \pm 25,3
	10 μM Cd(II)	53,7 \pm 9,9	52,6 \pm 16,5	47,7 \pm 26,8	36,9 \pm 24,1

Tabelle 18. Gehalt an GSH_{ges} in *Physcomitrella patens* nach Belastung mit 0 μM Cd(II) (K), 5 μM Cd(II) bzw. 10 μM Cd(II) in Medium mit erhöhtem MgSO_4 -Gehalt, MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.6)

Zeit [d]		MgSO_4 [mM]			
		3	5	7	9
	GSH_{ges} [nmol g ⁻¹ FM]				
1	K	217,6 \pm 38,4	241,6 \pm 30,8	260,1 \pm 23,8	249,0 \pm 25,3
	5 μM Cd(II)	381,1 \pm 163,6	423,2 \pm 202,4	476,2 \pm 38,6	405,7 \pm 41,7
	10 μM Cd(II)	443,5 \pm 129,7	445,7 \pm 124,5	524,0 \pm 104,9	408,0 \pm 59,4
3	K	249,9 \pm 23,9	247,8 \pm 37,1	274,3 \pm 15,6	262,3 \pm 15,5
	5 μM Cd(II)	475,5 \pm 29,7	463,5 \pm 56,2	489,1 \pm 41,6	384,0 \pm 105,8
	10 μM Cd(II)	518,3 \pm 89,8	462,2 \pm 76,9	478,3 \pm 230,4	403,4 \pm 89,0
5	K	264,1 \pm 5,7	270,8 \pm 38,2	292,1 \pm 33,7	272,0 \pm 5,1
	5 μM Cd(II)	547,2 \pm 6,8	544,3 \pm 77,7	545,4 \pm 64,3	439,2 \pm 195,4
	10 μM Cd(II)	558,4 \pm 144,5	537,8 \pm 183,2	467,1 \pm 192,1	370,1 \pm 201,4

Tabelle 19. Gehalte an Cys, γ -EC und GSH_{ges} der Δ apr-Mutante 11-3-12 nach Belastung mit 0 μ M Cd(II) (K), 5 μ M Cd(II) und 10 μ M Cd(II), MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.6)

Zeit [d]	Cd(II) [μ M]	Cys [nmol g ⁻¹ FM]	γ -EC [nmol g ⁻¹ FM]	GSH _{ges} [nmol g ⁻¹ FM]
1	0	41,8 \pm 2,2	10,1 \pm 1,5	345,6 \pm 10,0
	5	55,0 \pm 2,3	9,7 \pm 0,3	473,6 \pm 18,3
	10	63,3 \pm 7,5	11,0 \pm 3,5	583,8 \pm 110,0
3	0	35,9 \pm 4,2	7,1 \pm 1,1	360,2 \pm 18,1
	5	89,8 \pm 11,6	12,1 \pm 1,3	781,5 \pm 83,1
	10	99,9 \pm 11,6	15,6 \pm 1,9	819,8 \pm 44,1
5	0	48,9 \pm 5,3	10,4 \pm 0,5	410,9 \pm 46,4
	5	115,3 \pm 10,1	20,2 \pm 6,1	812,2 \pm 62,7
	10	135,8 \pm 4,7	42,5 \pm 6,2	867,5 \pm 28,8

Tabelle 20. Gehalte an Cys, γ -EC und GSH_{ges} der Δ apr-Mutante 12-4-3 nach Belastung mit 0 μ M Cd(II) (K), 5 μ M Cd(II) und 10 μ M Cd(II), MW \pm SD, n = 3 (Kap. 4.6)

Zeit [d]	Cd(II) [μ M]	Cys [nmol g ⁻¹ FM]	γ -EC [nmol g ⁻¹ FM]	GSH _{ges} [nmol g ⁻¹ FM]
1	0	28,7 \pm 0,9	5,6 \pm 0,6	177,7 \pm 11,0
	5	47,0 \pm 3,2	6,8 \pm 1,4	268,9 \pm 13,1
	10	53,5 \pm 6,2	5,9 \pm 1,2	311,3 \pm 51,2
3	0	24,2 \pm 1,7	3,4 \pm 0,3	156,0 \pm 16,6
	5	61,2 \pm 5,8	6,1 \pm 1,7	343,3 \pm 43,9
	10	73,6 \pm 12,7	7,3 \pm 1,5	441,7 \pm 52,3
5	0	27,3 \pm 3,3	3,8 \pm 0,1	155,1 \pm 24,8
	5	70,6 \pm 4,5	8,6 \pm 1,6	342,9 \pm 26,0
	10	81,4 \pm 7,8	15,3 \pm 1,0	469,7 \pm 50,1

Anhang B - Mikroskopische Dokumentation

Lichtmikroskopie

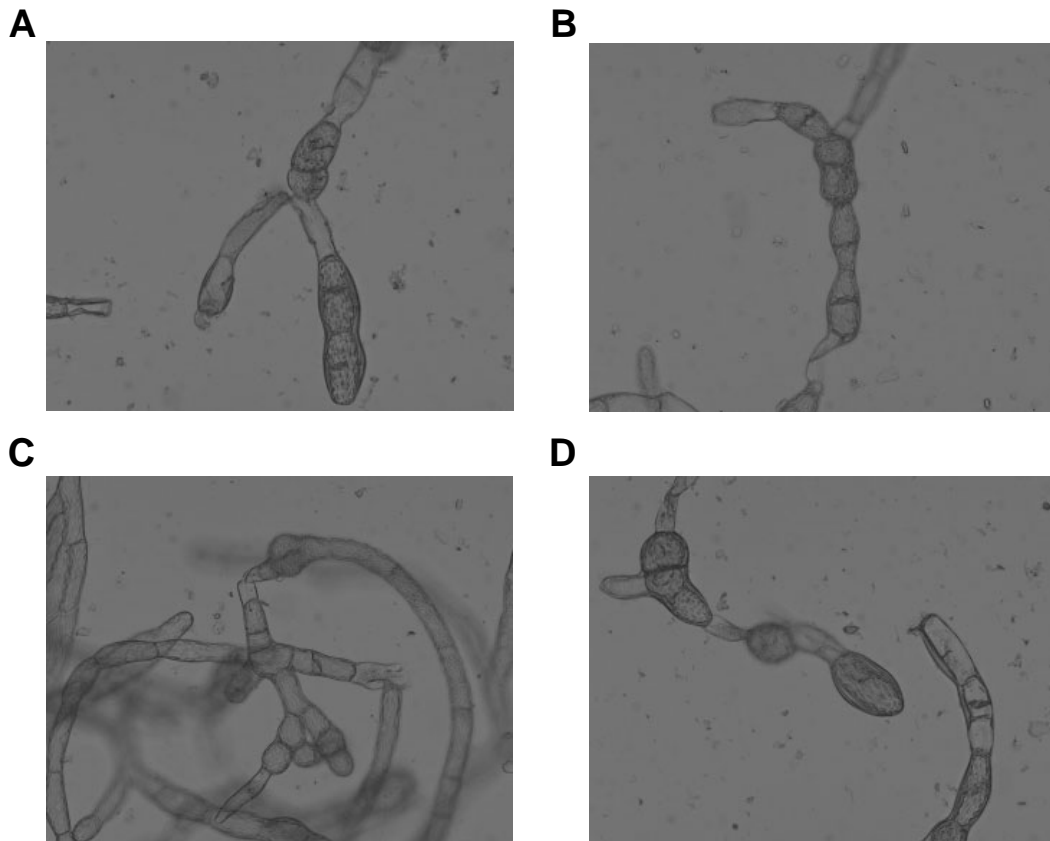


Abb. 1 Lichtmikroskopische Aufnahmen von *P. patens* als Beispiel für unregelmässiges Zellteilungswachstum und anomale Zellformen nach Cd(II)-Zugabe; A - 5 μM Cd(II) 5 d, B - 10 μM Cd(II) 1 d, C - 10 μM Cd(II) 2 d, D - 10 μM Cd(II) 3 d

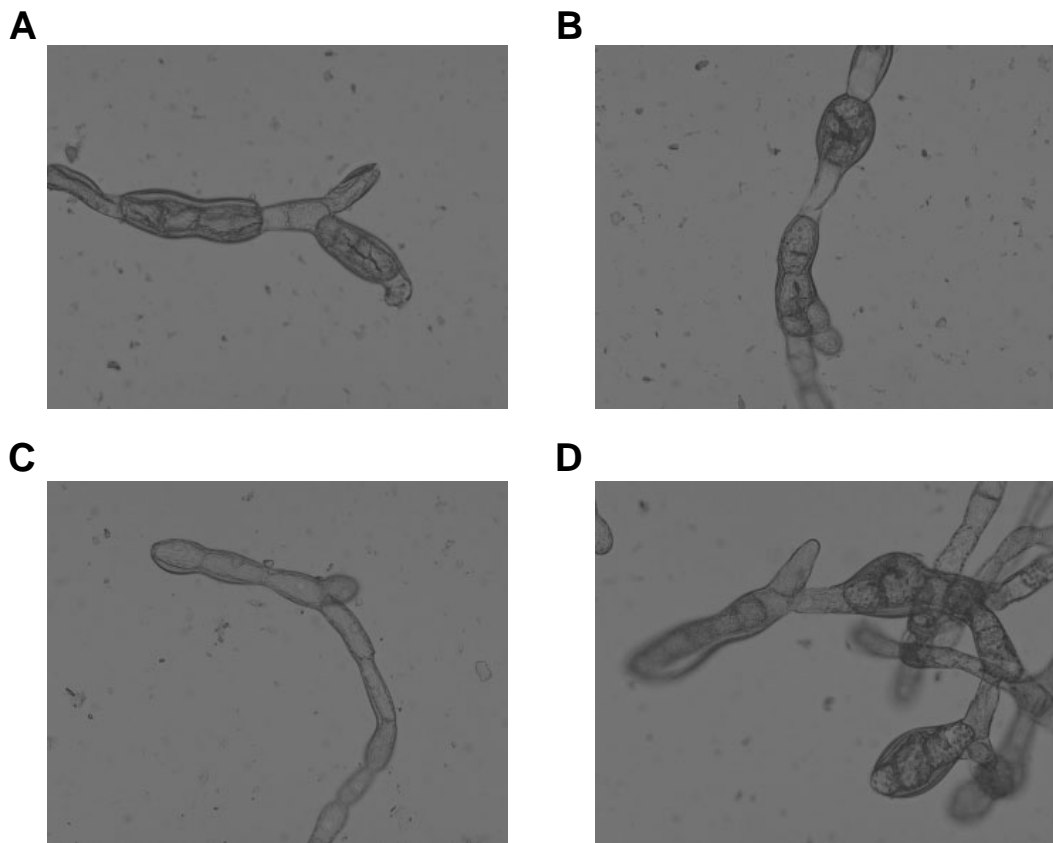


Abb. 2 Lichtmikroskopische Aufnahmen von *P. patens* als Beispiele für Zellwandverdickungen nach Cd(II)-Zugabe; A - 5 μ M Cd(II) 4 d, B - 10 μ M Cd(II) 3 d, C - 10 μ M Cd(II) 4 d, D - 10 μ M Cd(II) 5 d

Fluoreszenzmikroskopie mit BTC-5N

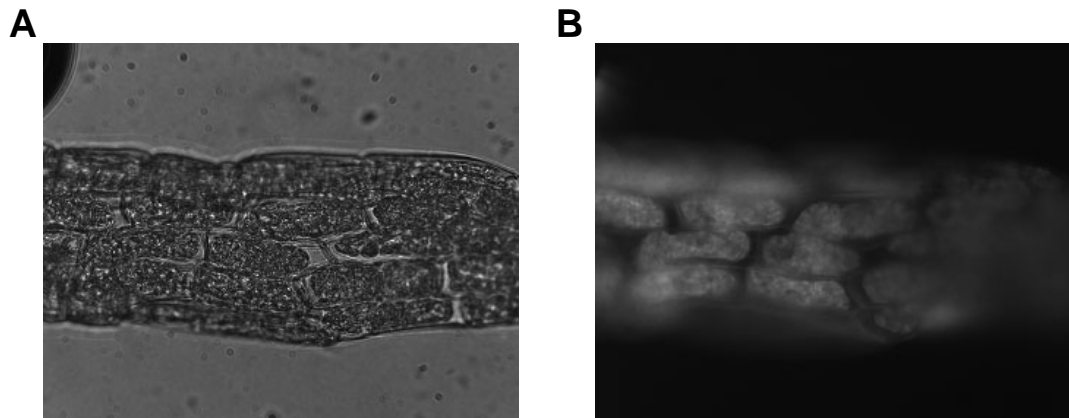


Abb. 3 Aufnahmen von *P. patens* nach Applikation (3 d) von 5 μM Cd(II) und Färbung mit 100 μM BTC-5N, A - lichtmikroskopische Aufnahme, B - Fluoreszenz-Aufnahme derselben Region

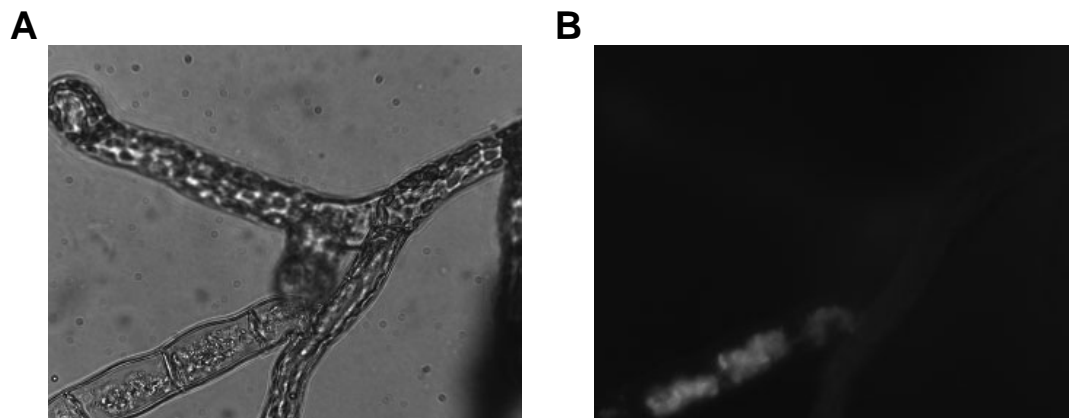


Abb. 4 Aufnahmen von *P. patens* nach Applikation (3 d) von 10 μM Cd(II) und Färbung mit 100 μM BTC-5N, A - lichtmikroskopische Aufnahme, B - Fluoreszenz-Aufnahme derselben Region

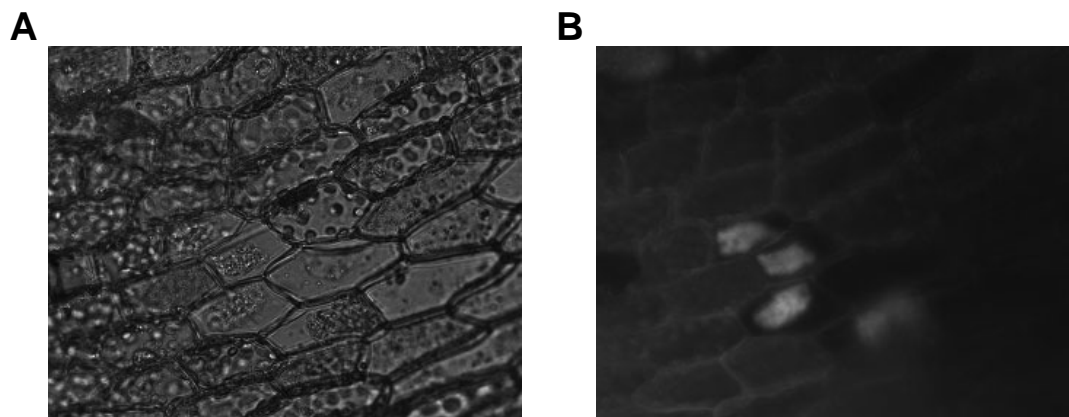


Abb. 5 Aufnahmen von *P. patens* nach Applikation (5 d) von 10 μM Cd(II) und Färbung mit 100 μM BTC-5N, A - lichtmikroskopische Aufnahme, B - Fluoreszenz-Aufnahme derselben Region

Elektronenmikroskopie

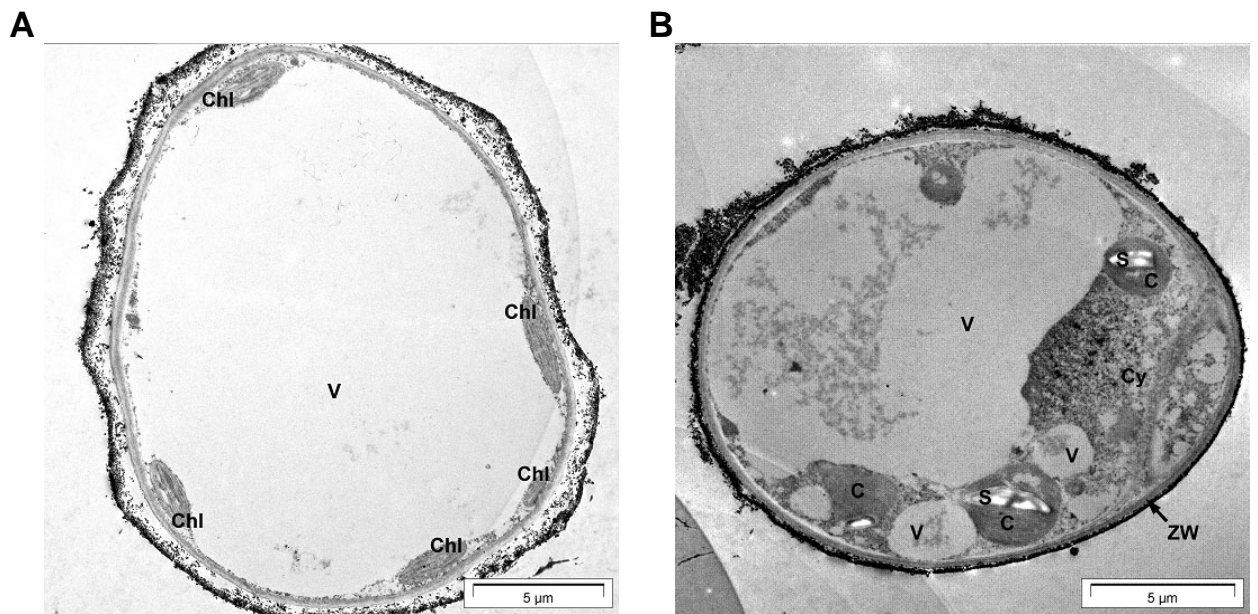


Abb. 6 Elektronenmikroskopische Aufnahmen von *P. patens*; A - Kontrolle 3d, B - 10 μM Cd(II) 3d; Chl /C - Chloroplasten, Cy - Cytosol, S - Stärke, V - Vakuolen, ZW - Zellwand