

Berechnungen zum MBS-10

Herr Jürgen Schrodtt hat für unterschiedliche Objektive (0,5x, 1x, 2x) in Kombination mit den Okularen 8x/23 und 14x/17 wichtige Größen für die praktische Arbeit mit dem MBS-10 berechnet. Nachfolgend stellt er zunächst die verwendeten Eingangs und Ausgangsgrößen in einem Glossar dar. Danach folgen Tabellen für die möglichen Kombinationen der genannten Objektive und Okulare.

Glossar

Die in den Tabellen benutzten Abkürzungen und Berechnungen können mittels folgender Zusammenstellung entschlüsselt werden:

Okulare 8x/23 und (14x/17) bedeutet:

8x (14x) = virtuelle Vergrößerung der Okulare (VOK)

23 (17) = Sehfeldzahl der Okulare (SFZ)

VW = Einstellung des Vergrößerungswechslers

MO (x) = Maßstab der Objektivvergrößerung unter Einbeziehung der Einstellung des Vergrößerungswechslers

A = numerische Apertur des Objektivs

VM (x) = Vergrößerung des Mikroskops = MO x VOK

DOF (mm) = Durchmesser des Objektfeldes (Gesichtsfeldes) = SFZ / MO

d (μm) = Punktauflösung des Objektivs = 0,333 / A

1 μm = 1 Mikrometer = 1 / 1000 mm

AV = Linienauflösung des Objektivs = 3000 x A (Lp / mm)

Lp / mm = Linienpaare pro mm

t foto (mm) = fotografische Schärfentiefe bei $u' = 0,15\text{mm} = 0,000275 / (A \times A) + (1 + 1 / VM) \times 0,15 / (A \times VM)$

u' = Durchmesser des Unschärfekreises auf dem endgültigen Foto

t visuell (mm) = visuelle Schärfentiefe der Augen bei 250 mm konventioneller Nahpunkt - Sehweite der Augen = t foto + 250 / (VM x VM)

Anmerkungen

- In den Rechenformeln entspricht der Schrägstrich „ / „ einem Bruchstrich „_____“
- !- Bei den Okularen 14 x ist die Sehfeldzahl „ 17 „ nicht eingraviert!
- Alle Tabellenwerte sind für die praktische Arbeit gut brauchbare Näherungswerte!

Tabellen MBS-10

Objektiv 1x Okulare 8x/23

VW	MO x	A	VM x	DOF mm	d μm	AV Lp / mm	t visuell mm	t foto mm
0,6	0,6	0,020	4,8	38,3	17	60	13,43	2,58
1,0	1	0,030	8,0	23,0	11	90	4,91	1,01
2,0	2	0,075	16,0	11,5	4	225	1,16	0,18
4,0	4	0,080	32,0	5,8	4	240	0,35	0,10
7,0	7	0,080	56,0	3,3	4	240	0,16	0,08

Objektiv 1x Okulare 14x/17

VW	MO x	A	VM x	DOF mm	d μm	AV Lp / mm	t visuell mm	t foto mm
0,6	0,6	0,020	8,4	28,3	17	60	5,23	1,69
1,0	1	0,030	14,0	17,0	11	90	1,96	0,69
2,0	2	0,075	28,0	8,5	4	225	0,44	0,12
4,0	4	0,080	56,0	4,3	4	240	0,16	0,08
7,0	7	0,080	98,0	2,4	4	240	0,09	0,06

Objektiv 2x Okulare 8x/23

VW	MO x	A	VM x	DOF mm	d μm	AV Lp / mm	t visuell mm	t foto mm
0,6	1,2	0,040	9,6	19,2	8	120	3,32	0,60
1,0	2	0,060	16,0	11,5	6	180	1,22	0,24
2,0	4	0,150	32,0	5,8	2	450	0,29	0,04
4,0	8	0,160	64,0	2,9	2	480	0,09	0,03
7,0	14	0,160	112,0	1,6	2	480	0,04	0,02

Objektiv 2x Okulare 14x/17

VW	MO x	A	VM x	DOF mm	d μm	AV Lp / mm	t visuell mm	t foto mm
0,6	1,2	0,040	16,8	14,2	8	120	1,29	0,41
1,0	2	0,060	28,0	8,5	6	180	0,49	0,17
2,0	4	0,150	56,0	4,3	2	450	0,11	0,03
4,0	8	0,160	112,0	2,1	2	480	0,04	0,02
7,0	14	0,160	196,0	1,2	2	480	0,02	0,02

Objektiv 0.5 x Okulare 8x/23

VW	MO x	A	VM x	DOF mm	d µm	AV Lp / mm	t visuell mm	t foto mm
0,6	0,3	0,010	2,4	76,7	33	30	55,01	11,60
1,0	0,5	0,015	4,0	46,0	22	45	19,97	4,35
2,0	1	0,038	8,0	23,0	9	113	4,66	0,76
4,0	2	0,040	16,0	11,5	8	120	1,40	0,42
7,0	3,5	0,040	28,0	6,6	8	120	0,63	0,31

Objektiv 0.5 x Okulare 14x/17

VW	MO x	A	VM x	DOF mm	d µm	AV Lp / mm	t visuell mm	t foto mm
0,6	0,3	0,010	4,2	56,7	33	30	21,34	7,17
1,0	0,5	0,015	7,0	34,0	22	45	7,96	2,85
2,0	1	0,038	14,0	17,0	9	113	1,78	0,50
4,0	2	0,040	28,0	8,5	8	120	0,63	0,31
7,0	3,5	0,040	49,0	4,9	8	120	0,35	0,25

Einen Hinweis zu dieser übersichtlichen Zusammenstellung von Herrn Schrodts sei angefügt. Falls andere Objektive oder Okulare am MBS-10 zur Verfügung stehen, so kann man die entsprechenden Tabellen mit Hilfe der nachfolgenden Excel-Datei berechnen:

http://www.mikroskopie-mikrofotografie.de/foto/MBS-10_Werte.xls

Sie enthält nochmals das Glossar, sowie die die gezeigten Tabellen unter verschiedenen Reitern. Durch Überschreiben der gelb markierten Eingabefelder lassen sich andere Werte, insbesondere Objektiv- und Okularparameter einstellen. Es wurde zusätzlich eine mit A1 bezeichnete Spalte eingefügt. Sie enthält die numerischen Aperturen bei Verwendung des Objektivs 1x. Dies ist dasjenige Objektiv, bei dem der Maßstab der Objektivvergrößerung dem Einstellwert des Vergrößerungswechslers entspricht. Wie bereits dargelegt, besitzt es beim MBS-10 eine Brennweite von $f_0=90\text{mm}$.

Will man die Tabellen für andere Stereomikroskope mit analogem Aufbau verwenden, so muss man die numerischen Aperturen für jede Einstellung des Vergrößerungswechslers ermitteln. Näherungsweise erhält man die numerischen Aperturen nach Ausmessen der Eintrittspupillen D (Durchmesser am Lichteintritt in den Wechsler) durch Berechnen des Ausdrucks $0,5 \cdot D / f_0$.