

# Abbildungsverzeichnis

1.1.	Relaxationsphasen der optisch angeregten Elektronen . . . . .	7
1.2.	Nichtgleichgewichtsverteilung der Elektronen nach [1] . . . . .	9
1.3.	Transitzeit der ballistischen Elektronen, Daten aus [12] . . . . .	10
1.4.	Transienten von $\Delta R/R$ an Gold verschiedener Filmdicken . . . . .	10
1.5.	Die Proportionalität $T_{e,\max}^2 \sim 1/d$ belegt die homogene Heizung . . . . .	11
1.6.	Elektron- und Phonontemperaturdynamik an <i>bulk</i> - und 20 nm–Gold . . . . .	17
1.7.	Transiente Reflektivität eines 30 nm Gold Films. . . . .	18
1.8.	Vergleich der trans. Temperaturen nach <i>TTM</i> und M.–Carlo–Sim. . . . .	19
1.9.	Vergleich der experimentellen Werte von $\Delta R/R$ mit dem <i>TTM</i> . . . . .	20
1.10.	Beiträge zur Gesamtfluenz im System . . . . .	21
1.11.	Gittertemperaturprofile nach Anregung mit einem $\tau = 25$ ns–Laserpuls . . . . .	23
1.12.	Gittertemperaturprofile nach Anregung mit einem $\tau = 200$ fs–Laserpuls . . . . .	25
1.13.	Zeitabhängigkeiten von $T_e$ und $T_l$ für Au und Ni . . . . .	26
1.14.	Zeitentwicklung der Temperaturprofile $T_e(z)$ und $T_l(z)$ in Gold . . . . .	28
1.15.	Transiente Temperaturen in Gold sowie Stärke des Kopplungsterms . . . . .	29
1.16.	Schematische Zustandsdichte von Gold . . . . .	31
1.17.	Reflektivitätsänderung in Abhängigkeit von $T$ und $\lambda$ an Gold . . . . .	32
1.18.	Maxima von $\Delta R/R$ in Abhängigkeit der Wellenlänge an Au . . . . .	33
1.19.	Maxima von $\Delta R/R$ in Abhängigkeit der Wellenlänge an Cu . . . . .	33
1.20.	Reflexions- und Transmissionsvermögen von Goldfilmen . . . . .	34
2.1.	Verwendetes Lasersystem zur Erzeugung der Laserpulse . . . . .	38
2.2.	Spektrum und Autokorrelation der vom Mira erzeugten Pulse . . . . .	40
2.3.	Skizze des Verstärkungsprinzips im RegA . . . . .	41
2.4.	Spektrum und Autokorrelation der Pulse hinter dem OPA . . . . .	42
2.5.	Skizze des an das Lasersystem angeschlossenen <i>pump–probe</i> –Aufbaus . . . . .	45
2.6.	Beispiel einer Pulsbreitenmessung mit der Rasierklingenmethode . . . . .	46
2.7.	Anordnung zur Pulsprofilbreitenvermessung am Probenort . . . . .	46
3.1.	Typische transiente Reflektivitätsänderungen an verschiedenen Metallen . . . . .	48
3.2.	Periodensystem der Elemente . . . . .	49
3.3.	Fluenzabhängigkeit der Diffusion an Au für $d = 90$ nm und $1 \mu\text{m}$ . . . . .	51
3.4.	Bestätigung der Fluenzunabhängigkeit von $g$ . . . . .	52
3.5.	Schema der <i>pump–pump–probe</i> –Messungen . . . . .	53
3.6.	Temperatur in Abhängigkeit der beiden experimentellen <i>Delays</i> . . . . .	54
3.7.	Skizze des für die <i>Dip</i> –Messungen verwendeten Aufbaus . . . . .	55

---

3.8.	Reflektivitätsänderungen einer Au–OF in Folge zweier <i>pump</i> –Pulse . . . . .	56
3.9.	Reflektivitätsänderungen einer Au–OF mit $d = 1 \mu\text{m}$ . . . . .	58
3.10.	Zunehmende Diffusionslänge durch erhöhte Anregungsdichte an 700 nm–Au . . . . .	59
3.11.	Skizze des Aufbaus zu den <i>pump–pump–probe–probe</i> –Messungen . . . . .	60
3.12.	Reflektivitätsänderung an Vorder- und Rückseite eines Au–Films . . . . .	61
3.13.	<i>Dip</i> – $\Delta R$ an Gold verschiedener Dicke in Abhängigkeit von $\Delta t_{\text{pu}}$ . . . . .	62
3.14.	<i>Dip</i> – $\Delta R$ an Gold in Abhängigkeit von $\Delta t_{\text{pu}}$ nach verschiedenen Zeiten . . . . .	63
3.15.	Temperatureinbrüche in Abhängigkeit der <i>pump</i> –Puls–Verzögerung . . . . .	64
3.16.	Experimentelle Reflektivitätseinbrüche für Au, Cu, Cr und Mo . . . . .	67
3.17.	Variation des Temperatur– <i>Dips</i> in Abhängigkeit der <i>TTM</i> –Parameter . . . . .	68
3.18.	Transiente Temperaturen nach <i>TTM</i> –Parametervariation . . . . .	69
3.19.	Einfluss von $v_{ee,0}$ auf den fluenzabhängigen <i>Dip</i> . . . . .	72
4.1.	Skizze des für die Messungen der Ablensignale verwendeten Aufbaus . . . . .	75
4.2.	$\Delta R$ - und Deflexionssignal in Abhängigkeit der lateralen Verschiebung . . . . .	76
4.3.	$\Delta R$ –Signal–Oszillationen an Au verschiedener Dicke . . . . .	78
4.4.	Ermittlung der Schallgeschwindigkeit aus den $\Delta R$ –Oszillationen . . . . .	78
4.5.	Reflektivitätsänderung und Ablensignal an Gold . . . . .	79
4.6.	Transiente Transmissionsänderung $\Delta T$ an 50 nm–Ni–Film . . . . .	80
4.7.	Überlagerung von Stresswellen an 100 nm–Au . . . . .	81
4.8.	$\Delta R$ –Oszillationen an 50 nm- und 100 nm–Gold . . . . .	82
4.9.	Laterales $\Delta R$ –Profil der Au–Probenoberfläche . . . . .	83
4.10.	Laterale Reflektivitätsänderung zu verschiedenen Zeiten an Au . . . . .	84
4.11.	Profilbreite des <i>pump</i> –Strahlenganges . . . . .	85
5.1.	Aufnahmen von fs- vs. ns–Ablationen an Stahl . . . . .	87
5.2.	Ablationsschwelle in Abhängigkeit der Pulslänge, Daten aus [125] . . . . .	90
5.3.	Wirkung der Filmdickenveränderung im Bereich der Diffusionslänge . . . . .	92
5.4.	Skizze des bei den Ablationsexperimenten verwendeten Aufbaus . . . . .	93
5.5.	Fluenzabhängige Werte von Streu-, reflektiertem und transmittiertem Licht . . . . .	94
5.6.	Lochflächen und Transmissionsgrade an Au und Ni . . . . .	95
5.7.	Bilderserie der geschossenen Löcher in Gold, $d=100 \text{ nm}$ . . . . .	97
5.8.	Vergrößerungen relevanter Ausschnitte der Aufnahmen an Gold . . . . .	98
5.9.	Vergleich der verschiedenen Mikroskopietechniken an Gold . . . . .	99
5.10.	Bilderserie der geschossenen Löcher in Nickel, $d=100 \text{ nm}$ . . . . .	100
5.11.	Vergrößerungen relevanter Ausschnitte der Aufnahmen an Nickel . . . . .	101
5.12.	Vergleich der verschiedenen Mikroskopietechniken an Nickel . . . . .	102
5.13.	Bilderserie der geschossenen Löcher in Molybdän, $d=100 \text{ nm}$ . . . . .	103
5.14.	Vergrößerungen relevanter Ausschnitte der Aufnahmen an Molybdän . . . . .	104
5.15.	Vergleich der verschiedenen Mikroskopietechniken an Molybdän . . . . .	105
5.16.	Aufnahmen der Löcher in Chrom bei unterschiedlichen Fluenzen . . . . .	105
5.17.	Untersuchung der Cr–Löcher mit dem SFM . . . . .	107
5.18.	Anpassung der Inkubationsfaktoren für Au, Ni, Mo und Cr . . . . .	109
5.19.	Darstellung des Inkubationsfaktors $\xi$ über der Anzahl der Pulse $N$ . . . . .	110
5.20.	Filmdickenabhängigkeit der Inkubationsfaktoren an Cr und Mo . . . . .	111

---

5.21. Filmdickenabhängige $R$ -, $T$ - und $A$ -Werte von Au, Ni, Mo und Cr . . . . .	112
5.22. Transmissionssignal für verschiedenen Fluenzen an Mo, 500 nm . . . . .	113
5.23. Linearitäten im Transmissionssignal an Mo, 500 nm . . . . .	114
5.24. Abtragsrate in einem 500 nm–Mo–Film . . . . .	115
5.25. Filmdickenabhängigkeit der Ablationsschwelle . . . . .	116
5.26. Filmdickenabhängigkeit der Ablationsschwelle an Mo . . . . .	120
5.27. $TTM$ –Ablationsschwellegegenüberstellung und ns/fs–Vergleich . . . . .	121
A.1. Ablations–SEM–Bilder von einem Gold–Film auf Cr–Haftvermittler . . . . .	127
A.2. Festigkeit der die Ablationslöcher umgebenden Ablagerungen . . . . .	128
A.3. SEM–Aufnahmen von beschossenen Stellen auf einem 500 nm–Mo . . . . .	129
A.4. Tiefenprofile der in 500 nm- und 700 nm–Mo–Filme geschossenen Löcher . .	130
B.1. Skizze der zur Messung der Filmreflektivität verwendeten Anordnung . . . . .	131
B.2. Reflexions- und Transmissionsvermögen an Ni . . . . .	132
B.3. Reflexions- und Transmissionsvermögen an Mo . . . . .	133
B.4. Reflexions- und Transmissionsvermögen an Cr . . . . .	134