

# Inhalt

<b>Inhalt</b>	<b>7</b>
<b>Symbole und Abkürzungen</b>	<b>9</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>13</b>
<b>Extended Abstract</b>	<b>15</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>17</b>
<b>2 Stand der Wissenschaft und Technik</b>	<b>20</b>
2.1 Materialbearbeitung mit ultrakurzen Laserpulsen . . . . .	20
2.2 Einkopplung und Umwandlung von Laserenergie während eines einzelnen 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 Burstdurchschlägen . . . . .	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
<b>3 Energieeinkopplung während der Ablation mit Einzelpulsen</b>	<b>38</b>
3.1 Experimentell bestimmtes Verhalten des komplexwertigen Brechungsindex 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

<b>4 Abschirmung von Strahlung und Materialredeposition während der Bearbeitung mit Burst-Pulsen</b>	<b>53</b>
4.1 Einfluss der Pulsabstände auf das abgetragene Volumen bei der Nutzung von Burst-Pulsen . . . . .	53
4.2 Prozessbeobachtung während des Ablationsprozesses . . . . .	57
<b>5 Der Tiefbohrprozess und Auslegung von Perkussionsbohrprozessen</b>	<b>67</b>
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
<b>6 Energieumwandlung während des Tiefbohrprozesses</b>	<b>82</b>
6.1 Kalorimetrische Messung zur Bestimmung der Residuumswärme . . . . .	82
6.2 Residuumswärme in Abhängigkeit von Pulsanzahl und eingestrahlter Fluenz . . . . .	85
6.3 Residuumswärme in Abhängigkeit von Bohrtiefe und Pulswiederholrate	87
6.4 Betrachtung der Residuumswärme während des Laserbohrprozesses . .	90
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>92</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>94</b>
<b>Anhang</b>	<b>105</b>
A.1 Kritische Pulsanzahl für den Tiefbohrprozess . . . . .	105
A.2 Kalorimetrisch bestimmte Werte der optischen Parameter . . . . .	107
<b>Danksagungen</b>	<b>109</b>