



**Hitzeindringung bei
Waldbränden in den Boden und
deren Auswirkungen auf
Explosivstoffe**

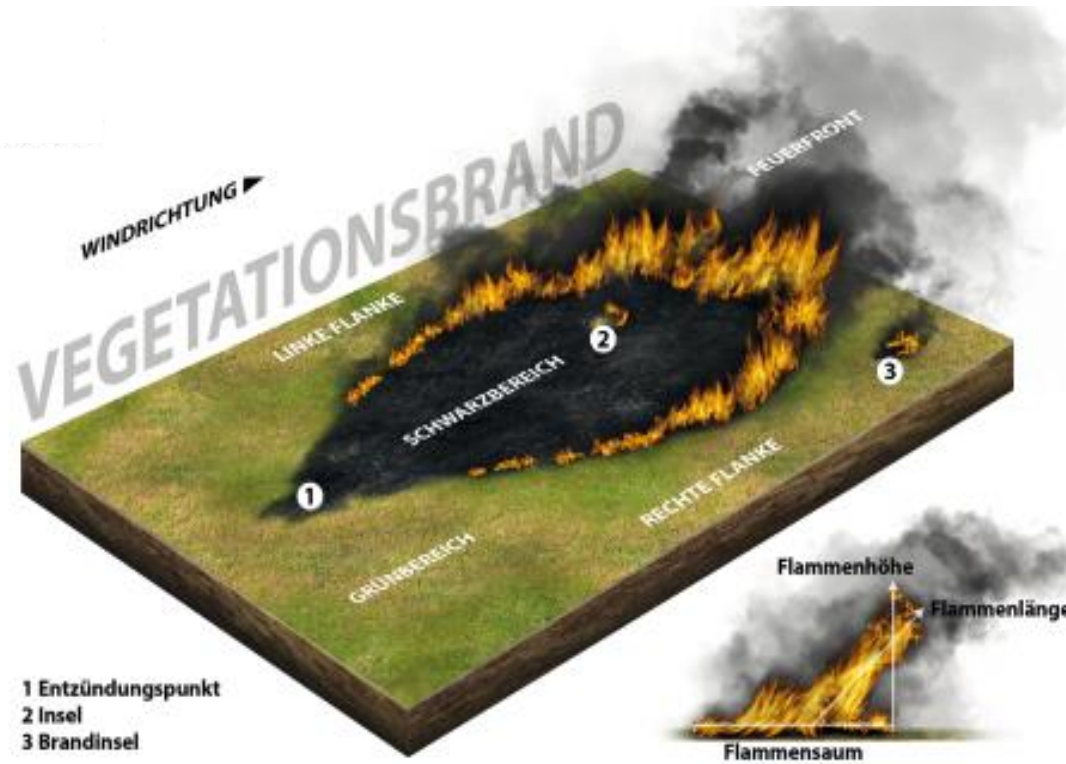
Dr. Holger Preetz

Bei welchen Temperaturen setzen Explosivstoffe um?

	Verpuffungs- punkt	Zünd- temperatur
	°C	
Initialsprengstoffe		
Bleiazid	315 - 360	
Bleinitroresocirnat, Bleistyphnat	275 - 280	
Diazodinitrophenol	180 - 200	
Knallquecksilber	165 - 170	
Pikrinsäure, 2,4,6- Trinitrophenol		300
Silberazid	273	
Tetrazen	ca. 140	
Sprengstoffe		
Ammoniumpikrat	320	
Bleipikrat (lead picrate)		271 - 327
Dinitrotoluol, DNT	360	
Hexogen	230	
Nitrocellulose (Reinstoff)		ca. 180
Trinitrotoluol, TNT	300	

Zündtemperaturen / Verpuffungspunkte von Explosivstoffen

Merkmale von Waldbränden



- 1 Entzündungspunkt
- 2 Insel
- 3 Brandinsel

Abb. aus Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns 5.006



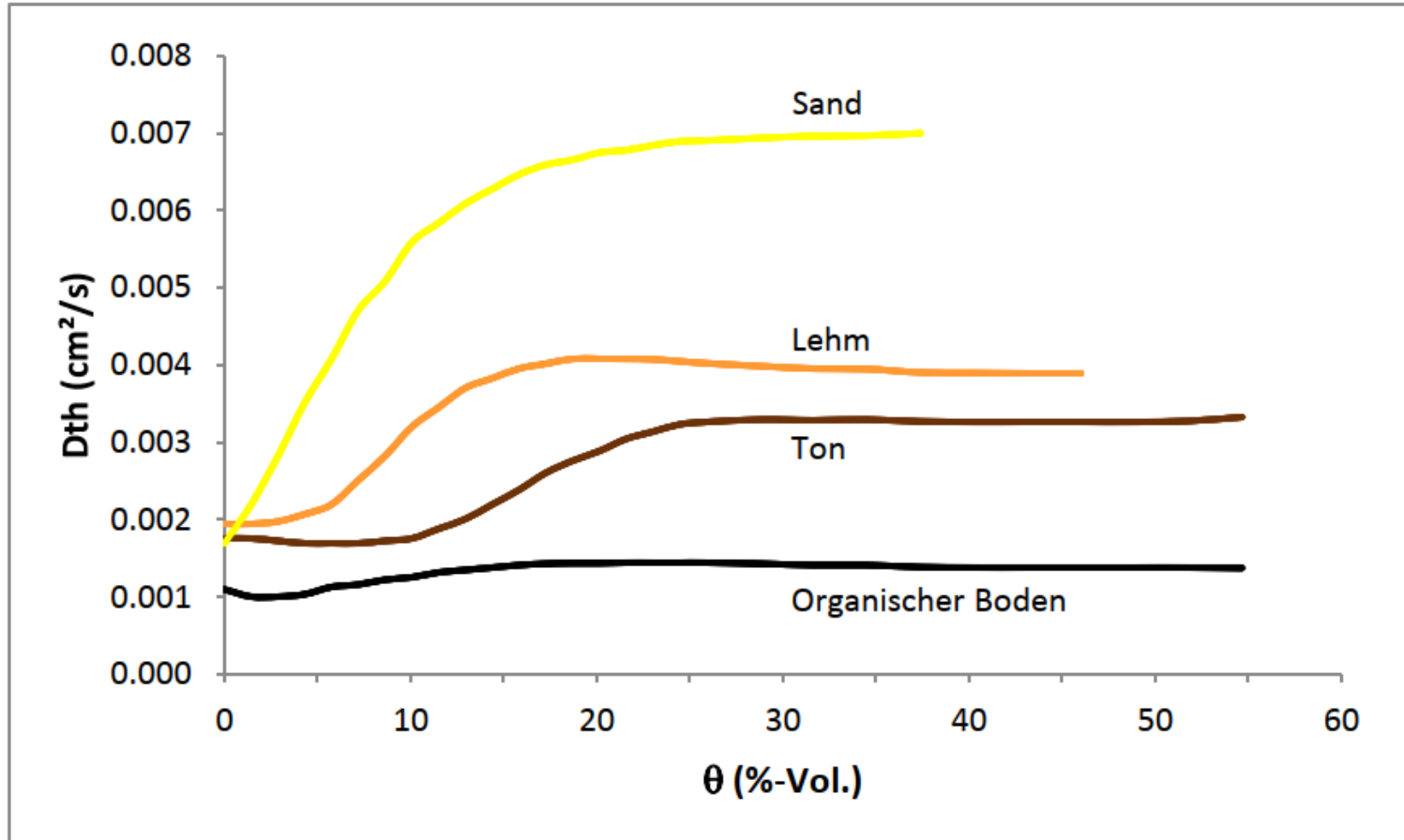
Arten von Waldbränden

- Bodenbrände (inkl. Flächenbrände)
- Brände im Boden
- Vollbrände

Grundlagen und Extremwerte zur Berechnung der Hitze Eindringung

- Feuersaum 100 m
- Laufgeschwindigkeit des Feuers 100 m/h
- Bodenparameter

Bodenparameter – Thermische Diffusivität



Thermische Diffusivität (D_{th}) verschiedener Bodenarten in Abhängigkeit vom volumetrischen Wassergehalt (θ) nach Campbell und Norman (1998)



Berechnung mit der Wärmetransportgleichung und einem numerischen Modell nach Hagenau & Borg 2019

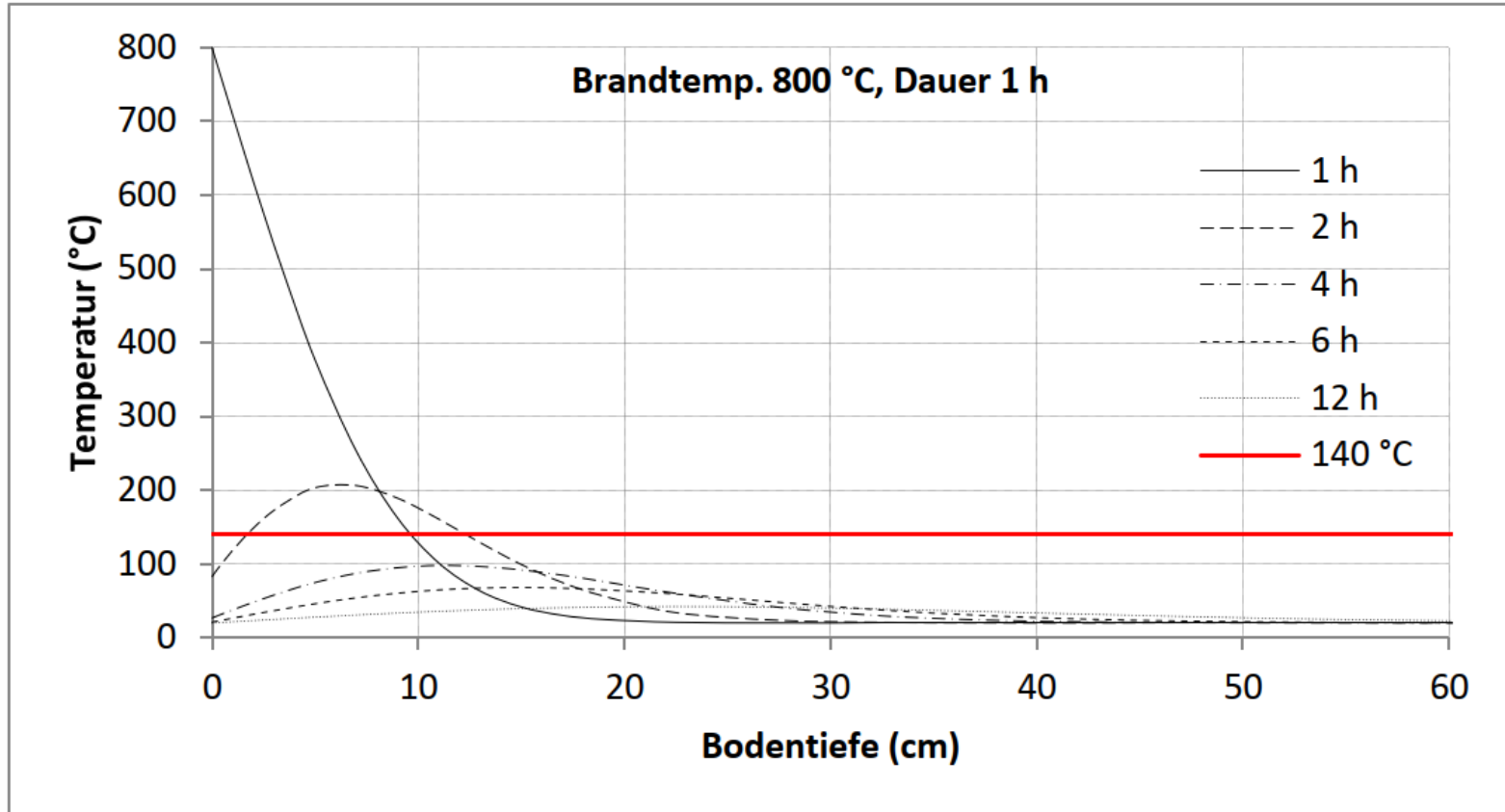
Eingangsdaten zur Berechnung der Hitze Eindringung

- Brandtemperatur 800 °C
- Branddauer 1 h
- Thermische Diffusivität (D_{th}) des Bodens 0,0064 cm²/s

Abkühlung der Bodenoberfläche nach Ende des Brandes

- Abstrahlung von Wärme in die Atmosphäre
- Abtransport von Wärme in die Atmosphäre durch freie Konvektion
- Wärmeleitung von der Bodenoberfläche in die Tiefe

Berechnung der Hitze Eindringung in den Boden



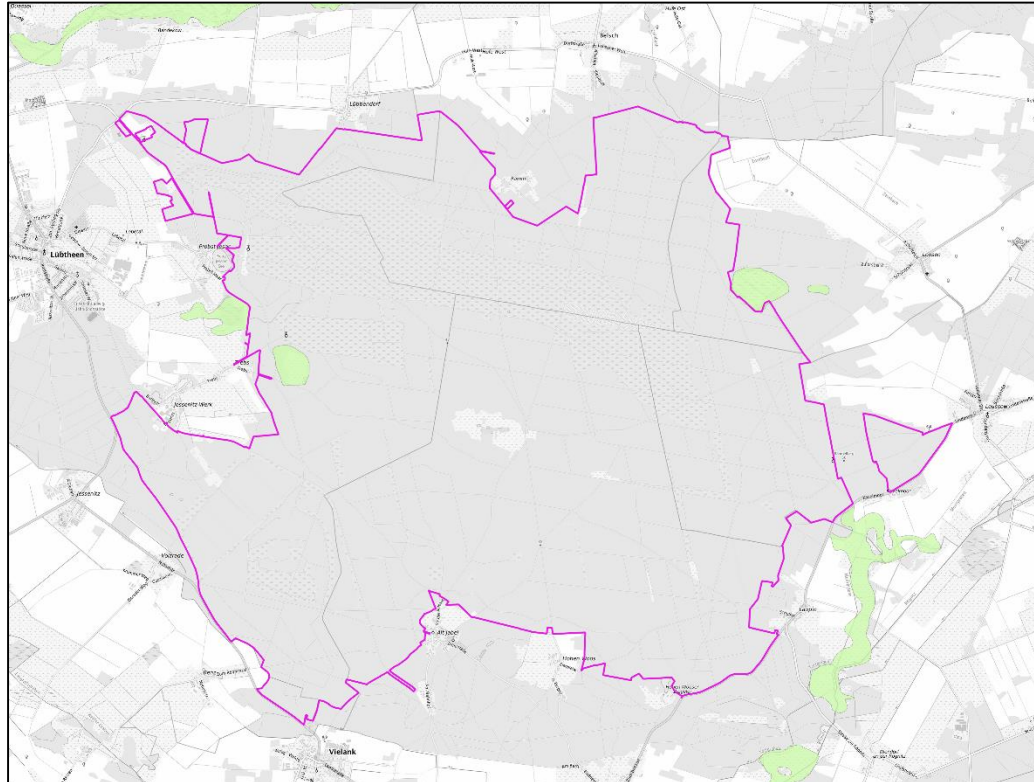
Darstellung der Temperaturkurven der Hitze Eindringung ab Brandbeginn für 5 verschiedene Zeiten



Weitere Worst-Case-Berechnungen

- Wie lange muss ein Feuer auf einer Stelle bei 800 °C brennen um 140 °C in 20 cm Tiefe zu erreichen?
2,55 Std.
- Wie heiß muss ein Feuer sein um bei einer Branddauer von einer Std. an einer Stelle 140 °C in 20 cm Tiefe zu erreichen?
1.849 °C

Berechnung gilt nur für Mineralböden – Bsp. TrübPI Lübtheen



**Mindestens 97 % der Fläche werden durch die Betrachtung abgedeckt
Moore können anderweitig gutachterlich beurteilt werden**

Zusammenfassung

Worst-Case-Betrachtung

- Niedrigste mögliche Zündtemperatur: Tetrazen = 140 °C
- Erhitzung des Bodens auf 140 °C erfolgt in max. 13 cm Tiefe

Empfehlung

- Prophylaktische Maßnahmen zur Verhinderung der Umsetzung von Kampfmitteln bei Waldbränden
- Räumung der Kampfmittel bis 20 cm Tiefe
- Reduzierung der Brandlasten in den Wäldern