

# Anmerkungen zum Verwendungsnachweis VH-NG-005 für 2005

## Mitglieder der Arbeitsgruppe in 2005

Name	Status	Zeitraum	Standort
Dr. Wolfgang Kilian	Leiter	1.1.–31.12.	DESY
Dr. Thorsten Ohl	Postdoktorand	1.1.–31.12.	Würzburg
Dr. Jürgen Reuter	Postdoktorand	1.1.–31.12.	DESY
Tania Robens	Doktorandin	1.1.–31.12.	DESY
Tobias Kleinschmidt	Doktorand	1.1.–31.12.	DESY
Stefan Karg	Doktorand	1.1.–31.12.	Würzburg

## Kurzbeschreibung der Aktivitäten 2005

Gesamtziel des Projektes ist die Entwicklung eines Programmpakets für die realistische Simulation von Streueignissen an einem  $e^+e^-$ -Linearcollider, die auch Modelle jenseits des Standardmodells unter Einbeziehung von Strahlungskorrekturen präzise beschreibt. Im zweiten Jahr lag der Schwerpunkt auf der Simulation von Supersymmetrie-Prozessen sowie in der Phänomenologie alternativer Modelle der elektroschwachen Symmetriebrechung.

In 2004 war im Rahmen des vorliegenden Projekts erstmals die Implementierung der minimalen supersymmetrischen Erweiterung des Standardmodells (MSSM) in einem Vielteilchen-Ereignisgenerator (WHIZARD) realisiert worden. Implementierungen des MSSM durch andere Arbeitsgruppen folgten in 2005 in Form der Programmpakete MadGraph und SHERPA. Im Zuge dieser Entwicklung erwies es sich als sinnvoll, einen informellen Workshop einzurichten, in dem die Resultate im Detail verglichen und verifiziert werden sollten. Dieser Workshop fand in der ersten Jahreshälfte unter Federführung der HGF-Nachwuchsgruppe mit Treffen am DESY sowie im Rahmen des AIP Linear-Collider-Workshops in Aspen/Snowmass (USA) statt.

Die Resultate dieser Initiative und der daraus folgenden Zusammenarbeit sind detailliert in Ref. [1, 2] dokumentiert. Zum einen wurde eine umfangreiche Liste aller relevanten  $2 \rightarrow 2$ -Streuprozesse im MSSM erstellt und mit allen Programmen berechnet. Damit konnten die drei unabhängigen Programmsysteme in allen Einzelheiten gegeneinander verifiziert werden. Darauf aufbauend entstand zum anderen die erste Studie von Off-Shell-Effekten in MSSM-Prozessen. Es zeigte sich, daß diese Effekte in vielen Fällen für eine präzise Analyse der Wirkungsquerschnitte sowohl am LHC wie auch am ILC wesentlich sind, so daß eine Berechnung von beispielsweise MSSM-Untergrundprozessen mit herkömmlichen Methoden nicht sinnvoll möglich ist, während Programme wie das von der Arbeitsgruppe entwickelte WHIZARD zuverlässige Ergebnisse liefern.

In einem größeren Rahmen wurde unter Mitwirkung der Arbeitsgruppe das Dokument zur internationalen Kollaboration SPA (Supersymmetry Parameter Analysis) fertiggestellt [3], in der Dr. Wolfgang Kilian die Koordination der Programmentwicklung übernommen hat. Die oben dargestellten Aktivitäten sind in diesen Zusammenhang eingebettet.

Parallel dazu wurden die Arbeiten an der Einbindung der nächstführenden Ordnung NLO in Monte-Carlo-Generatoren fortgesetzt. In Ergänzung zu den oben beschriebenen Off-Shell-Effekten in MSSM-Prozessen und aufbauend auf WHIZARD arbeitet Tania Robens als Promotionsprojekt an einem Programm für die Simulation von Chargino-Paarproduktion in NLO am ILC. In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von W. Hollik (MPI München) gelang es inzwischen, vollständig berechnete virtuelle Korrekturen in die Ereignisgeneration einzubeziehen. Die

Schwierigkeiten, die durch die Infrarot- und kollinearen Singularitäten in der Abstrahlung von Photonen entstehen, wurden im Detail studiert und konnten so gelöst werden, daß am Ende das übliche Problem negativer Ereignisgewichte vermieden wird und zusätzlich eine Aufsummation der Anfangszustandsabstrahlung durch eine ISR-Strukturfunktion einbezogen ist. Die Publikation dieser Resultate ist in Vorbereitung.

Ein zentraler Punkt des Projekts, in dem Neuland betreten wird, ist die voll-numerische Berechnung von virtuellen simultan mit reellen Strahlungskorrekturen, die als Promotionsprojekt von Tobias Kleinschmidt untersucht wird. Hier ist inzwischen der Nachweis erbracht, daß das Verfahren durchführbar ist und für Prozesse mit nichttrivialen Feynmangraphen (z.B. massive Boxgraphen) die mit dem klassischen semianalytischen Verfahren erhaltenen Ergebnisse reproduziert. Dies soll im folgenden mit den existierenden Algorithmen zur Monte-Carlo-Simulation verbunden werden.

Darüber hinaus erarbeitete die Arbeitsgruppe in Zusammenarbeit mit experimentellen Gruppen am DESY und an der Universität Rostock eine umfassende Analyse der Effekte von starker Wechselwirkung zwischen Vektorbosonen am ILC [4, 5]. Dieses Szenario ist eine mögliche Alternative zur Supersymmetrie zur Beschreibung der elektroschwachen Symmetriebrechung. Diese Studie steht zur Zeit (2006) vor dem Abschluß. Ein weiteres Projekt betrifft die Phänomenologie nichtkommutativer Feldtheorien, deren Signale unter anderem am LHC gefunden werden könnten [6].

Die genannten, wie auch im Vorjahr gewonnene Resultate der Arbeitsgruppe wurden zusätzlich zur Publikation auch auf Konferenzen der internationalen Öffentlichkeit vorgestellt, dokumentiert in [2, 4, 7, 8, 9, 10].

## Literatur

- [1] K. Hagiwara *et al.*, Phys. Rev. D **73**, 055005 (2006) [arXiv:hep-ph/0512260].
- [2] J. Reuter *et al.*, arXiv:hep-ph/0512012.
- [3] J. A. Aguilar-Saavedra *et al.*, arXiv:hep-ph/0511344.
- [4] W. Kilian and J. Reuter, arXiv:hep-ph/0507099.
- [5] P. Krstonsic, K. Monig, M. Beyer, E. Schmidt and H. Schroder, arXiv:hep-ph/0508179.
- [6] A. Alboteanu, T. Ohl and R. Ruckl, arXiv:hep-ph/0511188.
- [7] W. Kilian, DESY-05-117.
- [8] W. Kilian, T. Plehn, P. Richardson and E. Schmidt, arXiv:hep-ph/0507137.
- [9] W. Kilian, J. Reuter and D. Rainwater, arXiv:hep-ph/0507081.
- [10] S. Heinemeyer *et al.*, arXiv:hep-ph/0511332.