

# Technologie a technické inovace ve vrcholně středověké Evropě

*Petr Hrubý (AEA 68)*

1. Dědictví dvojí Evropy hluboko do středověku: kulturně - civilizační a technologický rozdíl mezi oblastmi kdysi římskoprovinciálními a oblastmi barbarskými
2. Technické, technologické a jiné inovace ve vrcholném středověku?
3. Románské a gotické stavebnictví
4. Inovace podmíněné rozvojem aplikovaných přírodních věd
5. Technické inovace a produkce kovů v rozvíjející se Evropě
6. Vodohospodářství

## 2. Technické, technologické a jiné inovace ve vrcholném středověku?

---

Středověk sám je obdobím dynamického rozvoje, avšak významně využívá výtvarných poznatků pozdní antiky.

Významným zprostředkovatelem antických výtvarných poznatků, ale i inovací a vědy byla vyspělá **ISLÁMSKÁ CIVILIZACE**. Jihovýchodní Evropa žije kontinuitou vysoké civilizační úrovně pozdně antické Východořímské říše...

Inovace v zemědělství za účelem zvýšení produkce potravin: nástroje (pluh s asymetrickou radlicí), způsob záprahu, brány, organizace (trojpolní systém).

Hybatelé pokroku a inovací: strach z hladu, poptávka po drahých kovech, rozvoj církve a duchovní kultury, rozvoj měšťanské společnosti, růst obchodu a finančnictví. Nejviditelnější vývoj: stavebnictví, vojenství, doprava, hornictví a hutnictví, výrobní technologie a řemesla (např. metalurgie, sklářství).

Základní handicap technického rozvoje středověku: energie a pohon – téměř výhradně lidská síla, zvířecí síla, od 9./11.-12. století využití vodní energie a větru. Palivem pyrotechnologických odvětví bylo výhradně dřevo a dřevěné uhlí.



## Univerzita jako inovace...

**862:** Konstantinopolis (zánik hned 865)

**869:** Káhira (universita Al-Azhar)

**1088:** Bologna

**1134:** Salamanca

**1150:** Paříž

**1167:** Oxford

**1209:** Cambridge

**1224:** Friedrich II. Štaufský, založení university  
podřízené výhradně císaři

**1348:** Praha

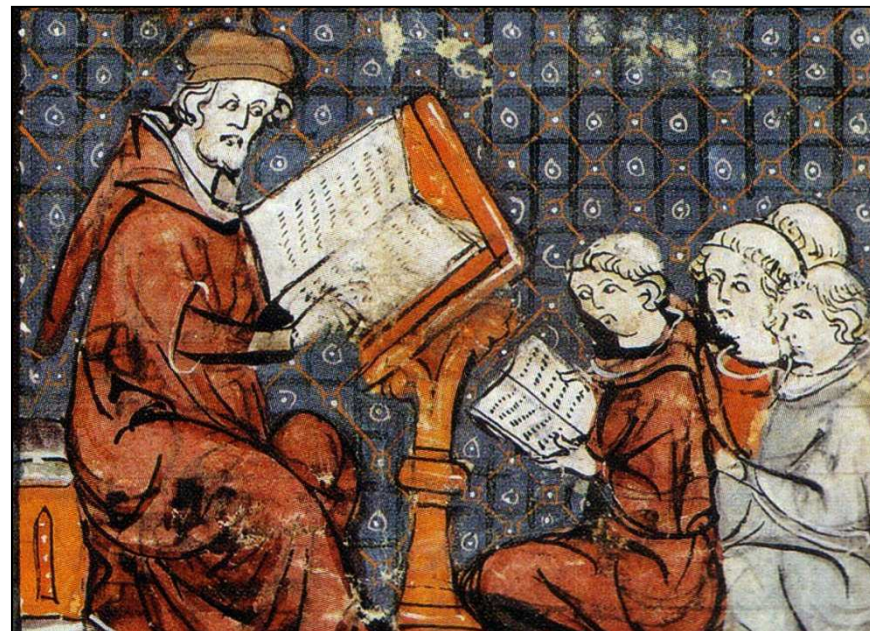
**1364:** Krakov

**1365:** Vídeň

**1378:** Haidelberg

**1477:** Uppsala

**1678:** víte, co je to za datum?



Bologna, 14. stol.

## Matematika ve středověku:

### Al-Chórezmí (780-850)

Abú Abd Alláh Muhammad Ibn Músá al-Chórezmí Abú Dža'far  
Matematik, astronom

**Algebra** (z arabského *al-džabr*), vyvinula se z aritmetiky, Al-Chórezmí ji definoval jako samostatnou disciplínu

0

**976:** Codex Vigilanus, první zmínky o arabských číslicích

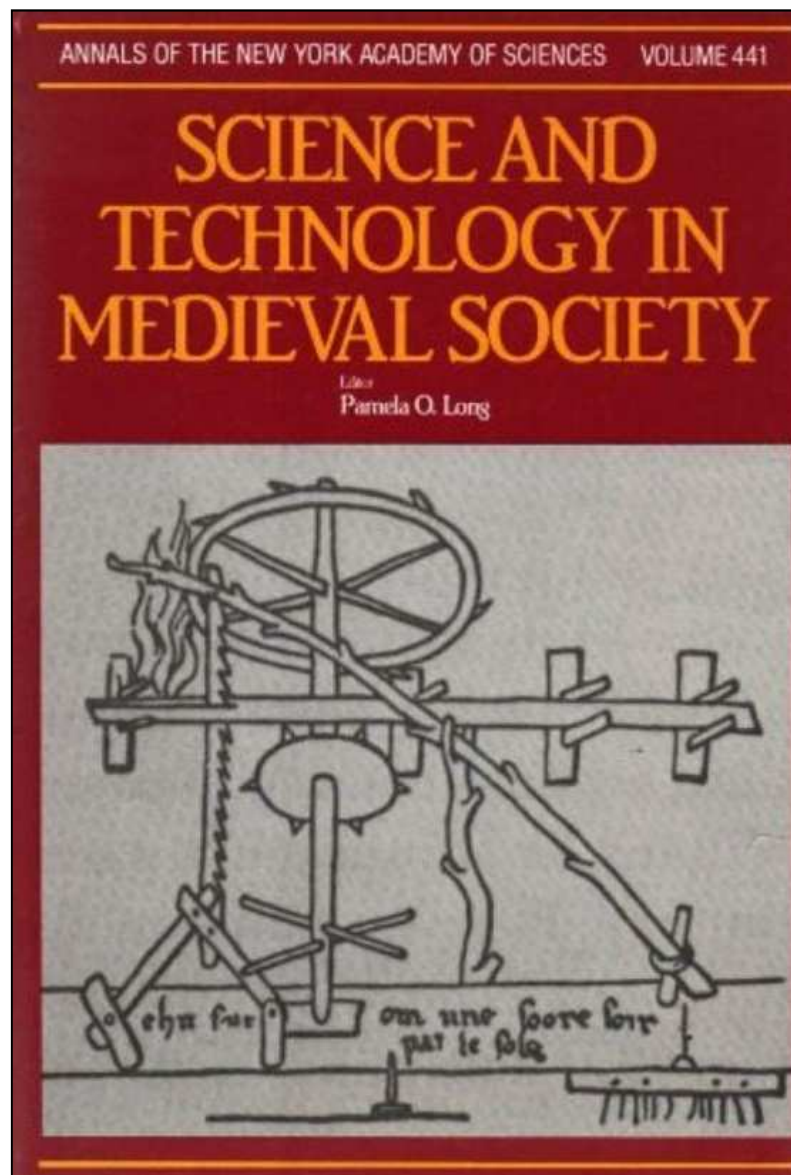
### 1144: Robert z Chesteru (*Robertus Castrensis*):

Španělská Segovia – kontakt s arabskou civilizací a recepce vyspělé islámské vědy a kultury

Křesťanskému světu přeložil Chórezmího práce do latiny.

*Liber de compositione alchemiae, Algorithmi de numero indorum*

**1202:** Leonardo Pisánský (Fibonacci): *Liber Arabicum*



## Geometrie ve středověku:

### Al-Battání (850-925)

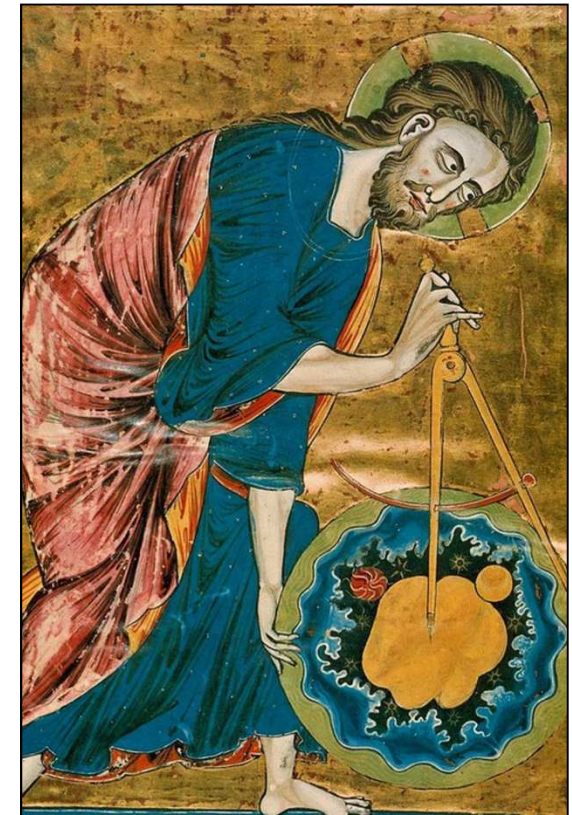
(*Abū 'Abd Allāh Muḥammad ibn Jābir ibn Sinān al-Raqqī al-Ḥarrānī al-Ṣābi' al-Battānī*)

(*Albatenius*)

Astronom, matematik (Rakka, Syrie)

stavitelství a mechanika (stroje)

*De Nuptiis Philologiae et Mercurii*  
1309-1316



### 3. Románské a gotické stavebnictví

Do nástupu finančnictví v nejrozvinutějších městech jde o jediné investiční odvětví středověku...

---

#### **Stavební technologie:**

dobývání kamene a kamenictví

Vápenictví = rozvoj těžby vápenců

cihlářství: cihly, střešní krytina, dlaždice, žebra atp.

sklářství: skleněné tabule a olověná okenní žebra = rozvoj těžby křemene a písků

olověná střešní krytina = rozvoj těžby a hutnictví Pb-Ag rud

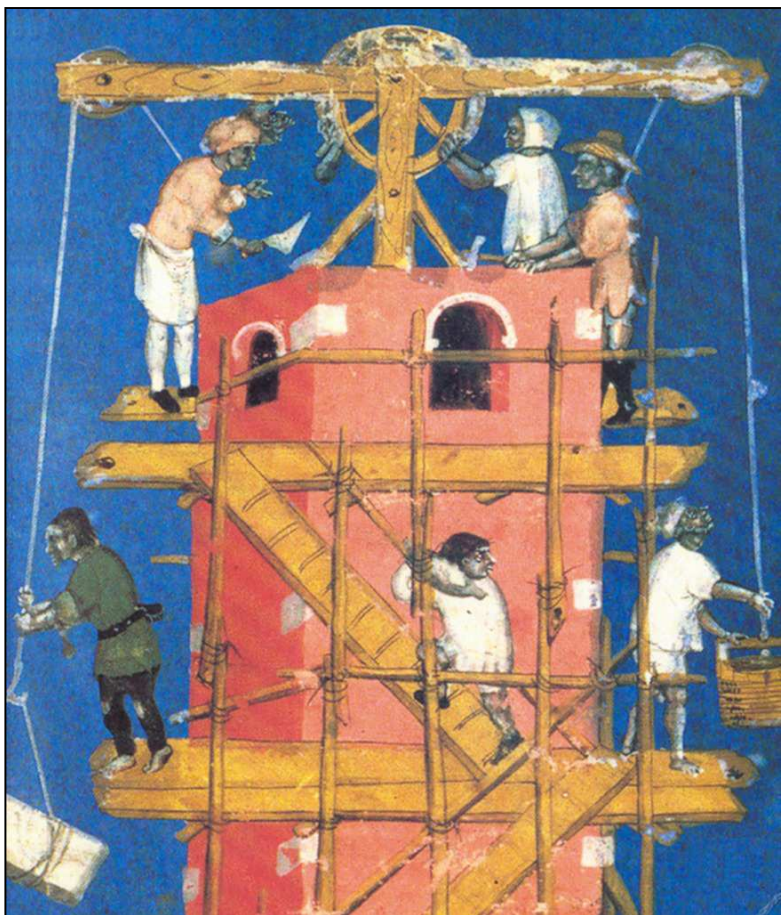
**Stavební technika, zejména vertikální doprava břemen:** kladka, jeřáb (či něco mezi...)

#### **Jeřáby ve středověku**

**Přístavní:** písemné prameny Francie 1225, Utrecht 1244, Antverpy 1263, Bruggy 1288, Hamburg 1291

**Stavební:** iluminace v kronikách 13.-15. stol.

Využití kola (lidský pohon) a starého principu kladky



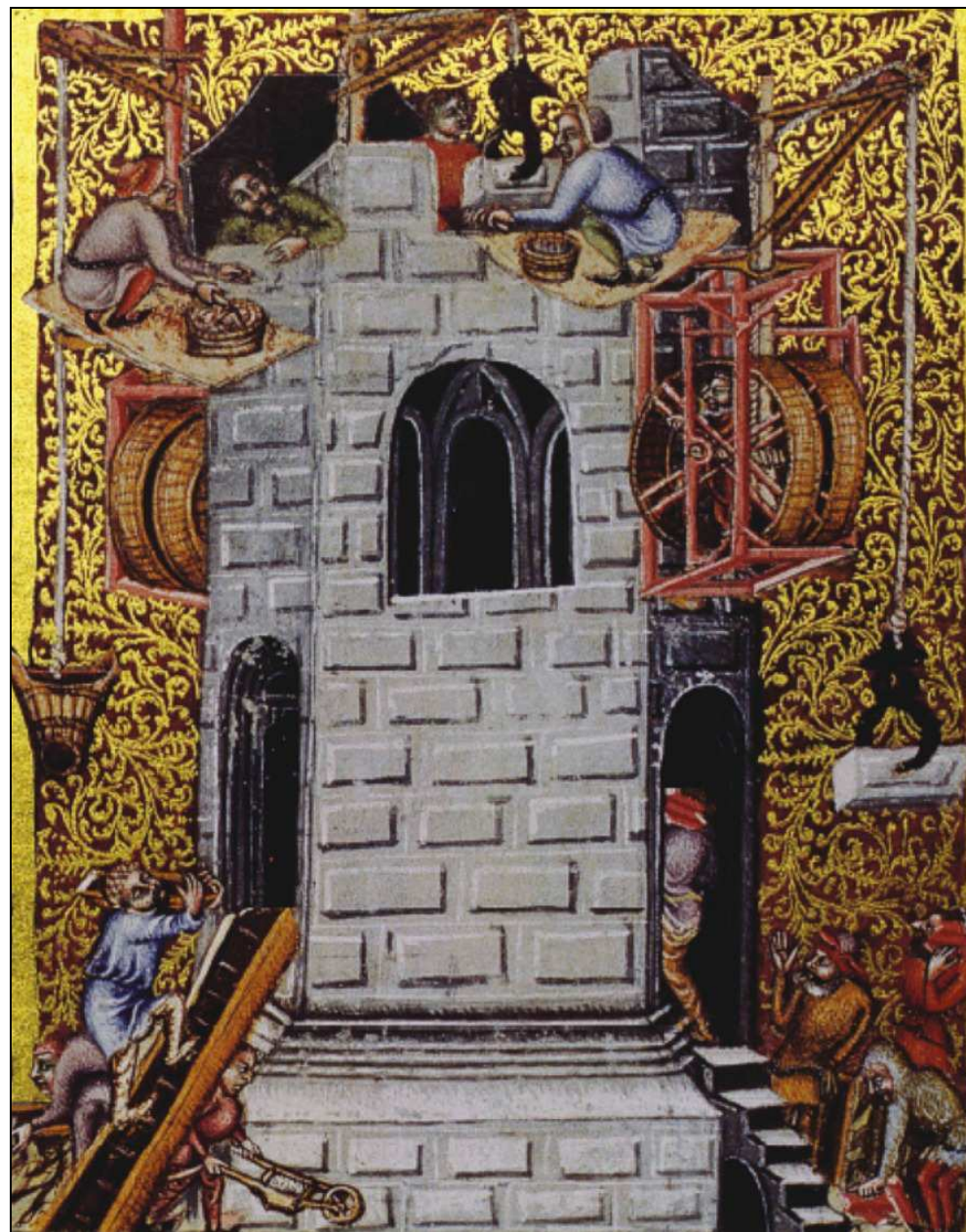
častý motiv iluminací: stavba Babylonské věže – např. Rudolf von Ems (1200 - asi 1254), Die Weltkronik



Starý Zákon (Maciejowski), 13. stol.

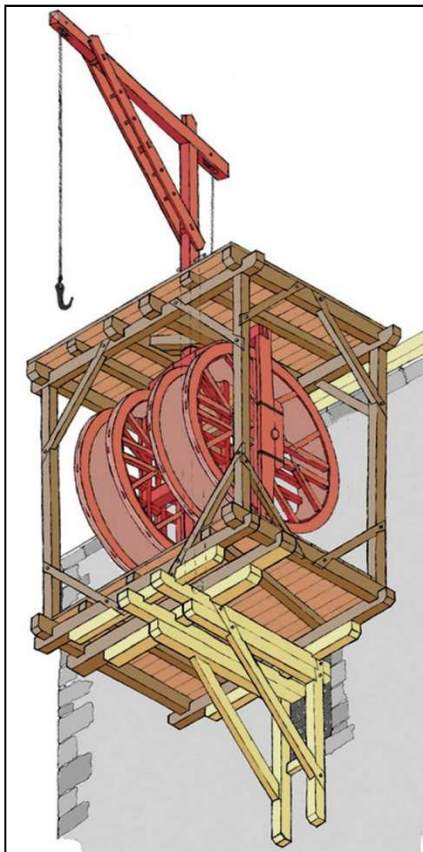


1340-1350



Tzv. bible Václava IV. 1380-1390





Mlázovského rekonstrukce stavebního jeřábu z doby Václava IV.  
na Točníku a na Pražském hradě



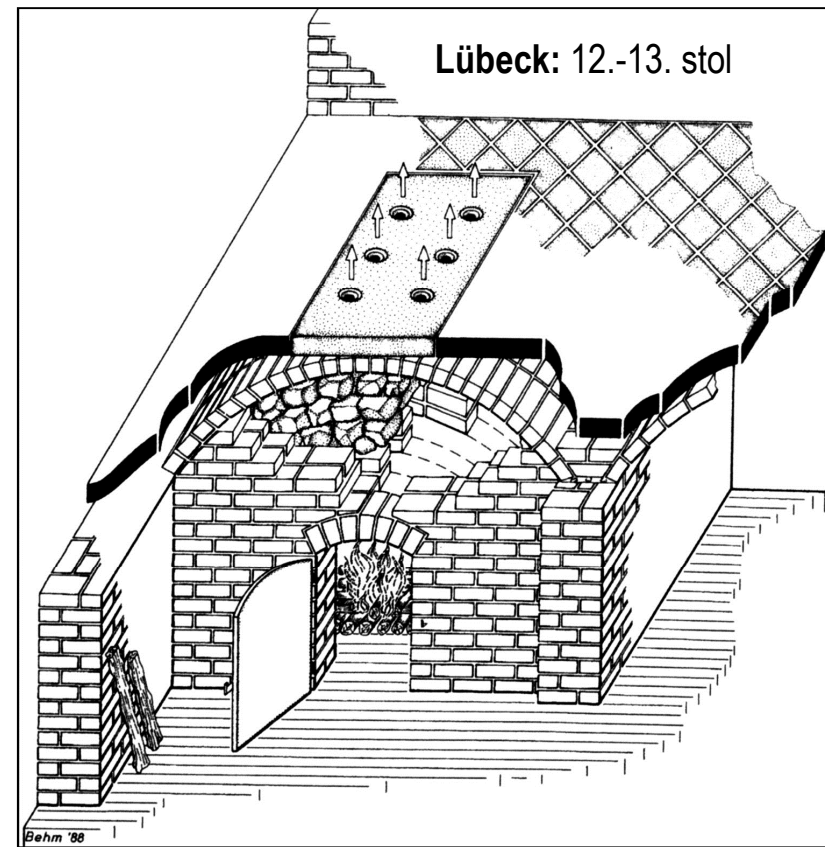
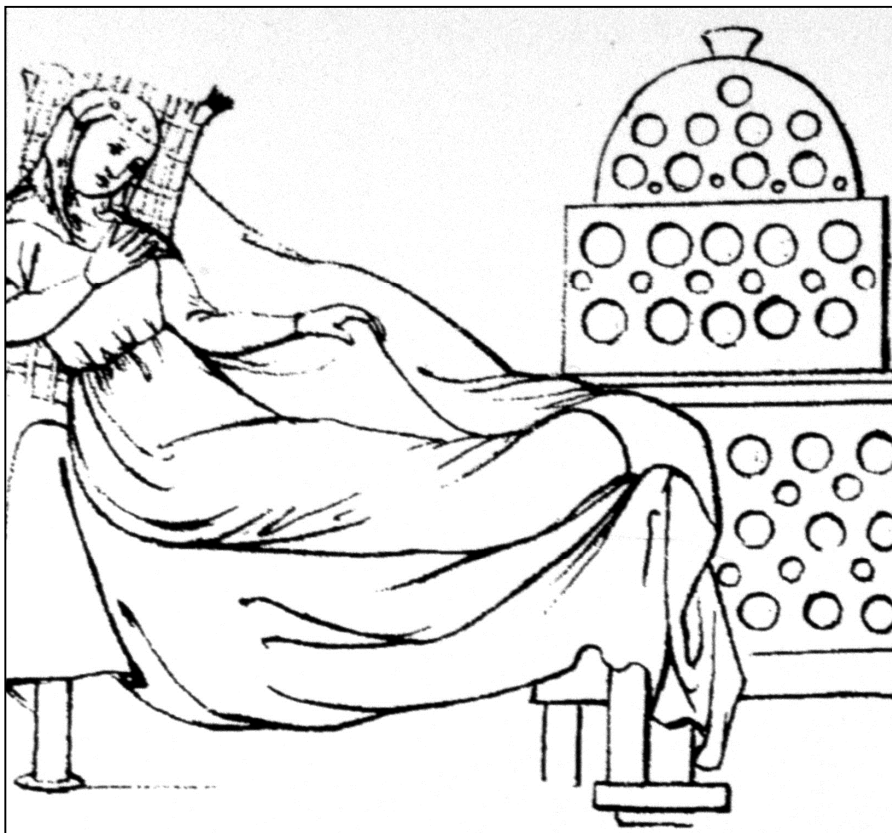
Stavba kostela v Bernu roku  
1420, iluminace asi 1484-5

## Inovace v obývání

„oprášení“ starého římského vynálezu podlažního vytápění v městském a klášterním prostředí.

Vývoj kachlových kamen + odvádění dýmu komínem = jiná kvalita bydlení v nezakouřené místnosti vybavené okny.

síň – jizba - světnice



## 4. Inovace podmíněné rozvojem aplikovaných přírodních věd: alchymie (tzn. chemie, mineralogie, metalurgie)

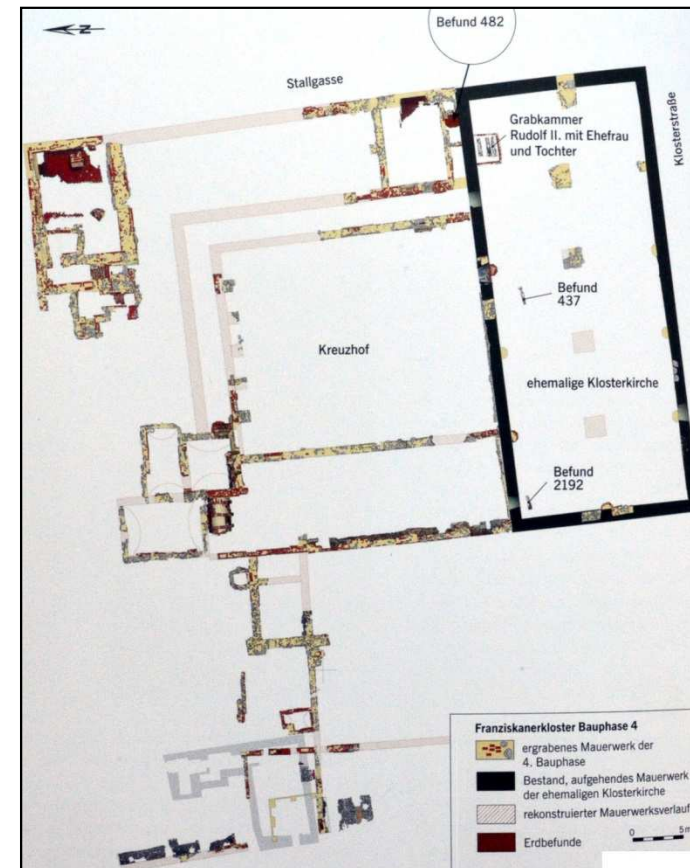
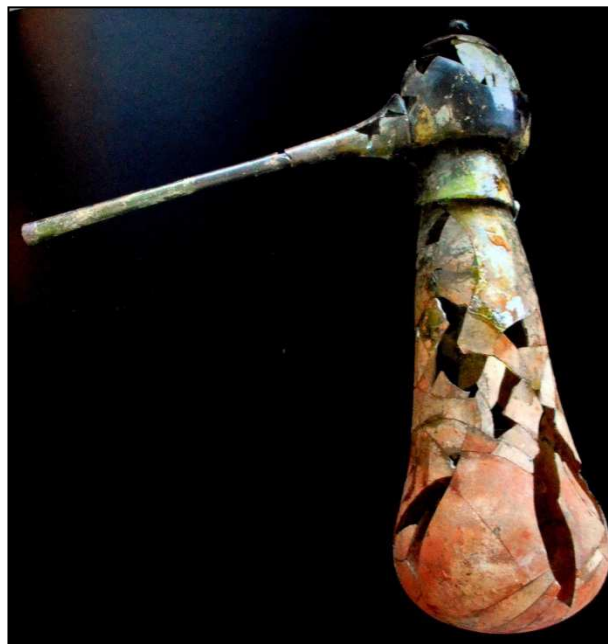
**Geber (721–815)**

*Abú Abdalláh Džabír Ibn Hajján al-Súfí*

„otec arabské chemie“: destilace, krystalizace, kyselina dusičná

Arabský vliv na evropskou vědu a zejm. chemii ve středověku byl klíčový (**al**chimie, **al**gebra, **al**kohol, **al**embik)

**Kláster Wittenberg** : alchymistická dílna 15.-16. stol



## Inovace v metalurgii



**Theophylus Presbyter:** scholastický učenec, mnich, specialista v oborech chemie, prubířství, zlatnictví (tzn. metalurgie). Vlastním jménem Roger von Helmershausen (zhruba 1070-1125)

Spis: ***Schedula Diversarum Artium***

Kap. 23 *De purificando argento*

Kap. 68 *De purificatione cupri*



**Albertus Magnus** (*Albertus Teutonicus, Albertus Coloniensis*), 1193/1200-1280 dominikán, řezenský biskup, učenec, jeden z tzv. Učitelů církve, v 17. stol. blahorečen, ve 20. stol. svatořečen.

1262 požádal o uvolnění z církevních funkcí, do konce života se věnoval už jen vědě a výzkumu.

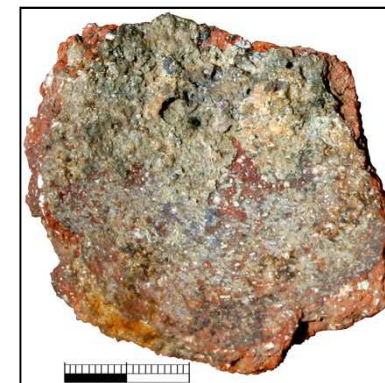
Theolog, filosof (aristotelovec), právník, etik, **přírodovědec**, vlastní chemicko - mineralogická výzkumná činnost.

Stěžejní dílo (monografie) ***De Mineralibus Libri Quinque***

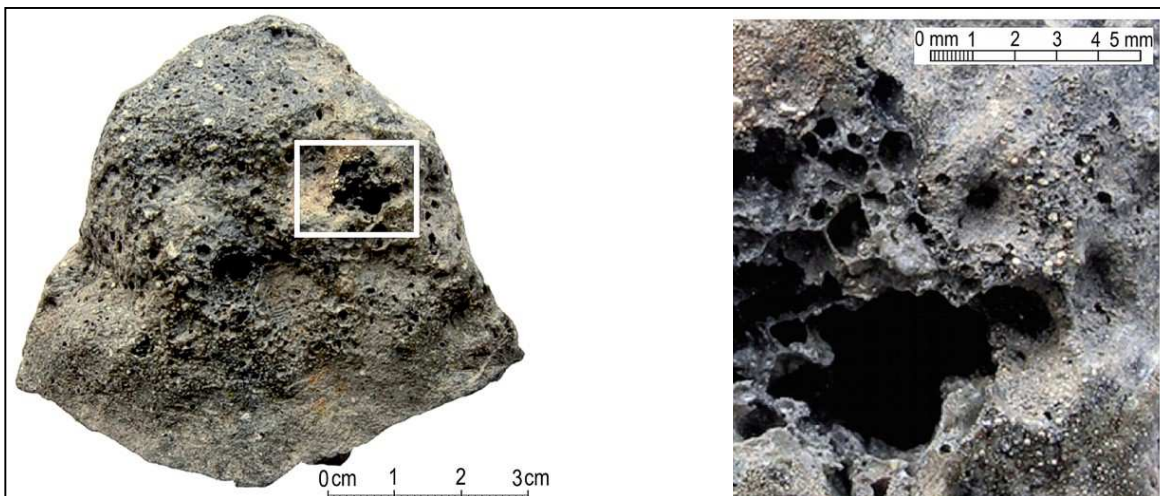
Okolo 1250 poprvé izoloval a popsal arsen (As)



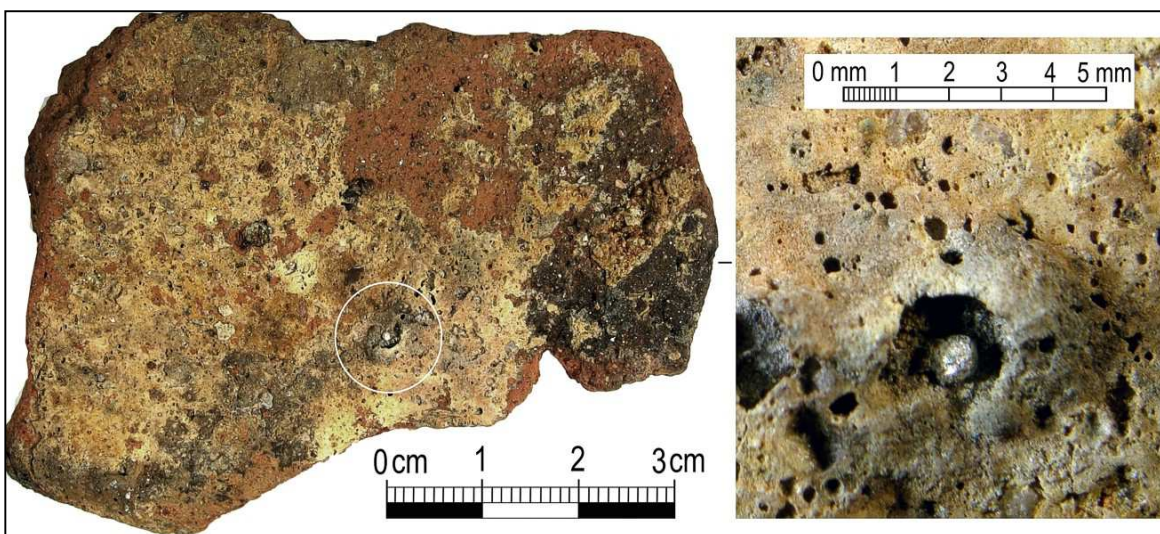
Oldřiš, 10.-11. stol.  
(Ag, Au, Cu, Pb),



Riestergang bei  
Sulzburg,  
Südschwarzwald,  
*terra sigillata* 1.-2. stol.

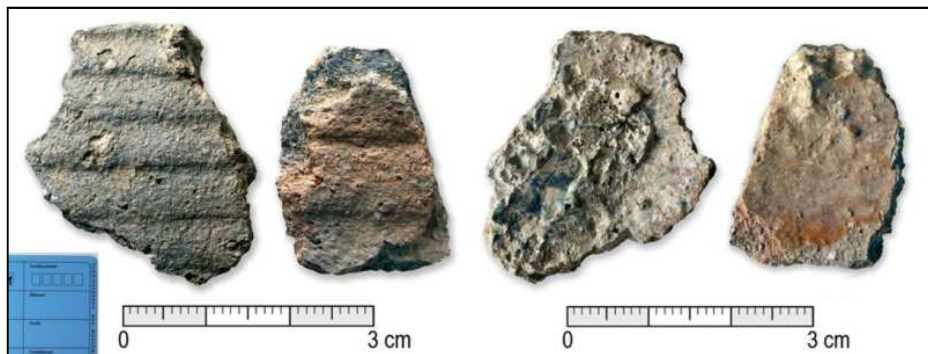


Libice  
10.-11. stol.  
(Ag, Au, Cu, Pb),

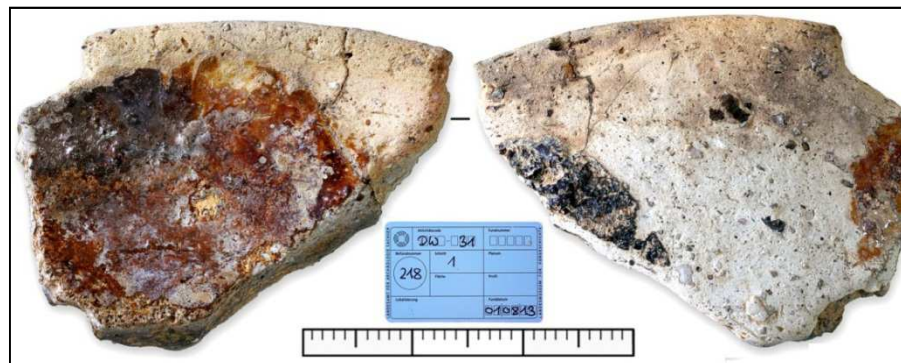


Jihlava – Staré  
Hory, pol. 13. stol.  
(Pb, Cu, Zn, Ag),

Keramika po metalurgických testech  
(prubířství, prubíři, zkoušeči - *examinatores*)  
Též možné doklady separace stříbra  
Nejstarší příklady středověké „laboratorní“  
keramiky



Dippoldiswalde/Erzgb. 12.-13. stol. (Hrubý et al. 2015)



Freiberg první pol. 13. stol.  
(Smolník, Hrsg. 2014)



Od 13. století vývoj specializovaného  
metalurgického/alchimického  
„nádobí“

Rýmařov, Hrádek 13.-14. stol.  
(výzk. Goš – Karel 2000)



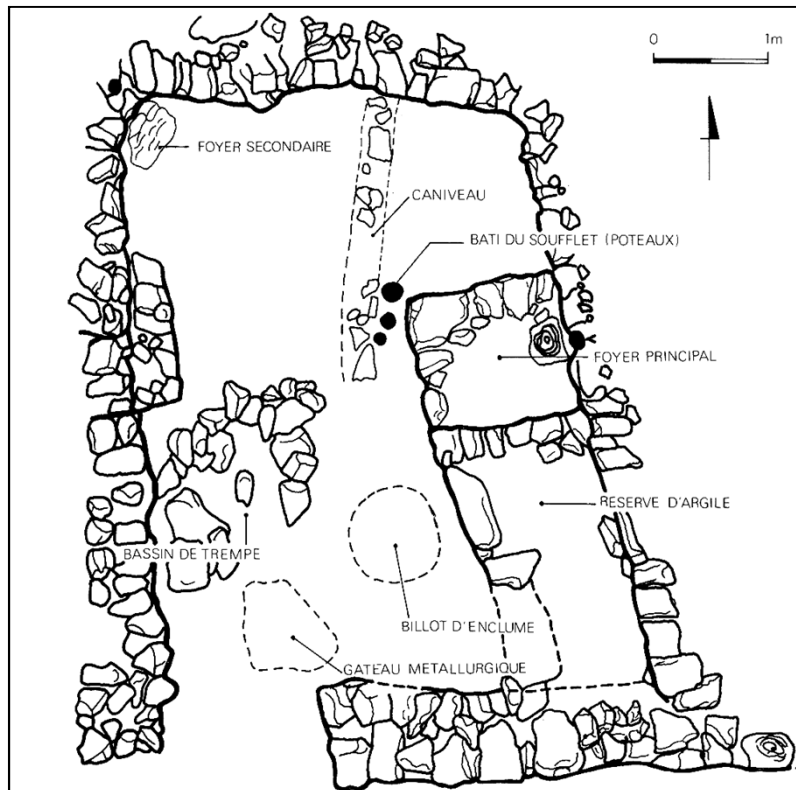
V železářském hutnictví: opatrný vývoj technologií a spíše organizační inovace...

Kovářská výheň: vedle tzv. nízké se ve 13. století objevuje vysoká, umožňující práci ve stoje (důlní středisko *Brandes*, Francie).

Hutnictví barevných kovů: rozvoj, u Cu dosaženo někdy ve 14. století technologie tzv. ságrování.

Rozvoj litectví: zvonáři, v pozdním středověku dělaři, puškaři...

### Brandes en Oisans: kovárna 13. stol.



### Dülmen: zvonářská pec, karolínské období



## Roger Bacon (*Doctor Mirabilis*), 1214–1294

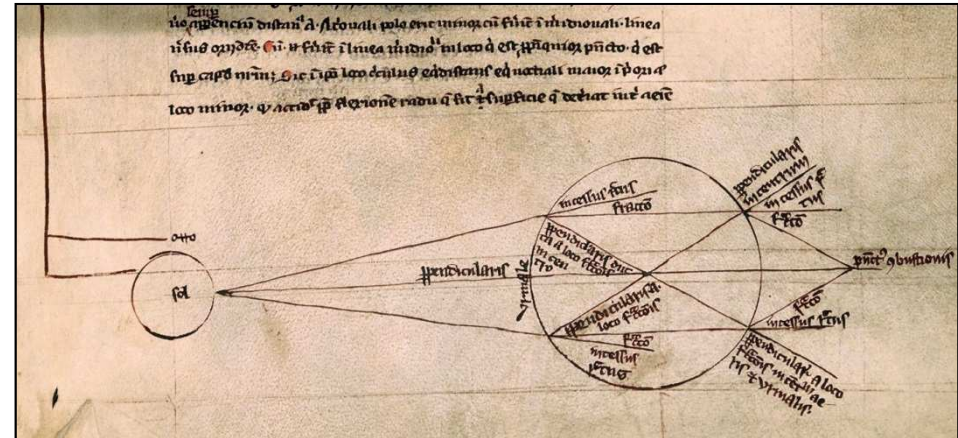
Univerzitní profesor (Oxford, Paříž), vynálezce, vědec (matematika, lékařství, scholastická filosofie)

Kritik konzervativních scholastiků, jako byli **Albertus Magnus**, Tomáš Aquinský

Tradován jako evropský vynálezce střelného prachu (původ palné pyrotechniky je však v Číně)

14. stol: zapojení palných zbraní do evropského válečnictví

1326: experiment s kusem vystřelujícím šípy



Stoletá válka (1337-1453)



15. stol.



## 5. Technické inovace v hornictví (produkce kovů nezbytná pro rozvoj)

---

**Al-Ghazari:** vodní čerpací kolo s lopatkami a řetězcem věder, poháněné žentourem s volem (asi 1200)

**Konrad Kyeser** (okolo 1402): skicy čerpadel vody ručními vrátky, nebo volskými žentoury

**Toledo de Taccola** (20.-30. let 15. století): skicy vodotěžných strojů

**Anonymus** (1475): kresba stoupy

---

**Buch der natürlichen Dingen** (1348-1350): autor Konrad von Megenberg (1309-1394)

**Mars und Venus**, Das mittelalterliche Hausbuch von Schloss Wolfegg, po 1480

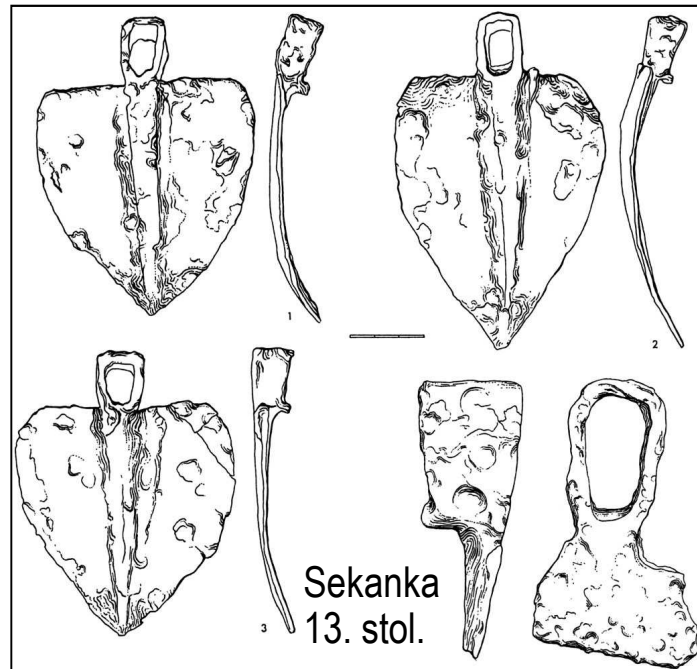
**Eyn wohlgerechnet nützlich Büchlein**, iluminace a texty, Ulrich Rülein von Calv

**De la pirotechnia**, skutečný odborný spis, autor Vanoccio Biringuccio (1480-1539)





Rammelsberg  
12. stol.



Sekanka  
13. stol.



Sekanka 13. stol.

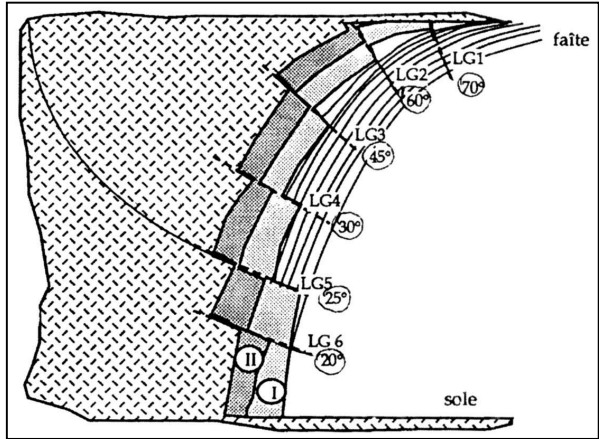
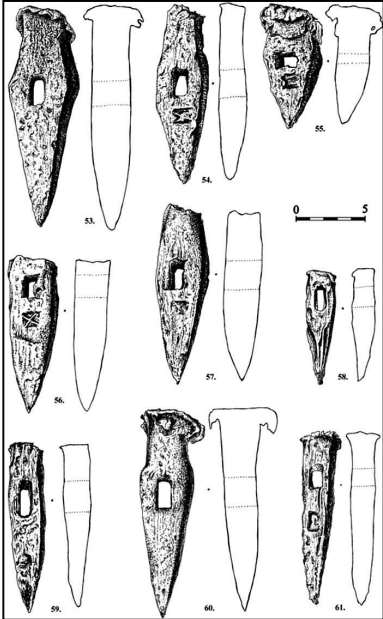


0  
0,1  
DW-18  
Kratzer

Dippoldiswalde,  
1. pol. 13. stol.



Banská Štiavnica  
18. stol.



## 6. Vodohospodářství

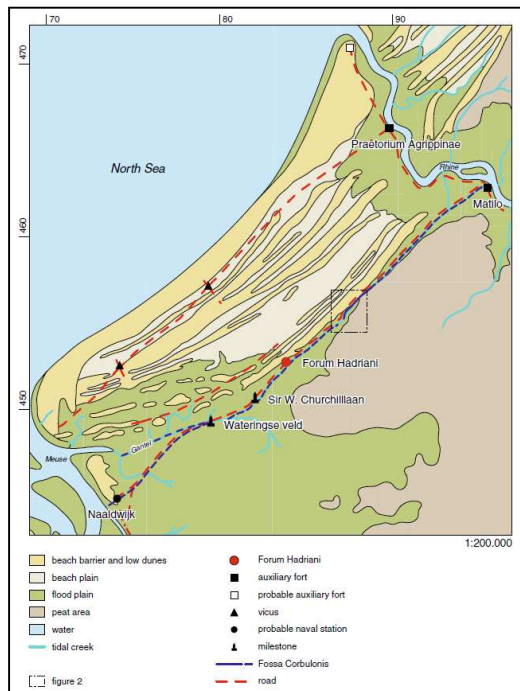
Hráze

Plavební kanály

Náhony (energetika)

Pumpy a čerpadla  
(odvodňování / zavlažování)

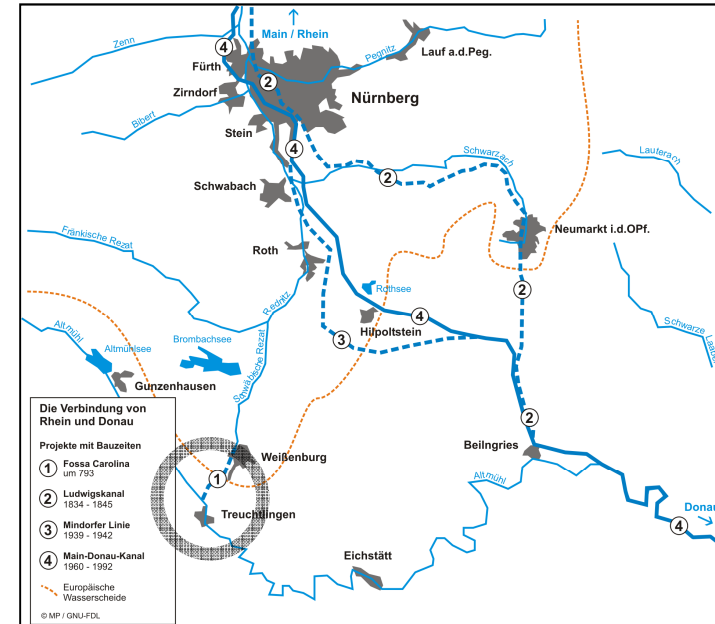
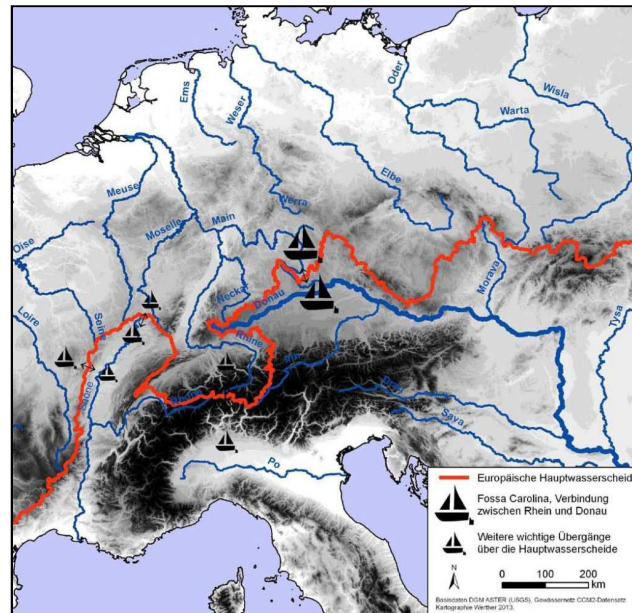
Rybníky (chov a produkce ryb)



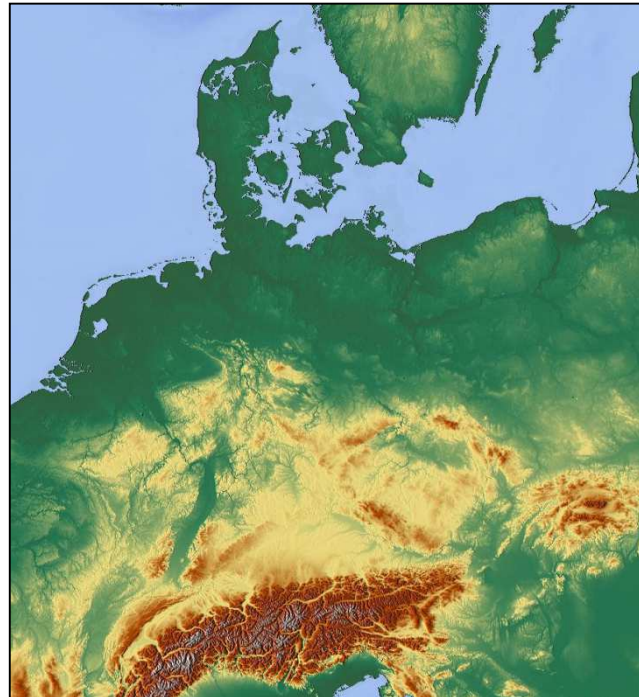
*Fossa Corbulonis*: Holadnsko, 30 km dlouhý římský plavební kanál, AD 50

## Fossa Carolina (Karlsgraben)

500 m dlouhý relikv  
plavebního kanálu na  
rozvodí Dunaj – Rýn  
Překonával šíji 2 km  
Zbudováno v roce 793



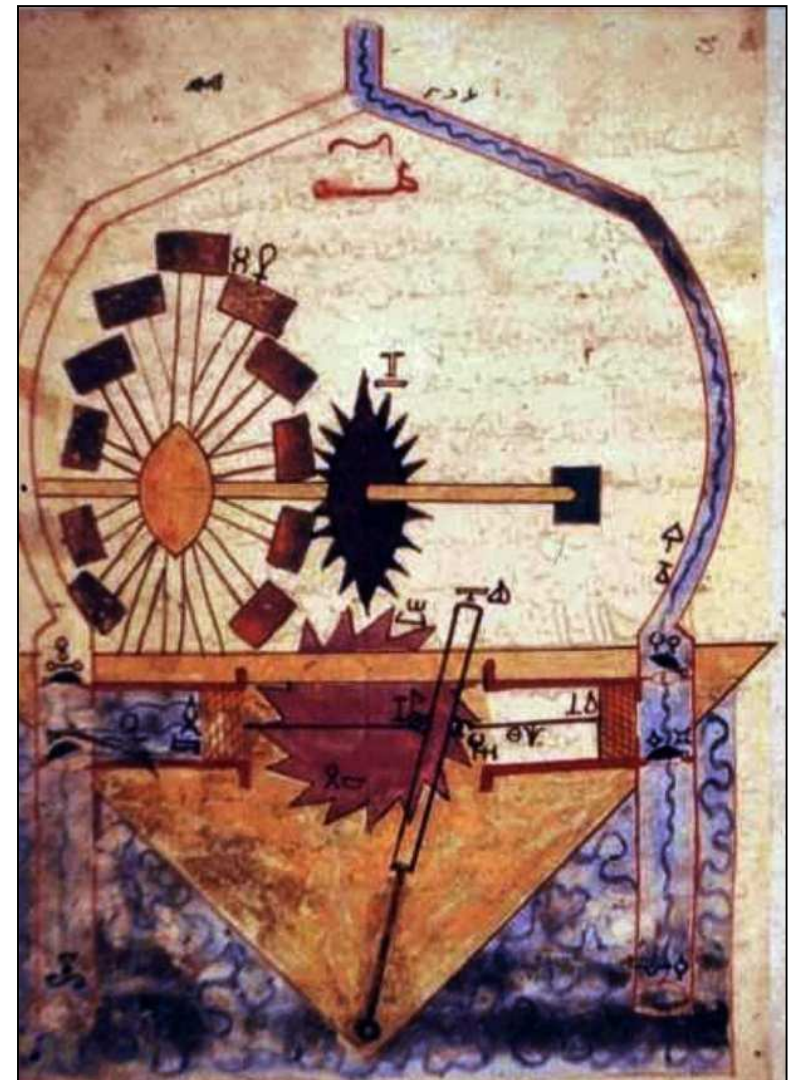
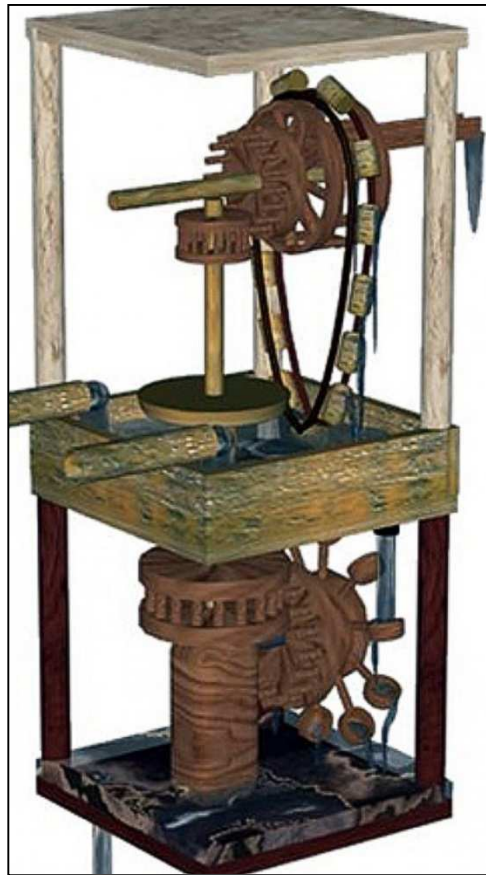
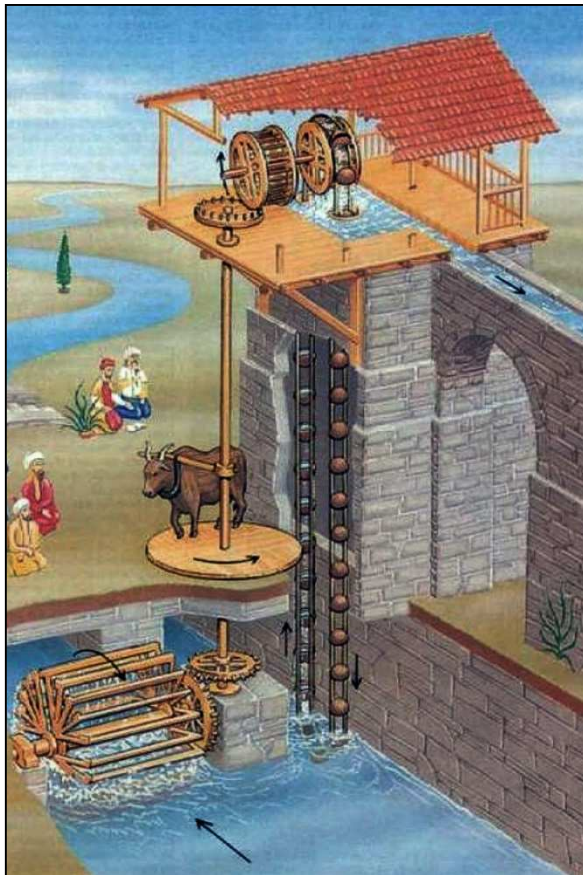
**Plavební kanál Stecknitz:**  
propojuje hansovní města  
Lüneburg a Lübeck (1391-  
1398 )  
Délka 100 km



**Izmail al-Jazari (1136–1206)**

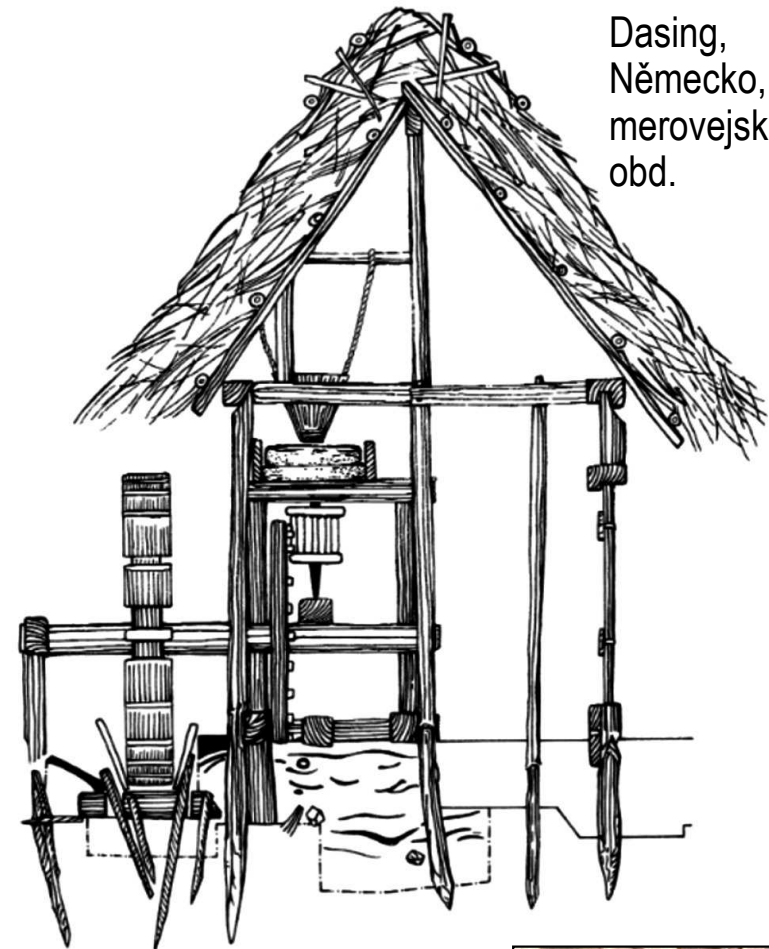
*Badī' az-Zaman Abū l-'Izz ibn Ismā'īl ibn ar-Razāz al-Jazarī*

vodní pumpy – předchůdci čerpadel – zvířecí a vodní pohon





Rotbachtal, Německo, dendrodata 832/833



Dasing,  
Německo,  
merovejské  
obd.



Czysz, W. 1994: Eine bajuwarische Wassermühle im Paartal bei Dasing, Das archäologische Jahr in Bayern (1993), 124-1284

Galusová, L. 2015: Vodní mlýn jako objekt archeologického výzkumu, Archaeologia historica 40/1, 267-293.

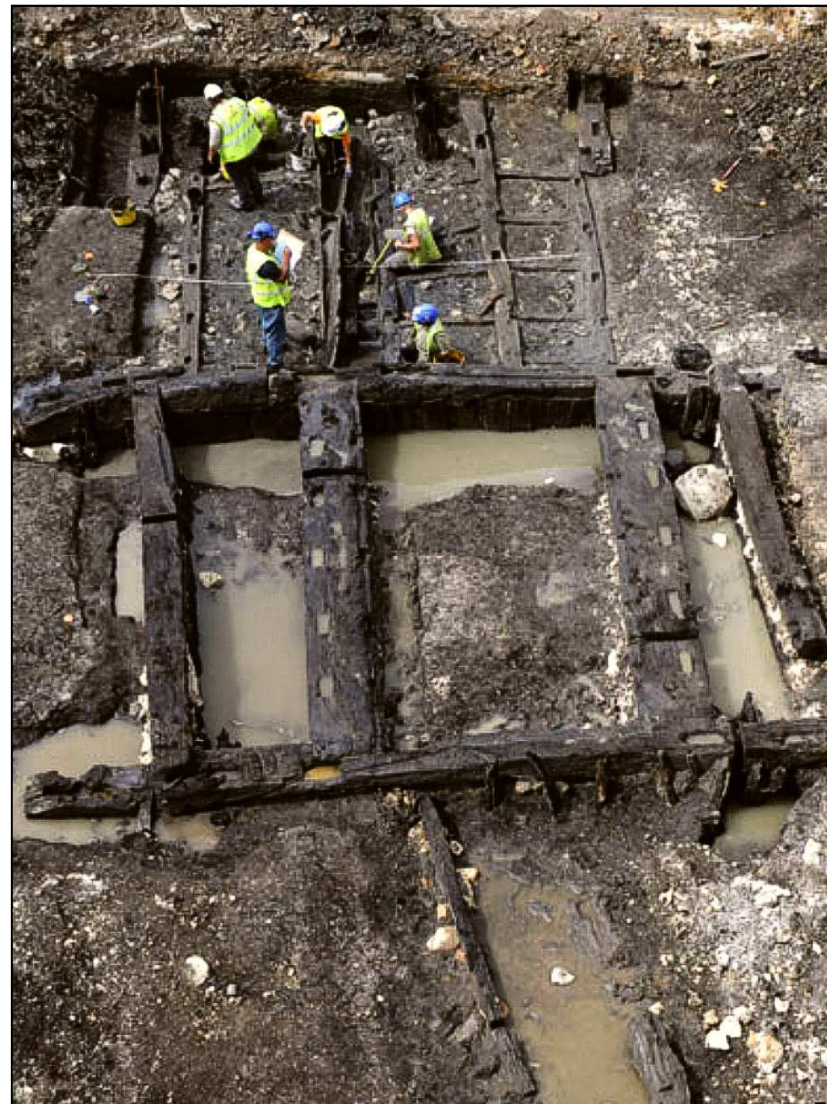
Tutlies, P. 2006: Eine karolingische Wassermühle im Rotbachtal, Archäologie im Rheinland 2005, 106-108.



Kilbegly, Irsko, dendrodata 650-850



Stafford, Anglie, 13.-15. stol.

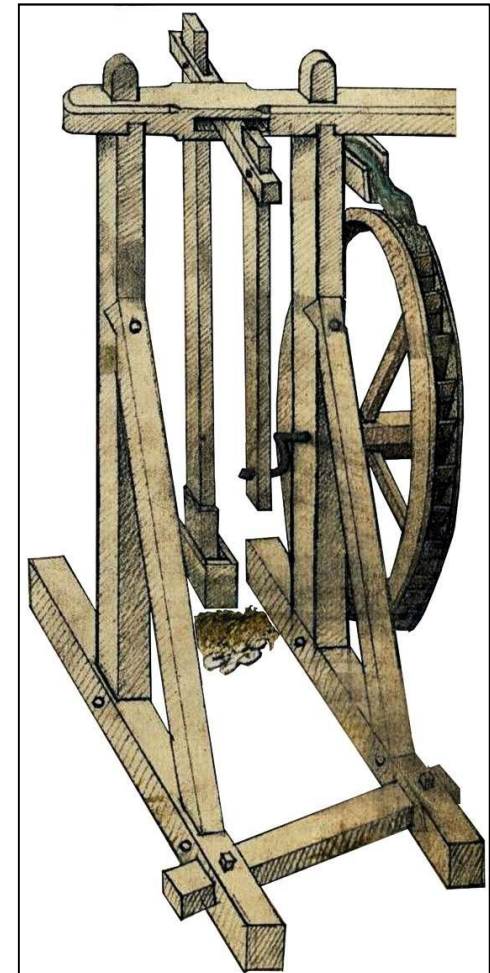
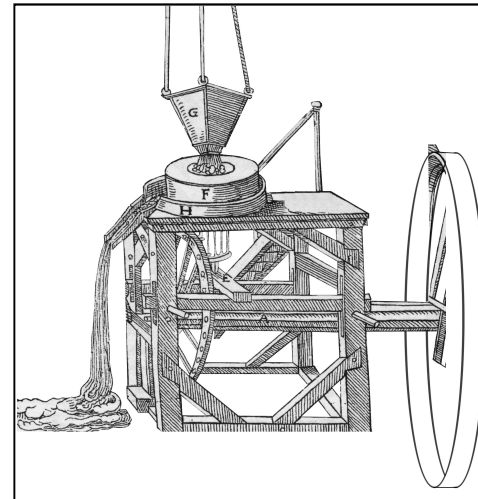


Greenwich Wharf, dendrodata 1194

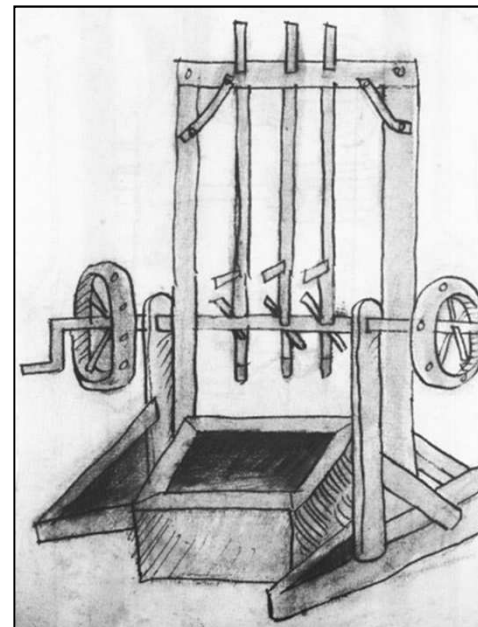
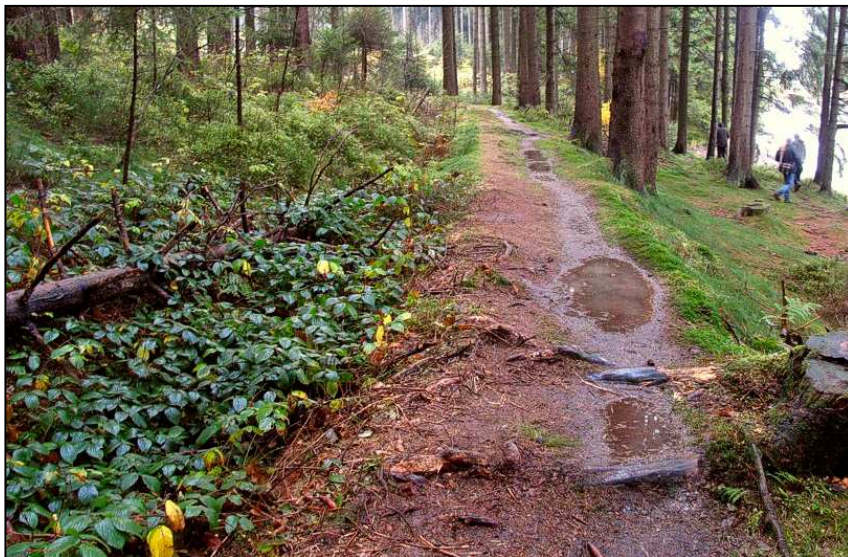


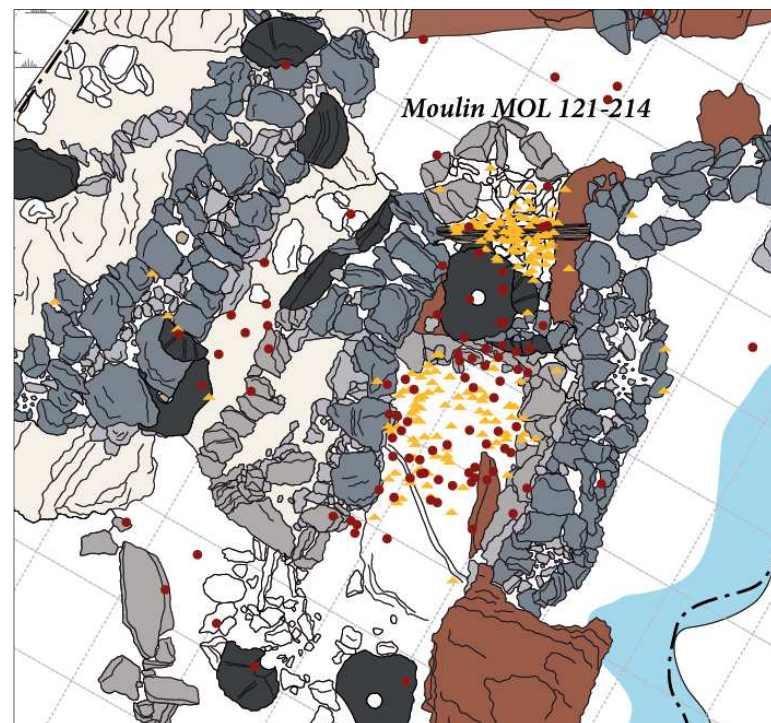
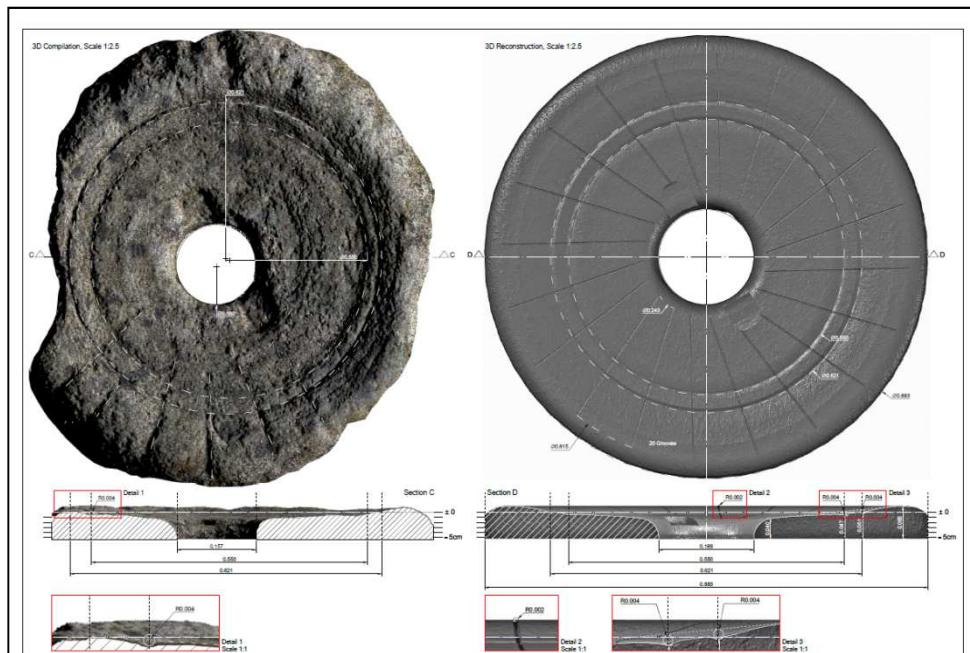
mlýny, stoupy, hutě, valchy, barvírny, rýžoviště = vodní náhony; **Voda** = energetické i spotřební médium

**Vodní kolo:** zobecnění od 12. stol.



Středověké náhony





Brandes en Oisans – středověký rudní mlýn, dendrodata smýcení dochovaných dřev 1210/1211

## Lodní mlýn (Boat Mill, Schiffsmühle)



Gräf, D. 2006: Boat Mills in Europe from Early Medieval to Modern Times. Veröffentlichungen des Landesamtes für Archäologie mit Landesmuseum für Vorgeschichte 51. Bibliotheca Molinologica 19.3. Dresden.

Lodní mlýny  
na Vltavě v  
Praze, 1610



## Větrný mlýn (Wind Mill, Windmühle)

