

Inhalt

Inhalt	7
Symbole und Abkürzungen	9
Kurzfassung	13
Extended Abstract	15
1 Einleitung	17
2 Stand der Wissenschaft und Technik	20
2.1 Materialbearbeitung mit ultrakurzen Laserpulsen	20
2.2 Einkopplung und Umwandlung von Laserenergie während eines einzel-	
nen Pulses	22
2.2.1 Einkopplung von Laserstrahlung	24
2.2.2 Zeitaufgelöste Einkopplung von Laserenergie	25
2.2.3 Forschungsbedarf	27
2.3 Bearbeitung von Metallen mit Burstpulsen	28
2.3.1 Forschungsbedarf	31
2.4 Präzisionsbohren von Metallen mit ultrakurzen Laserpulsen	33
2.4.1 Perkussionsbohren von Metallen mit ultrakurzen Laserpulsen .	33
2.4.2 Forschungsbedarf	34
2.5 Gliederung der Arbeit	36
3 Energieeinkopplung während der Ablation mit Einzelpulsen	38
3.1 Experimentell bestimmtes Verhalten des komplexwertigen Brechungs-	
index auf ultrakurzen Zeitskalen	38
3.2 Vergleich zwischen Simulation und experimentellen Ergebnissen	41
3.2.1 Methodik	41
3.2.2 Numerisch bestimmtes Verhalten des komplexen Brechungsindex	
auf ultrakurzen Zeitskalen	43
3.3 Physikalische Ursachen des beobachteten zeitabhängigen Verlaufs des	
komplexen Brechungsindex und des Reflexionsgrades	45

4 Abschirmung von Strahlung und Materialredeposition während der Bearbeitung mit Burst-Pulsen	53
4.1 Einfluss der Pulsabstände auf das abgetragene Volumen bei der Nutzung von Burst-Pulsen	53
4.2 Prozessbeobachtung während des Ablationsprozesses	57
5 Der Tiefbohrprozess und Auslegung von Perkussionsbohrprozessen	67
5.1 Tiefenzunahme zu Bohrbeginn und Übergang zum Tiefbohrprozess . . .	67
5.2 Der Tiefbohrprozess	71
5.2.1 Bestimmung der Durchbohrzeit	71
5.2.2 Analytisches Modell zur Berechnung der erreichbaren Bohrtiefe	72
5.3 Auslegung von Perkussionsbohrprozessen	76
5.4 Perkussionsbohren tiefer Löcher bei hoher Qualität	80
6 Energieumwandlung während des Tiefbohrprozesses	82
6.1 Kalorimetrische Messung zur Bestimmung der Residuumswärme	82
6.2 Residuumswärme in Abhängigkeit von Pulsanzahl und eingestrahelter Fluenz	85
6.3 Residuumswärme in Abhängigkeit von Bohrtiefe und Pulswiederholrate	87
6.4 Betrachtung der Residuumswärme während des Laserbohrprozesses . .	90
7 Zusammenfassung und Ausblick	92
Literaturverzeichnis	94
Anhang	105
A.1 Kritische Pulsanzahl für den Tiefbohrprozess	105
A.2 Kalorimetrisch bestimmte Werte der optischen Parameter	107
Danksagungen	109