

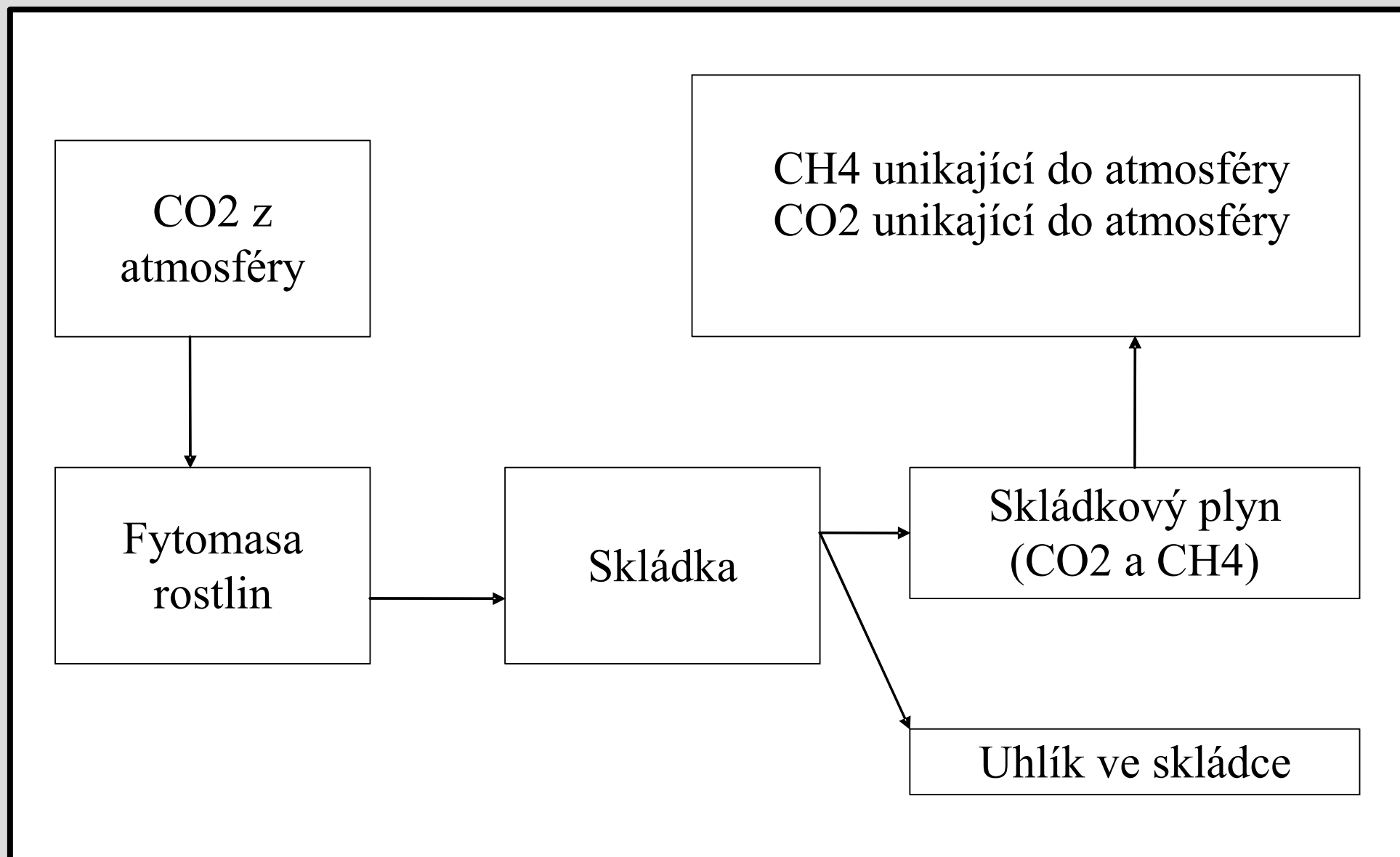
# Komunální bioplynové stanice – technologie

**Školení obcí s rozšířenou působností  
Pardubického kraje  
25. října, 2007 – Hrádek**

**Antonín Slejška**  
Výzkumný ústav rostlinné výroby

**[www.biom.cz](http://www.biom.cz)**

# Tok uhlíku při skládkování



# Směrnice Rady 1999/31/EC o skládkách odpadů

- **Snížit tvorbu metanu ze skládek** pro zmírnění globálního oteplování v důsledku tzv. skleníkového efektu.
- Podpořit oddělený sběr, třídění a recyklaci organických odpadů.
- Členské státy jsou povinny vypracovat **národní strategii pro snižování množství biologicky rozložitelného odpadu putujícího na skládky**. Tato strategie bude k dosažení plánovaných cílů obsahovat opatření jako je recyklace, kompostování, výroba bioplynu nebo materiálové a energetické využití.
- Tato strategie zajistí (pro podmínky České republiky) do r. 2010 snížení množství biologicky rozložitelného odpadu putujícího na skládky na **75% celkové hmotnosti r. 1995**, do r. 2013 na **50% celkového množství r. 1995** a do r. 2020 na **35% celkového množství r. 1995**.

# 6. akční program pro životní prostředí

- snížit množství odpadů určených ke konečnému zneškodnění o zhruba **20% od současnosti do r. 2010 a asi o 50% od současnosti do r. 2050 ve vztahu k údajům z r. 2000**

Pro odpady, jež budou nadále produkovány, je třeba vytvořit stav, kdy:

- odpady nejsou nebezpečné nebo přinejmenším představují pouze velmi nízké riziko pro životní prostředí a zdraví,
- většina odpadů se vrací do hospodářského cyklu, zejména recyklací, nebo do životního prostředí v užitečné (např. kompost) nebo neškodné formě,
- objem odpadů určených ke konečné likvidaci je snížen na naprosté minimum a tyto odpady jsou zničeny nebo zneškodněny bezpečným způsobem,
- odpady jsou zpracovávány na místě co možná nejbližším místu, kde jsou produkovány.

# Plán odpadového hospodářství ČR

*POH ČR stanovuje ve své závazné části:*

"V zájmu dosažení cíle snížit maximální množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů ukládaných na skládky tak, aby podíl této složky činil v roce **2010 nejvíce 75%** hmotnostních, v roce **2013 nejvíce 50%** hmotnostních a výhledově v roce **2020 nejvíce 35%** hmotnostních z celkového množství vzniklého v roce **1995.**"

*3.6. Podíl recyklovaných odpadů:*

V zájmu dosažení cíle zvýšit využívání odpadů s upřednostněním recyklace na **55 %** všech vznikajících odpadů do roku 2012 a zvýšit **materiálové využití komunálních odpadů na 50% do roku 2010 ve srovnání s rokem 2000.**

# Kyótský protokol

- Silnou motivací k používání organických hnojiv je snaha zachytit organický uhlík v půdě a tak snížit obsah oxidu uhličitého v atmosféře, což je označováno jako sekvestrace).
- Půda celé zeměkoule zachytí každým rokem 2 gigatuny uhlíku. Tento údaj lze porovnat s 8 gigatunami antropogenního uhlíku ročně emitovaného do atmosféry. To naznačuje, že půdní organická hmota může hrát dominantní roli ve zmírňování klimatických změn. Názorným příkladem této důležitosti je, že **zvýšením obsahu organické hmoty o 0,15% v orné půdě na území Itálie by bylo fixováno stejné množství uhlíku v půdě a půdní biomase jako je vypouštěno ročně do atmosféry používáním fosilních paliv** (Favoino 2003).

# Nařízení 1774/2002 (ES) o vedlejších živočišných produktech

Materiály 1. kategorie musí být zlikvidovány a žádné recyklační technologie nejsou povoleny. Pro některé materiály 2. kategorie již přichází v úvahu anaerobní digesce a kompostování, které jsou možné i pro všechny materiály 3. kategorie.

Kompostárny a **bioplynové stanice musí splňovat** zejména následující požadavky:

- při kompostování či anaerobní digesci je nezbytné odpad **nadrtit** na částice s maximálním rozměrem **12 mm**,
- odpad musí projít teplotou **70°C** po dobu **60 minut**,
- **teplota musí být** průběžně **zaznamenávána** a záznamy musí být archivovány pro případ kontroly,
- kompost či **vyhnilý kal musí být analyzován** mimo jiné i na patogenní organismy.

# Další legislativa

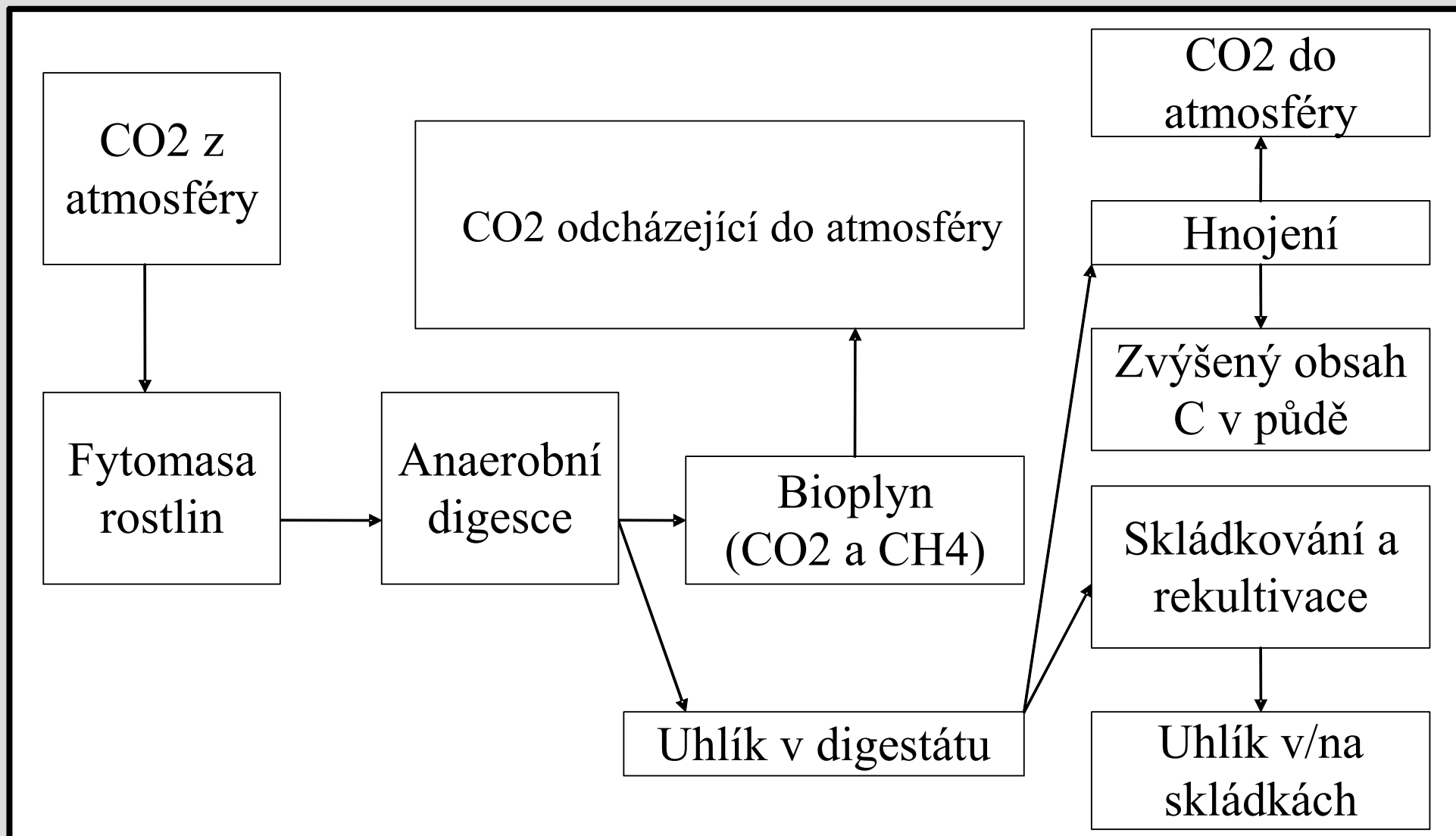
- Zákon o odpadech
- Zákon o OZE



# Metody pro snížení produkce metanu ze skládek

- Odklonění biologicky rozložitelných odpadů ze skládek
  - kompostování BRO,
  - anaerobní digesce BRO,
  - bio-mechanická předúprava zbytkového odpadu,
  - spalování zbytkového odpadu,
  - recyklace papíru a lepenky.
- Sběr a spalování skládkového plynu.
- Zdokonalená oxidace skládkového plynu ve vrchních vrstvách skládky.

# Tok uhlíku při anaerobní digesci



# Komunální biologicky rozložitelné odpady

(ISOH 2001, RP BRO 2003)

## 20 - Odpady komunální a jim podobné odpady ze živností, z úřadů a z průmyslu, včetně odděleně sbíraných složek těchto odpadů

	množství (t)	BRO (t)
20010100 Papír a/nebo lepenka	230 969	230 969
20010700 Dřevo	14 271	14 271
20010800 Organický, kompostovatelný kuchyňský odpad (včetně olejů na smažení a kuchyňského odpadu z jídelen a restaurací)	57 614	57 614
20011000 Oděv	3353	2 515
20011100 Textilní materiál	2 916	2 187
<b>20010000 Odpad získaný odděleným sběrem</b>	<b>309 123</b>	<b>307 556</b>
20020100 Kompostovatelný odpad	96 572	96 572
20020300 Ostatní nekompostovatelný odpad	93 863	18 773
<b>20020000 Odpady z údržby zeleně v zahradách a parcích (včetně hřbitovů)</b>	<b>190 435</b>	<b>115 345</b>
20030100 Směsný komunální odpad	2 478 365	991 346
20030200 Odpad z tržišť	14 576	11 661
20030400 Kal ze septiků a/nebo žump, odpad z chemických toalet	550 688	440 550
<b>20030000 Ostatní odpad z obcí</b>	<b>3 043 629</b>	<b>1 443 557</b>
<b>Úhrnné množství odpadů v přehledu:</b>	<b>3 543 188</b>	<b>1 866 458</b>

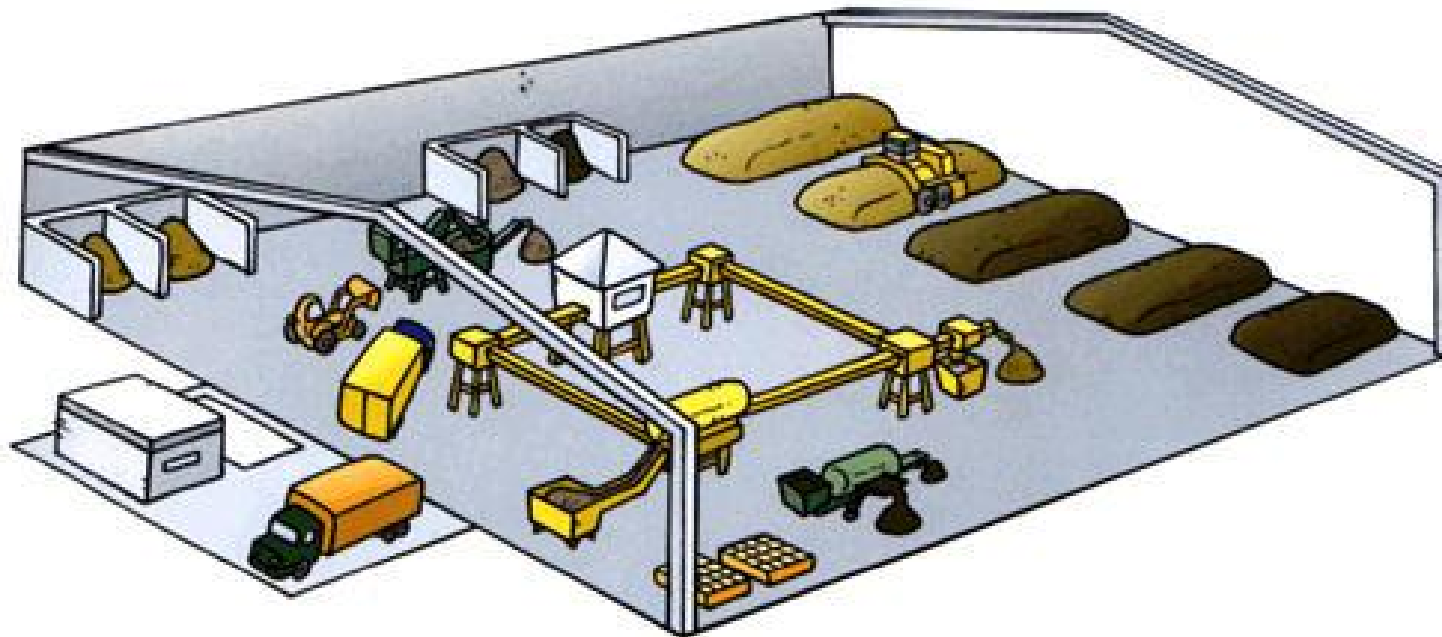
# Rozdělení systémů sběru komunálních bioodpadů

- Dle sbíraného bioodpadu
  - zahradní + kuchyňský odpad
  - zahradní odpad
  - kuchyňský odpad
- Dle vzdálenosti od domovních dveří
  - sběrné dvory
  - donáškové systémy
  - sběr na prahu

# Rozdělení systémů sběru komunálních bioodpadů

- Dle frekvence svozu
  - intenzivní (  $>1$  x týdně )
  - standardní ( 1-2x za 14 dní )
  - extenzivní (  $<1$  x za 14 dní )
- Dle sběrného prostředku
  - sběrné nádoby
  - pytlové systémy
  - kontejnery
  - kbelíky
  - mobilní sběr

# Kompostárna komunálního bioodpadu v Baix Camp (Botarell, Španělsko – kapacita 30 tis. t ročně)



# Sběrné nádoby pro domácnost

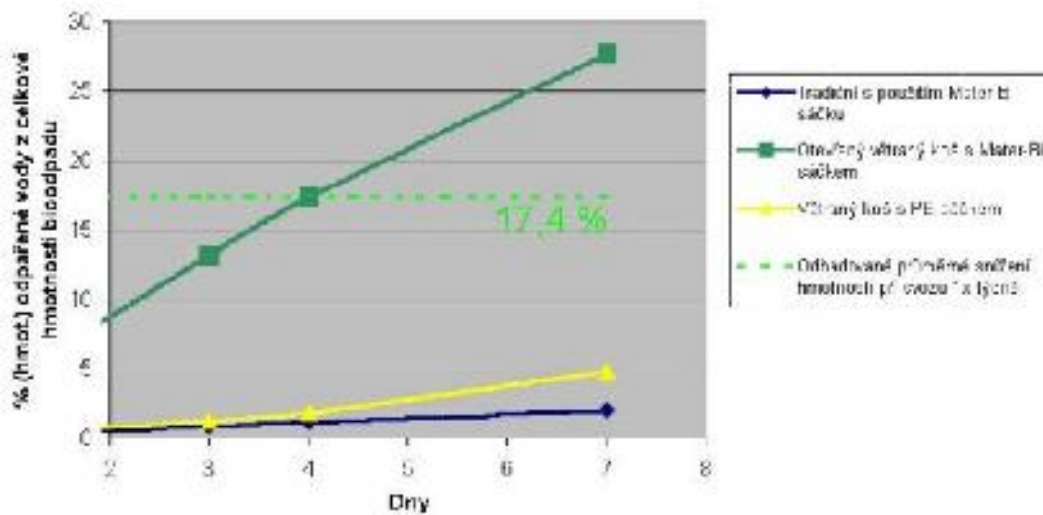
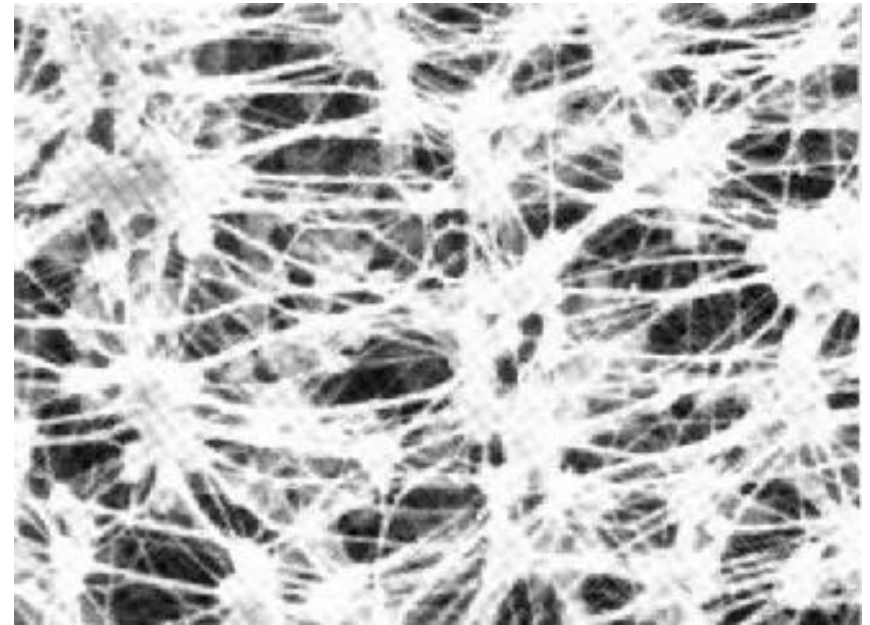
Pytlík z  
recyklovaného  
papíru pro sběr  
biologických  
odpadů



Filtr je důležitou  
součástí kvalitních  
nádob na bioodpad



# Snížení vlhkosti bioodpadu



## Snížení množství bioodpadů? Nechte vodu doma!





# Sběr kuchyňských odpadů od prahu

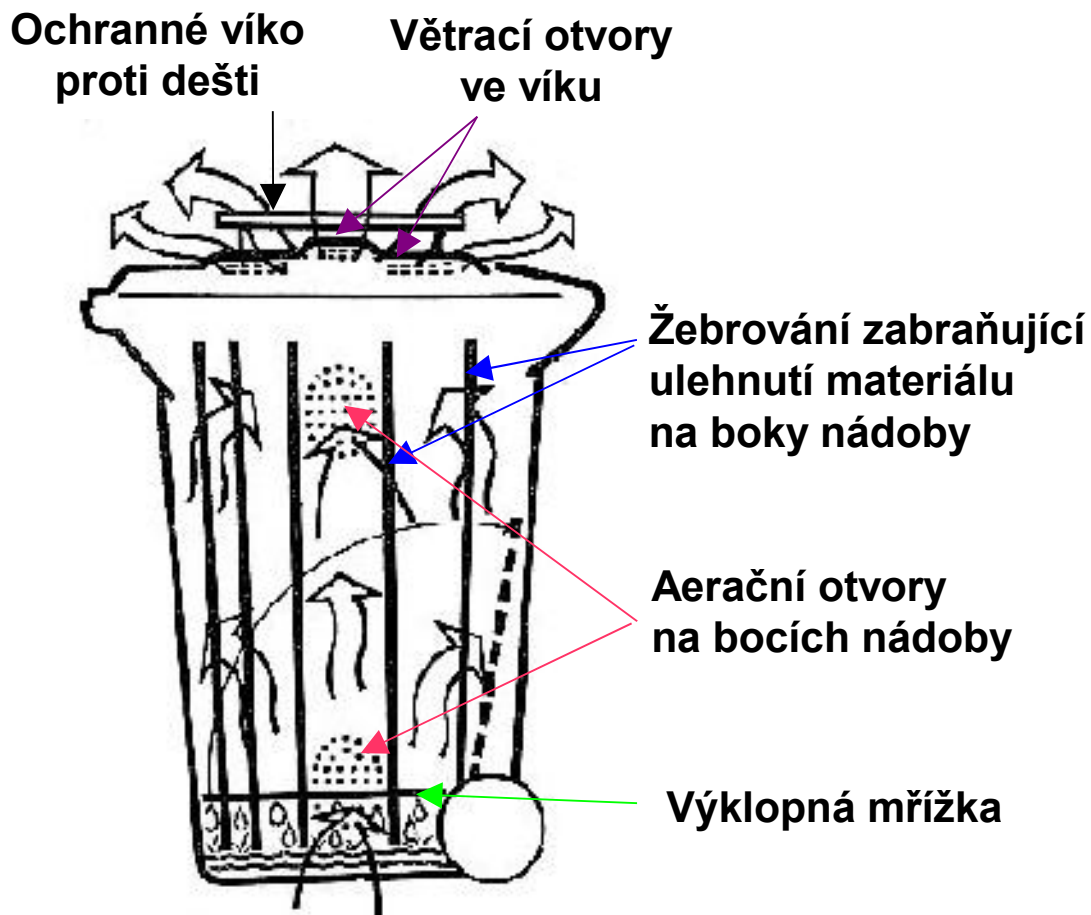


# Funkce sběrných nádob

- Oddělení BRKO od zbytkového odpadu
- Zvýšení hygieny sběru odpadů
- Prodloužení intervalu svozu
- Nastartování aerobní fermentace
- Usnadnění manipulace



**Kompostainer  
od firmy  
SSI Schäffer**



# Plzeň



# Nová Paka





**Pezinok**



Rýmařov



Altpapier

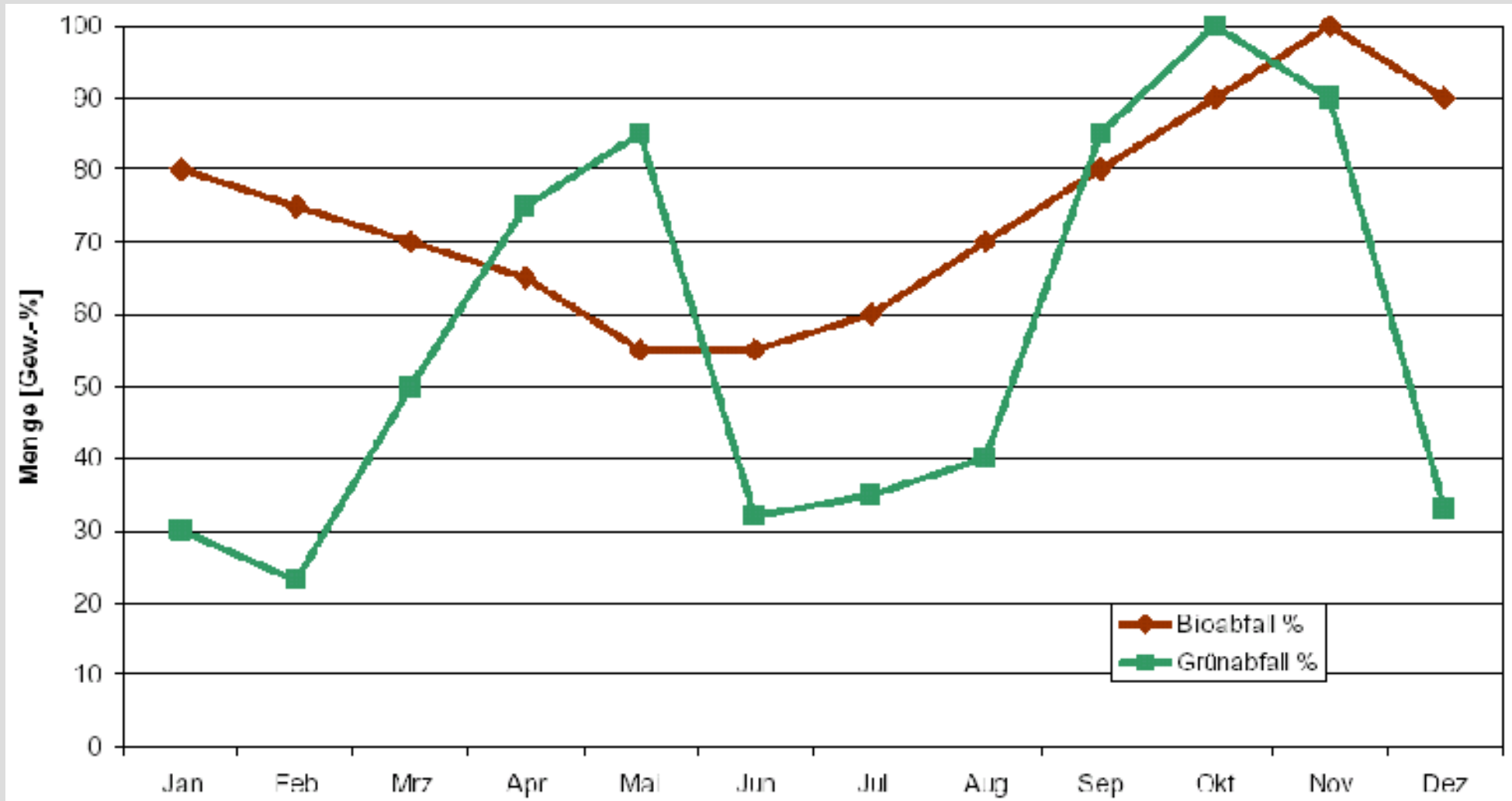
**Rhöndorf**

# Bystřice nad Pernštejnem





# Příklad množství vznikajících zelených odpadů a bioodpadu



# Využití biodegradabilních odpadů

- Recyklace do půdy
  - Kompostování
  - Výroba pěstebních substrátů a mulčů
  - Přímá aplikace do půdy
- Využití pro krmné účely
- Energetické využití
  - **Anaerobní digesce (bioplyn)**
  - Výroba tekutých biopaliv (etanol, vodík, esterifikace)
  - Výroba tuhých biopaliv pro
    - spalování
    - zplynování
    - výrobu vodíku
- Průmyslové využití
  - Stavební a izolační hmoty
  - Celulóza
  - Lignin a hemicelulózy
  - Plošné kompozitní materiály

# Produkce bioplynu v České republice v r. 2006 podle Eurostatu

<b>Zdroj bioplynu</b>	<b>Počet zařízení</b>	<b>Produkce m<sup>3</sup></b>
Komunální ČOV	96	54 821 378
Průmyslové ČOV	12	2 589 790
Bioplynové stanice*	14	14 565 391
Skládky odpadů	50	50 925 026
<b>CELKEM</b>	<b>172</b>	<b>122 901 585</b>

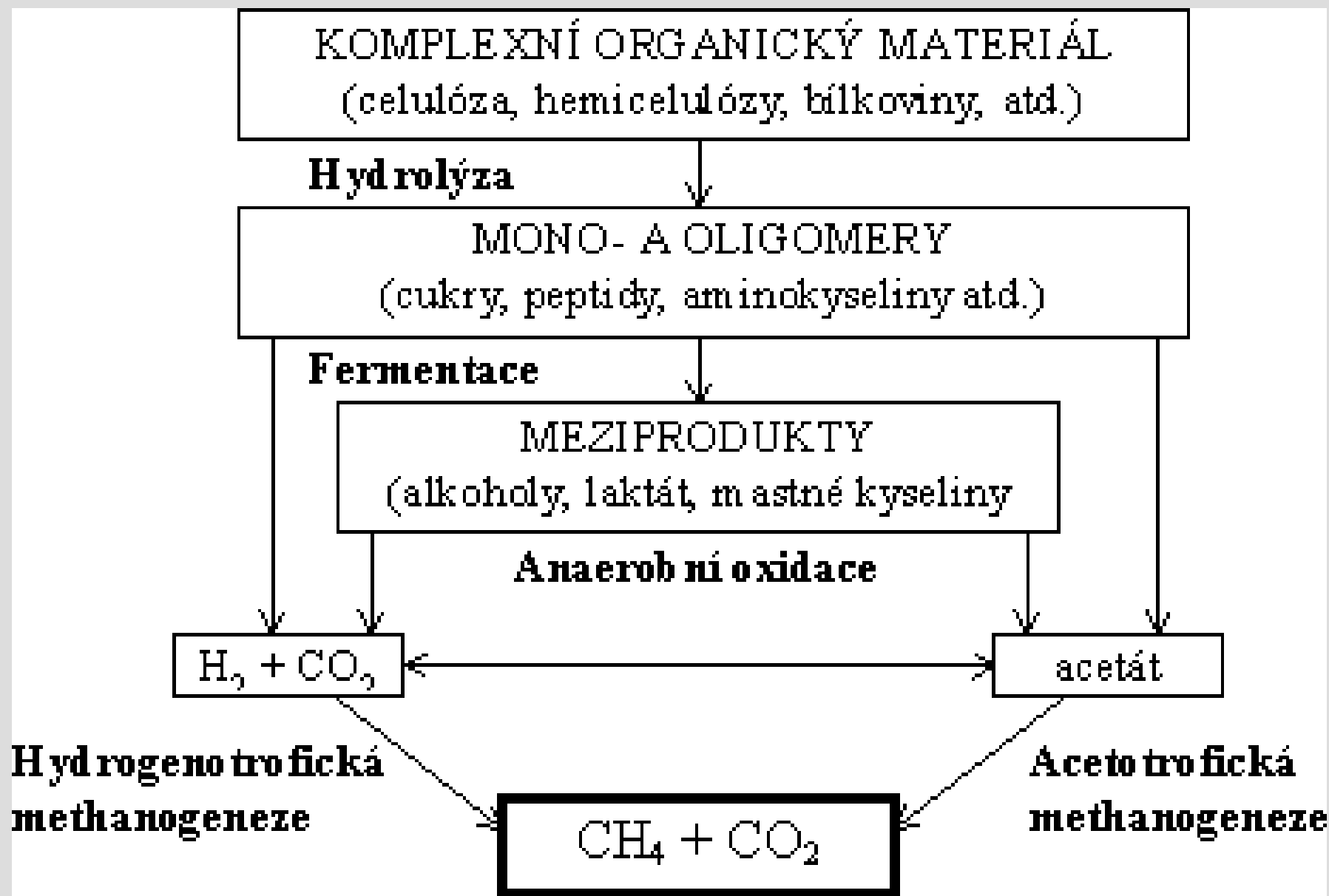
\* nejsou uvedeny nové BS, které neprošly zkušebním provozem, a bioplynové stanice, které jsou vedeny jako zařízení k čištění odpadních vod

# Principy anaerobní digesce

- Mikrobiální přeměna organických látek bez přístupu kyslíku
- V přírodě nastává obvykle pod vodní hladinou, na zavodněných rýžových polích, v trávicím traktu živočichů, v tělese skládky s BRO, i v přemokřených kompostech
- Původcem jsou methanogenní bakterie, které navazují na metabolické dráhy jiných mikrob. společenstev

(Habart, 2007)

# Čtyřfázový model anaerobní konverze



# Anaerobní digesce – podmínky

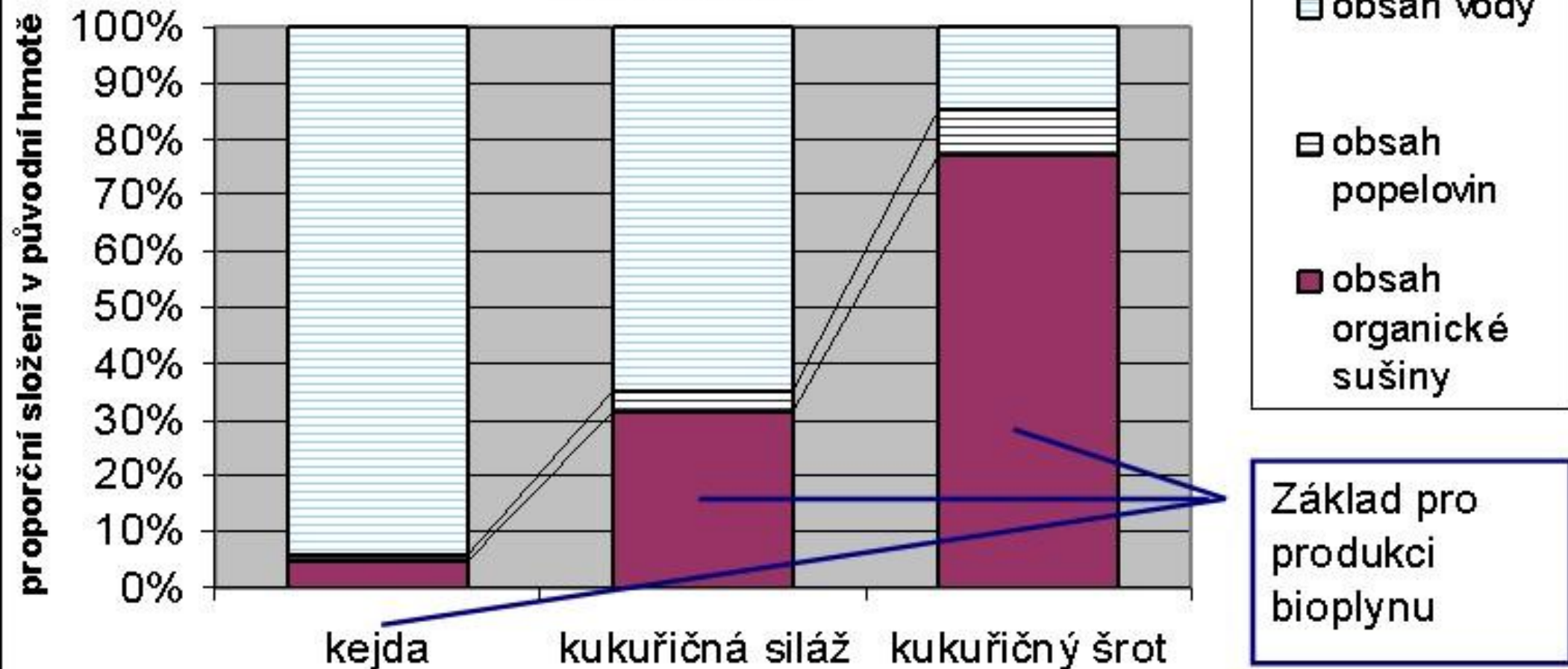
- **Materiály**
  - **Vlhkost** materiálu nad **45%**
  - **C / N** surovinové skladby pod **20 - 30 / 1** (Meynell 1976)
  - **C / P** surovinové skladby kolem **200 / 1** (Bardiya a Gaur 1997)
- **Proces**
  - Mezofilní 35°C, termofilní 55°C
  - Hydrolýza a acidogeneze: **pH 6-6,5** (Massey, Pohland, 1978)
  - Acetogeneze a methanogeneze: **pH 7-7,5** (Massey, Pohland, 1978); striktně anaerobní podmínky, pomalý růst a množení mikroorganismů, nižší odolnost vůči stresům
- **Výsledný produkt**
  - Bioplyn (55-70% CH<sub>4</sub>, 27-44% CO<sub>2</sub>, 1-3% H<sub>2</sub>, 0,1-1% H<sub>2</sub>S atd. (Jonáš et al. 1988))
  - Kompost

# Maximální možná výtěž metanu na tunu materiálu

Odpad	Výtěž metanu m <sup>3</sup> /tunu materiálu
Hovězí kejda	25
Kejda prasat	36
Syrovátka	55
Mláto	75
<b>Zelený odpad</b>	<b>110</b>
<b>Biodad</b>	<b>120</b>
<b>Kuchyňské odpady</b>	<b>220</b>
Tuk z jatek	400
Fritovací tuk	600

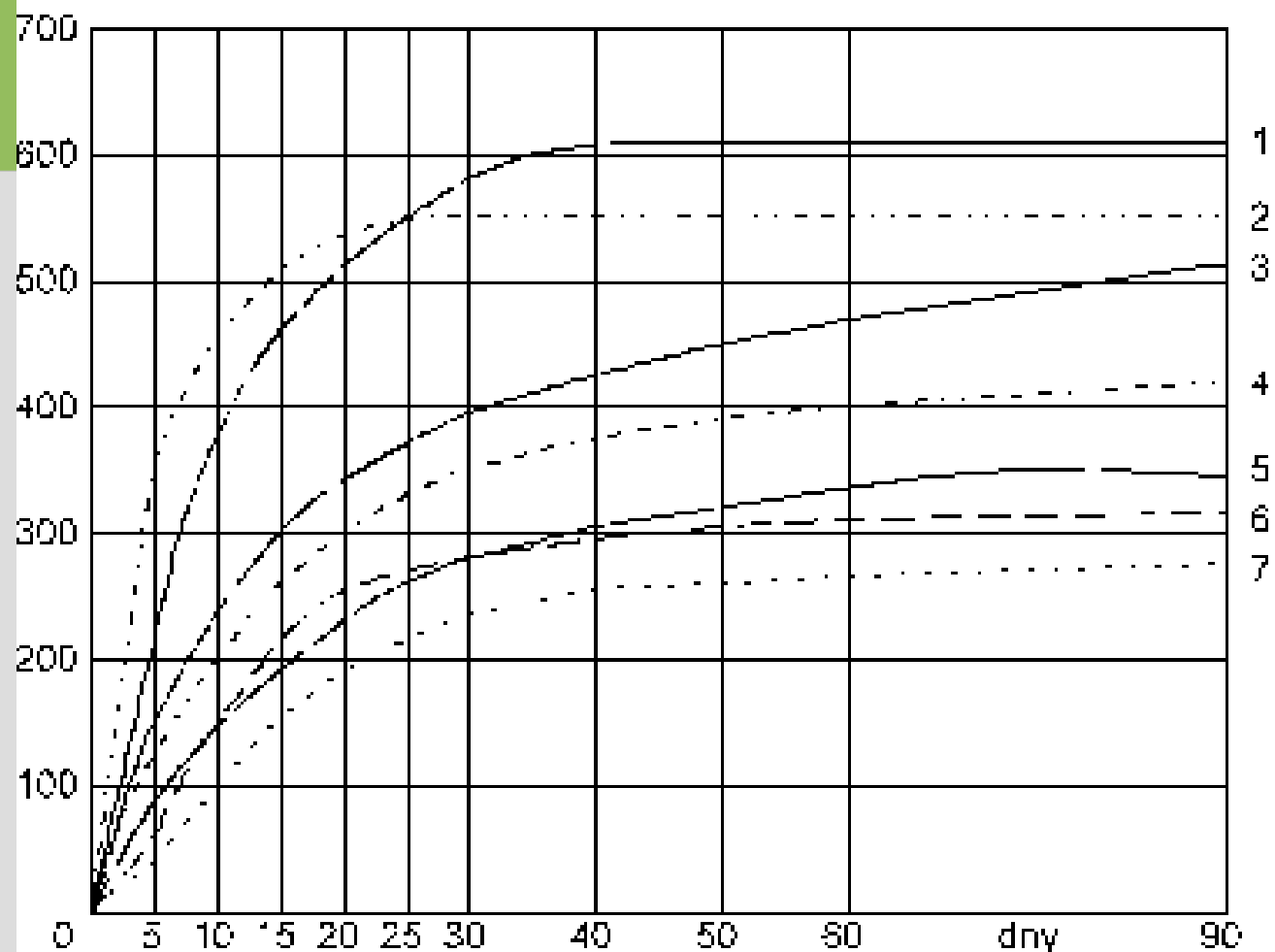
# Obsahy spalitelných látek

Schéma obsahu spalitelných látek ve vybraných materiálech





I metanu / kg organických látek



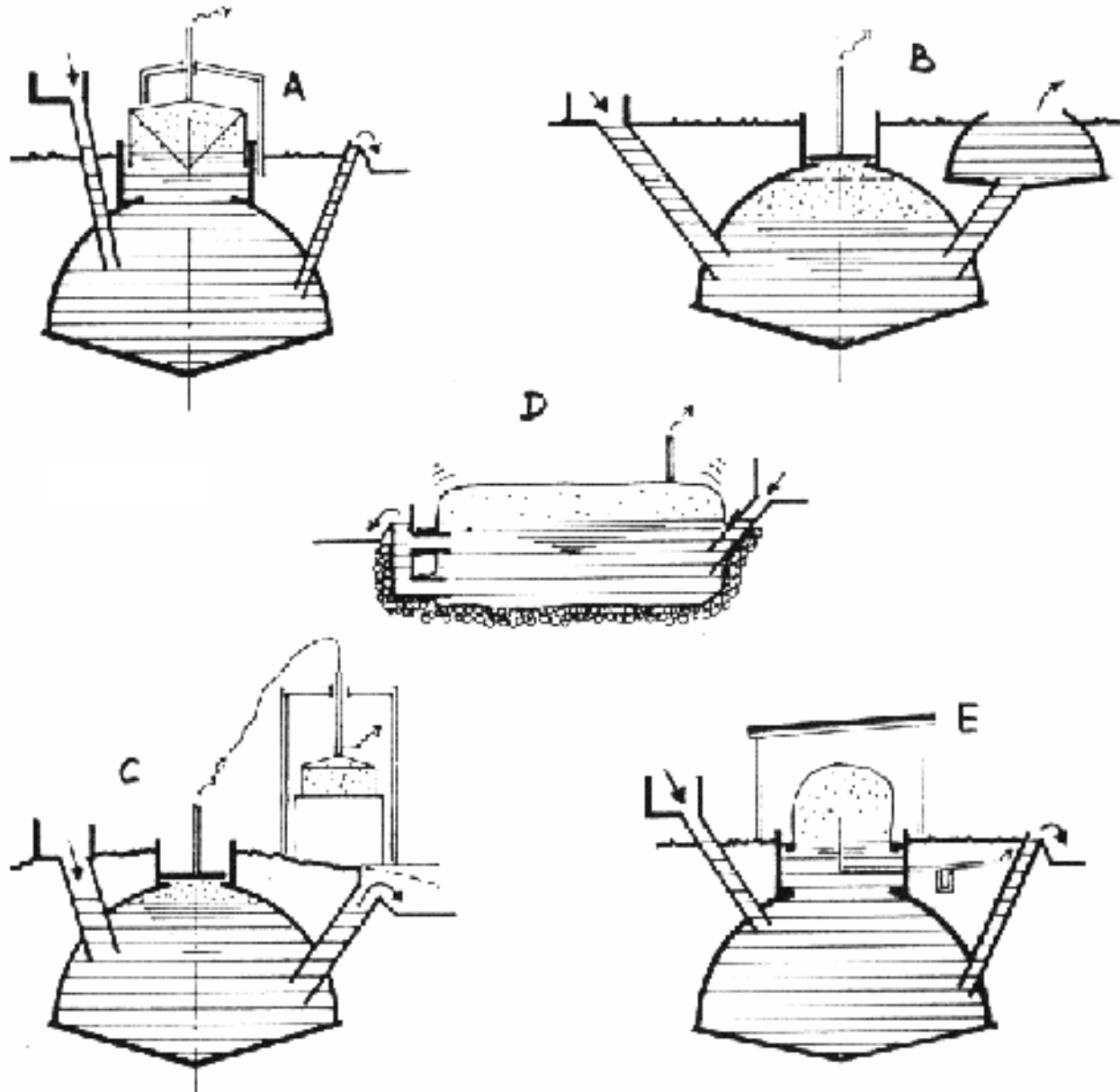
- 1 čistírenský kal
- 2 tráva
- 3 jateční odpad
- 4 prasečí kejda
- 5 žitná sláma
- 6 komunální bioodpad
- 7 hovězí exkrementy

**Kumulativní produkce  
bioplynu u různých substrátů  
při teplotě 32°C**

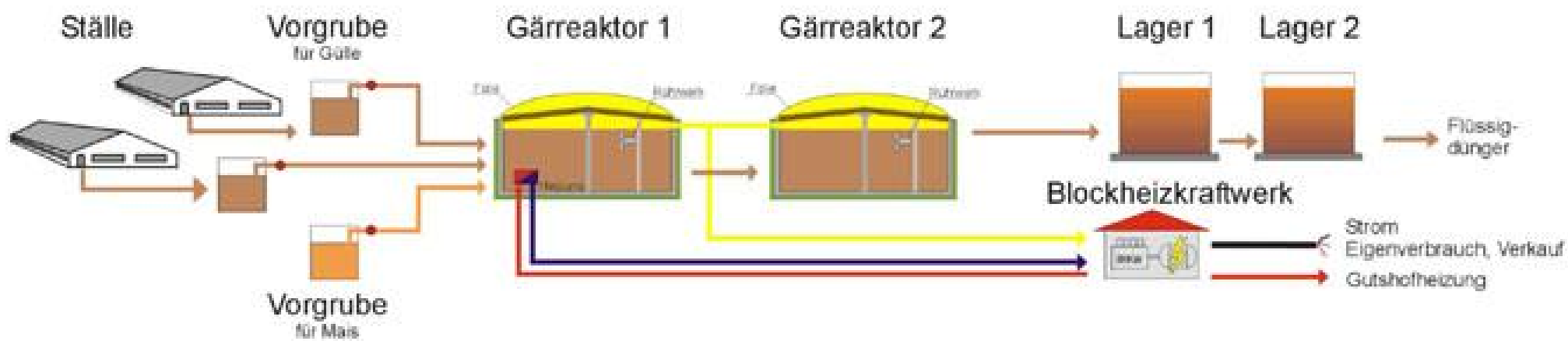
Mitterleitner (1994)

# Jednoduché reaktory – mokré procesy

"A" s interním plovoucím plynoje-  
mem,  
"B" s interním plynoje-  
mem v klenbě reak-  
toru,  
"C" s externím  
plovoucím plynoje-  
mem,  
"D" kanálový s interním  
balonovým plynoje-  
mem,  
"E" s interním  
balonovým plynoje-  
mem a stínícím za-  
střešením.



# Zemědělské reaktory – mokré procesy

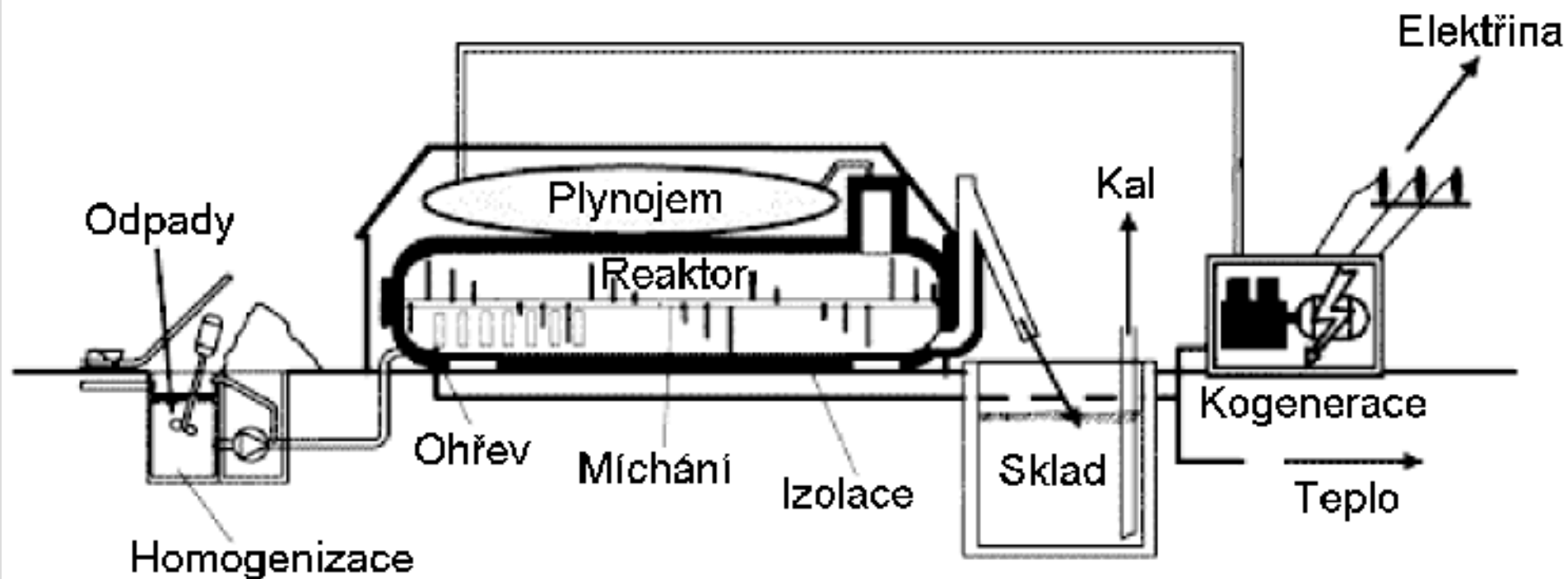


**Karlshof  
u Mnichova**

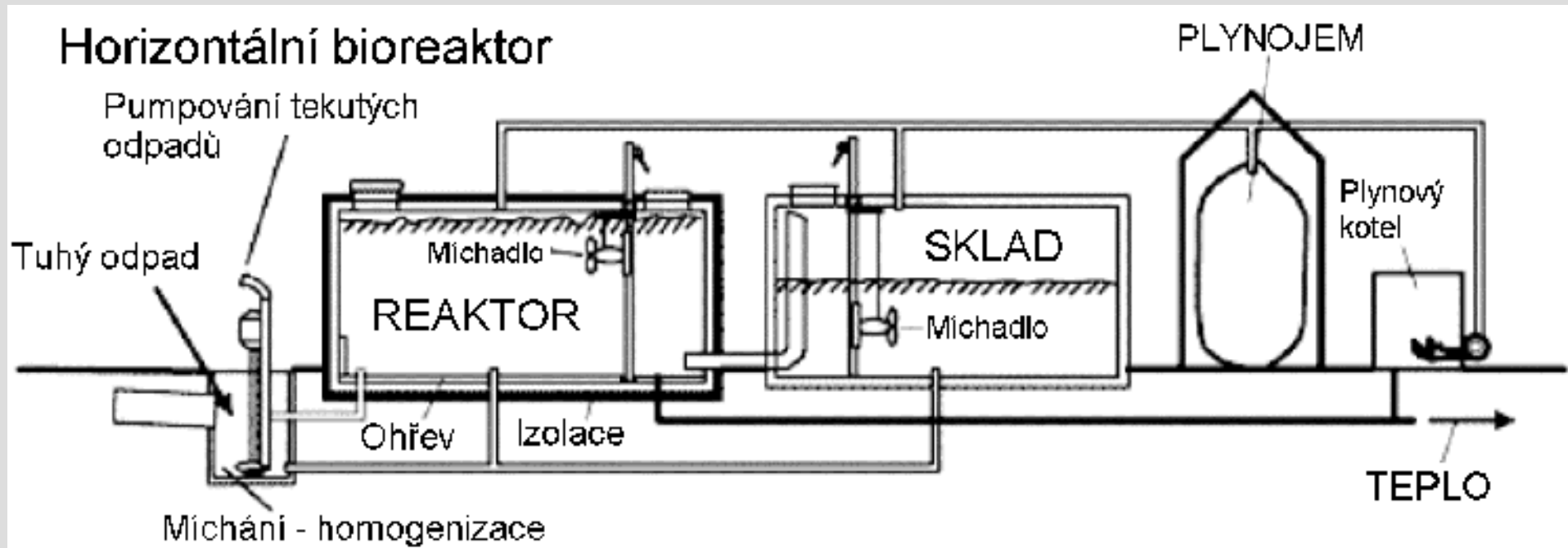


# Typy zemědělských reaktorů

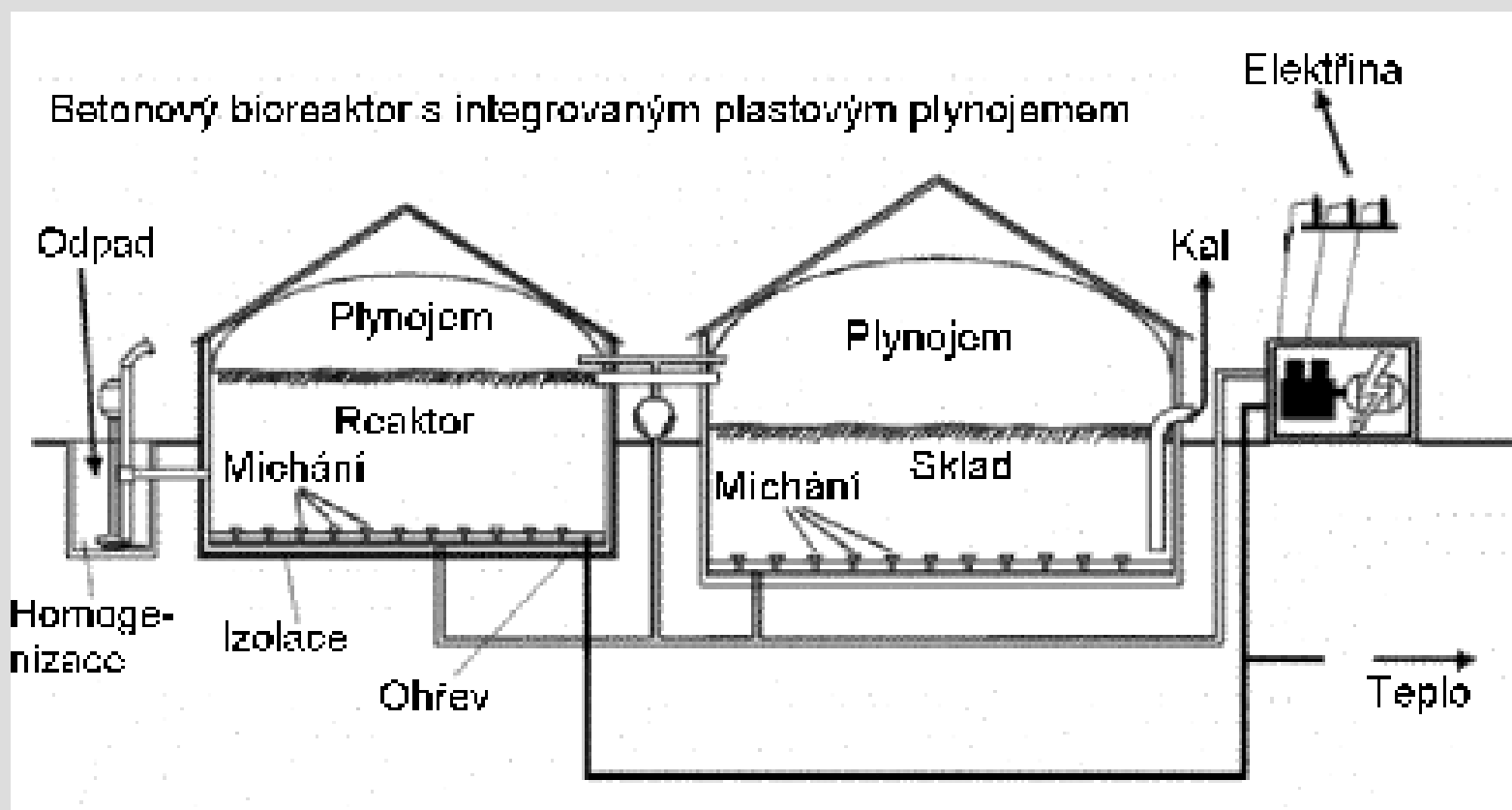
Kovový bioreaktor s odděleným balonovým plynojemem



# Typy zemědělských reaktorů



# Typy zemědělských reaktorů



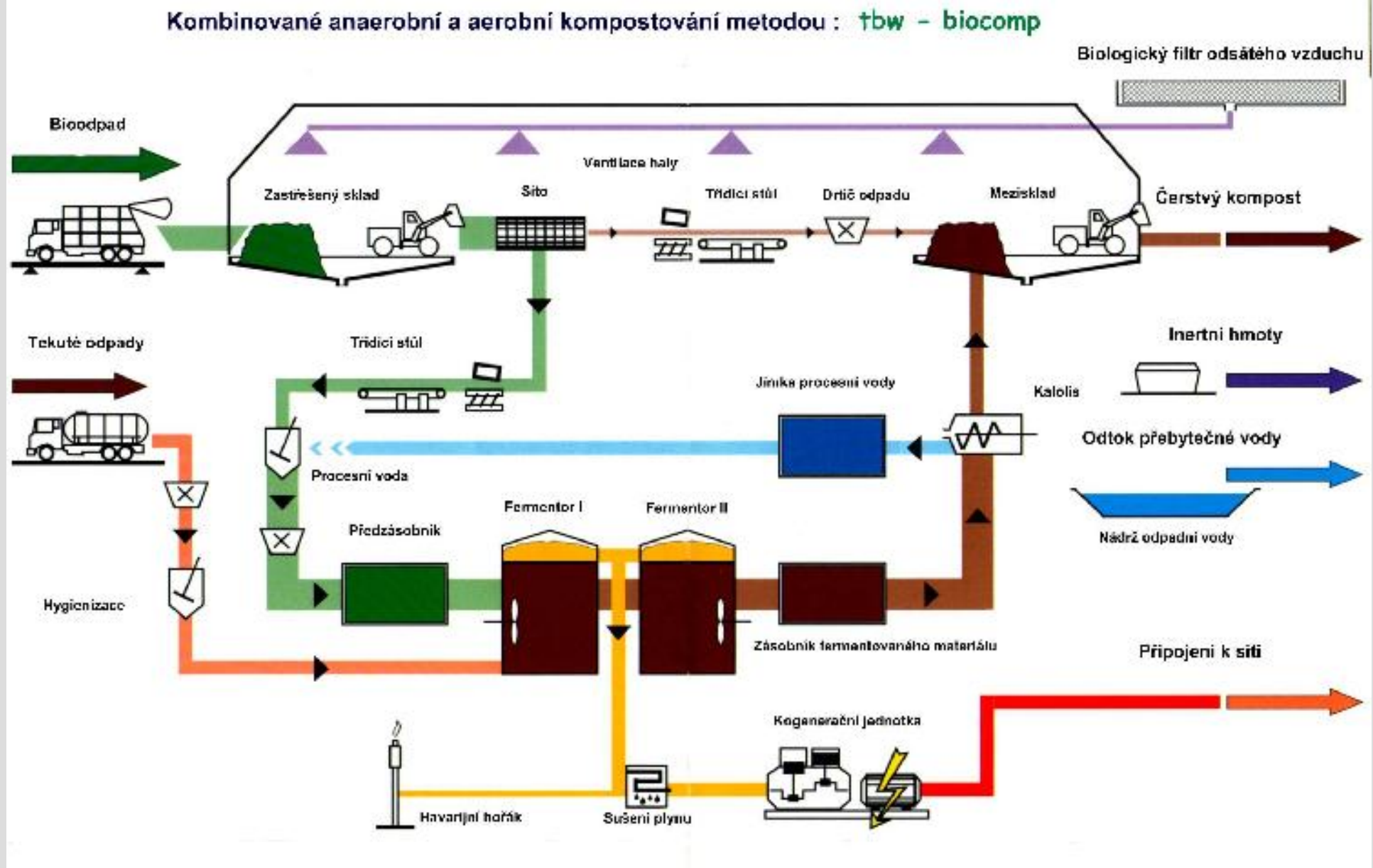
# Duttenberg v Horních Rakousech



1 ha = 1 kW inst. el. výkonu

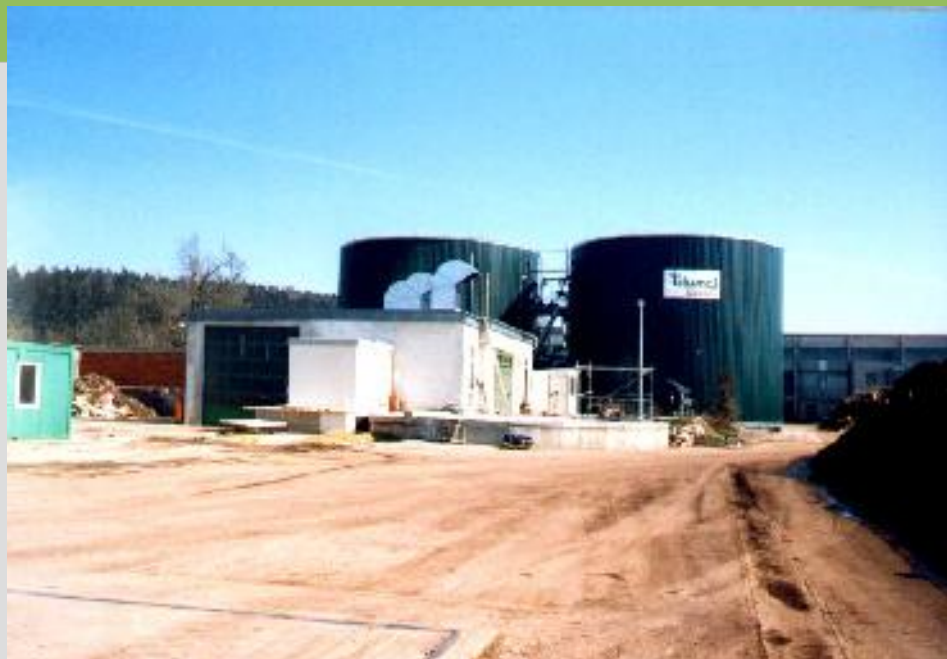


# Teugn - schéma

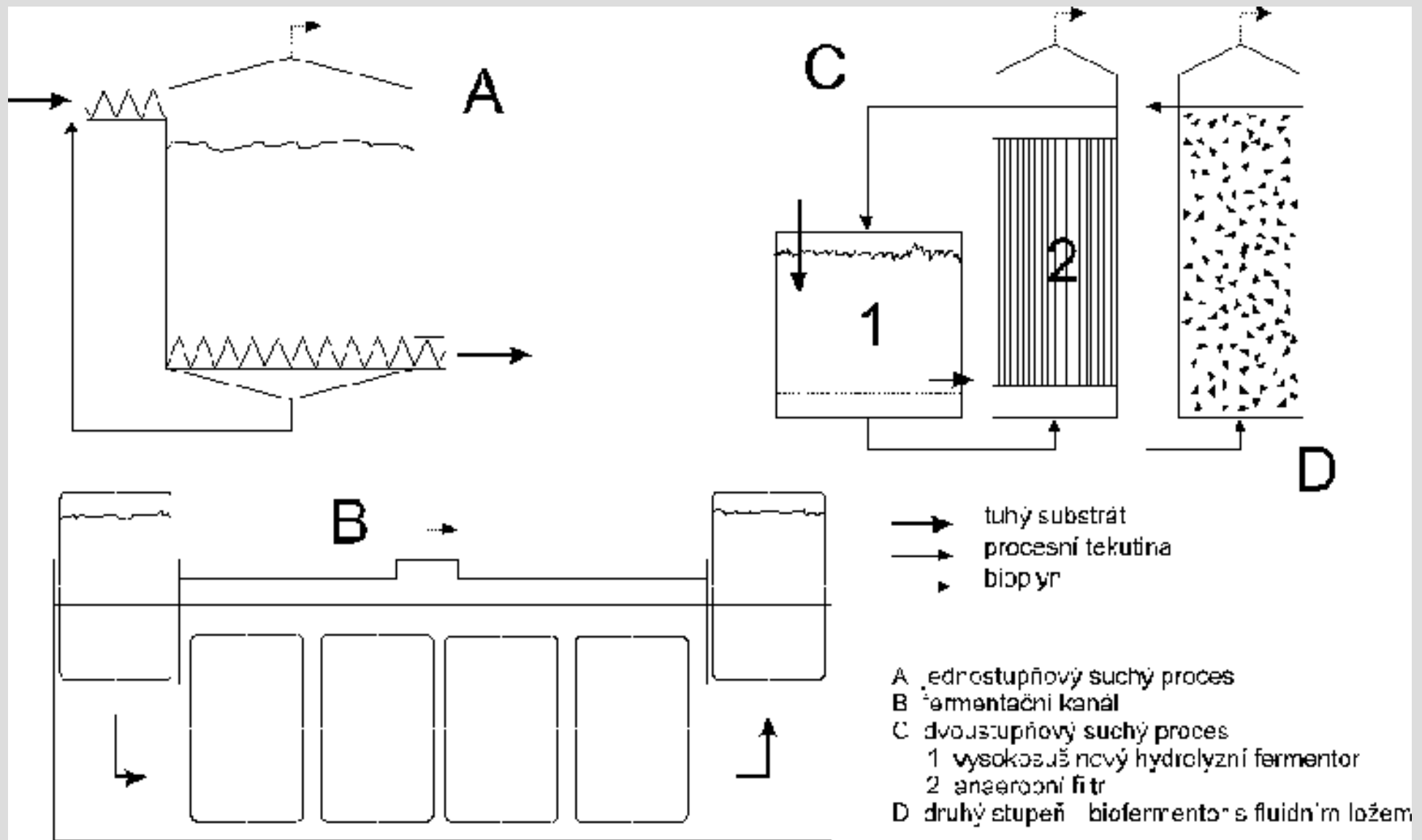




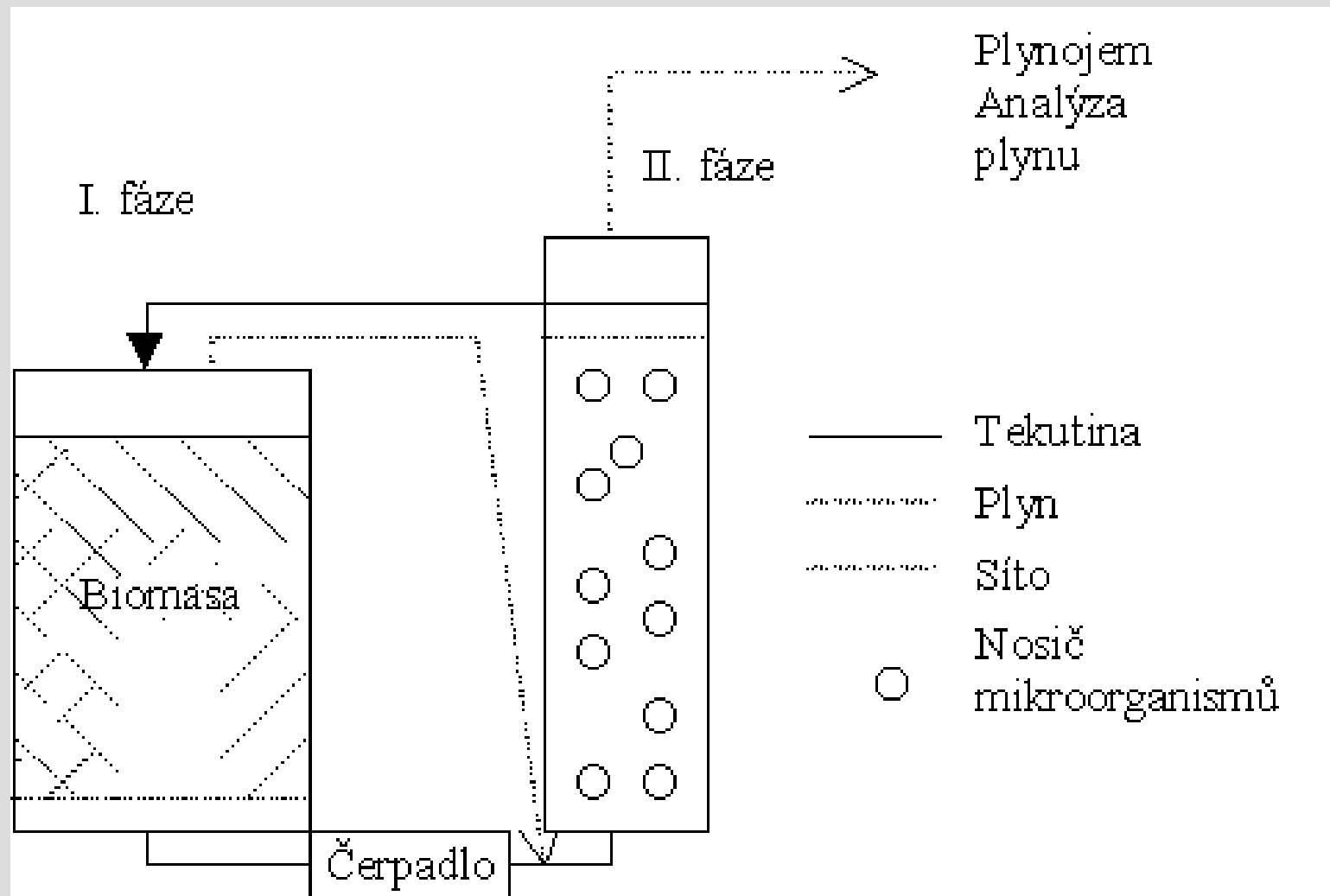
# Teugn - fotografie



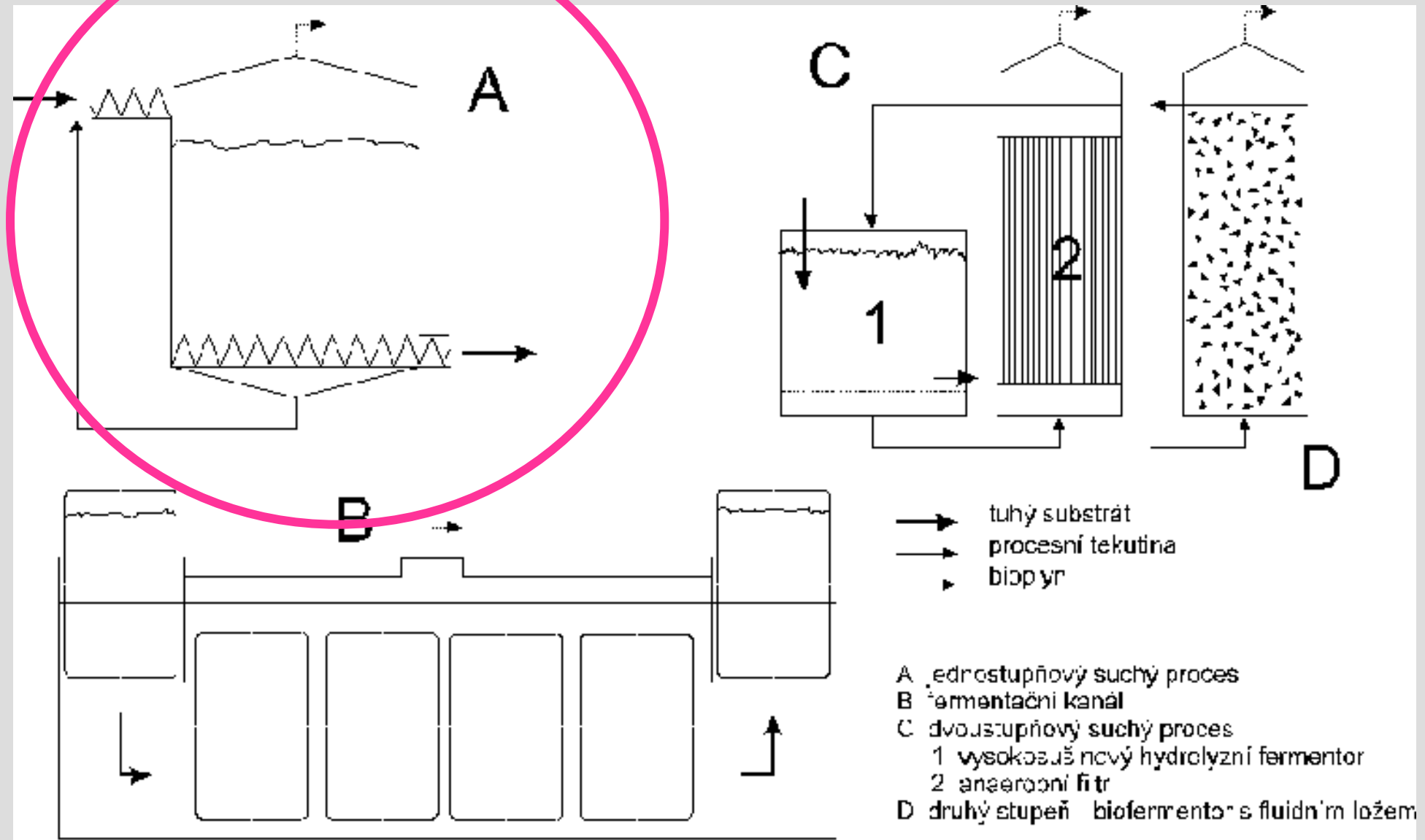
# Suché procesy



# Dvoustupňové procesy



# Suché procesy



# Salzburg, fermentor DRANCO

ANLIEFERUNG

BIOABFALLAUFBEREITUNG

BIOREAKTOR

Zur Gasverwertung

Abluft zum Biofilter

Wasserdampf

Abwasser

Abluft

Luft

NACHROTTEHALLE

TUNNELKOMPOSTIERUNG

STREUWALZENMISCHER

Využívání odděleně sbíraného komunálního biologického odpadu

Využívání bioplynu a skládkového plynu

GASSPEICHER

VERDICHTER

GASMOTOREN

Deponiegas

Biogas

Wasserdampf

Heizung

Betriebliches Stromnetz

ENTSCHWEFLER

DAMPFKESSEL

ANLIEFERUNG

INTENSIVROTTEHALLE

Absaugung

Saugbelüftung

Abwasser zur Kläranlage

ROTTENTROMMEL

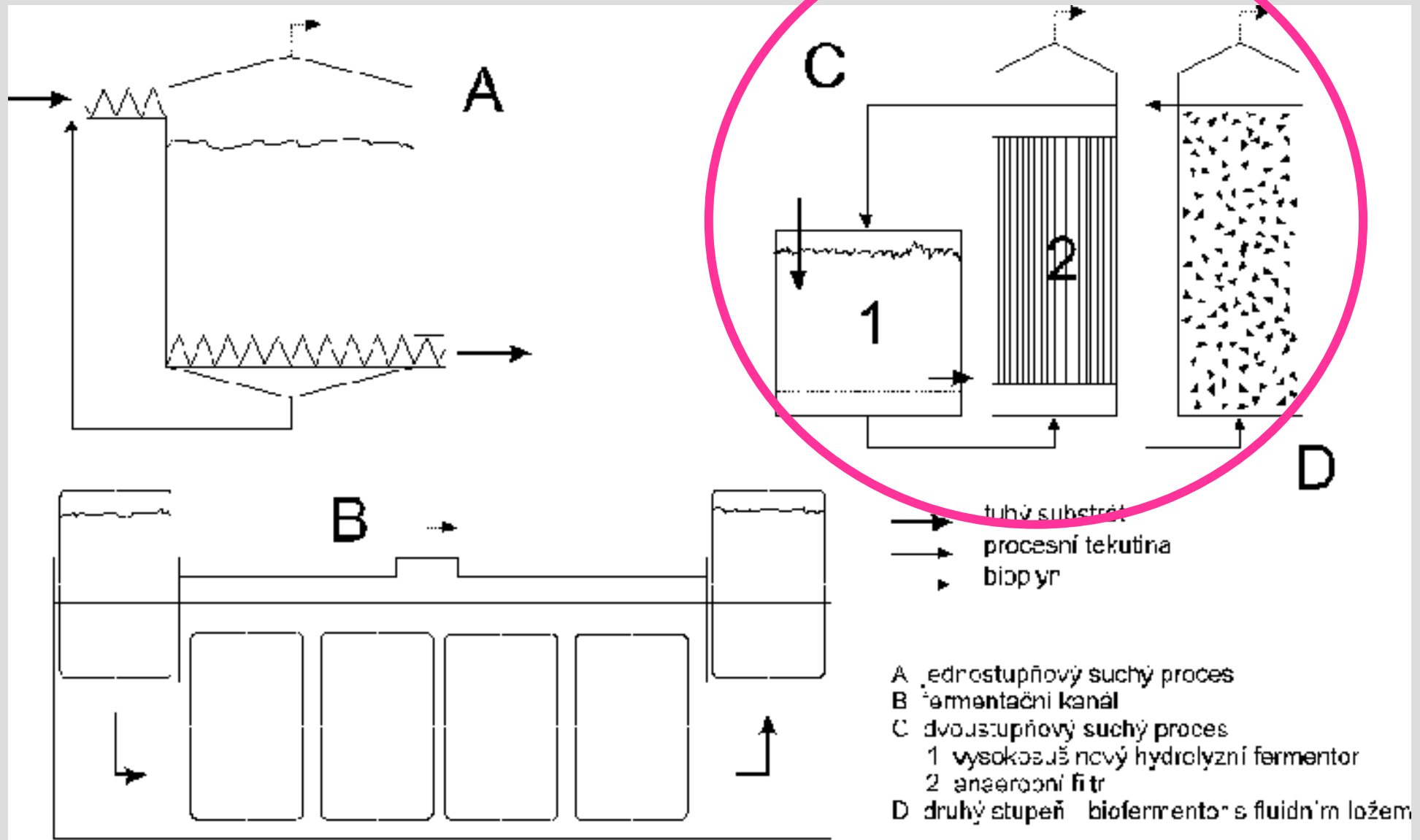
Mechanicko-biologická úprava zbytkového odpadu

# Salzburg, fermentor DRANCO

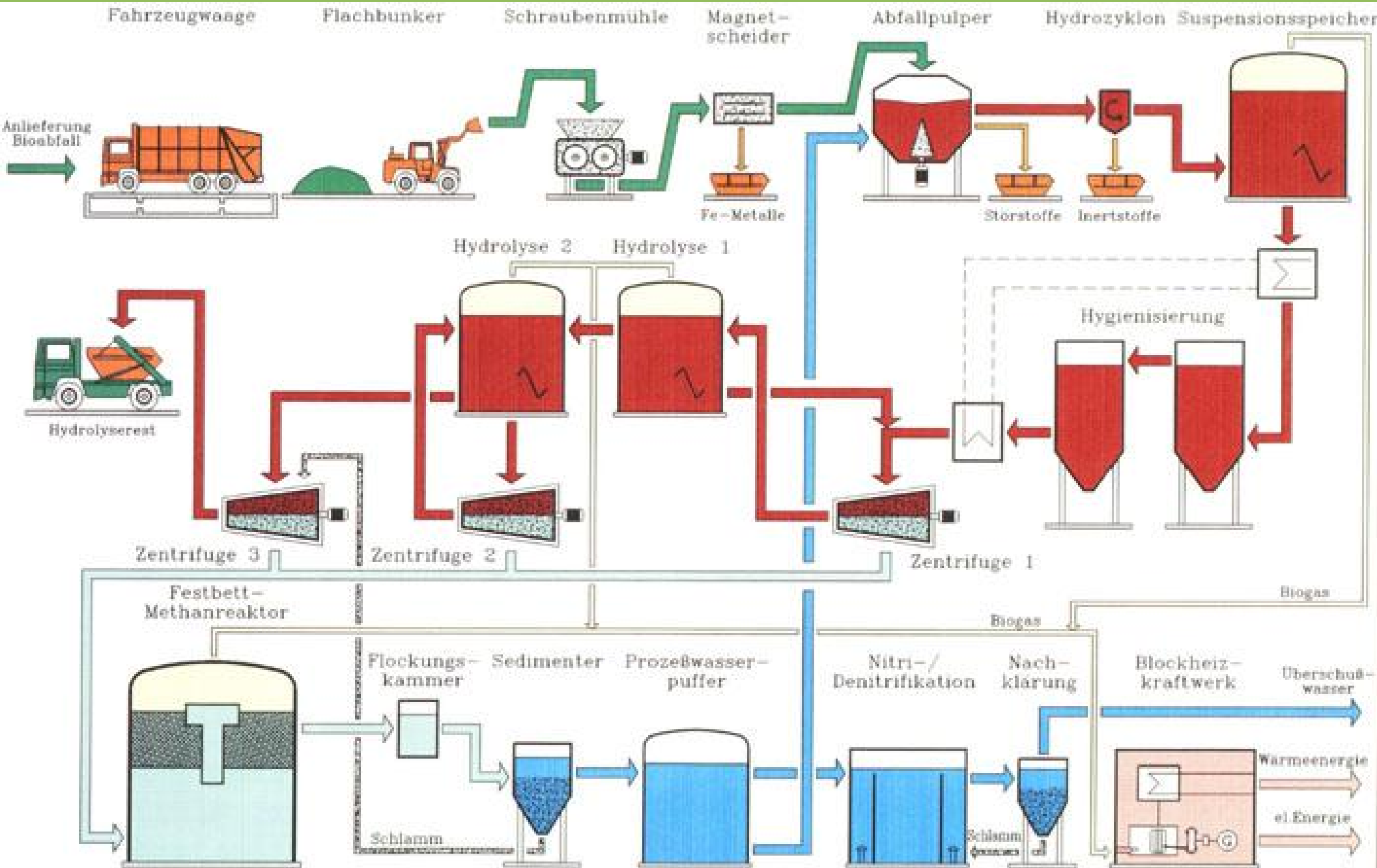


Foto:  
TS Zlín

# Suché procesy

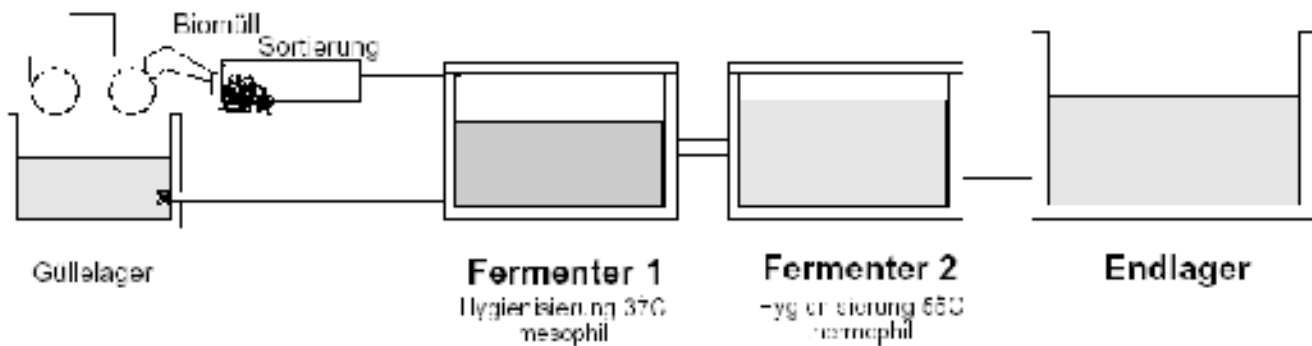
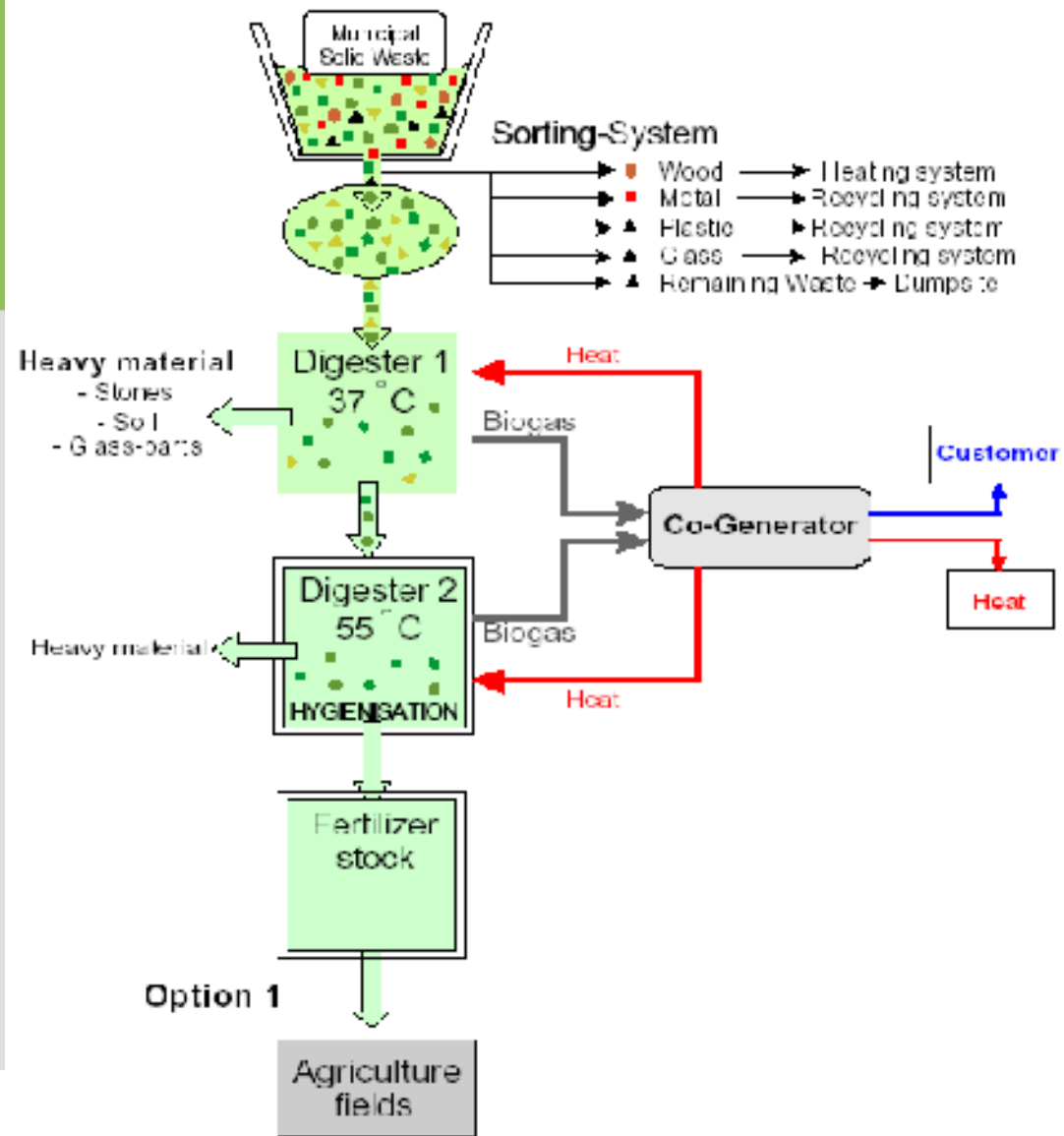


# Kirchstockach u Mnichova





# Kleegarten u Landau



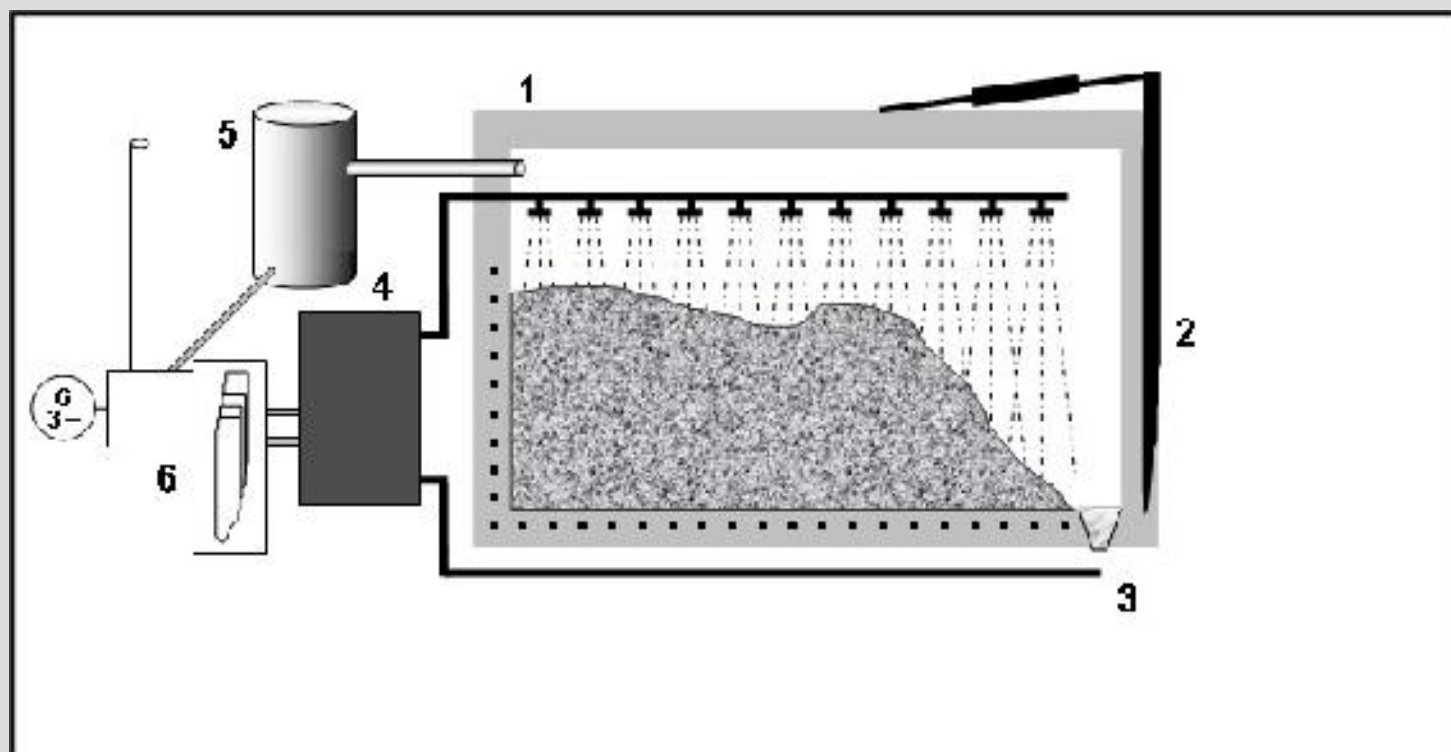
Antonín Slejška: Exkurze po bioplynových stanicích - 3 - Landau. Biom.cz, 6.8.2002

# Moosdorf



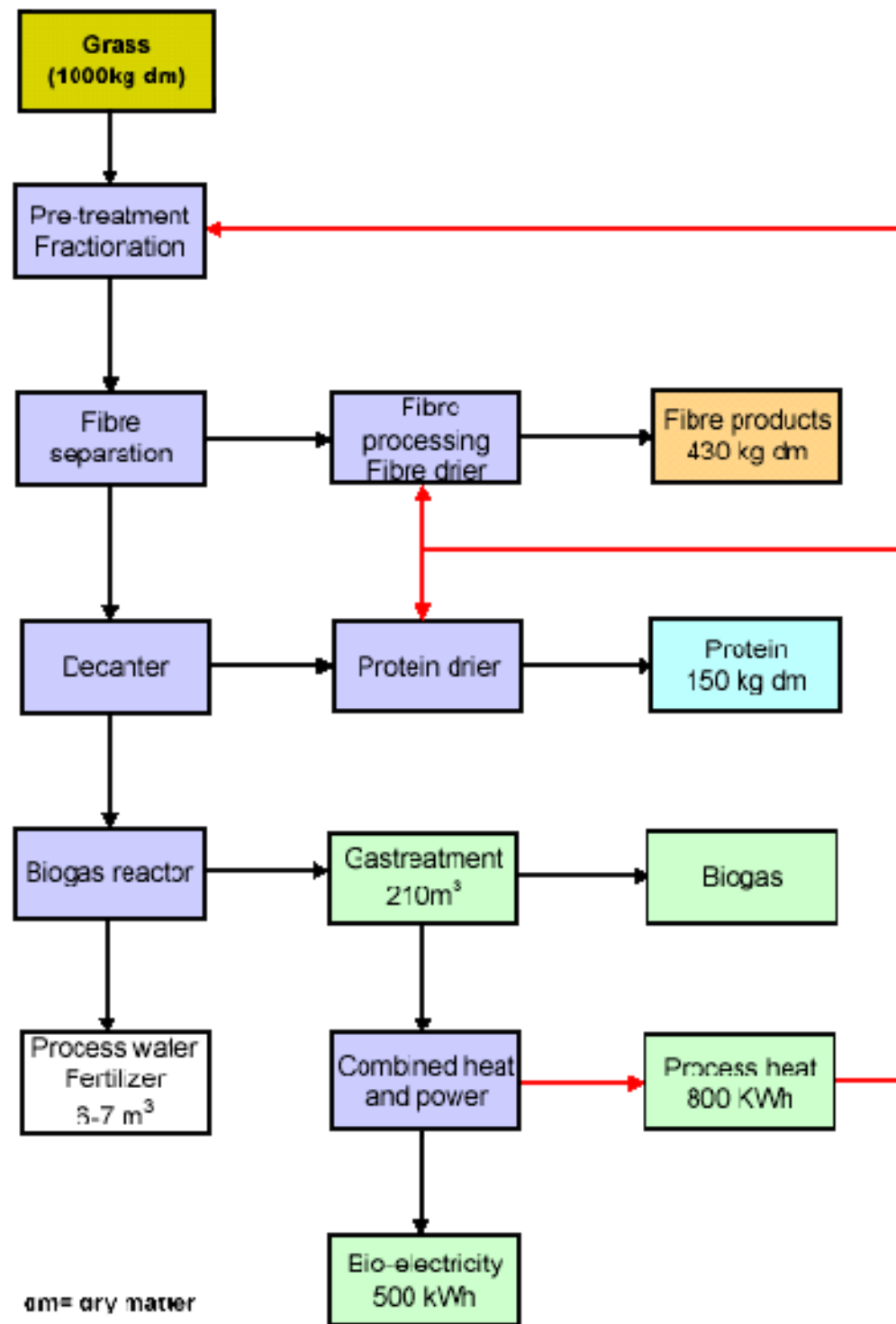
Jaroslav Váňa: Zajímavá technologie na kompostárně Moosdorf.  
Biom.cz, 26.4.2004

# Suchá vsázková technologie



# Schaffhausen

BIOENERGIE SCHAFFHAUSEN



The product yields depend on the quality of the grass input

# Využití bioplynu

- Výroba tepla
- **Výroba elektřiny a tepla**
- Výroba elektřiny, tepla a chladu
  
- Čištění
  - Distribuce plynovody
  - Využití v dopravě

# Kogenerační jednotka



(Habart, 2007)

# Vyčištěný bioplyn



(Habart, 2007)

# Možnosti snížení nákladů

- Přechodem od technologií high-tech na technologie farm-tech, tzn. zjednodušením celé technologie a využíváním běžně dostupných zařízení a materiálů.
- Přestavbou či repasací starých zařízení - nevyužívané silážní, senážní a kejdové věže, cisterny na lehký topný olej apod. mohou být přestavěny na anaerobní reaktory; žumpy je možné přebudovat na vstupní a/nebo výstupní zásobník organického materiálu; naftové motor-generátory (např. staré záložní generátory el. proudu) je možné po úpravě nasadit jako kogenerační zařízení atd.



# Duttenberg v Horních Rakousech



1 ha = 1 kW inst. el. výkonu



# Přínosy výroby bioplynu z biologických odpadů

- Zisk energie
- Nezávislost na externích dodávkách energie
- Vracení živin a organických látek do půdy prostřednictvím kvalitního organo-minerálního hnojiva (kompostu)
- Omezení skládkování odpadů
- Snížení emisí skleníkových plynů
- Zvýšení zaměstnanosti
- Minimalizace hygienických problémů a zápachu

# Nedostatky v budování a provozování bioplynových stanic v České republice

- Nedostatečná erudovanost subjektů připravujících bioplynové stanice a projektantů
- Nedostatečná kázeň provozovatelů bioplynových stanic, eventuálně špatně zpracovaný provozní řád
- Nedostatečná legislativa týkající se provozu bioplynových stanic
- Nedostatečná činnost povolovacích a kontrolních orgánů

VÁŇA, Jaroslav: Je možno odstranit nedostatky brzdící další rozvoj bioplynu v České republice. Biom.cz. 2007-10-08

# Konkrétní problémy

- Příliš krátká doba zdržení (např. 3 týdny namísto šesti).
- Chybějící zařízení pro eliminaci sulfanů v bioplynu.
- Nezakryté studené sklady digestátu.
- Špatně situované BPS.
- Hnojení nestabilizovaným digestátem.
- Přetěžování procesu různými odpady, např. klišovkovými vodami, papírenskými kaly, masokostní moučkou.
- Zředlování vsázky obsahy septiků a jímek, které mají charakter odpadních vod.

Přeji Vám méně zápachu a  
více bioplynu.

**[biom.cz/zapach](http://biom.cz/zapach)**