

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

## Zersetzungsprozesse bei Leichen – rechtsmedizinische Sicht

*Prof. Dr. med. Matthias Graw,*  
Ludwig-Maximilians-Universität  
Institut für Rechtsmedizin, München

6. Nov. 2012, Osnabrück

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin **Zersetzung von Leichen**

- Interesse des Rechtsmediziners
- Phasen der Degradation
- Zersetzungsstörungen

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin **Rechtsmediziner und Degradation?**

- Bestimmung von Leichenliegezeit/Todeszeit anhand postmortaler Veränderungen
- Rückschlüsse auf Todesursache
- Erkennung von Artefakten
- Erscheinungsbild ungewöhnlicher Leichenveränderungen
- Erfolgchance bei Exhumierung

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin **Leichenzersetzung**

- **Autolyse**  
– „Selbstaflösung“ durch körpereigene, v.a lysosomale Enzyme
- **Fäulnis**  
– anaerober bakterieller Abbauprozess
- **Verwesung**  
– aerobe Abbauprozesse, v.a. Schimmelpilze
- **„Tierfraß“**  
– Fleischfresser, Nagetiere, Insekten

LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

**Anteile wesentlicher Organgruppen an der Körpermasse (Mensch, 80kg; Näherungswerte)**

Muskulatur	35 kg
Fett	11 kg
Knochen	8 kg
Blut	6,5 kg
Haut	2,5 kg
Bindegewebe	5 kg

LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

**Chemische Zusammensetzung des menschlichen Körpers (Näherungswerte)**

O	65%
C	20%
H	10%
N	3%
Ca	1,5%
Ph	1%

andere Elemente je < 1%

- LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin **exogene Einflussfaktoren**
- „Tierfraß“
  - Temperatur
  - Feuchtigkeit/Trockenheit der Umgebung
  - Gasaustausch

- LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin **endogene Einflussfaktoren**
- Körperbau
  - Todesursache
  - Medikamente/Chemikalien

LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin **Zersetzungsstörungen**

- **Mumifikation**
- **Moorleichenbildung**
- **Leichenlipidbildung („Fettwachs“)**

LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin **Mumifikation**

- **durch Austrocknung des Gewebes werden die Abbauvorgänge gestoppt**

LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin **Moorleichenbildung**

- **Moorkonservierung durch Gerbung (Huminsäure)**

LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin **Leichenlipidbildung**

- **Umwandlung der Weichteile der Leiche in grauweiße bis graugelbe, zunächst pastenartig-weiche, später „panzerartig“ feste und beständige Masse**

LMU LEHRSTUHL FÜR RECHTSMEDIZIN Institut für Rechtsmedizin

**Leichenlipid = „Fettwachs“, „Adipocire“, „Fettkonservierung“**

- **Umwandlung der Weichteile der Leiche in grauweiße weich-pastenartige, später „panzerartig“ feste Masse**
- **bis zur ersten Erkennbarkeit 3-6 Monate (im Sonderfall ab 6 Wo.?)**

LMU LEHRSTUHL FÜR RECHTSMEDIZIN Institut für Rechtsmedizin **Leichenlipidbildung**

- **Lipasen und bakterielle Enzyme bewirken Triglyceridabbau**  
– (Hydrolyse der Körperfette)
- **Diffusion der Fettsäuren in die Weichteile**
- **bakterielle Enzyme bewirken Fettsäuretransformation**
  - v.a. Ölsäure ⇒ Palmitinsäure
- **es resultiert: „Fetthärtung“ bis hin zum „Lipidpanzer“**

LMU LEHRSTUHL FÜR RECHTSMEDIZIN Institut für Rechtsmedizin **Leichenlipid**

	Anteil im		
	Fett	Leichenlipid	
<chem>CCCCCCCC=CCCCCCCC(O)C</chem> Ölsäure C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> SP ca. 13°C	48%	22%	↓
<chem>CCCCCCCCCCCCCCCC(O)C</chem> Palmitinsäure C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> SP ca. 63°C	26%	53%	↑

LMU LEHRSTUHL FÜR RECHTSMEDIZIN Institut für Rechtsmedizin **Einflussfaktoren Leichenlipidbildung**

- **Fettgehalt Körper**
- **Sauerstoff / Gasaustausch**
- **Wasser**
- **Temperatur**
- **Kleidung**
- **Mikroorganismen (Bakterien)**

LMU LEHRGEBIET RECHTSMEDIZIN UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

Leitsubstanzen der Zersetzung

- **Proteinen:**
  - Gamma-Amino-Buttersäure; Tyramin; 2-Phenylethylamin, Cadaverin; Putrescin

LMU LEHRGEBIET RECHTSMEDIZIN UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

Bei der Zersetzung von Leichen können im Rahmen der Fäulnisveränderungen aus Stickstoffverbindungen Substanzen entstehen, die man früher als

*Ptomaine oder Leichengifte*

bezeichnete. Es handelt sich um *biogene Amine*, die zB. histaminähnliche oder allergieähnliche Wirkungen haben, wenn sie in den menschlichen Organismus gelangen.

LMU LEHRGEBIET RECHTSMEDIZIN UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

Leitsubstanzen der Zersetzung

- **Proteinen:**
  - Gamma-Amino-Buttersäure; Tyramin; 2-Phenylethylamin, Cadaverin; Putrescin
- **Kohlenhydraten:**
  - Aceton, Lactat, Propanol, Butanol
- **Fetten:**
  - Essigsäure, Buttersäure, Aceton

LMU LEHRGEBIET RECHTSMEDIZIN UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

Fazit (1)

- die Degradation ist ein komplexer Prozess
- es gibt zahlreiche Einflussfaktoren
- eine Sonderform der Zersetzungsstörung ist das Leichenlipid
- hieraus ergibt sich eine „Friedhofsproblematik“

LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

## Beispiele für Maßnahmen

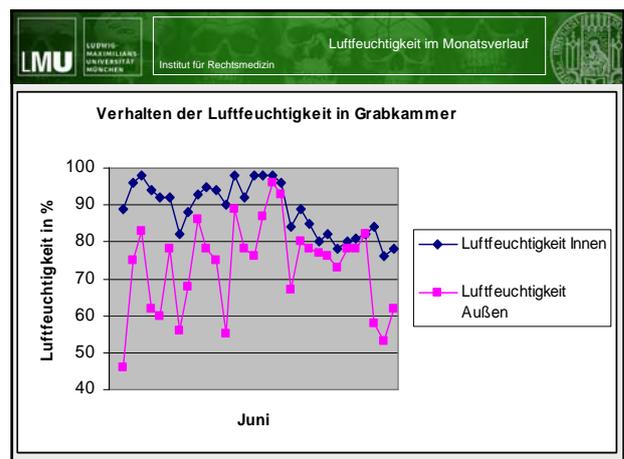
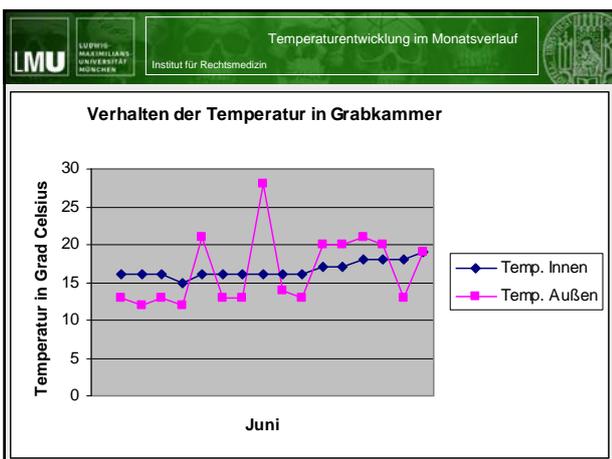
- zur Sanierung
- zur Prophylaxe

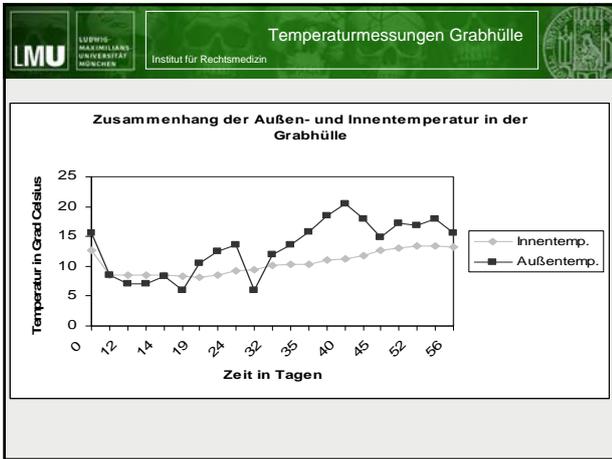
LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

## Grabhilfssysteme

- Grabkammer
- Grabhülle

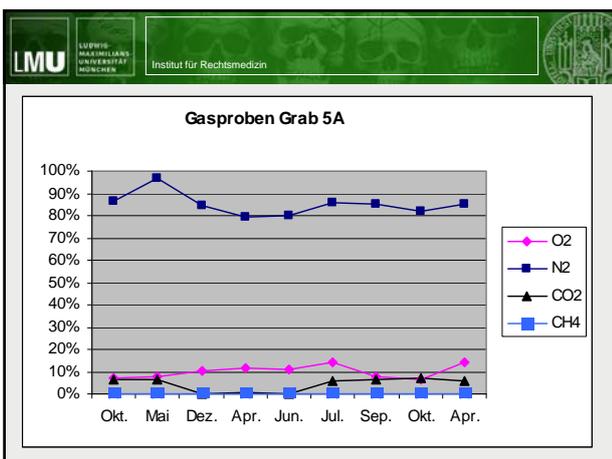
(als prophylaktische Maßnahme)





LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

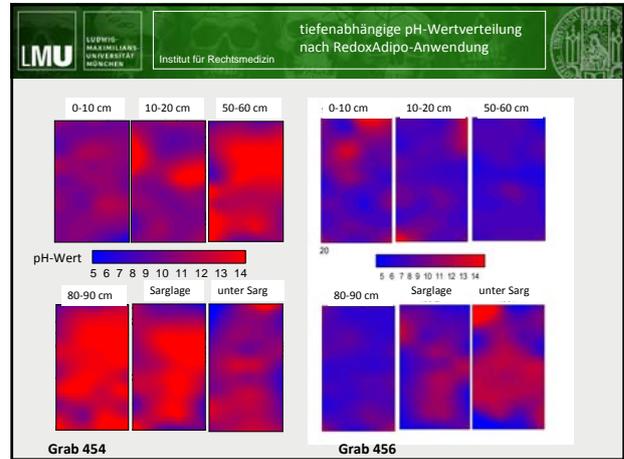
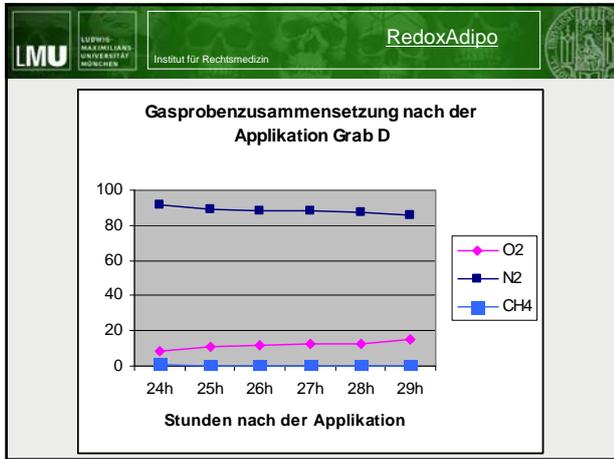
# Belüftungsmaßnahmen



LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

# „Kalken“

-RedoxAdipo  
-Lime Column Method LCM



LMU LEHRSTUHL FÜR RECHTSMEDIZIN Institut für Rechtsmedizin

## Boden- und Wasseruntersuchungen

- einige Beispiele -

Science of the Total Environment 419 (2012) 90–97

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

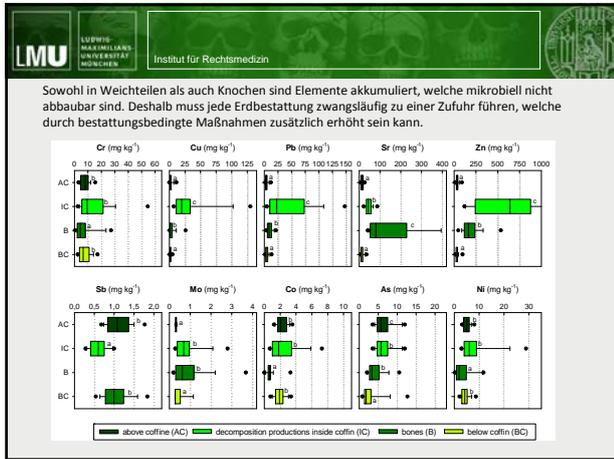
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)

### Graveyards – Special landfills

S. Fiedler <sup>a,\*</sup>, J. Breuer <sup>b</sup>, C.M. Pusch <sup>c</sup>, S. Holley <sup>d</sup>, J. Wahl <sup>e</sup>, J. Ingwersen <sup>f</sup>, M. Graw <sup>g</sup>

<sup>a</sup> Institute of Soil Science and Land Evaluation, University of Hohenheim, Emil-Wilff-Strasse 27, 70599 Stuttgart, Germany  
<sup>b</sup> State Institute for Agricultural Chemistry, University of Hohenheim, Emil-Wilff-Strasse 12, 70599 Stuttgart, Germany  
<sup>c</sup> Institute of Anthropology and Forensic Genetics, Division of Molecular Genetics, Wilhelmstraße 27, 72074 Tübingen, Germany  
<sup>d</sup> Institute of Forensic Medicine, University of Maribor, Nulovastraza 26, 80200 Maribor, Germany  
<sup>e</sup> State Office for Cultural Heritage Management Baden-Wuerttemberg, Osnabrück, Strümpferstraße 1, 73467 Künzelsau, Germany

Ziel der Studie: (1) mittels Multi-Elementanalysen den Boden ober- und unterhalb von Särgen sowie im Sarg befindliche Knochen und Dekompositionsprodukte auf einem modernen Nekropole zu charakterisieren, um (2) Aussagen hinsichtlich der ökologischer Relevanz von An- bzw. Abreicherungen infolge von Erdbegräbnissen treffen zu können.



LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

	Vorfluter vor	Überlauf	Wiederaustritt
pH	7,87	7,65	7,74
Osmolalität	4	4	4
Stickstoffverb. (mg/L)			
N gesamt	1,9	2,28	2,06
NH4-N	0,05	0,08	0,06
NO3-N	1,41	1,69	1,49
C	63,04	68,26	62,82
BGL (mg/L)			
Ethanol	0,5	0,4	0,3
Methanol	0,03	0,05	0,07
Butanol-1, -2	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Propanol	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Methylethylketon	0,02	< 0,01	0,02
Xylol	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Toluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acetaldehyd	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzol	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ether	0,01	0,01	0,01

LMU UNIVERSITÄT MÜNCHEN Institut für Rechtsmedizin

	Vorfluter vor	Überlauf	Wiederaustritt
Ampicilline	★	No Peak	No Peak
Atemolol	No Peak	No Peak	No Peak
Cadaverin	No Peak	No Peak	No Peak
Carbamazepin	No Peak	No Peak	No Peak
Chlorthalidon	No Peak	No Peak	No Peak
Diclofenac	No Peak	No Peak	No Peak
Furosemid	No Peak	No Peak	No Peak
Ibuprofen	No Peak	No Peak	No Peak
Indometacin	No Peak	No Peak	No Peak
Metoprolol	No Peak	No Peak	No Peak
Näprofen	No Peak	No Peak	No Peak
Doxycyclin	No Peak	No Peak	No Peak
Propranolol	★	No Peak	No Peak
Putrescin	No Peak	No Peak	No Peak
Erythromycin	No Peak	No Peak	No Peak
Trimethoprim	No Peak	No Peak	No Peak
Hydrochlorothiazid	No Peak	No Peak	No Peak

