

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1 Theoretische Grundlagen	3
1.1 Das Standardmodell der Elementarteilchen	3
1.1.1 Die starke Wechselwirkung	4
1.1.2 Die elektroschwache Wechselwirkung	5
1.1.3 Der Higgs-Mechanismus	6
1.2 Neue Physik: Theorien jenseits des Standardmodells	8
1.2.1 Probleme und offene Fragen des Standardmodells	8
1.2.2 Supersymmetrie (SUSY)	9
1.3 Phänomenologie in Proton-Proton-Kollisionen	15
1.3.1 Partonmodell	15
1.3.2 Produktions-Mechanismen für supersymmetrische Teilchen	18
1.3.3 Zerfälle von supersymmetrischen Teilchen	19
1.3.4 Definition der vektoriellen transversalen Energiesumme E_T	21
1.3.5 Definition der effektiven Masse M_{eff}	21
1.3.6 Ereignistopologien von supersymmetrischen Endzuständen	21
2 Das ATLAS-Experiment am LHC	23
2.1 Der Large-Hadron-Collider: LHC	23
2.1.1 Der Einfluss der LHC-Parameter auf die experimentelle Umgebung	25
2.2 Der ATLAS-Detektor	26
2.2.1 Das innere Detektorsystem	27
2.2.2 Die Kalorimeter	28
2.2.3 Das Myon-Spektrometer	32
2.3 Der ATLAS-Trigger und die Datenerfassung	33
2.3.1 Die erste Triggerstufe	35
2.3.2 Die höheren Triggerstufen	38
2.3.3 Das Datennahmesystem	39
2.3.4 Das Triggermenü	39
2.3.5 Die Randbedingungen für die Wahl der Triggerschwellen	40
3 Der ATLAS-Kalorimetertrigger	43
3.1 Die Eingangssignale des Kalorimetertrigger-Systems	43
3.1.1 Der Signalfad vom TILE-Kalorimeter zum Triggersystem	44
3.1.2 Der Signalfad vom LAr-Kalorimeter zum Triggersystem	44
3.2 Die Kalorimetertrigger-Algorithmen	45
3.2.1 Der Elektron/Photon-Algorithmus	45
3.2.2 Der hadronische τ -Algorithmus	47
3.2.3 Der Jet-Algorithmus	48
3.2.4 Der skalare transversale Energiesummen- und der transversale Jet-Energiesummen-Algorithmus	49

3.2.5	Der fehlende transversale vektorielle Energiesummen-Algorithmus	49
3.3	Die Prozessorsysteme des Kalorimetertriggers	50
3.3.1	Der Pre-Prozessor (PPr)	50
3.3.2	Der Cluster-Prozessor (CP)	54
3.3.3	Der Jet/Energiesummen-Prozessor (JEP)	54
4	Simulations- und Rekonstruktionsmethoden	59
4.1	Physiksimulation	59
4.1.1	Standardmodellprozesse	60
4.1.2	mSUGRA-Modell	61
4.1.3	Simulation von kosmischer Höhenstrahlung und Maschinenuntergrund	62
4.2	Detektorsimulation	62
4.2.1	Detaillierte Simulation	63
4.2.2	Schnelle Kalorimetersimulation (FastCaloSim)	63
4.2.3	Schnelle Simulation (ATLFAST)	64
4.3	Triggersimulation	65
4.3.1	Kalorimetertriggersimulation	65
4.4	Rekonstruktionsmethoden	66
4.4.1	Jet-, Elektron/Photon- und Myon-Rekonstruktionsalgorithmen	66
4.4.2	Rekonstruktionsmethoden für die fehlende transversale Energie	68
5	Eigenschaften der \cancel{E}_T-Messung auf der ersten Triggerstufe	71
5.1	\cancel{E}_T -Spektren verschiedener Prozesse	72
5.2	Eigenschaften der \cancel{E}_T -Bestimmung auf der ersten Triggerstufe	74
5.2.1	Einfluss der Sättigungseffekte auf der ersten Triggerstufe	75
5.2.2	Die Energieskala auf der ersten Triggerstufe	76
5.2.3	Die \cancel{E}_T -Auflösung auf der ersten Triggerstufe	77
5.3	Inklusive \cancel{E}_T -Triggereffizienz	84
5.3.1	Studie des Zerfallprozesses $W \rightarrow \mu\nu$	86
5.3.2	Studie des Zerfallprozesses $W \rightarrow e\nu$	86
5.3.3	Studie von $W \rightarrow \tau\nu$ -Ereignissen	89
5.3.4	Studie von semileptonischen $t\bar{t}$ -Ereignissen	90
5.3.5	Inklusiver Trigger für SUSY-Signaturen	91
5.4	Inklusive \cancel{E}_T -Triggerraten	92
5.5	Kombinierte \cancel{E}_T -Triggerraten	94
5.6	Berechnung von exklusiven \cancel{E}_T -Effizienzen	95
5.6.1	Kombination der \cancel{E}_T - und Myon-Signatur	95
5.6.2	Kombination der \cancel{E}_T - und Elektron/Jet/Tau-Signatur	97
5.6.3	Triggerrate vs. Signaleffizienz	98
5.7	Kapitelzusammenfassung	99
6	Effizienzbestimmung des $\cancel{E}_T^{\text{LVL1}}$-Kalorimetertriggers	101
6.1	Methoden zur Bestimmung der Effizienz	101
6.1.1	Zwei-Lepton-Methode ($\mu^+\mu^-$, e^+e^-)	102
6.1.2	Ein-Elektron-Methode	106
6.2	Übertragbarkeit der Triggereffizienzen von $Z \rightarrow l^+l^-$ -Zerfällen	109
6.2.1	Extrapolation auf $W \rightarrow \mu\nu$ -Ereignisse	109
6.2.2	Extrapolation auf $W \rightarrow e\nu$ -Ereignisse	109
6.2.3	Extrapolation auf semileptonische $t\bar{t}$ -Ereignisse	111
6.2.4	Extrapolation auf SUSY-Ereignisse	114

6.3	Kapitelzusammenfassung	117
7	Güte der vereinfachten Simulationen	119
7.1	Verwendete Methoden zum Vergleich der schnellen Simulationen mit der detaillierten Simulation	119
7.2	Vergleich von ATLFast mit der detaillierten Simulation	121
7.3	Anpassung der Kalorimetertriggersimulation für FastCaloSim	131
7.3.1	Die Parameter der Kalorimetertriggersimulation	131
7.3.2	Bestimmung der Parameter der Kalorimetertriggersimulation	132
7.4	Kapitelzusammenfassung	141
8	Triggeroptimierung für das mSUGRA-Modell	143
8.1	Der verwendete mSUGRA-Parameterraum	144
8.2	Ereignis-Selektionskriterien	144
8.3	Verwendete Untergrundprozesse aus dem Standardmodell	147
8.4	Algorithmen zur Optimierung der exklusiven \cancel{E}_T -Triggersignatur	149
8.5	Ergebnisse der Optimierungsalgorithmen für die SUSY-Szenarien	153
8.5.1	Triggereffizienzen	154
8.5.2	Signifikanzen	157
8.6	Triggermenüvorschlag zur Suche nach neuer Physik	158
8.6.1	Vorstellung eines bestehenden Triggermenüs bei ATLAS	160
8.6.2	Triggermenüvorschlag	163
8.7	Kapitelzusammenfassung	168
	Zusammenfassung und Ausblick	168
A	Ergänzende Informationen zur \cancel{E}_T-Auflösung	I
A.1	Statistischer Zusammenhang von $\sigma(E_{x,y})$ und ΣE_T	I
A.2	Modifizierte \cancel{E}_T -Auflösung	I
B	Ergänzende Informationen zu den QCD-Ereignissen und den Simulations-Methoden	III
C	Auflistung aller Ergebnisse der \cancel{E}_T-Triggeroptimierung	V
	Abbildungsverzeichnis	XVII
	Tabellenverzeichnis	XXIII
	Danksagung	XXVII
	Lebenslauf	XXIX