

# Vývoj a budoucnost světelné mikroskopie

úvod do kurzu Bi1301  
Botanická mikrotechnika

# „Nejlepší způsob jak předpovědět budoucnost je začít v minulosti“

(McCrone 1988)

- začátky světelné mikroskopie - asi před 400 lety
- Hans a Zacharias Janssenovi (1590) první složený mikroskop
- Anthony van Leeuwenhoek (1660, 1674)
- Schick a Plösl ve Vídni
- 1829 Lister - konstrukce achromatického objektivu - použití mikroskopů v biologii, medicíně, mineralogii, chemii
- Současně Nicol - Nicolův hranol - polarizační mikroskopie - využití v mineralogii, průmyslu i biologii

# Zlepšování rozlišovací schopnosti

- definice rozlišovací schopnosti: 
$$a = \frac{\Lambda}{n \cdot \sin \alpha}$$
- počátek 19. století = asi **0,5  $\mu\text{m}$**
- s Köhlerovým osvětlením a lepšími čočkami (Abbeův kondenzor) se limit zmenšil na  $\Lambda/2 =$  **0,3  $\mu\text{m}$**
- s použitím UV ( $\Lambda = 254 \mu\text{m}$ ) = rozlišení **0,1  $\mu\text{m}$**
- od poloviny 20. století - rozvoj elektronové mikroskopie
  - **SEM 3 nm**
  - **TEM 0,2 nm**

# První složený mikroskop

výrobce brýlí  
Zacharias Janssen  
a otec Hans

okulárová čočka  
bi-konvexní  
objektivová čočka  
plan-konvexní

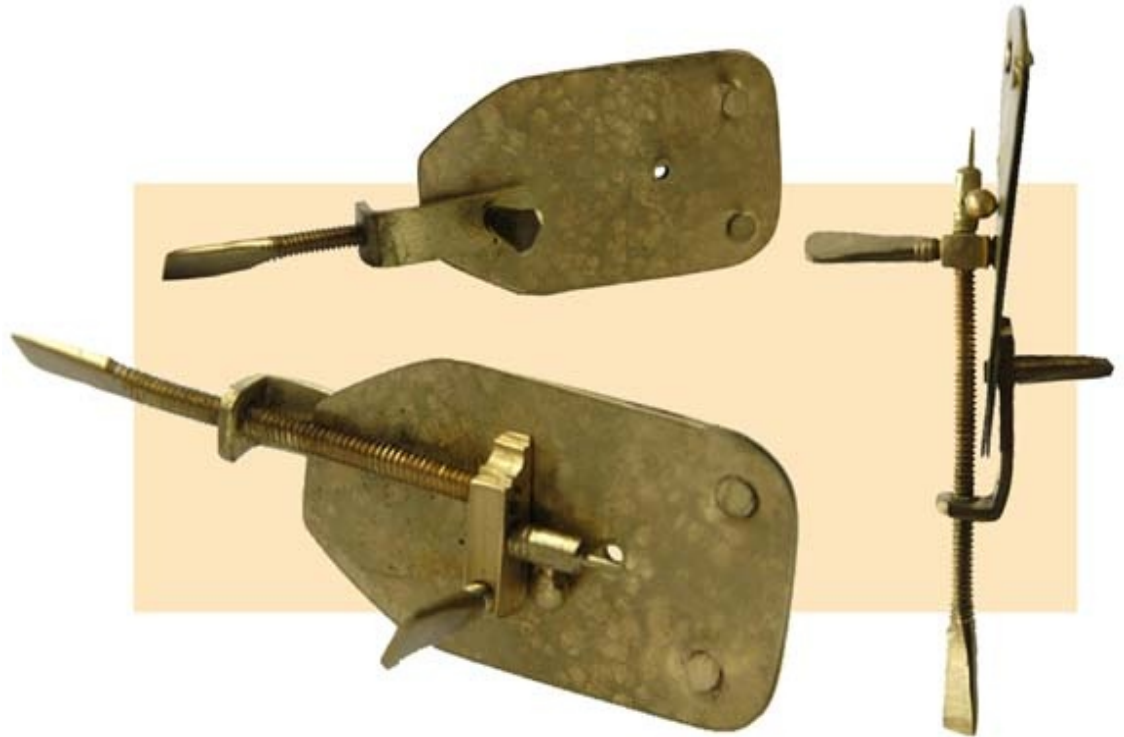


The First  
Compound  
Microscope  
(circa 1595)

rozsah zvětšení 3 - 10x

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/museum/janssen.html>

# Anthony van Leeuwenhoek jednoduchý mikroskop



<http://www.arsmachina.com/loeuwenhoek.htm>

# „Galileův“ mikroskop

mikroskop ze začátku  
17. století přisuzován  
Galileovi byl vyroben asi  
až 50 let po jeho smrti

vyrobený podle principu  
Janssenova mikroskopu =  
zaostřování výsuvem tubusu

[micro.magnet.fsu.edu/primer/museum/galileo.html](http://micro.magnet.fsu.edu/primer/museum/galileo.html)



**Galileo  
Microscope  
(circa late 1600s)**

# Mikroskopy 18. století



tubus z mahagonu

**John Marshall  
Compound  
English  
Microscope  
(circa 1720)**

stativ z ořechu



**Benjamin Martin  
Drum Microscope  
(circa 1760)**

# Mikroskopy v expozici muzea v klášteře Zlatá Koruna

mechanické části  
mosazné a dřevěné





<http://www.microscopestore.com/antiques.asp?c=109>

## „Mikroskop Dr. Quinové“

Celomosazný mikroskop - známý ze seriálu Dr. Quinn Medicine Women

WRAP Productions

The microscope stands approx. 20" high and has the ability to tilt to about a 45 degree angle. The three brass legs are approx. 5 1/4" long. The stage platform is approx. 4" square. Included with the microscope is a brass Spencer 44x objective with serial #107412 inscribed on it, brass swing out condenser and mirror. There is also a coarse & fine adjustment mechanism.

The age and authenticity of the microscope is not known.

Cena asi 2000 dolarů



## Celomosazný petrografický mikroskop Zeiss

The microscope stands approx. 12 1/2" high, 4" wide and 7" long with a 4" body tube. There are two lenses that are affixed to one another. One optic is marked C Zeiss Jena 160 mm 0.95 N.A. The other objective just unscrews from the Zeiss to offer additional magnification. There is no mirror however there is a mirror assembly. This is microscope in a good condition. The microscope is estimated to be in excess of 100 years old.

cena asi 900 dolarů

sádkový  
objektiv



<http://www.microscopestore.com/antiques.asp?c=109>

# Ernest Leitz Wetzlar microscope

The serial # is 260710. Fully extended the microscope measures approx. 14" high. All original parts are included with this microscope.

There are three brass Leitz objectives 10x, 45x, 100x oil with a 1.30 N.A. Also included is a mechanical stage and condenser with brass knobs. The microscope is in very good condition and a rare find.

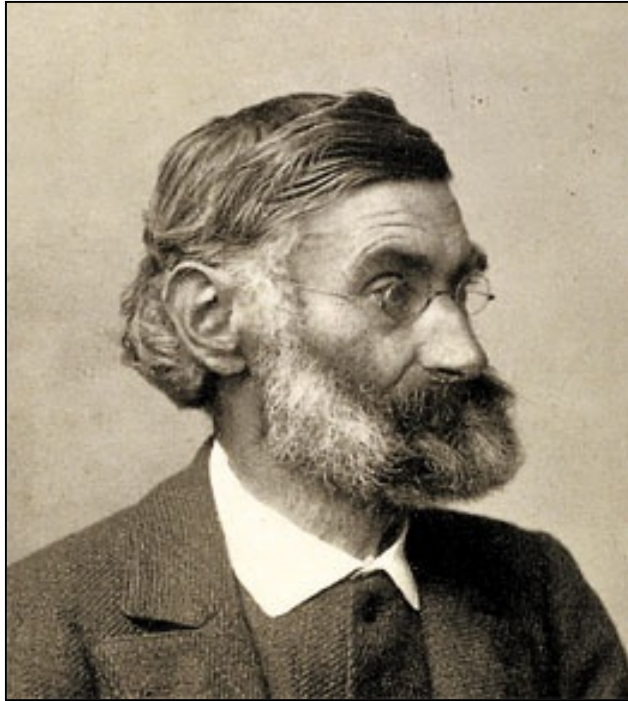
Estimated vintage of this microscope is early 1900's.

Cena asi 1000 dolarů

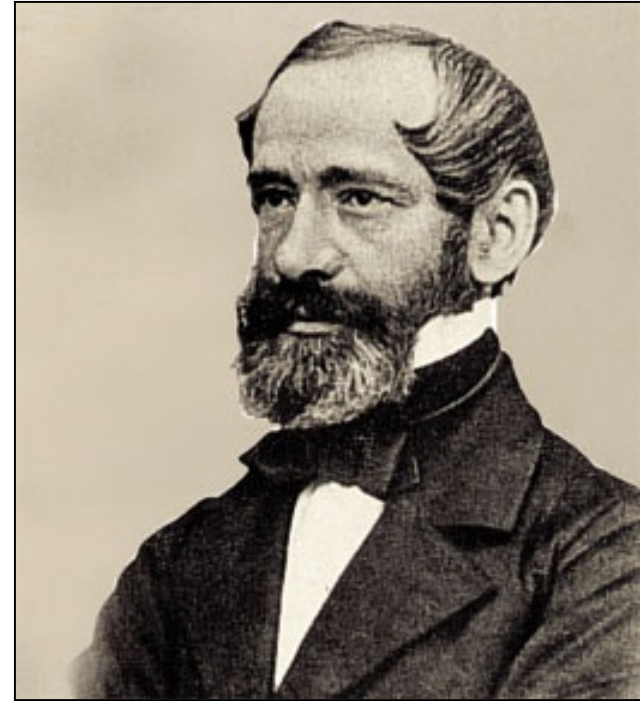


## 19. století

### Zakladatelé firmy Carl Zeiss Jena



Ernst Abbe (1840 - 1905)



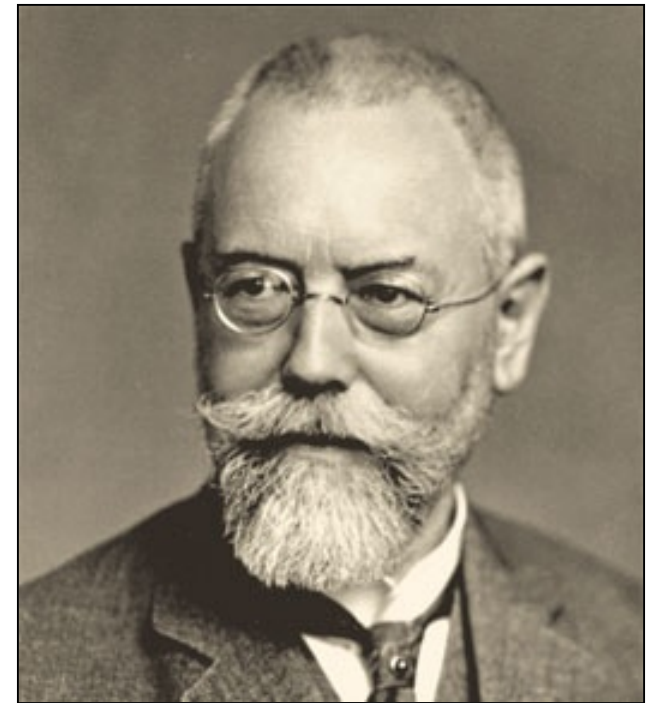
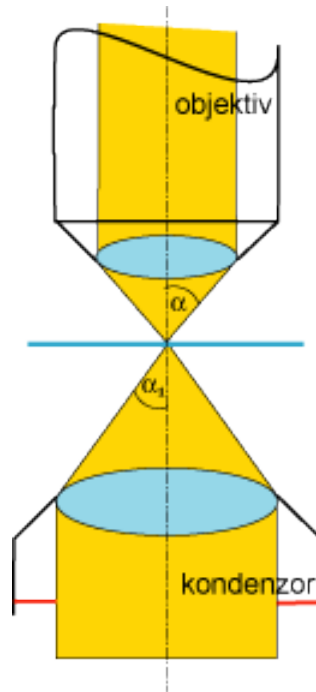
Carl Zeiss (1816 - 1888)

# August Köhler - otec správného nastavení osvětlení mikroskopu

Předpokladem pro plné využití NA objektivu je, že kužel paprsků vycházejících z kondenzoru a osvětlujících preparát odpovídá numerické apertuře objektivu.

Kondenzor, objektiv a preparát musí být vůči sobě umístěny tak, aby preparát ležel ve společném ohnisku kondenzoru a objektivu

Köhlerův princip



August Köhler (1866 - 1948)

# **Mikroskopy ústavu experimentální biologie**

oddělení fyziologie a anatomie  
rostlin



# Mikroskop „von Schick“

Celomosazný mikroskop vyrobený ve Vídni ve firmě Schick.

Monokulární mikroskop

Objektiv je složen z kroužků s čočkami = tzv. **sádkový objektiv**  
Stativ má tvar podkovy = evropský typ

Mikroskop **nemá kondenzor**, je vybaven jednoduchou **aperturní clonou** = otočný disk s otvory různého průměru, **zrcátkem**, **křížovým posunem stolku**, **perem na tušové značky preparátů**.

Má pouze jeden ostřicí šroub  
Možnost sklopení ramene

Odhadovaná doba výroby před r. 1850

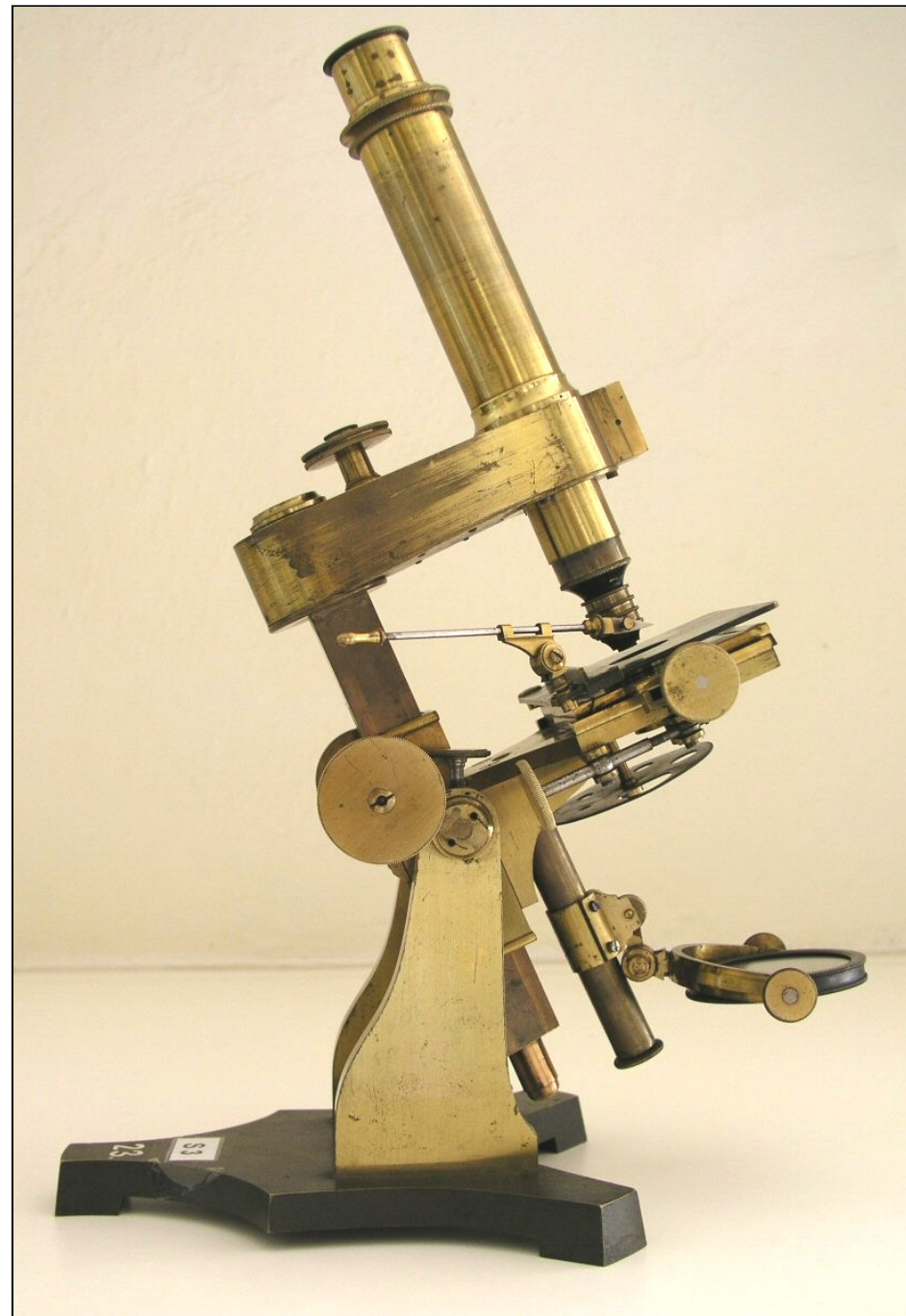


# Historie mikroskopu „von Schick“

1850 J.E. Purkyně jej přivezl  
z Wroclawi do Prahy

Mikroskop později přešel  
do vlastnictví Klubu  
přírodovědeckého v Praze

Po založení Přírodovědecké  
fakulty Masarykovy univerzity  
v roce 1921 jej prof. Úlehla  
převzal a přivezl do Brna na  
Katedru fyziologie rostlin





# Mikroskop Zeiss

monokulární mikroskop

objektivy na revolverovém měniči  
stativ má tvar podkovy = evropský  
typ

mikroskop má Abbeův kondenzor  
s vysunovatelnou aperturní  
clonou (šikmé osvětlení), zrcátko,  
křížový posun preparátu  
a otáčení kruhového stolku  
hrubý i jemný posun ramene  
možnost sklopení ramene

odhadovaný rok výroby 1910



# Mikroskop Watson, UK

monokulární mikroskop

objektivy na revolverovém měniči  
stativ má tvar podkovy = evropský  
typ

mikroskop má:  
Abbeův kondenzor s aperturní  
clonou, zrcátko,  
křížový posun stolku,  
hrubý i jemný posun ramene,  
možnost sklopení ramene

odhadovaná doba výroby pol.  
20.stol.



# Mikroskop Reichert

**Studentský monokulární  
mikroskop**  
se zrcátkem  
pod kondenzorem  
revolverový měnič objektivů

ostření pomocí šroubu hrubého a  
jemného posunu  
křížový posun stolku

**rok výroby asi**

**v praktiku cytologie a anatomie rostlin  
a fyziologie rostlin do roku 1984**





# Lug Zeiss Jena

Mikroskop pro práci  
v **dopadajícím**  
světle

speciální konstrukce  
objektivu, který  
štěrbinou ve vnějším  
plášti osvětluje  
objekt shora

rok výroby asi  
1960

Pořizovací cena  
**8.402,- Kč**



# Bauch & Lomb, USA

binokulární mikroskop

objektivy na revolverovém měniči  
stativ má tvar podkovy = evropský  
typ

mikroskop má kondenzor s  
vysunovatelnou aperturní clonou,  
zrcátko,  
křížový posun stolku  
hrubý i jemný posun ramene  
možnost sklopení ramene

odhadovaná doba výroby pol.  
20.stol.



# DN 816 Bi

+ mikrolampa DN  
+ transformátor  
Meopta Praha

binokulární badatelský mikroskop +  
monokulární tubus  
objektivy na revolverovém měniči  
stativ má tvar podkovy

mikroskop má kondenzor s  
vysunovatelnou aperturní clonou a  
nosičem filtru  
křížový posun stolku  
hrubý i jemný posun stolku  
zrcátko lze nahradit DN lampou  
(možné další doplňky)

doba výroby 60. léta 20.stol.

Pořizovací cena:

5.615,- Kč

+ 1.072,69 Kč (DN lampa)





# Laboval 3 Zeiss Jena

## Studentský mikroskop

s vestavěným halogenovým osvětlením, transformátorem a potenciometrem  
pod kondenzorem vysunovatelná spojná čočka (šikmé osvětlení) a nosič filtru (ochrana zraku)

Unikátní konstrukce systému ostření,  
zvláštní způsob centrování obrazu zdroje světla - centrační destičky

rok výroby asi 1980

v praktiku cytologie a anatomie rostlin a fyziologie rostlin v letech 1984-2002

pořizovací cena v roce 1984 = 12.020,- Kč



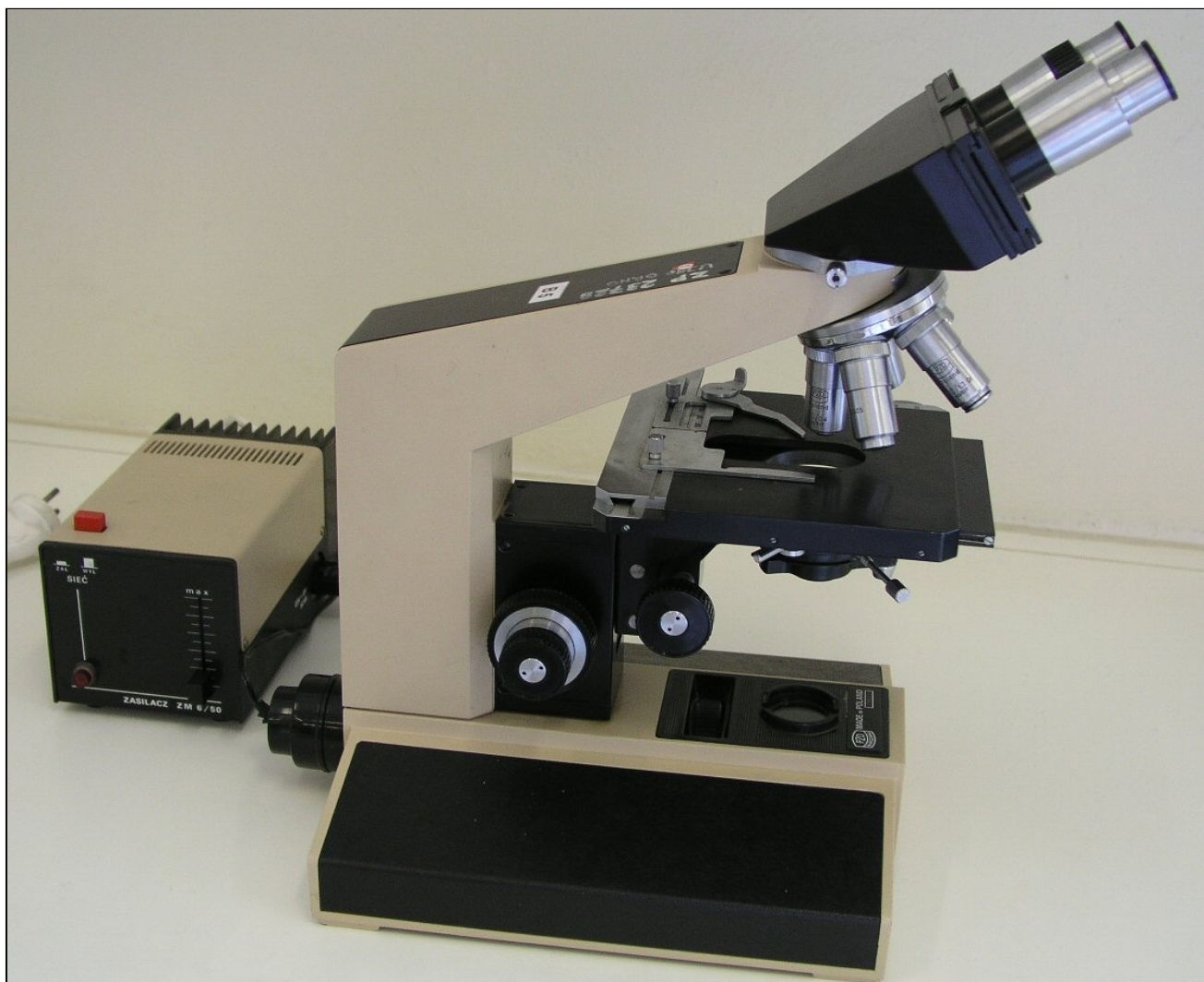
# Biolar PZO Warszawa

**Badatelský mikroskop**  
s vestavěným  
osvětlením

zařízení pro fázový  
kontrast

rok výroby asi 1980

**pořizovací cena**  
v roce 1984  
19.500,- Kč





# Amplival Zeiss Jena

Badatelský mikroskop  
s vestavěným  
osvětlením

tři vyměnitelné  
kondenzory

poloautomatické  
zařízení pro  
mikrofotografii  
(v TM Brno)

Výroba 1970 - 72

pořizovací cena  
38.270,- Kč



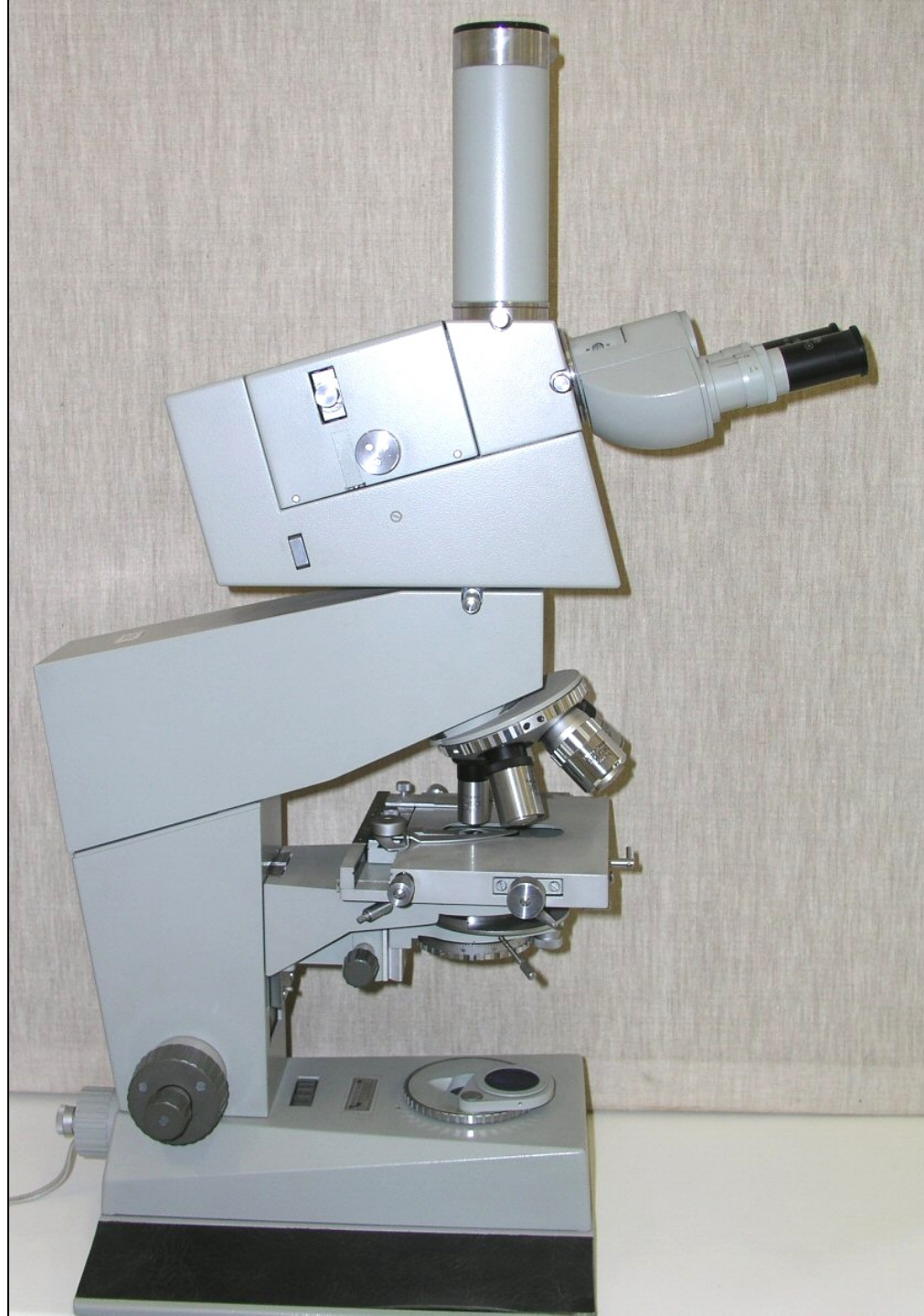
# Peraval Zeiss Jena

Badatelský **interferenční  
mikroskop** s vestavěným  
osvětlením a bohatým  
příslušenstvím

trinokulár

Výroba 1976 - 78

pořizovací cena  
80.741,- Kč



# Olympus CX-31

Tokio, Japonsko

**Kompaktní studentský mikroskop** s vestavěným osvětlením, transformátorem a potenciometrem

Výborná optika a snadná manipulace

rok výroby 2000 - 2002

pořizovací cena  
v roce 2002  
53.720,- Kč





# Olympus BX-51

## Tokio, Japonsko

Badatelský mikroskop s  
vestavěným osvětlením

Epifluorescence ve 3  
oblastech spektra

Nomarského diferenciální  
interferenční kontrast  
(DIC)

Mikrofotografické  
automatické zařízení

Možnost připojení  
digitálního fotoaparátu  
nebo CCD kamery

Pořizovací cena  
přes 1 milion Kč



# Desatero světelné mikroskopie

J. James (1990)

1. čisté krycí sklo
2. čistá frontální čočka objektivu
3. správně nastavená aperturní clona
4. správně nastavená kolektorová (polní) clona
5. správná intenzita světla
6. vhodná vlnová délka světla
7. vhodný výběr objektivů
8. vhodný výběr okuláru
9. pozorování virtuálního obrazu
10. mikrofotografie je vždy horší kvality než vizuální obraz

# Metody zvyšování kontrastu mikroskopického obrazu (McCrone 1988)

- Mikroskopie v polarizovaném světle
- Köhlerův princip osvětlení
- Mikroskopie v tmavém poli (zástin)
- Chemické barvení struktur
- Interferenční mikroskopie
- Pokovování objektů (stínování)
- Fázový kontrast (F. Zernike)
- Šikmé osvětlení
- Osvětlování X-paprsky
- Nomarského diferenciální interferenční kontrast (DIC)
- Hofmanův modulační kontrast
- Video-mikroskopie
- Digitální záznam a automatická analýza obrazu
- Použití laseru = konfokální mikroskopie