Lawinenverschüttung

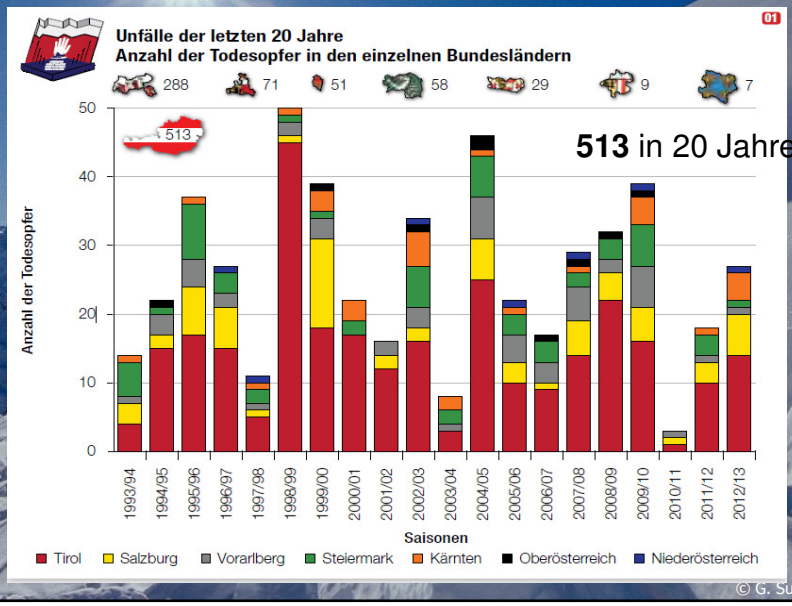
Prim. Dr. Günther Sumann
Salzkammergutklinikum-Vöcklabruck
Notarzt, Anästhesist und Intensivmediziner
ÖGAHM, ICAR MEDCOM



1. **Letalität beim Lawinenunfall**
2. Überlebenskurve bei Ganzkörperverschüttung
3. Physiologie der Lawinenverschüttung
4. Therapie nach Lawinenverschüttung, IKAR-Algorithmus
5. Notfallausrüstung, Einfluss auf Überleben

© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!

Tödliche Lawinenunfälle in Österreich von 1993/94 bis 2012/13



513 in 20 Jahren

© G. Sumann

Tödliche Lawinenunfälle weltweit

Österreich (1988-2008) : 472

Lawinenwarndienst Tirol, BMfI, 2008

Europa und Nordamerika: 141/Jahr

Etter, EISLF, 2004

British Columbia u. Alberta, Canada (1984-2005): 204

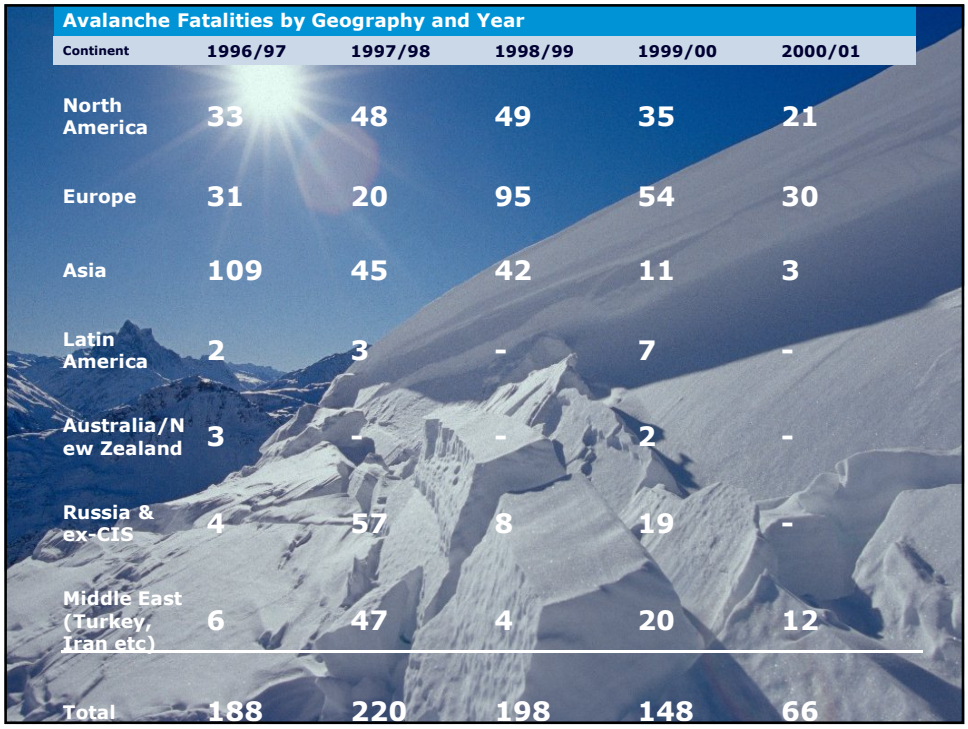
Boyd et al. CMAJ, 2009

Utah (1989-2006): 56

McIntosh, WEM, 2007

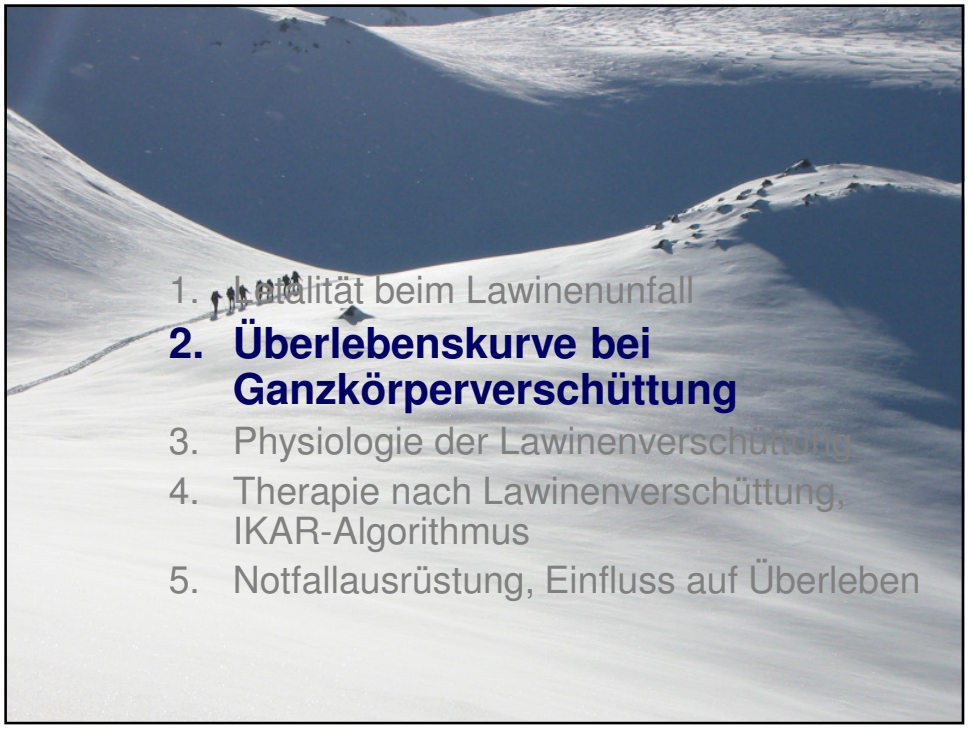
© G. Sumann

© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!



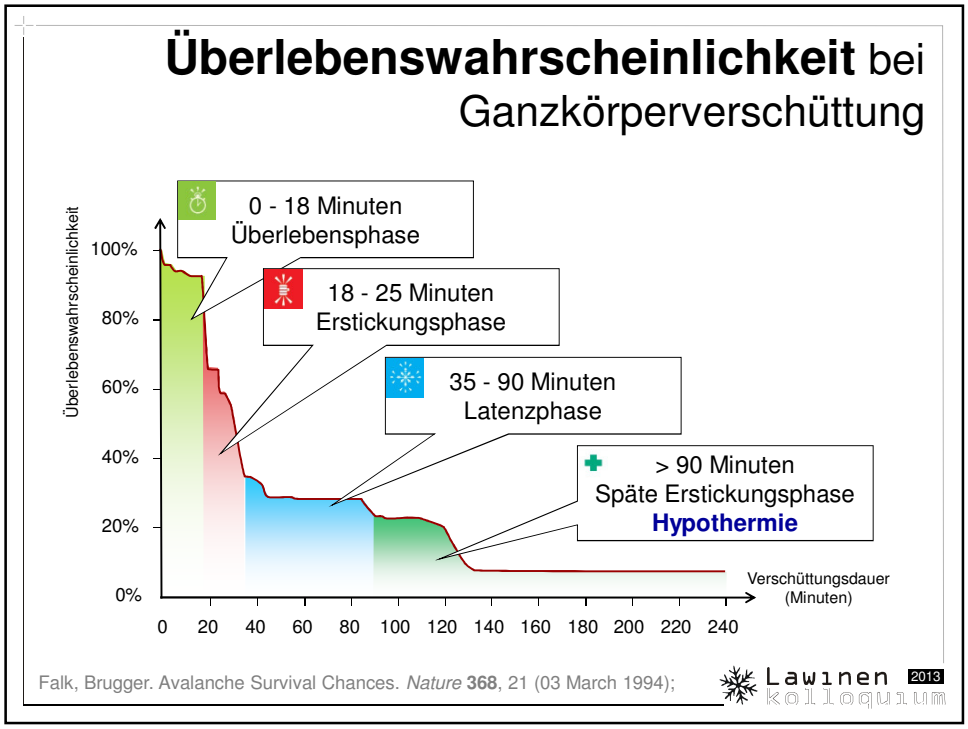
Avalanche Fatalities by Geography and Year

Continent	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01
North America	33	48	49	35	21
Europe	31	20	95	54	30
Asia	109	45	42	11	3
Latin America	2	3	-	7	-
Australia/New Zealand	3	-	-	2	-
Russia & ex-CIS	4	57	8	19	-
Middle East (Turkey, Iran etc)	6	47	4	20	12
Total	188	220	198	148	66

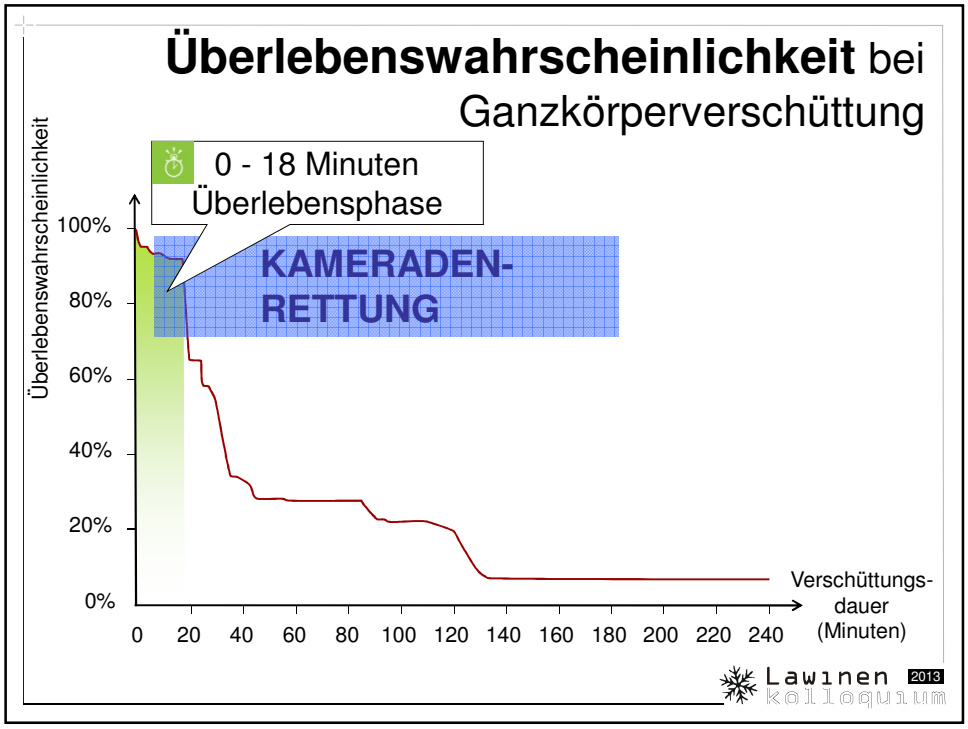


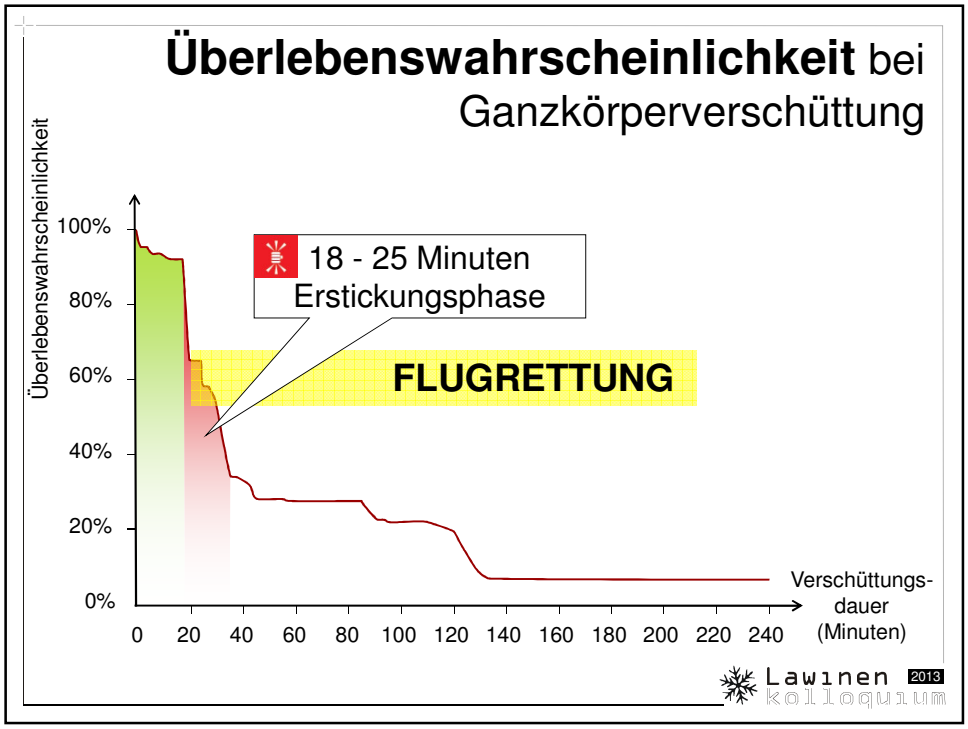
© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!



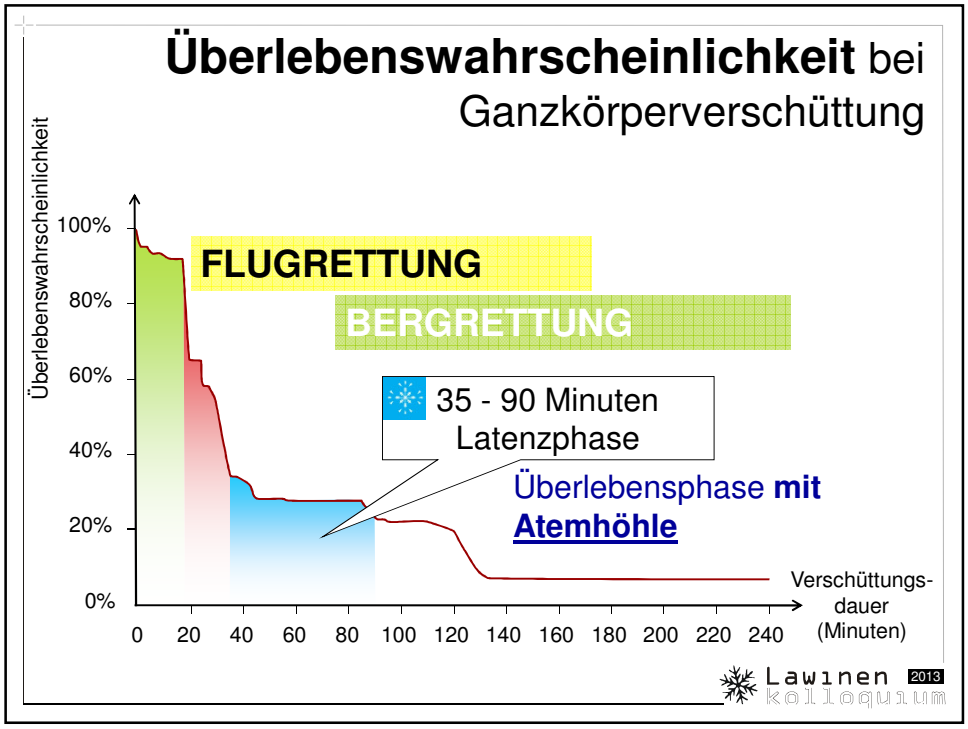


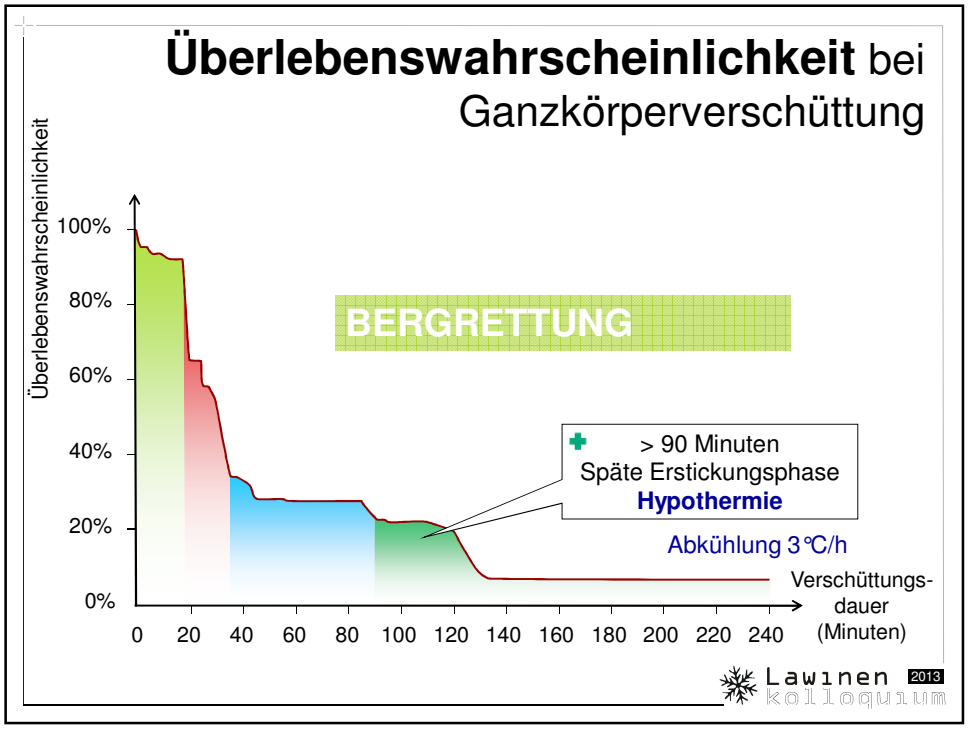
© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!





© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!





© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!

Überlebenswahrscheinlichkeit bei Ganzkörperverschüttung

- nach **18 Minuten** leben noch **91 %** der Ganzkörperverschütteten
- **15-35 min:** OHNE ATEMHÖHLE rasches Absinken durch ASPHYXIE (= ERSTICKEN)



- Nach **35 Minuten** leben nur noch **34 %**
- nach **2 Stunden** leben nur noch **7 % !**

Vorhandensein einer ATEMHÖHLE und FREIE ATEMWEGE ermöglichen Überleben über 90-120 min oder länger !

Brugger H et al. (2001). Field management of avalanche victims. Resuscitation 51:7-15

Lawinen 2013 kolloquium

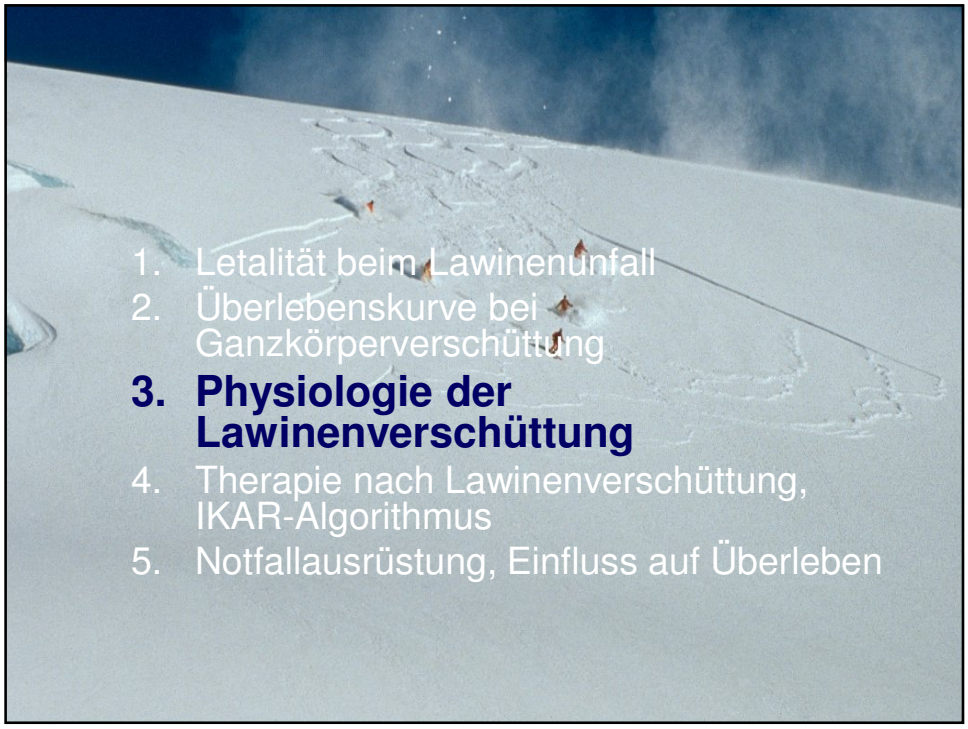
Definition der **Atemhöhle**

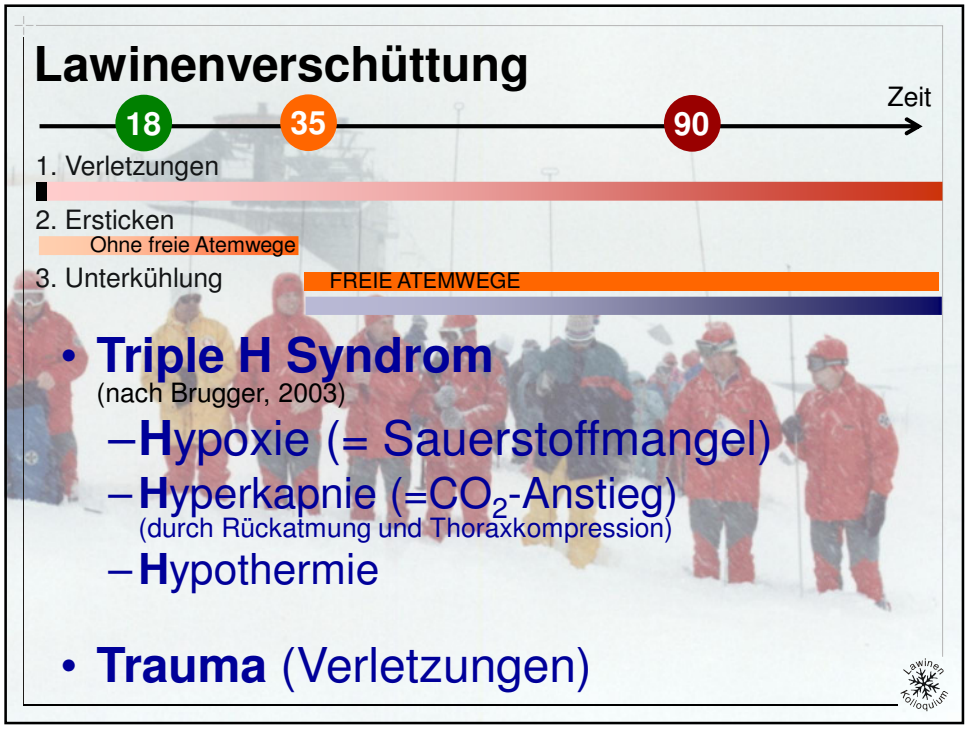
- (Jeder Luftraum vor Mund und Nase ungeachtet dessen Größe)
- **Freie Atemwege**



Brugger H, Durrer B, Adler-Kastner L (1996) On-site triage of avalanche victims with asystole by the emergency doctor. Resuscitation 31, 11-16

© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!





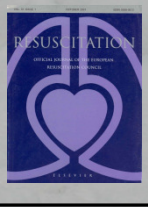
© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!

Hypoxia and hypercapnia during respiration into an artificial air pocket in snow: implications for avalanche survival

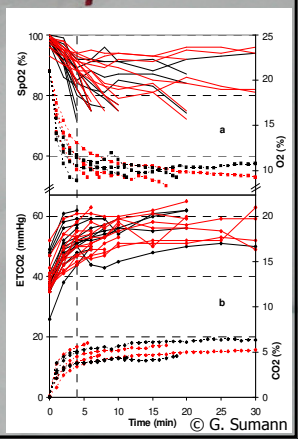
Brugger, Sumann, Meister, Adler-Kastner, Mair, Gunga, Schobersberger, Falk

- Simulierte Lawine aus 8-10 m Höhe
- Schnee unterschiedlicher Dichte
- Atmung in geschlossene Atemhöhle 1 vs. 2 Liter









Resuscitation 58, 81-88 (2003)

Grissom CK, Radwin MI, Harmston CH, Hirshberg EL, Crowley TJ.

RESPIRATION DURING SNOW BURIAL USING AN ARTIFICIAL AIR POCKET

JAMA 283, 2266-2271 (2000)





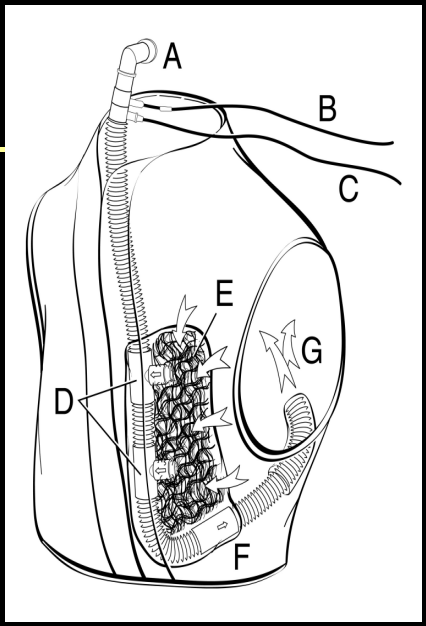
Proband wird vergraben !

© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!

Die AVALUNG™ Rettungsweste

Funktionsprinzip:
- Ableitung der Ausatemluft am Rücken
- Inspirationsluft aus Schnee

(A) Mundstück, (D) Einwegventile,
(E) Plastiknetz-Atemhöhle
(F) Ausatemventil, (G) Ausatemluft



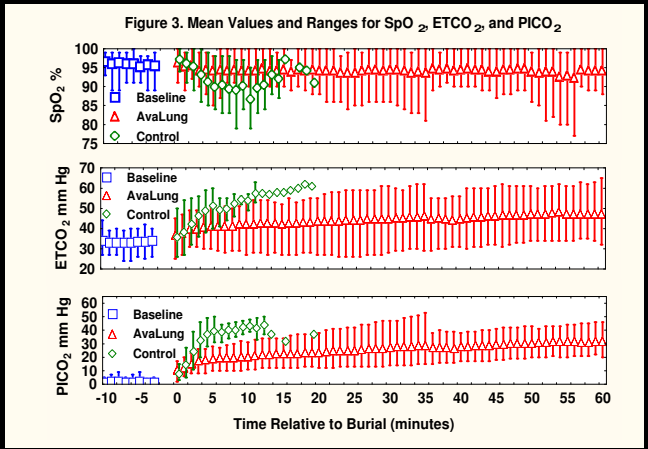
© G. Sumann

Ergebnisse:

SpO_2:
91% AvaLung
85% Kontrolle

$etCO_2$:
48 mmHg AvaLung
55 mmHg Kontrolle

$PiCO_2$:
33 mmHg AvaLung
44 mmHg Kontrolle



Versuchsdauer: 57 min AvaLung
vs. 10 min Kontrollgruppe

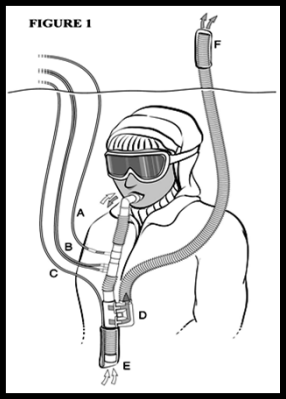
© G. Sumann

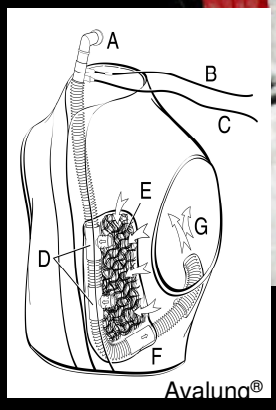
© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!



Hypercapnia increases core temperature cooling rate during snow burial

Grissom, Radwin, Scholand, Harmston, Mutterties, Bywater







KT rectal,
Vergleich Hyperkapnie vs. Normokapnie

Journal of Applied Physiology 96:1365-1370 (2004)

© G. Sumann

© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!

Ergebnisse:

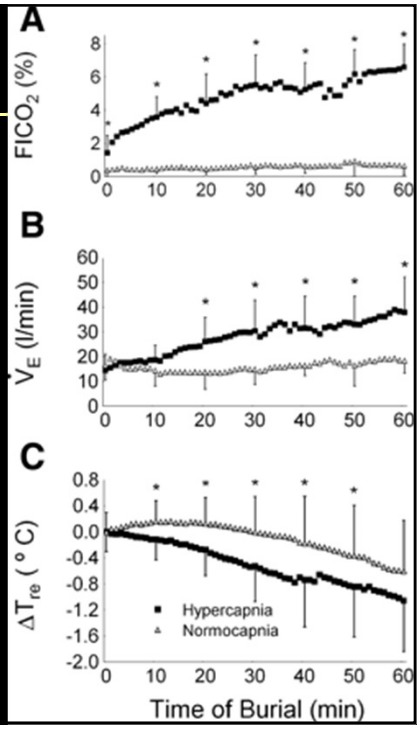
Versuchsdauer 60 min
Ø 49 ± 1,4 min bei Hyperkapnie
60 min bei Normokapnie

🡻 **1,2°C/h** bei Hyperkapnie
$FiCO_2$ 7% ± 1,4

🡻 **0,7°C/h** bei Normokapnie
$FiCO_2$ 0,4% ± 0,4

AMV:
40 l/min bei Hyperkapnie
(baseline15 l/min)
18 l/min bei Normokapnie
(baseline16 l/min)

© G. Sumann



KörperkernTEMPERATUR und Hyperkapnie


© G. Sumann

HYPERKAPNIE
beschleunigt Abkühlung
durch:
- Herabsetzen der Schwellentemperatur für Muskelzittern
- Wärmeverlust ⇧ durch Hyperventilation

Johnston et al. 1996, Wagner et al. 1983, Bullard/Crise 1961

🡻1,74 °C/h bei 4% $FiCO_2$

🡻1,39 °C/h bei Normokapnie

Johnston et al. 1996

© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!

Beschleunigte Auskühlung bei Lawinenverschüttung

- ⇨ **Vorteil durch Cerebroprotektion bei Hypoxie ?**
- ⇨ **Gefährdung durch Hypothermie?**
- ⇨ **Präterminaler Herzrhythmus ?**

Körperkerntemperatur bei Lawinenverschüttung



Abkühlung: ca. **3 °C/Stunde**

Locher, Walpoth 1996, Braun 1976

© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!





© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!



Uni-Klinik Innsbruck 1996-2005: 105 Lawinenopfer
- davon 36 †: 33 Asphyxie, 1 Hypothermie, **2 Trauma (5,6%)**
55 % Herzstillstand beim Ausgraben; 30 Obduktionen

Hohlrieder et al, HAMB 2006

British Columbia u. Alberta, Canada 1984-2005:
204 Lawinentote: 75 % Asphyxie, **23,5 % Trauma !**
Mediane Verschüttungsdauer: Trauma 25 min, Asphyxie 45 min
117 Obduktionen, 87 externe forensische Untersuchung

Boyd, CMAJ, 2009

Schweiz 1979-1999: Mediane Verschüttungszeit 120 min

Tschirky et al. Jahrbuch ÖGAHM 2001

Utah, USA, 1989-2006: 56 Lawinentote,
Asphyxie 94,6 %, **Trauma 5,4 %;** 50 % Obduktionen

McIntosh et al. WEM, 2007

© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!

Table. Causes of deaths from avalanche in relation to method of postmortem examination

	External examination (%)*				Autopsy (%)†				Both methods (%)			
	Trauma‡	Asphyxia§	HT	Subtotal	Trauma‡	Asphyxia§	HT	Subtotal	Trauma‡	Asphyxia§	HT	Total
Tough and Butt, 1993[15]	1 (9.1)	10 (90.9)	0 (0)	11 (100) (73.3)	0 (0)	4 (100)	0 (0)	4 (100) (26.7)	1 (6.7)	14 (93.3)	0 (0)	15 (100) (100)
McIntosh et al, 2007[1]	1 (3.6)	27 (96.4)	0 (0)	28 (100) (50)	2 (7.1)	26 (92.9)	0 (0)	28 (100) (50)	3 (5.4)	53 (94.6)	0 (0)	56 (100) (100)
Hohlrieder et al, 2007[2]	0 (0)	6 (100)	0 (0)	6 (100) (16.7)	2 (6.7)	27 (90)	1 (3.3)	30 (100) (83.3)	2 (5.5)	33 (91.7)	1 (2.8)	36 (100) (100)
Total	2 (4.4)	43 (95.6)	0 (0)	45 (100) (42.1)	4 (6.5)	57 (91.9)	1 (1.6)	62 (100) (57.9)	6 (5.6)	100 (93.5)	1 (0.9)	107 (100) (100)

*Full external examination with or without review of in-hospital medical records.
†Full examination of external and internal organs.
‡Trauma as sole cause of death.
§Including cases presenting traumatic injuries not considered the primary cause of death. HT indicates hypothermia.

Brugger at al. WEM 2009

Tödliche Verletzungen bei Lawinenopfer: **SHT, HWS, Thorax**

- **SHT 61 %,** Johnson et al. WEM, 2001
- **SHT 42%, Thorax 46 %,** Boyd et al. 2009
- **HWS 100 %,** Hohlrieder et al., 2006

Einflussfaktoren auf Trauma-Rate bei Lawinenverschüttung:



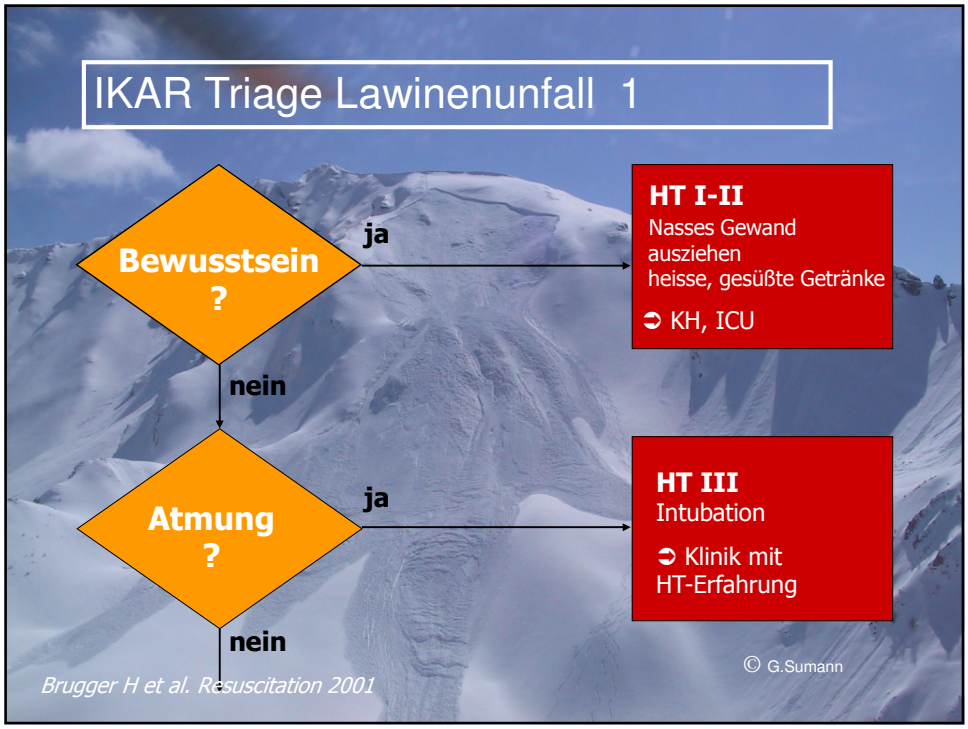
© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!



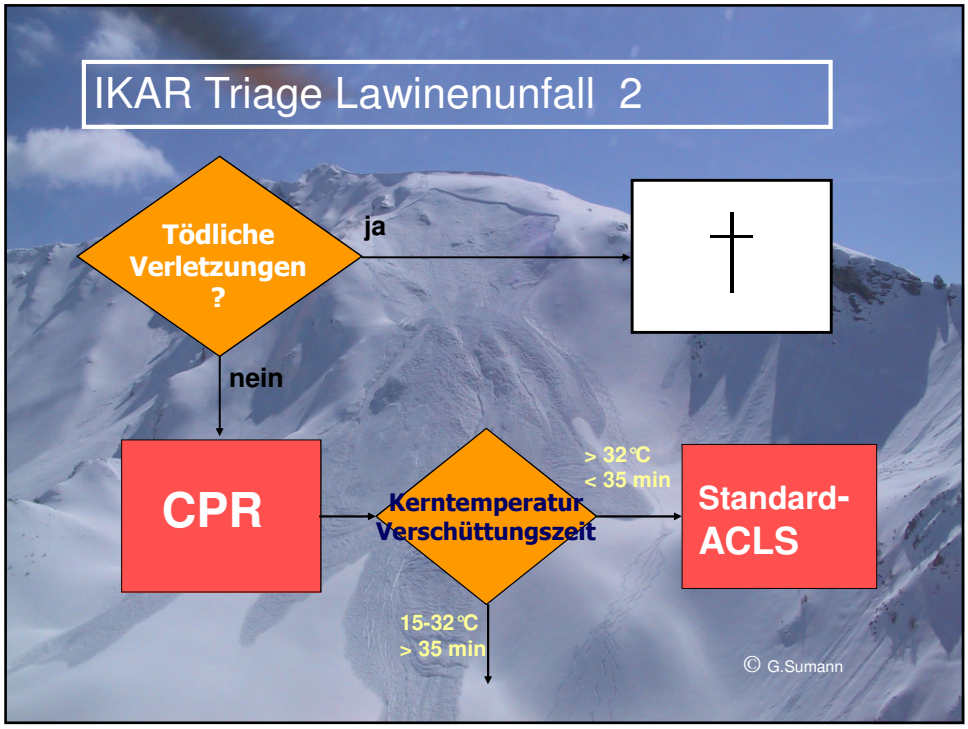


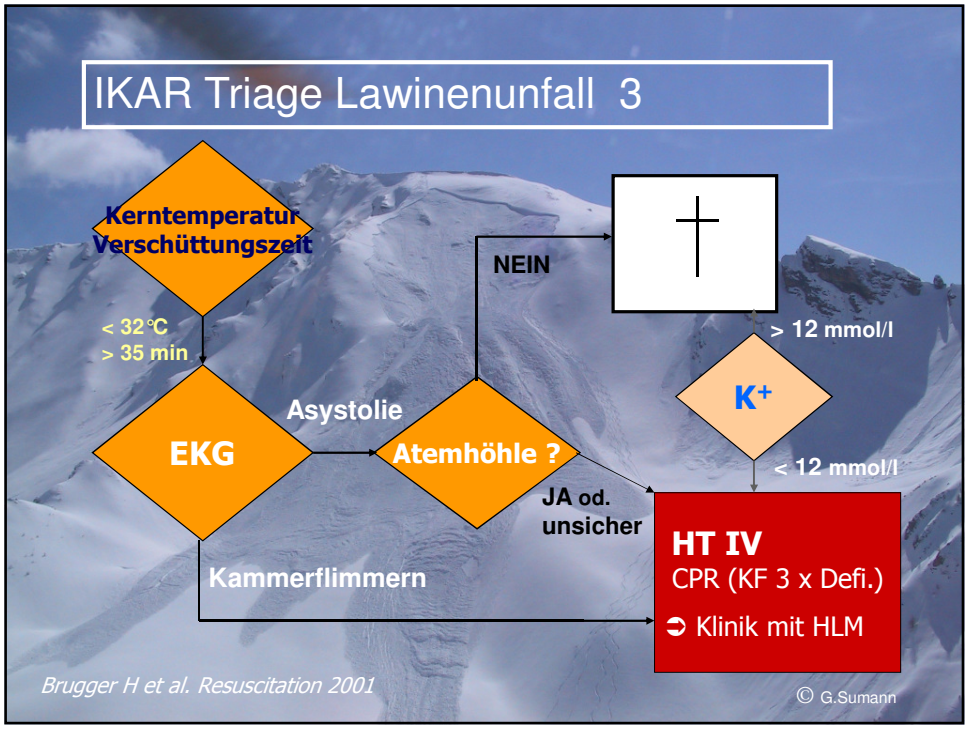
© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!

1. Letalität beim Lawinenunfall
2. Überlebenskurve bei Ganzkörperverschüttung
3. Physiologie der Lawinenverschüttung
4. **Therapie nach Lawinenverschüttung, IKAR-Algorithmus**
5. Notfallausrüstung, Einfluss auf Überleben

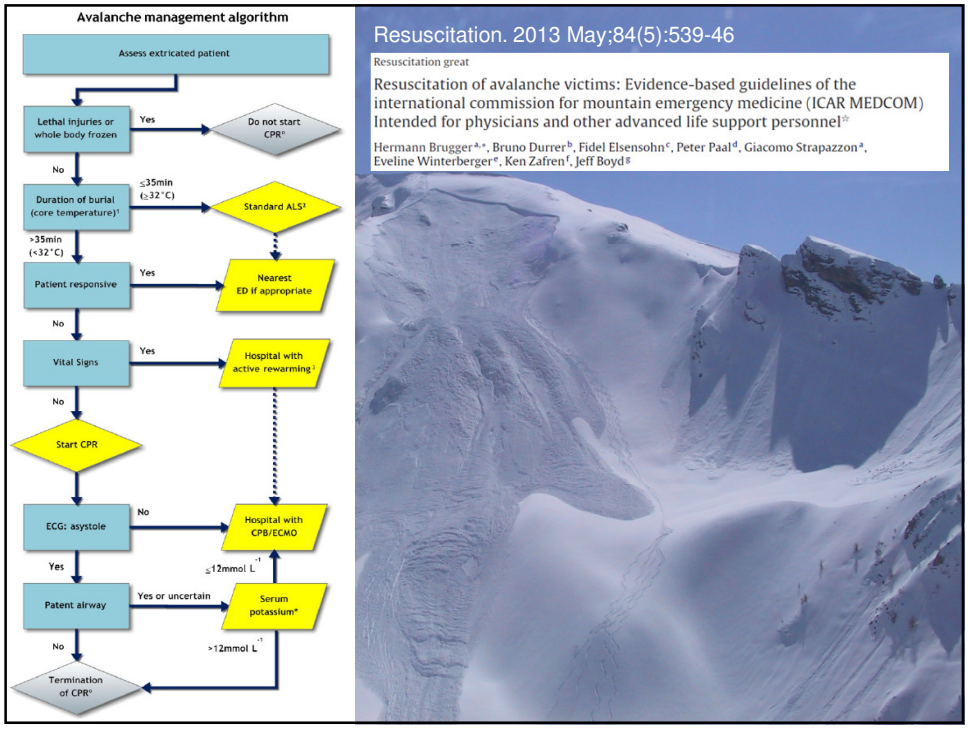


© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!



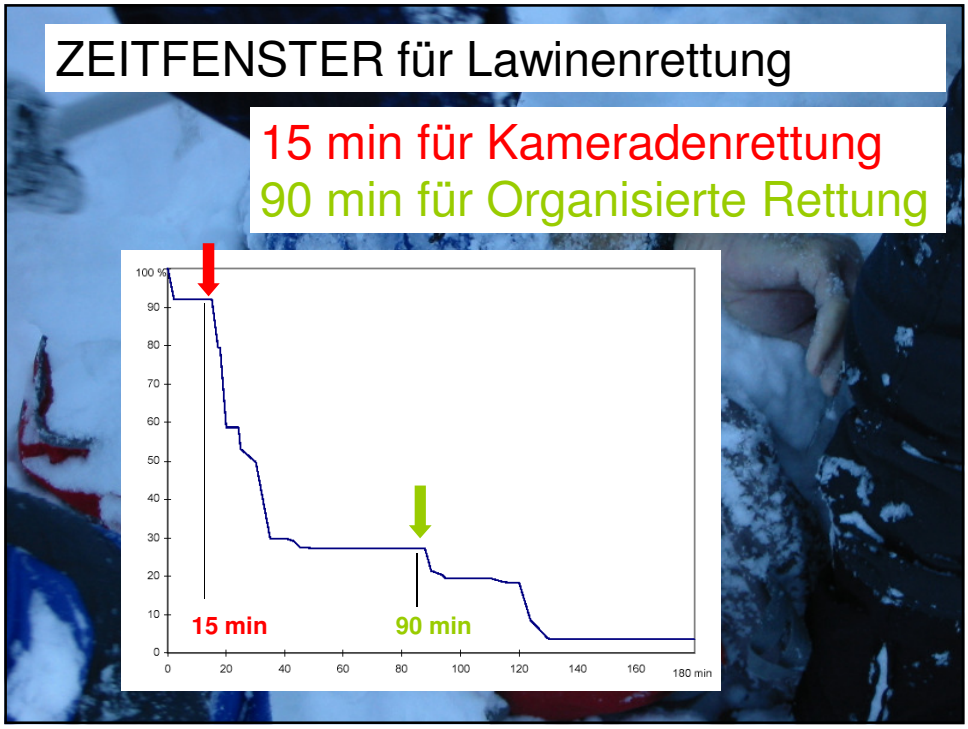


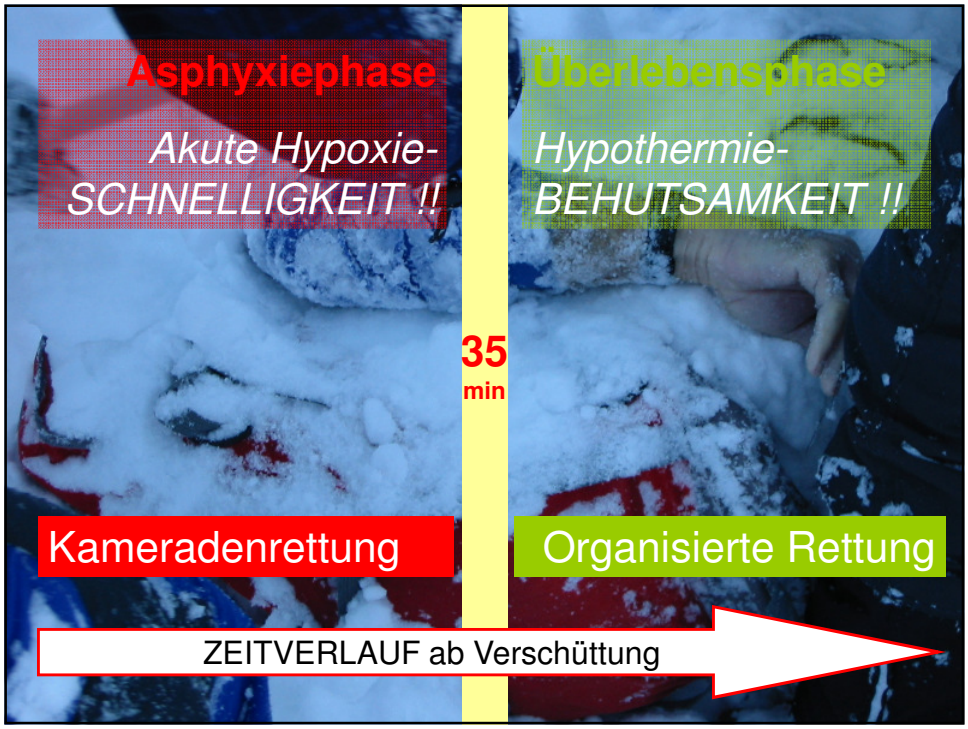
© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!



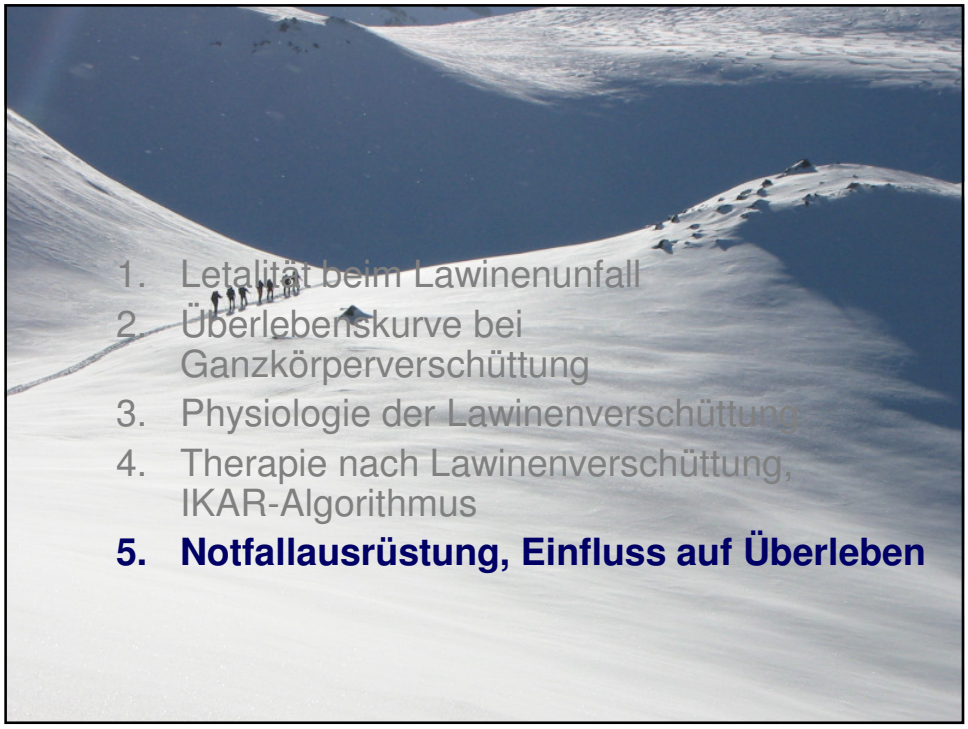


© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!





© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!





© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!





© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!

Resuscitation (2007) 75, 476–483

2007

RESUSCITATION

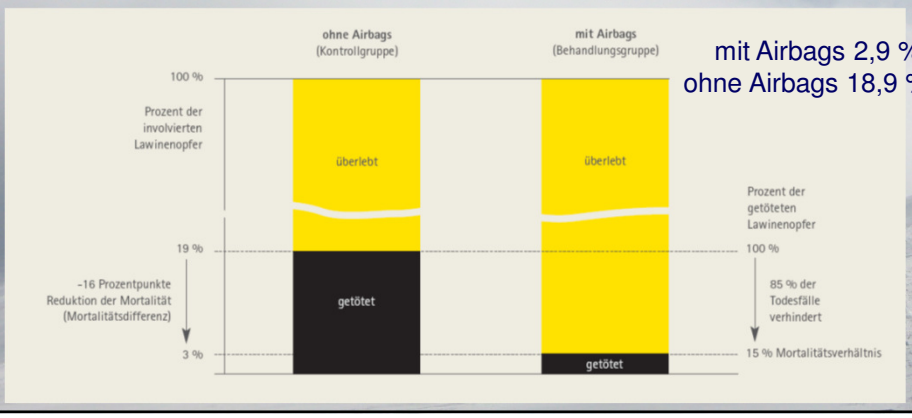
www.elsevier.com/locate/resuscitation

CLINICAL PAPER

The impact of avalanche rescue devices on survival☆

Hermann Brugger[a,*], Hans Jürg Etter[b,1], Benjamin Zweifel[c,2], Peter Mair[d,3], Matthias Hohlrieder[d], John Ellerton[e,4], Fidel Elsensohn[f,5], Jeff Boyd[g,6], Günther Sumann[h,7], Markus Falk[i,8]

Retrospektive Analyse von 1504 Lawinenverschüttungen in Österreich und der Schweiz 1990-2004:



mit Airbags 2,9 %,
ohne Airbags 18,9 %

The effectiveness of avalanche airbags

Haegeli et al. Resuscitation 2014;85(9):1197-203

Retrospektive Analyse von Lawinenverschüttungsdaten 1994-2012 (Österreich, Canada, Frankreich, Norwegen, Slowakien, Schweiz, USA)

Risiko für kritische **Verschüttung:**
- **47%** mit nicht aufgeblasenen Airbags
- **20%** mit aufgeblasenen Airbags

Reduktion des **Mortalitätsrisikos:**
- **22%** mit nicht aufgeblasenen Airbags
- **11%** mit aufgeblasenen Airbags

Rate nicht aufgeblasener Airbags war 20%

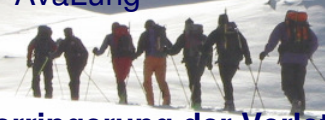
© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!

Klassifizierung der Lawinen-Notfallausrüstung nach Wirkungsweise

- **Verringerung des Verschüttungsgrades**
  - **Lawinenairbags**
- **Verkürzung der Verschüttungsdauer**
  - **LVS** (Lawinenverschüttetensuchgerät)
  - K2 Avalanche Ball

Schaufel + Sonde !

- **Verlängerung der Überlebenszeit**
  - AvaLung™



Brugger, Berg & Steigen 4/2003

- **Verringerung der Verletzungsgefahr**
  - Helm, Snowpulse

Verschüttung vermeiden!



Danke für Ihre Aufmerksamkeit !

© 2014, Dr. G. Sumann. Nur als Vortragsunterlage, keine Vervielfältigung oder Weitergabe erlaubt.!