Selektron-Paarproduktion an einem e^-e^--Linearbeschleuniger

A.Wagner[1], F. Franke[1], G. Moortgat-Pick[2], H. Fraas[1]

[1]Institut für Theoretische Physik und Astrophysik
Universität Würzburg
[2]Institute for Particle Physics and Phenomenology, Durham

Aachen, 12.03.2003

Inhalt

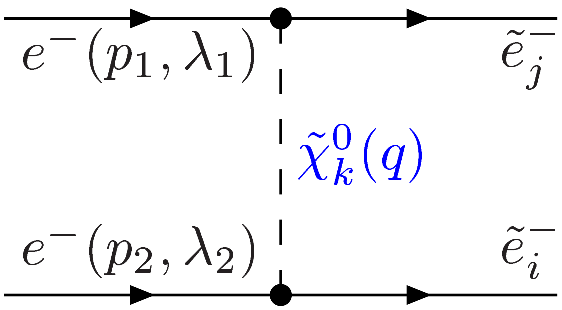
- Motivation
- Untersuchter Prozess
- Selektronmischung
- Schwellenverhalten
- Polarisationsabhängigkeit
- Allgemeine Struktur
- CP-Verletzung
- Zusammenfassung

Motivation

$$\boxed{e^- e^- \longrightarrow \tilde{e}_i^- \tilde{e}_j^-}$$

$$\left.\begin{array}{l} \bullet\ \text{Niedriger Background} \\ \bullet\ \text{Strahlpolarisation} \\ \bullet\ \text{Hohe Wirkungsquerschnitte} \\ \bullet\ \text{charakt. Schwellenverhalten} \end{array}\right\} \quad \begin{array}{c} \textbf{Hohe Sensitivität auf} \\ \tilde{e}^-\textbf{- und} \\ \tilde{\chi}^0\textbf{-Eigenschaften} \end{array}$$

Untersuchter Prozess im MSSM



$$+$$
$$\tilde{e}_i^- \longleftrightarrow \tilde{e}_j^-$$

Amplitude (t-Kanal)

$$\begin{aligned} T_{i,j}^{\lambda_1\lambda_2}(\tilde{\chi}_k^0) \quad = \quad & g^2 \bar{v}(p_2, \lambda_2) \\ & (a_{ki}^* P_L + b_{ki}^* P_R) \\ & \Delta_t^k (\not{q} + m_k) \\ & (a_{kj}^* P_L + b_{kj}^* P_R) \\ & u(p_1, \lambda_1) \end{aligned}$$

- Neutralinoaustausch $\Rightarrow$ massiver Fermionpropagator
- Kopplungen mit Selektronmischung

(Hikasa, 1986; Blöchinger et.al., 2002)

Selektronmischung

Selektron-Massenmatrix:

$$\mathcal{M}^2_{\tilde{e}^-} = \begin{pmatrix} M_L^2 + m_e^2 + D_L & m_e(A_e - \mu \tan\beta) \\ m_e(A_e - \mu\tan\beta) & M_E^2 + m_e^2 + D_R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{LL}^2 & m_{LR}^2 \\ m_{LR}^2 & m_{RR}^2 \end{pmatrix}$$

Mit $D_L = (-\frac{1}{2} + \sin^2\theta_W)\cos(2\beta)m_Z^2$ und $D_R = -\sin^2\theta_W \cos(2\beta) m_Z^2$

Selektron-Mischung:

$$\begin{pmatrix} \tilde{e}_1^- \\ \tilde{e}_2^- \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta_{\tilde{e}^-} & \sin\theta_{\tilde{e}^-} \\ -\sin\theta_{\tilde{e}^-} & \cos\theta_{\tilde{e}^-} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \tilde{e}_L^- \\ \tilde{e}_R^- \end{pmatrix}$$

Für die Kopplungen gilt:

$$a_{k1} = f_k^L \cos\theta_{\tilde{e}^-} \qquad a_{k2} = -f_k^L \sin\theta_{\tilde{e}^-}$$

$$b_{k1} = f_k^R \sin\theta_{\tilde{e}^-} \qquad b_{k2} = f_k^R \cos\theta_{\tilde{e}^-}$$

Neutralinomassenmatrix

$$Y \quad = \quad \begin{pmatrix} M_2 s_W^2 + M_1 c_W^2 & (M_2 - M_1) s_W c_W & 0 & 0 \\ (M_2 - M_1) s_W c_W & M_2 c_W^2 s_W^2 & m_Z & 0 \\ 0 & m_Z & \mu s_{2\beta} & -\mu c_{2\beta} \\ 0 & 0 & -\mu c_{2\beta} & -\mu s_{2\beta} \end{pmatrix}$$

Basis: $\tilde{\gamma}$, $\tilde{Z}$, $\tilde{H}_a^0$, $\tilde{H}_b^0$; GUT: $M_1 = \frac{5}{3} \tan^2 \theta_W M_2$

Diagonalisierung mit Matrix $N : N^* Y N^{-1} = M_D$

$$f_k^L \quad = \quad \sqrt{2} \left[\frac{1}{\cos(\theta_W)} \left(\frac{1}{2} - \sin^2 \theta_W \right) N_{k2} + \sin \theta_W N_{k1} \right]$$

$$f_k^R \quad = \quad \sqrt{2} \sin \theta_W (\tan \theta_W N_{k2} - N_{k1})$$

Schwellenverhalten

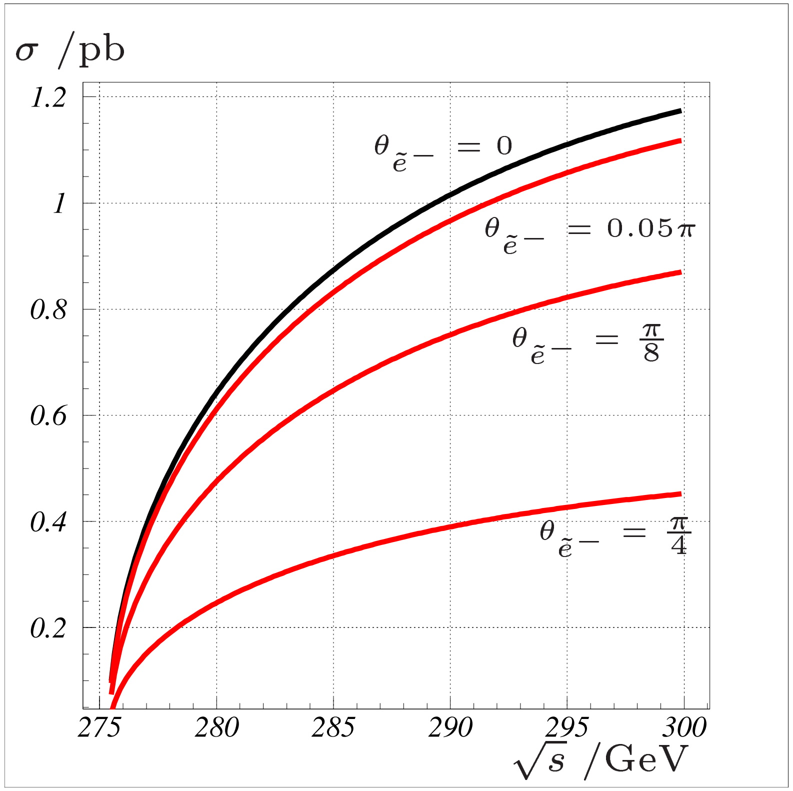
Produktion von $\tilde{e}_1^-, \tilde{e}_1^-$

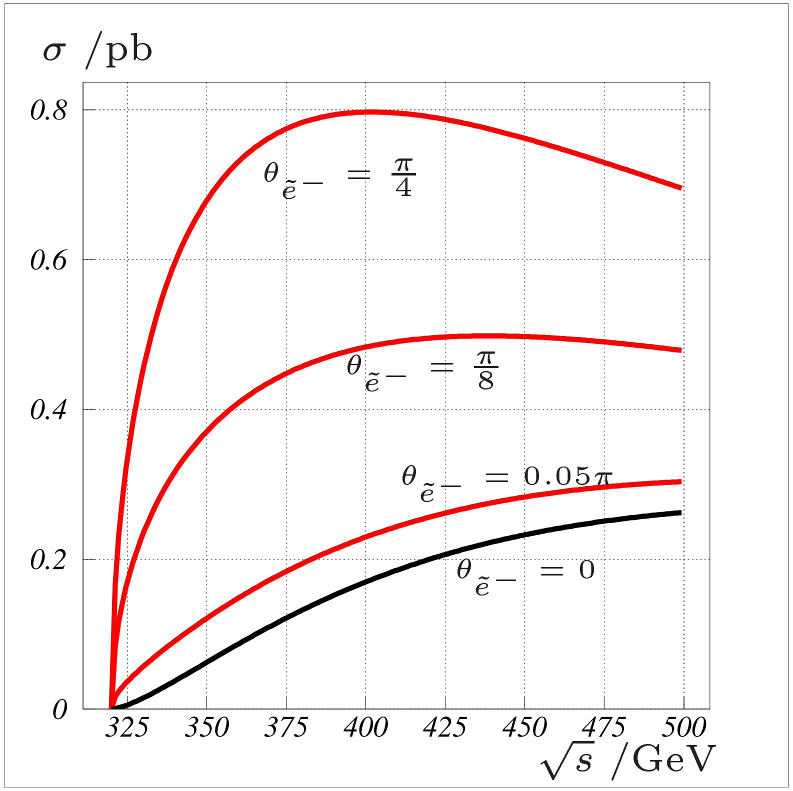
$\Rightarrow$ Threshold: $\propto \beta$

Produktion von $\tilde{e}_1^-, \tilde{e}_2^-$

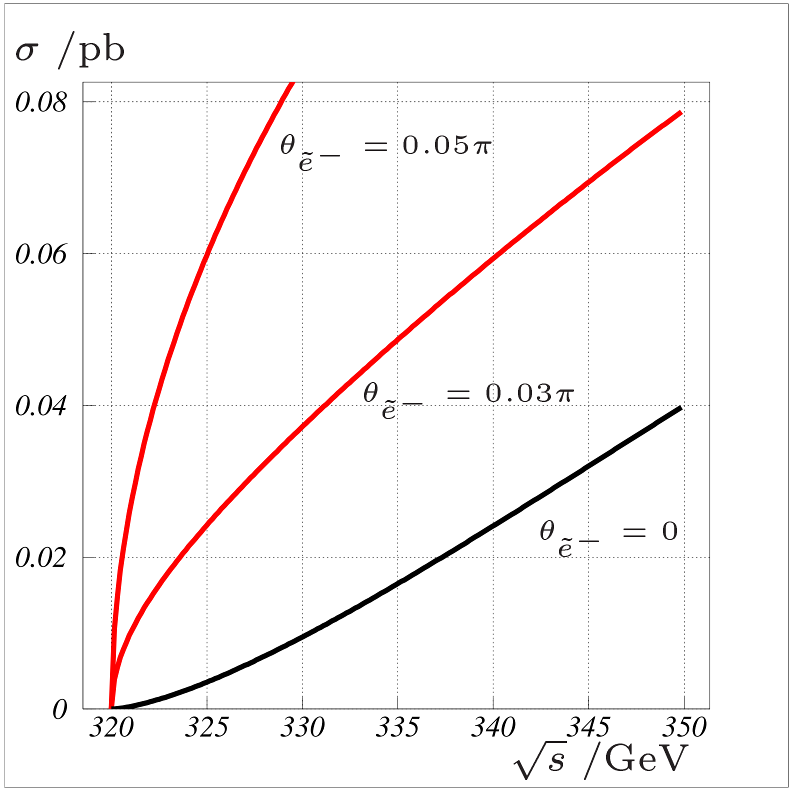
$\Rightarrow$ Threshold: $\propto \beta^3$

ABER: $\propto \beta$ mit Mischung





Schwellenverhalten $\tilde{e}_1^- \tilde{e}_2^-$



- Ohne Mischung:
  $\Rightarrow \propto \beta^3$
- Mit Mischung:
  $\Rightarrow \propto \beta$

Kleine Mischungswinkel: empfindliche Abhängigkeit

Polarisationsabhängigkeit

Amplitudenquadrat:

$$\mathrm{Tr}\left\{[u(p_1,\lambda_1')\bar{u}(p_1,\lambda_1)](\not{a}+m_{\tilde{\chi}_k^0})[v(p_2,\lambda_2')\bar{v}(p_2,\lambda_2)](\not{a}+m_{\tilde{\chi}_l^0})\right\}$$

Bouchiat-Michel-Formeln liefern z.B.:

$$\underbrace{\cdots\delta_{\lambda_1,\lambda_1'}\ \not{p}\cdots}_{\text{long. und unpol. Anteil}}\ (\not{a}+m_{\tilde{\chi}_k^0})\ \underbrace{\cdots\ \not{s}^a\sigma^a_{\lambda_2,\lambda_2'}\ \not{p}\cdots}_{\text{transversale Polarisation}}\ (\not{a}+m_{\tilde{\chi}_k^0})$$

$\Rightarrow$ Terme linear in der transversalen Polarisation

Beiträge aller Polarisationskombinationen,
sowohl transversal als auch longitudinal.

Allgemeine Struktur

	$\tilde{e}_1^- \tilde{e}_1^-$ $\|T\|^2$	$\tilde{e}_1^- \tilde{e}_1^-$ TU^*	$\tilde{e}_1^- \tilde{e}_2^-$ $\|T\|^2$	$\tilde{e}_1^- \tilde{e}_2^-$ TU^*
$(1+P_1^L)(1-P_2^L)$	$c^2 s^2$	$c^2 s^2$	c^4	$-c^2 s^2$
$(1-P_1^L)(1+P_2^L)$	$c^2 s^2$	$c^2 s^2$	s^4	$-c^2 s^2$
$(1-P_1^L)(1-P_2^L)$	c^4	c^4	$c^2 s^2$	$c^2 s^2$
$(1+P_1^L)(1+P_2^L)$	s^4	s^4	$s^2 c^2$	$s^2 c^2$
$P_1^T(1-P_2^L)m_l$	$c^3 s$ CP	$c^3 s$ CP	$-c^2 s^2$ CP	$-c^3 s$ CP
$P_1^T(1+P_2^L)m_l$	$s^3 c$ CP	$s^3 c$ CP	$-c^2 s^2$ CP	$-c^2 s^2$ CP
$P_1^T(1-P_2^L)m_k$	$c^3 s$ CP	$c^3 s$ CP	$-c^3 s$ CP	$-c^3 s$ CP
$P_1^T(1+P_2^L)m_k$	$-s^3 c$ CP	$-s^3 c$ CP	$-s^2 c^2$ CP	$-s^2 c^2$ CP
$P_1^T P_2^T$	$\pm c^2 s^2$ CP	$\pm c^2 s^2$ CP	$\pm c^2 s^2$ CP	$c^4 \pm s^4$ CP $c^2 s^2$ CP

$c = \cos\theta_{\tilde{e}^-}$ und $s = \sin\theta_{\tilde{e}^-}$

$|U|^2$ und UT^* ergeben sich analog

CP-Verletzung

Quelle: Triple Products $\Rightarrow$ *Olaf Kittel* (T 404.7)

$$\mathrm{Tr}\,\{\gamma_5\,\not{a}\not{b}\not{c}\not{d}\} = 4\,i\,\varepsilon_{\mu\nu\rho\sigma}a^\mu b^\nu c^\rho d^\sigma = \; < abcd >$$

Hier zugänglich über

- transversale Polarisation
- senkrecht zur Produktionsebene

Terme der Form:

$$< p_2 s^a p_1 q >$$

Zusammenfassung

$$\boxed{e^- e^- \longrightarrow \tilde{e}_i^- \, \tilde{e}_j^-}$$

- $\surd$ Hohe Wirkungsquerschnitte in repräsentativen Szenarien
- $\surd$ Empfindlich auf Selektronmischung
- $\surd$ Massiver Fermionpropagator
- $\surd$ Lineare Terme in transversaler Polarisation
- $\surd$ CP-sensitive Beiträge bei transversaler Polarisation