

# Anhang zu:

## Einsatz von offenporigen Belägen in Einhausungs- und Tunnelbauwerken

von

Wolfgang Baltzer  
Werner Riepe  
Uwe Zimmermann  
Christiana Meyer  
Torsten Brungsberg  
BUNG Ingenieure AG  
Heidelberg

Georg Mayer  
Sven Brennberger  
Christian Jung  
PTV Transport Consult GmbH  
Stuttgart

Markus Oeser  
André Meyer  
Institut für Straßenwesen  
RWTH Aachen

Dipl.-Phys. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Mario Koch  
Dipl.-Phys. Friedrich Wienecke  
Institut für Brand- und Katastrophenschutz  
Heyrothsberge

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Brücken- und Ingenieurbau Heft B 142 – Anhang

**bast**

## Anhang

	5.1.2.3	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	24
<b>1 Übersicht der Versuchsplatten</b>	<b>1</b>		
<b>2 Mischgut offenporiger Asphalt (PA)</b>	<b>2</b>		
<b>3 Plattengeometrie</b>	<b>5</b>		
3.1 Schichtdicken der Variante PA 1	5	5.1.3 Variante SMA	27
3.2 Schichtdicken der Variante PA 2	5	5.1.3.1 Auswertung der Versuchsplatten	27
3.3 Schichtdicken der Variante PA 3	6	5.1.3.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	30
3.4 Schichtdicken der Variante SMA	6		
<b>4 Ableit- und Durchflussversuche – Fotodokumentation –</b>	<b>7</b>		
4.1 Variante PA 1	7	5.1.3.3 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	32
4.1.1 2,5 % Neigung	7	5.1.3.4 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung	34
4.1.2 6,0 % Neigung	7		
4.2 Variante PA 2	8	5.1.4 Variantenvergleich	35
4.2.1 2,5 % Neigung	8	5.1.4.1 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	35
4.2.2 6,0 % Neigung	8		
4.3 Variante PA 3	9	5.1.4.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	36
4.3.1 2,5 % Neigung	9		
4.3.2 6,0 % Neigung	9	5.1.4.3 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung	38
4.4 Variante SMA	10		
4.4.1 2,5 % Neigung	10	5.2 Brandversuch BV 1.2	39
4.4.2 6,0 % Neigung	10	5.2.1 Variante PA 1	39
<b>5 Brandversuche – Brandverhalten (teil-)gesättigter Asphalte –</b>	<b>11</b>		
5.1 Brandversuch BV 1.1	11	5.2.1.1 Auswertung der Versuchsplatten	39
5.1.1 Variante PA 1	11	5.2.1.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	41
5.1.1.1 Auswertung der Versuchsplatten	11		
5.1.1.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	14	5.2.1.3 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	42
5.1.1.3 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	16	5.2.1.4 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung	43
5.1.1.4 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung	18	5.2.2 Variante PA 2	45
5.1.2 Variante PA 2	19	5.2.2.1 Auswertung der Versuchsplatten	45
5.1.2.1 Auswertung der Versuchsplatten	19	5.2.2.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	47
5.1.2.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	22	5.2.2.3 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	49

5.2.2.4	Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung	51	5.3.3.2	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	70
5.2.3	Variante SMA	52	5.3.3.3	Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung	72
5.2.3.1	Auswertung der Versuchsplatten	52	<b>6 Brandversuche – Lachenausbreitung bei kont. Kraftstoffzufuhr –</b>		<b>73</b>
5.2.3.2	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	53	6.1	Brandversuch BV 2.2 – konstanter Volumenstrom	73
5.2.3.3	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	54	6.1.1	Variante PA 1	73
5.2.3.4	Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung	56	6.1.2	Variante PA 2	77
5.2.4	Variantenvergleich	57	6.1.3	Variante SMA	81
5.2.4.1	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	57	6.1.4	Variantenvergleich	85
5.2.4.2	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	58	<b>7 Brandversuche – Fotodokumentation –</b>		<b>86</b>
5.2.4.3	Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung	60	7.1	Brandversuche BV 1.1 und BV 1.2	86
5.3	Vergleich von BV 1.1 und BV 1.2	61	7.1.1	Variante PA 1	86
5.3.1	PA 1	61	7.1.2	Variante PA 2	87
5.3.1.1	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	61	7.1.3	Variante SMA	88
5.3.1.2	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	62	7.2	Brandversuche BV 2.1 und BV 2.2	89
5.3.1.3	Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung	64	7.2.1	Variante PA 1	89
5.3.2	PA 2	65	7.2.2	Variante PA 2	90
5.3.2.1	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	65	7.2.3	Variante SMA	91
5.3.2.2	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe	66			
5.3.2.3	Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung	68			
5.3.3	SMA	69			
5.3.3.1	Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche	69			



## 1 Übersicht der Versuchsplatten

Versuchsplatte	SMA	PA 1	PA 2	PA 3
P1	EP	BV 2.1 09.04.2015	BV 1.2 03.03.2015	ADV 1 26.03.2015
P2	BV 2.2 26.06.2015	BV 2.2 19.06.2015	BV 1.2 16.02.2015	ADV 2 30.03.2015
P3	ADV 2 06.03.2015	EP	BV 1.1 12.02.2015	-
P4	ADV 1 09.02.2015	BV 2.2 24.06.2015	BV 1.1 04.02.2015	-
P5	ADV 2 16.01.2015	BV 2.2 24.04.2015	BV 1.1 28.01.2015	-
P6	BV 1.1 13.02.2015	BV 1.1 22.01.2015	EP	-
P7	BV 1.1 27.01.2015	BV 1.1 05.02.2015	BV 2.1 08.04.2015	-
P8	BV 2.1 02.04.2015	BV 1.1 11.02.2015	BV 2.2 29.06.2015	-
P9	BV 1.1 10.02.2015	ADV 1 10.02.2015	BV 2.2 17.06.2015	-
P10	ADV 2 01.12.2014	ADV 1 10.03.2015	BV 2.2 23.06.2015	-
P11	ADV 1 17.11.2014	BV 1.2 18.02.2015	ADV 1 24.03.2015	-
P12	ADV 2 07.11.2014	BV 1.2 10.03.2015	ADV 2 10.11.2014	-
P13	ADV 1 18.11.2014	ADV 2 05.12.2014	ADV 1 11.11.2014	-
P14	BV 1.2 24.02.2015	ADV 2 15.01.2015	ADV 1 21.11.2014	-
P15	BV 1.2 05.03.2015	ADV 1 24.11.2014	ADV 2 25.11.2014	-
P16	BV 2.2 15.06.2015	ADV 1 11.11.2014	ADV 1 10.02.2015	-
P17	BV 2.2 25.06.2015	BS	ADV 2 11.12.2014	-
P18	EP	ADV 2 10.11.2014	-	-

ADV 1 = Ableit- und Durchflussversuch bei 2,5% Plattenneigung

ADV 2 = Ableit- und Durchflussversuch bei 6,0% Plattenneigung

BV 1.1 = Brandverhalten (teil-)gesättigter Asphalte (9,5 Liter)

BV 1.2 = Brandverhalten (teil-)gesättigter Asphalte (7,0 Liter)

BV 2.1 = Brandlächenausbreitung (variabler Volumenstrom)

BV 2.2 = Brandlächenausbreitung (konstanter Volumenstrom 2 l/min)

EP = Ersatzplatte

BS = bei Ausbau beschädigt -> nicht genutzt

## 2 Mischgut offenporiger Asphalt (PA)



**Basalt-Actien-Gesellschaft**  
BERGISCH-WESTERWÄLDER HARTSTEINWERKE



### REZEPTUR FÜR ASPHALTMISCHGUT

Artikel-Nummer: 5610 00 400148631 vom 28.05.2014

SAP-Nr.:	305391 + 305392
Lieferwerk:	Ellen + Groß Vernich
Mischgutart/-sorte:	PA 8
Grundlagen:	TL Asphalt-StB 07 ARS 11/2012, ZTV Asphalt-StB 07 ARS 11/2012
Belastungsklasse:	Bk100 bis Bk3,2
Zugegebene Bindemittelart/-sorte:	40/100-65 A (Olexobit SMA)
Zusätze:	Viatop 66

Kornzusammensetzung des Gesteinskörnungsgemisches an der Mischanlage					
Nr.	M.-%	Bezeichnung	Lieferkörnung	Gewinnungsstätte	Hersteller
M 1	4,0	Kalkstein	Füller	Berndorf	Nickolaus Müller Kalkwerk
M 2	1,5	Kalkhydrat	Füller	Flandersbach	Rheinkalk GmbH & Co.KG
M 3	33,0	Diabas	Grobe Gesteinskörnung 5/8	Silbach	BAG / Westerwälder Hartsteinwerke
M 4	61,5	Diabas	Grobe Gesteinskörnung 5/8	Stockhausen	BAG / Westerwälder Hartsteinwerke

Bindemittel / Zusätze				
		Mischgut- zusammensetzung	Sollwert	
			min	max
rechnerischer Mindestbindemittelgehalt	M.-%	6,0		
Zugegebenes Bindemittel (EP Ring und Kugel: 70,8 °C)	M.-%	6,1		
Bindemittel aus Zusätzen	M.-%	0,23		
Gesamt-Bindemittelgehalt	M.-%	6,3	6,5	
Zusatz Viatop 66	M.-%	0,70		
Erweichungspunkt Ring und Kugel (Resultierendes Bindemittel)	°C	70,2		
Erweichungspunkt Ring und Kugel (Rückgewonnenen Bindemittel)	°C	68,8		
Elastische Rückstellung (Zugegebenes Bindemittel)	%	>= 70	70	



**Basalt-Actien-Gesellschaft**  
BERGISCH-WESTERWÄLDER HARTSTEINWERKE

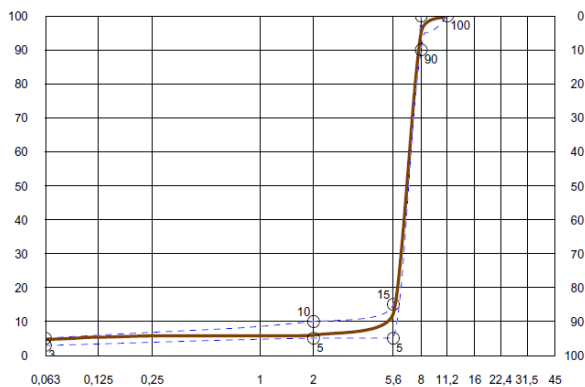


Artikel-Nummer: 5610 00 400148631 vom 28.05.2014

Kornzusammensetzung der Lieferkörnungen								
mm	Siebrückstand M.-%							
	M 1 Füller	M 2 Füller	M 3 5/8	M 4 5/8				
45,0								
31,5								
22,4								
16,0								
11,2								
8,0			4,5	5,6				
5,6			88,4	87,2				
2,0			6,5	6,8				
1,0			0,2	0,1				
0,25			0,1	0,2				
0,125	4,0		0,0	0,0				
0,063	18,0	2,5	0,0	0,0				
< 0,063	78,0	97,5	0,3	0,1				
Überkorn	22,0	2,5	4,5	5,6				
Sollkorn	78,0	97,5	88,4	87,2				
Unterkorn			7,1	7,2				
Fließkoeffizient								
Rohdichte [g/cm³]	2,720	2,721	2,882	2,910				

Kornzusammensetzung des Gesteinskörnungsgemisches			
mm	Rückstand	Durchgang	M.-%
> 45,00			grobe GK 94,1
45,00			
31,50			
22,40			
16,00			
11,20		100,0	
8,00	4,9	95,1	feine GK 1,2
5,60	82,8	12,3	
2,00	6,4	5,9	
1,00	0,1	5,8	
0,25	0,1	5,7	
0,125	0,2	5,5	
0,063	0,8	4,7	Füller
< 0,063	4,7		

Sieblinienbereich für PA 8





# Basalt-Actien-Gesellschaft

## BERGISCH-WESTERWÄLDER HARTSTEINWERKE



Artikel-Nummer: 5610 00 400148631 vom 28.05.2014

Mischguteigenschaften				
		Mischgut- zusammensetzung	Sollwert	
			min	max
Rohdichte des resultierenden Gesteinskörnungsgemisches	g/cm <sup>3</sup>	2,890		
Rohdichte des Asphaltmischgutes	g/cm <sup>3</sup>	2,586		
Raumdichte am Marshall-Probekörper	g/cm <sup>3</sup>	1,937		
Hohlraumgehalt	Vol.-%	25,1	24,0	28,0
Hohlraumausfüllungsgrad	%	32,5		
Bindemittelvolumen	Vol.-%	12,1		
Verdichtungstemperatur der Marshall-Probekörper	°C	145,0		
Kornverlust	M.-%	24		
Abgelaufene Bindemittelmenge	M.-%	0,1		
rechnerischer Polierwiderstand (PSV-Wert)		55		

### Beurteilung

Die eingesetzten Mineralstoffe sind güteüberwacht und entsprechen den Anforderungen der TL Gestein-StB 04. Es gelten die in der ZTV Asphalt 07 und ARS 11/2012 für das Asphaltmischgut angegebenen Grenzwerte und Toleranzen. Bei der Prüfung des Haftverhaltens nach TP Asphalt-StB Teil 11 hat sich ein Umhüllungsgrad von  $\geq 80\%$  ergeben. Die Angaben zur Rezeptur, die über die zum Eignungsnachweis nach ZTV Asphalt-StB 07 geforderten Angaben hinausgehen, sind rein informativ und nicht bindend. Das nach dieser Rezeptur hergestellte Asphaltmischgut erfüllt die Anforderungen nach TL Asphalt-StB 07 ARS 11/2012 an einen PA 8. Die Mischgutaufbereitungstemperatur beträgt max. 170°C. Keine Silolagerung des Asphaltmischgutes. Aus labortechnischer Betrachtung weisen wir darauf hin, dass bei normgerechter Extraktion, unter Verwendung von Trichlorethylen, der dosierte Bindemittelgehalt des BP Olexobit SMA nicht einwandfrei wiederfindbar ist.

Prüfstellenleitung

### Eignungsnachweis im Sinne der ZTV Asphalt-StB 07:

Hiermit erklärt der Auftragnehmer,

gegenüber dem Auftraggeber,

für die Baumaßnahme

folgendes:

a) Die Angaben zur Zusammensetzung und zu den im Rahmen der Erstprüfung nach TL Asphalt-StB 07 durchgeführten Prüfungen sind der oben aufgeführten Rezeptur für Asphaltmischgut der Artikel-Nummer 5610 00 400148631 vom 28.05.2014 zu entnehmen.

b) Das Asphaltmischgut ist für den vorgesehenen Verwendungszweck, wie er sich aus den im Bauvertrag festgelegten Anforderungen, insbesondere aus den folgenden OZ-Nummern ergibt, geeignet.  
OZ-Nummern:

Ort, Datum

Auftragnehmer (Stempel / Unterschrift)



### 3 Plattengeometrie

#### 3.1 Schichtdicken der Variante PA 1

Platten- nummer	Gesamtdicke inklusive Unterlage [cm]					Dichte PA 8* [cm]
	1	2	3	4	Mittelwert	
1	8,2	8,3	8,4	8,4	8,3	5,7
2	8,2	8,5	8,3	8,2	8,3	5,7
3	8,2	8,3	8,2	8,3	8,3	5,7
4	8,2	8,4	8,3	8,2	8,3	5,7
5	8,4	8,5	8,3	8,2	8,4	5,8
6	8,4	8,4	8,3	8,3	8,4	5,8
7	8,5	8,3	8,4	8,3	8,4	5,8
8	8,5	8,3	8,2	8,2	8,3	5,7
9	8,5	8,4	8,3	8,3	8,4	5,8
10	8,1	8,5	8,3	8,4	8,3	5,7
11	8,1	8,2	7,9	7,8	8,0	5,4
12	8,2	8,3	8,1	8,0	8,2	5,6
13	8,3	8,1	8,1	8,2	8,2	5,6
14	8,1	8,1	8,2	8,1	8,1	5,5
15	8,3	8,2	8,3	8,2	8,3	5,7
16	8,4	7,9	8,1	8,3	8,2	5,6
17	beim Ausbau beschädigt					
18	8,0	7,8	7,7	8,1	7,9	5,3

\* Die Netto-Dicke des PA 8 erhält man, indem man von der Gesamtdicke die Holzunterlage (21 mm) und Bitumenbahn (5 mm) abzieht.

#### 3.2 Schichtdicken der Variante PA 2

Platten- nummer	Gesamtdicke inklusive Unterlage [cm]					Dichte PA 8* [cm]
	1	2	3	4	Mittelwert	
1	7,4	7,1	7,3	7,8	7,4	4,8
2	7,2	7,5	7,8	7,5	7,5	4,9
3	7,7	7,8	7,9	7,5	7,7	5,1
4	7,8	7,9	7,6	8,0	7,8	5,2
5	8,1	7,9	8,1	7,6	7,9	5,3
6	8,2	8,2	7,9	7,6	8,0	5,4
7	8,0	7,9	8,1	7,7	7,9	5,3
8	8,0	8,3	8,3	8,0	8,2	5,6
9	8,2	8,2	8,1	8,1	8,2	5,6
10	8,3	8,1	8,3	8,2	8,2	5,6
11	7,9	8,1	8,1	8,2	8,1	5,5
12	8,1	7,8	7,9	7,9	7,9	5,3
13	7,9	8,0	8,0	8,0	8,0	5,4
14	8,1	7,8	8,0	7,9	8,0	5,4
15	8,1	8,0	8,1	8,0	8,1	5,5
16	7,8	8,1	8,1	8,1	8,0	5,4
17	7,8	8,0	7,3	7,8	7,7	5,1

\* Die Netto-Dicke des PA 8 erhält man, indem man von der Gesamtdicke die Holzunterlage (21 mm) und Bitumenbahn (5 mm) abzieht.

### 3.3 Schichtdicken der Variante PA 3

Platten- nummer	Gesamtdicke inklusive Unterlage [cm]					Dichte PA 8* [cm]
	1	2	3	4	Mittelwert	
1	7,8	7,4	7,4	7,9	7,6	5,1
2	7,6	8,1	7,9	7,8	7,9	5,4

\* Die Netto-Dicke des PA 8 erhält man, indem man von der Gesamtdicke die Holzunterlage (20 mm) und Bitumenbahn (5 mm) abzieht.

### 3.4 Schichtdicken der Variante SMA

Die Schichtdicken der Versuchsplatten der Variante SMA werden nicht aufgeführt, da sie für die Untersuchung irrelevant sind. Die dichte Oberfläche des SMA verhindert das Eindringen von Flüssigkeiten. Somit haben die Schichtdicken der Platten keine Auswirkungen auf die Versuchsergebnisse.

## 4 Ableit- und Durchflussversuche – Fotodokumentation –

### 4.1 Variante PA 1

#### 4.1.1 2,5 % Neigung



PA 1 - P16: Platte nach Versuchsende (links), Aufgabebereich (rechts)

#### 4.1.2 6,0 % Neigung



PA 1 - P14: Platte nach Versuchsende (links), Aufgabebereich (rechts)

## 4.2 Variante PA 2

### 4.2.1 2,5 % Neigung



PA 2 - P11: Platte nach Versuchsende (links), Aufgabebereich (rechts)

### 4.2.2 6,0 % Neigung



PA 2 - P15: Platte nach Versuchsende (links), Aufgabebereich (rechts)

*(die Platte wurde zwecks Analyse in der Mitte aufgesägt)*

### 4.3 Variante PA 3

#### 4.3.1 2,5 % Neigung



PA 3 - P1: Platte nach Versuchsende (links), Aufgabebereich (rechts)

#### 4.3.2 6,0 % Neigung



PA 3 - P2: Platte nach Versuchsende (links), Aufgabebereich (rechts)

## 4.4 Variante SMA

### 4.4.1 2,5 % Neigung



SMA - P11: Platte nach Versuchsende (links), Aufgabebereich (rechts)

### 4.4.2 6,0 % Neigung



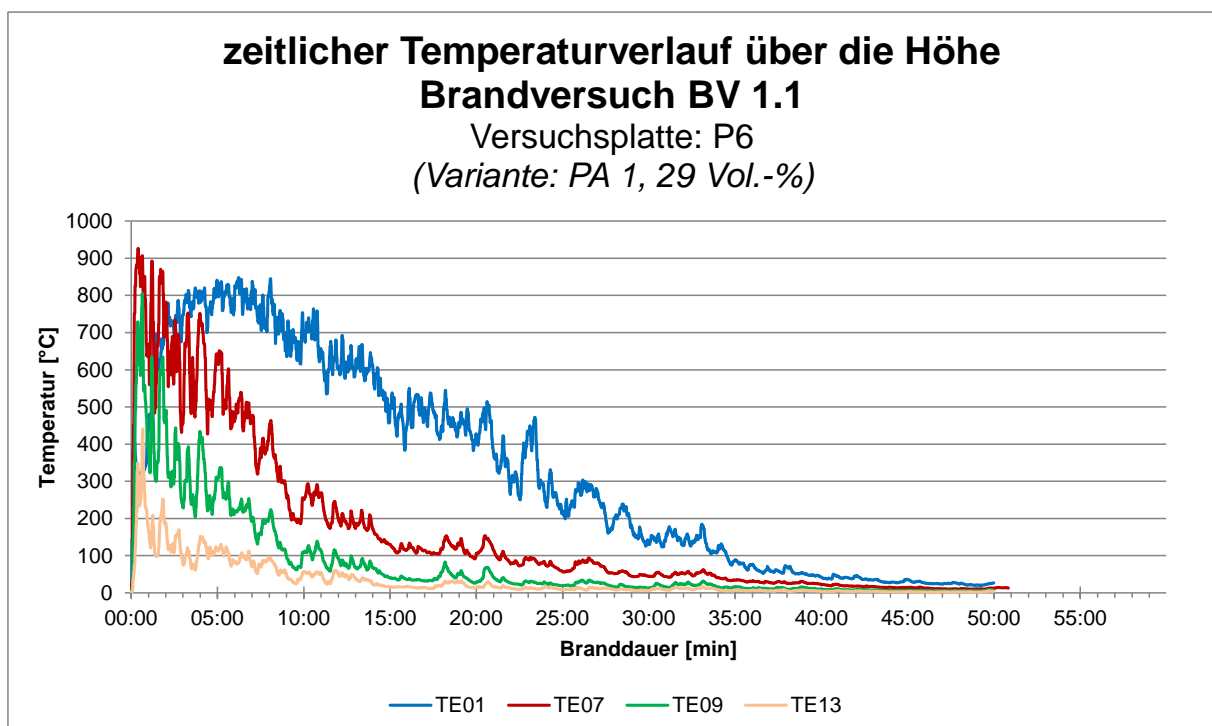
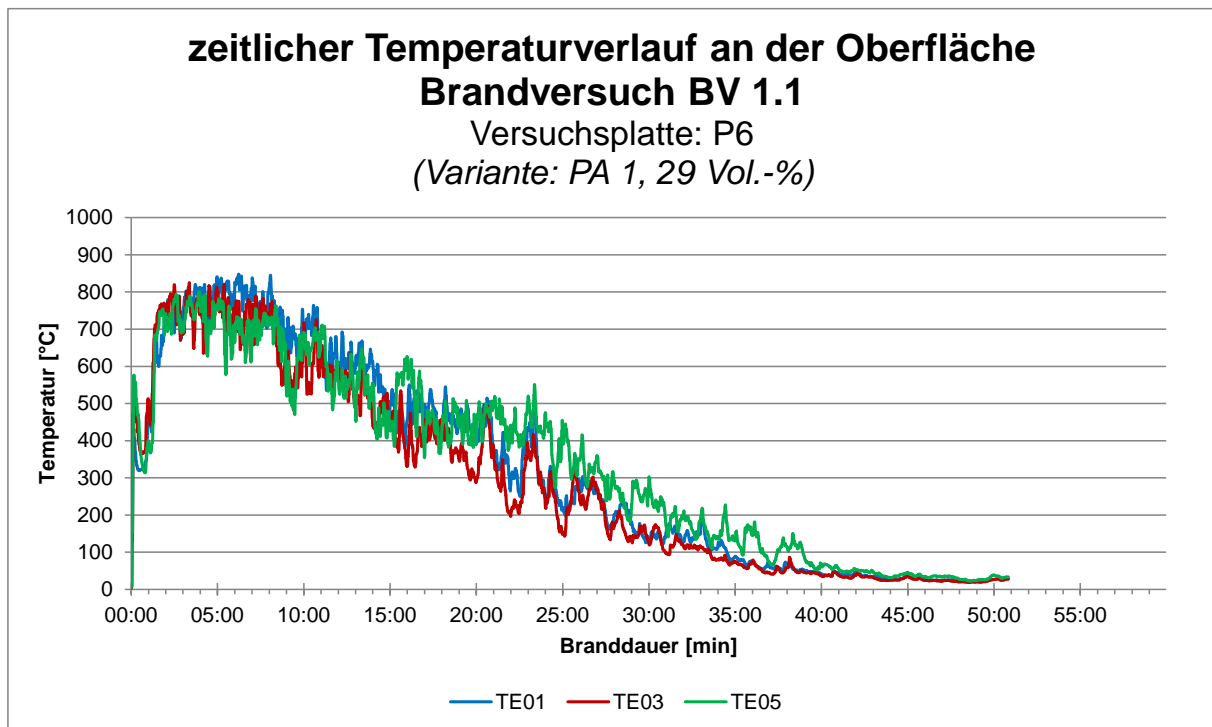
SMA - P5: Platte nach Versuchsende (links), Aufgabebereich (rechts)

## 5 Brandversuche – Brandverhalten (teil-)gesättigter Asphalte –

### 5.1 Brandversuch BV 1.1

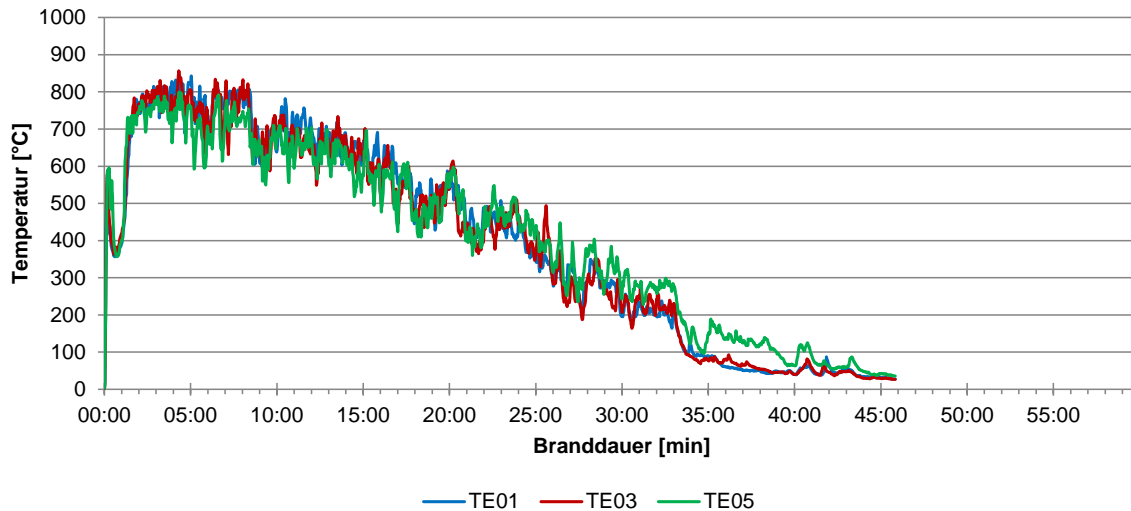
#### 5.1.1 Variante PA 1

##### 5.1.1.1 Auswertung der Versuchsplatten



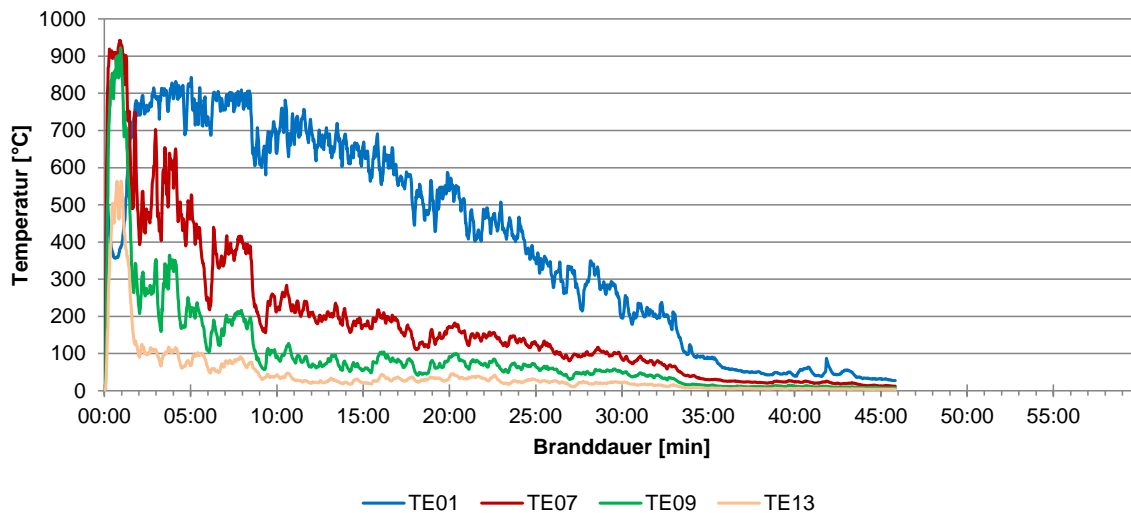
### zeitlicher Temperaturverlauf an der Oberfläche Brandversuch BV 1.1

Versuchsplatte: P7  
(Variante: PA 1, 29 Vol.-%)



### zeitlicher Temperaturverlauf über die Höhe Brandversuch BV 1.1

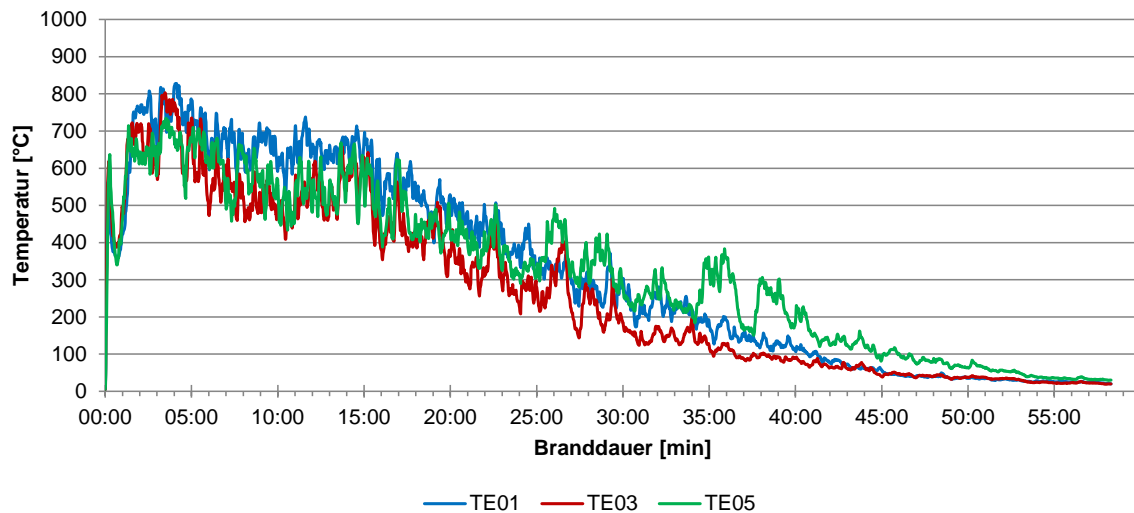
Versuchsplatte: P7  
(Variante: PA 1, 29 Vol.-%)





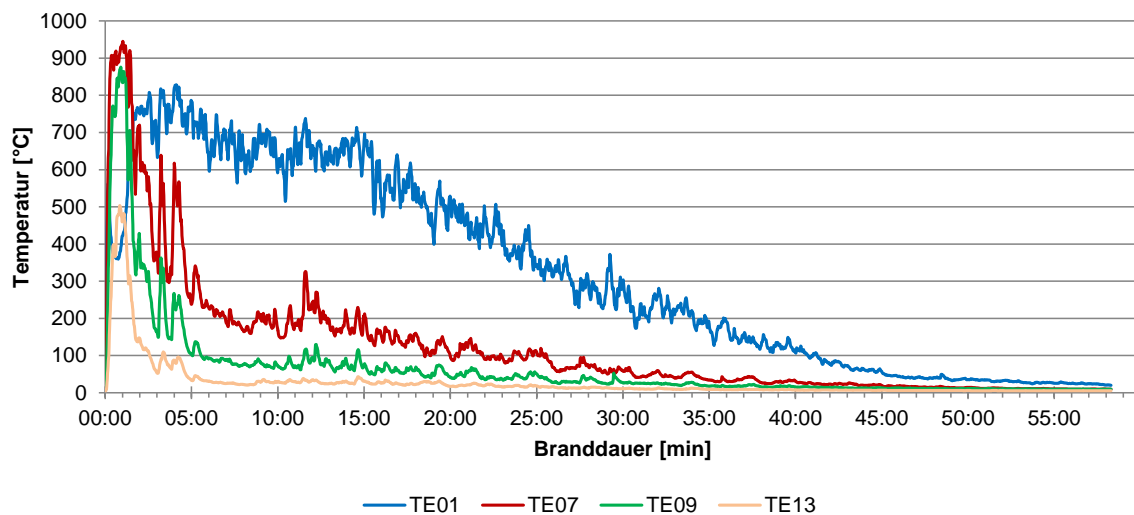
### zeitlicher Temperaturverlauf an der Oberfläche Brandversuch BV 1.1

Versuchsplatte: P8  
(Variante: PA 1, 29 Vol.-%)

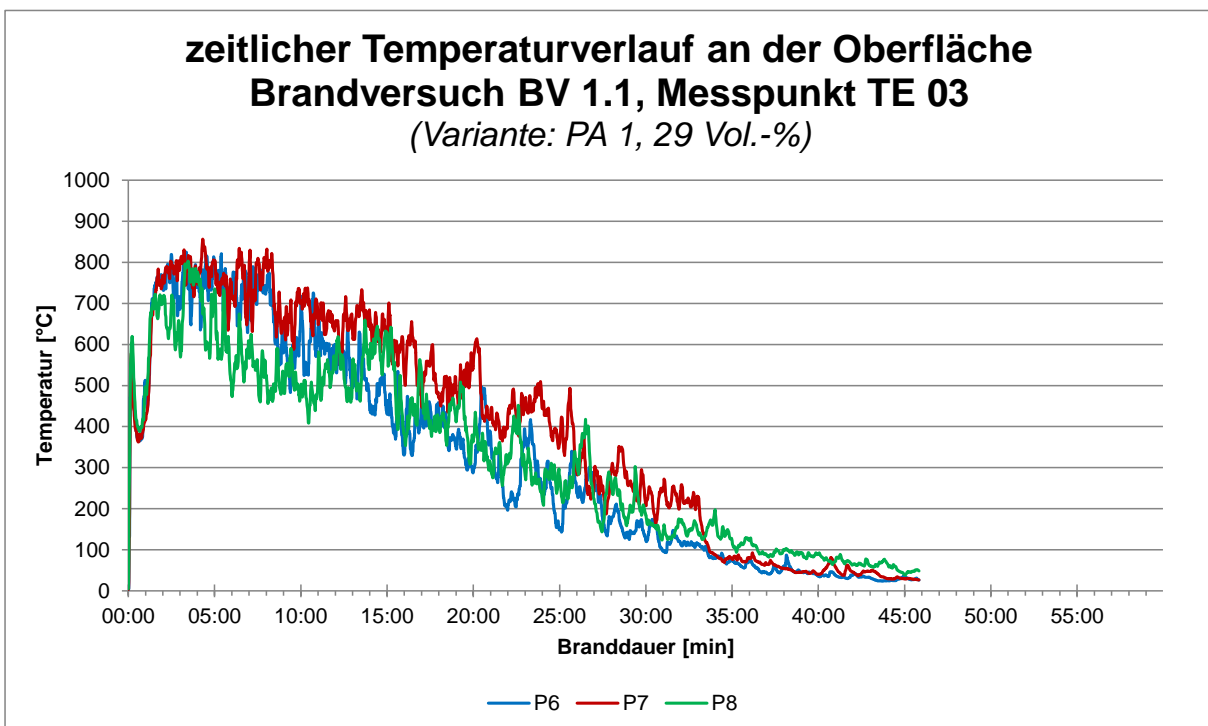
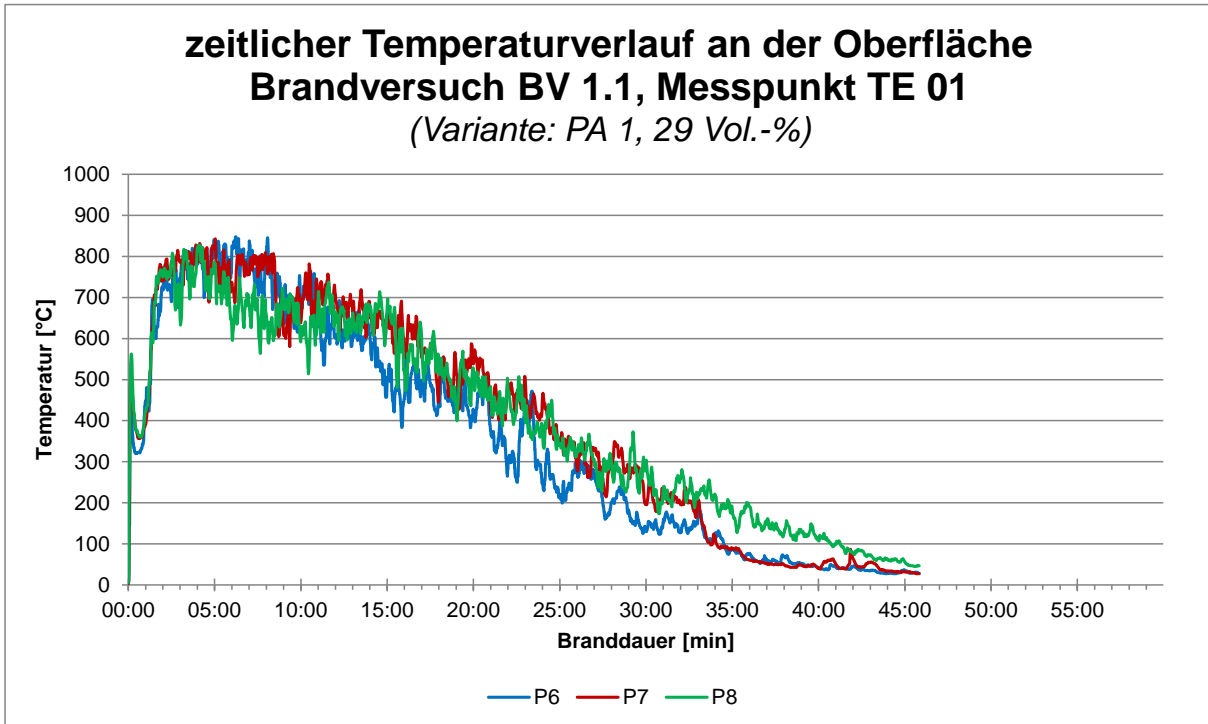


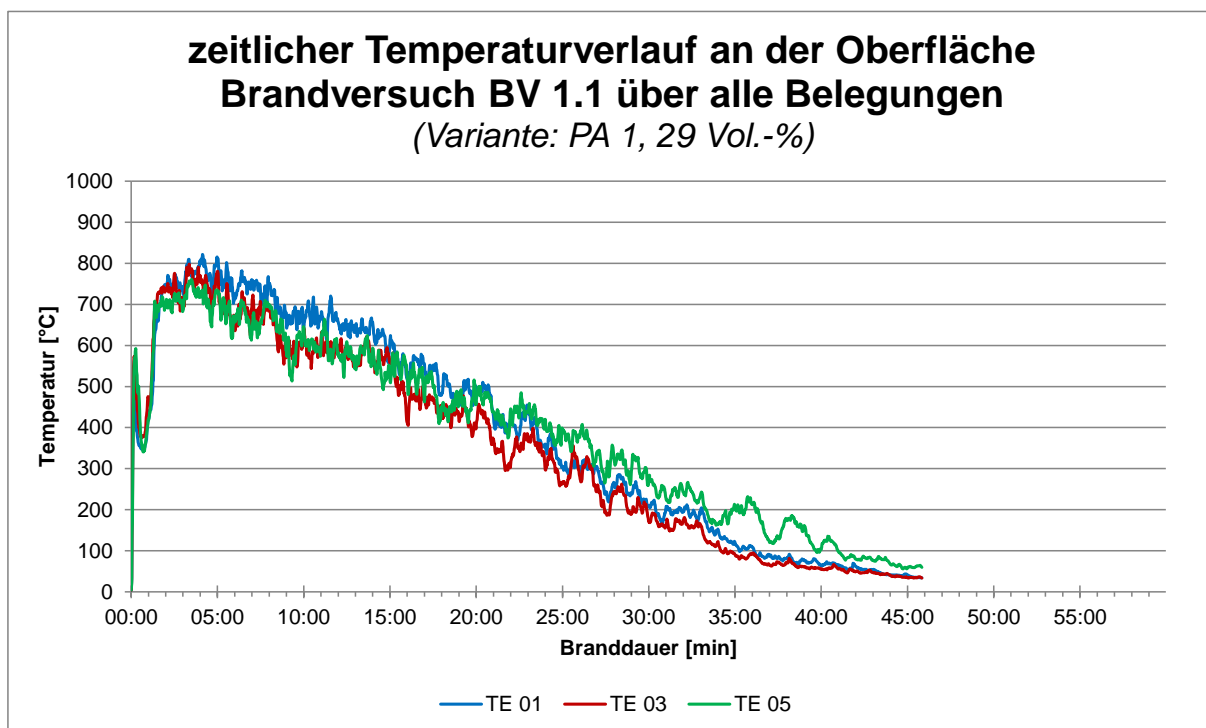
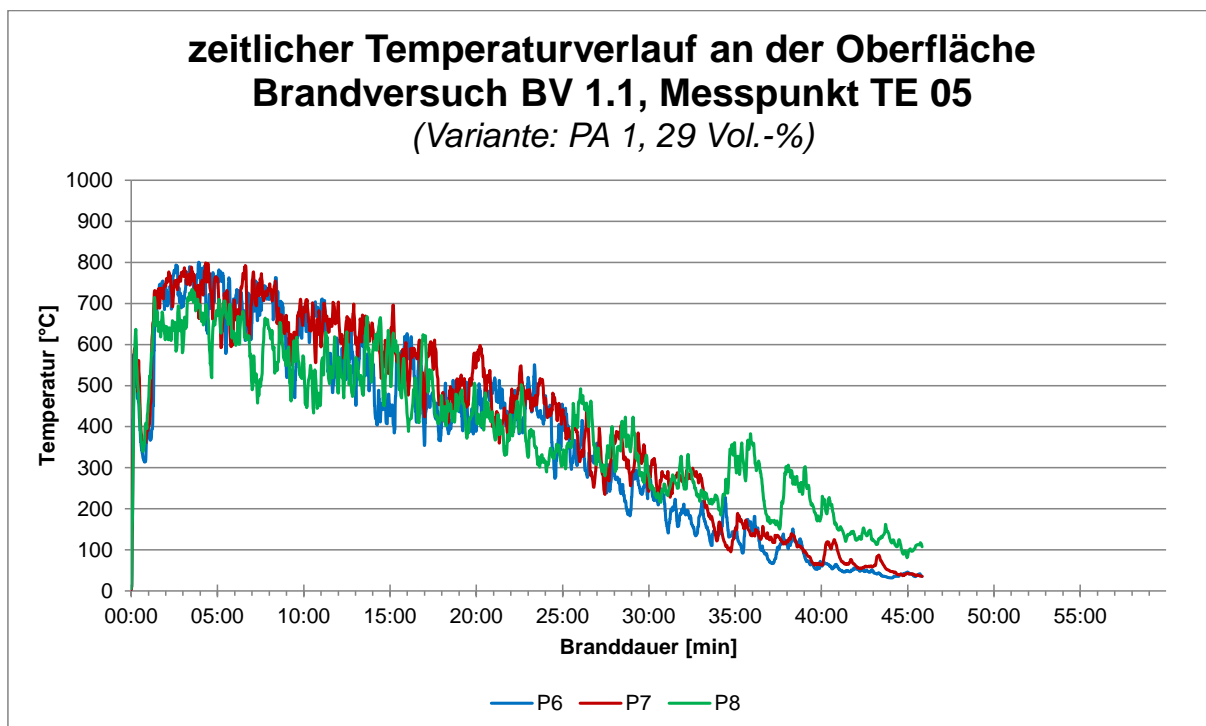
### zeitlicher Temperaturverlauf über die Höhe Brandversuch BV 1.1

Versuchsplatte: P8  
(Variante: PA 1, 29 Vol.-%)

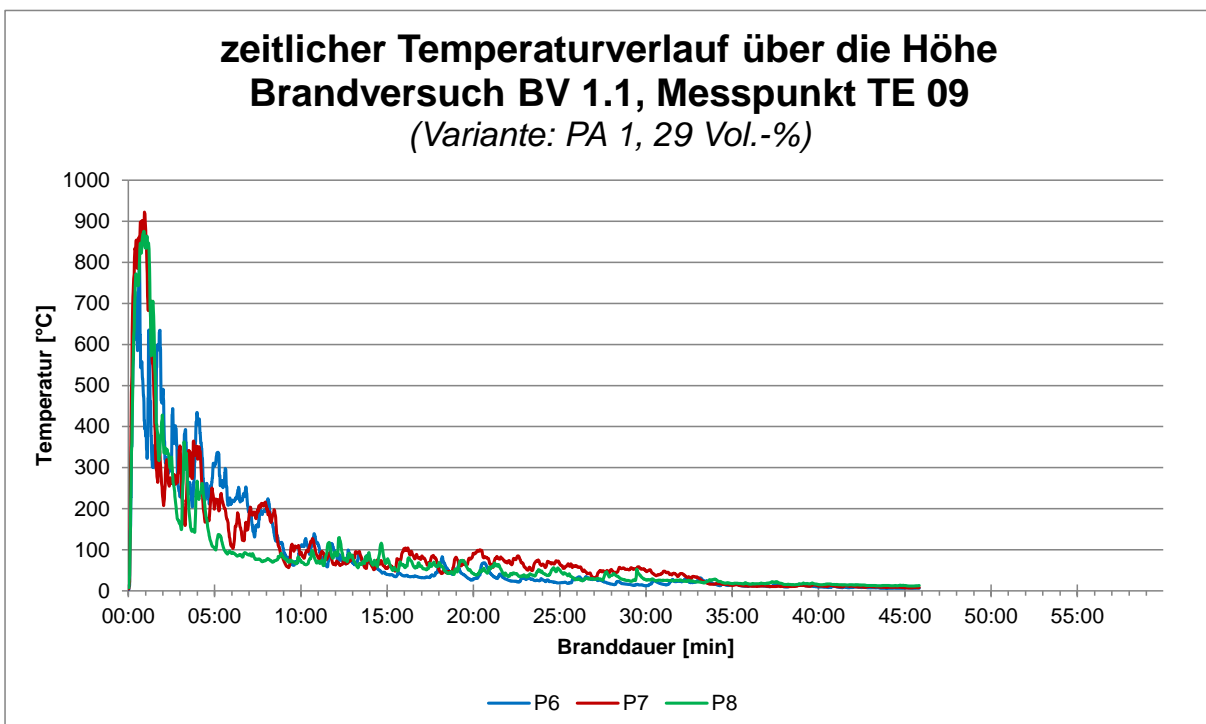
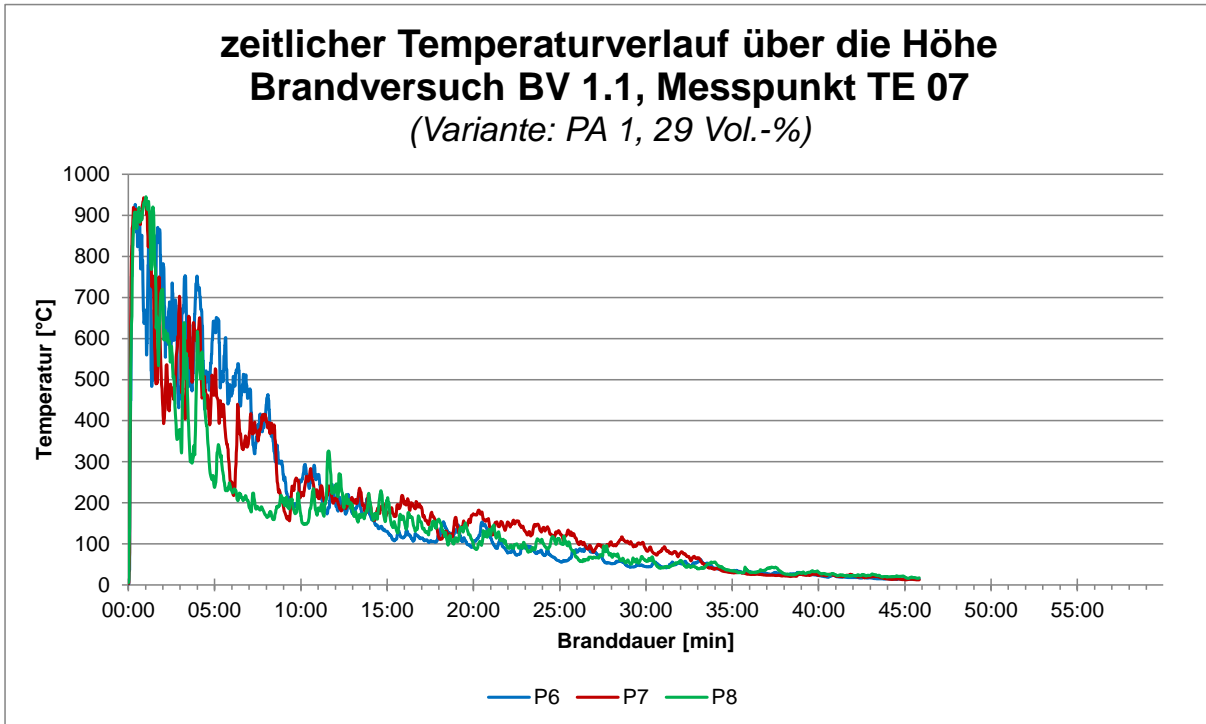


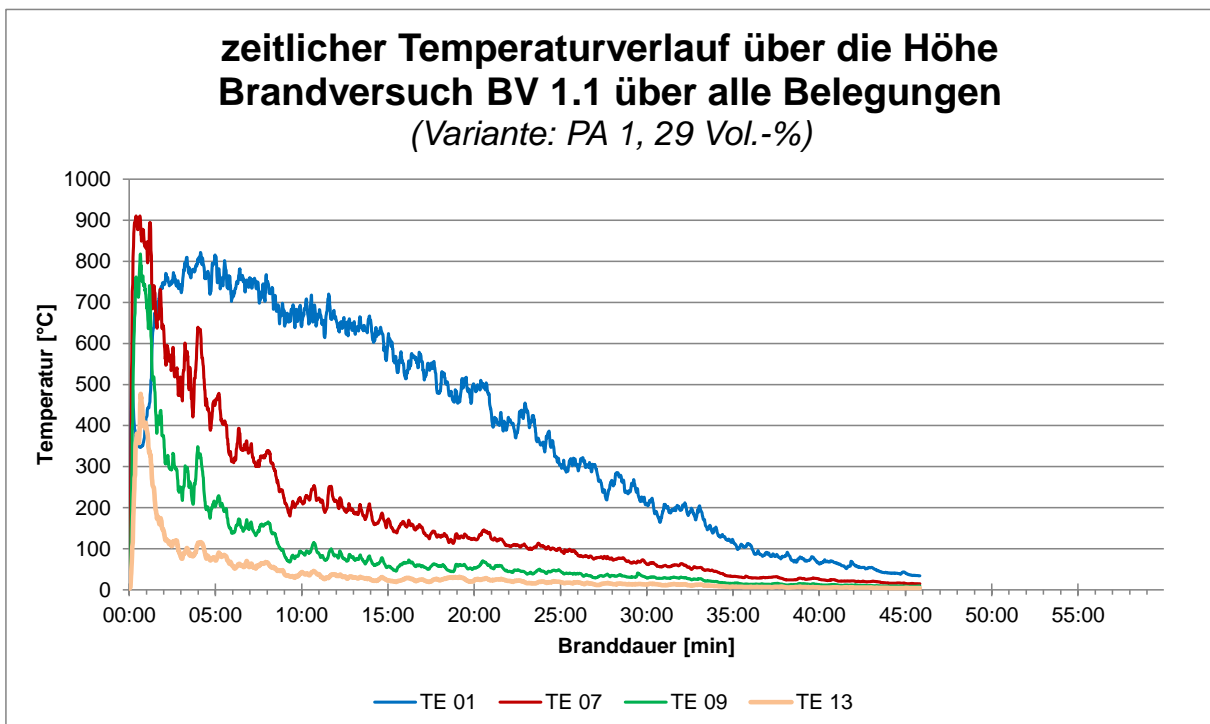
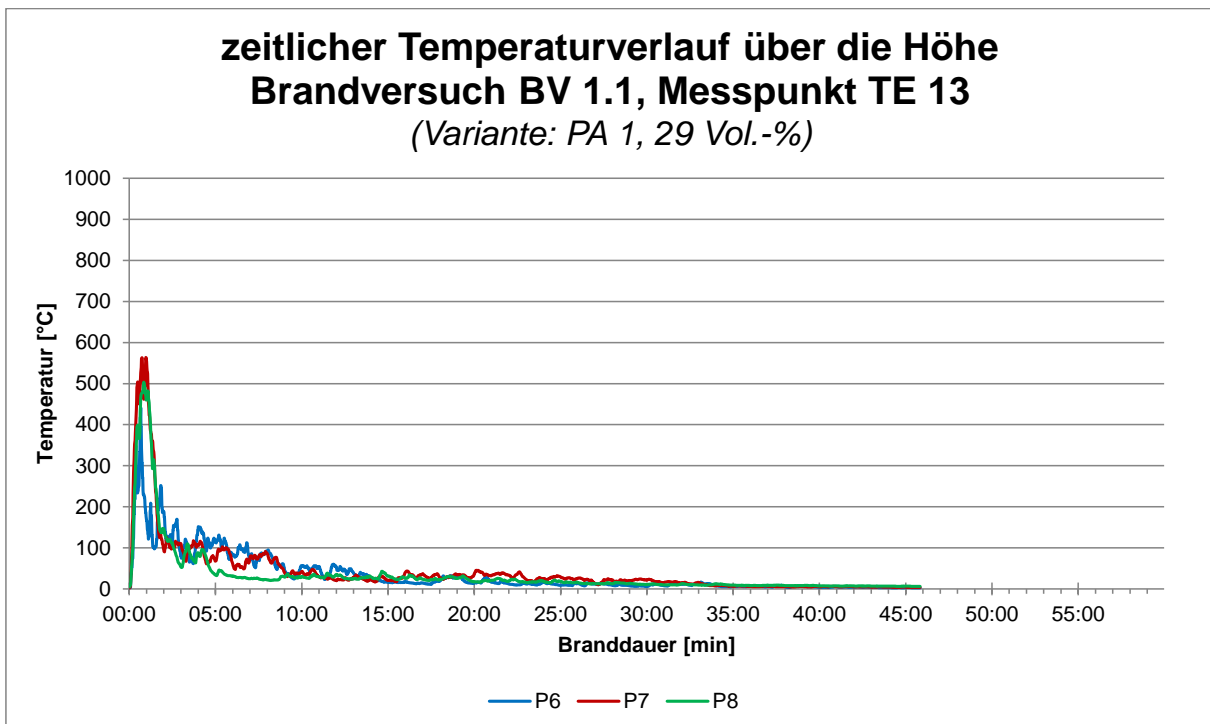
5.1.1.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche



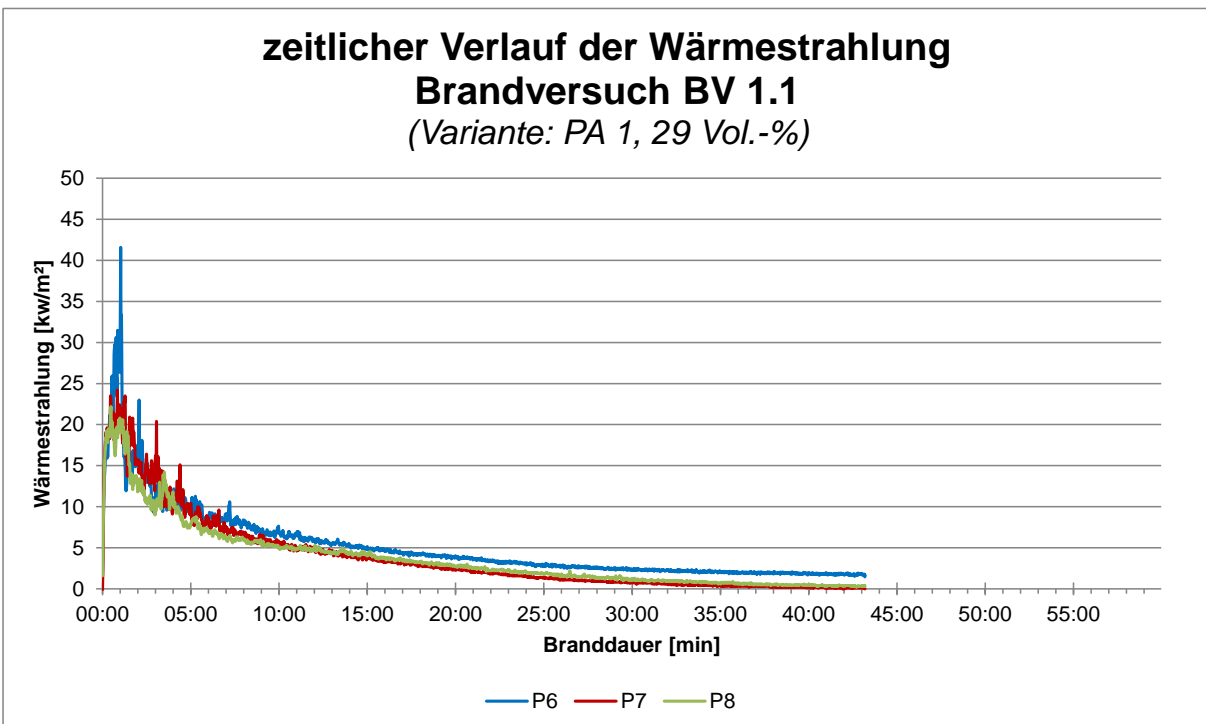
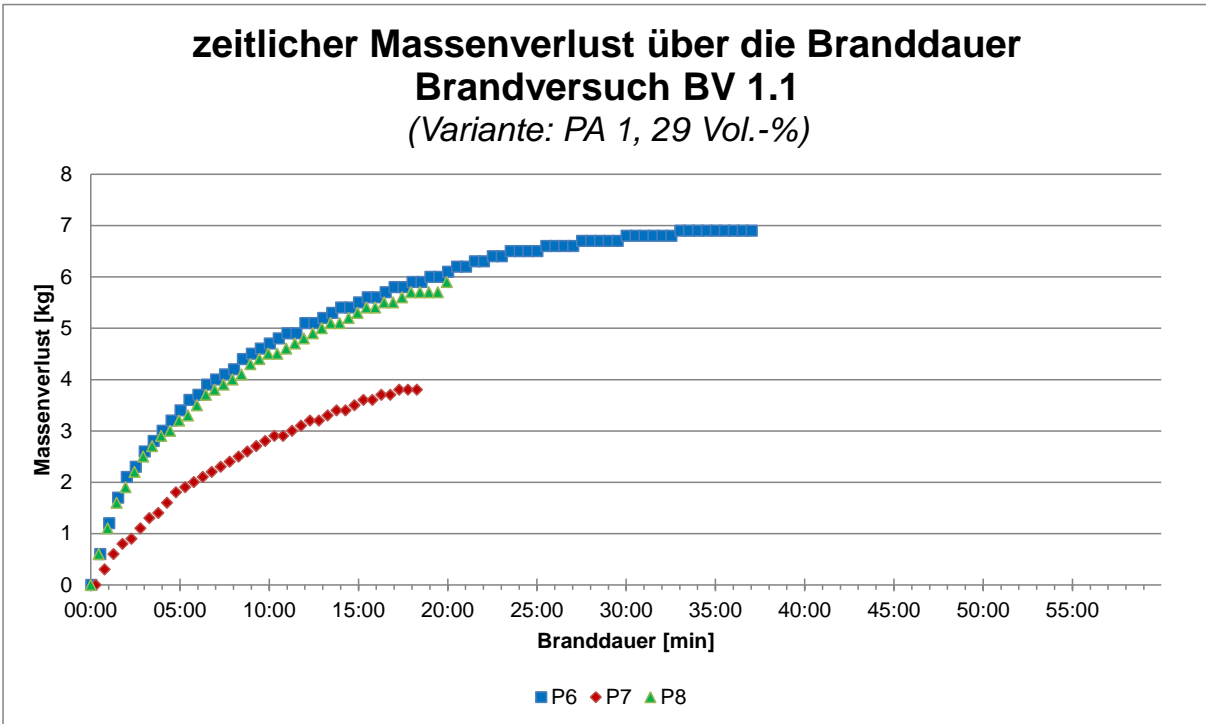


## 5.1.1.3 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe



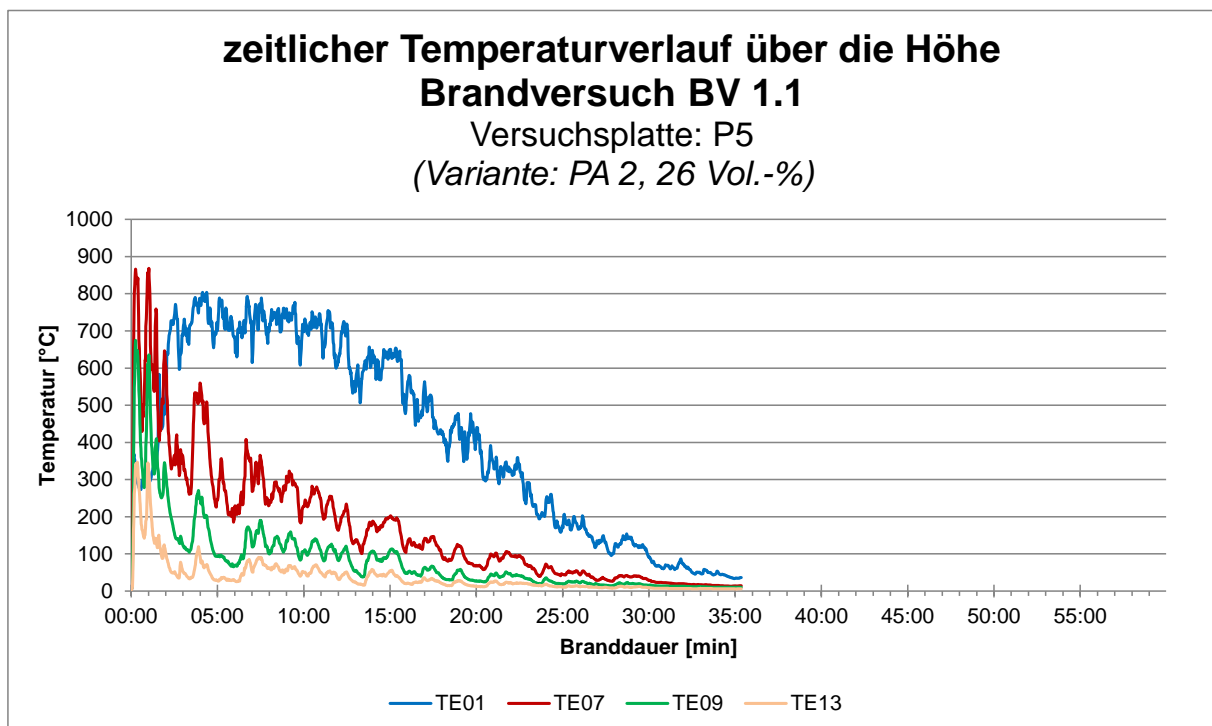
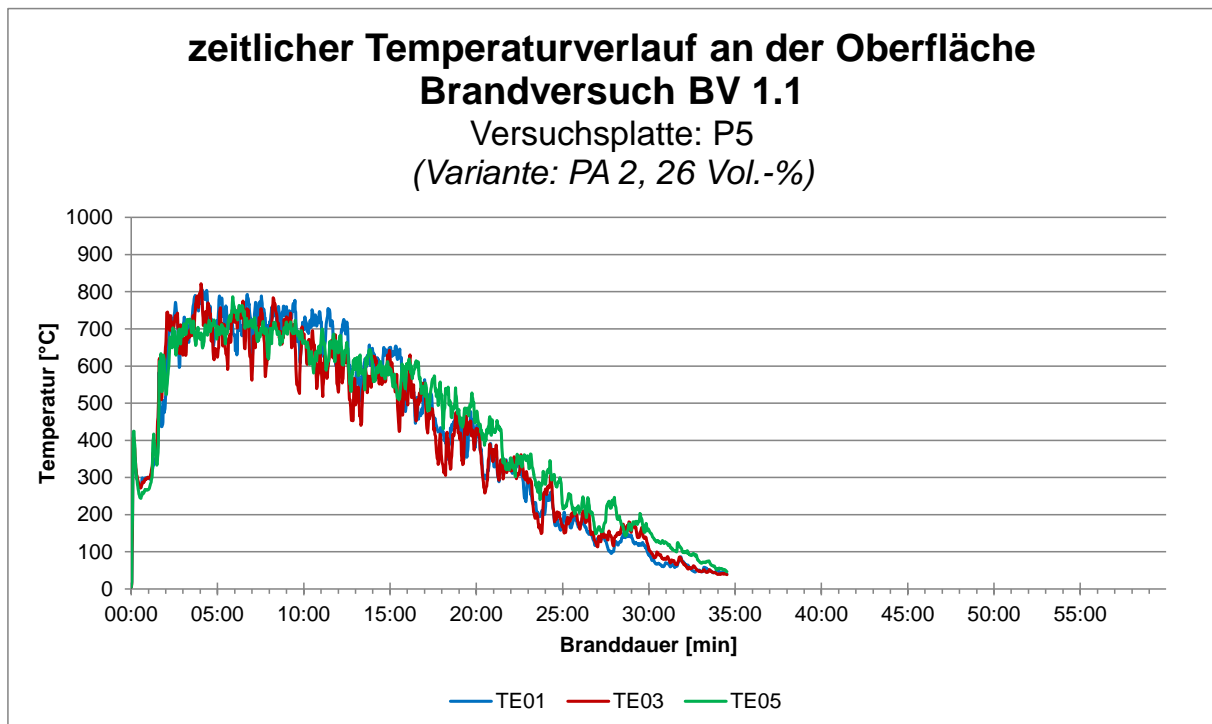


5.1.1.4 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung



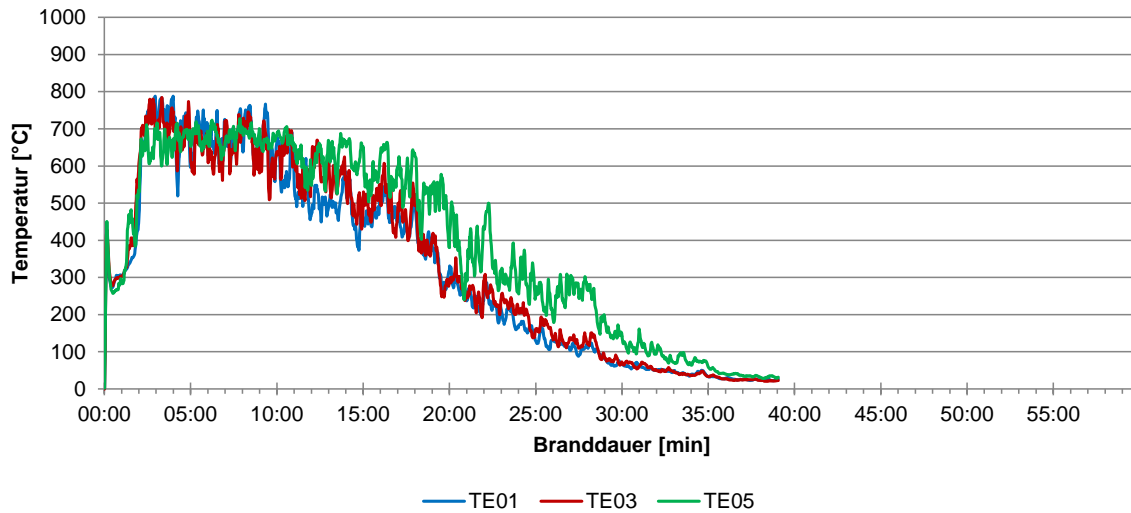
## 5.1.2 Variante PA 2

### 5.1.2.1 Auswertung der Versuchsplatten



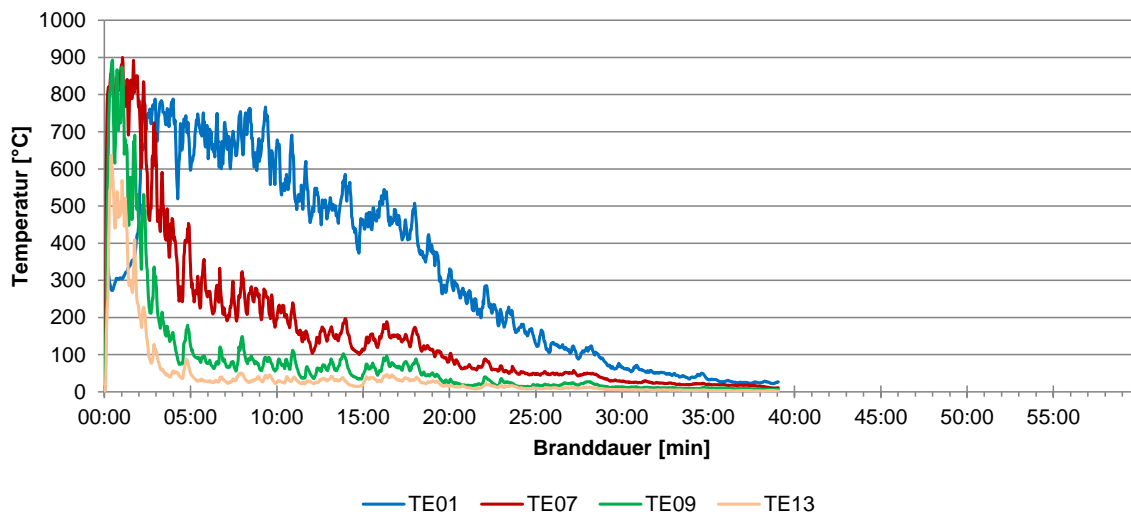
### zeitlicher Temperaturverlauf an der Oberfläche Brandversuch BV 1.1

Versuchsplatte: P4  
(Variante: PA 2, 26 Vol.-%)

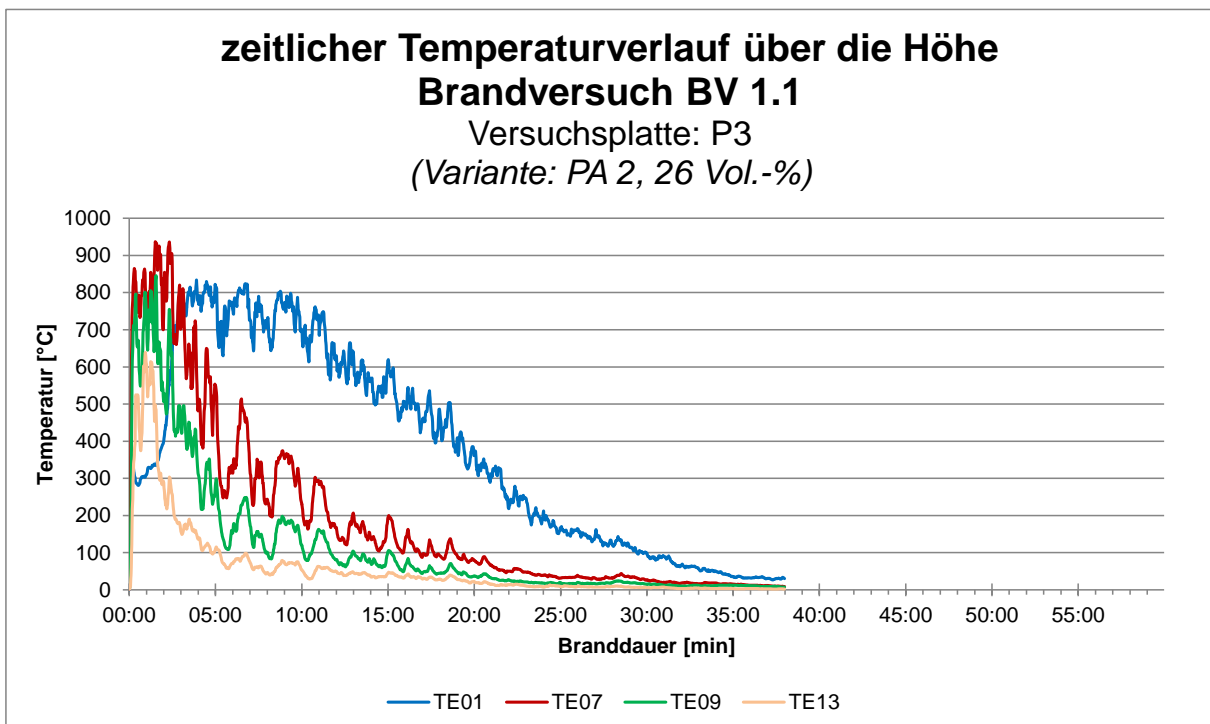
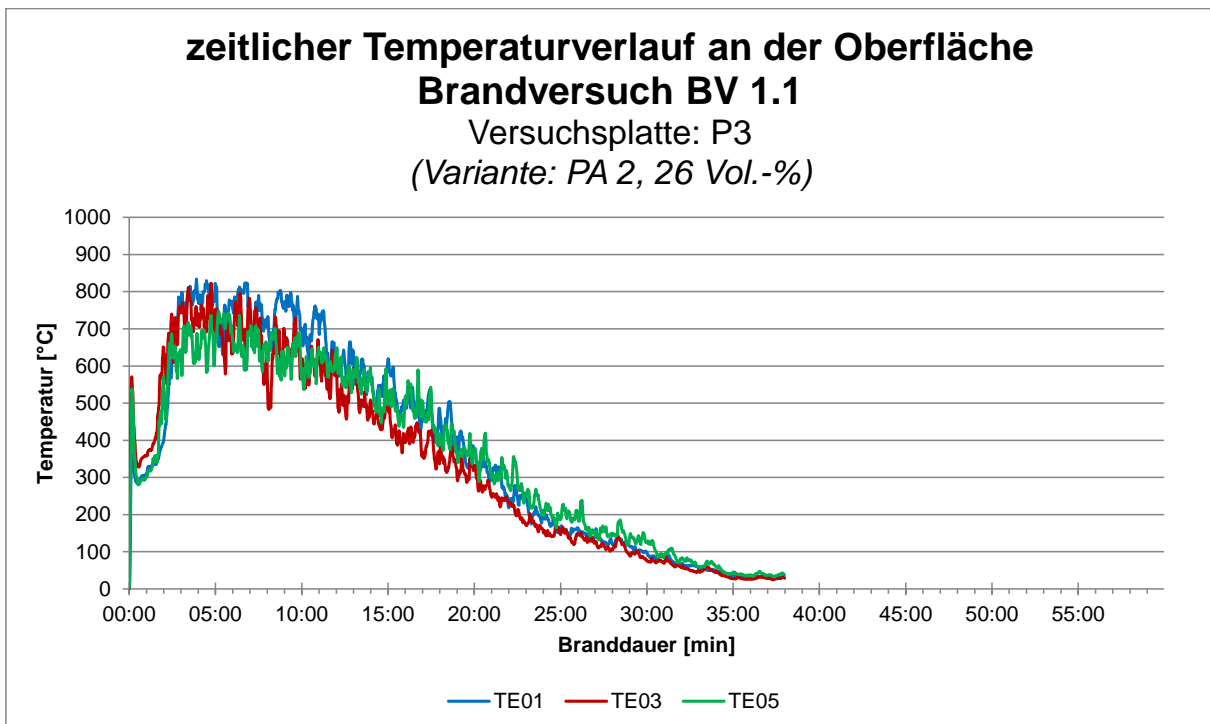


### zeitlicher Temperaturverlauf über die Höhe Brandversuch BV 1.1

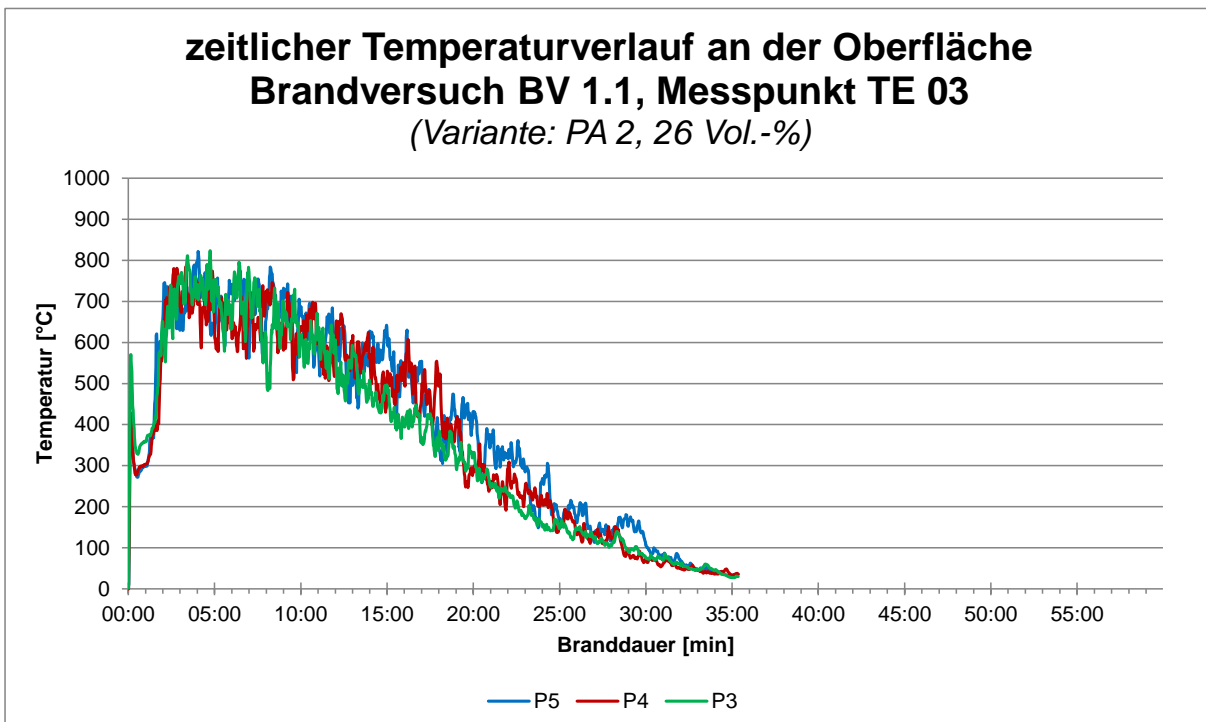
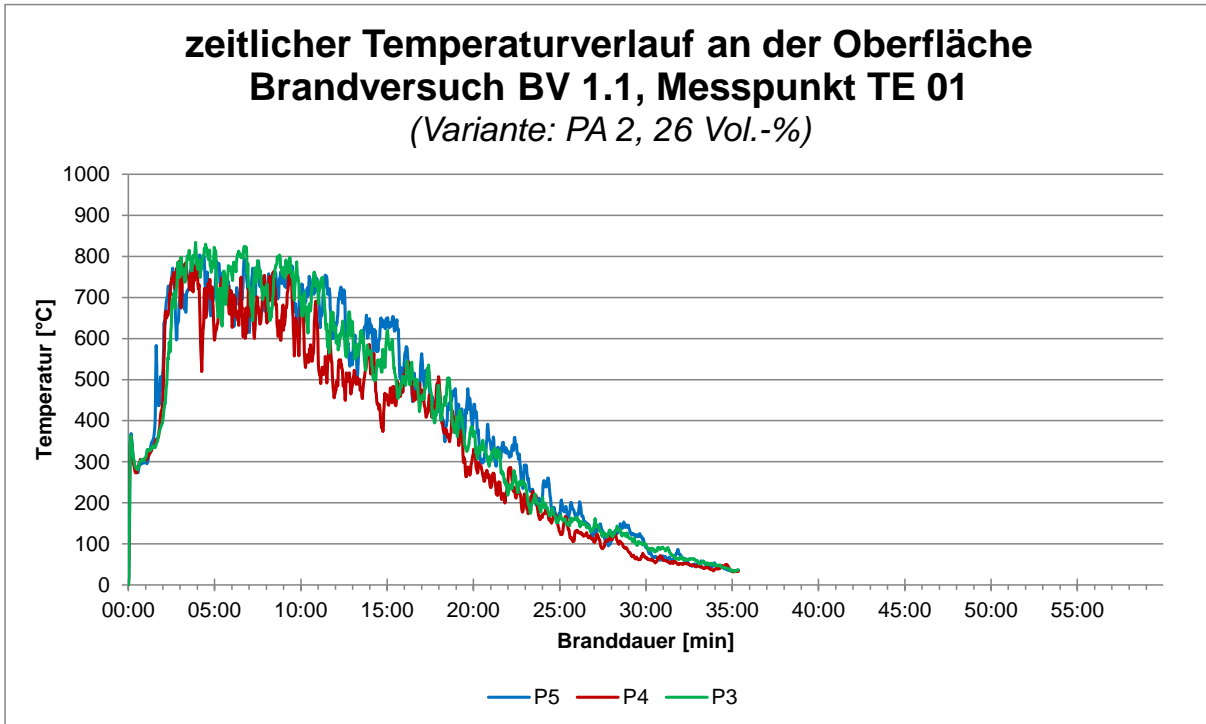
Versuchsplatte: P4  
(Variante: PA 2, 26 Vol.-%)

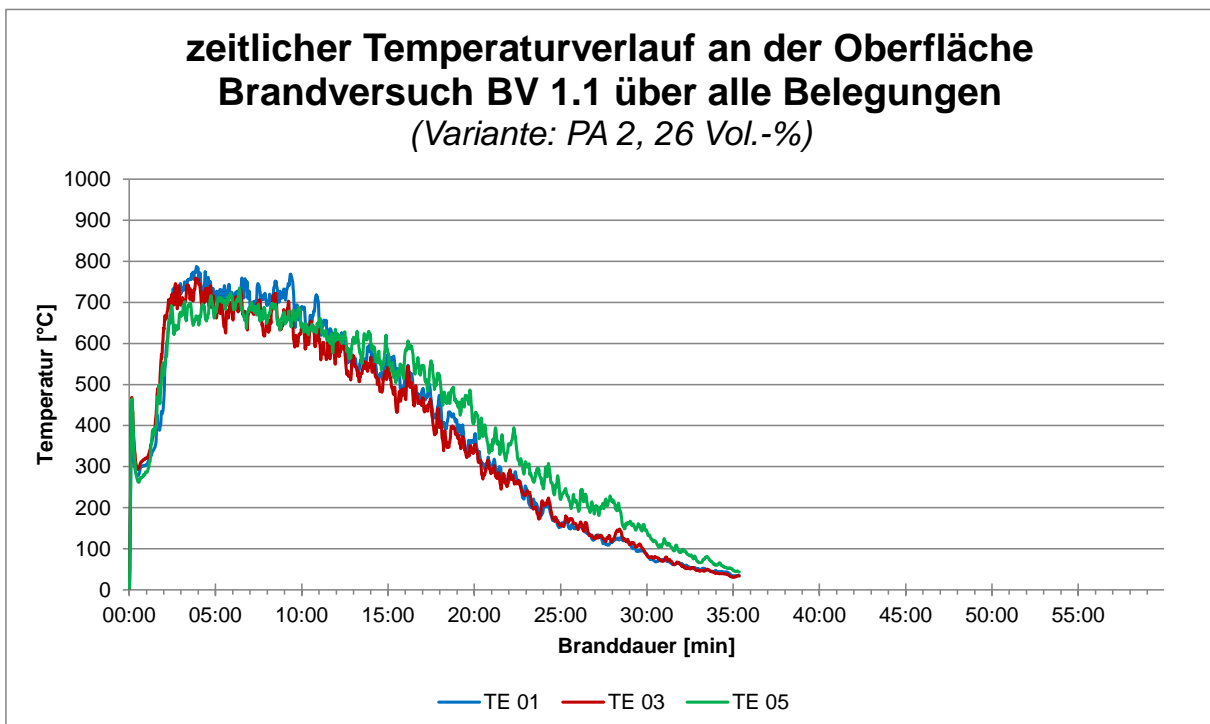
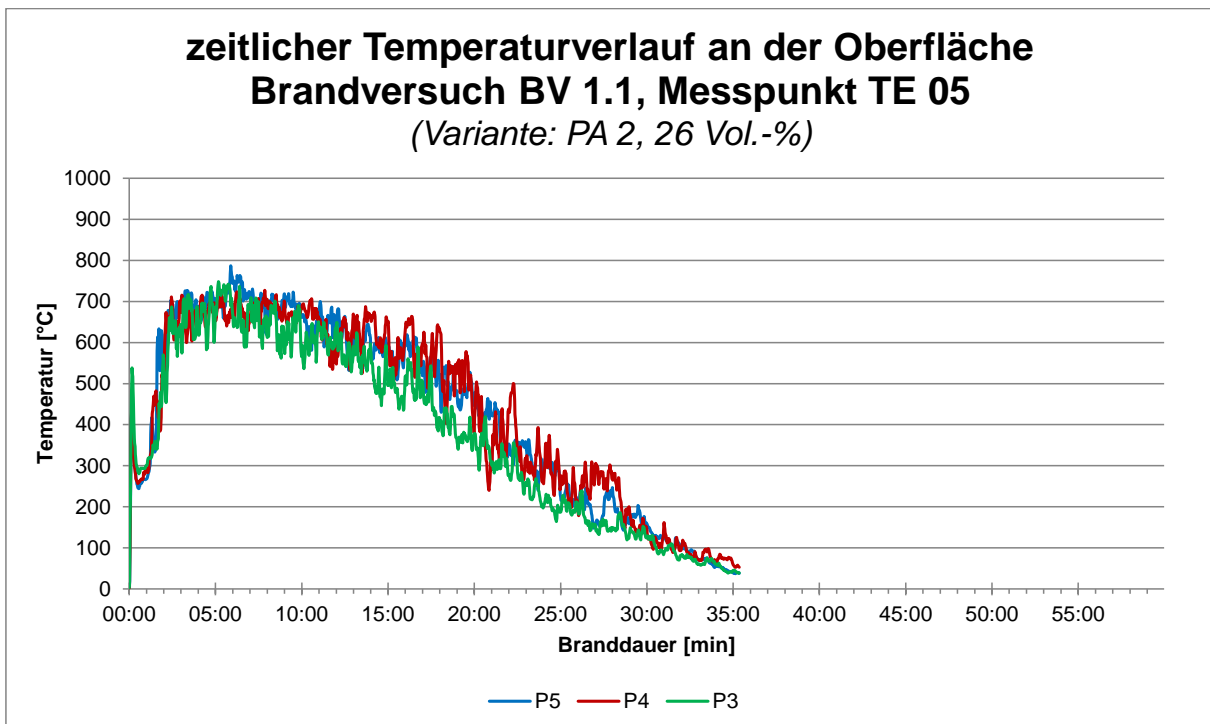




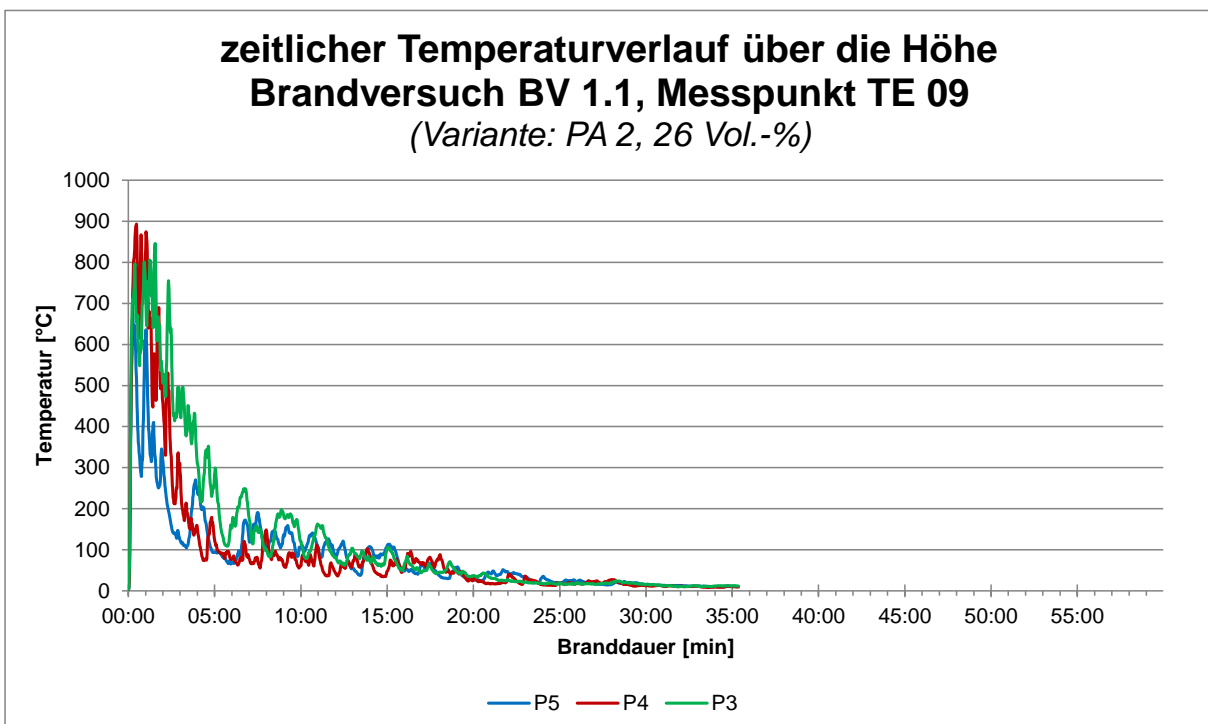
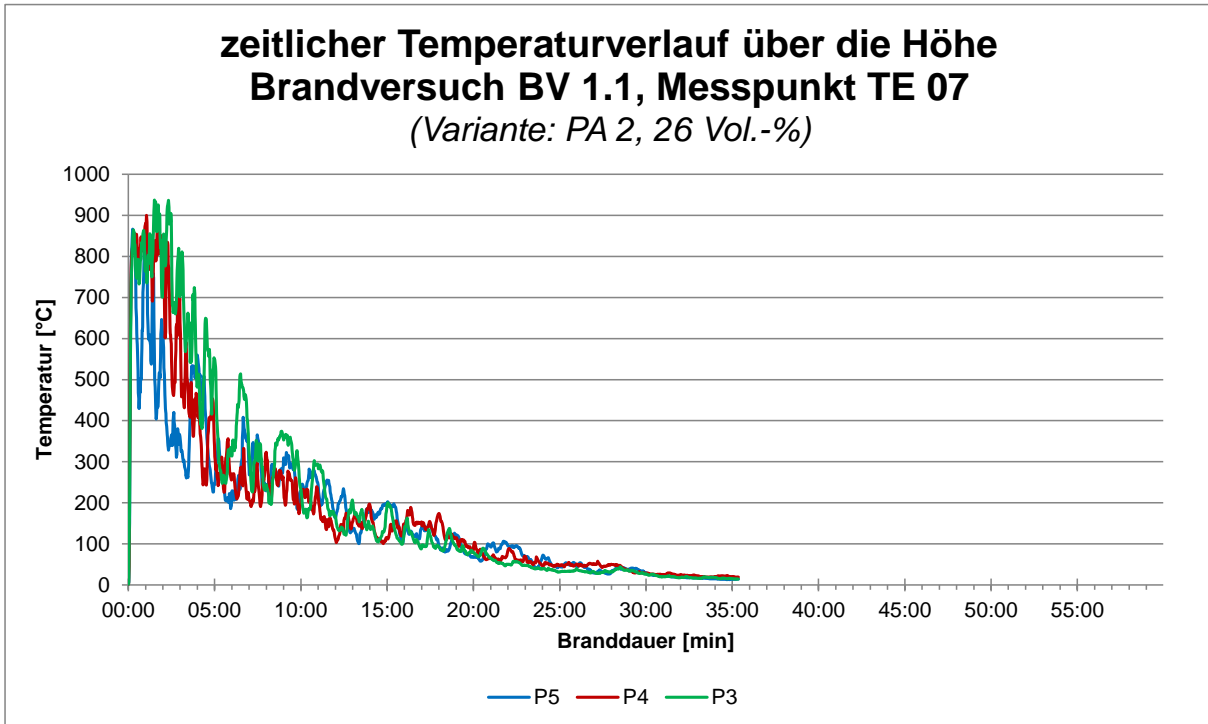


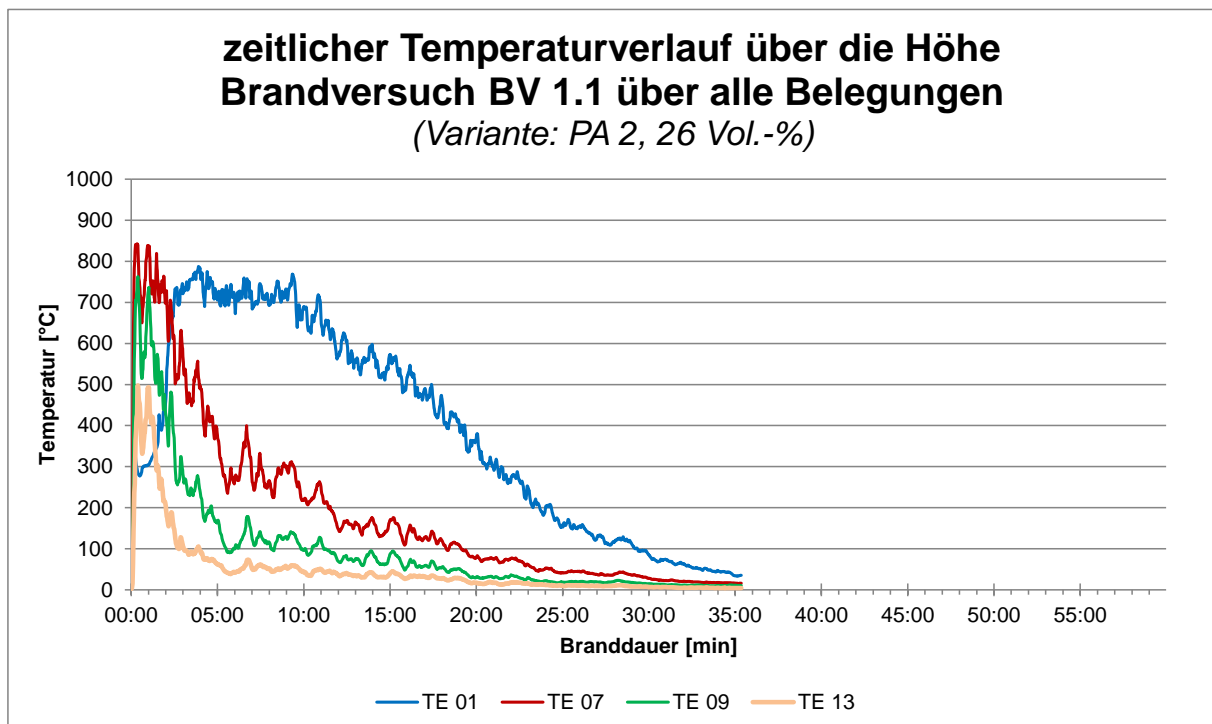
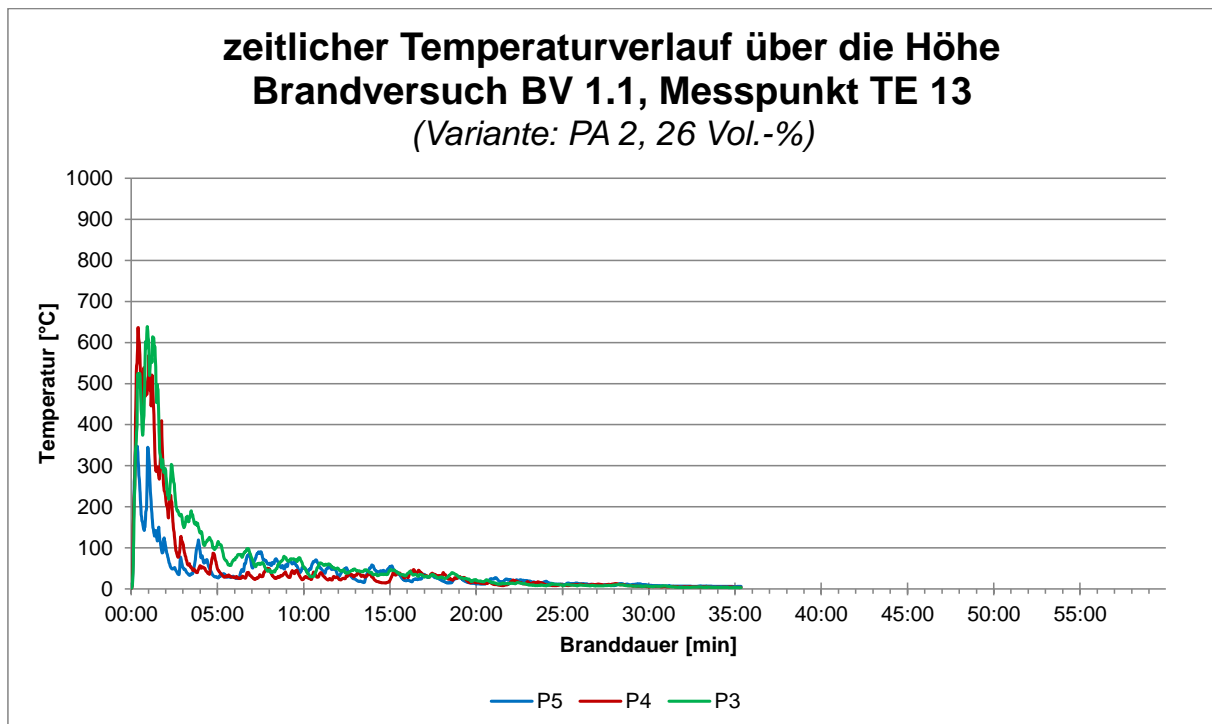
## 5.1.2.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche



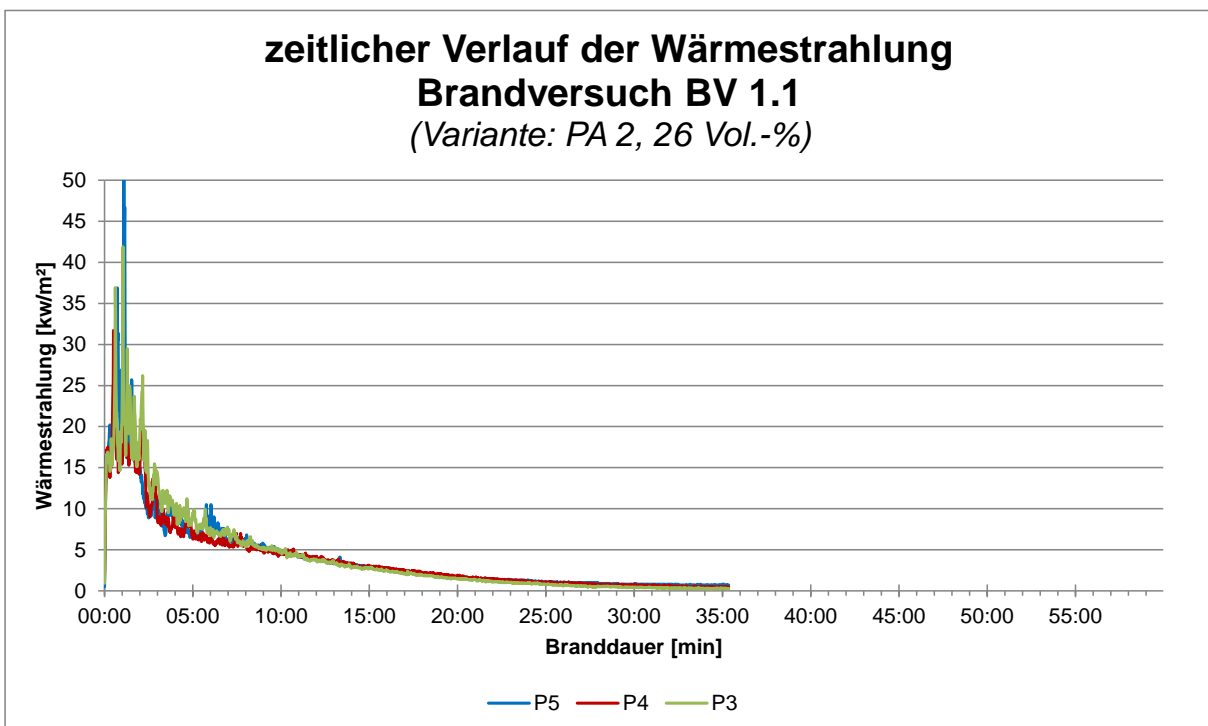
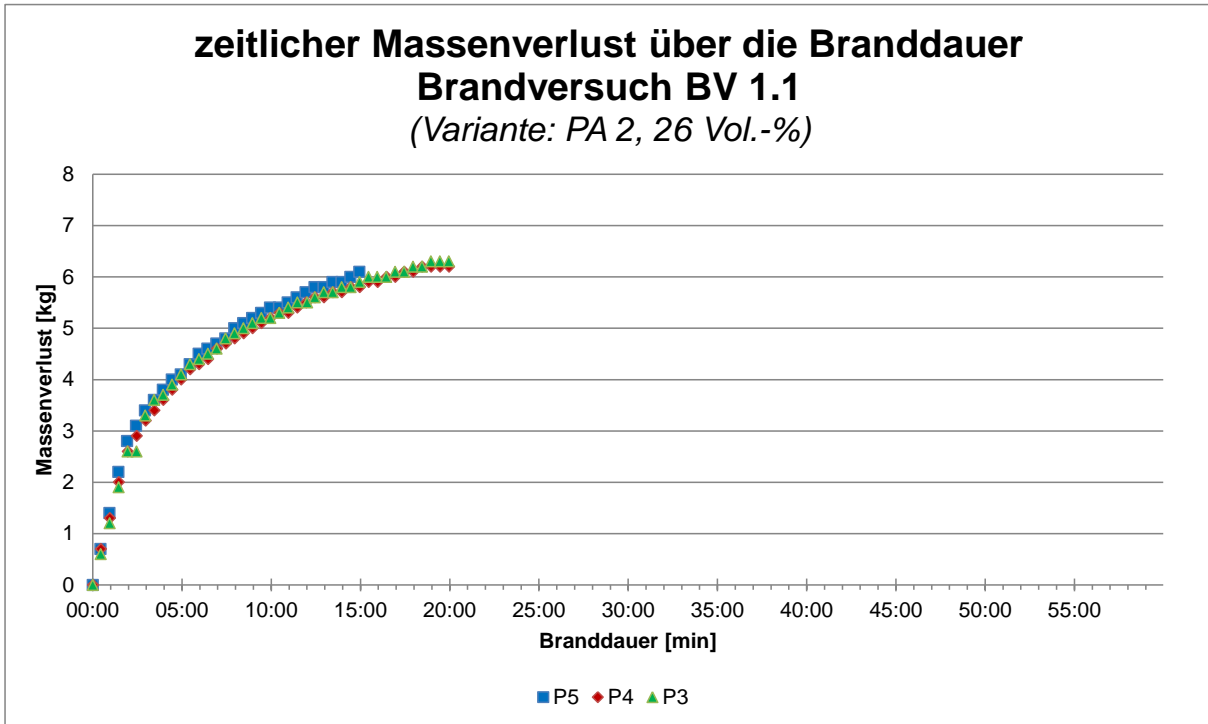


5.1.2.3 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe



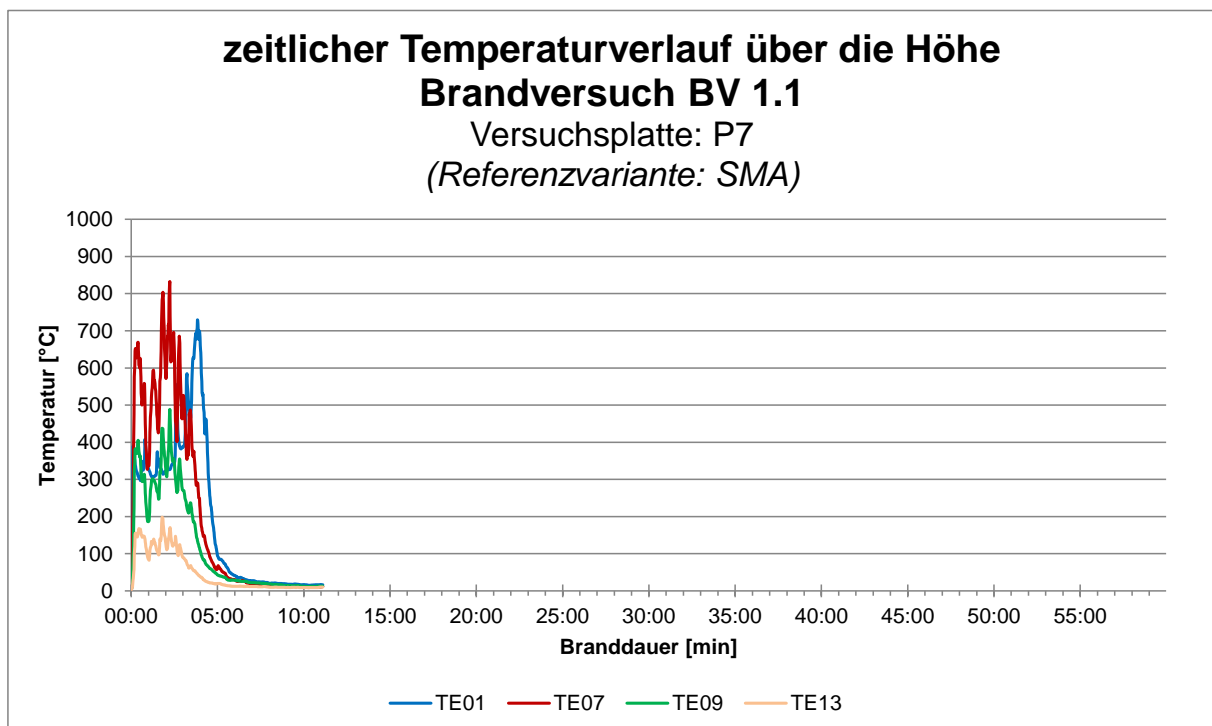
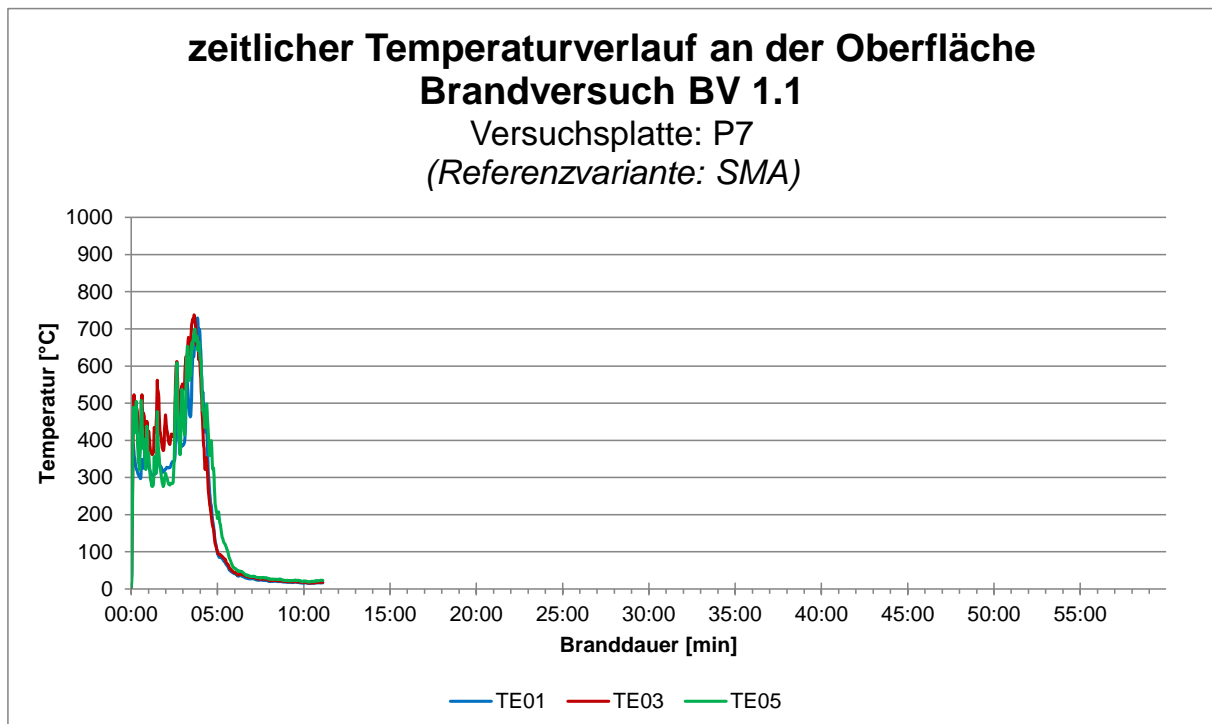


5.1.2.4 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung



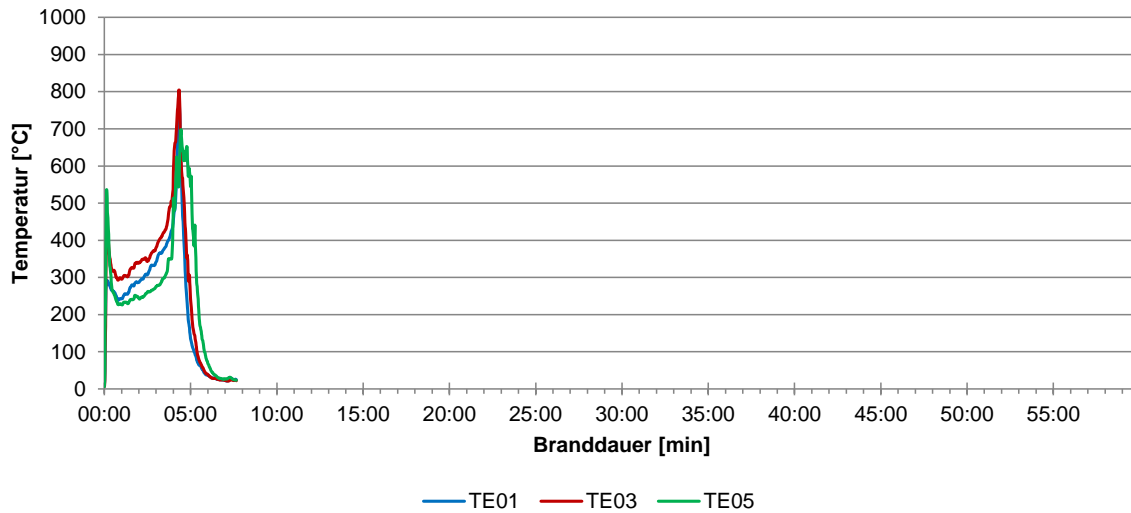
### 5.1.3 Variante SMA

#### 5.1.3.1 Auswertung der Versuchsplatten



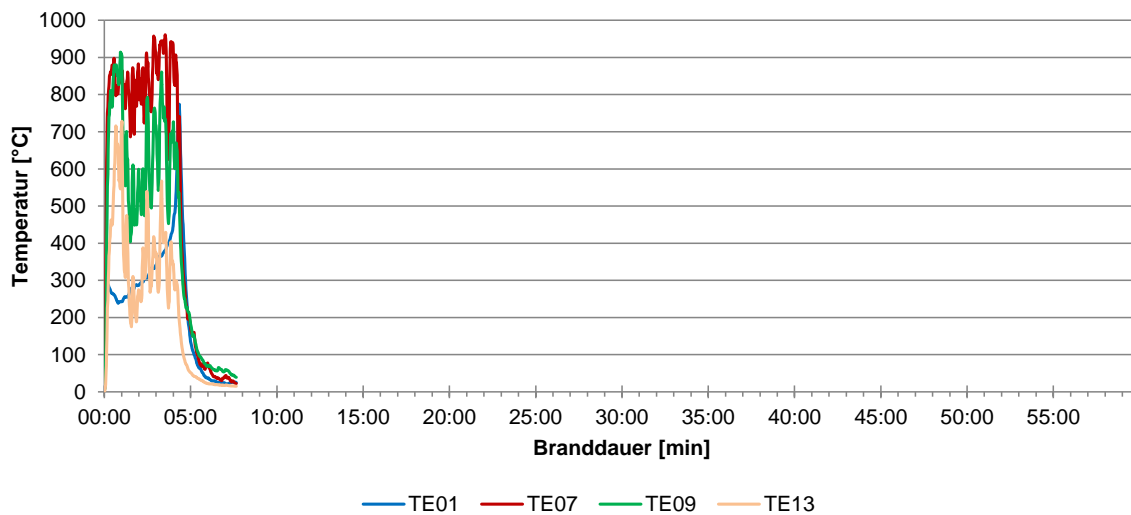
### zeitlicher Temperaturverlauf an der Oberfläche Brandversuch BV 1.1

Versuchsplatte: P6  
(Referenzvariante: SMA)

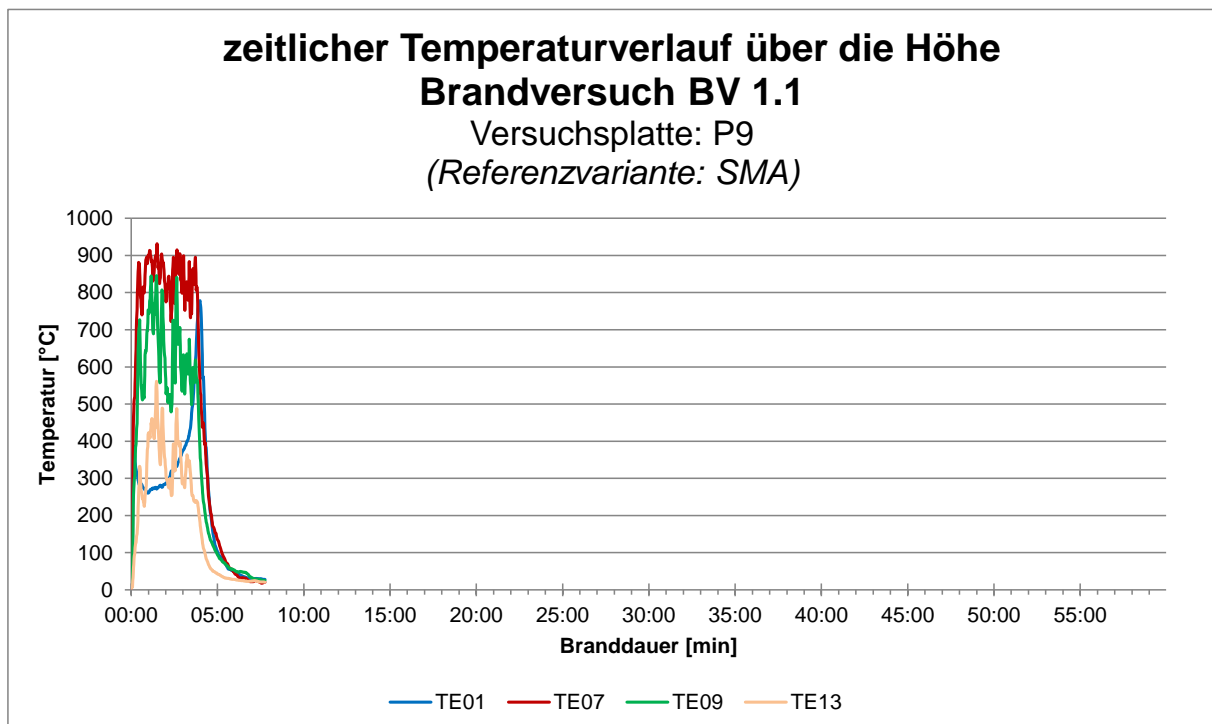
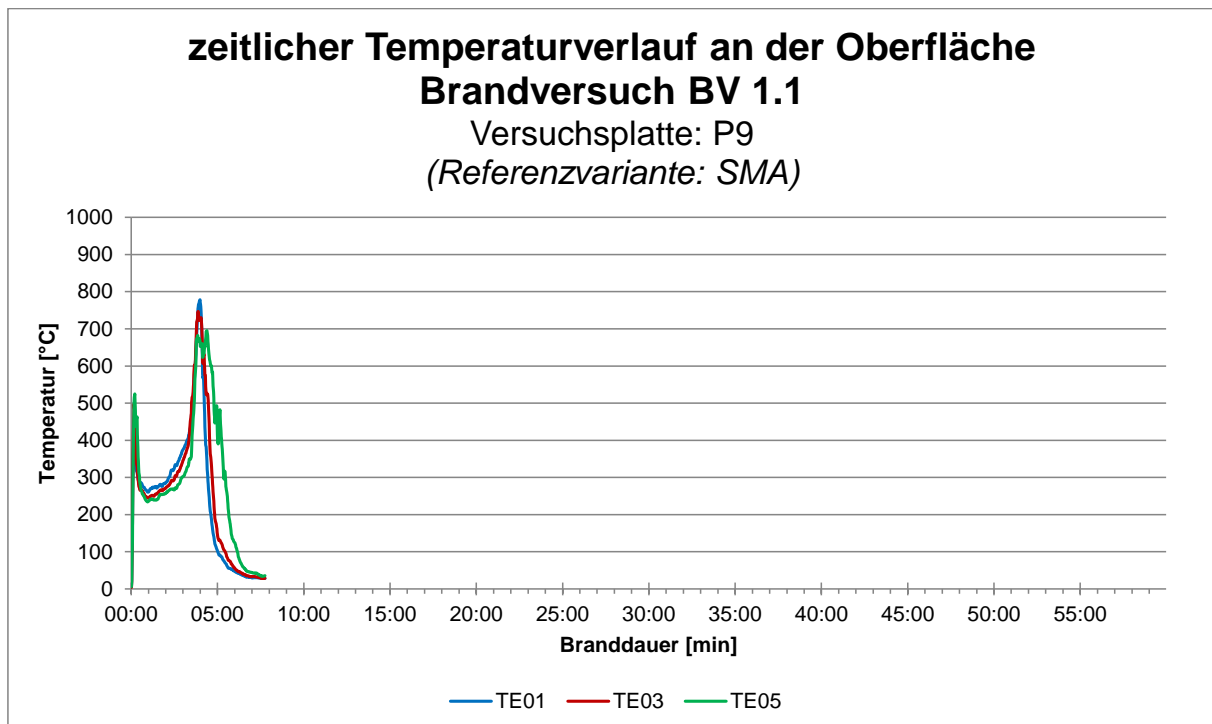


### zeitlicher Temperaturverlauf über die Höhe Brandversuch BV 1.1

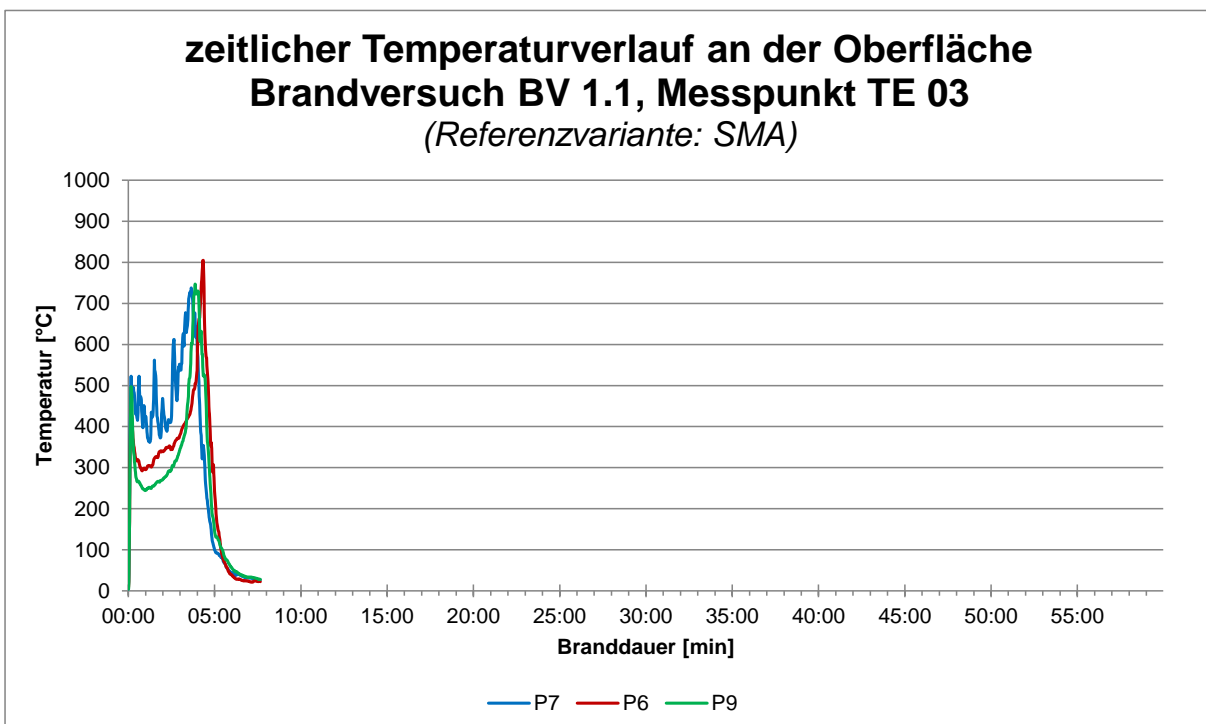
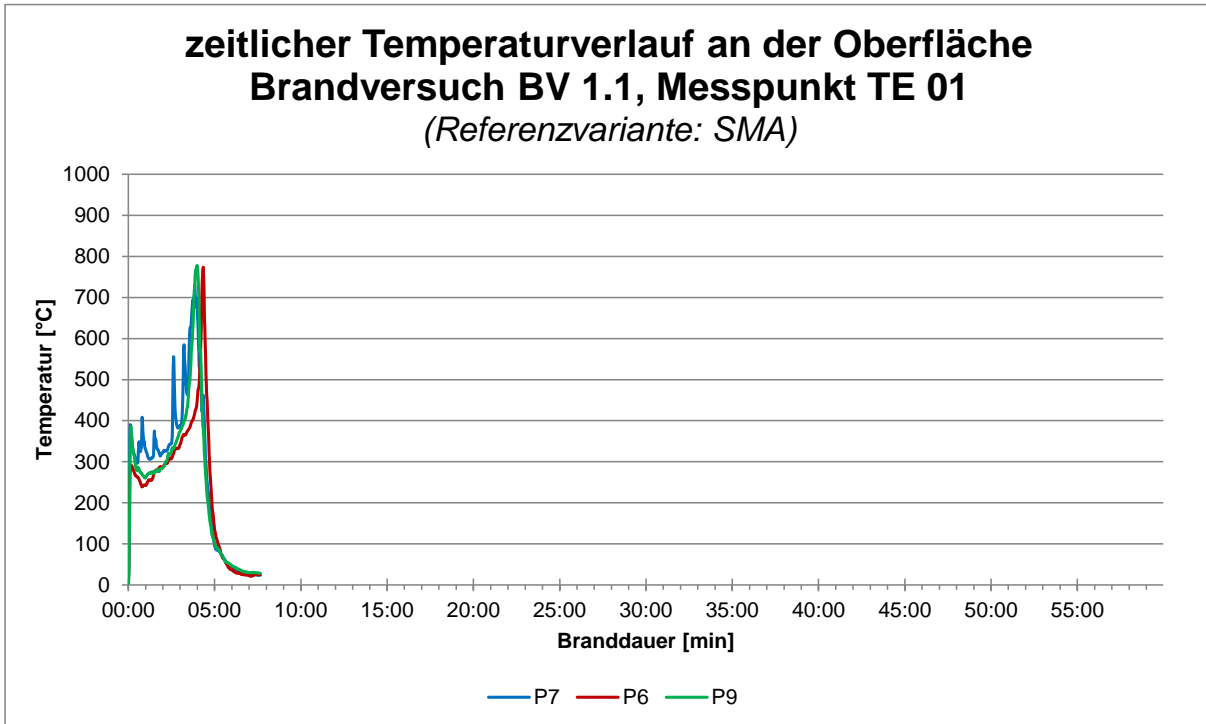
Versuchsplatte: P6  
(Referenzvariante: SMA)

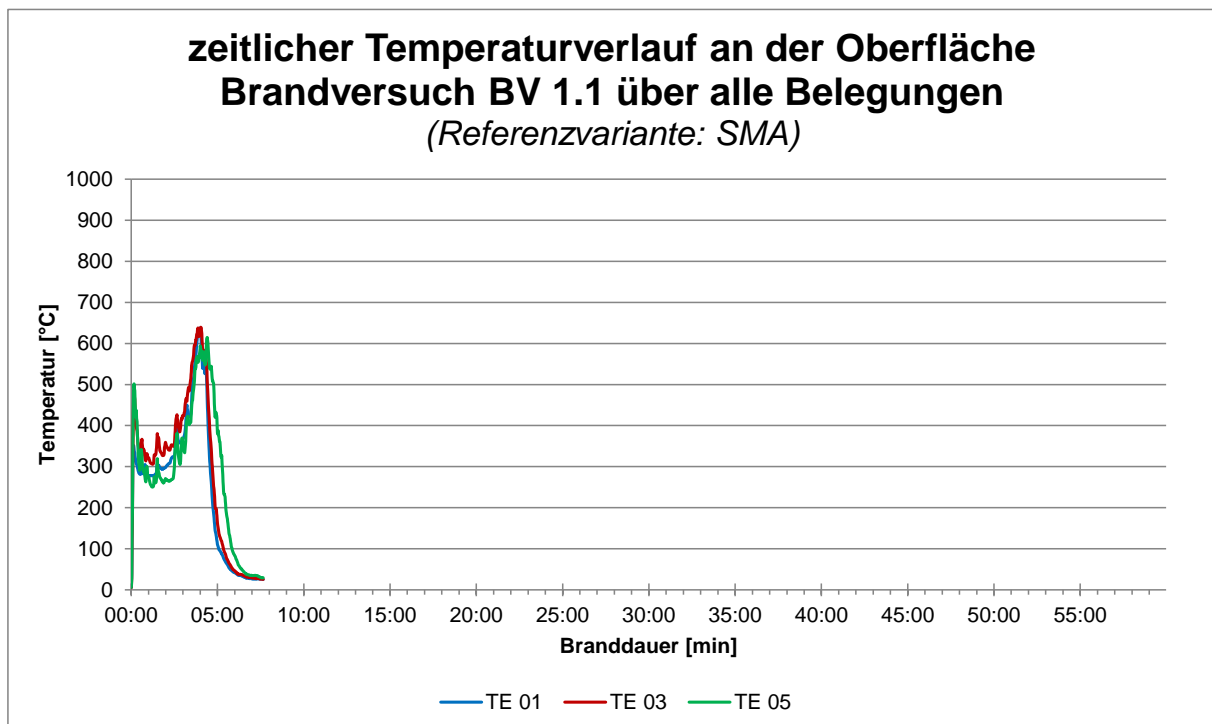
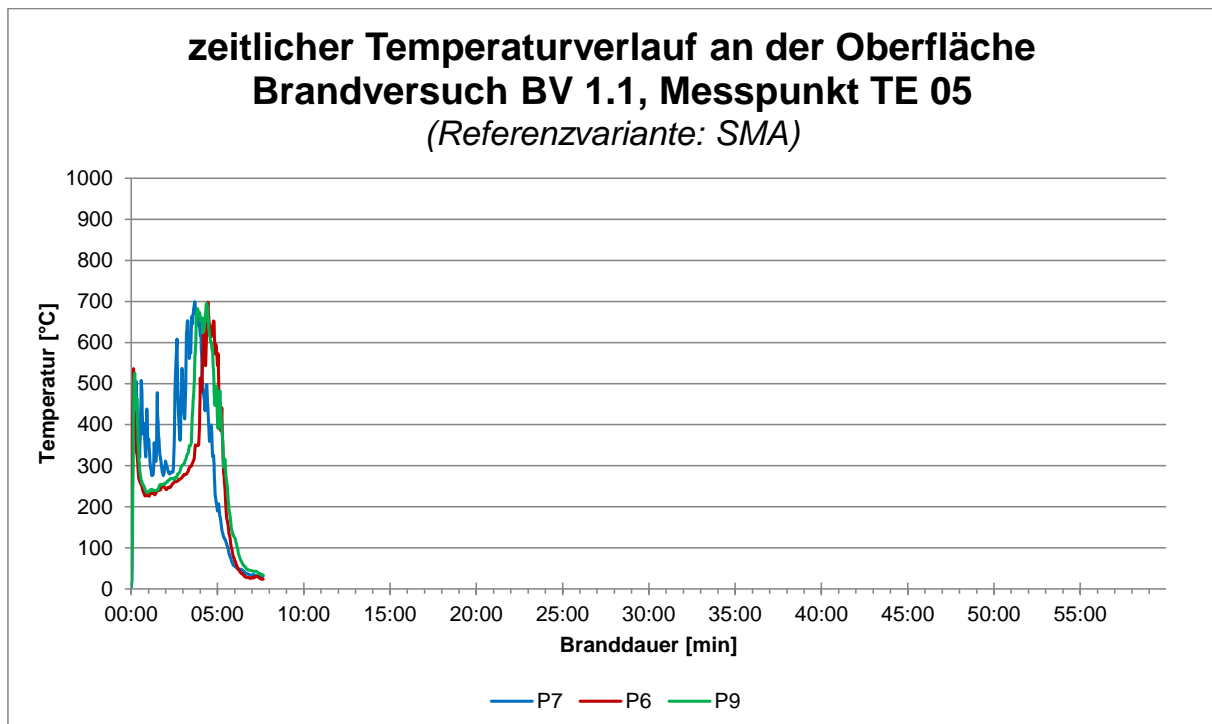




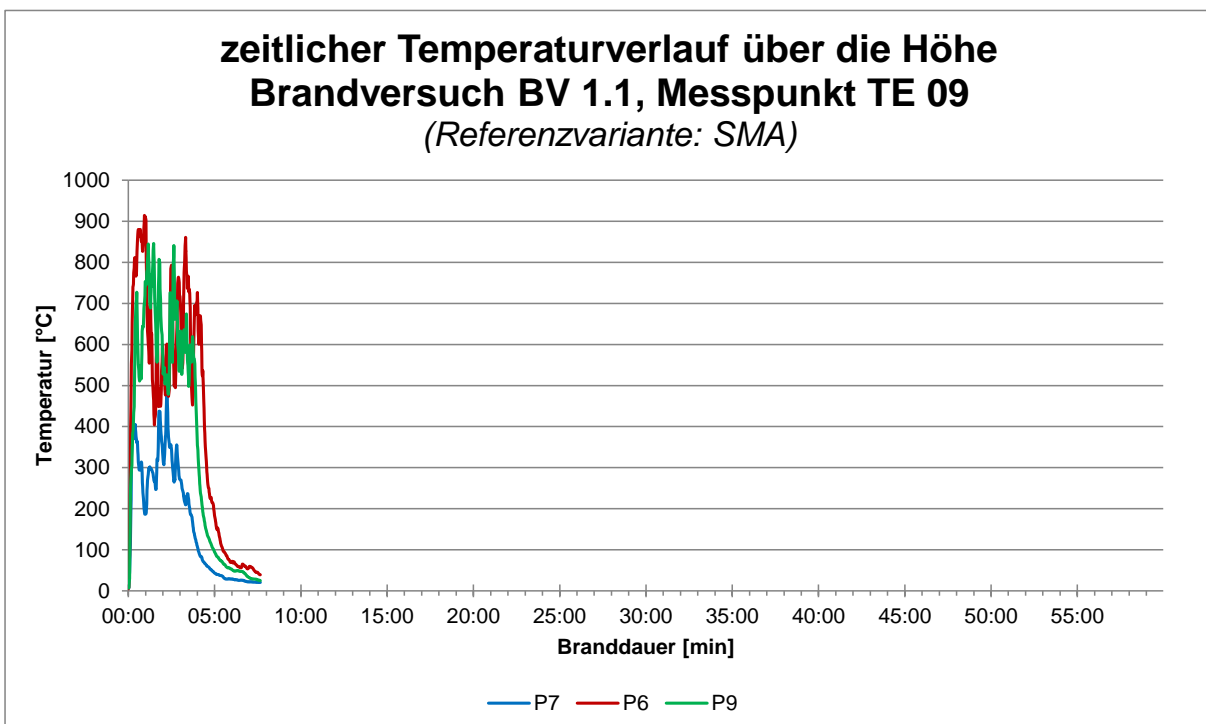
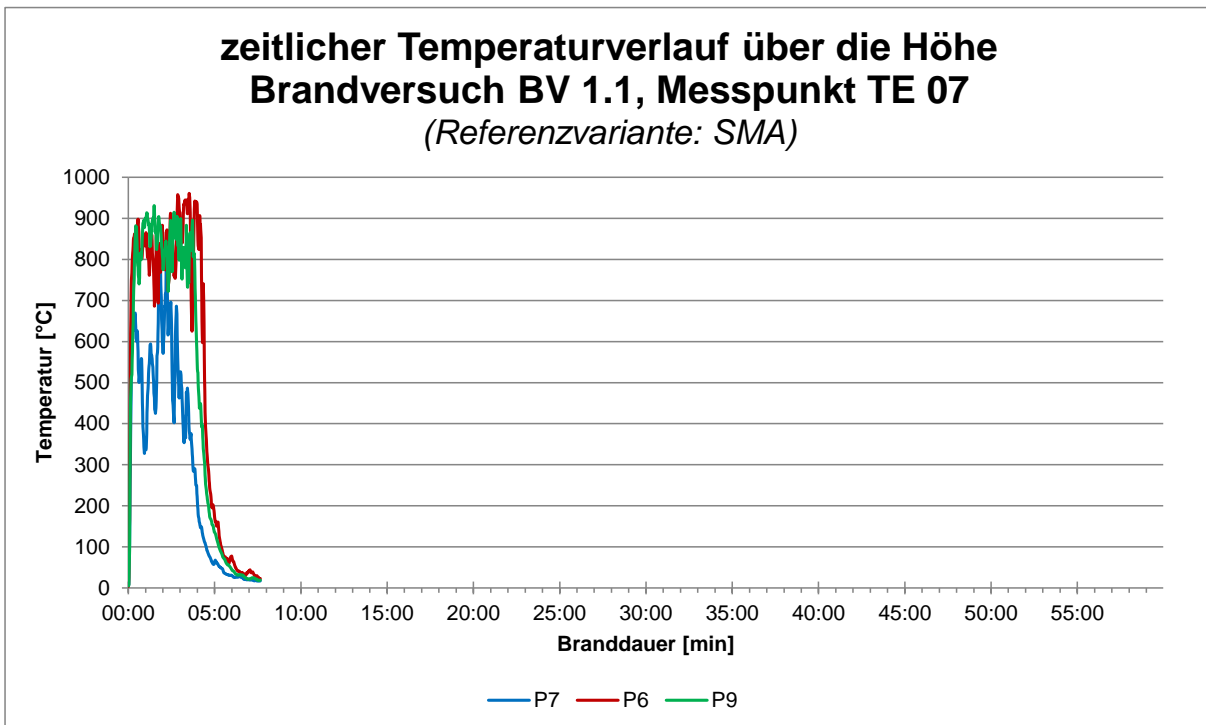


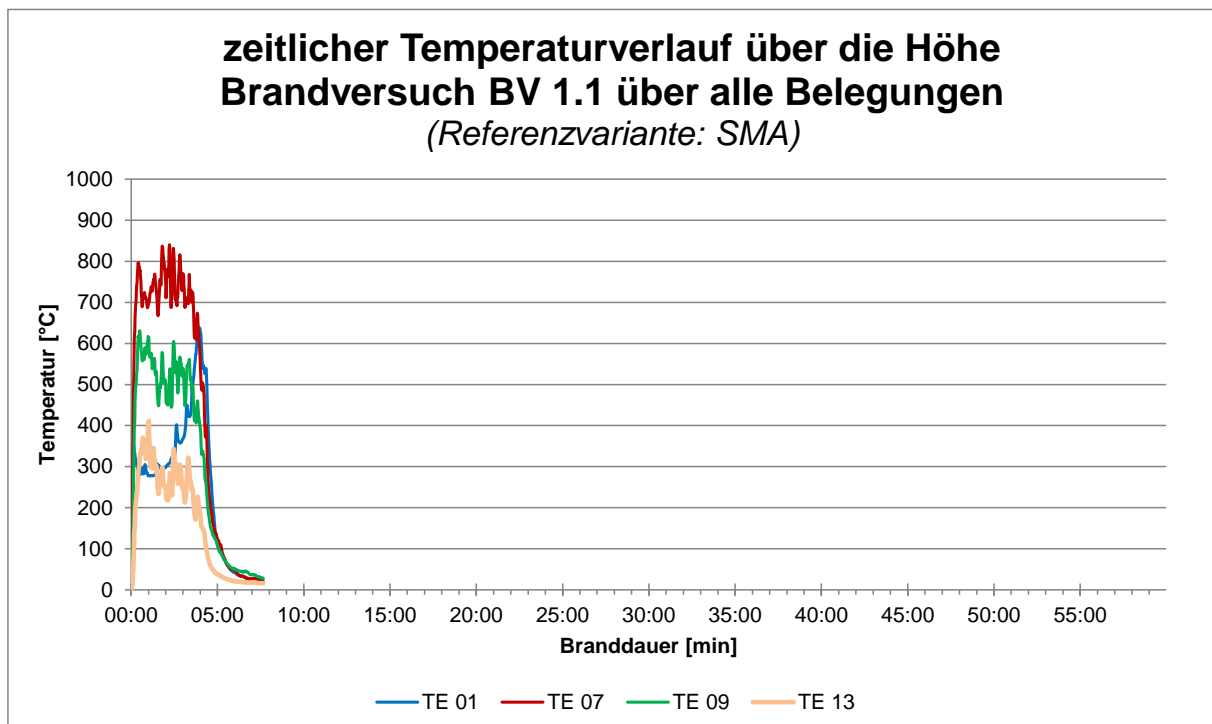
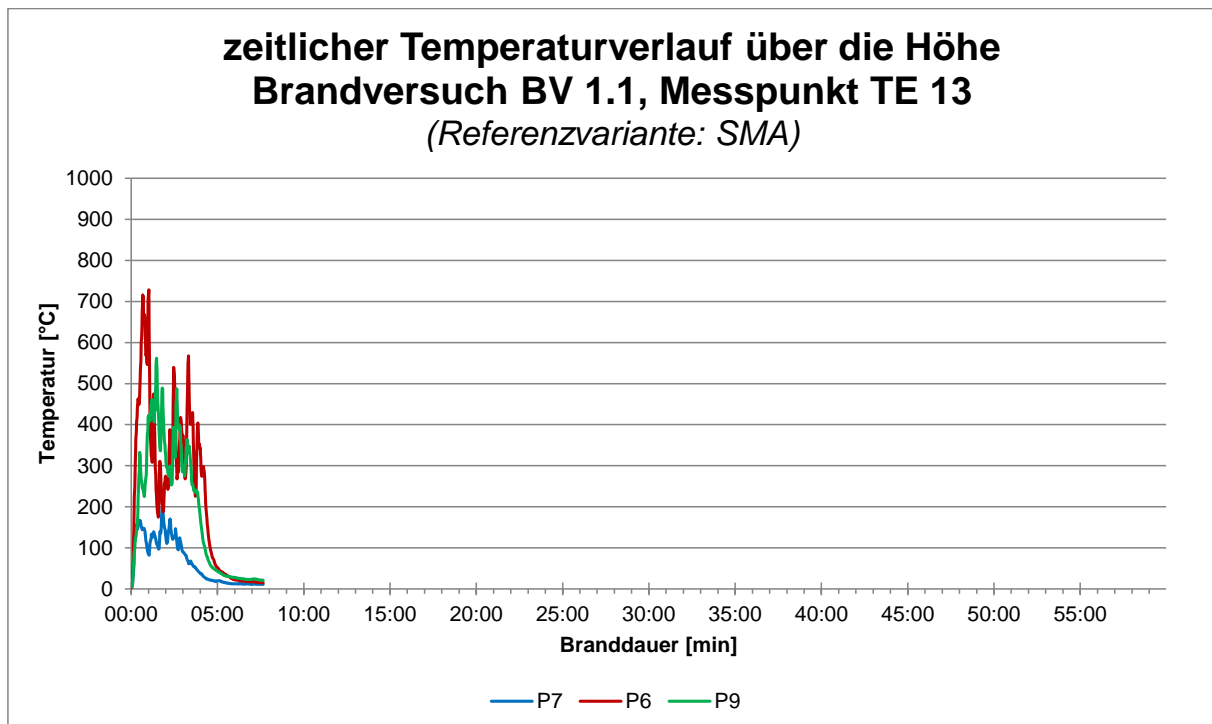
## 5.1.3.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche



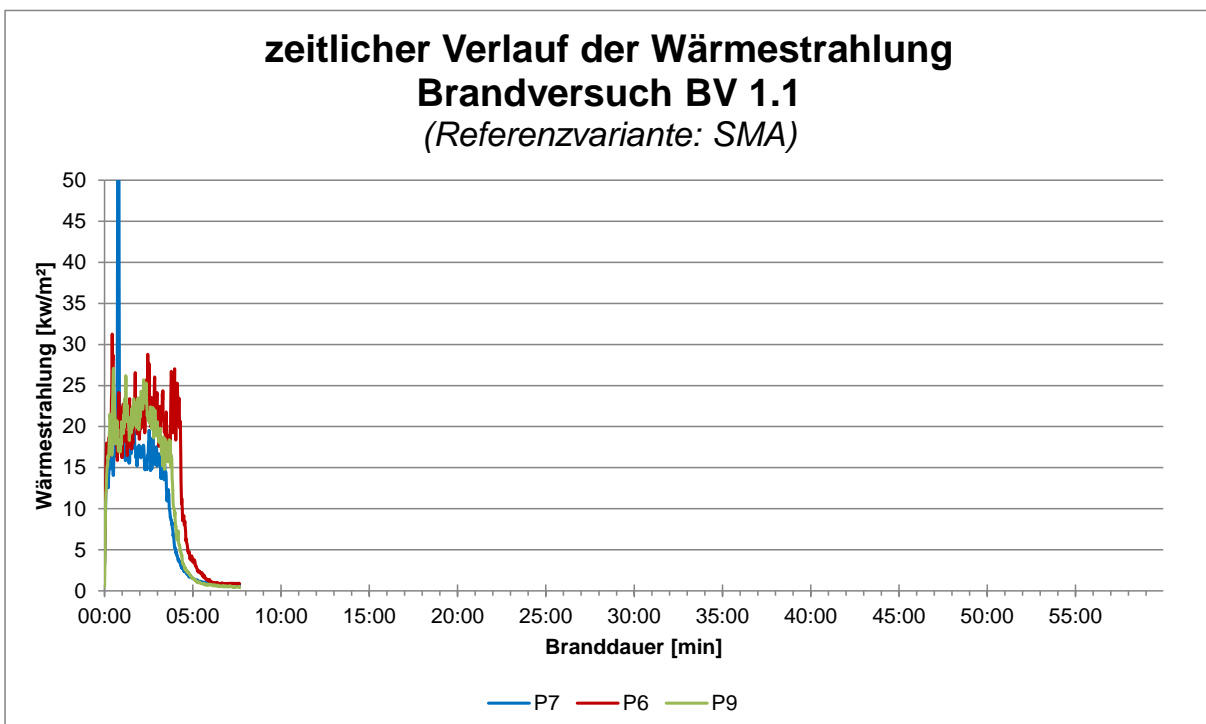
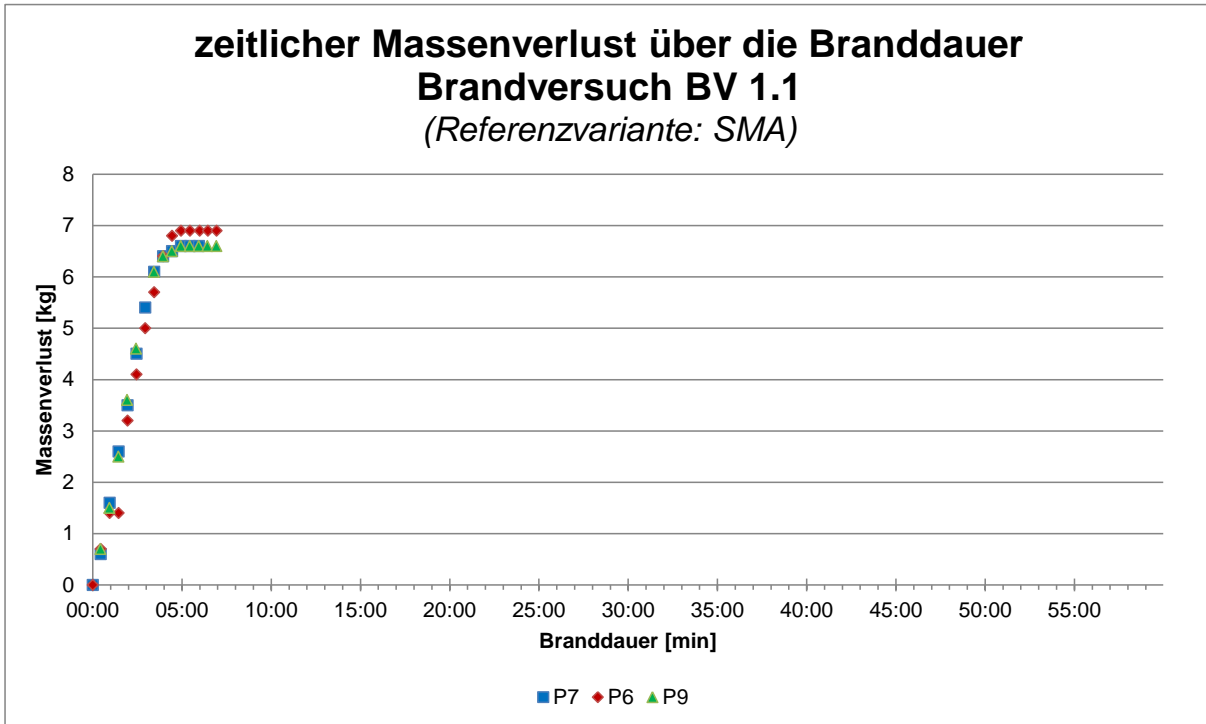


## 5.1.3.3 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe



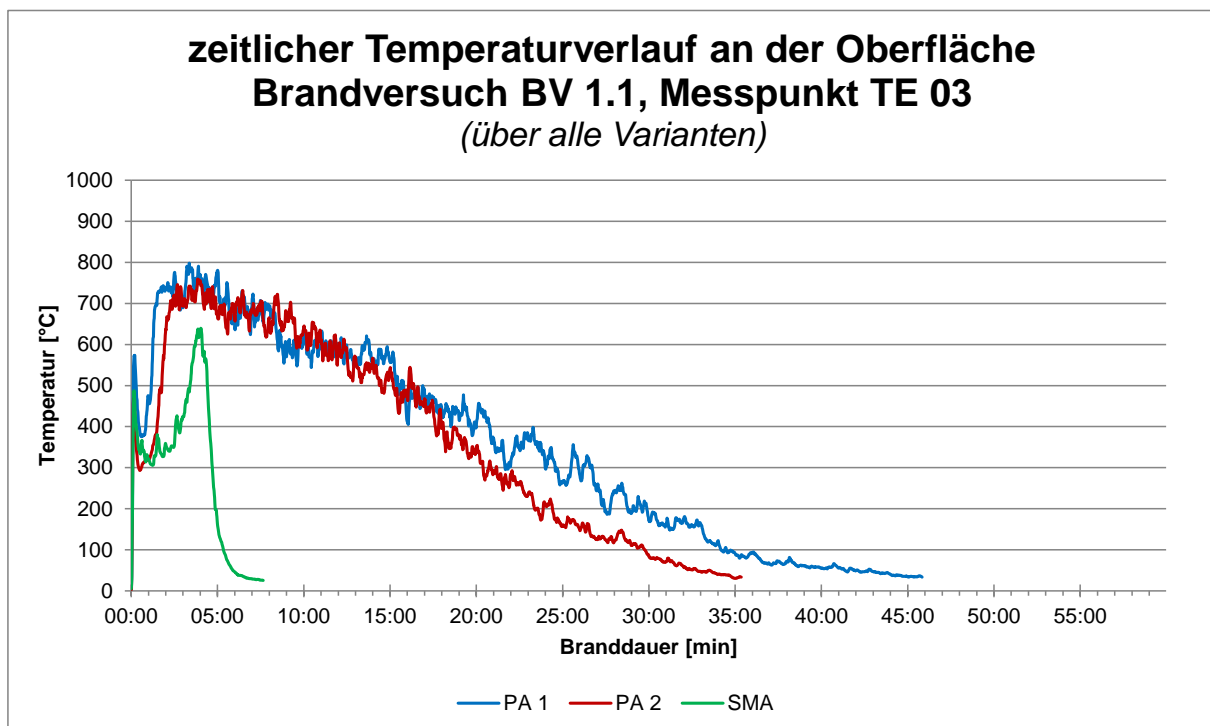
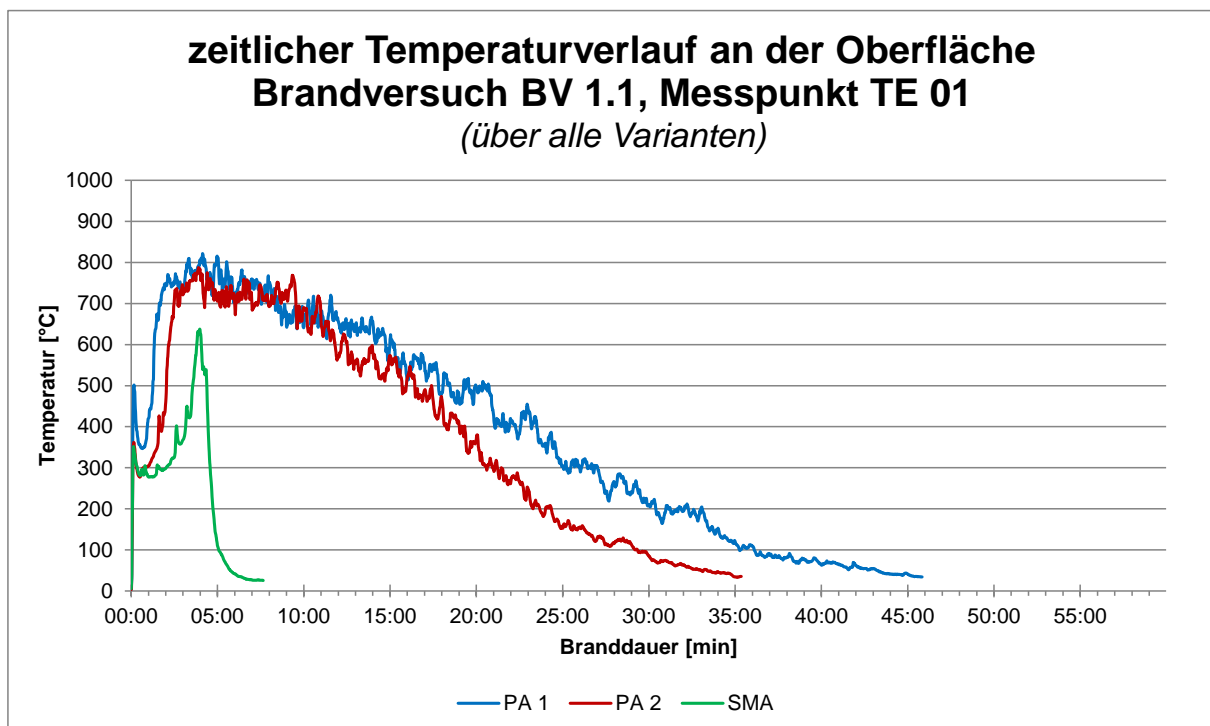


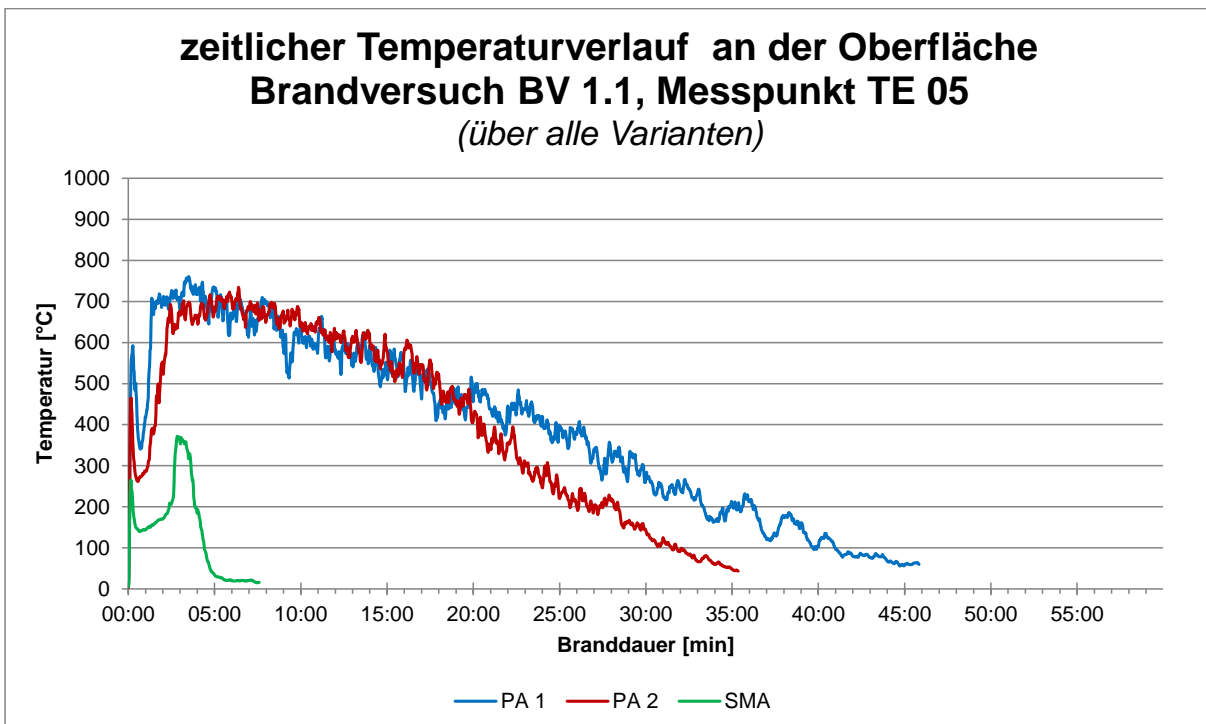
## 5.1.3.4 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung



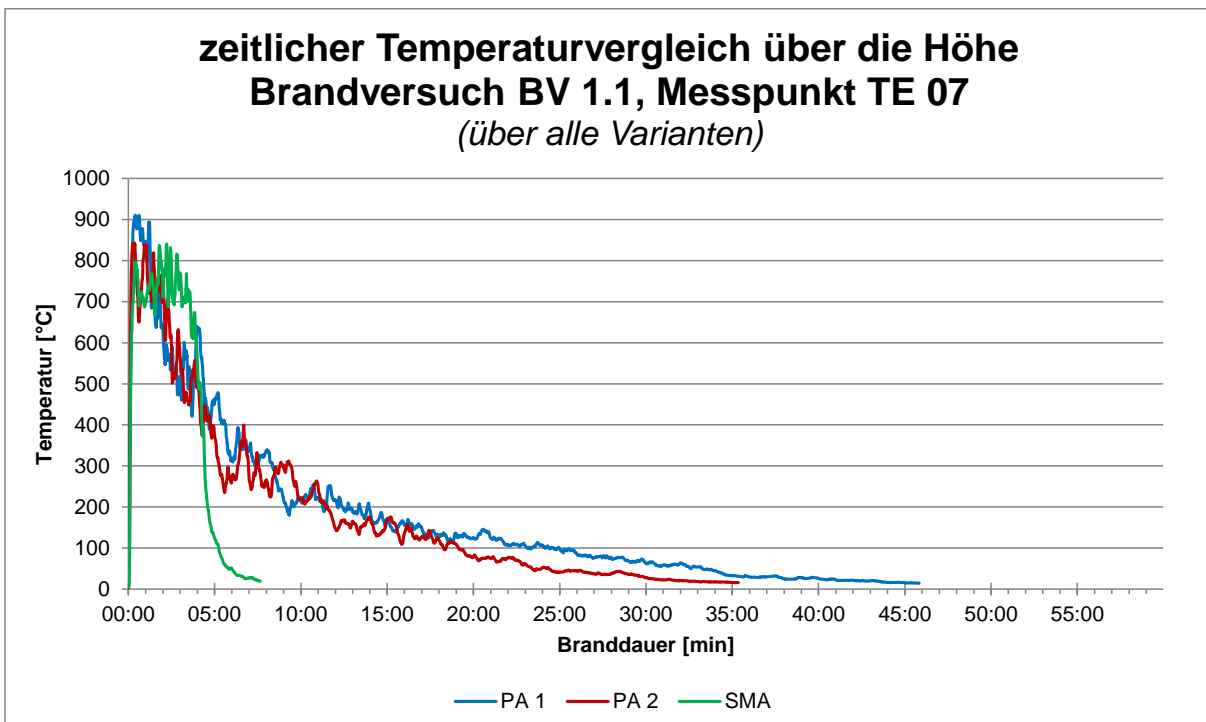
## 5.1.4 Variantenvergleich

### 5.1.4.1 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche

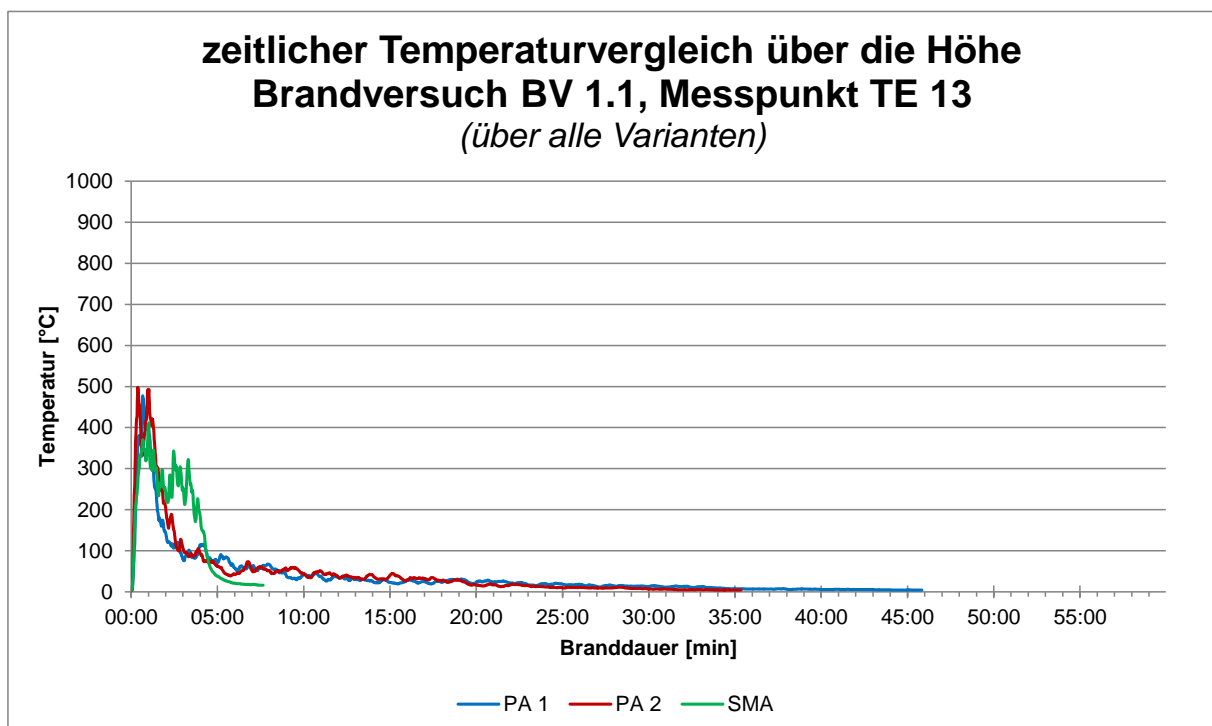
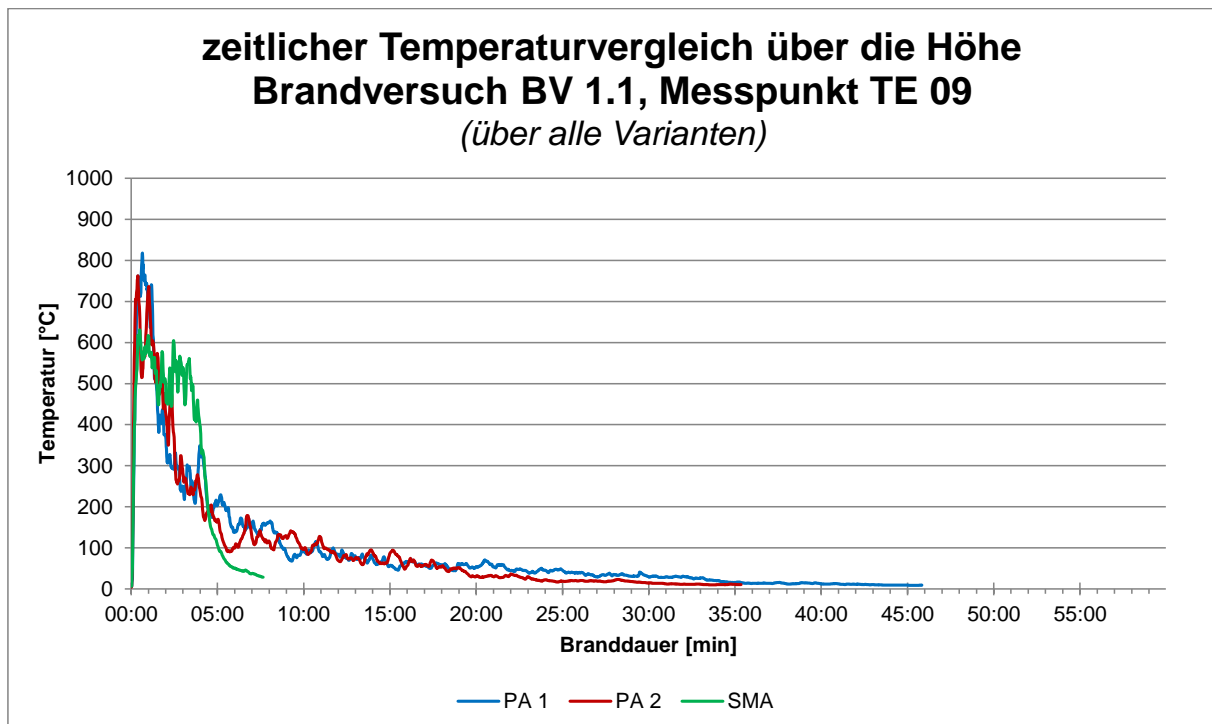




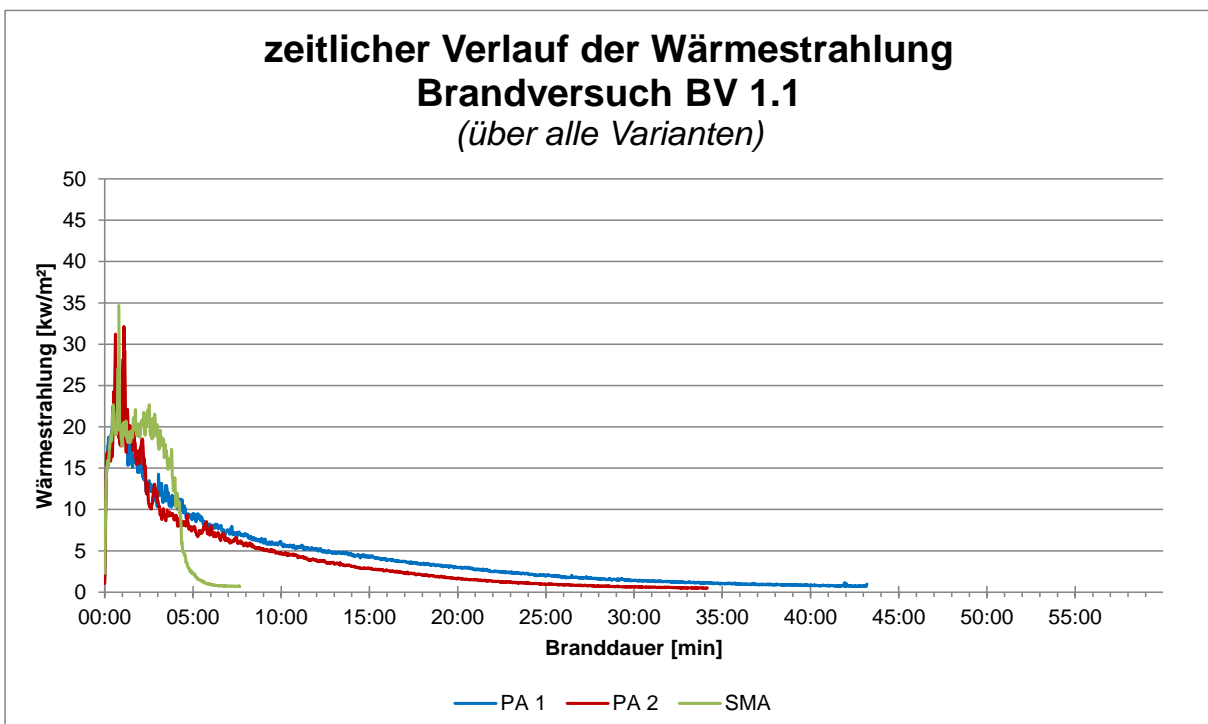
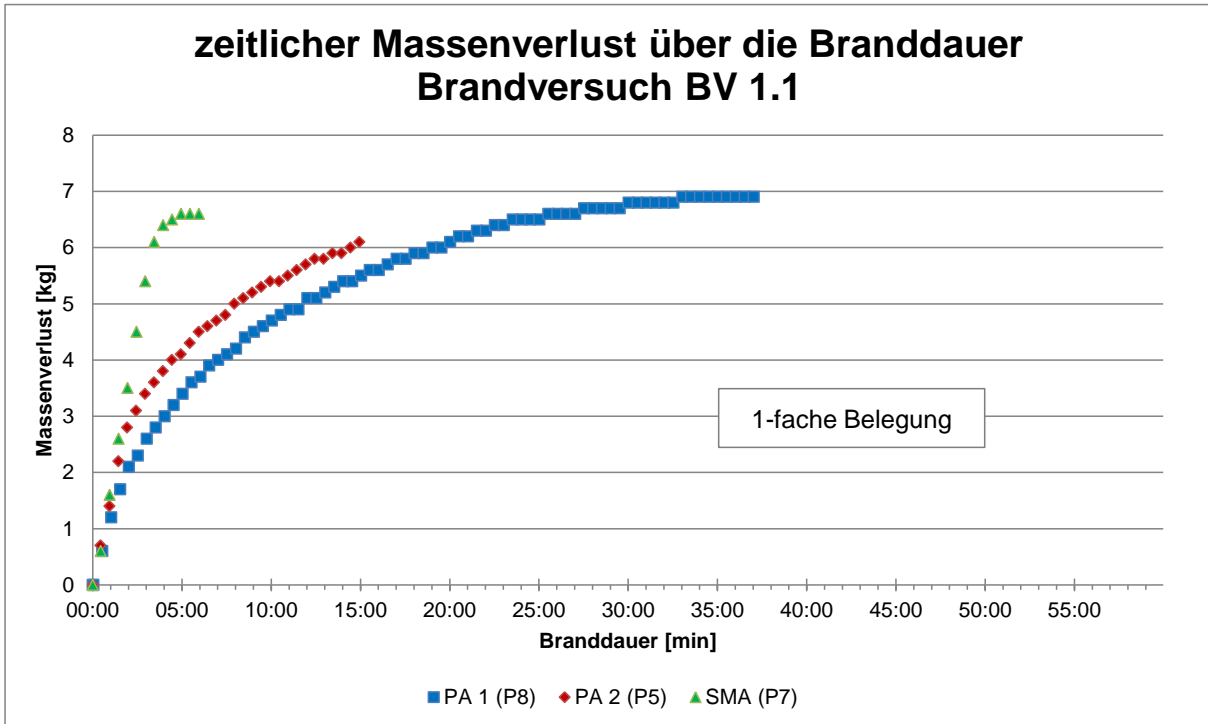
#### 5.1.4.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe







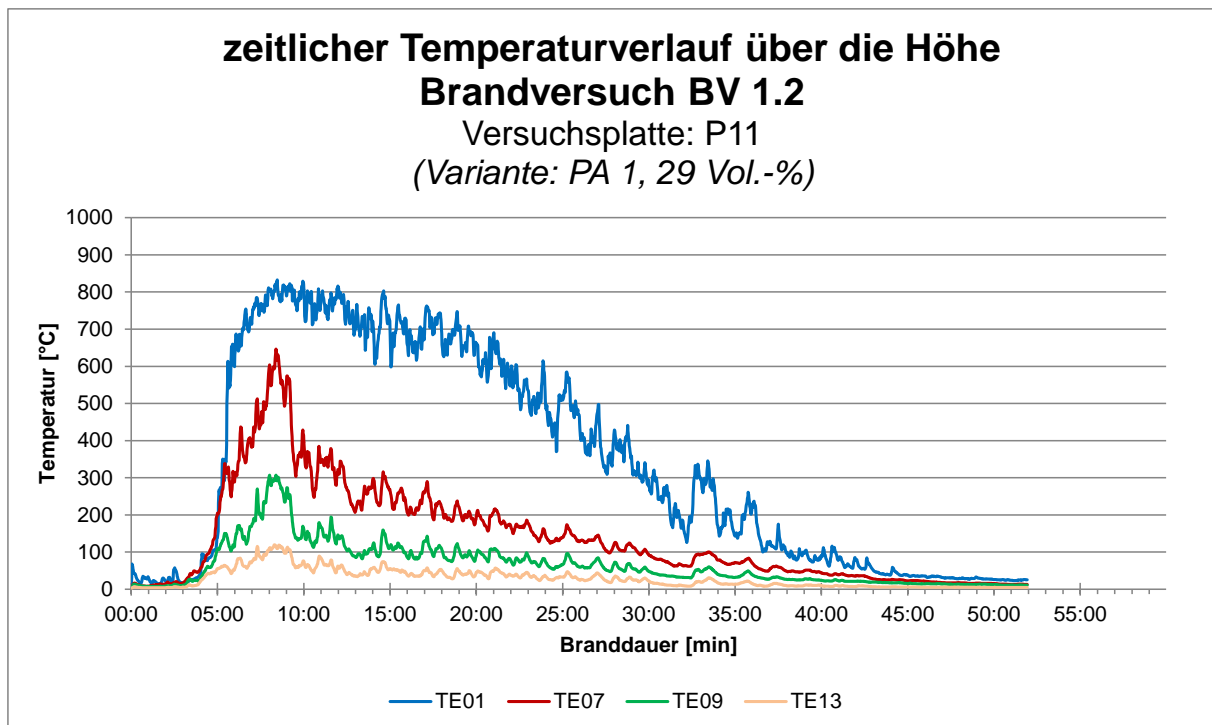
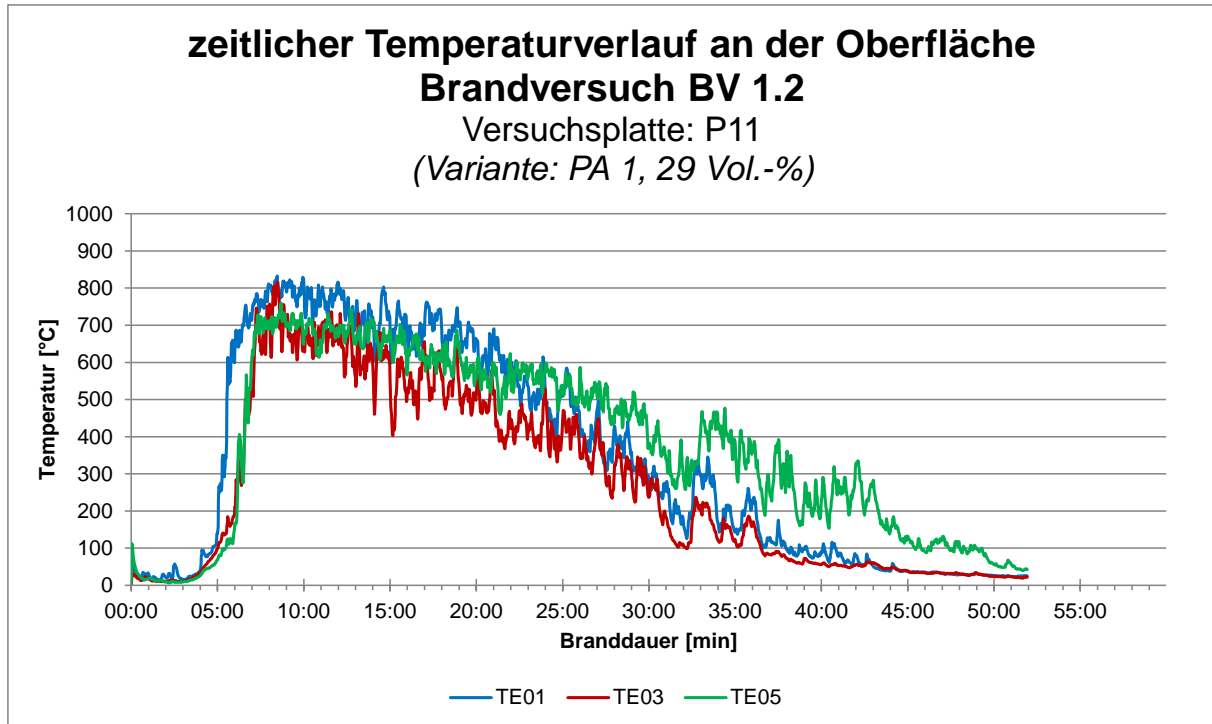
5.1.4.3 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung

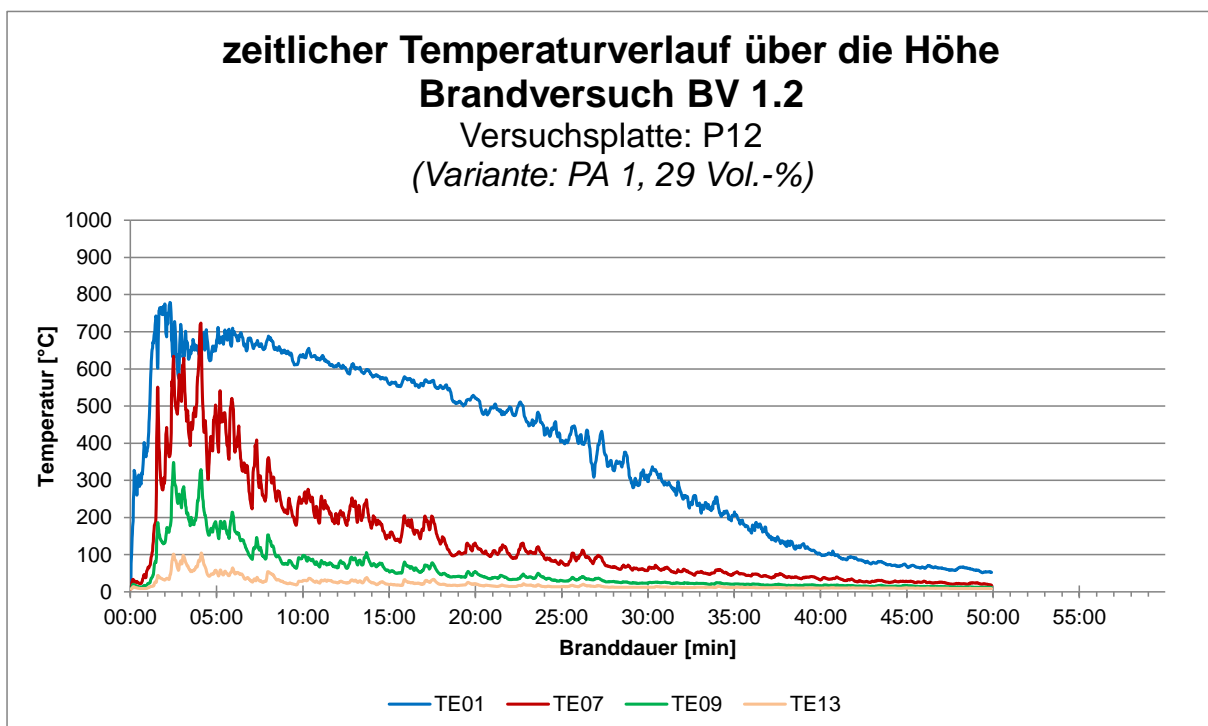
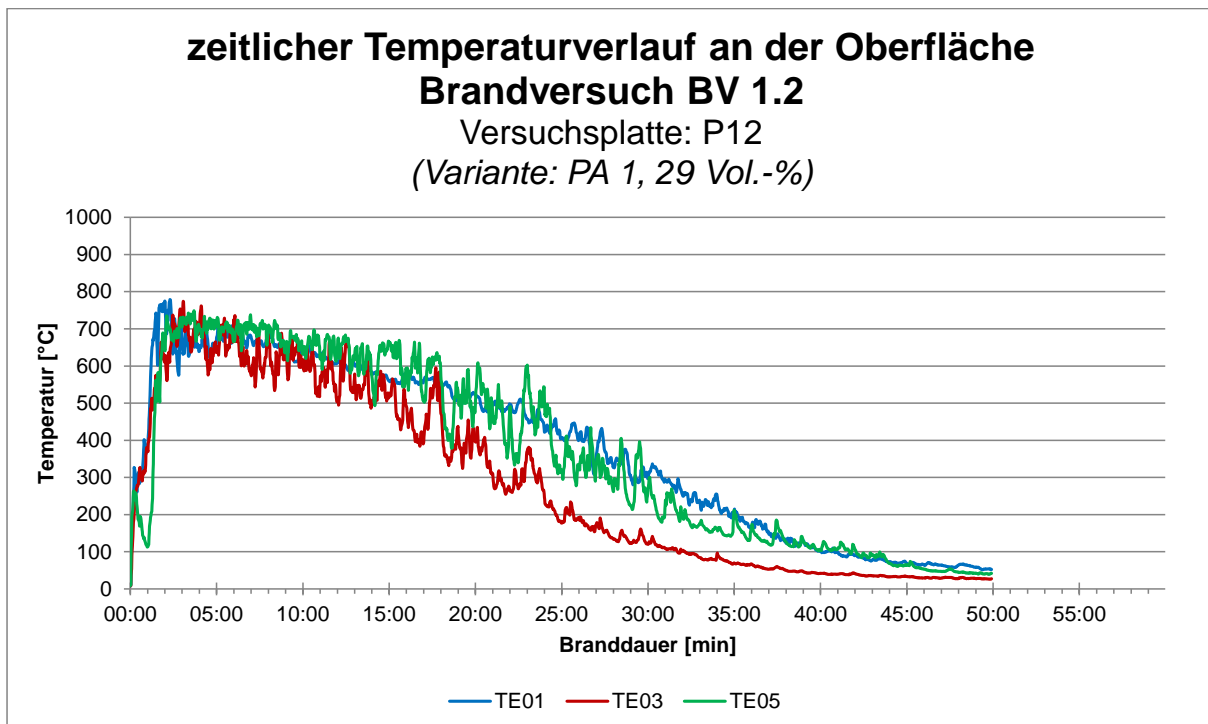


## 5.2 Brandversuch BV 1.2

### 5.2.1 Variante PA 1

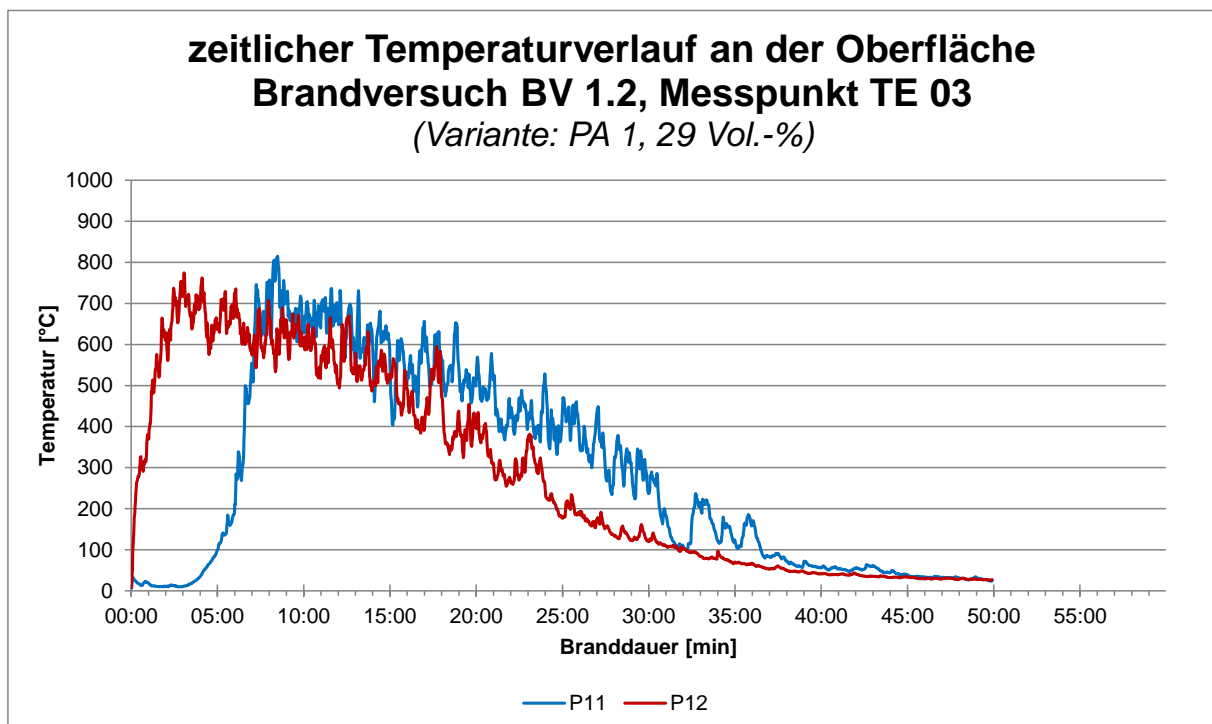
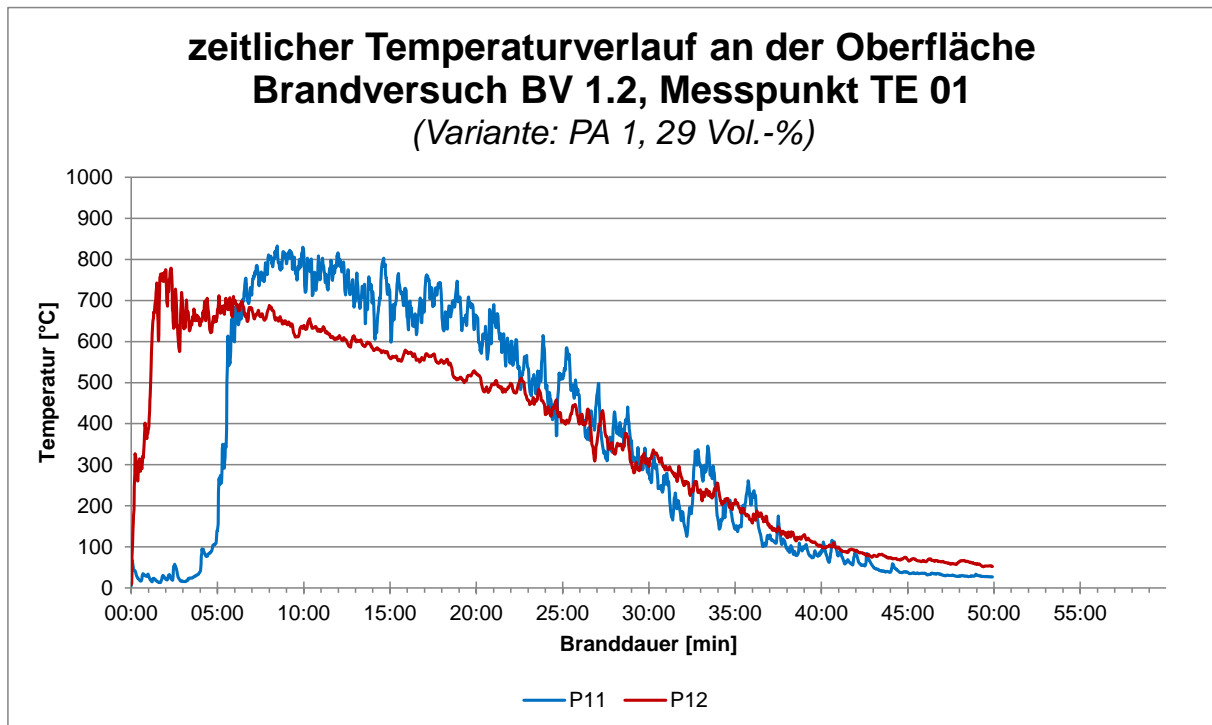
#### 5.2.1.1 Auswertung der Versuchsplatten

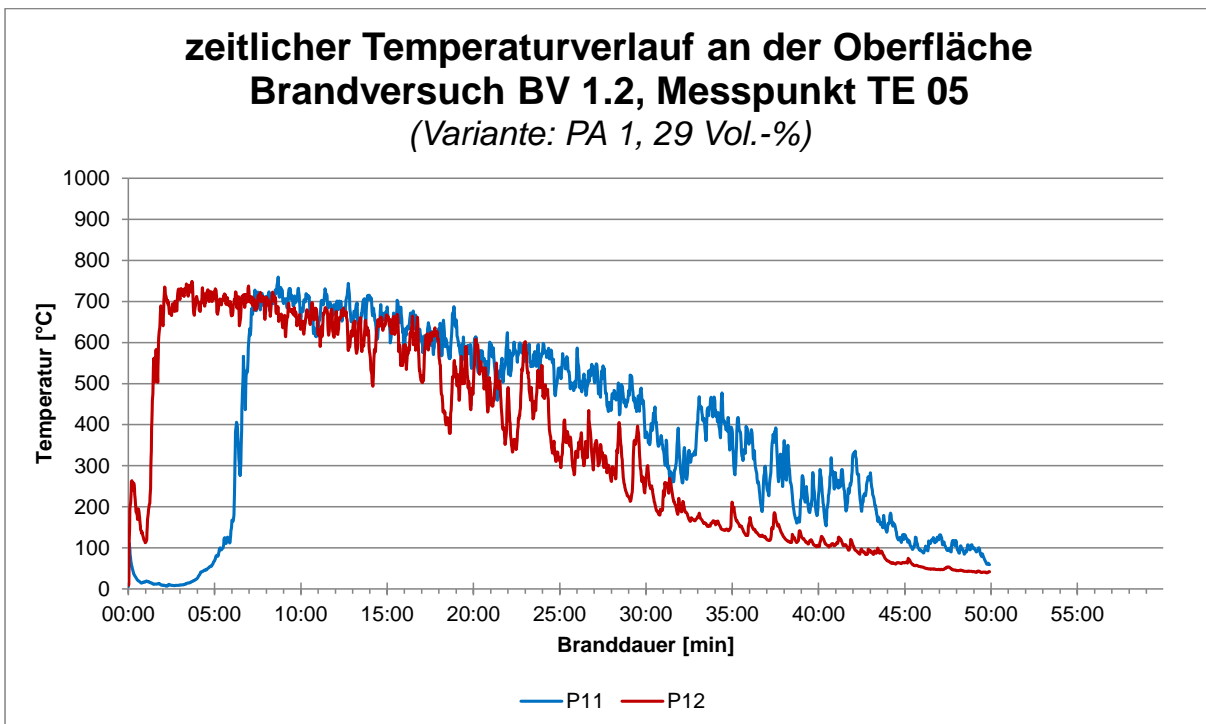




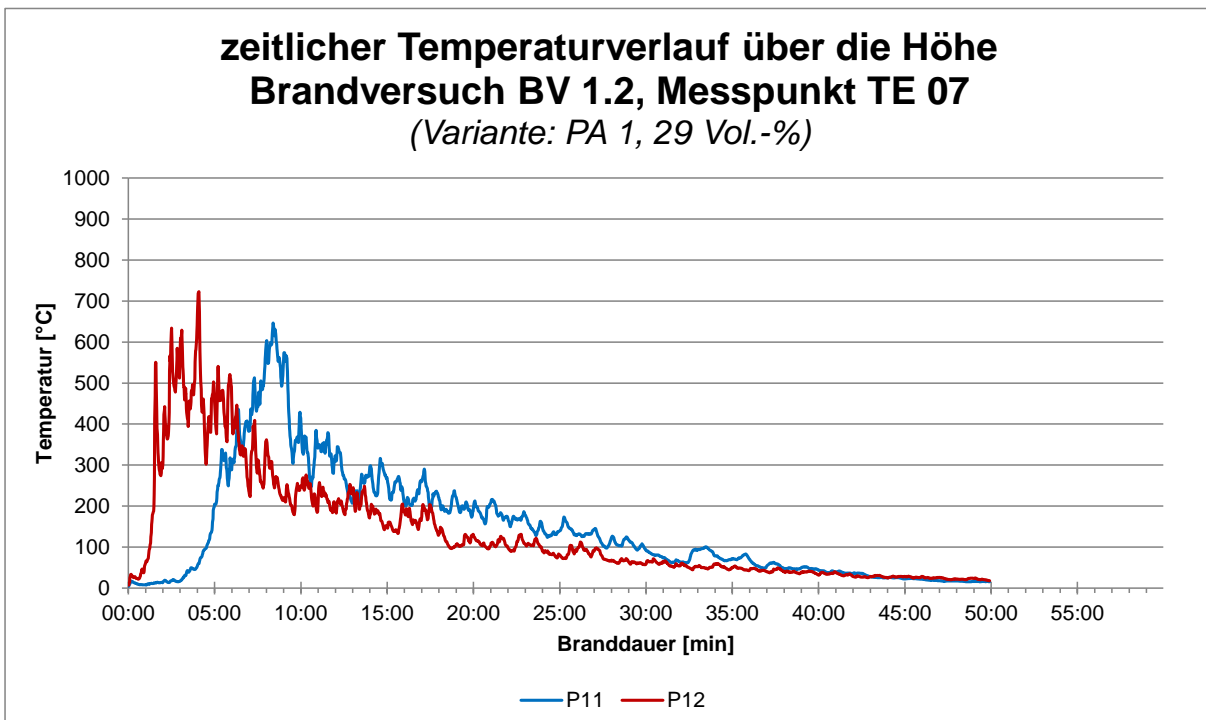
Aufgrund der verzögerten Brandentwicklung werden die Ergebnisse der PA 1-Versuchsplatten P11 und P12 in der weiteren Betrachtung nicht gemittelt sondern stets einzeln aufgeführt.

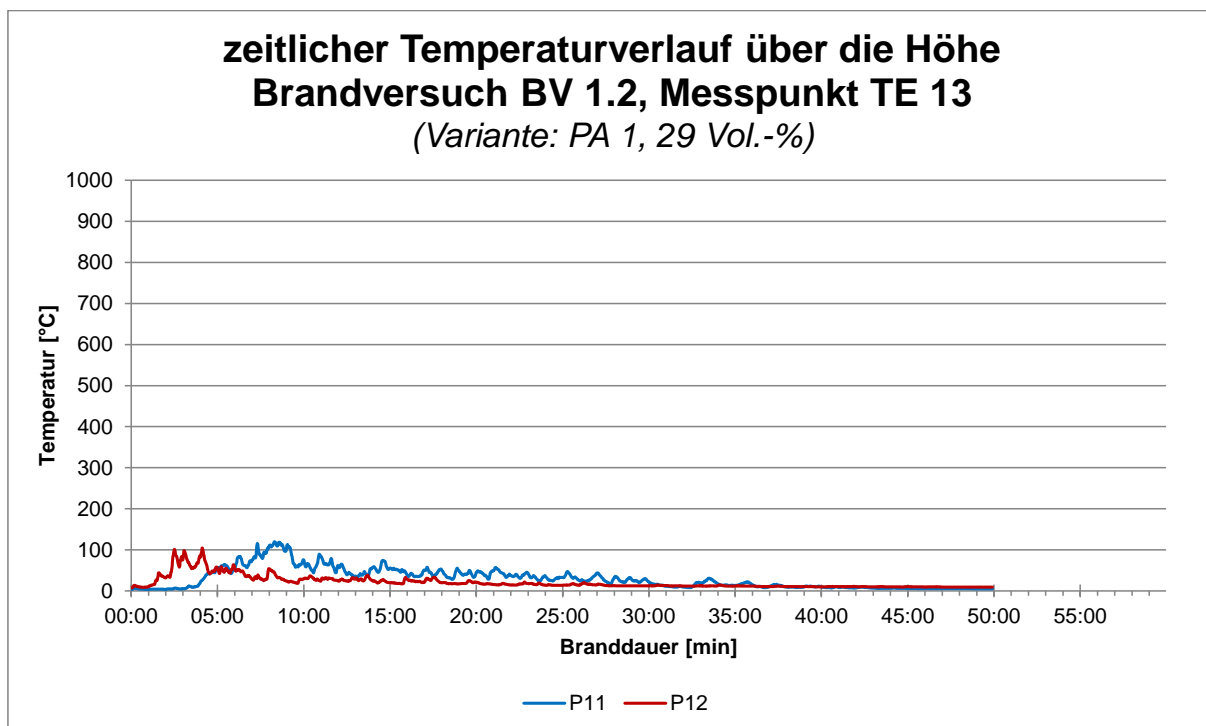
## 5.2.1.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche



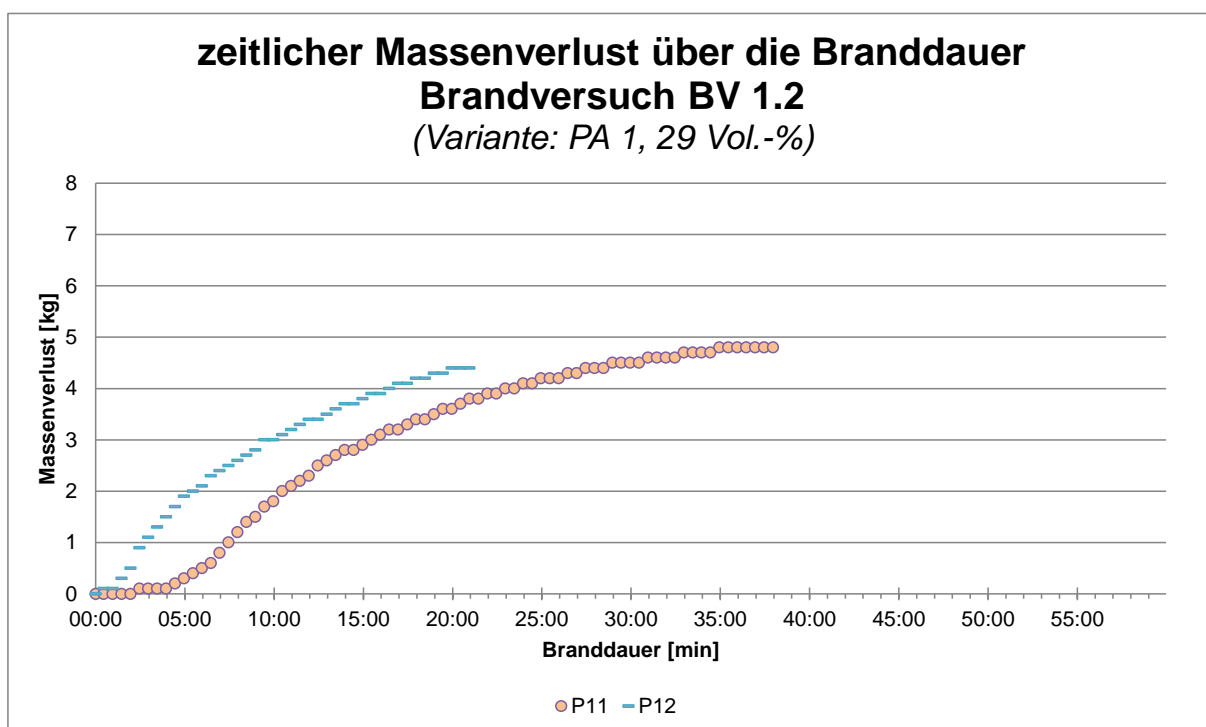


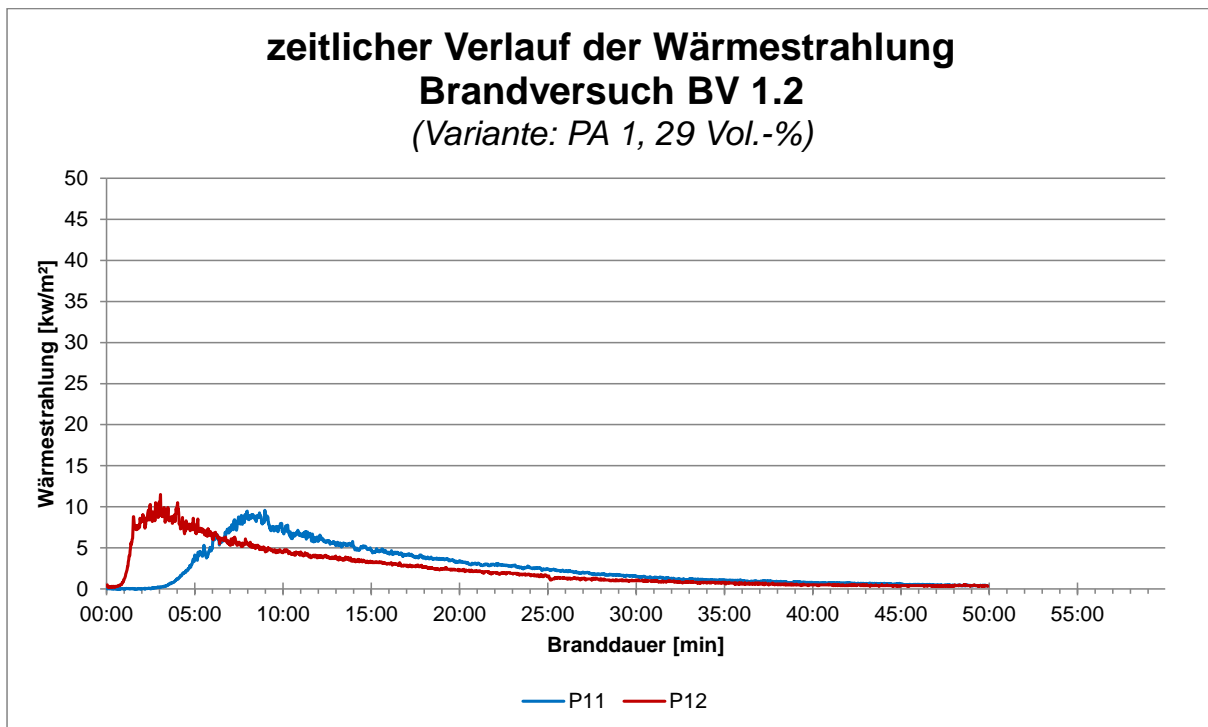
### 5.2.1.3 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe





#### 5.2.1.4 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung

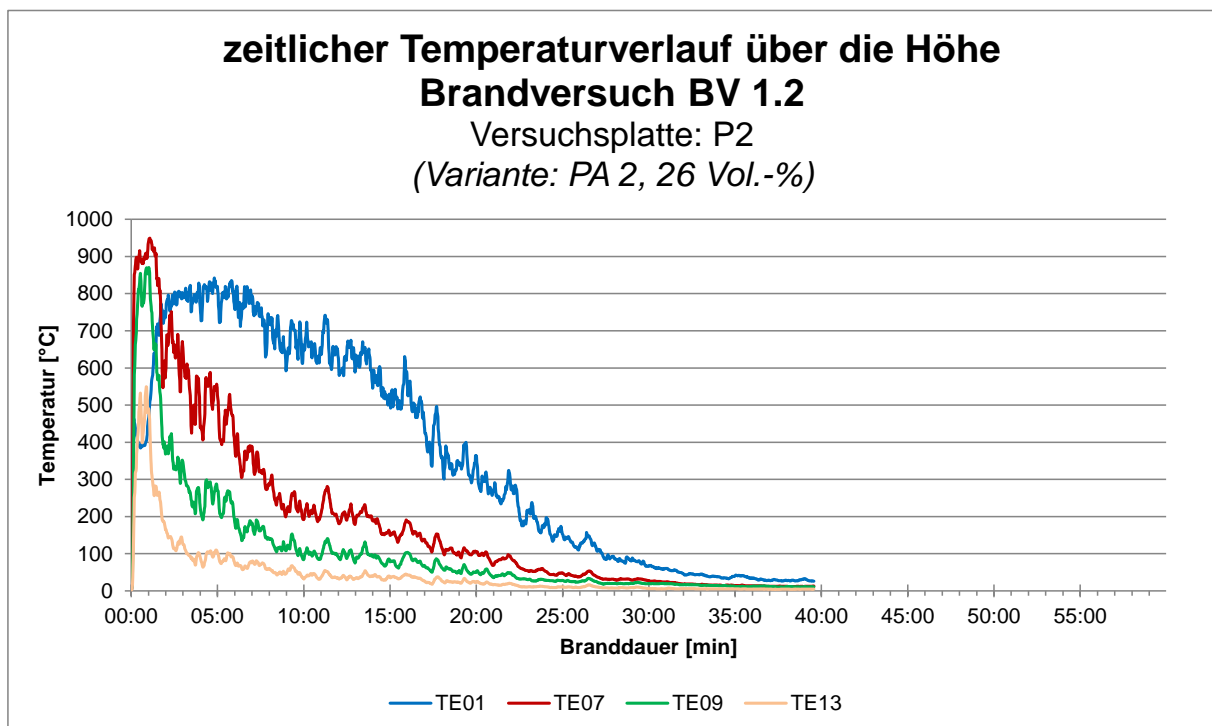
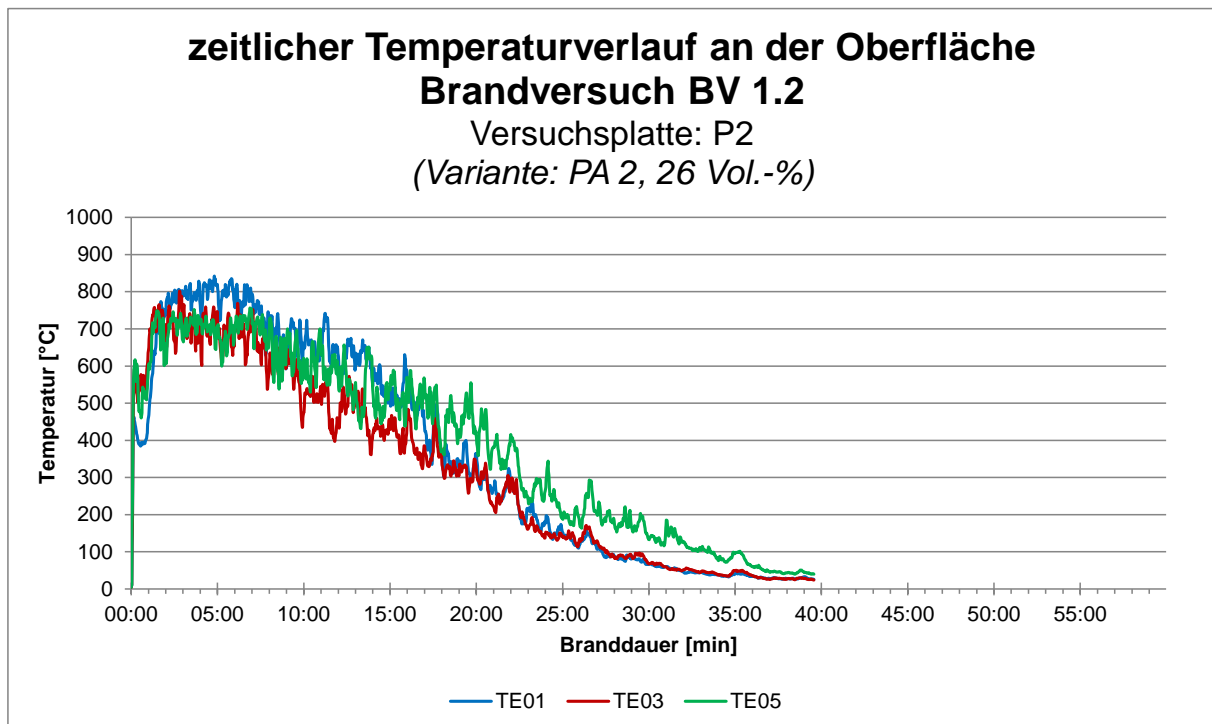






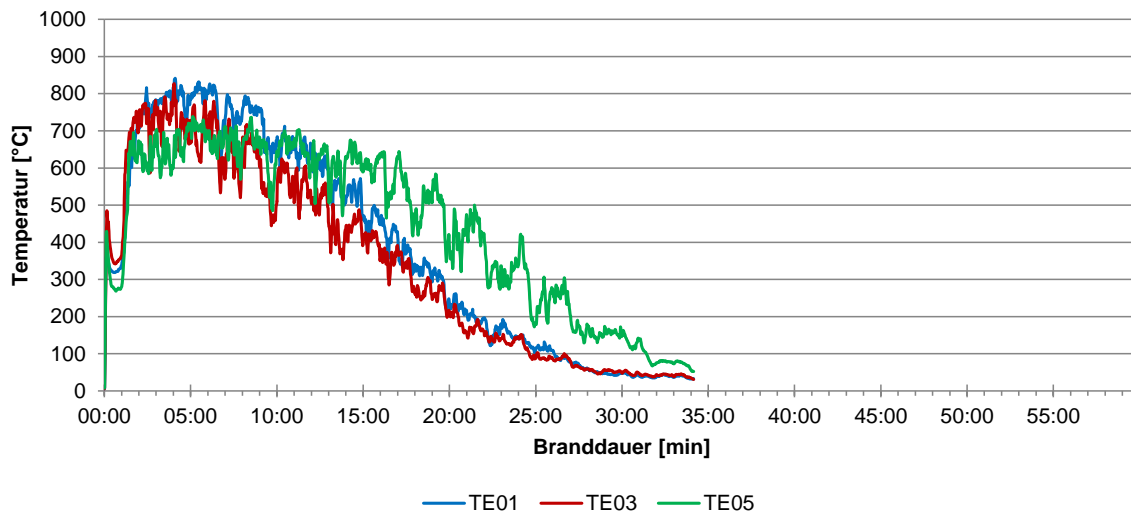
## 5.2.2 Variante PA 2

### 5.2.2.1 Auswertung der Versuchsplatten



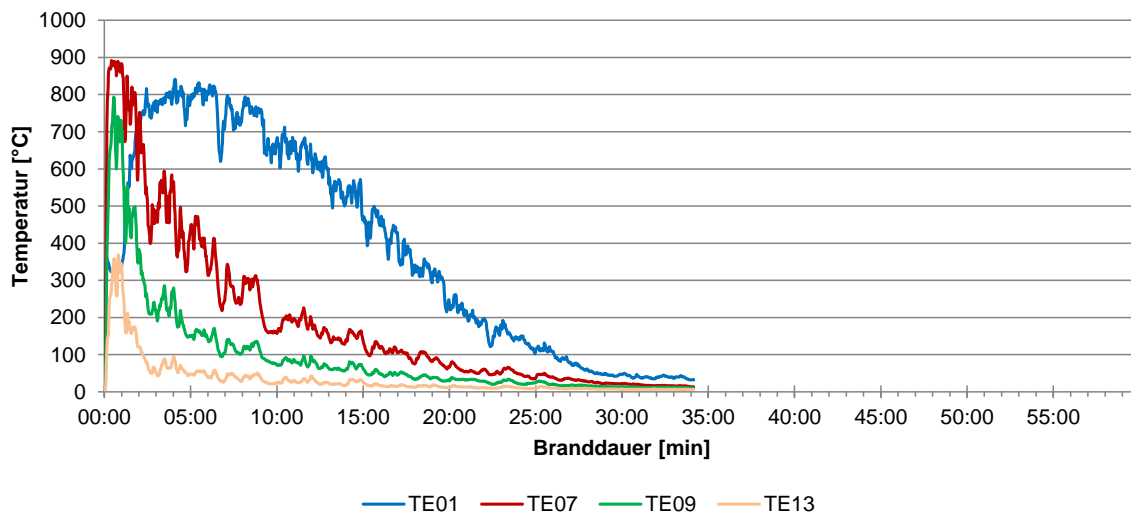
### zeitlicher Temperaturverlauf an der Oberfläche Brandversuch BV 1.2

Versuchsplatte: P1  
(Variante: PA 2, 26 Vol.-%)

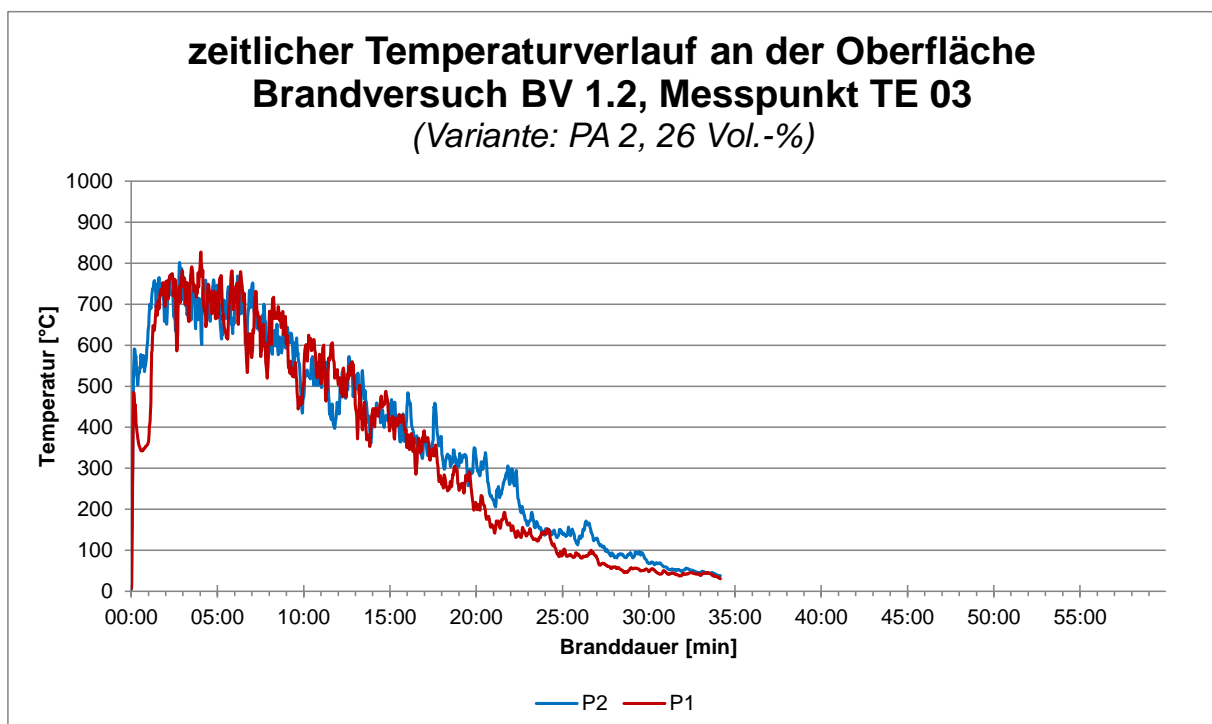
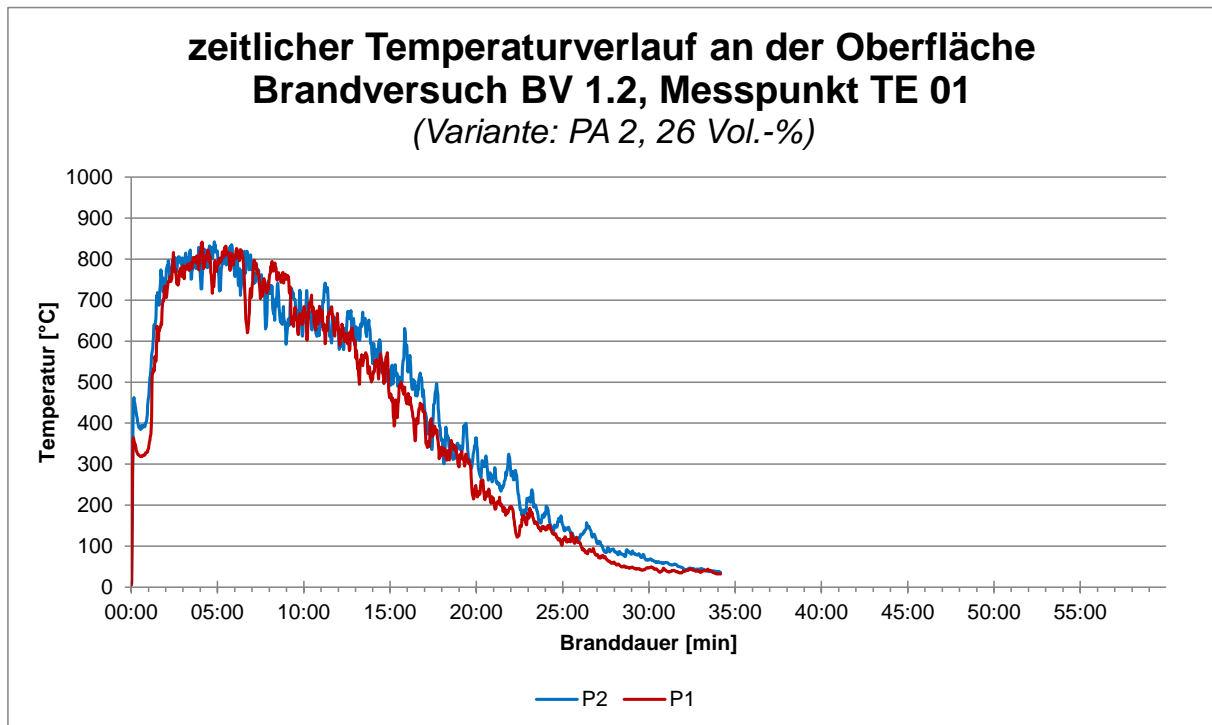


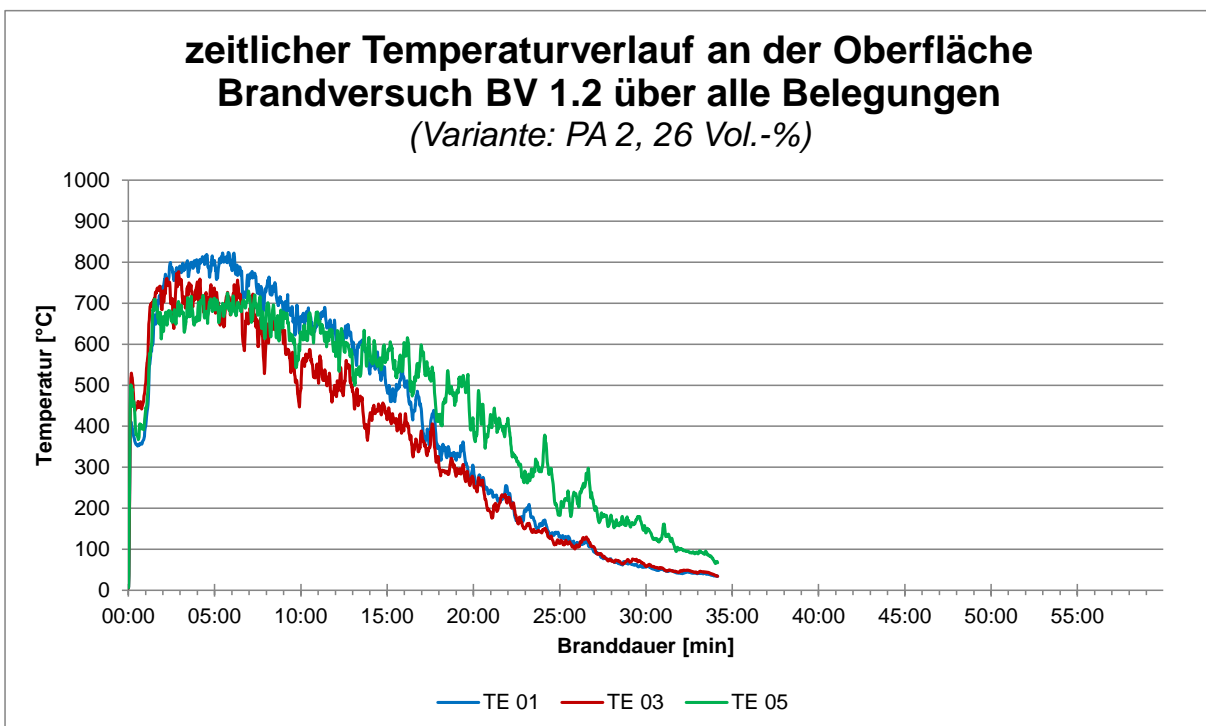
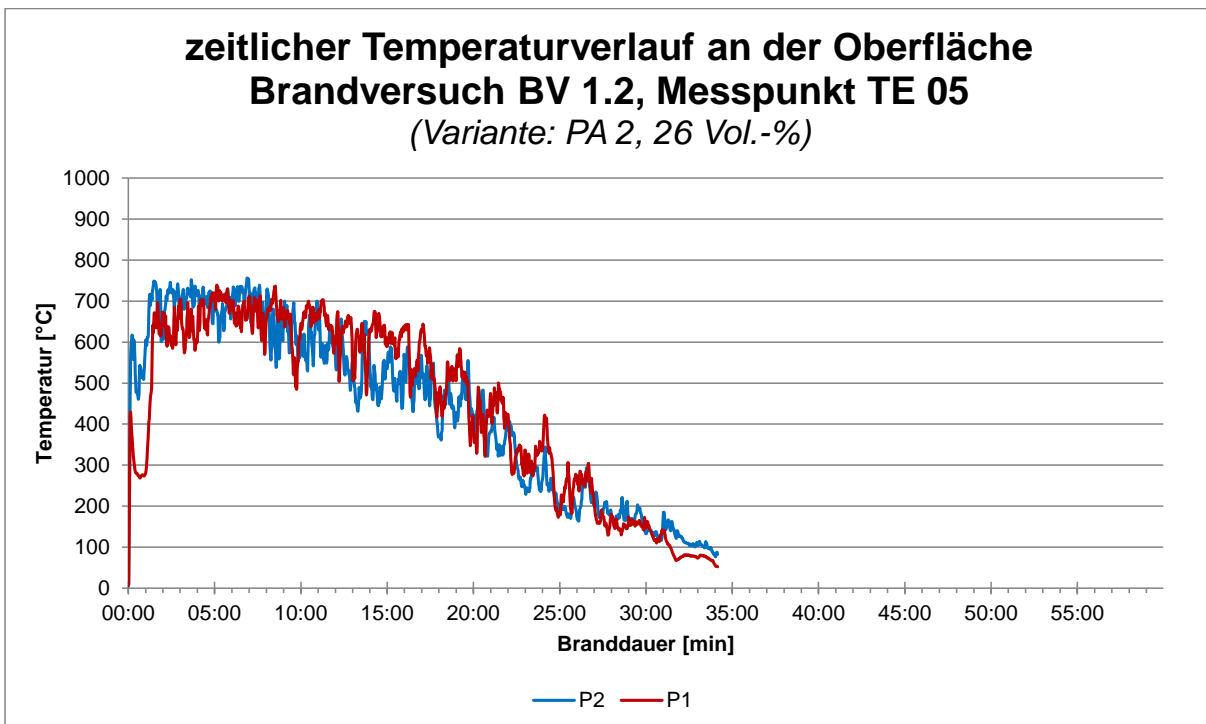
### zeitlicher Temperaturverlauf über die Höhe Brandversuch BV 1.2

Versuchsplatte: P1  
(Variante: PA 2, 26 Vol.-%)

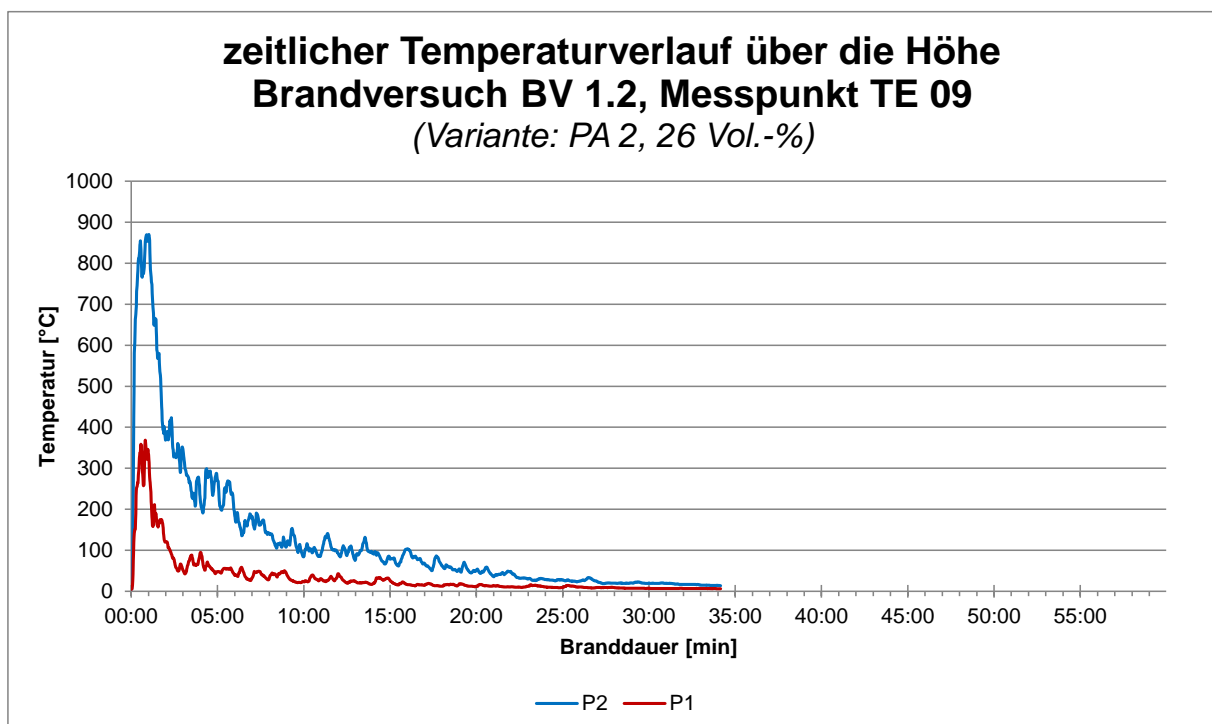
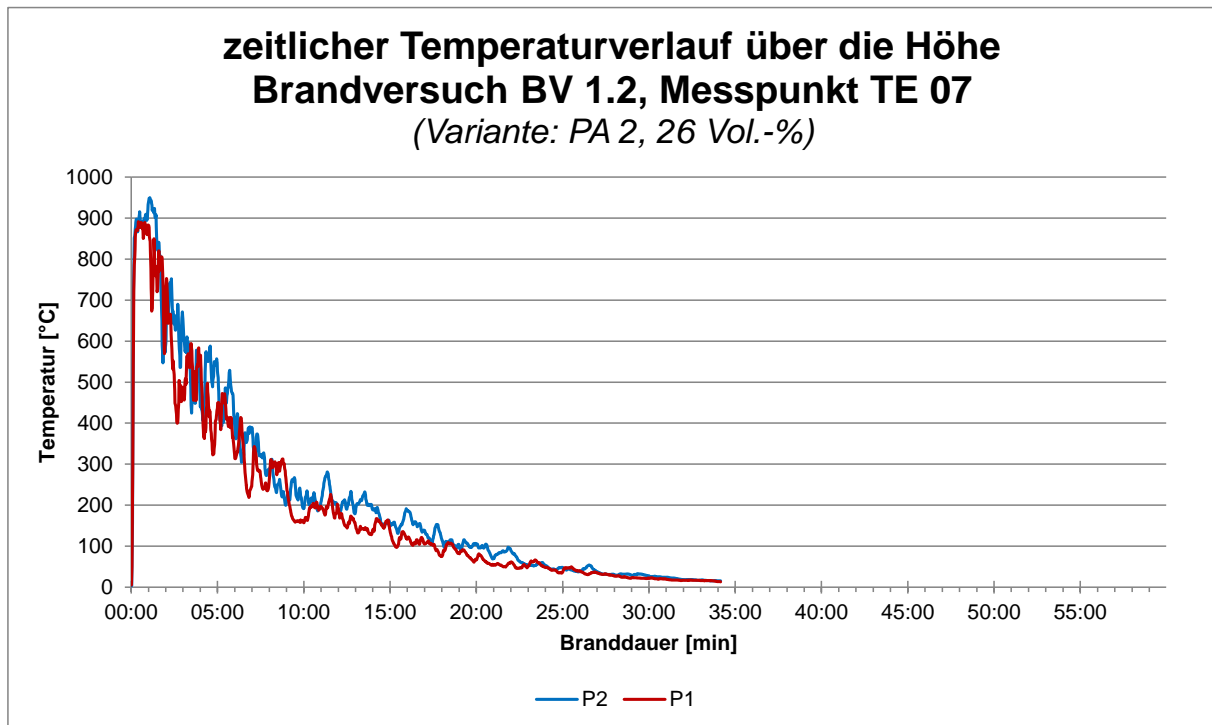


## 5.2.2.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche

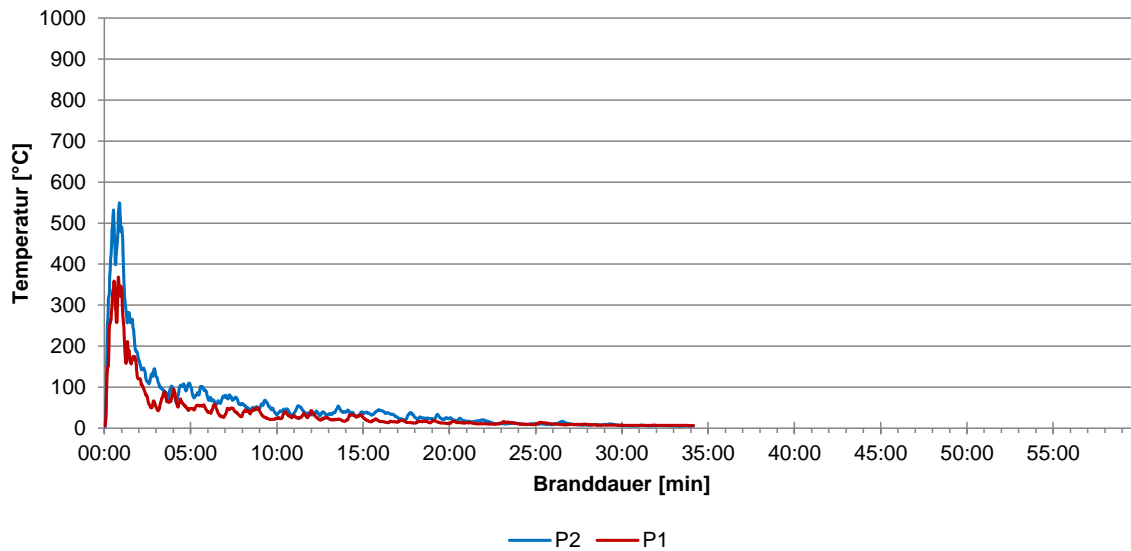




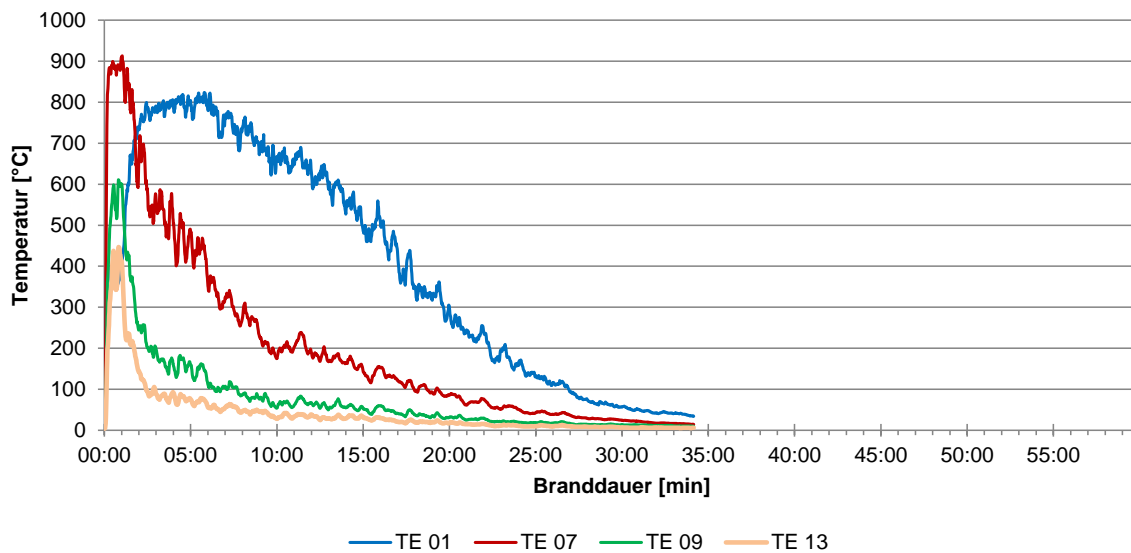
## 5.2.2.3 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe



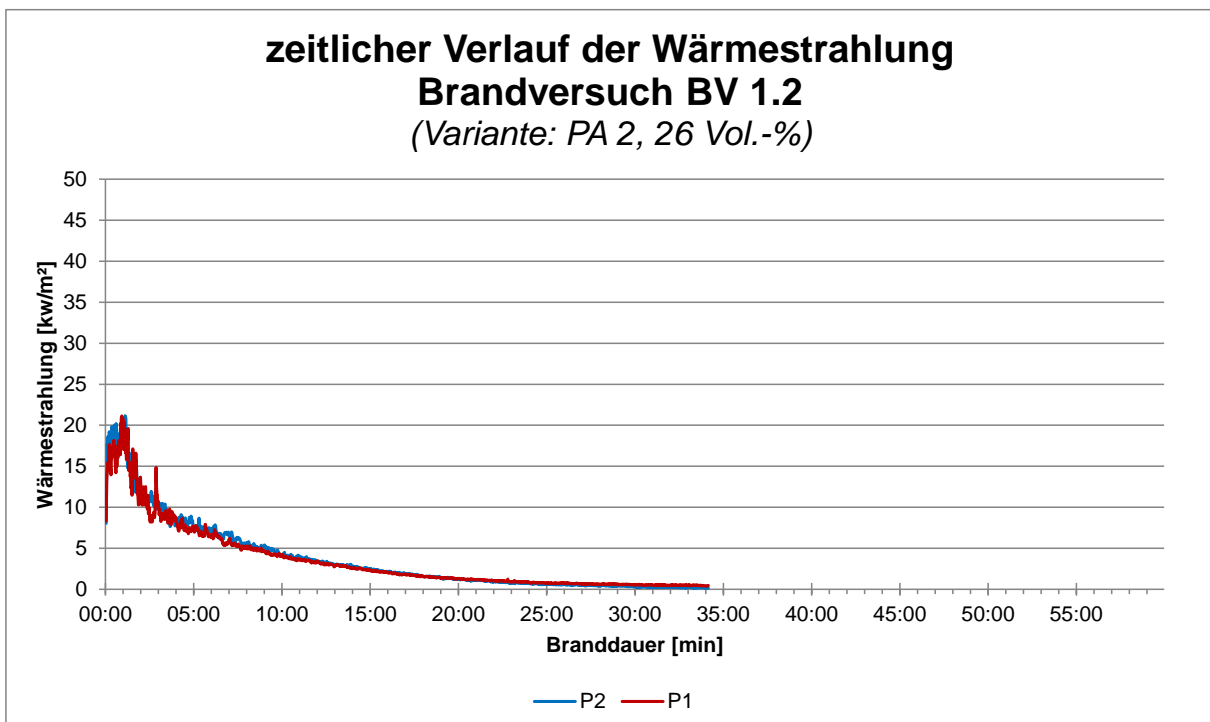
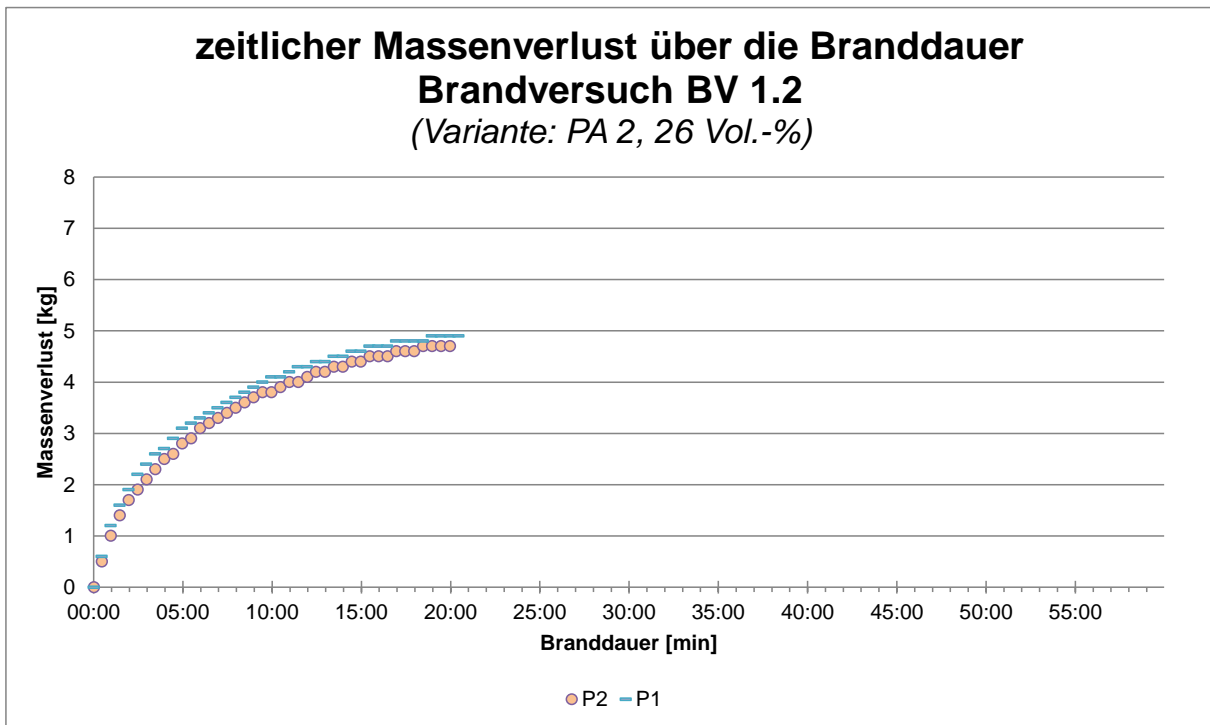
### zeitlicher Temperaturverlauf über die Höhe Brandversuch BV 1.2, Messpunkt TE 13 (Variante: PA 2, 26 Vol.-%)



### zeitlicher Temperaturverlauf über die Höhe Brandversuch BV 1.2 über alle Belegungen (Variante: PA 2, 26 Vol.-%)

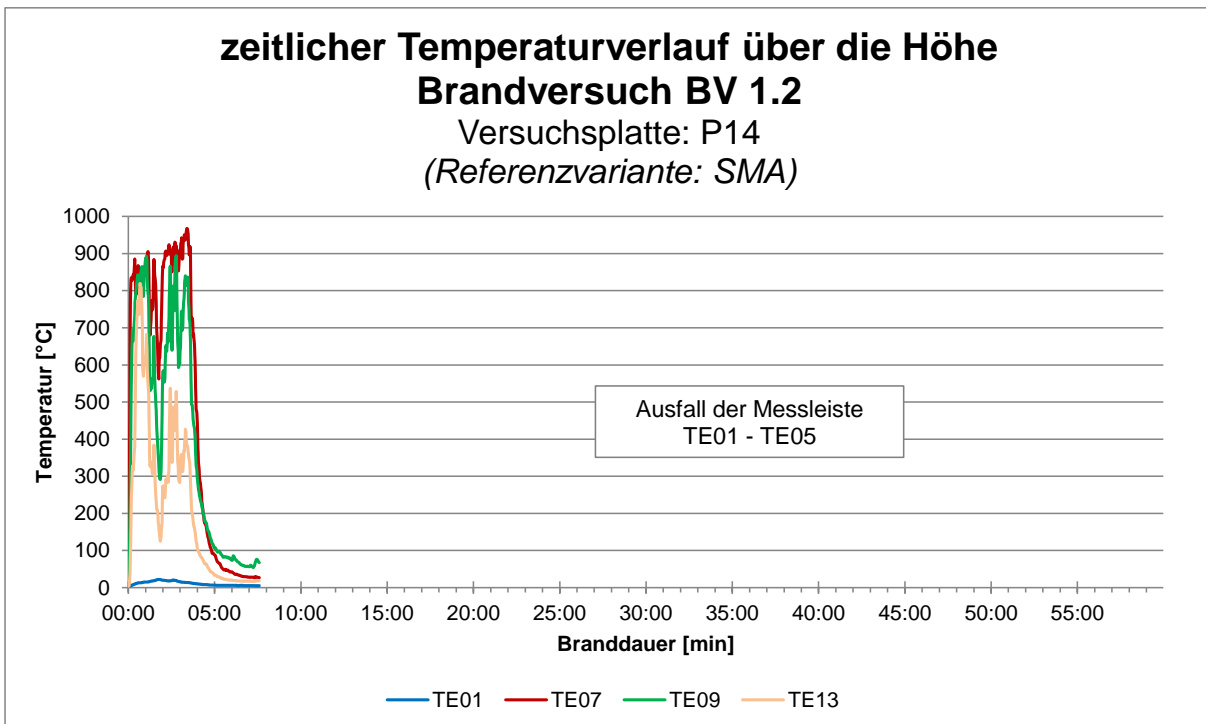
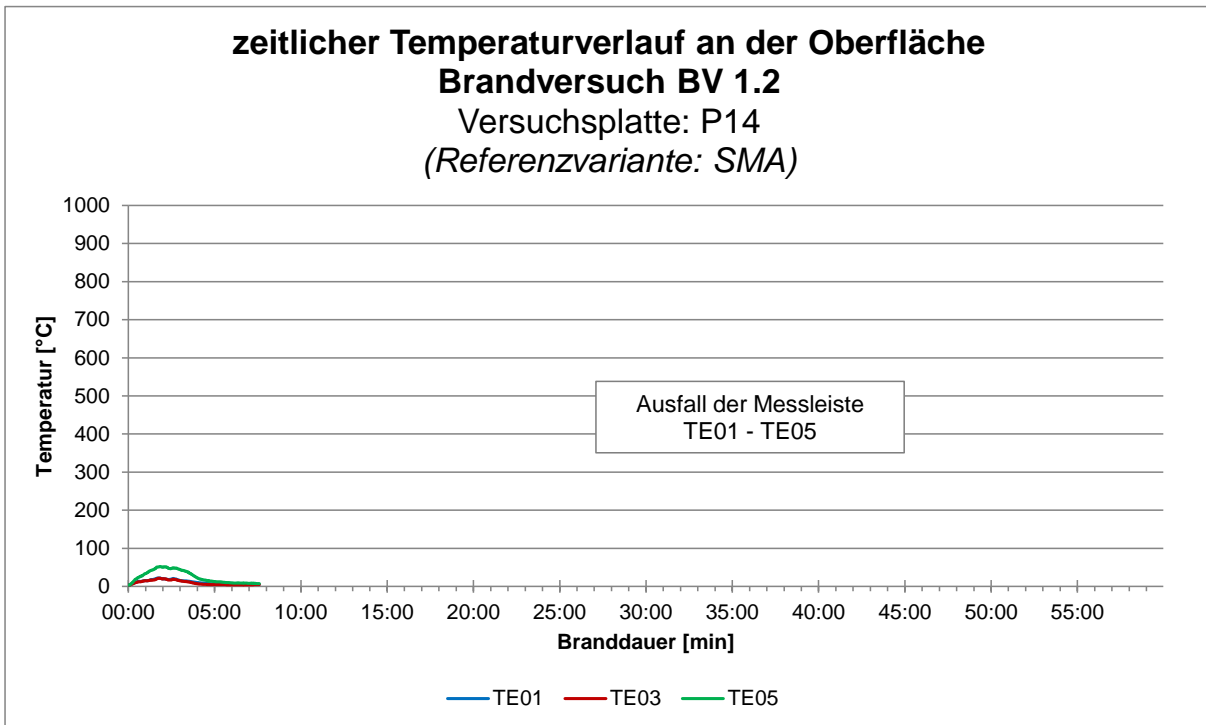


## 5.2.2.4 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung

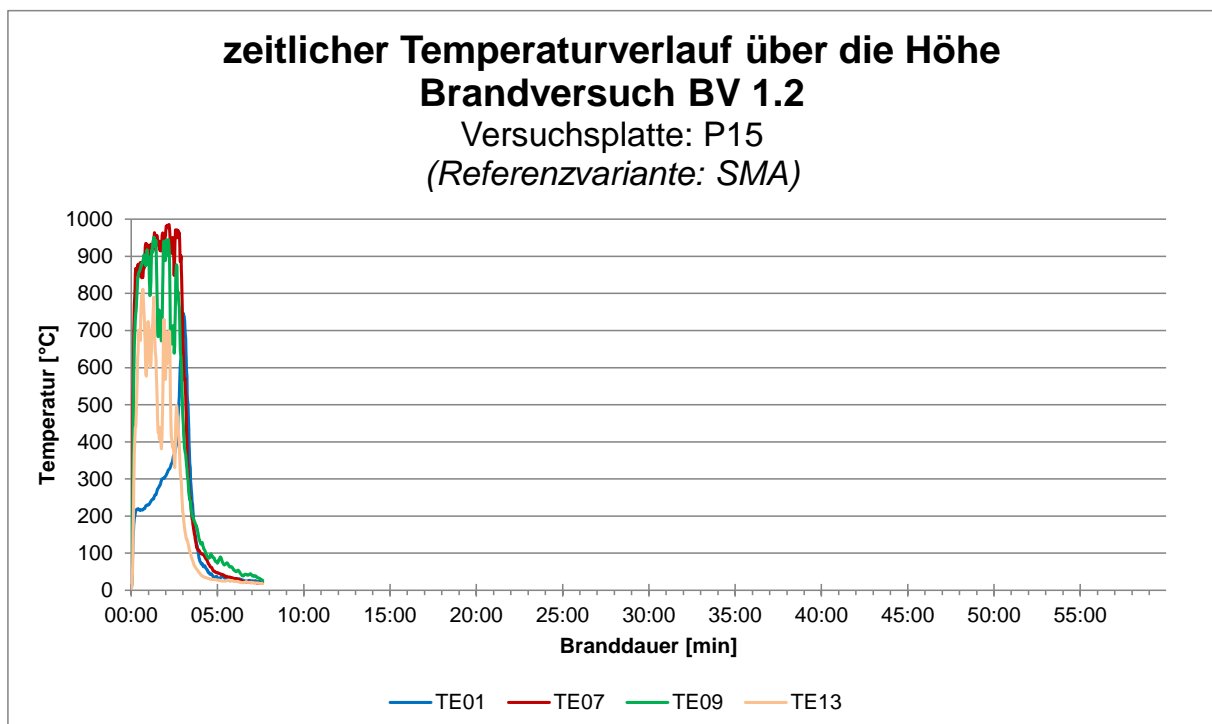
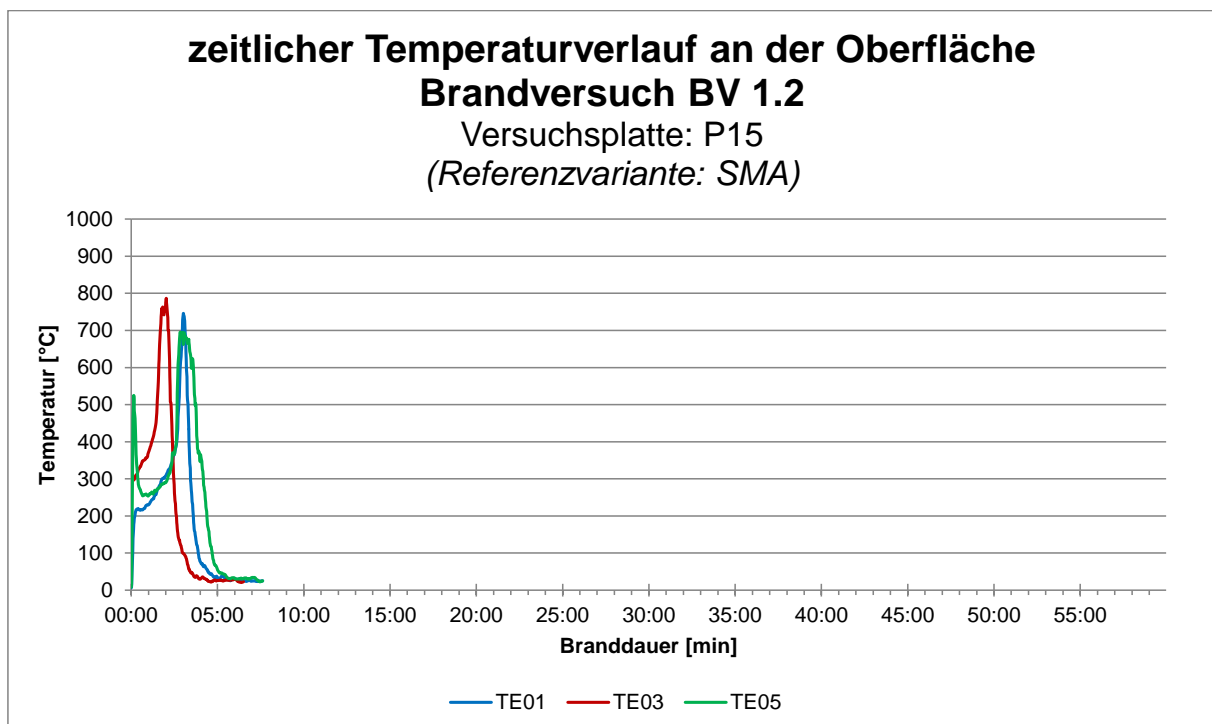


### 5.2.3 Variante SMA

#### 5.2.3.1 Auswertung der Versuchsplatten



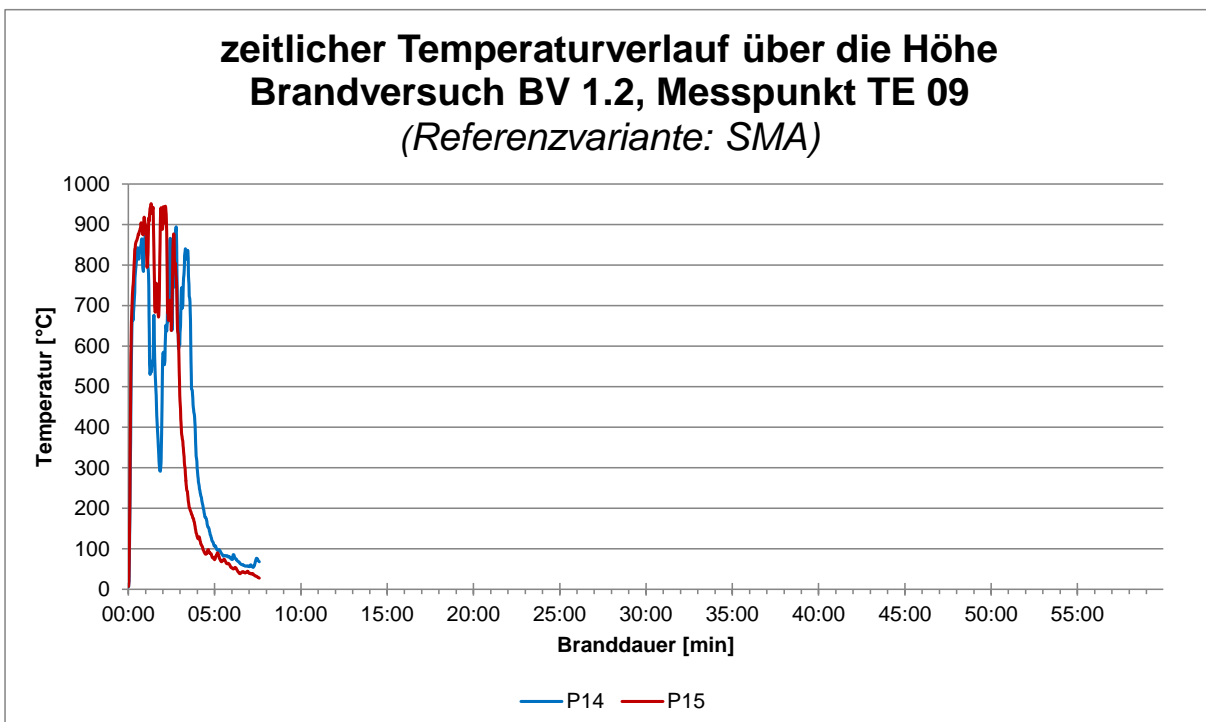
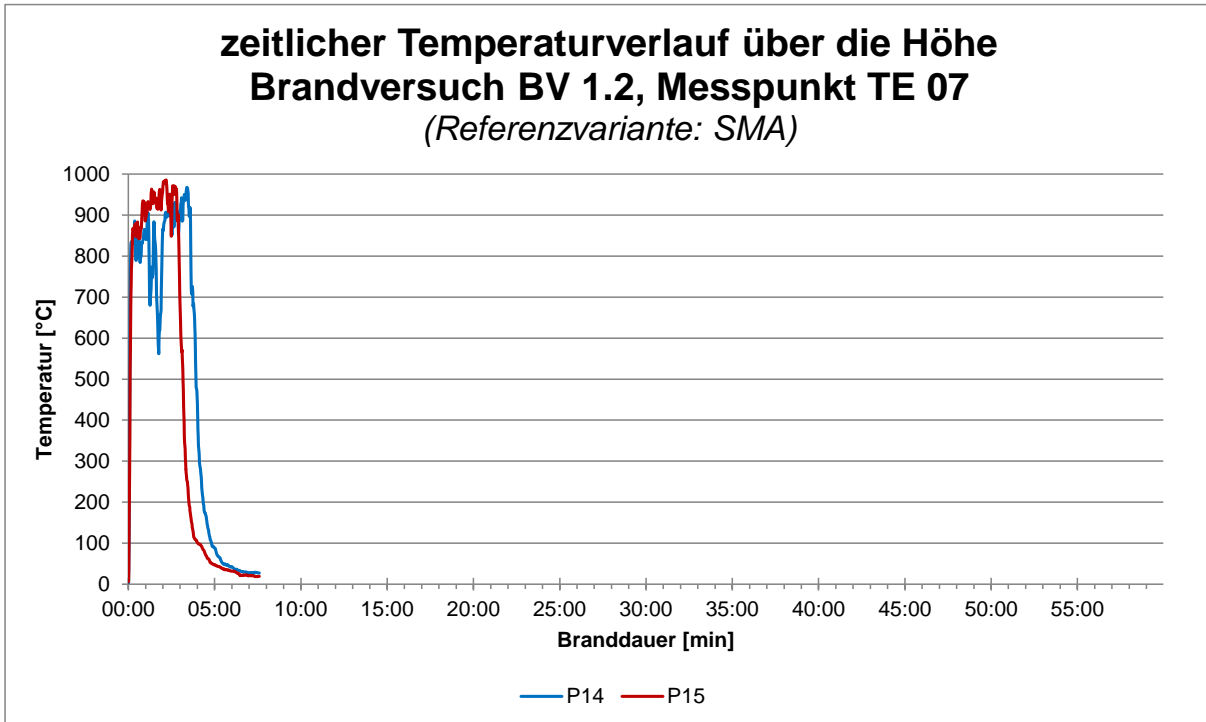


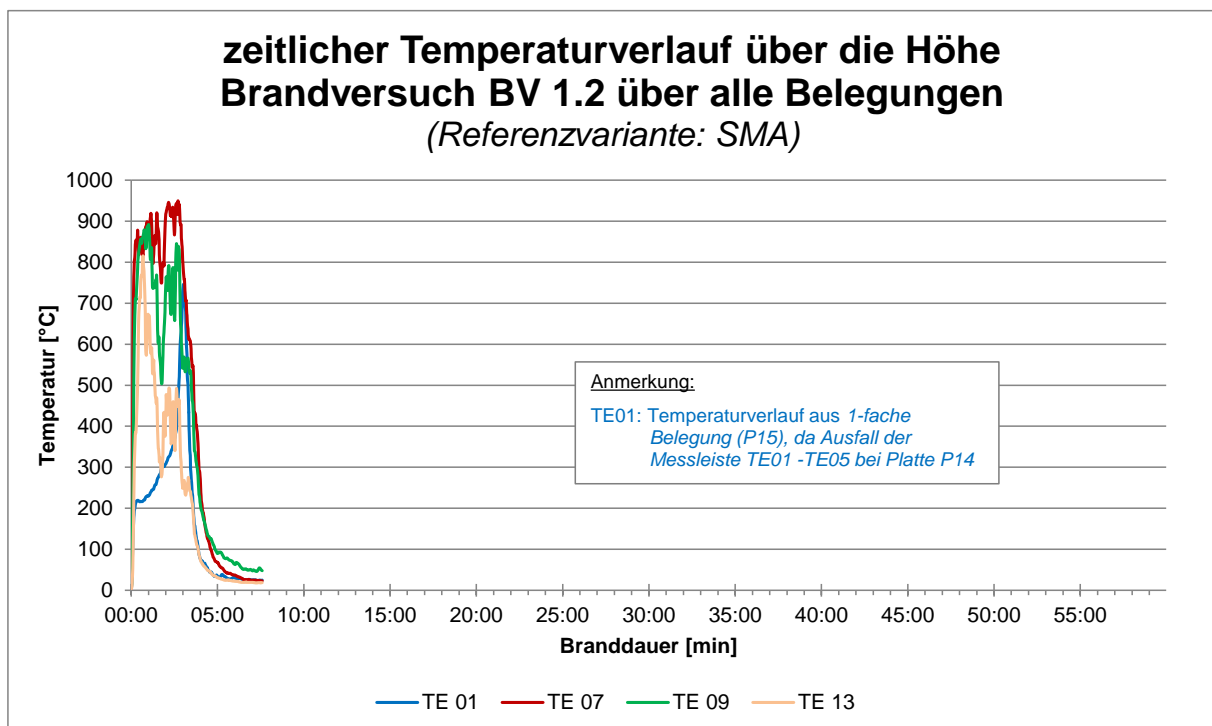
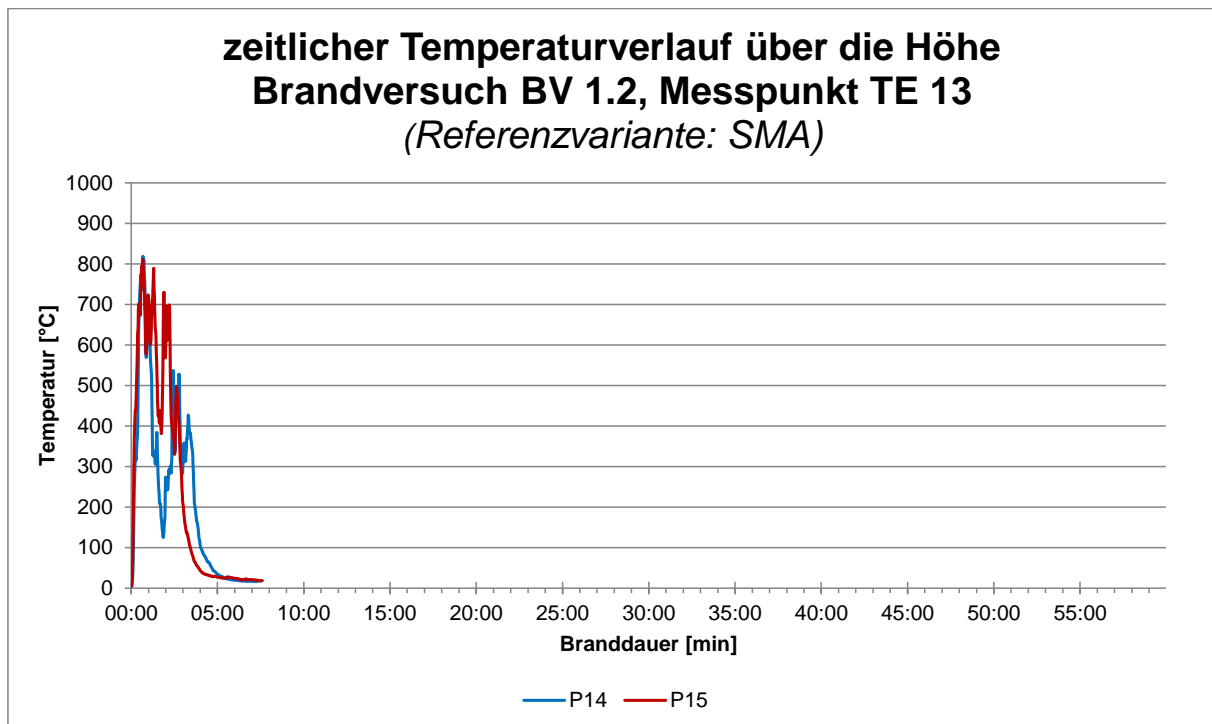


### 5.2.3.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche

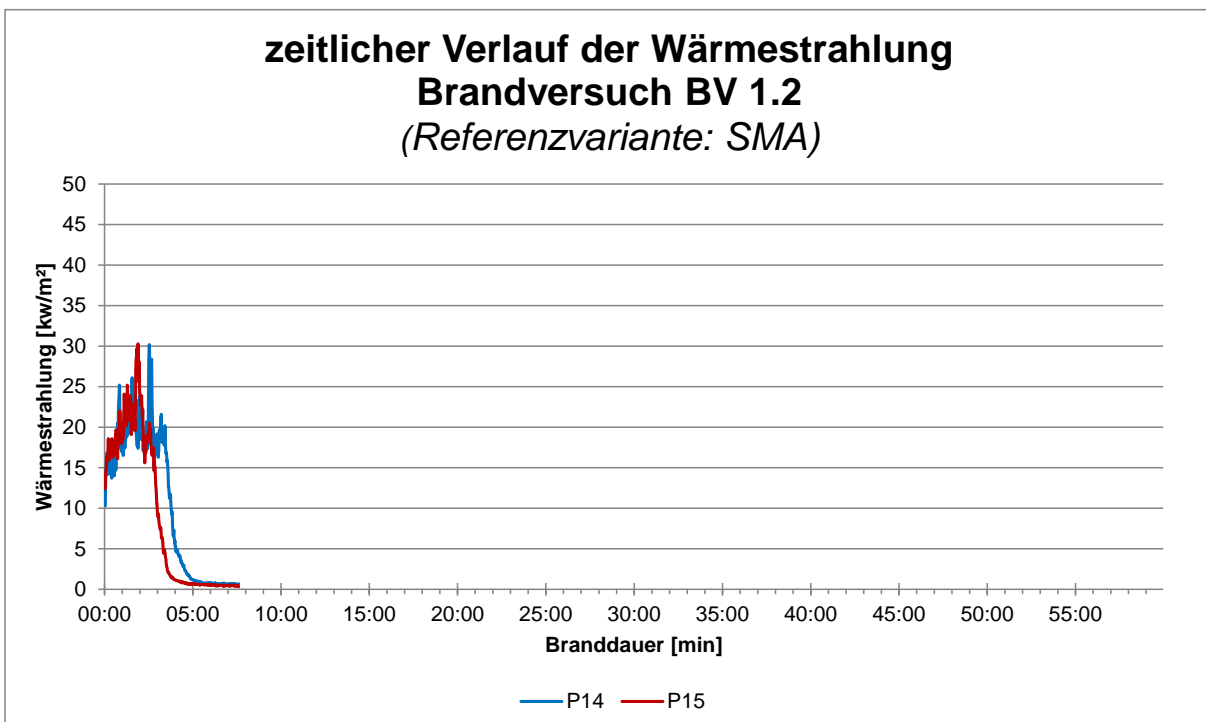
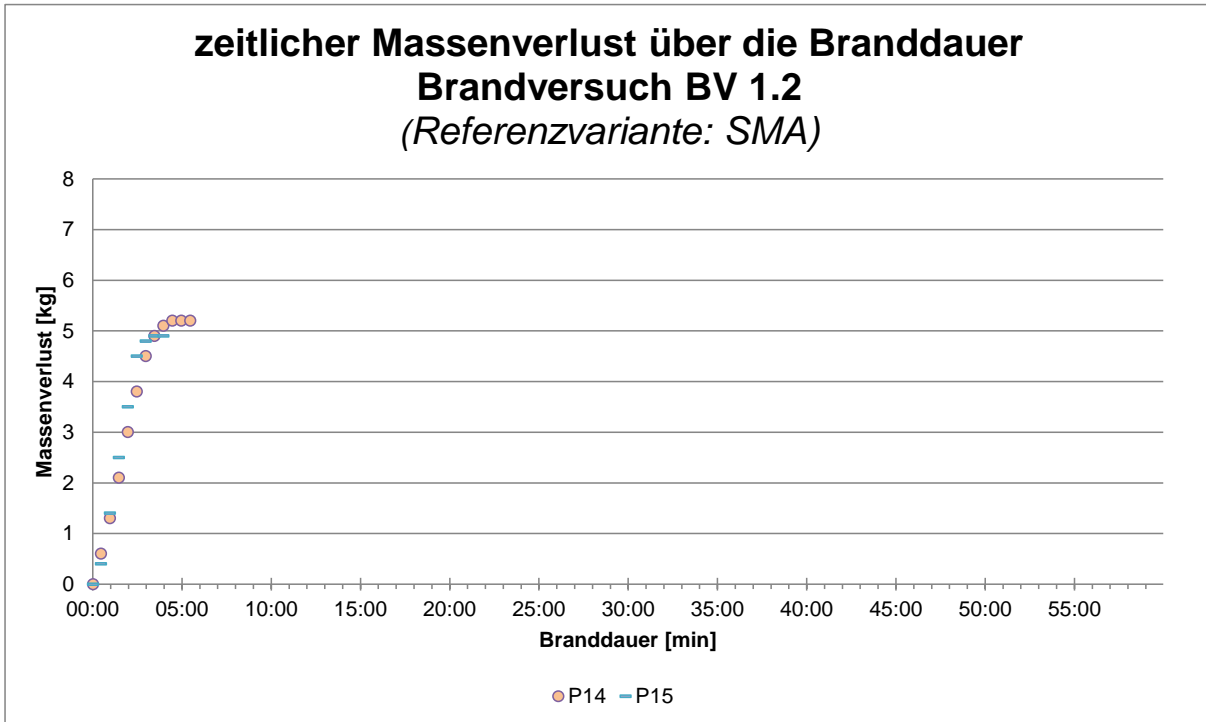
Ein Temperaturvergleich auf der Oberfläche der einzelnen Varianten wird aufgrund des Ausfalls der Messleiste bei Versuchsplatte P14 vernachlässigt.

## 5.2.3.3 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe



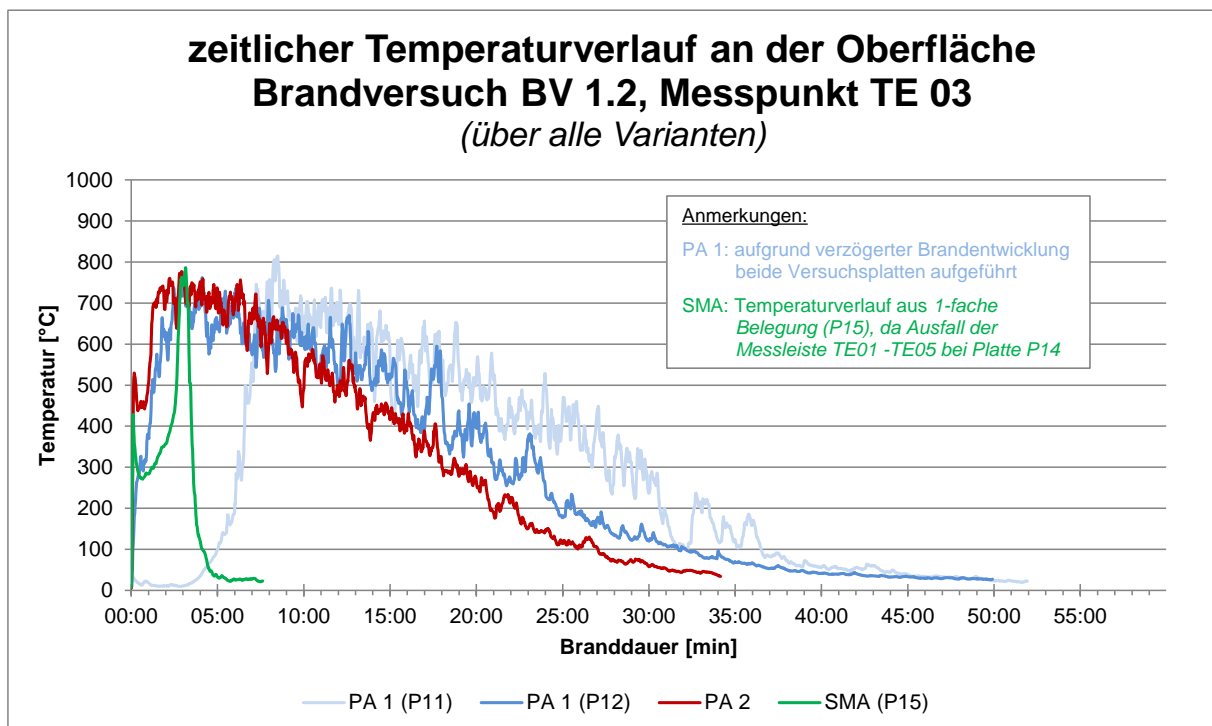
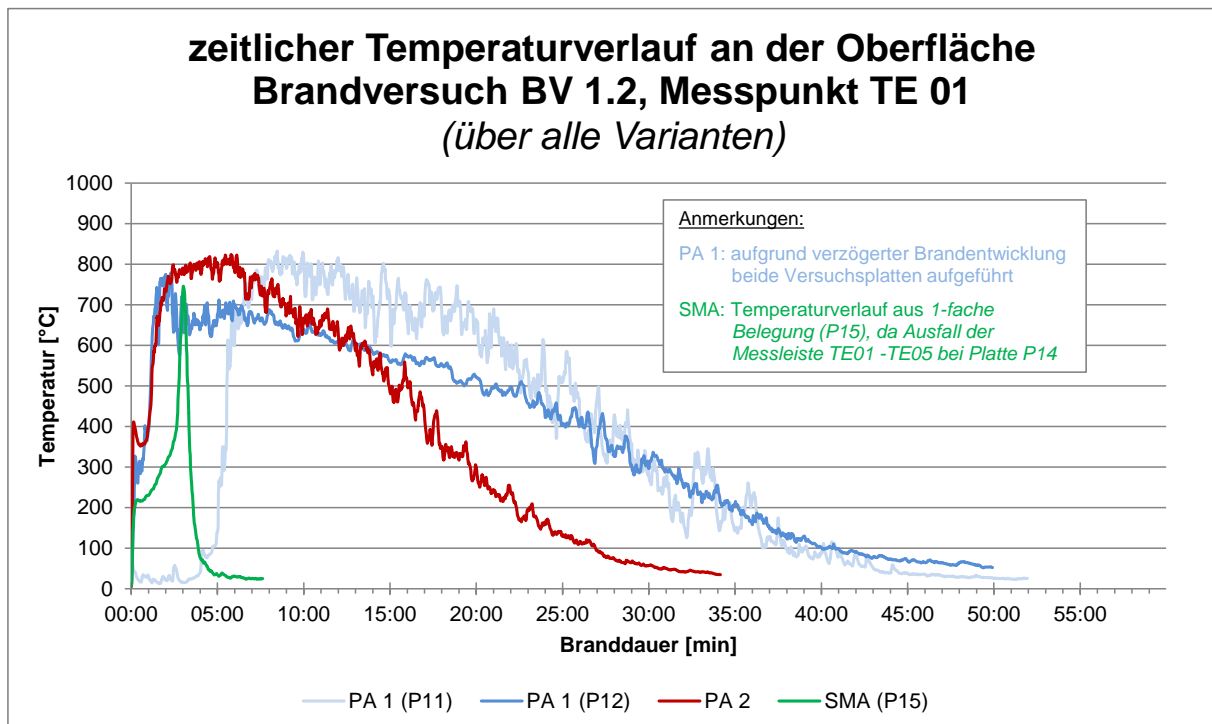


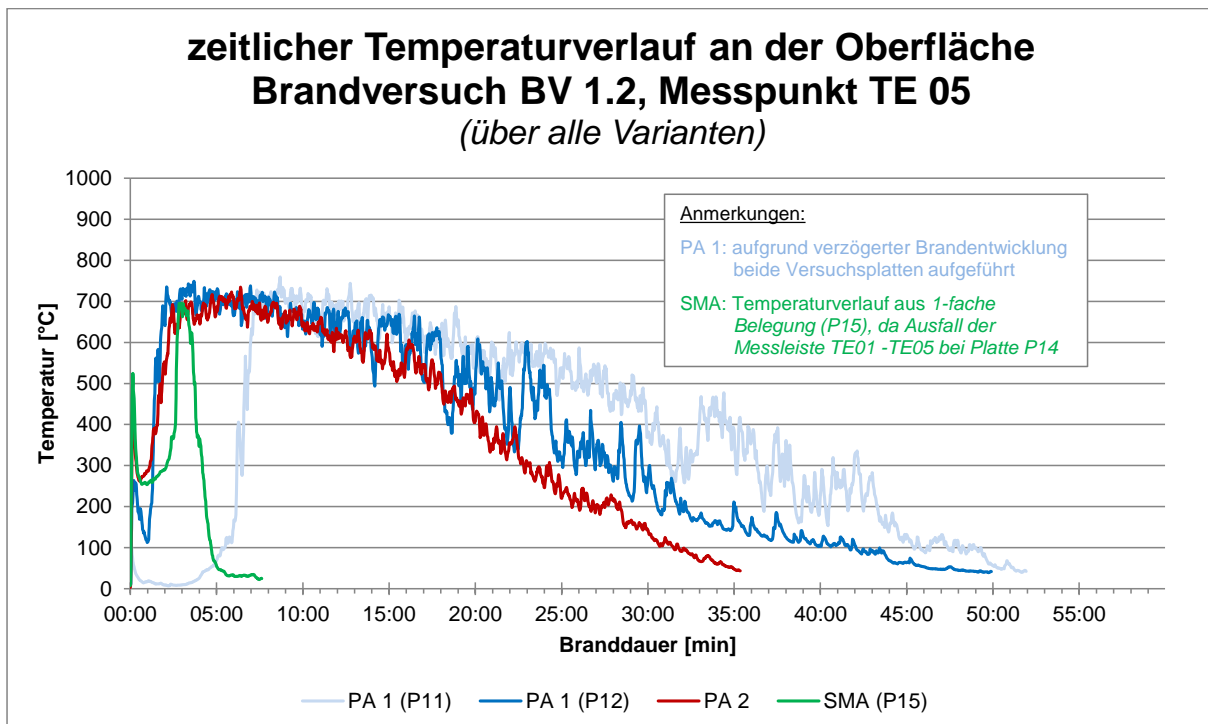
## 5.2.3.4 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung



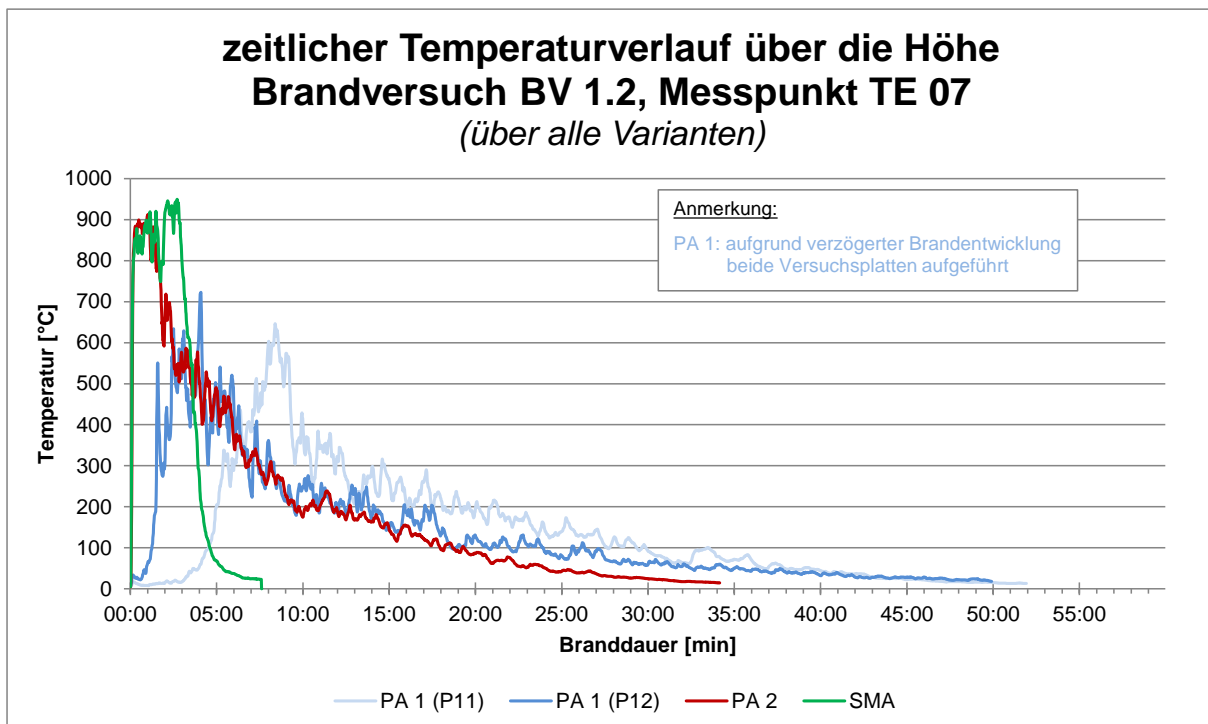
## 5.2.4 Variantenvergleich

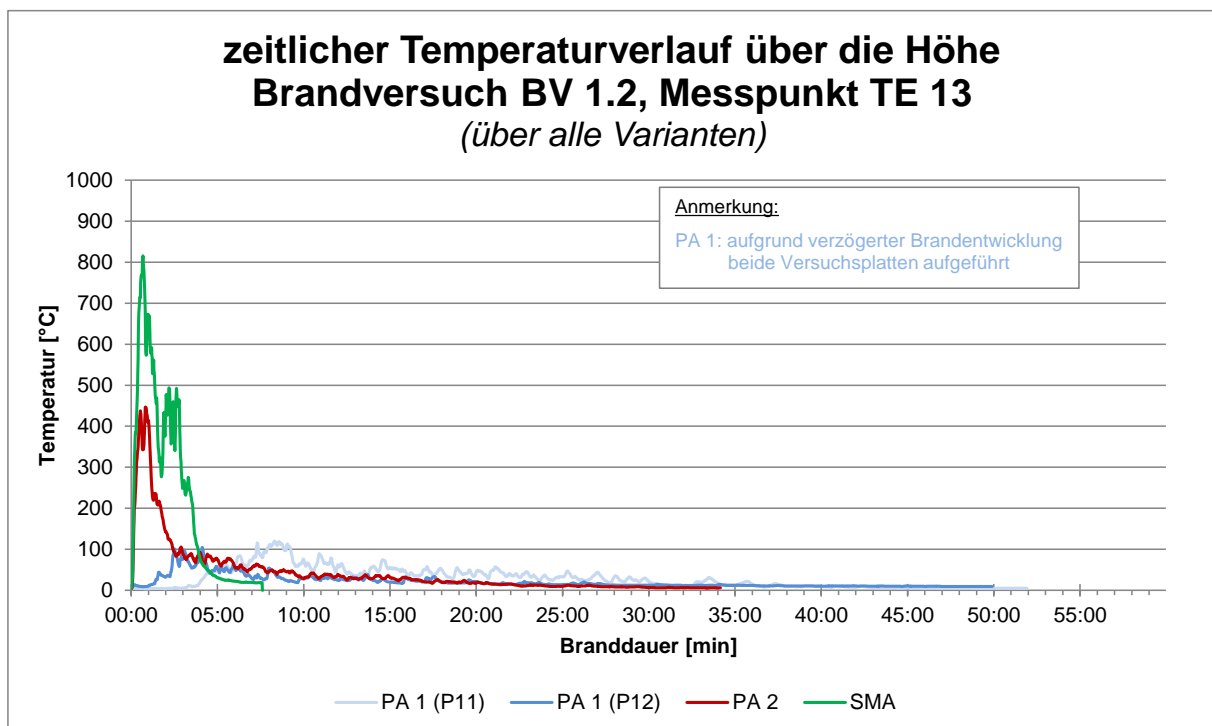
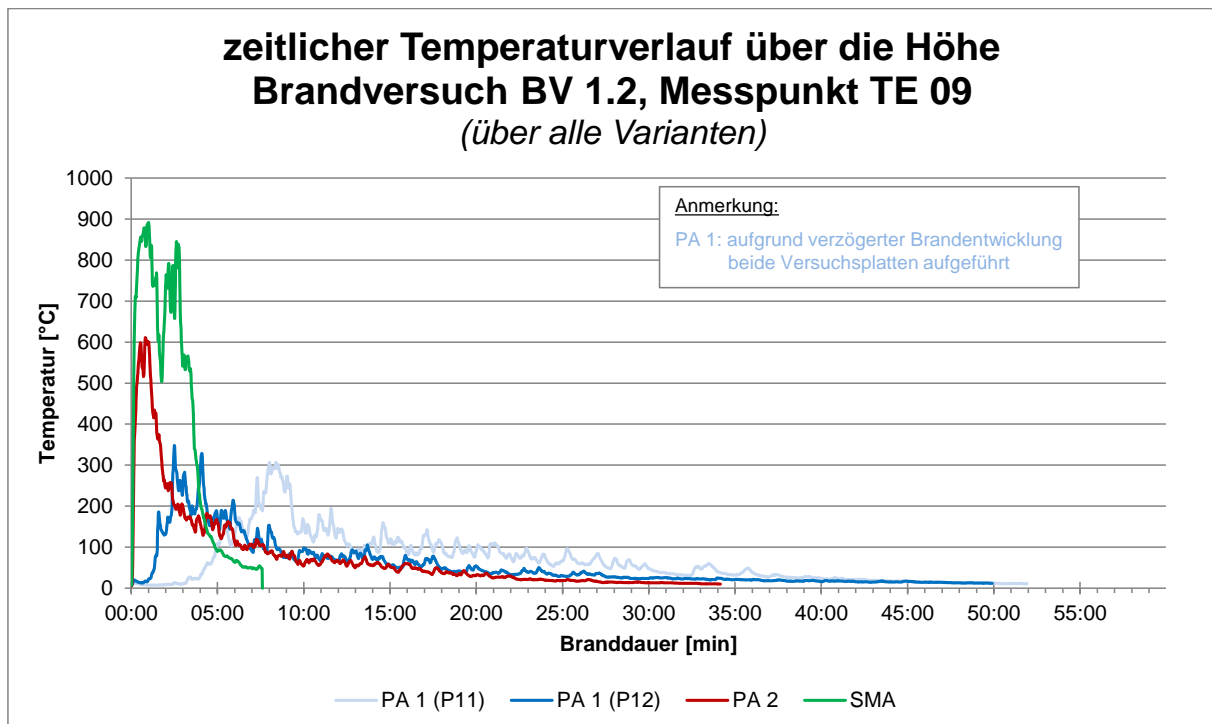
### 5.2.4.1 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche



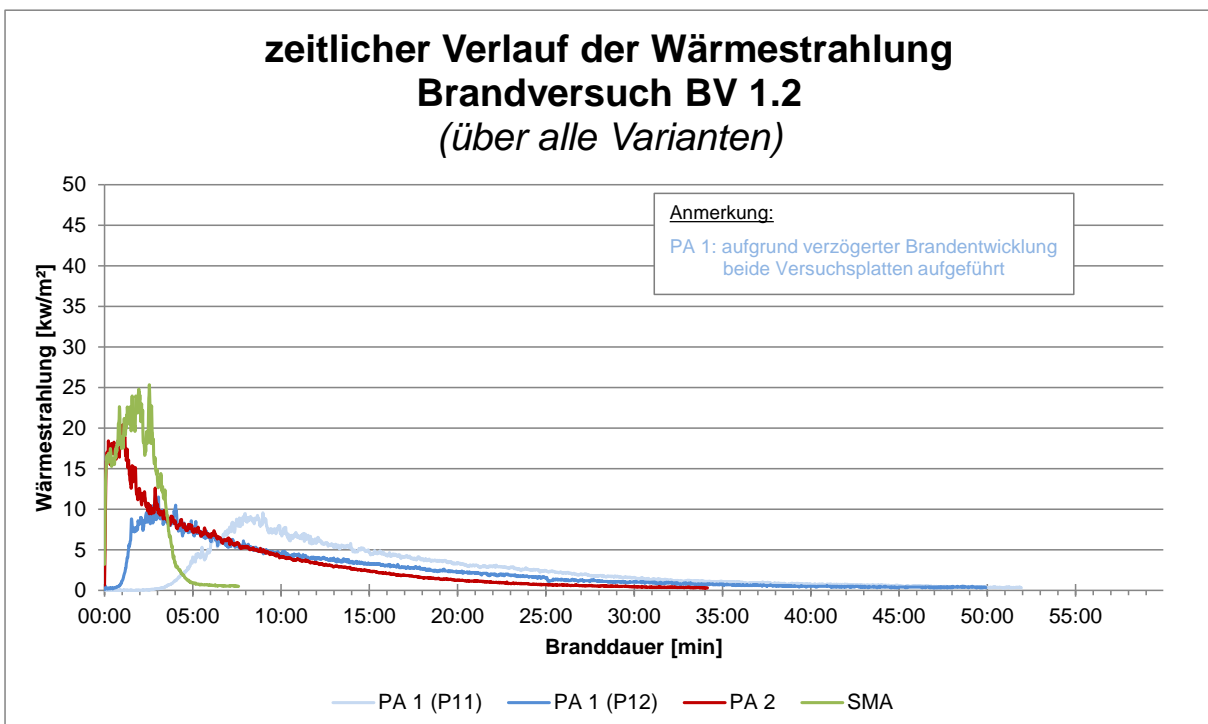
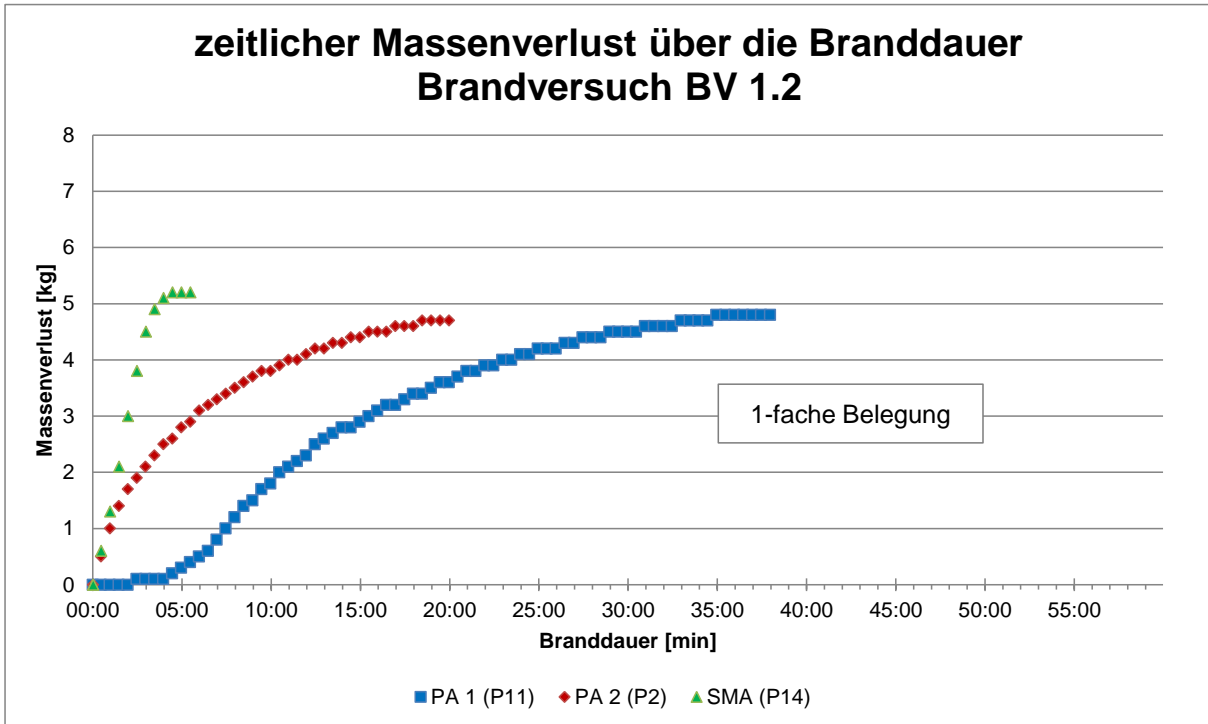


#### 5.2.4.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe





5.2.4.3 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung

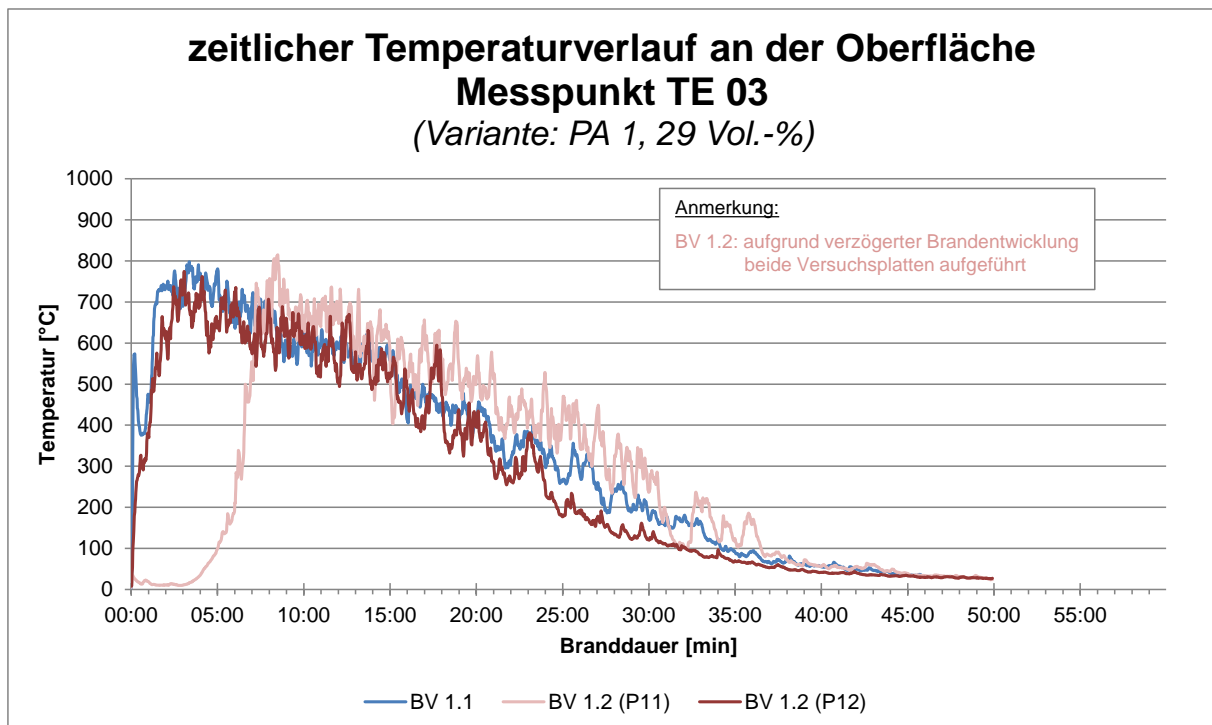
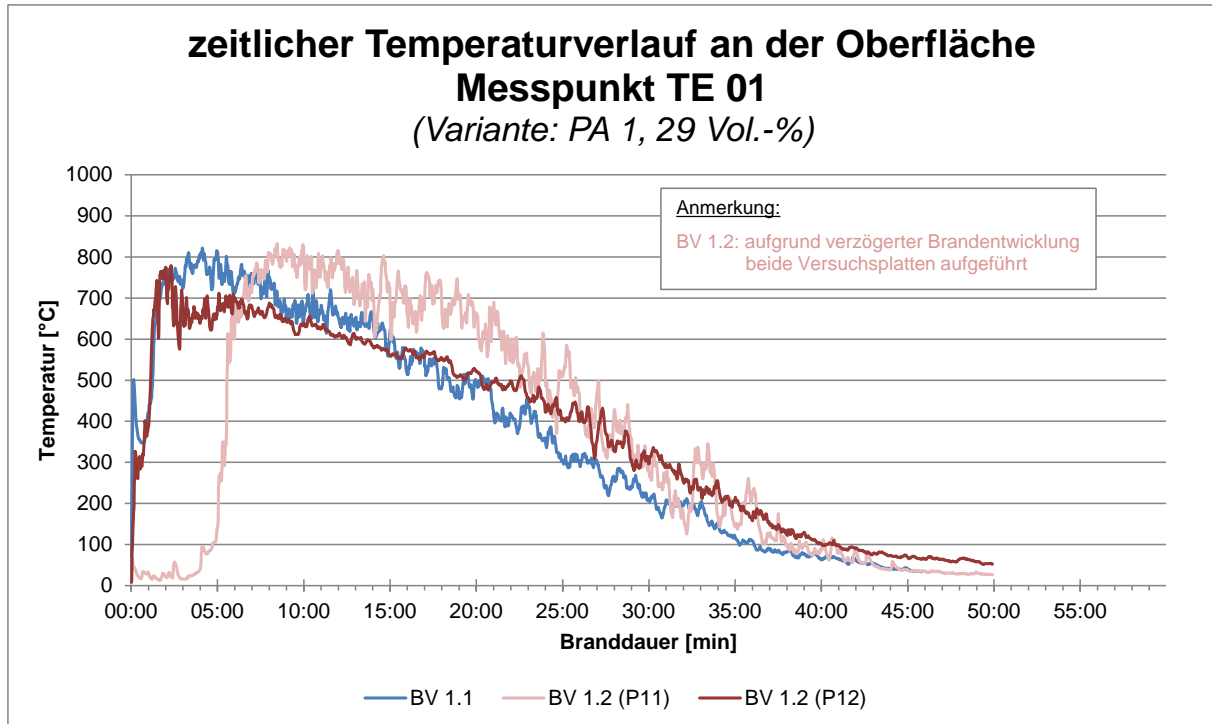


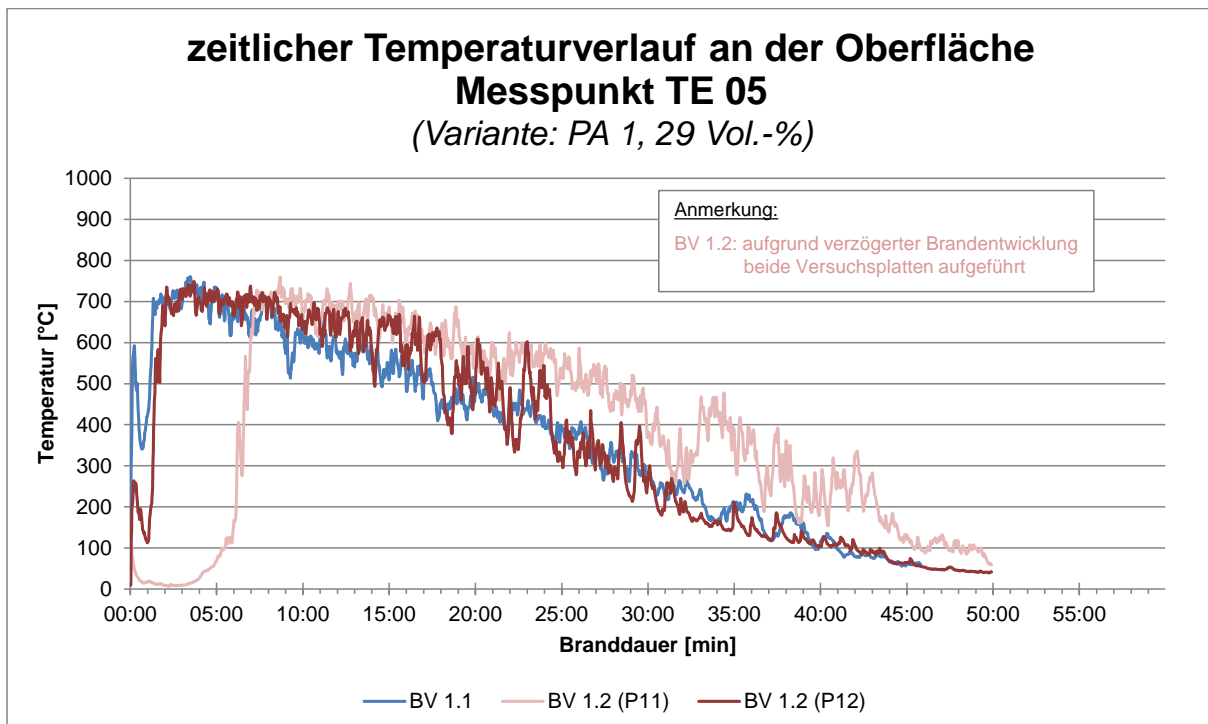


## 5.3 Vergleich von BV 1.1 und BV 1.2

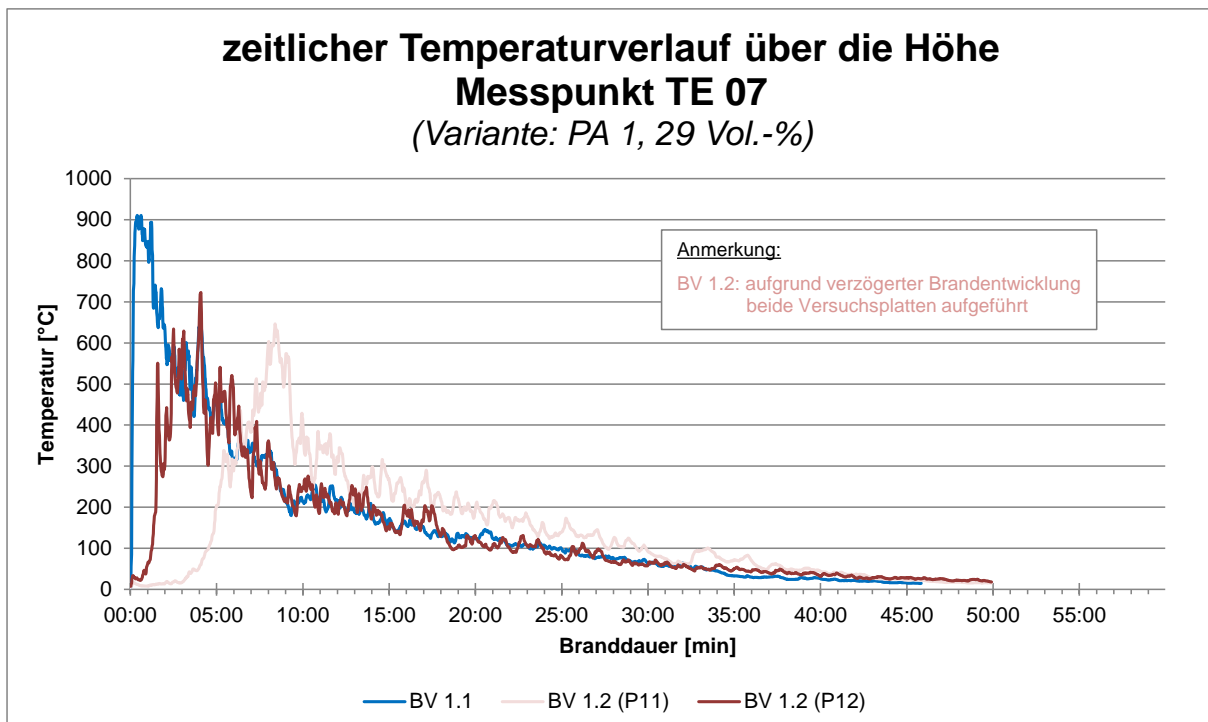
### 5.3.1 PA 1

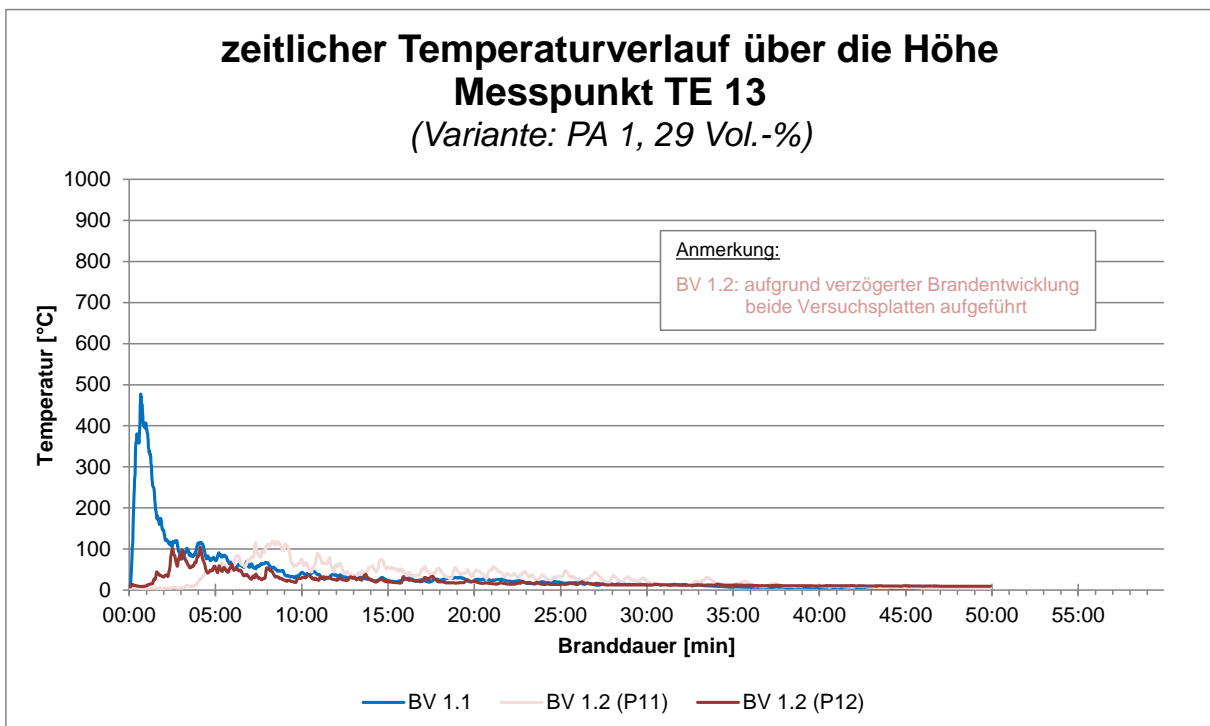
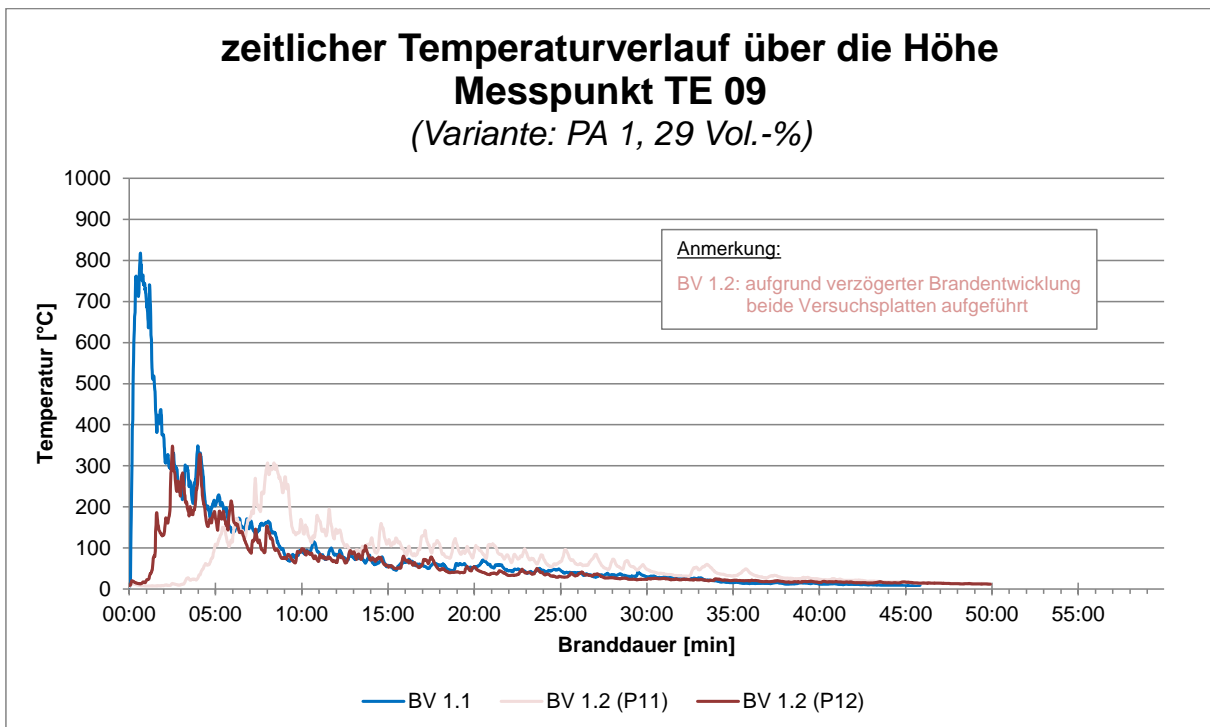
#### 5.3.1.1 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche



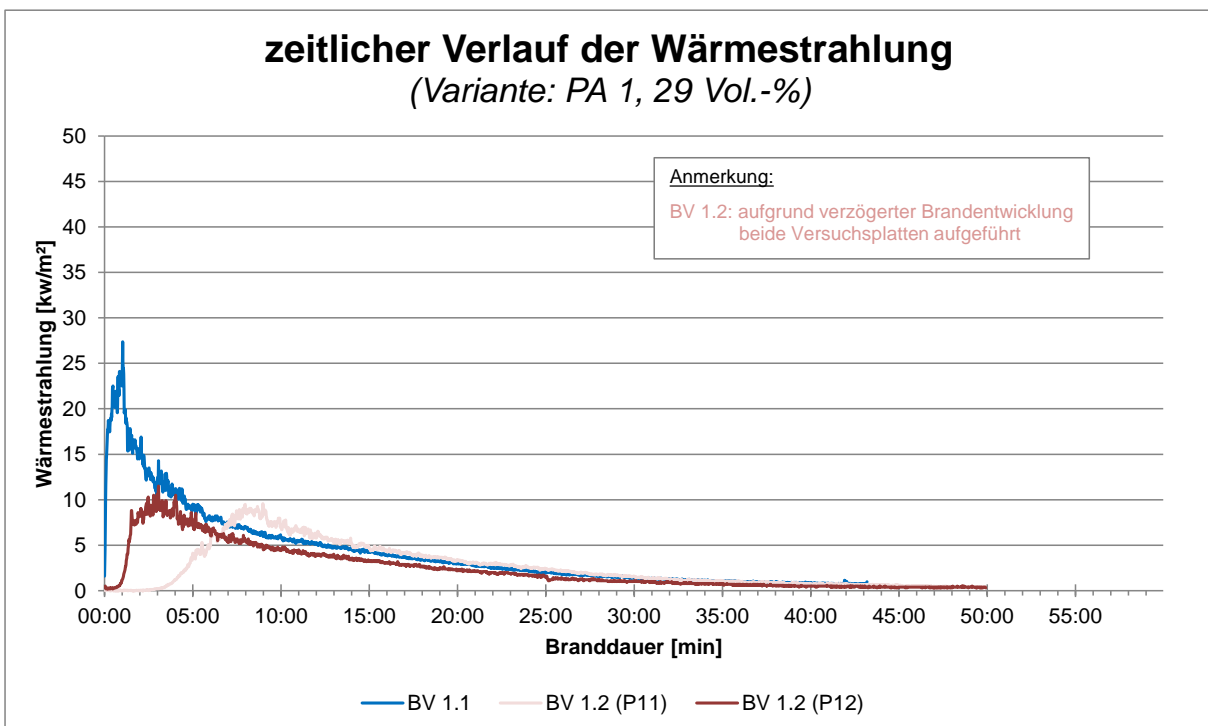
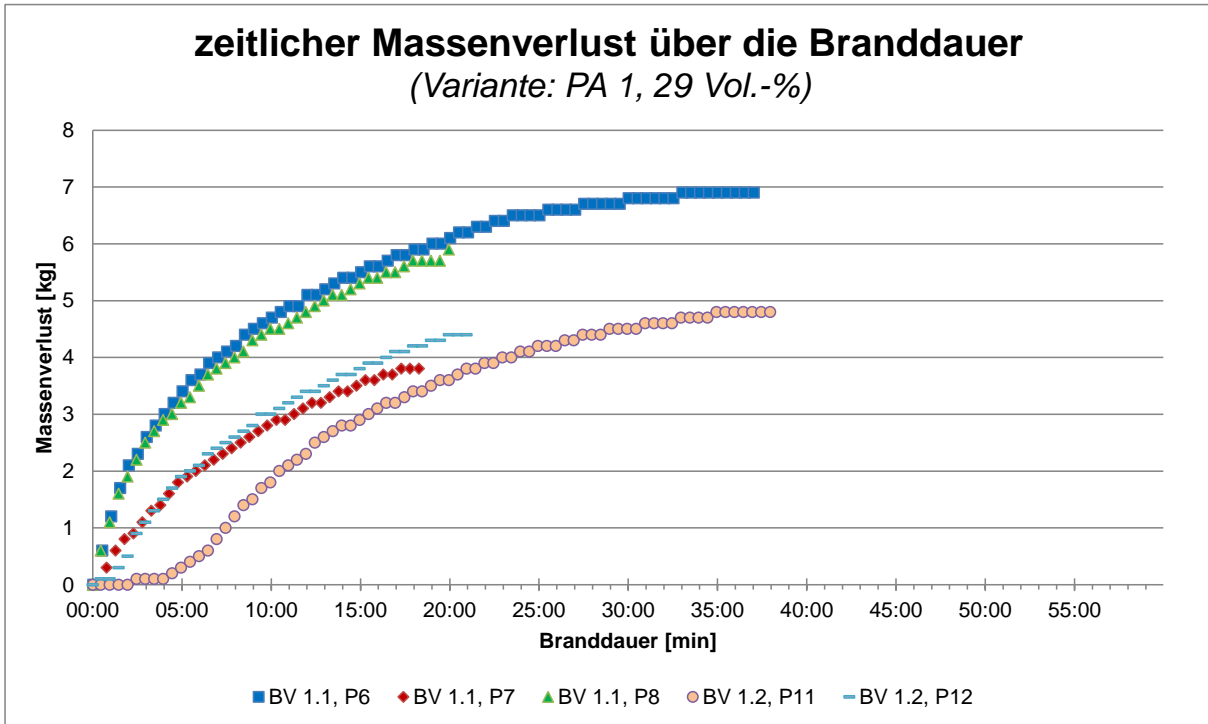


#### 5.3.1.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe



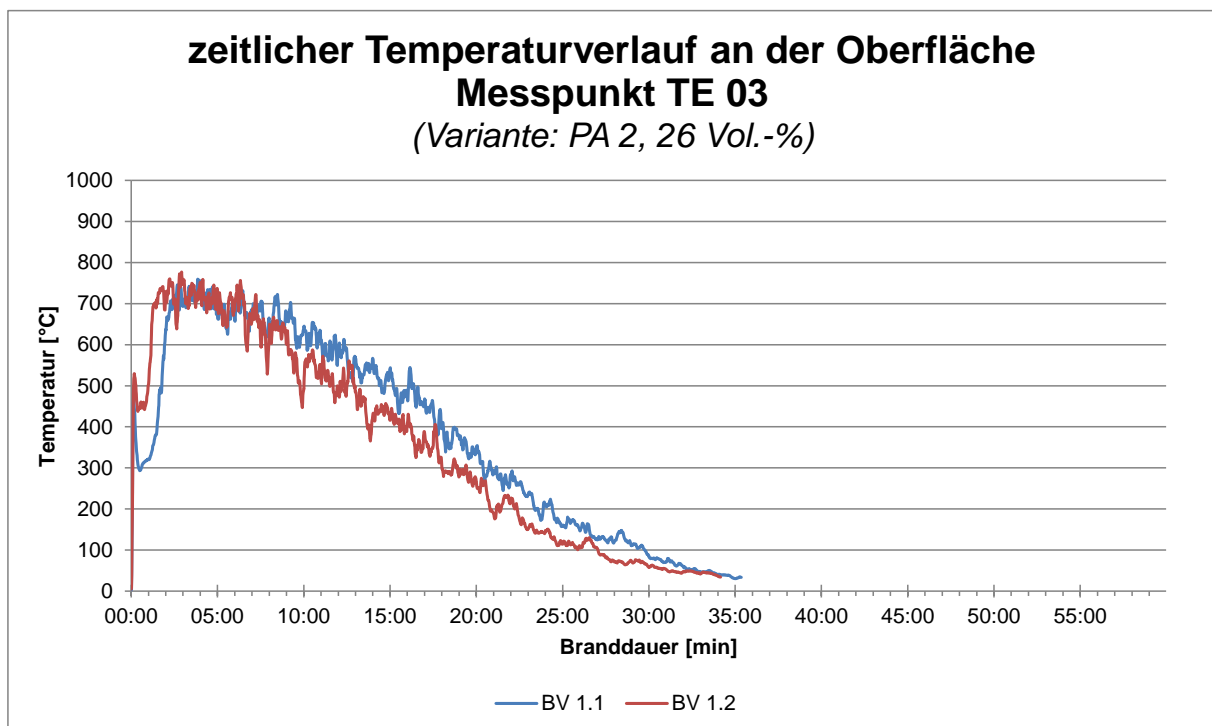
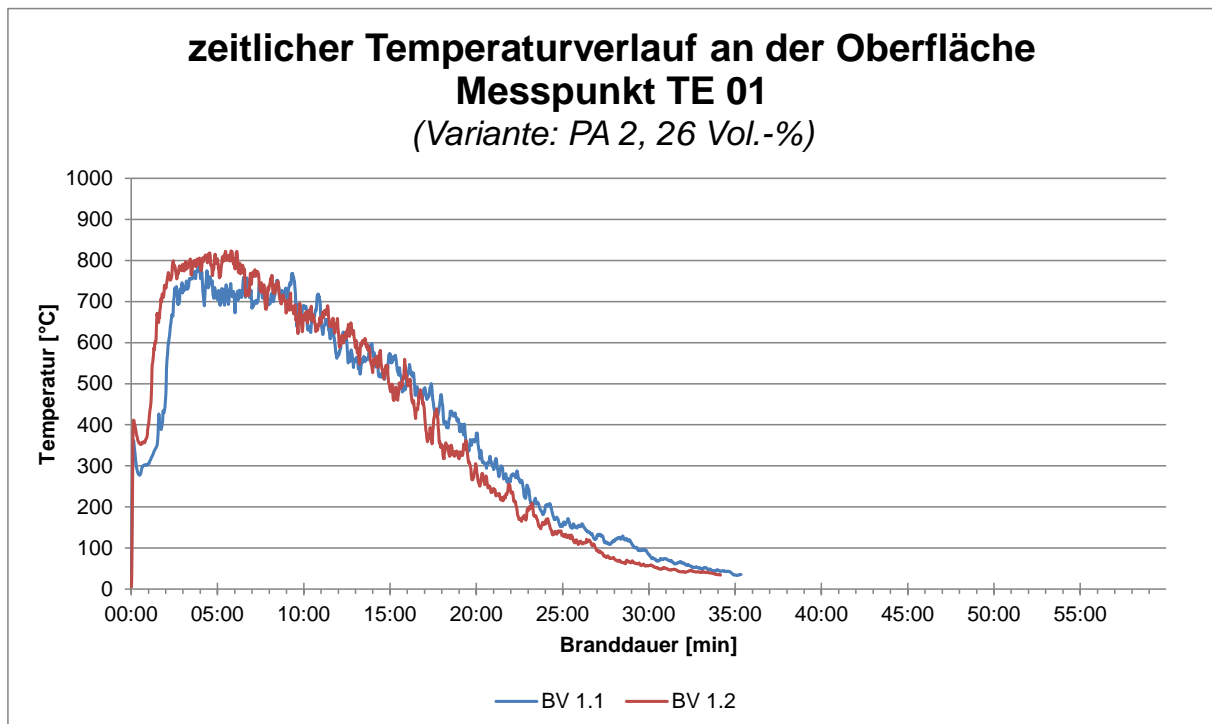


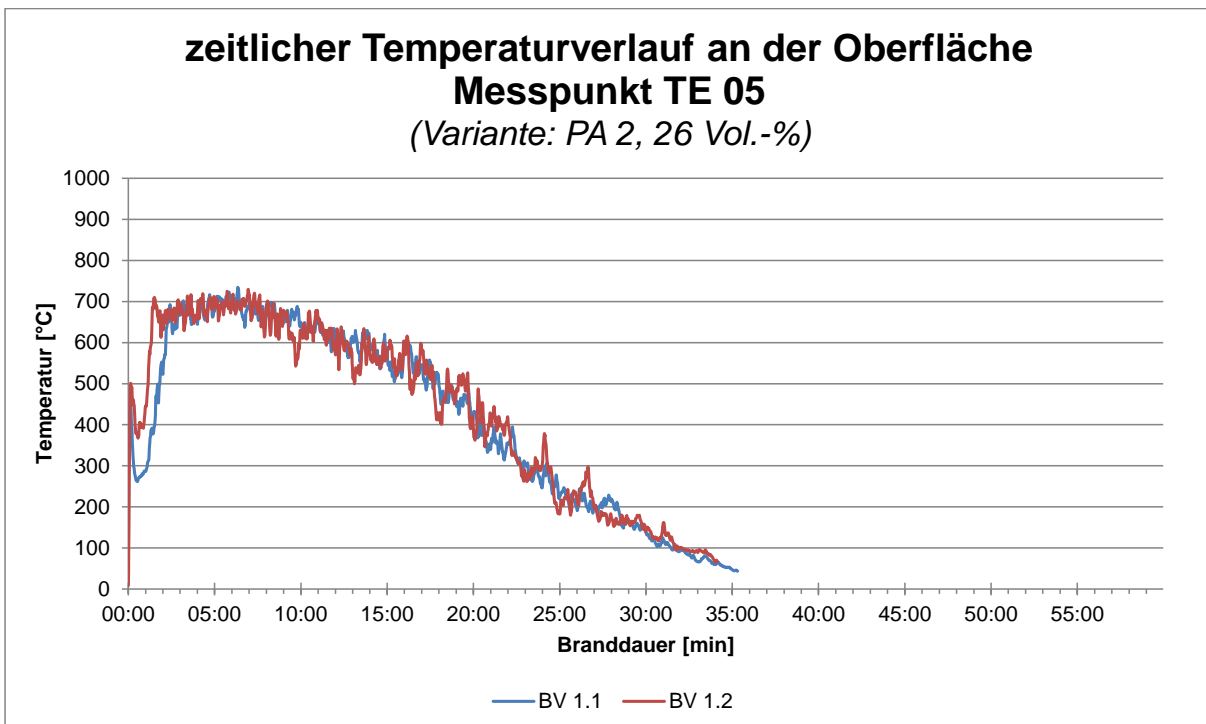
5.3.1.3 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung



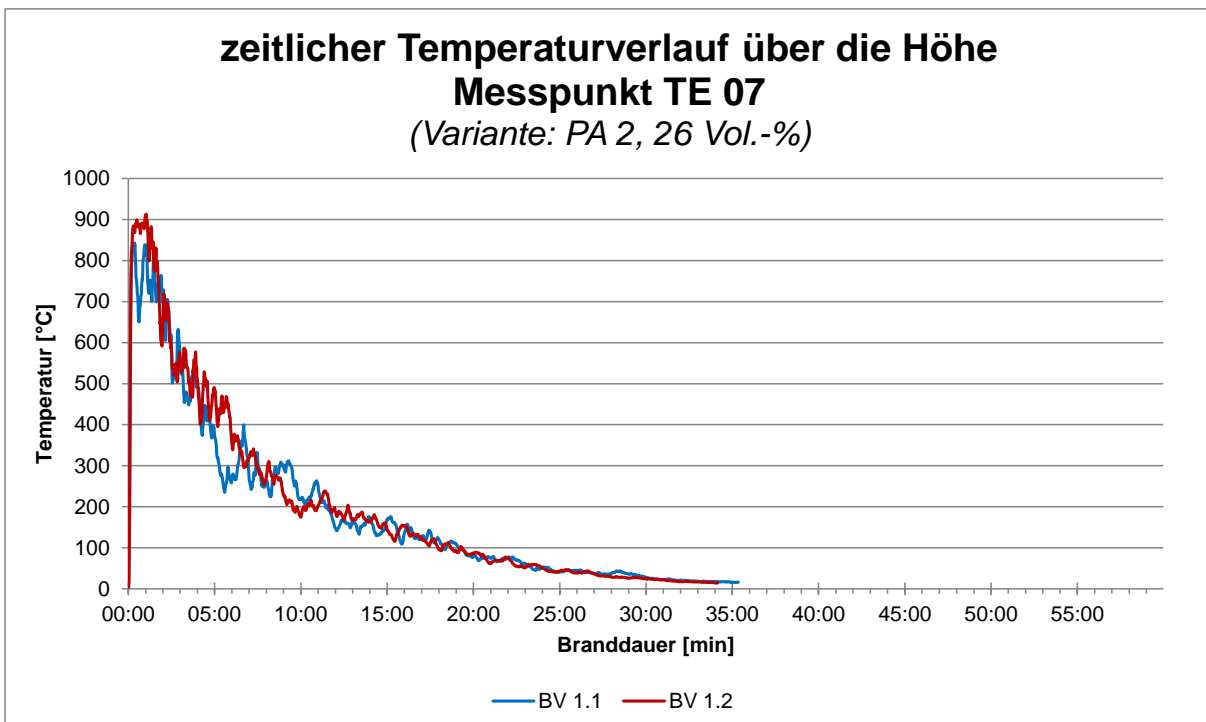
### 5.3.2 PA 2

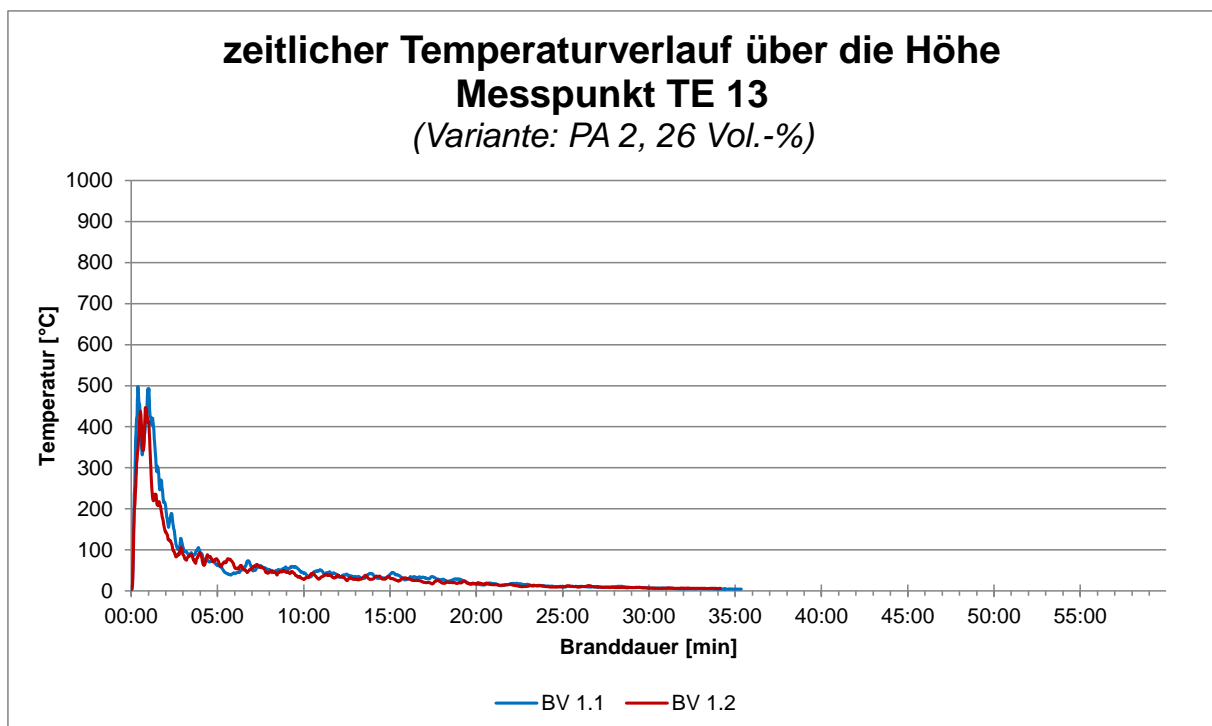
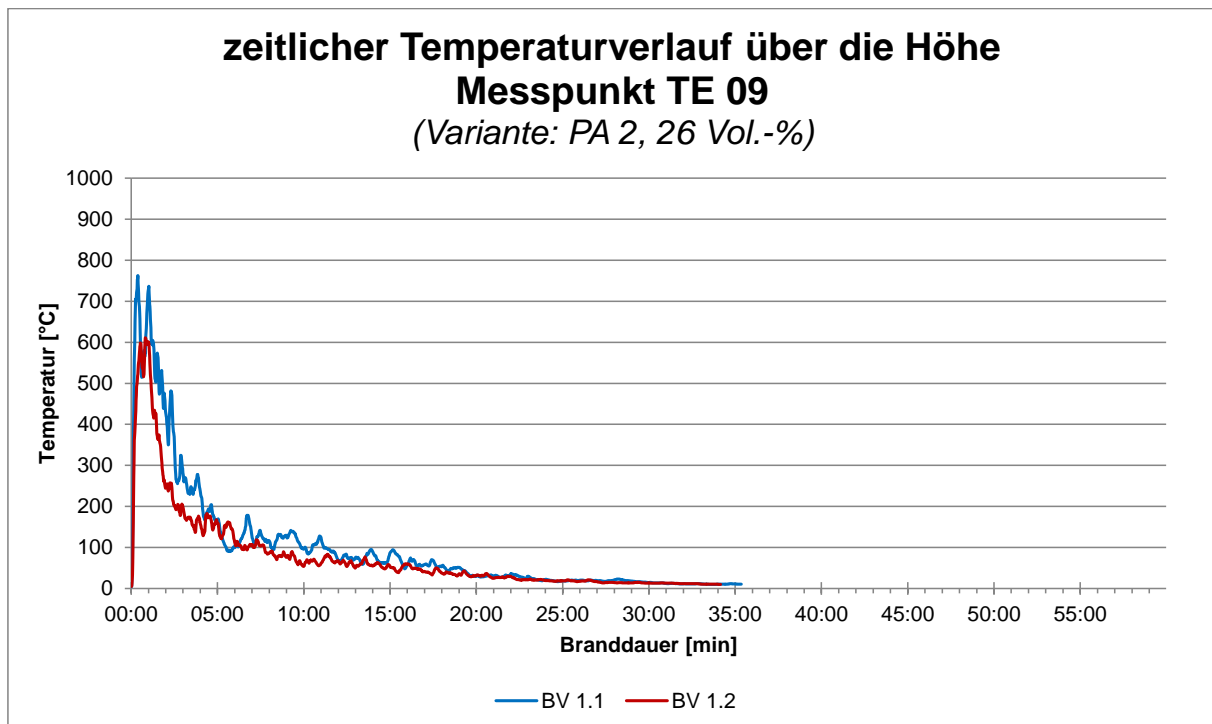
#### 5.3.2.1 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche



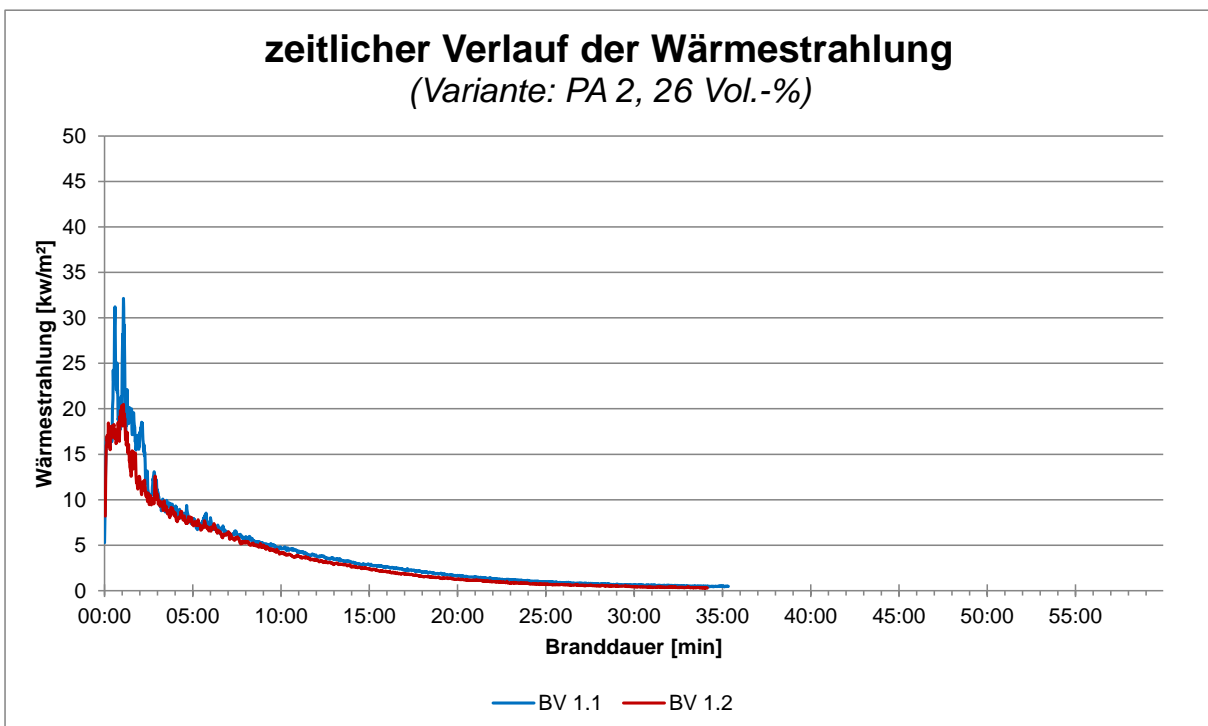
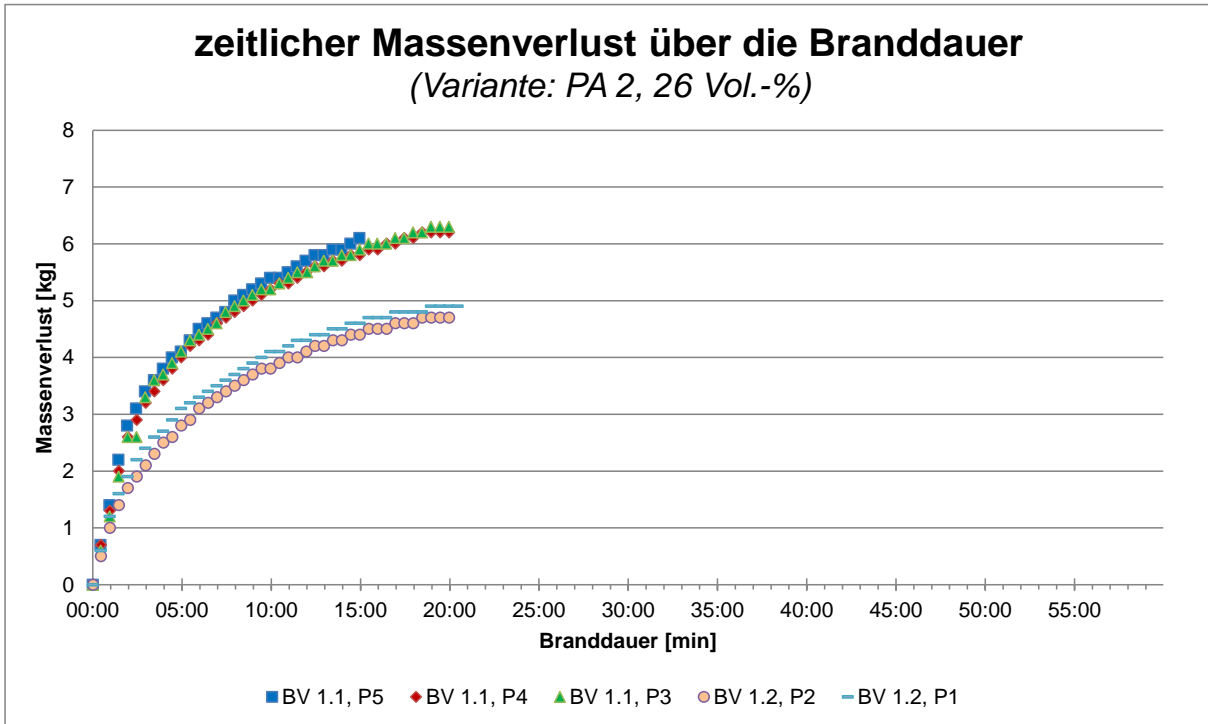


### 5.3.2.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe





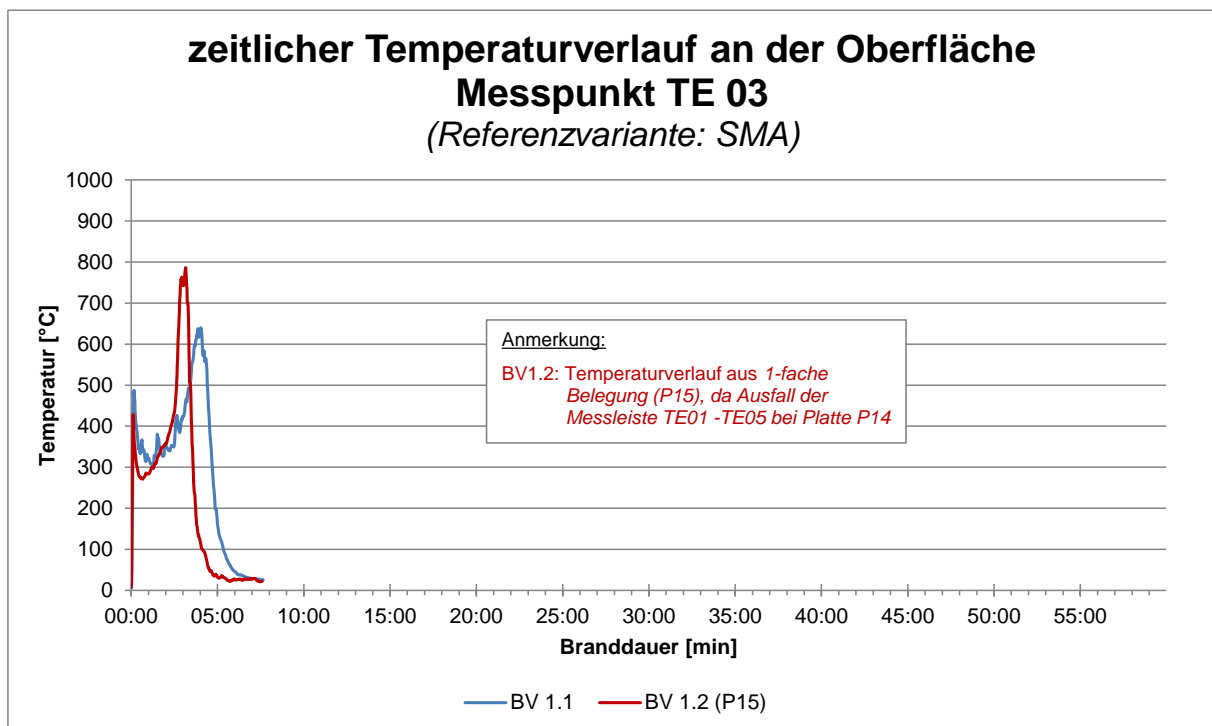
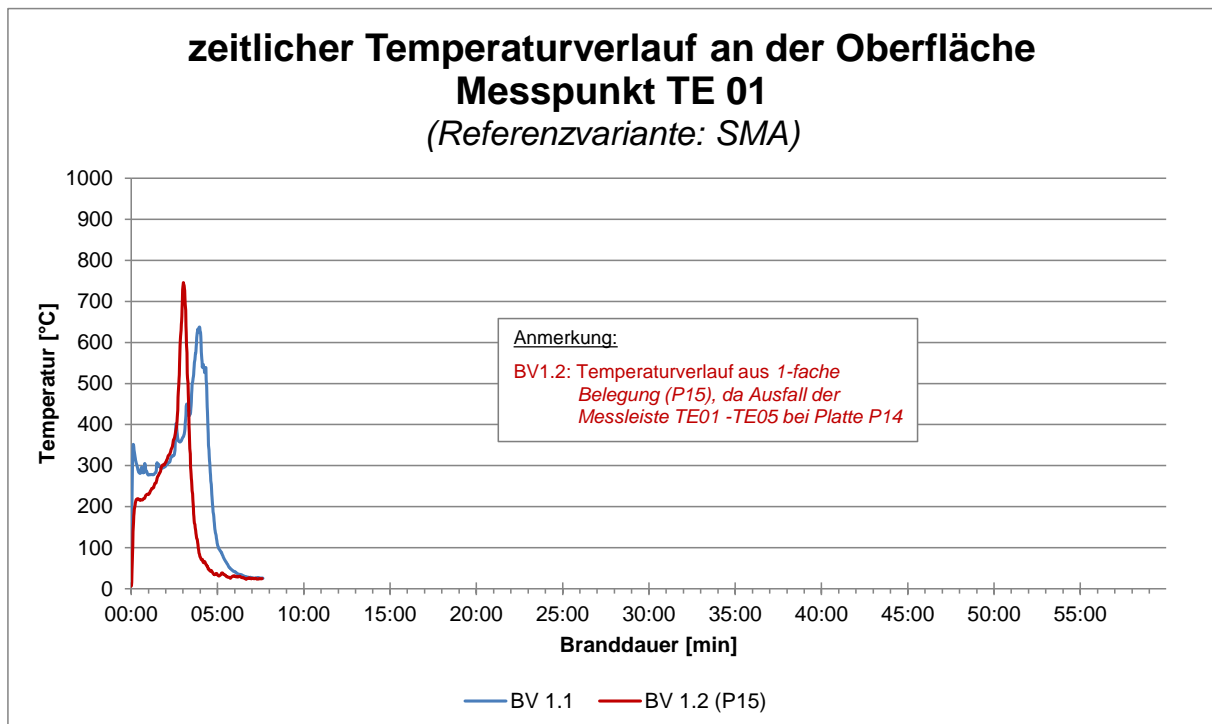
5.3.2.3 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung

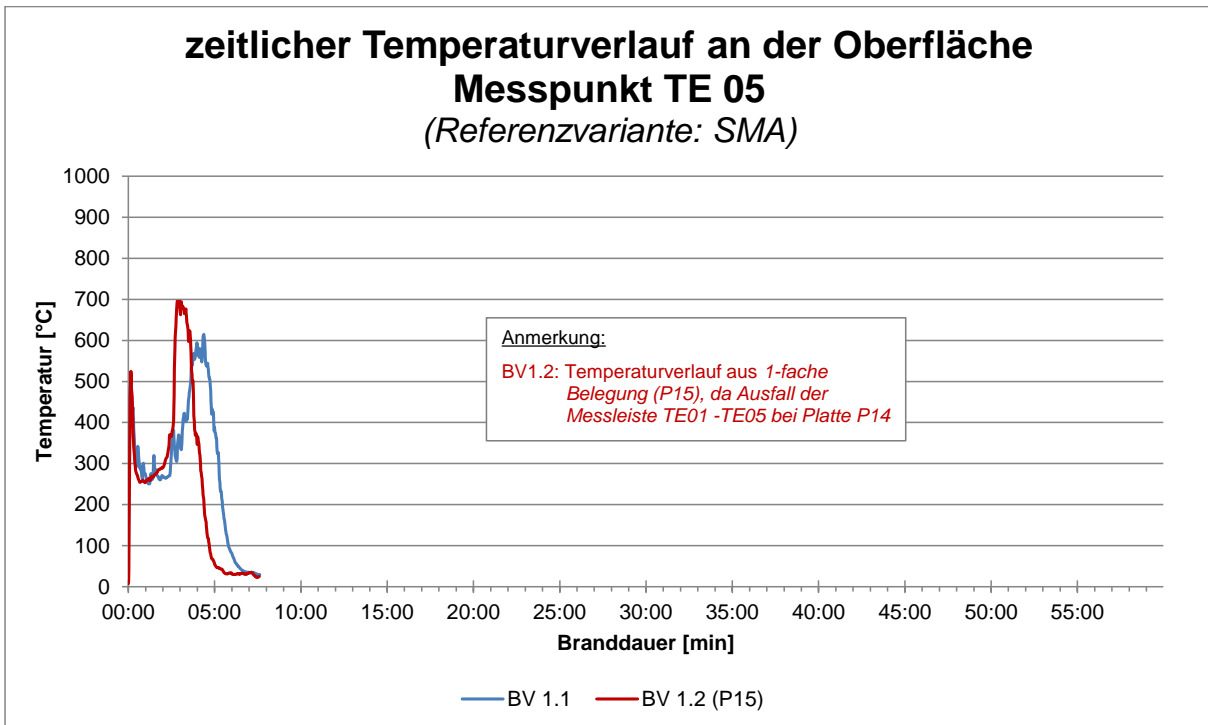




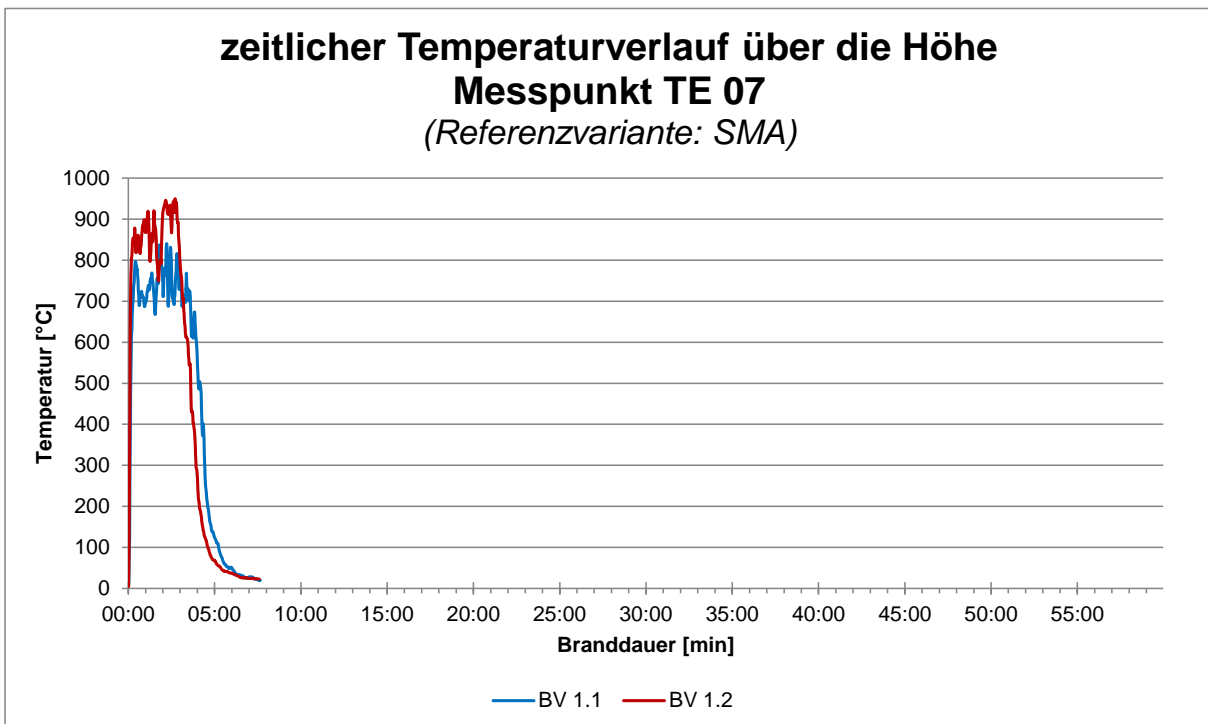
### 5.3.3 SMA

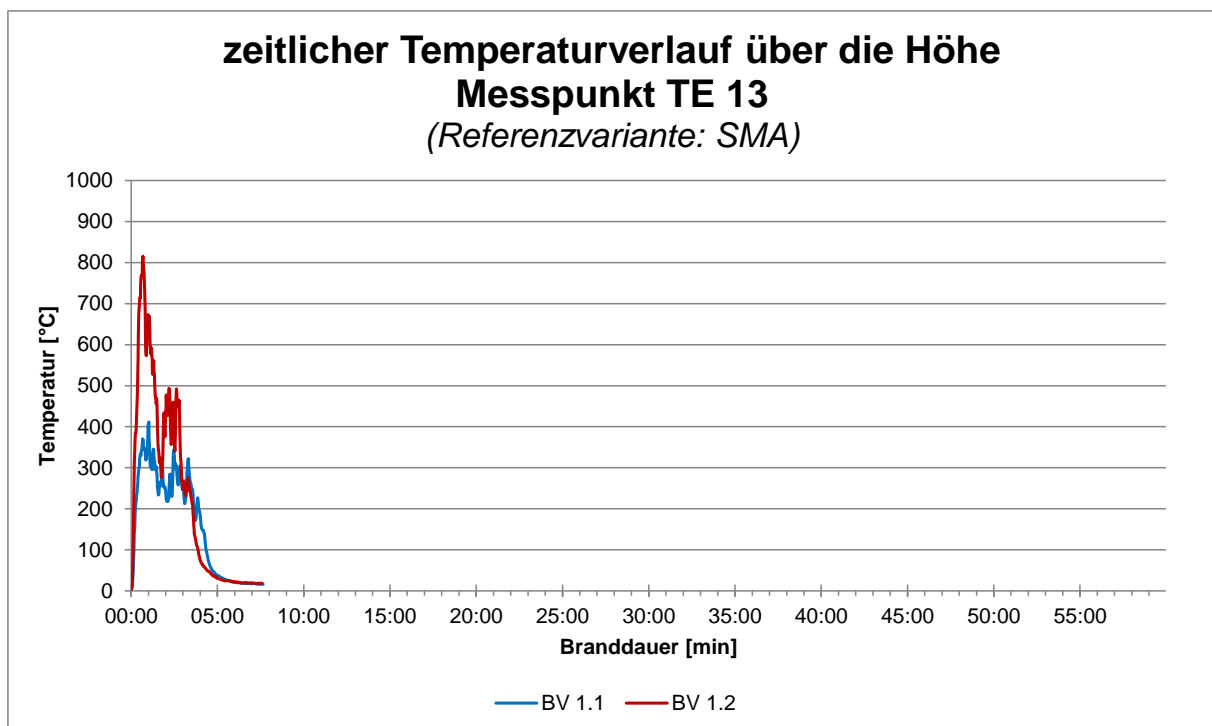
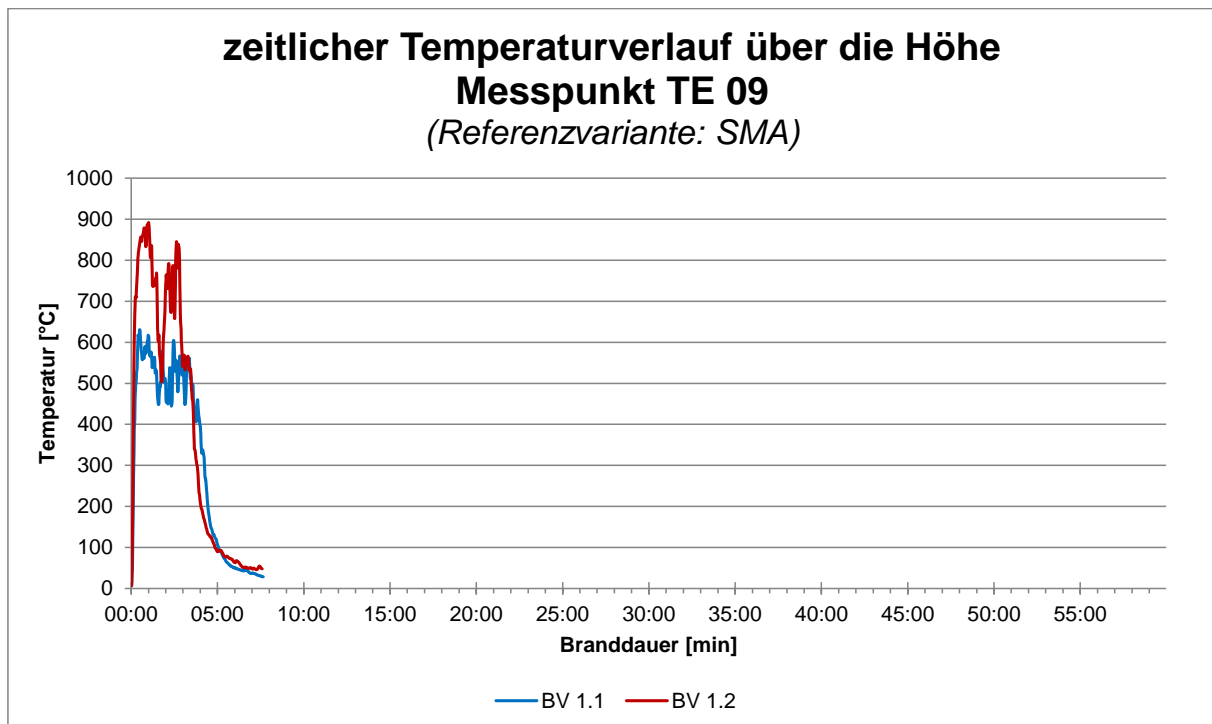
#### 5.3.3.1 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe an der Oberfläche



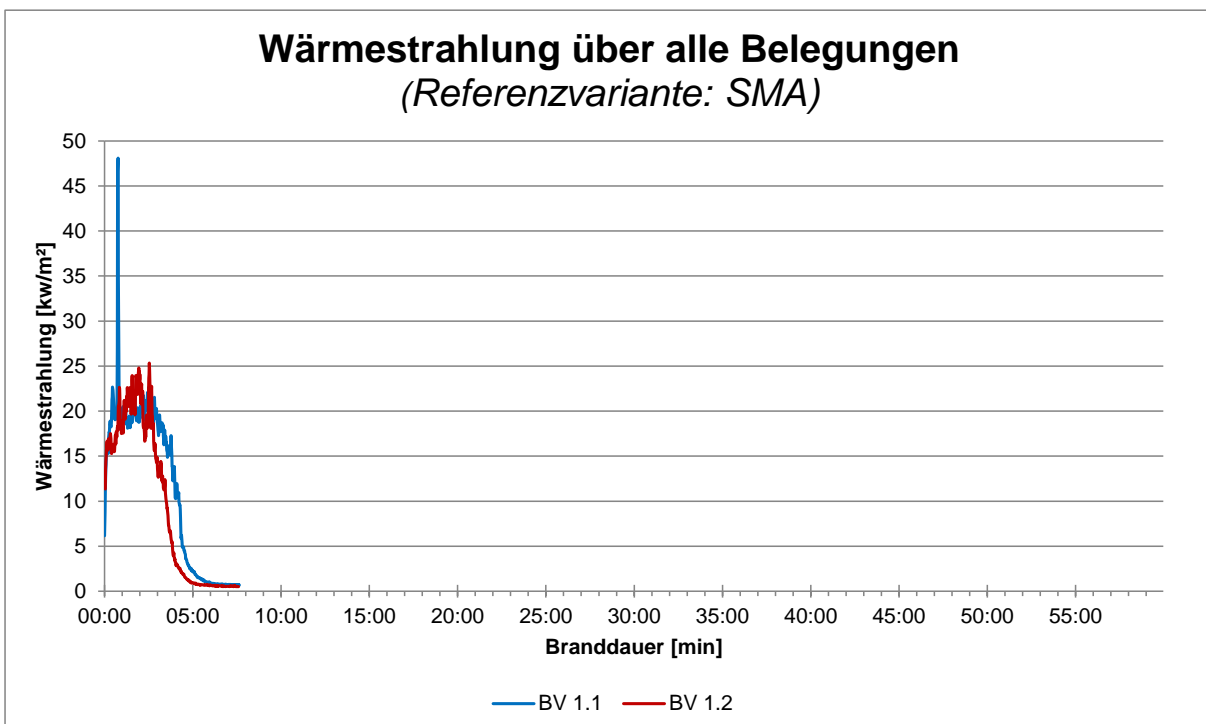
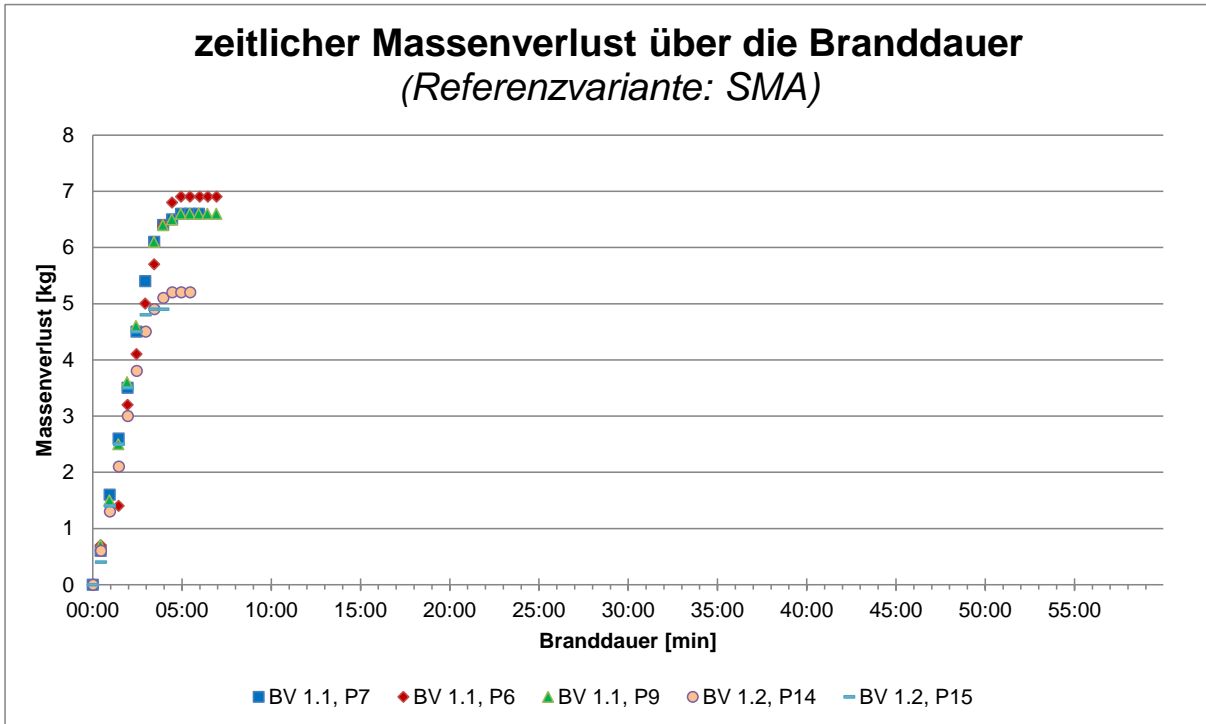


5.3.3.2 Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe über die Höhe





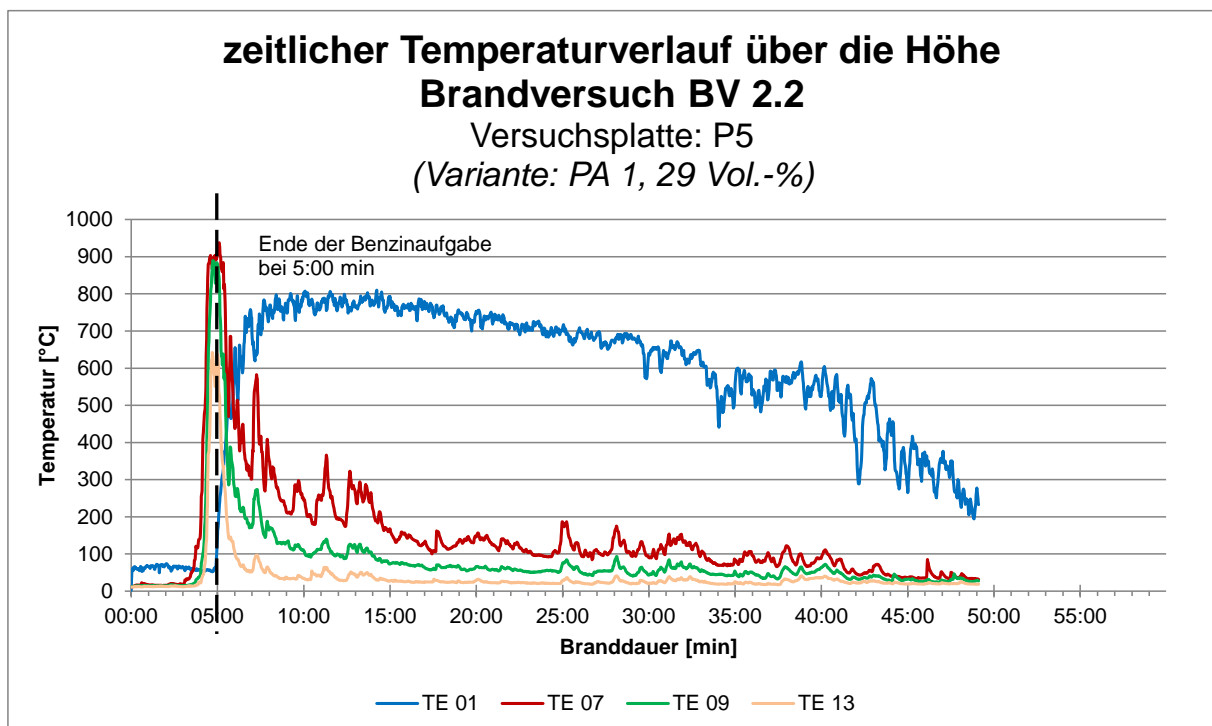
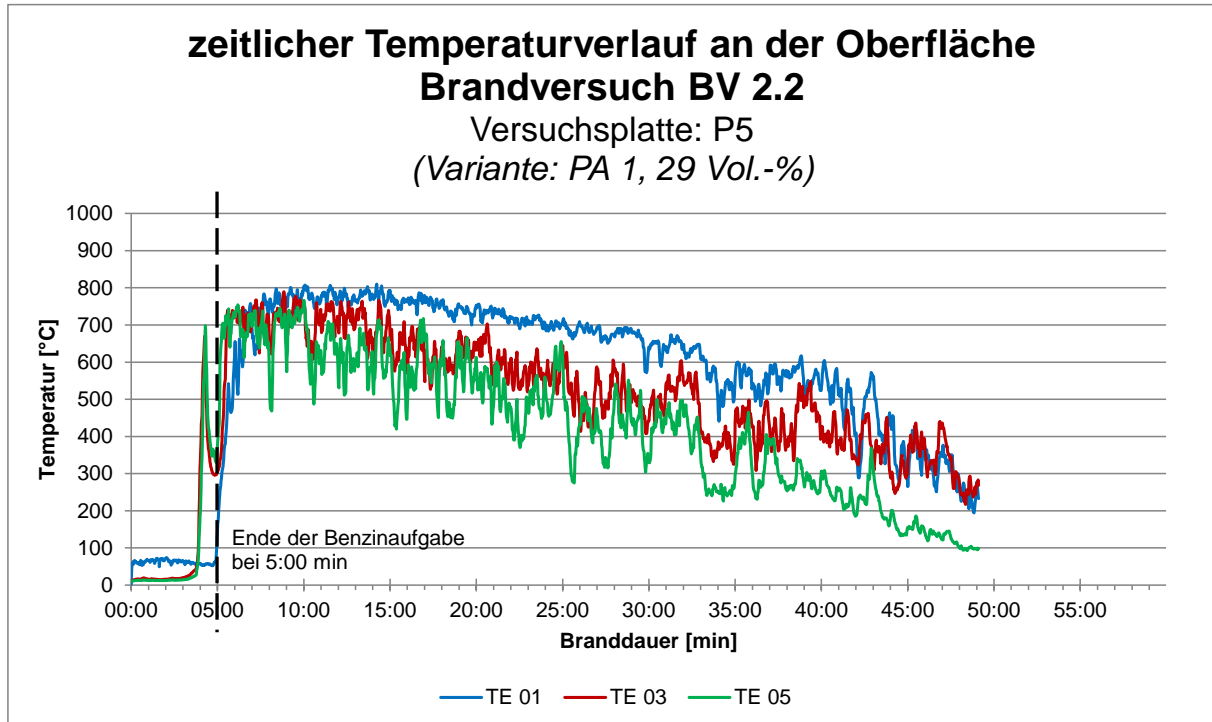
## 5.3.3.3 Vergleich des zeitlichen Massenverlusts und der Wärmestrahlung



## 6 Brandversuche – Lachenausbreitung bei kont. Kraftstoffzufuhr –

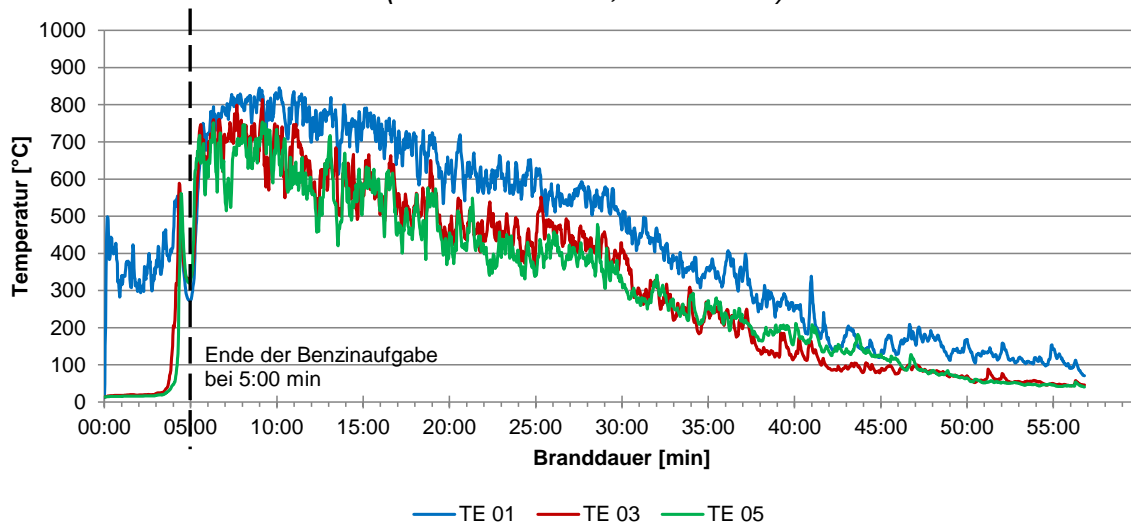
### 6.1 Brandversuch BV 2.2 – konstanter Volumenstrom

#### 6.1.1 Variante PA 1



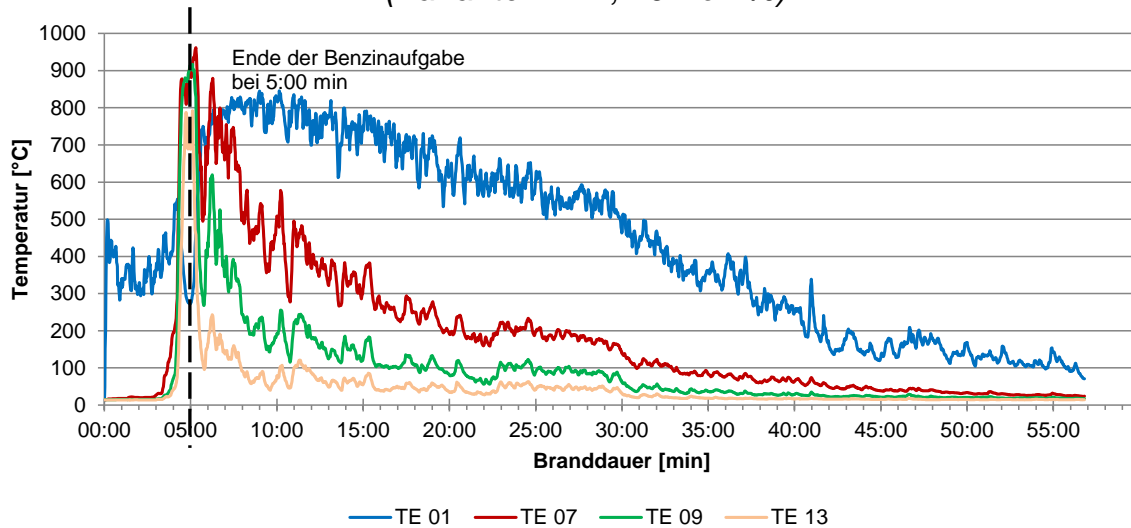
### zeitlicher Temperaturverlauf an der Oberfläche Brandversuch BV 2.2

Versuchsplatte: P2  
(Variante: PA 1, 29 Vol.-%)



### zeitlicher Temperaturverlauf über die Höhe Brandversuch BV 2.2

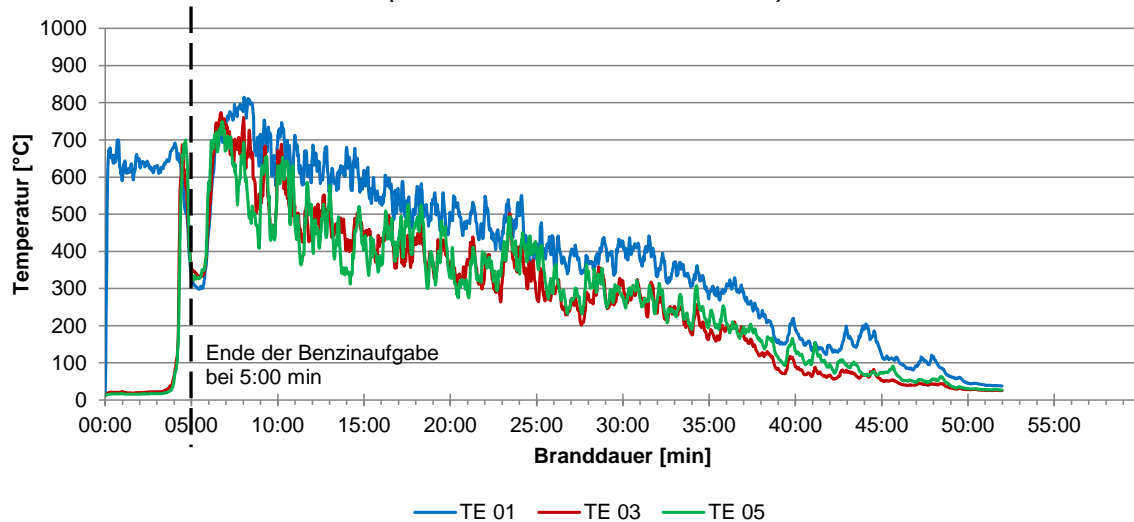
Versuchsplatte: P2  
(Variante: PA 1, 29 Vol.-%)



**zeitlicher Temperaturverlauf an der Oberfläche****Brandversuch BV 2.2**

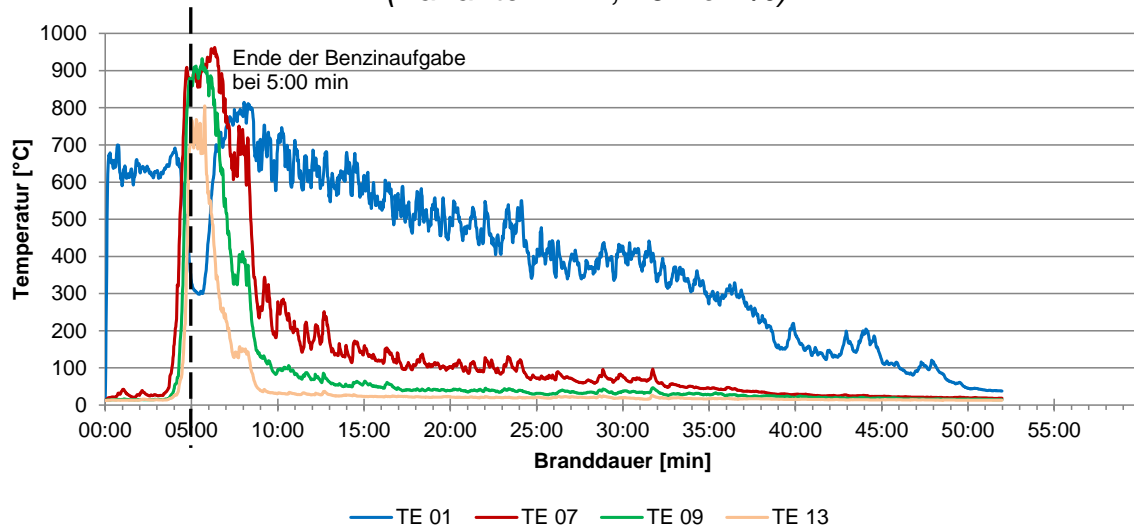
Versuchsplatte: P4

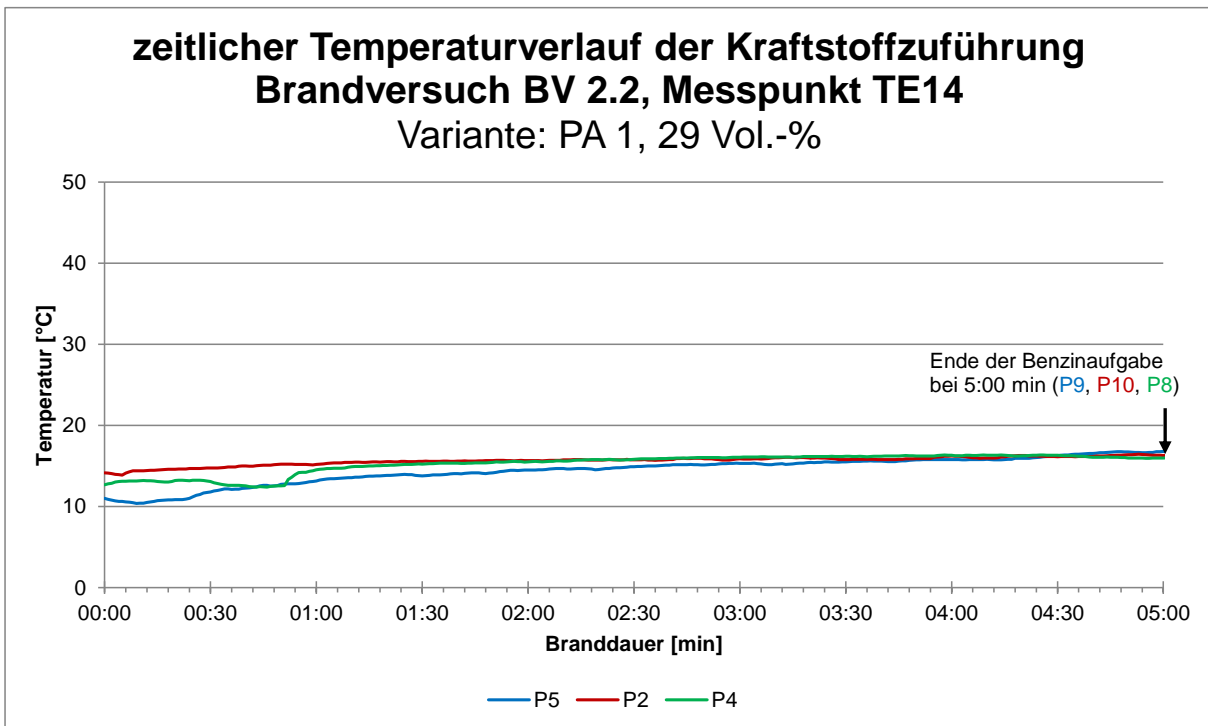
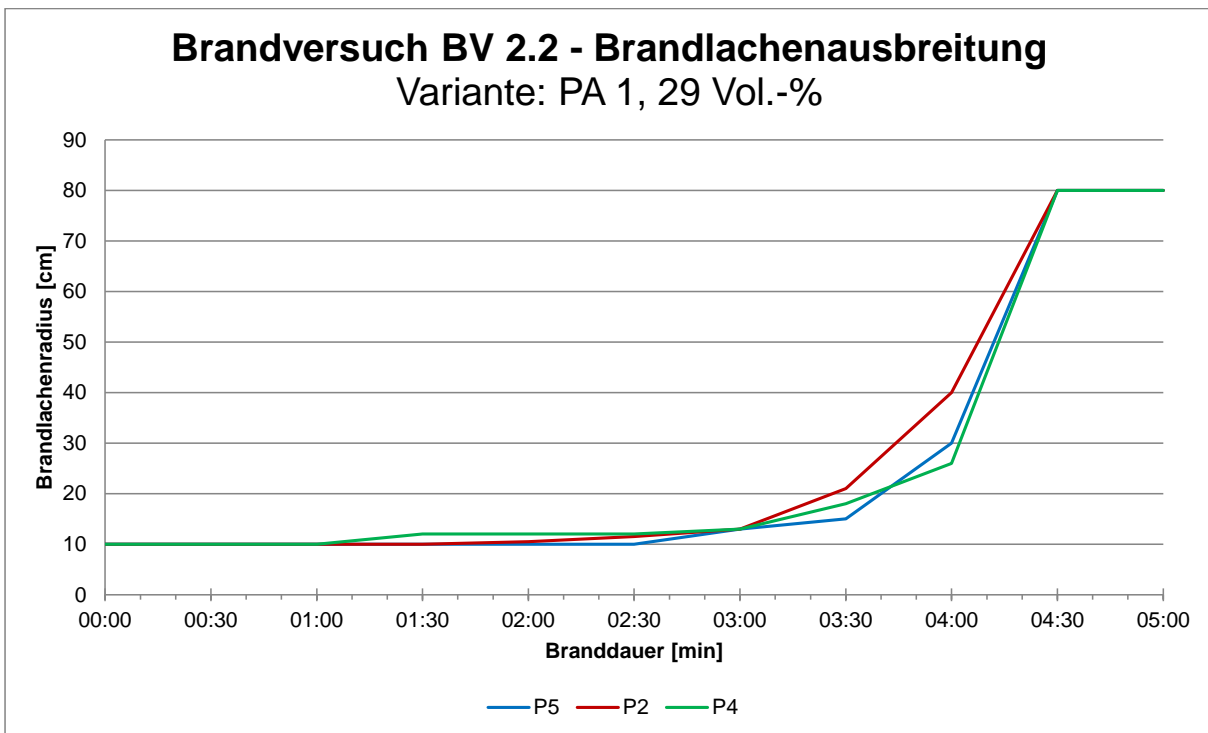
(Variante: PA 1, 29 Vol.-%)

**zeitlicher Temperaturverlauf über die Höhe****Brandversuch BV 2.2**

Versuchsplatte: P4

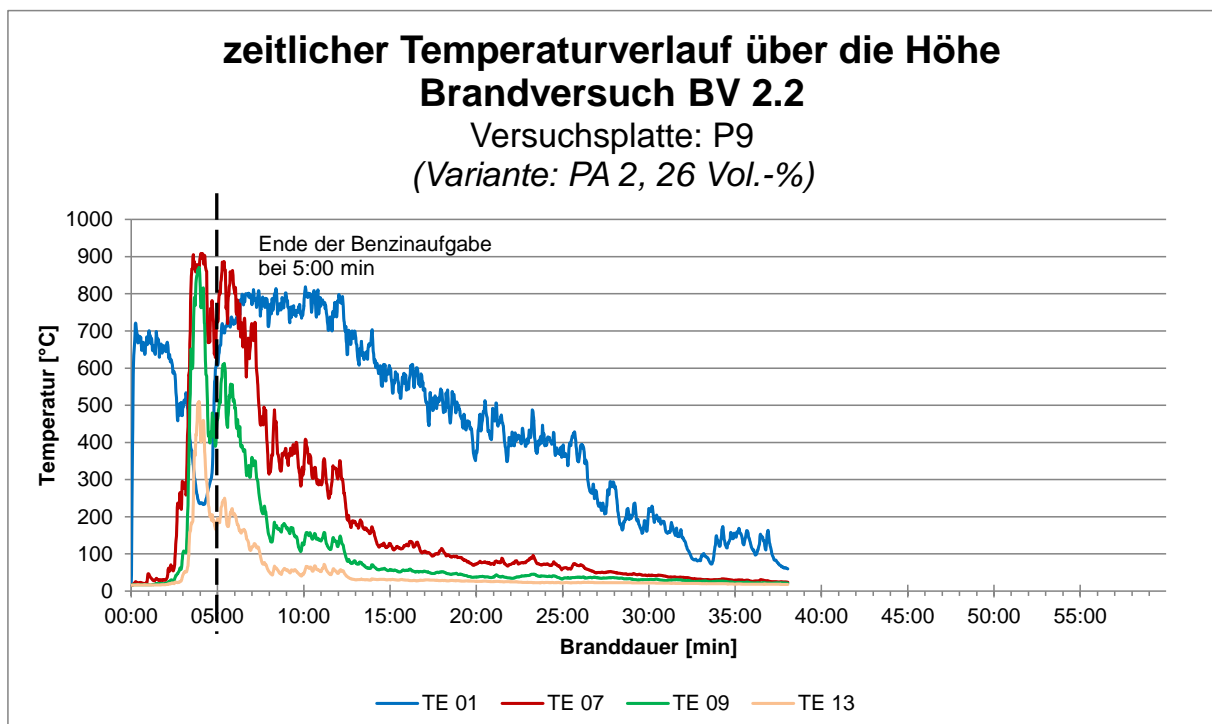
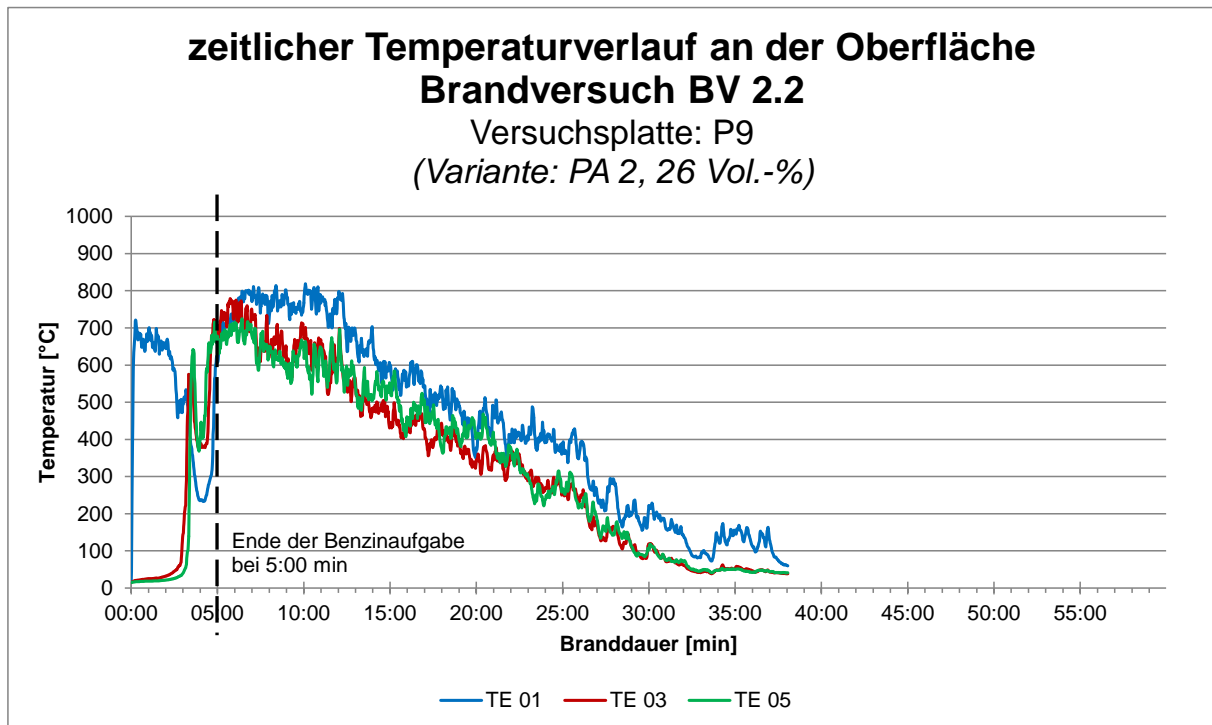
(Variante: PA 1, 29 Vol.-%)

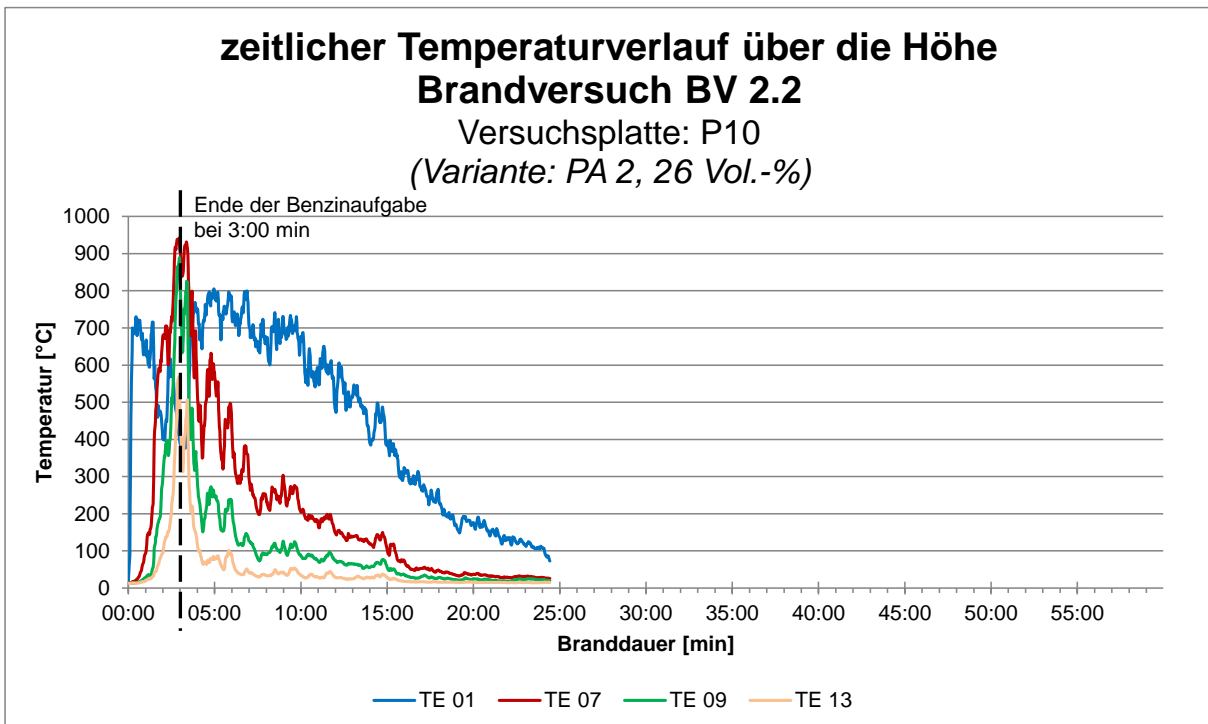
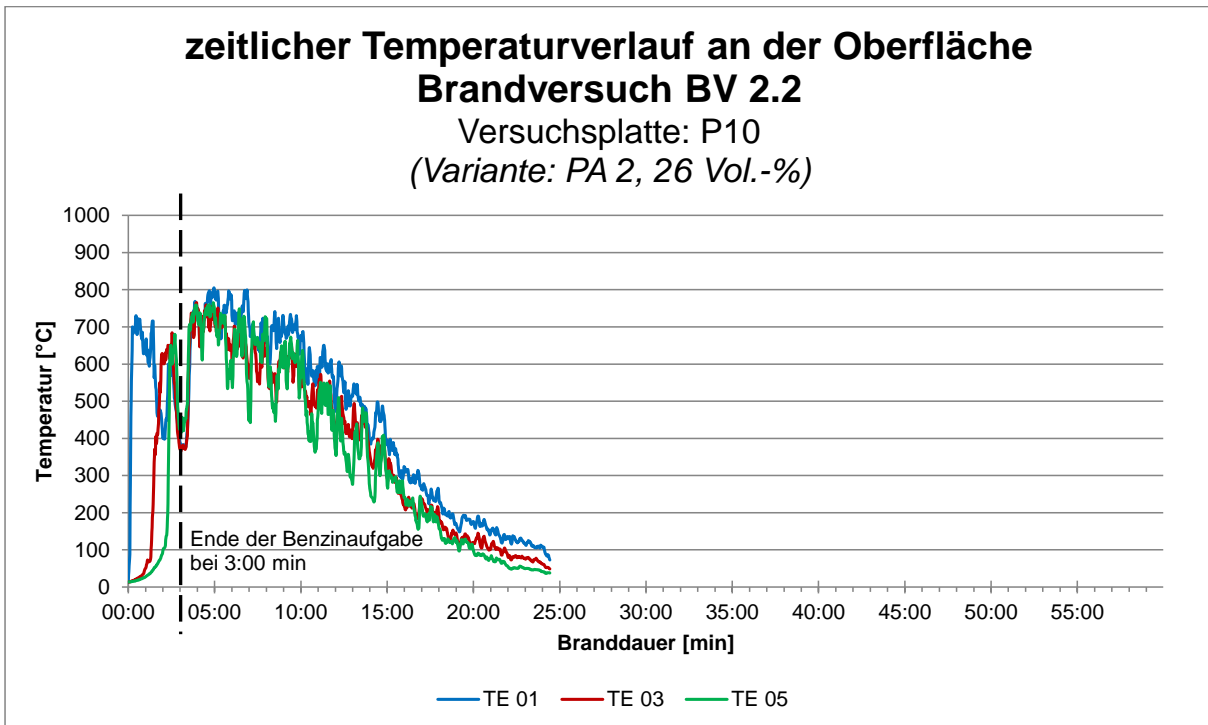


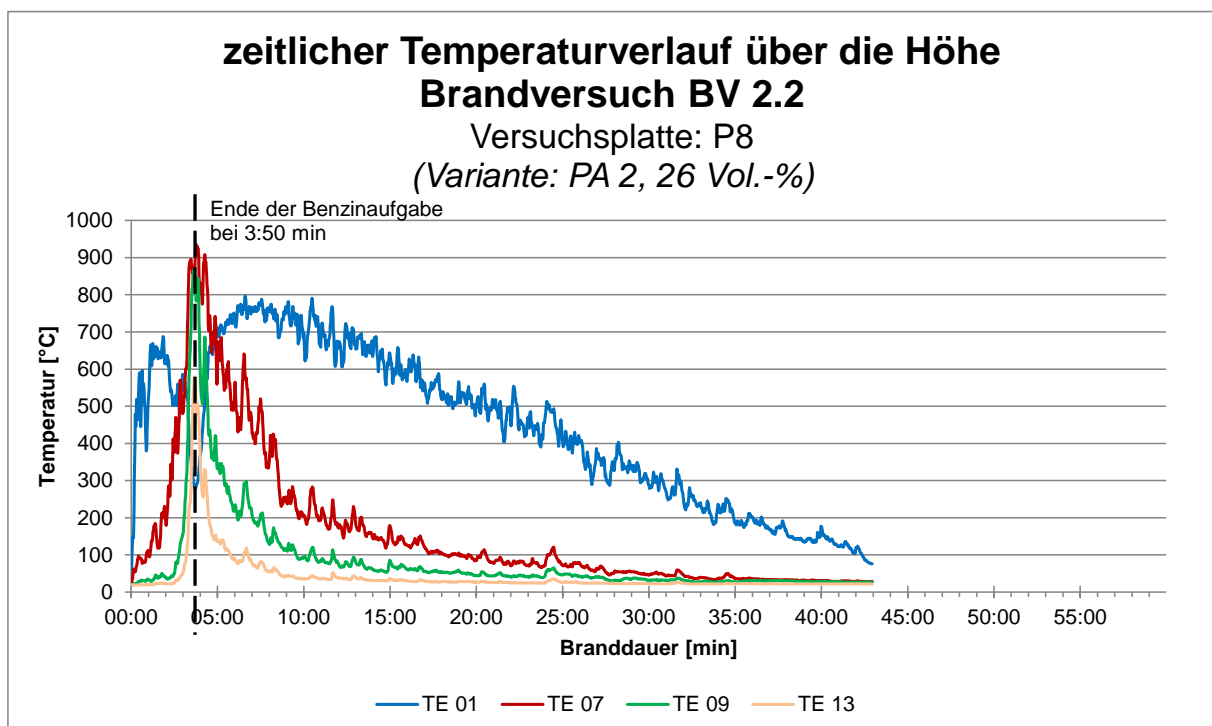
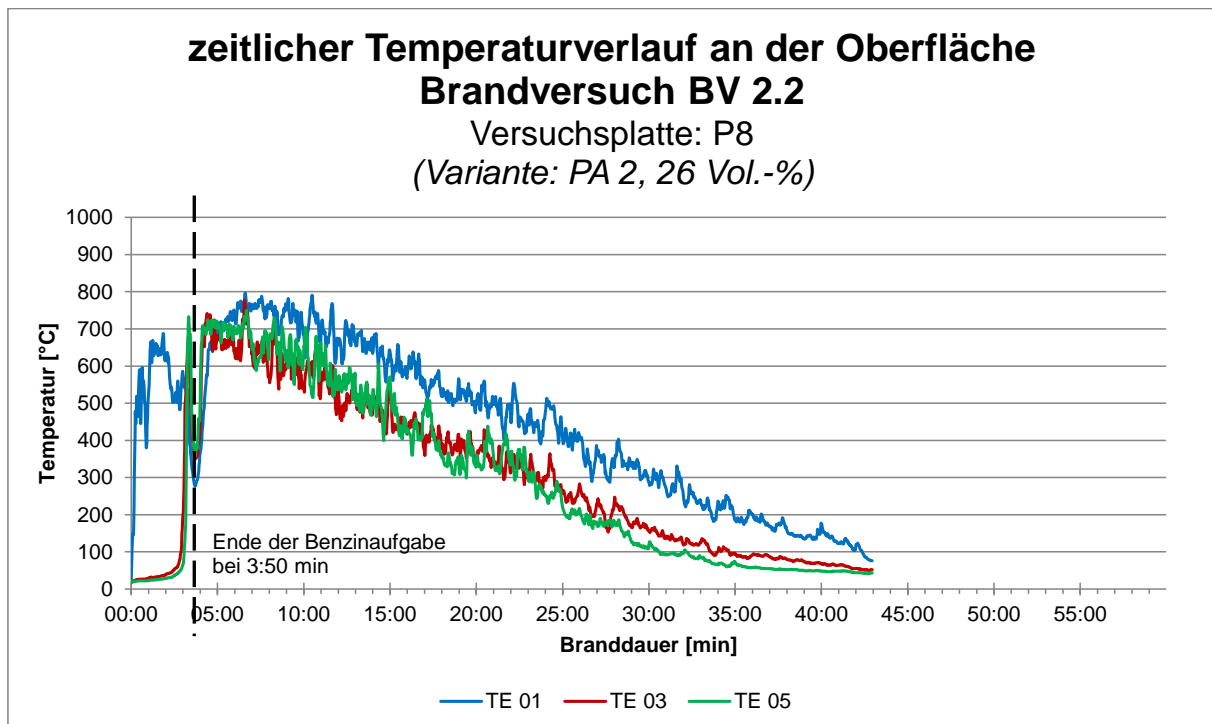


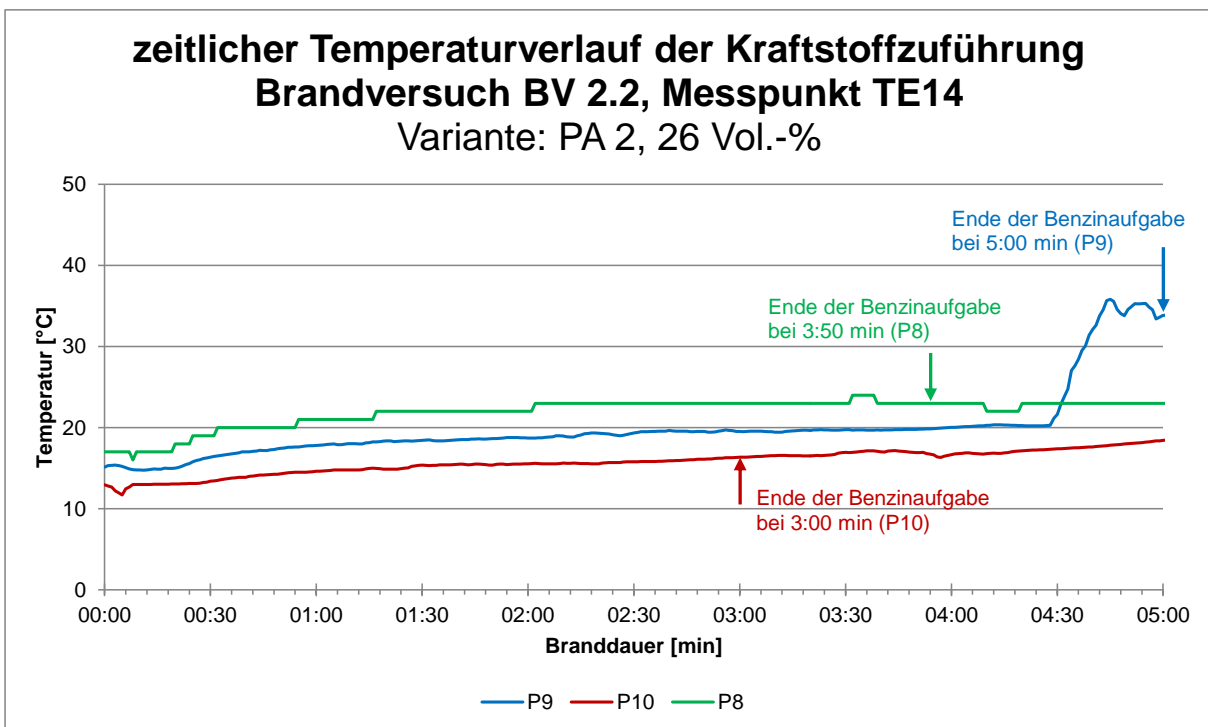
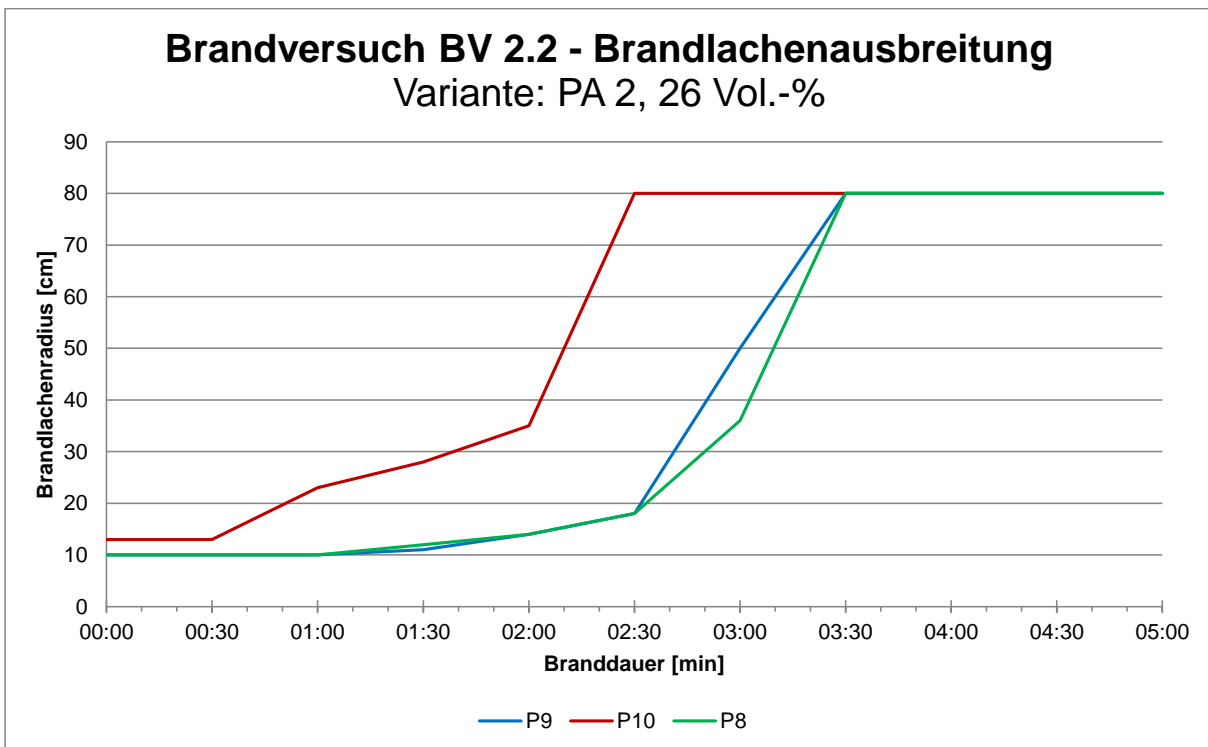


## 6.1.2 Variante PA 2

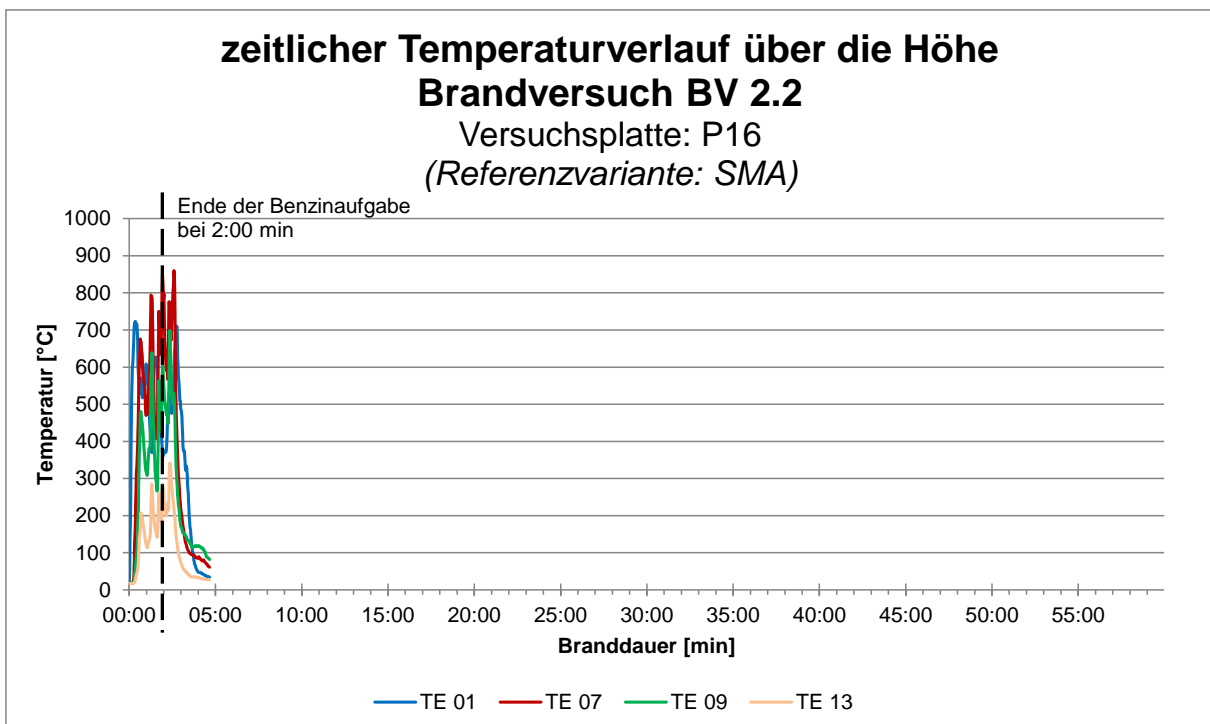
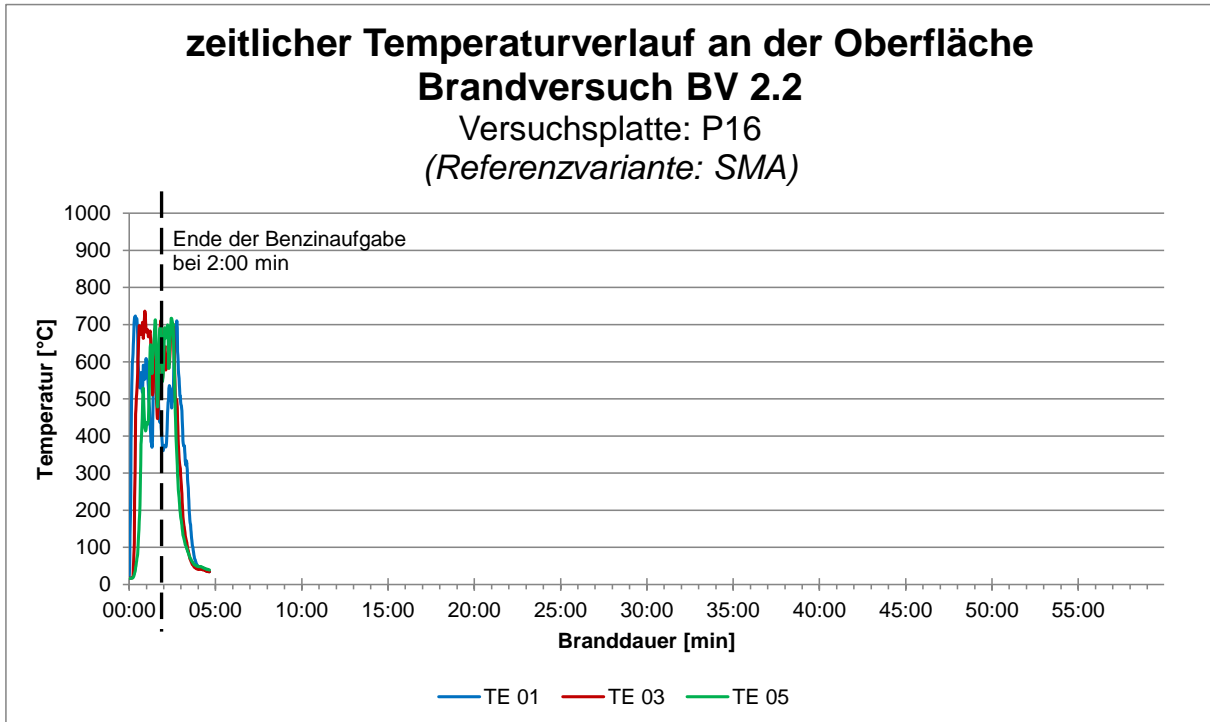


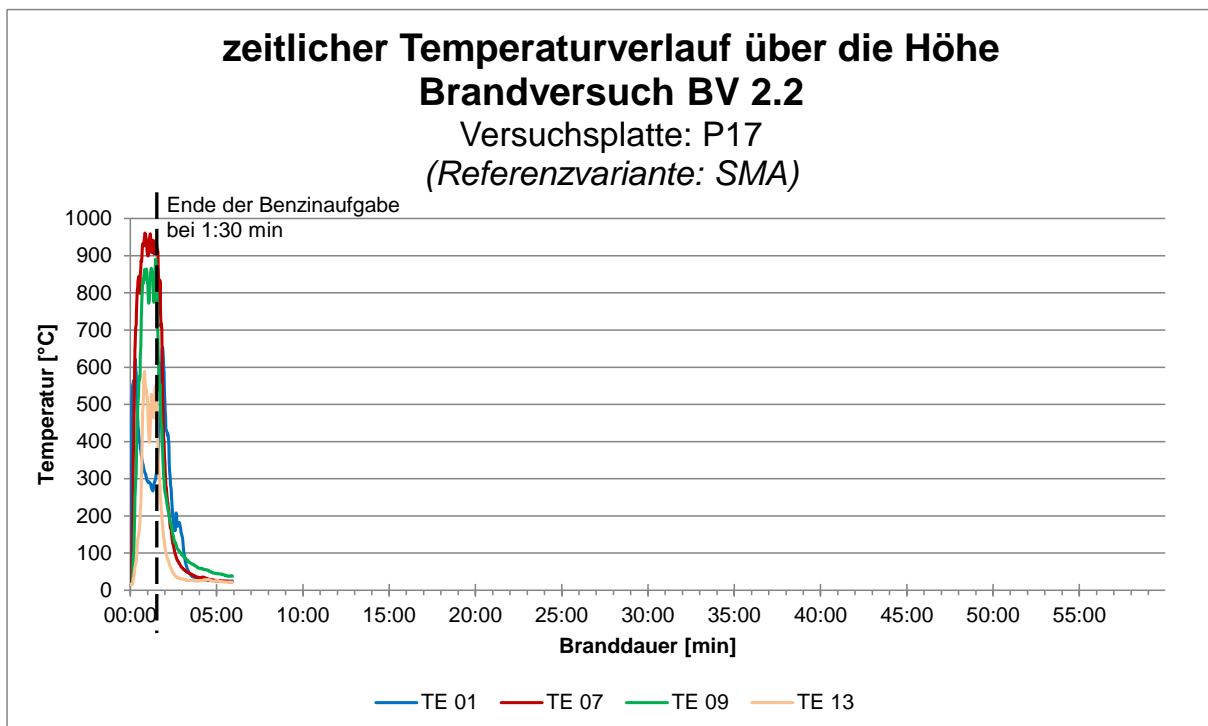
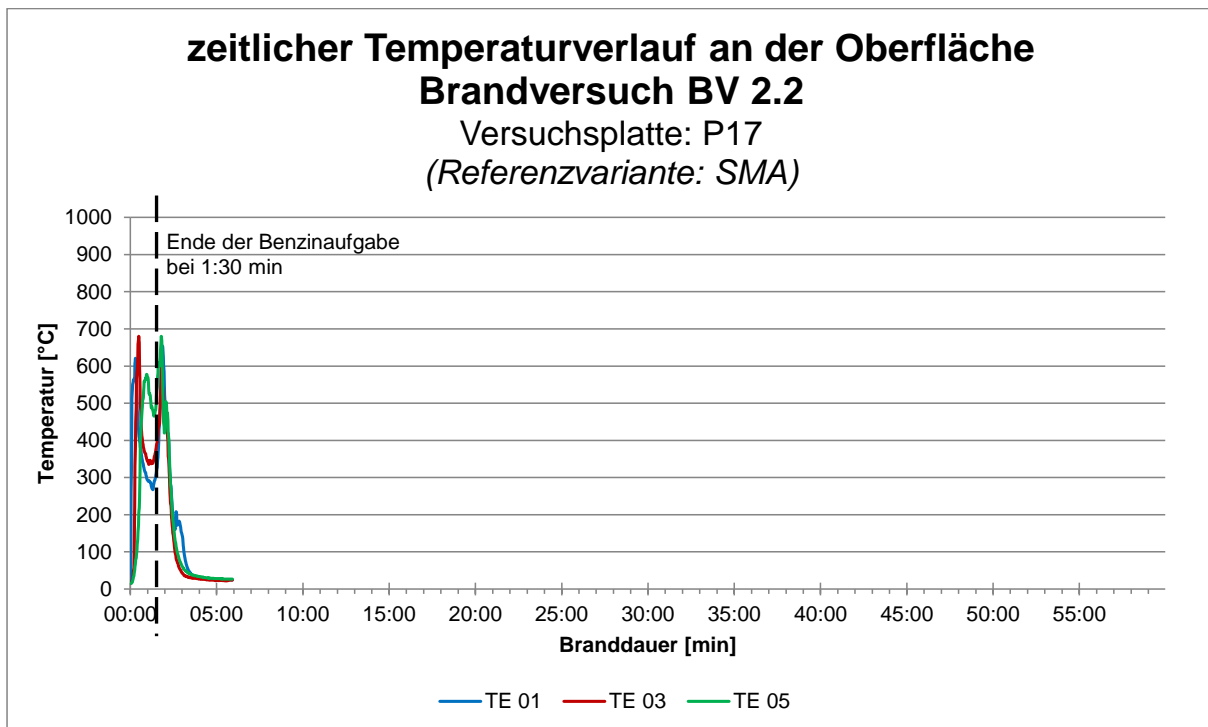


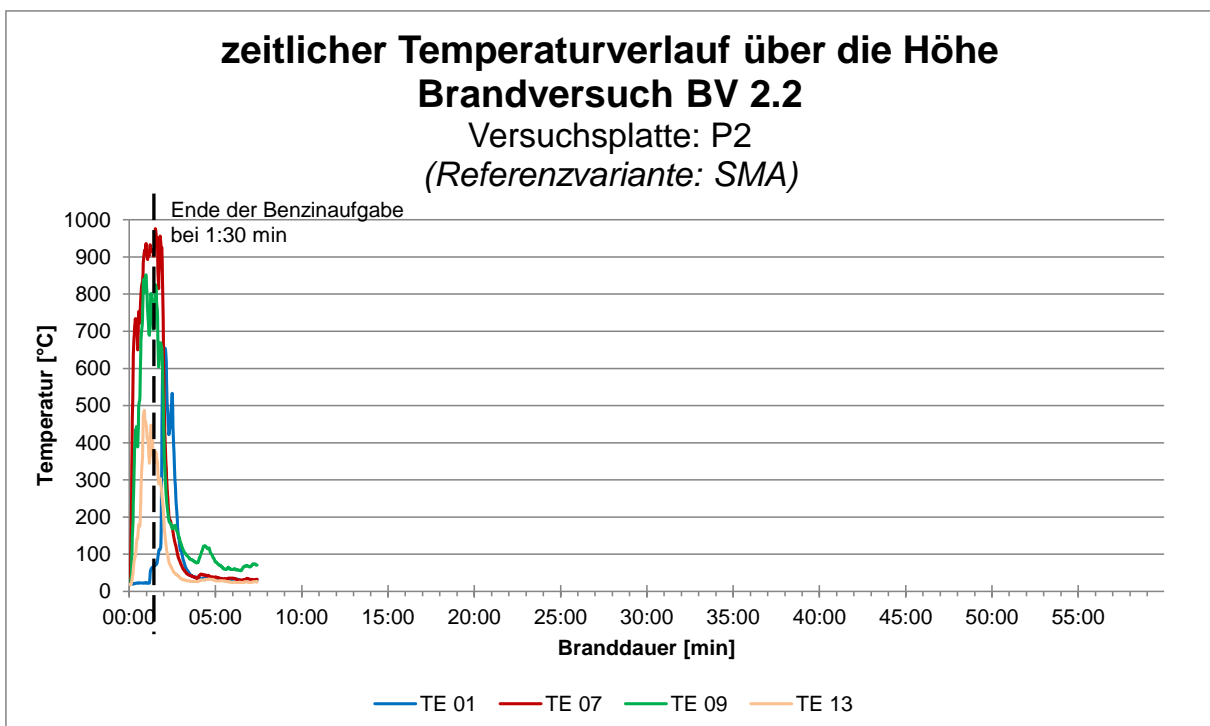
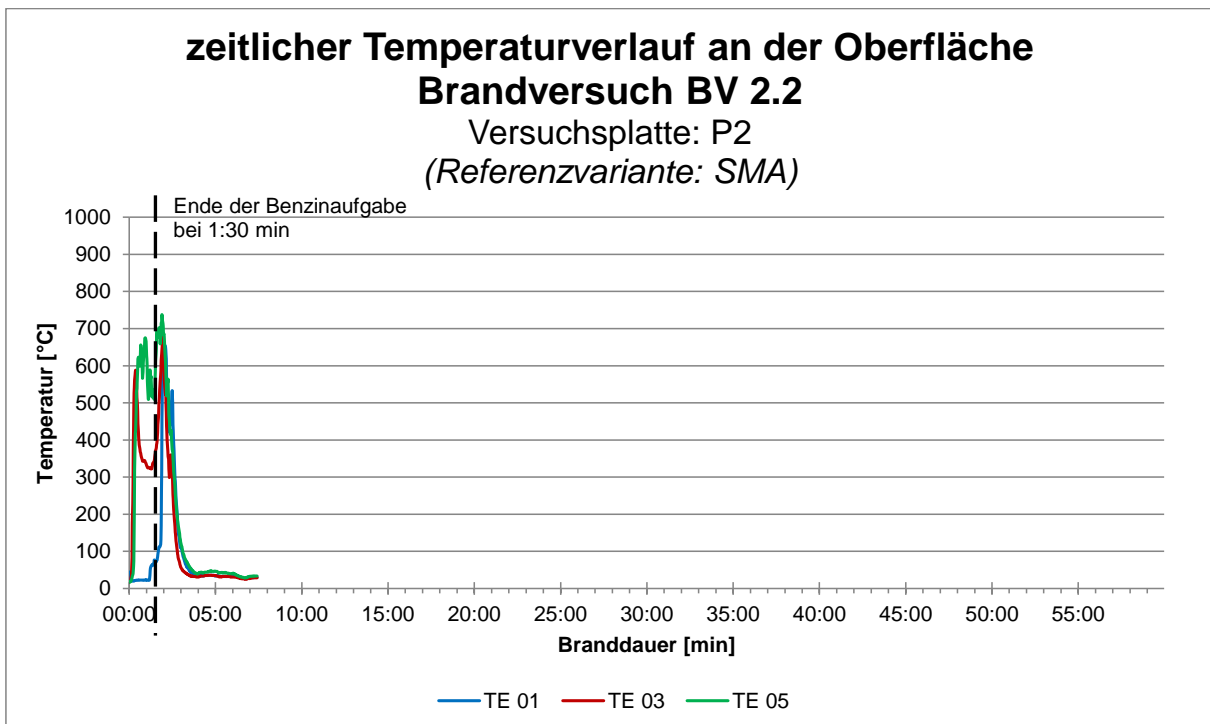


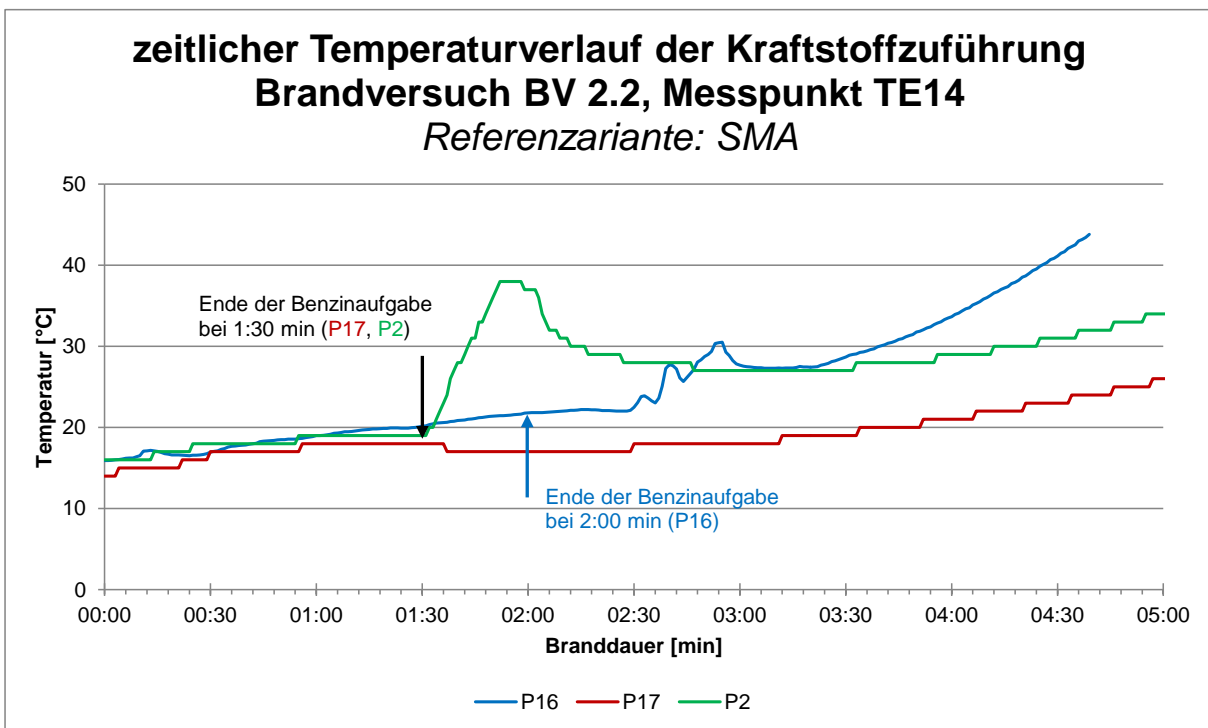
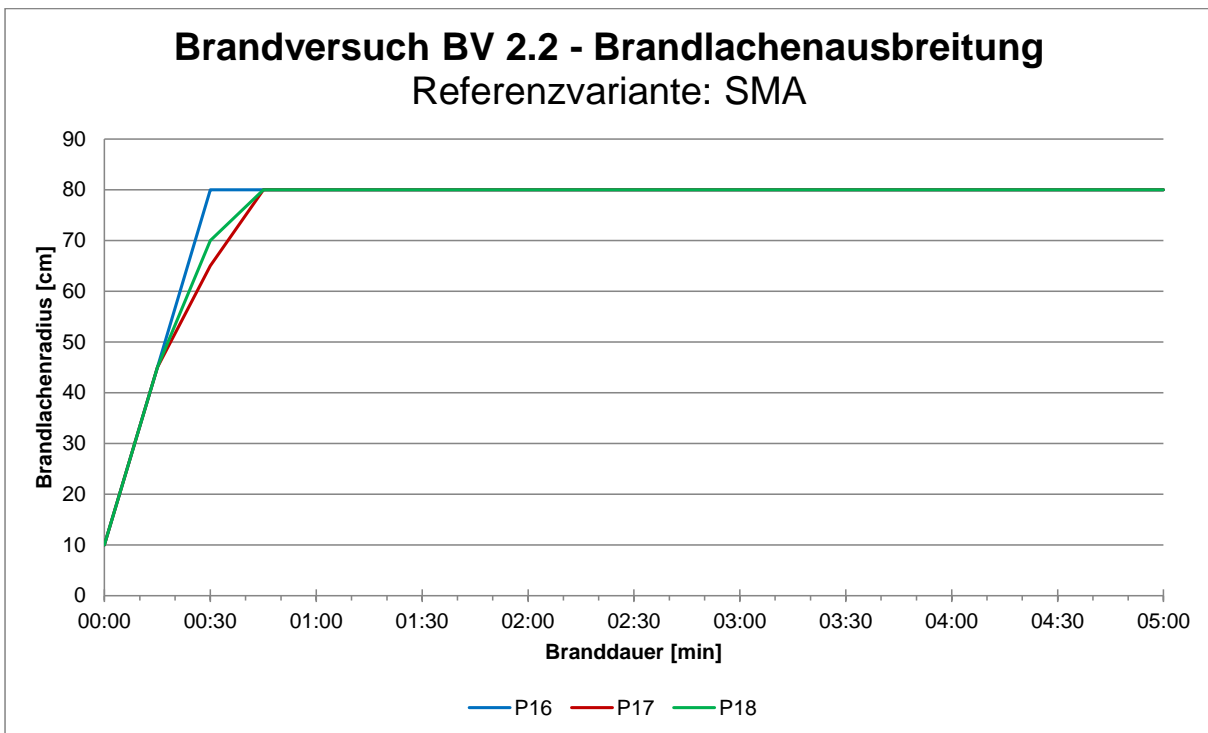


## 6.1.3 Variante SMA



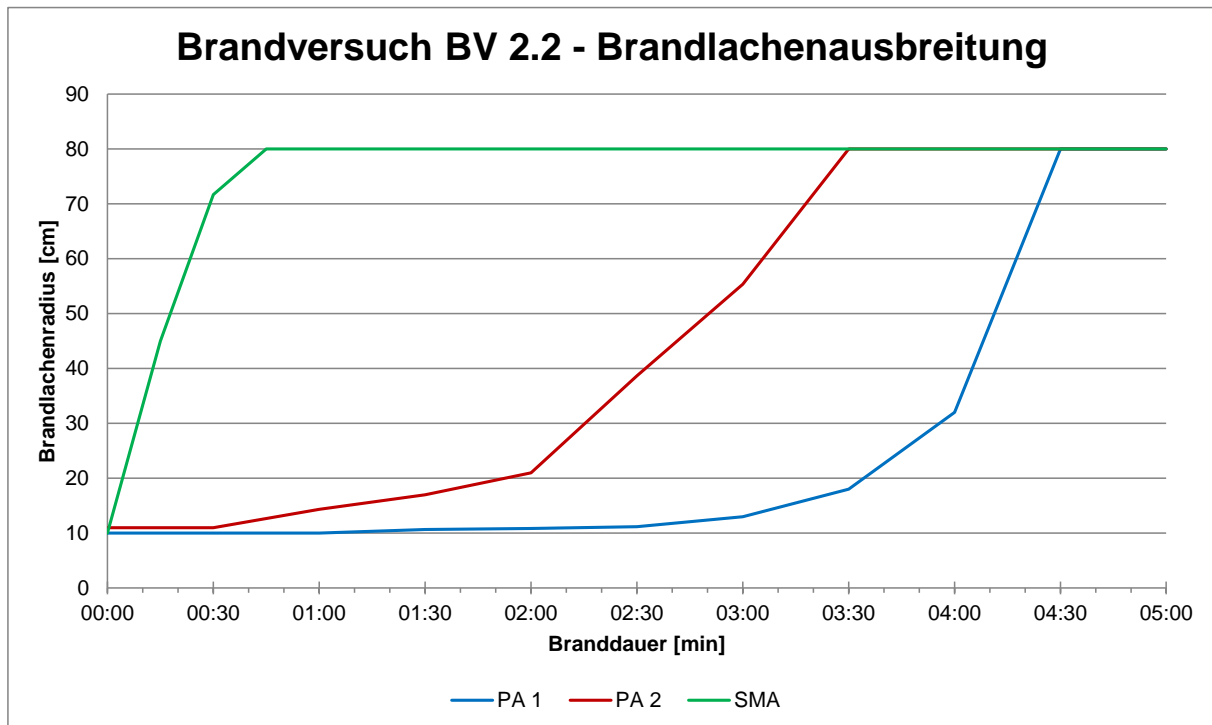








## 6.1.4 Variantenvergleich



## 7 Brandversuche – Fotodokumentation –

### 7.1 Brandversuche BV 1.1 und BV 1.2

#### 7.1.1 Variante PA 1



BV 1.1 – PA 1 - P8: Platte nach Versuchsende



BV 1.2 – PA 1 - P12: Platte nach Versuchsende

### 7.1.2 Variante PA 2



BV 1.1 – PA 2 - P5: Platte nach Versuchsende



BV 1.2 – PA 2 - P1: Platte nach Versuchsende

### 7.1.3 Variante SMA



BV 1.1 – SMA - P6: Platte nach Versuchsende



BV 1.2 – SMA - P15: Platte nach Versuchsende

## 7.2 Brandversuche BV 2.1 und BV 2.2

### 7.2.1 Variante PA 1



BV 2.1 – PA 1 - P1: Platte nach Versuchsende



BV 2.2 – PA 1 – P2: Platte nach Versuchsende

### 7.2.2 Variante PA 2



BV 2.1 – PA 2 - P7: Platte nach Versuchsende



BV 2.2 – PA 2 - P9: Platte nach Versuchsende

### 7.2.3 Variante SMA



BV 2.1 – SMA - P8: Platte nach Versuchsende



BV 2.2 – SMA - P16: Platte nach Versuchsende