

SUPPORTING INFORMATION (SI)

Incorporation mechanism of tungsten in W-Fe-Cr-V-bearing rutile

Juraj Majzlan^{1,*}, Ralph Bolanz¹, Jörg Göttlicher², Tomáš Mikuš³, Stanislava Milovská³, Mária Čaplovičová⁴,
Christiane Röbber⁵, Christian Matthes⁵

¹ *Institute of Geosciences, Friedrich-Schiller University, Burgweg 11, 07749 Jena, Germany*

² *Institute for Photon Science and Synchrotron Radiation, Karlsruhe Institute of Technology, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Germany*

³ *Earth Science Institute of the Slovak Academy of Sciences, Ďumbierska 1, Banská Bystrica, Slovakia*

⁴ *STU Centre for Nanodiagnostics, Slovak University of Technology, Vazovova 5, 812 43, Bratislava, Slovakia*

⁵ *Bauhaus University, Coudraystrasse 11, 99423 Weimar, Germany*

*corresponding author: email: Juraj.Majzlan@uni-jena.de
telephone: +49-3641-948700
fax: +49-3641-948602

Number of figures: 1

Number of tables: 1

Number of pagers in SI (including the cover page): 9

Table S1. Electron microprobe analyses of rutile from Ochtiná. All values in weight %.

analytical point	CaO	SnO	K ₂ O	Nb ₂ O ₅	WO ₃	Ta ₂ O ₅	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	TiO ₂	Sc ₂ O ₃	MnO	As ₂ O ₅	SiO ₂	MoO ₃	sum
OV3-21.3 an 2	0.01	0.03	0.16	0.07	0.00	0.00	0.00	0.08	0.30	0.03	0.00	99.60	0.01	0.05				100.33
OV3-21.3 an 3	0.00	0.20	0.24	0.33	8.17	0.09	0.00	0.07	1.05	3.96	0.52	86.57	0.07	0.00				101.28
OV3-21.3 an 4	0.00	0.20	0.25	0.14	7.43	0.02	0.00	0.19	1.28	3.01	0.45	87.48	0.07	0.00				100.52
OV3-21.3 an 7	0.48	0.04	0.12	0.12	0.09	0.00	0.01	0.10	0.22	0.64	0.02	98.17	0.00	0.00				100.00
OV3-21.3 an 8	0.71	0.31	0.12	0.10	12.80	0.04	0.04	0.19	2.55	2.12	2.55	80.26	0.10	0.00				101.88
OV3-21.3 an 9	0.44	0.28	0.20	0.11	11.74	0.01	0.05	0.11	2.32	2.43	1.92	81.26	0.07	0.10				101.05
OV3-21.3 an 10	0.76	0.25	0.10	0.07	5.70	0.00	0.03	0.05	0.41	3.77	0.20	89.62	0.03	0.00				100.98
OV3-21.3 an 12	0.30	0.26	0.13	0.06	13.97	0.02	0.01	0.09	3.08	3.13	2.26	76.56	0.07	0.05				99.98
OV3-21.3 an 14	0.32	0.24	0.21	0.16	5.26	0.00	0.00	0.02	0.53	3.43	0.03	89.08	0.04	0.09				99.40
OV3-21.3 an 15	0.42	0.04	0.15	0.13	0.16	0.00	0.00	0.05	0.33	0.19	0.00	98.06	0.00	0.03				99.55
OV3-21.3 an16	0.02	0.54	0.06	0.11	14.86	0.03	0.03	0.06	3.47	2.12	3.25	74.51	0.09	0.02				99.16
OV3-21.3 an 17	0.02	0.60	0.17	0.04	6.99	0.02	0.01	0.05	1.42	1.57	1.32	87.95	0.08	0.01				100.23
OV3-21.3 an 18	0.01	0.29	0.25	0.30	13.26	0.00	0.00	0.12	4.01	1.03	2.31	78.16	0.06	0.00				99.79
OV3-21.3 an 19	0.00	0.29	0.22	0.35	13.62	0.06	0.02	0.10	3.94	0.98	2.27	78.05	0.05	0.05				99.99
OV3-21.3 an 21	0.00	0.33	0.11	0.21	13.82	0.06	0.01	0.03	3.08	2.91	1.69	79.64	0.10	0.03				102.02
OV3-21.3 an 22	0.01	0.29	0.11	0.21	12.26	0.00	0.00	0.05	2.85	2.78	1.59	80.71	0.08	0.00				100.95
OV3-21.3 an 24	0.02	0.58	0.09	0.09	15.92	0.01	0.03	0.10	3.79	1.63	3.55	74.93	0.11	0.00				100.83
OV3-21.3 an 25	0.03	0.21	0.46	0.28	1.16	0.01	0.16	0.90	0.66	0.46	0.06	93.70	0.01	0.00				98.09
OV3-21.3 an 26	0.01	0.20	0.22	0.15	0.15	0.05	0.00	0.04	0.31	0.23	0.12	99.19	0.01	0.00				100.67
OV3-21.3 an 27	0.01	0.24	0.27	0.11	5.33	0.00	0.06	0.10	0.93	2.16	0.74	90.37	0.03	0.02				100.37
OV3-21.3 an 28	0.01	0.00	0.07	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.24	0.03	0.00	100.09	0.00	0.00				100.55
OV3-21.3 an 29	0.01	0.08	0.13	0.08	0.06	0.00	0.01	0.00	0.20	0.29	0.04	100.88	0.01	0.06				101.85
OV3-21.3 an 30	0.01	0.06	0.18	0.34	0.00	0.00	0.01	0.00	0.22	0.59	0.00	100.49	0.00	0.01				101.91
OV3-86.6 an 1	0.00	0.25	0.06	0.13	10.85	0.00	0.00	0.06	2.97	1.35	1.91	83.28	0.02	0.10				100.99
OV3-86.6 an 2	0.01	0.30	0.00	0.07	10.16	0.00	0.04	0.23	3.69	0.34	1.17	84.78	0.02	0.03				100.82
OV3-86.6 an 3	0.01	0.29	0.03	0.15	2.14	0.00	0.02	0.02	0.92	0.28	0.33	96.56	0.01	0.02				100.76
OV3-86.6 an 4	0.01	0.49	0.00	1.10	6.20	0.04	0.02	0.06	2.51	0.24	1.27	88.32	0.06	0.00				100.30
OV3-86.6 an 5	0.01	0.17	0.04	0.16	3.23	0.00	0.00	0.04	0.78	1.10	0.58	92.78	0.01	0.04				98.93
OV3-86.6 an 6	0.01	0.36	0.01	0.14	7.31	0.08	0.00	0.07	2.62	0.33	1.47	86.50	0.05	0.16				99.09
OV3-86.6 an 7	0.01	0.18	0.13	0.27	1.41	0.00	0.00	0.05	0.78	0.21	0.14	96.96	0.02	0.02				100.16

Table S1. continued.

analytical point	CaO	SnO	K ₂ O	Nb ₂ O ₅	WO ₃	Ta ₂ O ₅	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	TiO ₂	Sc ₂ O ₃	MnO	As ₂ O ₅	SiO ₂	MoO ₃	sum
OV3-86.6 an 8	0.01	0.27	0.03	0.02	2.57	0.03	0.00	0.03	0.75	0.83	0.11	95.80	0.02	0.02				100.49
OV3-86.6 an 9	0.01	0.29	0.05	0.08	3.17	0.00	0.00	0.12	1.26	0.46	0.40	94.27	0.01	0.00				100.11
OV3-86.6 an 10	0.01	0.45	0.05	0.09	4.23	0.00	0.00	0.10	1.69	0.40	0.65	91.46	0.03	0.07				99.22
OV3-86.6 an 11	0.01	0.22	0.03	0.10	5.91	0.02	0.00	0.14	2.25	0.24	0.92	90.01	0.00	0.01				99.86
OV3-86.6 an 12	0.00	0.23	0.05	0.10	7.72	0.00	0.02	0.27	3.02	0.44	1.03	87.21	0.00	0.00				100.09
OV3-86.6 an 13	0.00	0.28	0.03	0.11	9.05	0.12	0.03	0.19	3.25	0.53	1.23	86.52	0.02	0.00				101.36
OV3-27.8 an 1	0.02	0.34	0.16	0.06	16.39	0.00	0.01	0.19	1.85	7.50	1.24	69.84	0.01	0.06				97.65
OV3-27.8 an 2	0.01	0.37	0.02	0.10	17.08	0.00	0.02	0.14	3.24	2.50	4.01	72.18	0.07	0.05				99.78
OV3-27.8 an 3	0.01	0.34	0.05	0.06	17.22	0.06	0.06	0.13	3.04	2.54	4.07	72.23	0.08	0.04				99.93
OV3-27.8 an 4	0.01	0.24	0.05	0.09	16.44	0.00	0.03	0.09	3.17	3.19	3.77	72.30	0.09	0.07				99.53
OV3-27.8 an 5	0.02	0.25	0.00	0.07	17.68	0.00	0.06	0.08	3.09	3.28	3.62	74.42	0.06	0.03				102.65
OV3-27.8 an 6	0.01	0.33	0.00	0.10	16.86	0.01	0.03	0.12	3.27	2.50	3.95	74.27	0.08	0.08				101.59
OV3-27.8 an 7	0.00	0.27	0.03	0.09	17.73	0.00	0.03	0.13	3.17	2.98	3.85	74.10	0.05	0.09				102.52
OV3-27.8 an 8	0.00	0.02	0.03	0.23	0.05	0.00	0.00	0.00	0.21	0.03	0.39	100.36	0.01	0.00				101.32
OV3-27.8 an 9	0.01	0.22	0.03	0.07	14.40	0.00	0.02	0.11	2.41	3.10	3.72	76.63	0.07	0.03				100.82
OV3-27.8 an 10	0.01	0.42	0.05	0.09	10.57	0.05	0.00	0.06	1.51	2.90	2.72	82.11	0.02	0.01				100.50
OV3-27.8 an 11	0.00	0.24	0.10	0.10	6.15	0.02	0.00	0.03	0.64	2.70	1.12	90.14	0.03	0.05				101.35
OV3-27.8 an 12	0.01	0.28	0.13	0.10	2.52	0.00	0.00	0.03	0.60	0.76	0.88	96.22	0.02	0.04				101.60
OV3-27.8 an 13	0.00	0.31	0.07	0.06	9.60	0.00	0.00	0.08	1.31	2.67	2.31	85.41	0.05	0.00				101.86
OV3-27.8 an 14	0.01	0.24	0.06	0.15	6.45	0.00	0.00	0.03	0.63	3.28	0.92	88.65	0.02	0.00				100.43
OV3-27.8 an 15	0.01	0.26	0.00	0.07	15.23	0.00	0.01	0.10	2.58	3.12	3.42	76.30	0.03	0.02				101.15
OV3-27.8 an 16	0.01	0.30	0.10	0.08	17.54	0.00	0.05	0.13	3.25	3.28	3.37	71.61	0.07	0.03				99.80
OV3-27.8 an 17	0.01	0.32	0.11	0.12	17.32	0.00	0.04	0.14	3.96	2.86	2.29	71.98	0.03	0.10				99.26
OV3-27.8 an 18	0.02	0.27	0.24	0.13	9.94	0.00	0.04	0.18	2.65	2.05	0.93	81.94	0.01	0.13				98.52
OV3-27.8 an 19	0.01	0.33	0.14	0.12	15.03	0.00	0.03	0.12	3.03	2.60	3.41	73.55	0.04	0.09				98.49
OV3-27.8 an 20	0.01	0.02	0.04	0.32	0.05	0.02	0.00	0.01	0.29	0.11	0.46	98.38	0.01	0.04				99.76
OV3-27.8 an 21	0.02	0.35	0.09	0.13	15.02	0.00	0.04	0.07	3.32	3.13	2.97	75.80	0.07	0.03				101.01
OV3-27.8 an 22	0.01	0.25	0.02	0.13	6.45	0.00	0.02	0.10	0.84	2.19	1.64	88.58	0.01	0.04				100.27
OV3-27.8 an 23	0.03	0.27	0.04	0.07	8.14	0.00	0.01	0.07	1.00	2.64	2.06	86.85	0.03	0.00				101.21
OV3-27.8 an 24	0.01	0.30	0.03	0.13	3.23	0.00	0.00	0.06	0.61	0.87	1.22	94.32	0.02	0.00				100.81
OV3-27.8 an 25	0.01	0.00	0.02	0.19	0.00	0.07	0.00	0.00	0.29	0.06	0.10	97.73	0.00	0.10				98.57

Table S1. continued.

analytical point	CaO	SnO	K ₂ O	Nb ₂ O ₅	WO ₃	Ta ₂ O ₅	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	TiO ₂	Sc ₂ O ₃	MnO	As ₂ O ₅	SiO ₂	MoO ₃	sum
OV3-27.8 an 26	0.00	0.21	0.04	0.20	3.77	0.00	0.00	0.03	0.75	0.45	1.49	91.99	0.02	0.03				98.97
OV3-27.8 an 27	0.01	0.22	0.05	0.30	8.25	0.06	0.00	0.06	1.88	0.31	3.41	84.16	0.02	0.04				98.78
OV3-27.8 an 28	0.01	0.32	0.14	0.07	15.43	0.01	0.03	0.09	3.16	1.88	3.09	75.14	0.17	0.03				99.59
OV3-27.8 an 29	0.00	0.28	0.01	0.07	17.35	0.02	0.00	0.08	3.15	3.25	3.57	73.75	0.07	0.04				101.61
OV3-27.8 an 30	0.00	0.00	0.03	0.20	0.00	0.07	0.00	0.03	0.26	0.07	0.33	97.13	0.00	0.00				98.12
OV3-27.8 an 5*	0.01	0.31	0.00	0.03	16.68	0.00	0.02	0.11	3.08	3.29	3.14	73.62	0.08	0.03				100.41
OV3-27.8 an 7*	0.01	0.32	0.03	0.07	17.18	0.05	0.06	0.11	3.19	3.28	3.55	73.12	0.06	0.11				101.12
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.08				0.00		0.00	0.01	0.98	0.10		99.03		0.02	0.00	0.06	0.00	100.38
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.15				0.20		0.00	0.00	0.66	0.07		99.05		0.00	0.00	0.01	0.01	100.21
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.08				0.58		0.00	0.00	1.07	0.14		98.14		0.00	0.00	0.02	0.00	100.14
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.09				0.03		0.00	0.01	0.53	0.08		99.30		0.00	0.00	0.04	0.00	100.14
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.18				0.12		0.00	0.01	0.70	0.08		98.78		0.01	0.00	0.05	0.00	100.00
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.00				0.07		0.00	0.01	1.75	0.06		97.81		0.04	0.00	0.02	0.00	99.95
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.32				0.08		0.00	0.01	0.64	0.08		98.57		0.02	0.00	0.08	0.00	99.88
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.31				0.09		0.00	0.01	0.61	0.14		98.61		0.00	0.00	0.03	0.00	99.87
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.43				0.40		0.02	0.04	0.47	0.11		98.06		0.00	0.00	0.25	0.00	99.84
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.10				0.41		0.00	0.02	0.73	0.03		98.37		0.01	0.03	0.05	0.00	99.84
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.11				1.67		0.00	0.01	1.17	0.20		96.41		0.03	0.00	0.09	0.00	99.82
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.31				0.00		0.00	0.02	0.73	0.06		98.57		0.00	0.00	0.04	0.00	99.81
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.18				0.03		0.01	0.02	0.87	0.16		98.40		0.00	0.00	0.05	0.00	99.80
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.11				0.82		0.02	0.02	0.82	0.06		97.74		0.00	0.02	0.10	0.00	99.80
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.33				0.00		0.01	0.02	0.80	0.20		98.25		0.01	0.00	0.07	0.00	99.79
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.27				0.73		0.00	0.02	1.14	0.09		97.26		0.02	0.00	0.09	0.00	99.75
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.17				1.90		0.02	0.03	1.28	0.13		96.03		0.02	0.00	0.03	0.00	99.74
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.17				0.11		0.00	0.02	0.66	0.23		98.40		0.02	0.00	0.03	0.00	99.71
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.49				0.00		0.00	0.02	1.00	0.10		97.87		0.02	0.00	0.09	0.00	99.70
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.06				0.61		0.02	0.00	1.17	0.23		97.38		0.00	0.00	0.10	0.00	99.69
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.32				0.07		0.00	0.00	0.60	0.14		98.44		0.00	0.00	0.04	0.00	99.68
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.17				0.01		0.00	0.03	0.64	0.17		98.54		0.00	0.00	0.05	0.00	99.68
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.01				0.47		0.00	0.01	0.78	0.08		98.18		0.02	0.00	0.04	0.00	99.68
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.33				1.33		0.00	0.02	1.23	0.19		96.31		0.03	0.02	0.06	0.00	99.67

Table S1. continued.

analytical point	CaO	SnO	K ₂ O	Nb ₂ O ₅	WO ₃	Ta ₂ O ₅	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	TiO ₂	Sc ₂ O ₃	MnO	As ₂ O ₅	SiO ₂	MoO ₃	sum
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.23				0.07		0.00	0.03	0.53	0.17		98.57		0.00	0.00	0.01	0.00	99.67
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.02				0.14		0.01	0.05	1.17	0.01		98.07		0.00	0.00	0.06	0.00	99.65
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.12				0.76		0.00	0.04	0.68	0.25		97.62		0.00	0.00	0.09	0.00	99.63
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.39				0.08		0.00	0.01	0.35	0.60		98.11		0.00	0.00	0.03	0.00	99.63
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.17				2.34		0.00	0.03	1.34	0.25		95.18		0.01	0.00	0.14	0.00	99.62
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.14				0.58		0.03	0.02	0.74	0.21		97.73		0.04	0.00	0.02	0.00	99.60
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.26				0.24		0.00	0.03	0.79	0.22		97.81		0.00	0.03	0.10	0.00	99.57
5	0.14				0.25		0.01	0.03	0.48	0.09		98.30		0.01	0.04	0.16	0.00	99.55
OV3-60-4	0.20				0.07		0.02	0.03	0.72	0.10		98.19		0.00	0.03	0.10	0.00	99.55
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.20				0.03		0.00	0.01	0.60	0.14		98.48		0.02	0.00	0.02	0.00	99.55
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.36				0.20		0.00	0.03	0.75	0.15		97.86		0.02	0.03	0.06	0.00	99.54
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.29				0.72		0.00	0.02	0.77	0.13		97.44		0.03	0.00	0.05	0.00	99.54
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.31				0.00		0.00	0.02	0.49	0.14		98.47		0.00	0.00	0.04	0.00	99.53
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.23				1.09		0.00	0.01	1.05	0.12		96.84		0.02	0.00	0.04	0.00	99.52
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.19				1.71		0.00	0.03	0.87	0.19		96.32		0.00	0.00	0.09	0.00	99.49
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.16				0.00		0.02	0.01	0.36	0.20		98.63		0.00	0.00	0.07	0.00	99.49
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.18				0.08		0.00	0.01	0.47	0.14		98.53		0.00	0.01	0.02	0.00	99.49
OV1A_25-8_und_47-5_Na	1.22				1.05		0.01	0.06	0.77	0.33		95.70		0.02	0.00	0.22	0.00	99.47
3	0.19				0.69		0.00	0.04	1.21	0.04		97.06		0.06	0.00	0.04	0.00	99.46
OV3-60-4	0.17				0.54		0.00	0.03	0.71	0.15		97.72		0.00	0.00	0.03	0.00	99.44
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.25				0.36		0.01	0.03	0.77	0.04		97.81		0.00	0.00	0.06	0.00	99.42
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.11				0.22		0.00	0.02	0.96	0.05		97.91		0.00	0.00	0.03	0.00	99.41
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.28				0.17		0.00	0.02	0.32	0.40		98.08		0.00	0.00	0.09	0.00	99.39
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.02				0.36		0.00	0.01	0.70	0.12		98.04		0.03	0.00	0.04	0.00	99.39
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.60				0.71		0.01	0.05	1.47	0.26		95.79		0.01	0.00	0.33	0.00	99.39
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.02				0.78		0.01	0.03	7.32	0.04		90.28		0.03	0.00	0.04	0.00	99.38
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.26				2.26		0.02	0.02	1.36	0.11		95.08		0.02	0.00	0.08	0.00	99.36
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.59				2.03		0.00	0.04	1.86	0.27		94.21		0.04	0.00	0.09	0.00	99.34
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.17				0.41		0.00	0.06	0.57	0.28		97.63		0.04	0.00	0.12	0.00	99.33
26	0.37				0.45		0.00	0.02	0.59	0.15		97.56		0.03	0.00	0.09	0.00	99.33
OV3-60-4	0.09				0.41		0.01	0.02	0.50	0.23		97.94		0.00	0.00	0.08	0.00	99.33

Table S1. continued.

analytical point	CaO	SnO	K ₂ O	Nb ₂ O ₅	WO ₃	Ta ₂ O ₅	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	TiO ₂	Sc ₂ O ₃	MnO	As ₂ O ₅	SiO ₂	MoO ₃	sum
2	0.12				1.25		0.00	0.01	0.84	0.12		96.75		0.00	0.00	0.14	0.00	99.33
OV3-60-4	0.18				0.18		0.00	0.02	0.63	0.09		98.07		0.01	0.00	0.05	0.00	99.30
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.18				0.13		0.00	0.02	0.47	0.03		98.24		0.00	0.00	0.15	0.00	99.28
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.07				1.21		0.00	0.02	1.55	0.08		96.02		0.01	0.00	0.12	0.00	99.26
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.32				0.00		0.00	0.02	0.29	0.70		97.78		0.00	0.00	0.09	0.00	99.25
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.15				0.38		0.00	0.01	0.70	0.09		97.78		0.02	0.00	0.04	0.00	99.25
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.01				0.00		0.00	0.02	1.27	0.01		97.72		0.04	0.00	0.02	0.00	99.24
23	0.16				0.00		0.01	0.01	0.60	0.11		98.26		0.00	0.00	0.02	0.00	99.23
OV3-60-4	0.61				1.85		0.00	0.01	1.88	0.23		94.29		0.04	0.00	0.09	0.00	99.22
9	0.32				0.52		0.05	0.17	0.48	0.18		97.01		0.00	0.00	0.42	0.00	99.20
OV1A-37-8	0.20				0.70		0.00	0.03	0.71	0.19		97.22		0.00	0.00	0.06	0.00	99.20
24	0.23				0.48		0.00	0.02	1.06	0.14		96.89		0.00	0.02	0.24	0.00	99.19
OV3-60-4	0.16				0.67		0.00	0.02	0.65	0.27		97.02		0.00	0.01	0.30	0.00	99.18
11	0.05				1.28		0.00	0.02	0.94	0.12		96.55		0.00	0.00	0.07	0.00	99.15
OV1A-37-8	0.15				0.00		0.00	0.00	0.66	0.07		98.13		0.02	0.00	0.02	0.00	99.12
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.15				0.00		0.02	0.03	0.66	0.08		98.04		0.02	0.00	0.04	0.00	99.12
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.02				0.09		0.01	0.03	1.69	0.01		96.98		0.04	0.00	0.03	0.00	99.09
12	0.50				0.08		0.00	0.03	0.94	0.12		97.18		0.00	0.00	0.13	0.00	99.08
OV3-60-4	0.25				3.84		0.00	0.04	1.89	0.35		92.37		0.00	0.00	0.12	0.00	99.06
27	0.01				2.06		0.01	0.04	1.49	0.09		95.07		0.01	0.03	0.08	0.00	99.06
OV3-60-4	0.40				0.61		0.00	0.01	1.00	0.02		96.75		0.02	0.02	0.08	0.00	99.03
1	0.10				0.41		0.00	0.02	0.64	0.10		97.65		0.01	0.00	0.00	0.00	99.02
OV2-53-6	0.31				0.40		0.01	0.01	0.91	0.11		97.13		0.01	0.00	0.03	0.00	99.02
10	0.61				3.59		0.00	0.03	2.15	0.13		92.26		0.00	0.00	0.00	0.00	99.00
OV1A-37-8	0.16				0.09		0.00	0.02	0.50	0.06		97.98		0.00	0.00	0.13	0.00	99.00
8	0.12				7.69		0.01	0.03	3.67	0.15		86.84		0.02	0.00	0.04	0.00	99.00
OV3-60-4	0.01				0.20		0.00	0.00	0.79	0.06		97.76		0.01	0.00	0.07	0.00	98.99
20	0.01				2.05		0.00	0.02	1.88	0.03		94.74		0.00	0.00	0.02	0.00	98.96
OV3-60-4	0.24				1.20		0.00	0.03	0.78	0.31		96.13		0.02	0.00	0.13	0.00	98.93
3	0.25				0.03		0.00	0.03	0.47	0.17		97.79		0.00	0.00	0.13	0.00	98.92
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.95				0.83		0.00	0.11	0.61	0.27		95.07		0.00	0.00	1.01	0.00	98.91

Table S1. continued.

analytical point	CaO	SnO	K ₂ O	Nb ₂ O ₅	WO ₃	Ta ₂ O ₅	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	TiO ₂	Sc ₂ O ₃	MnO	As ₂ O ₅	SiO ₂	MoO ₃	sum
15	0.14				1.17		0.02	0.03	0.90	0.14		96.21		0.00	0.02	0.15	0.00	98.88
OV3-60-4	0.51				0.90		0.01	0.02	0.81	0.08		96.21		0.01	0.00	0.22	0.00	98.87
10	0.03				0.05		0.00	0.00	0.78	0.04		97.78		0.00	0.00	0.10	0.00	98.87
OV3-60-4	1.10				2.14		0.00	0.02	0.64	0.47		94.32		0.06	0.00	0.00	0.00	98.83
16	0.03				0.56		0.00	0.02	1.22	0.02		96.77		0.00	0.00	0.02	0.00	98.77
OV3-60-4	0.00				0.78		0.00	0.03	0.74	0.08		96.94		0.00	0.00	0.07	0.00	98.73
1	0.06				1.32		0.00	0.00	0.97	0.05		96.09		0.03	0.00	0.07	0.00	98.70
OV3-60-4	0.05				4.27		0.02	0.01	1.88	0.11		92.11		0.00	0.00	0.04	0.00	98.70
4	0.00				0.11		0.00	0.01	0.63	0.03		97.65		0.00	0.00	0.17	0.00	98.67
OV3-60-4	0.00				0.14		0.00	0.02	0.67	0.03		97.63		0.00	0.02	0.06	0.00	98.65
21	0.28				0.59		0.00	0.02	1.46	0.49		95.59		0.01	0.00	0.04	0.00	98.65
OV3-60-4	0.00				0.37		0.00	0.03	0.73	0.05		97.25		0.02	0.00	0.08	0.00	98.60
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.01				0.41		0.01	0.02	2.40	0.02		95.39		0.00	0.00	0.04	0.00	98.58
25	0.01				0.39		0.01	0.02	1.19	0.00		96.70		0.00	0.00	0.01	0.00	98.46
OV3-60-4	0.11				1.14		0.02	0.02	0.94	0.18		95.89		0.02	0.00	0.05	0.00	98.45
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.25				0.52		0.00	0.03	0.74	0.12		96.64		0.00	0.00	0.07	0.00	98.45
6	0.05				0.11		0.00	0.04	0.91	0.02		97.06		0.00	0.00	0.11	0.00	98.40
WDX	0.04				0.00		0.00	0.00	0.91	0.02		97.13		0.01	0.00	0.15	0.00	98.38
OV2-93-8	0.06				0.03		0.00	0.02	0.99	0.01		97.07		0.00	0.00	0.05	0.00	98.34
11	0.02				1.96		0.00	0.03	1.79	0.09		94.16		0.01	0.00	0.02	0.00	98.27
OV2-53-6	0.00				0.00		0.00	0.02	1.16	0.00		96.92		0.00	0.00	0.00	0.00	98.24
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.00				0.76		0.00	0.02	0.90	0.00		96.37		0.00	0.00	0.05	0.00	98.21
18	0.22				1.92		0.07	0.06	1.04	0.19		94.31		0.01	0.03	0.20	0.00	98.18
OV3-60-4	0.01				0.94		0.00	0.01	1.15	0.05		95.85		0.00	0.00	0.02	0.00	98.16
3	0.54				0.64		0.01	0.05	0.46	0.50		95.45		0.03	0.00	0.40	0.00	98.15
OV1A-27-2	0.22				0.04		0.00	0.02	0.56	0.08		97.02		0.01	0.00	0.11	0.00	98.13
5	0.31				0.23		0.00	0.01	1.07	0.22		96.09		0.03	0.00	0.02	0.00	98.10
OV2-53-6	0.28				3.73		0.02	0.04	2.02	0.40		91.35		0.00	0.00	0.01	0.00	98.07
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.05				0.00		0.01	0.02	0.75	0.03		96.97		0.01	0.04	0.10	0.00	98.05
3	0.00				0.00		0.02	0.03	0.22	0.11		97.61		0.00	0.00	0.01	0.00	98.02
OV1A-37-8	0.61				0.38		0.00	0.03	0.71	0.35		95.71		0.00	0.00	0.12	0.00	98.00

Table S1. continued.

analytical point	CaO	SnO	K ₂ O	Nb ₂ O ₅	WO ₃	Ta ₂ O ₅	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	TiO ₂	Sc ₂ O ₃	MnO	As ₂ O ₅	SiO ₂	MoO ₃	sum
13	0.09				1.26		0.01	0.04	0.92	0.17		95.32		0.01	0.00	0.06	0.00	97.98
OV3-60-4	0.03				4.37		0.01	0.03	1.38	0.57		91.30		0.03	0.04	0.05	0.00	97.96
26	0.05				3.64		0.00	0.03	2.37	0.06		91.47		0.00	0.01	0.04	0.00	97.92
OV1A_25-8_und_47-5_Na	0.24				0.00		0.00	0.02	0.85	0.20		96.38		0.03	0.00	0.08	0.00	97.89
21	0.76				1.34		0.14	0.26	1.48	0.10		92.62		0.02	0.00	0.89	0.02	97.80
OV1A_25-7_Rutile-Nachtr	0.10				0.38		0.01	0.04	0.50	0.29		96.22		0.00	0.00	0.13	0.00	97.72
1	0.27				8.70		0.01	0.06	3.50	0.19		84.51		0.00	0.00	0.09	0.00	97.72
3	0.01				0.14		0.01	0.03	0.23	0.00		97.26		0.00	0.00	0.01	0.00	97.72
22	0.01				1.06		0.01	0.04	0.42	0.44		95.67		0.01	0.00	0.00	0.00	97.69
9	0.03				3.79		0.01	0.03	1.83	0.44		91.26		0.03	0.00	0.03	0.00	97.64
20	0.48				0.43		0.01	0.00	2.73	0.30		93.23		0.11	0.00	0.05	0.00	97.64
1	0.12				0.44		0.01	0.05	0.54	0.18		96.04		0.00	0.00	0.18	0.00	97.62
2	0.35				0.07		0.02	0.08	0.81	0.51		95.48		0.04	0.00	0.09	0.00	97.54
2	0.01				1.75		0.00	0.02	0.70	0.48		94.41		0.00	0.00	0.08	0.00	97.53
12	0.00				0.08		0.00	0.03	0.32	0.00		97.02		0.00	0.00	0.01	0.00	97.49
1	0.12				0.00		0.01	0.02	0.33	0.27		96.62		0.00	0.00	0.06	0.00	97.46
7	0.03				3.87		0.00	0.05	1.11	0.68		91.49		0.00	0.00	0.06	0.00	97.43
4	0.61				0.00		0.00	0.08	0.71	0.08		95.11		0.00	0.00	0.69	0.00	97.37
18	0.25				15.39		0.00	0.03	5.88	0.15		74.47		0.07	0.00	0.30	0.00	97.19

Fig. S1. W-rutile, zone axis:[10-2]

- A. Low magnification HAADF STEM image of W-rich /W-poor rutile. Both domains of rutile single crystal are oriented along [10-2] direction, as follows from relevant FFTs.
- B. Detailed HAADF STEM image of W-rich/W-poor rutile interface oriented along [10-2] direction shows that the lattice fringes pass without any orientation changes across the interface.
- C. HAADF STEM image of W-rich rutile domain oriented along [10-2] zone axis, as shows FFT pattern. The brightest spots indicate W atoms in the Ti column.

