



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

VST

FAKULTÄT FÜR VERFAHRENS-
UND SYSTEMTECHNIK

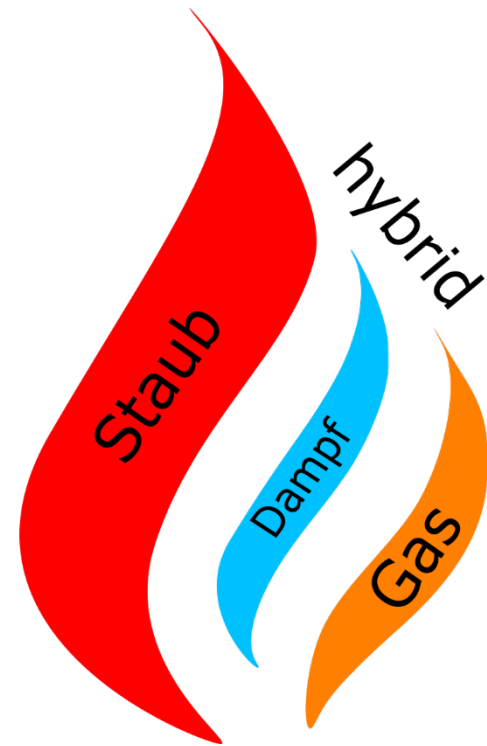
Zündempfindlichkeit und Explosionsverhalten lösemittelfeuchter Stäube

Dr.-Ing. Dieter Gabel
Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg
dieter.gabel@ovgu.de

Nex-Hys

Entwicklung von
normungsfähigen
Bestimmungsverfahren für
sicherheitstechnische
Kenngrößen des
Explosionsschutzes für
hybride Stoffgemische

N
E
X
-
H
Y
S



Partner und Mittelgeber



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

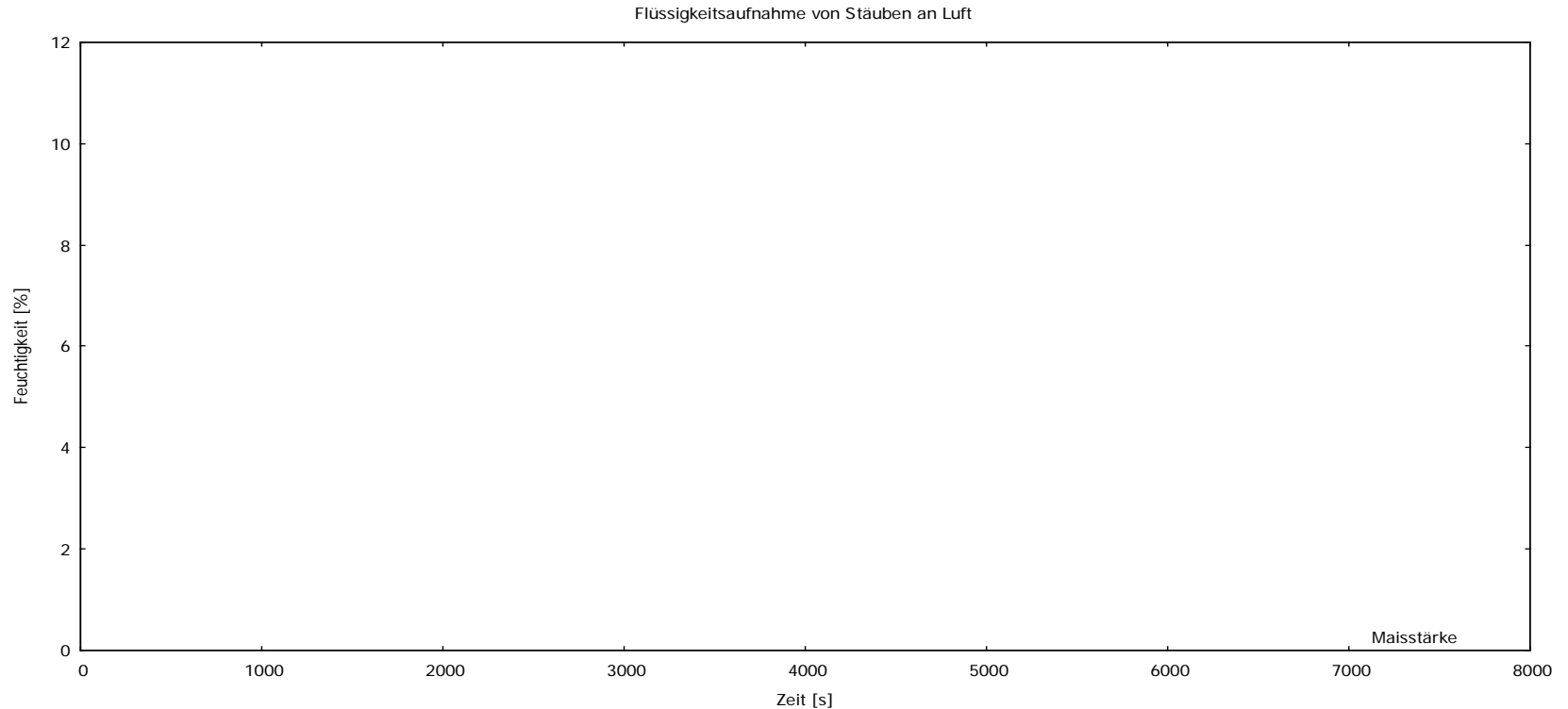
Lösungsmittel

Lösungsmittel im Allgemeinen sind Stoffe, welche andere Stoffe lösen oder verdünnen können. Zusätzlich ist es erforderlich, dass es zu keiner chemischen Reaktion des Lösungsmittels mit dem zu lösenden Stoff kommt. Ausschlaggebend ist die Eigenschaft des Lösungsmittels sich durch physikalische oder chemische Verfahren wieder vom Solut, dem gelösten Stoff, trennen zu lassen. Im Regelfall ist das Lösungsmittel diejenige Substanz, die in der größeren Menge vorliegt.

Im eigentlichen Sinn sind diese Flüssigkeiten in Zusammenhang dieser Arbeit nicht die Lösungsmittel der Stäube. Sie werden in dieser Arbeit je- doch trotzdem als "Lösungsmittel" bezeichnet. Die Stäube sind nicht gelöst, sondern lediglich mit "Lösungsmittel" benetzt. Davon unabhängig musste aber trotzdem darauf geachtet werden, dass die Lösungsmittel keine chemische Verbindung mit den Stäuben eingehen. Dies konnte jedoch mit den zur Verfügung stehenden Mitteln nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden.

-> Abgrenzung zu feuchten Stäuben: Wasseranteil im Staub

Feuchtigkeitsaufnahme aus Umgebung



Verflüchtigen von Lösungsmittel während der Versuche!
Festlegung eine Mischprozedur und Bestimmung der Feuchtigkeit vor
und nach dem Versuch.

Einflussfaktor Korngrößenverteilung

	x von Lycopodium getrocknet (1,8% H ₂ O) [mm]	Abweichung von x mit Lycopodium (6% H ₂ O)	Abweichung von x mit Lycopodium (8,4% 2-Propanol)
Q ₃ = 32%	0,0302	0,0 %	0,0 %
Q ₃ = 50%	0,0316	0,6 %	0,3 %
Q ₃ = 90%	0,0375	2,9 %	1,1 %

	x von Maisstärke getrocknet (6% H ₂ O) [mm]	Abweichung von x mit Maisstärke (11% H ₂ O)	Abweichung von x mit Maisstärke (14% n-Heptan)
Q ₃ = 32%	0,0197	1,5 %	0,5 %
Q ₃ = 50%	0,0292	1,4 %	2,7 %
Q ₃ = 90%	0,0565	4,6 %	4,8 %

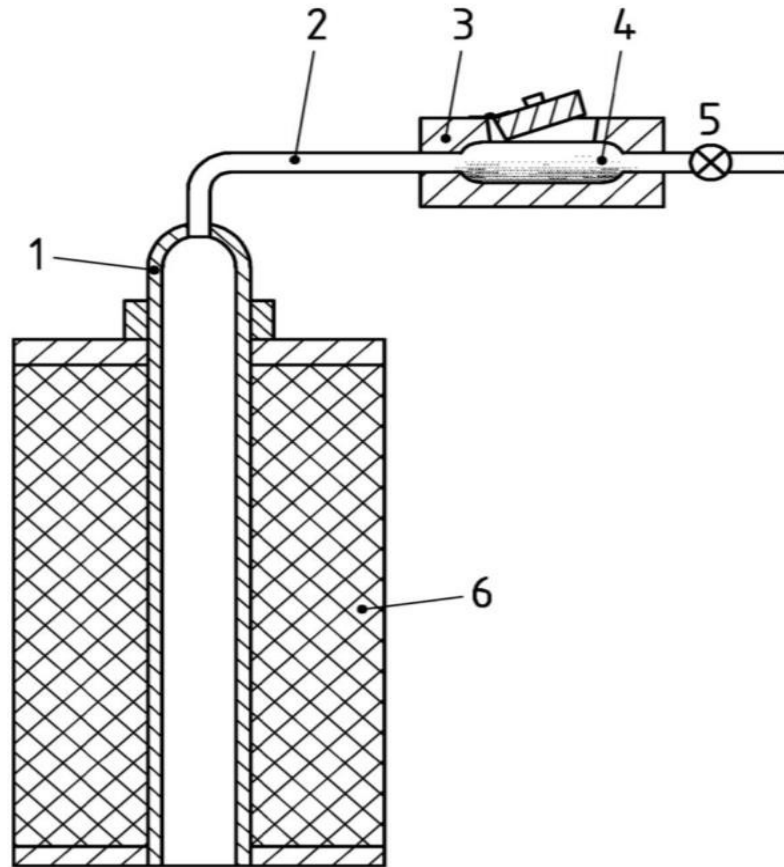
Projekt „lösemittelfeuchte Stäube“

- Mindestzündtemperatur – MZT
- Mindestzündenergie – MZE
- Max. Explosionsdruck – P_{\max}
- Max. zeitlicher Druckanstieg – dp/dt
- *Sauerstoffgrenzkonzentration – SGK*

MZT – GG Ofen

Legende

1. Glasrohr
2. Rohr
3. Staubkammer
4. Staub
5. Magnetventil
6. Isolierung

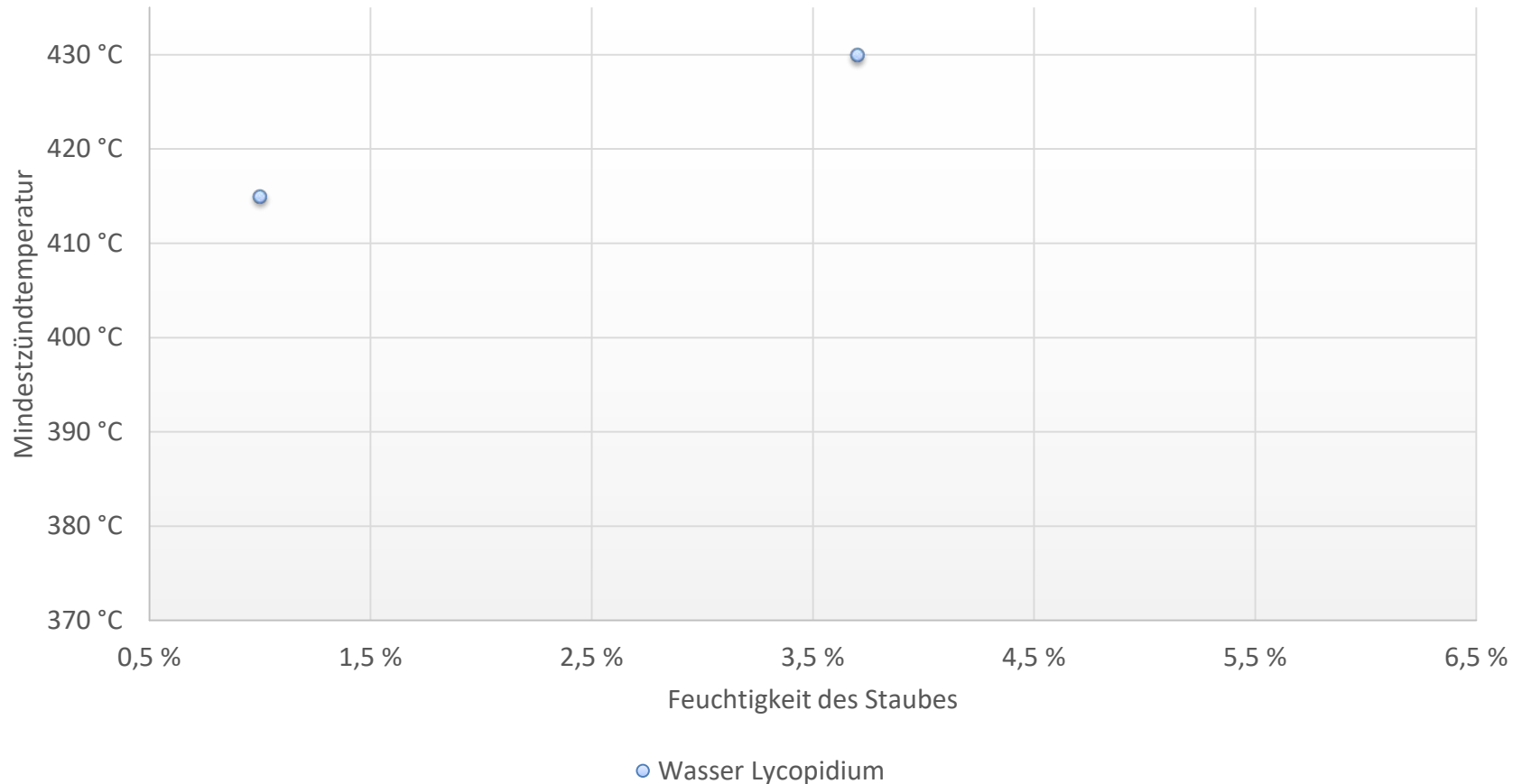


Zündkriterium und -erscheinungen



	Keine Zündung		Zündung	
Bezeichnung	0	1	2	3
Beschreibung	Keine Zündung, Funken, etc.	Funken oder „Miniflamme“	Flamme im Rohr oder Zischen mit Gasaustritt	Flammenercheinung außerhalb des Rohres

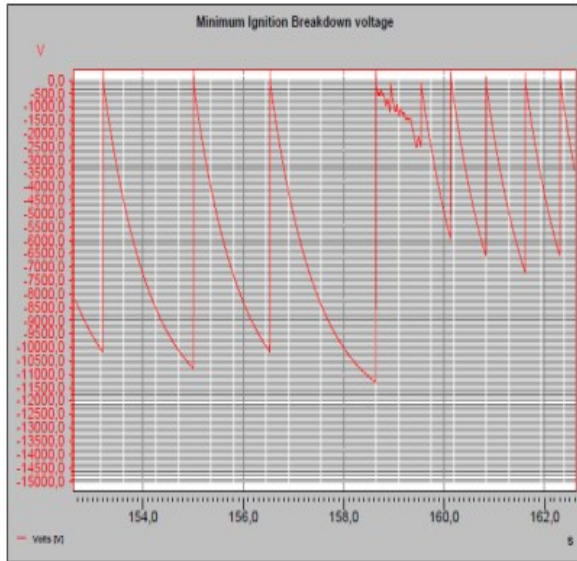
MZT von wasserbefeuchtetem Lycopodium



Zusammenfassung MZT

- Insgesamt geringer Einfluss messbar
- Einfluss bei „echten“ hybriden Gemischen deutlicher

Chilworth MIE II

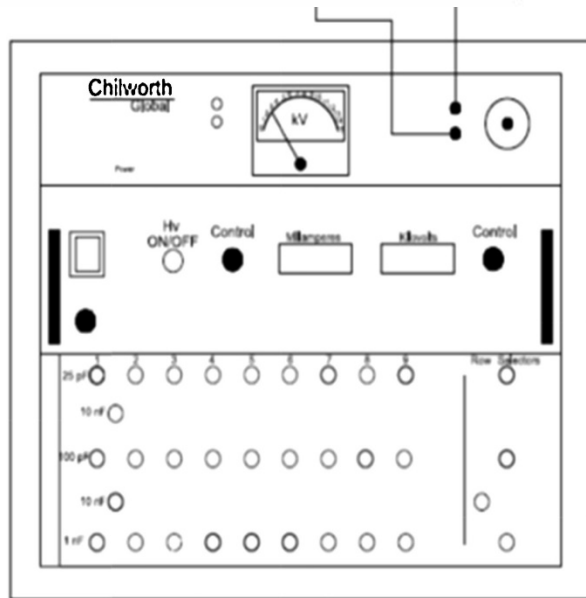


Chilworth MIE II control panel interface:

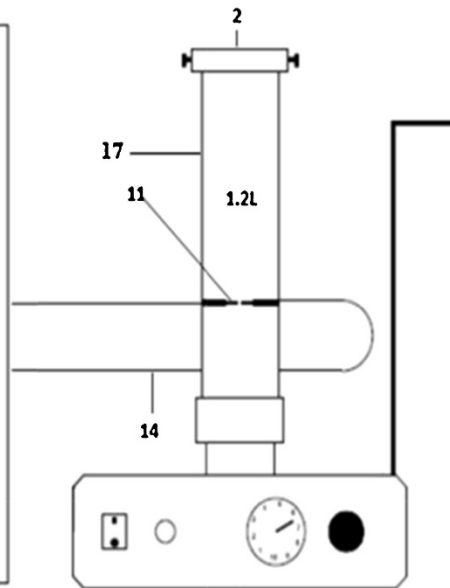
- Buttons: Chl Freeze/Unfreeze, Chart Normal
- Display: -3659 V
- Buttons: Print Dislay?, OFF
- Buttons: Chart, Worksheet
- Logo: Chilworth a DEKRA company

1: Ignition
 2: disc (filter paper)
 3: line to the Hartmann apparatus
 4: regulator
 5: ng hose to the pressure regulator
 6: mixture outlet valve
 7: on hose from gas chamber
 8: et pressure valve
 9: pressure gauge

9: Gas-air mixing chamber
 10: Gas input line
 11: Electrodes assembly
 12: Hartmann tube control system
 13: Capacitor assembly system
 14: High voltage cable
 15: Connecting cable between the
 line recorder and the capacitor
 assembly system
 16: Air input line
 17: Hartmann 1.2L chamber



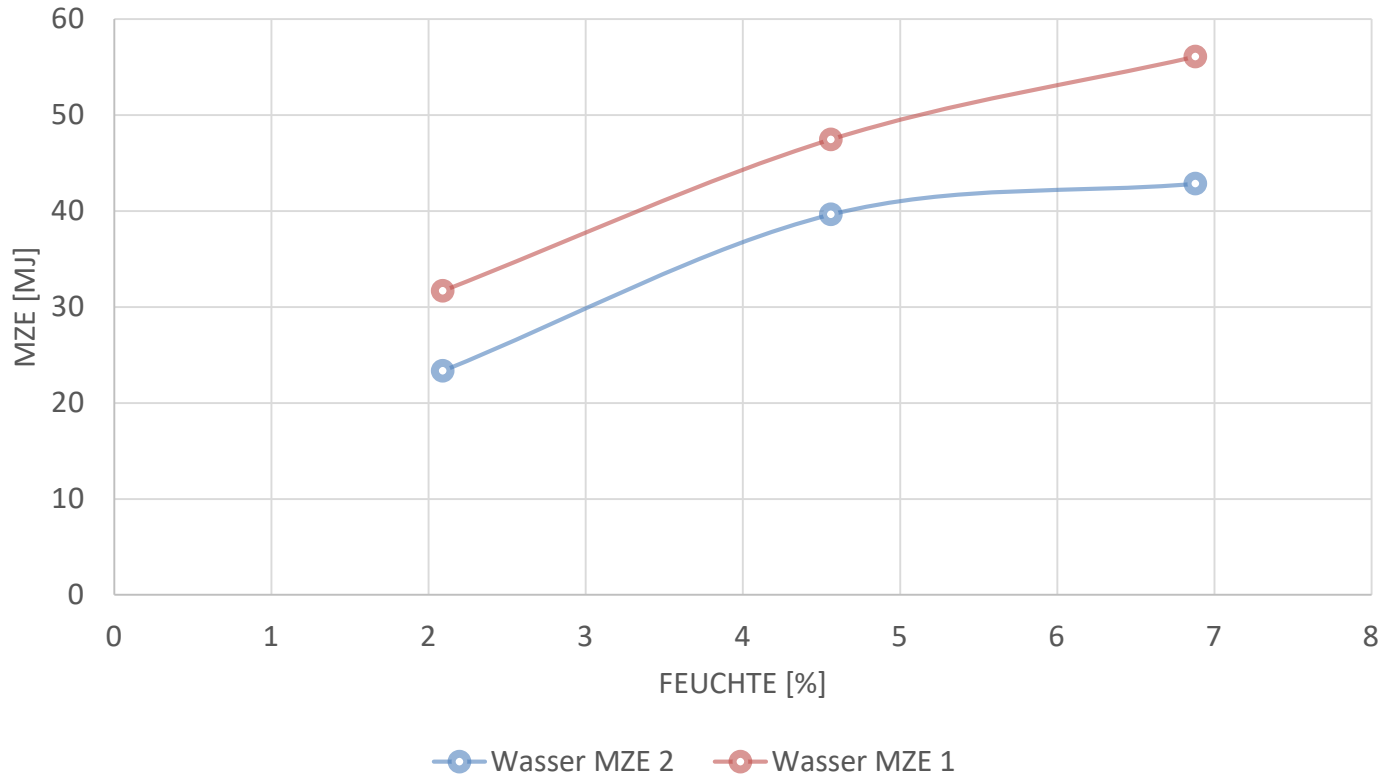
13



12

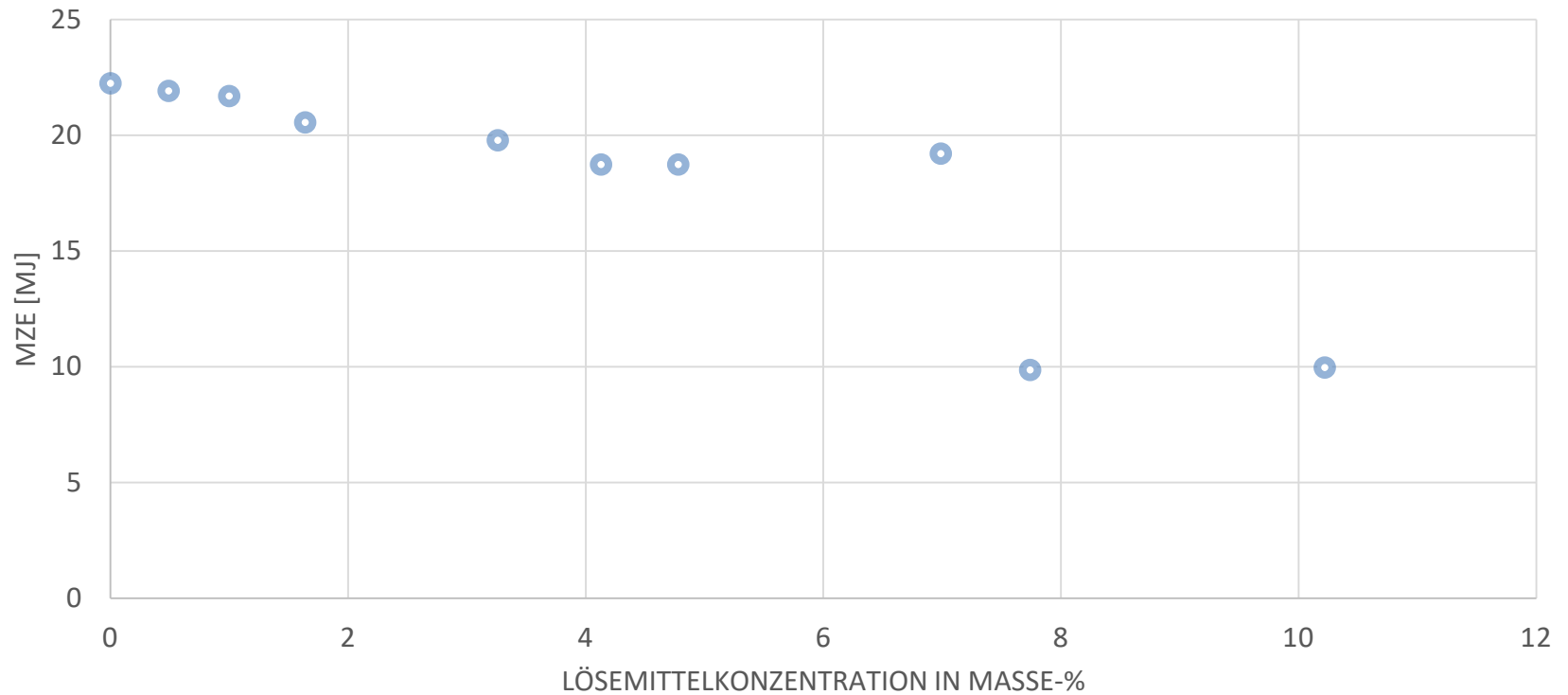
MZE

Lycopodium



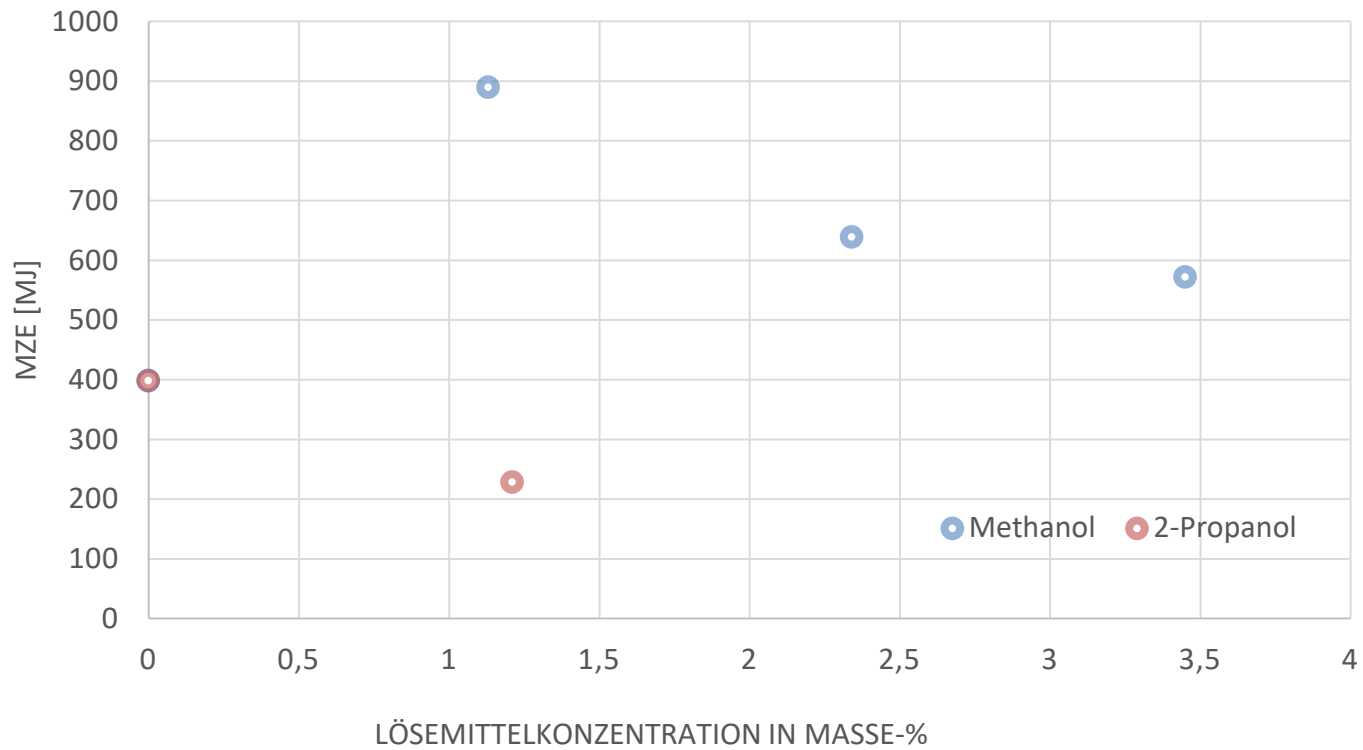
MZE

Lycopodium mit n-Heptan



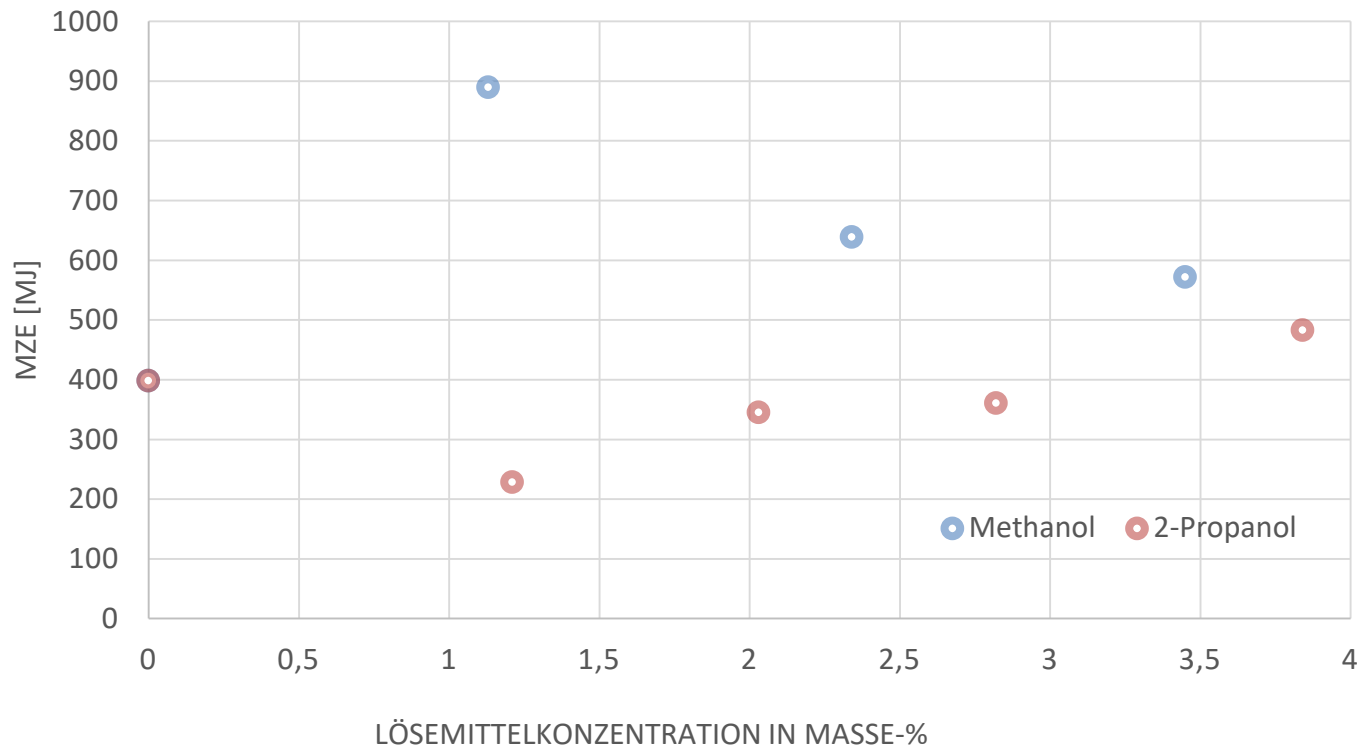
MZE

Maisstärke mit Lösemittel



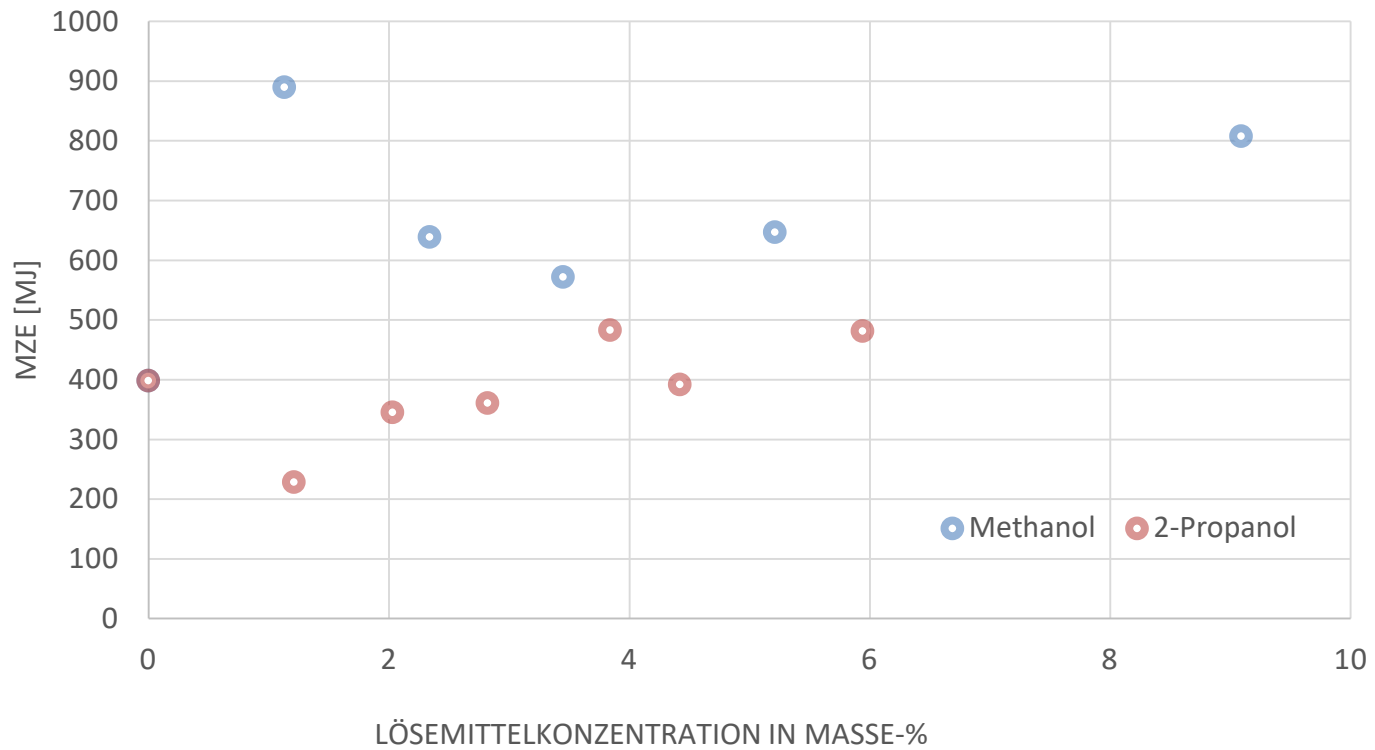
MZE

Maisstärke mit Lösemittel



MZE

Maisstärke mit Lösemittel

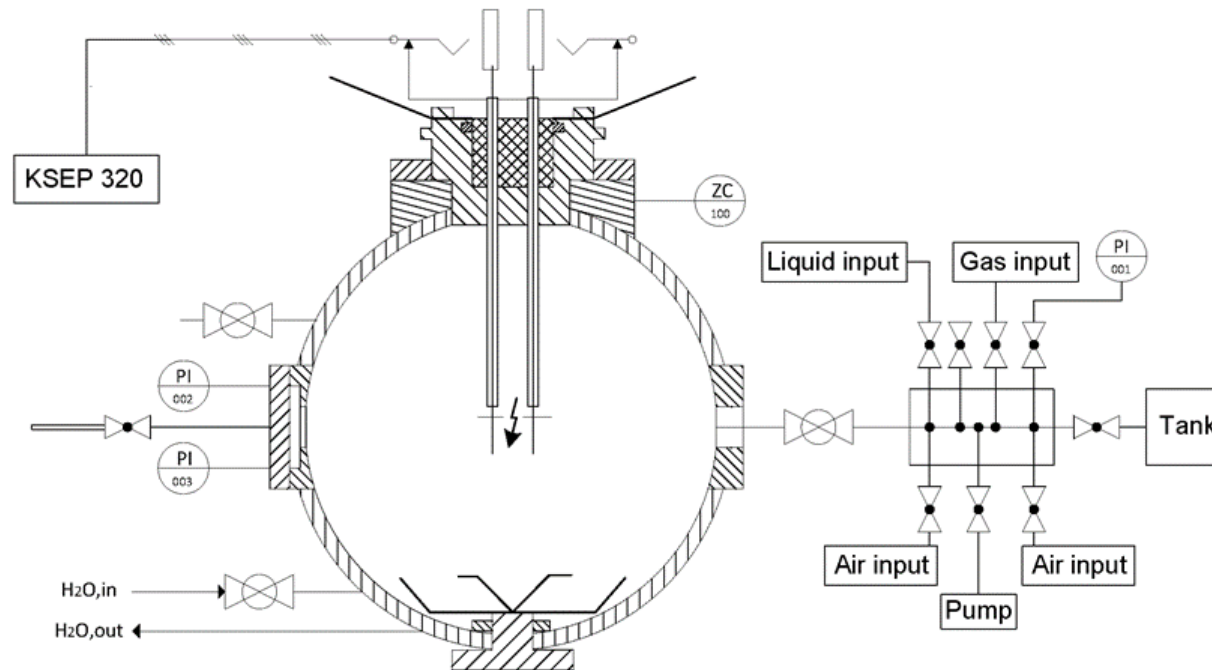


Zusammenfassung MZE

- Insgesamt geringer Einfluss messbar
- Einfluss der Gemischherstellung und des sich einstellenden Partikelkonglomerates beherrschender Faktor

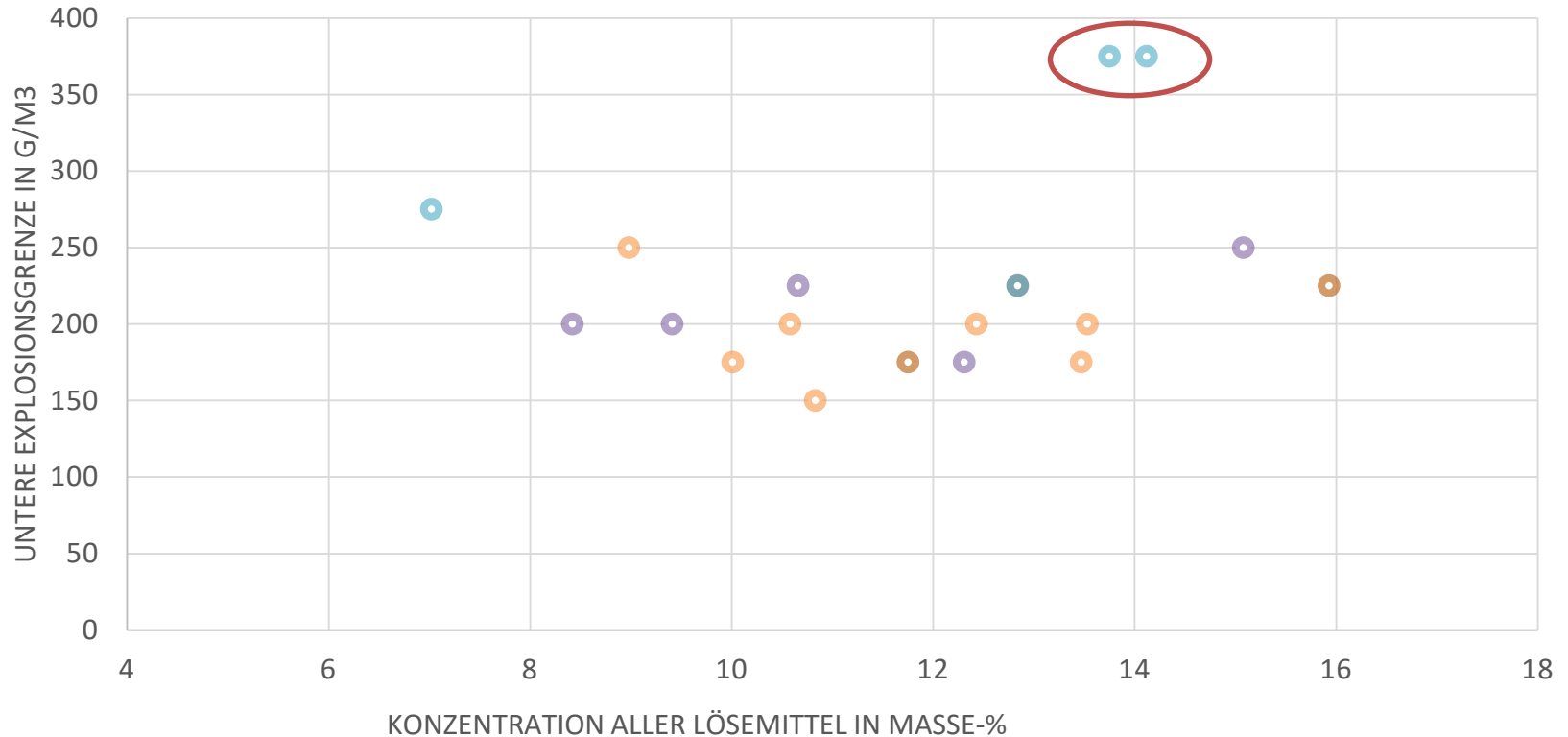
20 Liter Kugel

- Abweichung der Zündenergie: Funkenzünder
- Feststellung der Kenngrößen: UEG, P_{\max} , dp/dt_{\max} (K_{St})
- Stäube: Maisstärke, Lycopodium
- Lösemittel: 2-Propanol, n-Heptan, Methanol und Wasser
- 27 Messreihen, insgesamt über 1400 Einzelversuche



Lösemittel in Vorlage:
Verdampfung durch Unterdruck

Maisstärke – UEG



● 2-Propanol+Restfeuchte

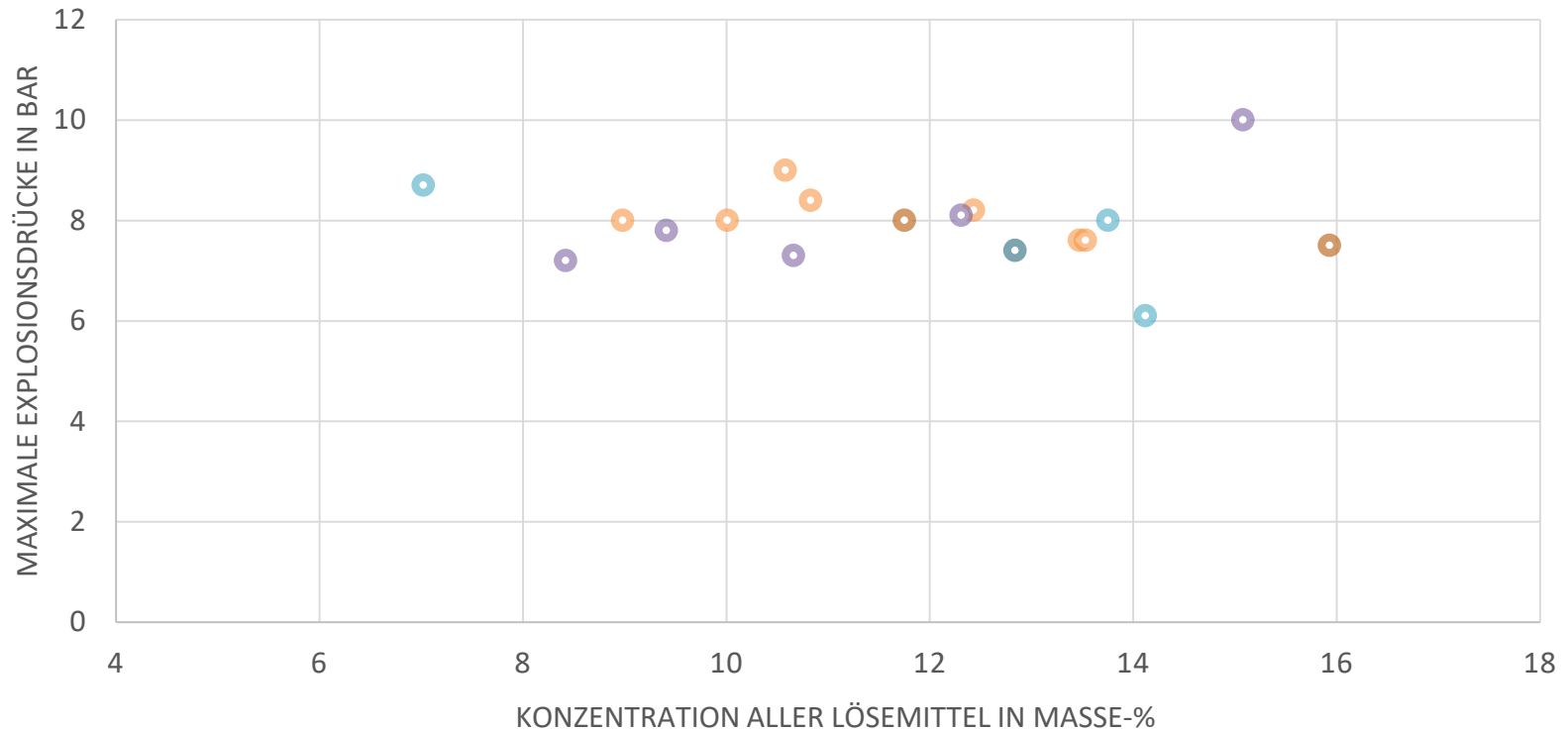
● Wasser+Restfeuchte

● Methanol+Restfeuchte

● Methanol (in Vorlage)+Restfeuchte

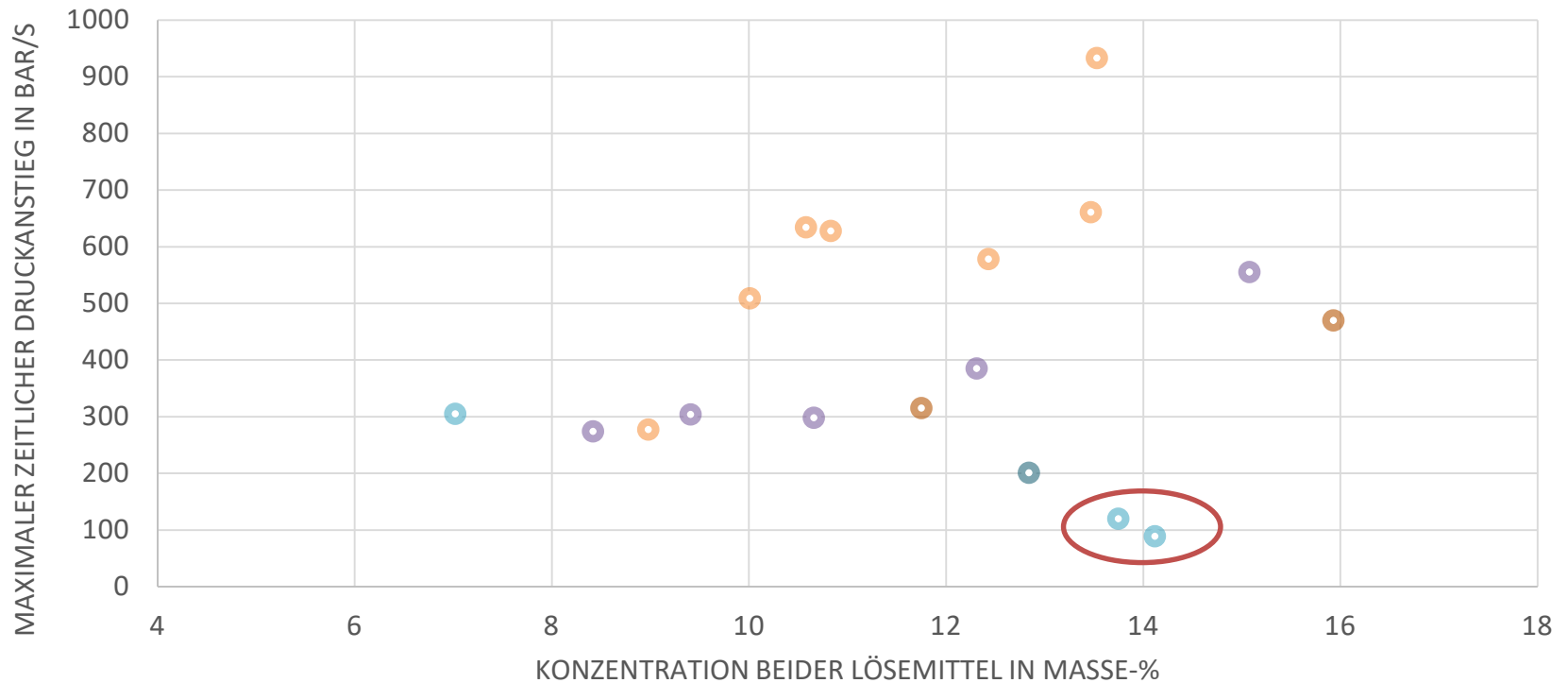
● Staubfeuchte (Lagerzustand)

Maisstärke – P_{max}



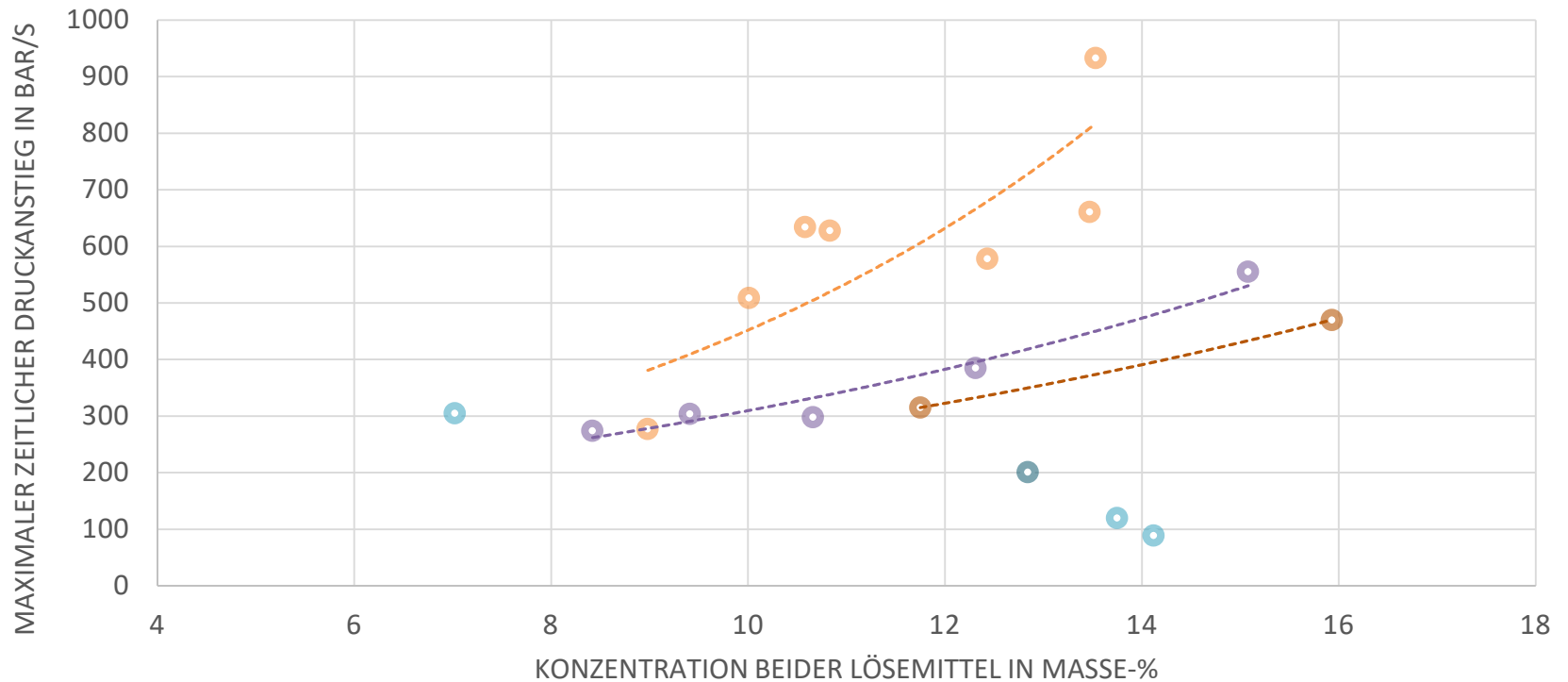
- 2-Propanol+Restfeuchte
- Wasser+Restfeuchte
- Methanol+Restfeuchte
- Methanol (in Vorlage)+Restfeuchte
- Staubfeuchte (Lagerzustand)

Maisstärke - dp/dt



- 2-Propanol+Restfeuchte
- Wasser+Restfeuchte
- Methanol+Restfeuchte
- Methanol (in Vorlage)+Restfeuchte
- Staubfeuchte (Lagerzustand)

Maisstärke – dp/dt



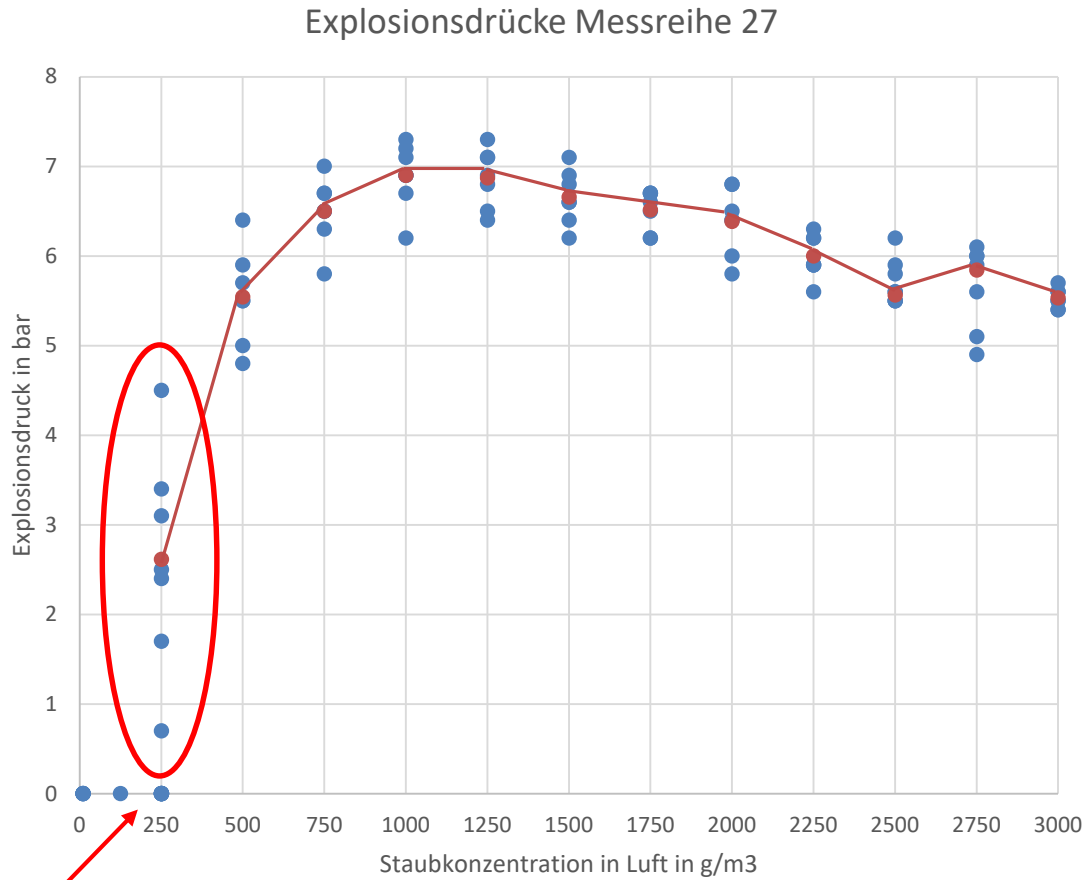
- 2-Propanol+Restfeuchte
- Wasser+Restfeuchte
- Methanol+Restfeuchte
- Methanol (in Vorlage)+Restfeuchte
- Staubfeuchte (Lagerzustand)

Zusammenfassung 20L

- dp/dt_{\max} steigt mit zunehmender Konzentration brennbarer Lösemittel.
- UEG und P_{\max} bleiben dagegen konstant
- kein Unterschied zum „echten“ hybriden Gemisch gemessen

Ausblick für Nex-Hys

Untersuchung der Zündwahrscheinlichkeit an der UEG



9 Nichtzündungen

Ausblick für Nex-Hys

Festlegung der zu Untersuchenden Massen- und Druckbereiche bei der MZT
 -> Anzahl der Parameterkombinationen steigt bei hybriden Gemischen

Msu 400	m [g]	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1
p[bar]								
0,2		O;O	O;O	O;O	O*;O	O*;X*;O*	/	X*;O*
0,3		O;O	O;O	O;O	O*;O	O*;X*;O*	O*;O*	O*;Δ X*;X*
0,4		O;O	O;O	O;O	O*;X*;X*	X*;Δ;X*	O*;O*	O*;Δ*;X* X*;X*
0,5		O;O	O;O	O;O	X*;X*	X*;Δ;X*	X*;X*	Δ*;Δ* X*;X*
0,6		O;O	O;O	O;O	O*;O*	Δ*;X*;X*	X*;X*	Δ*;Δ* X*;X*

- X – Zündung
- O – Keine Zündung
- Δ – Verpuffung
- * - Nachzündung beim Spülen



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

VST

FAKULTÄT FÜR VERFAHRENS-
UND SYSTEMTECHNIK

Zündempfindlichkeit und Explosionsverhalten lösemittelfeuchter Stäube

Dr.-Ing. Dieter Gabel
Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg
dieter.gabel@ovgu.de