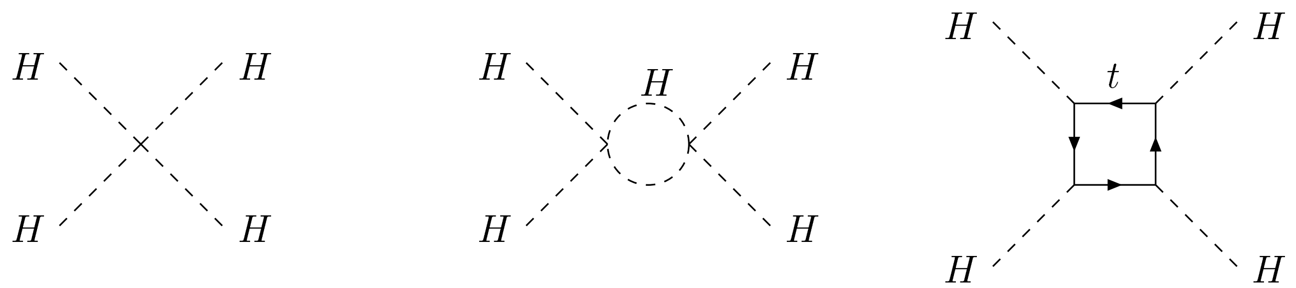
4.6 Die Suche nach dem Higgs-Boson

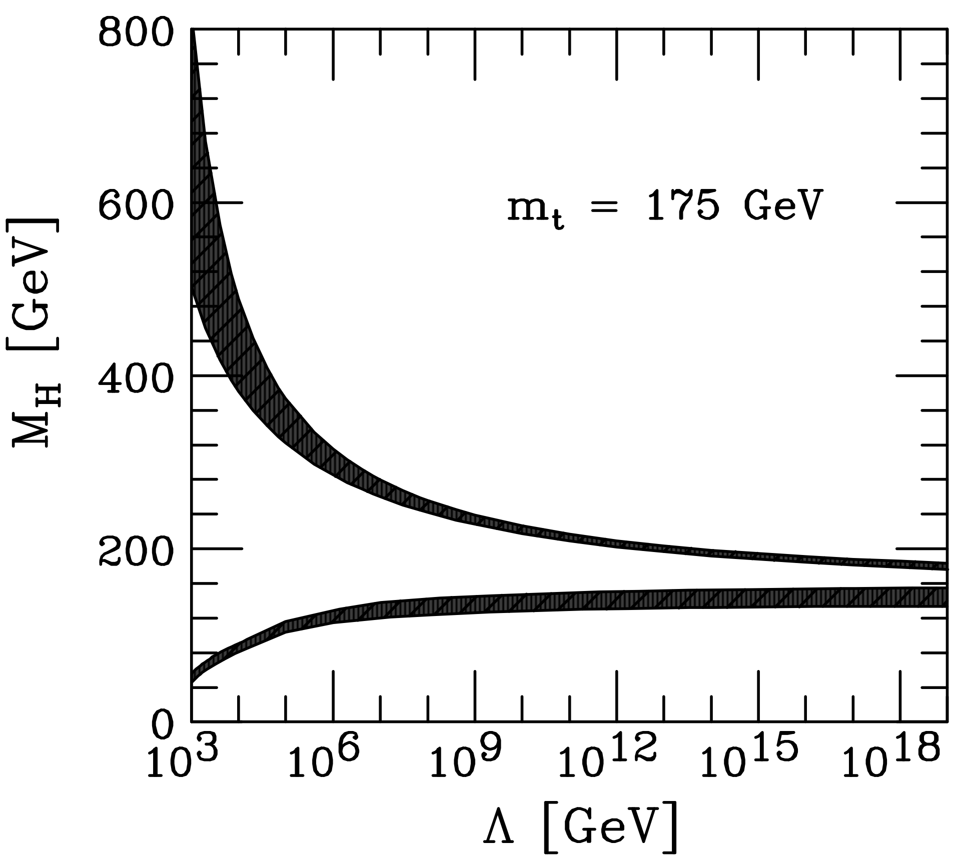
- **Einziger fehlender Baustein des Standardmodells der schwachen Wechselwirkung.**

- **Unverzichtbar für die Konsistenz der Theorie.**

- **Masse des Higgs-Bosons M_H nicht vorhergesagt.**

  Schranken aufgrund der Selbstkonsistenz der Higgs-Selbstwechselwirkung bis zur Energieskala Λ:

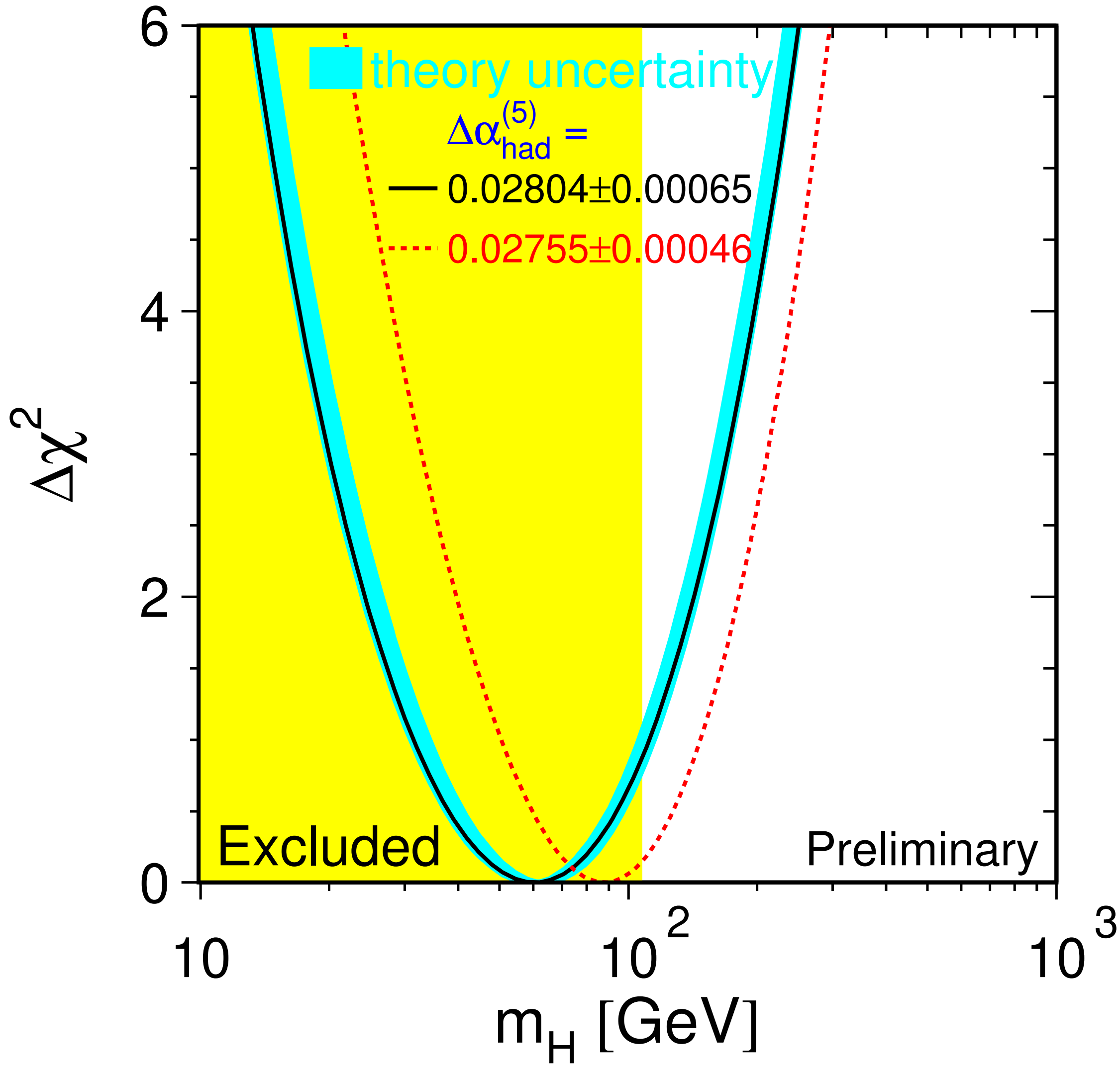




Stärkere Einschränkung der Higgs-Masse bei hoher top-Masse.

4.5.1 Suche nach dem Higgs-Boson bei LEP

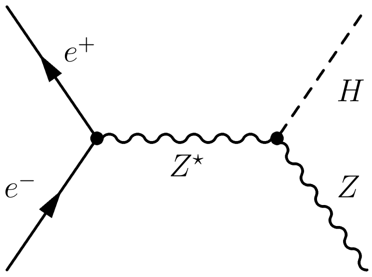
1. Präzisionsmessungen der elektro-schwachen WW im Vergleich zur Theorie (Strahlungskorrekturen):

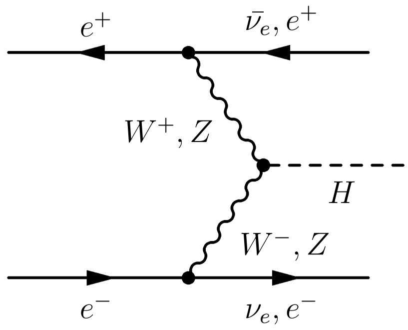


$$\boxed{M_H < \mathbf{222\ GeV} \quad (95\%\, CL)}$$

2. Direkte Suche mit LEP 2 bei $E_{\mathrm{cms}} \leq 208$ GeV:

"Higgs-Abstrahlung" von Z^0 dominiert:



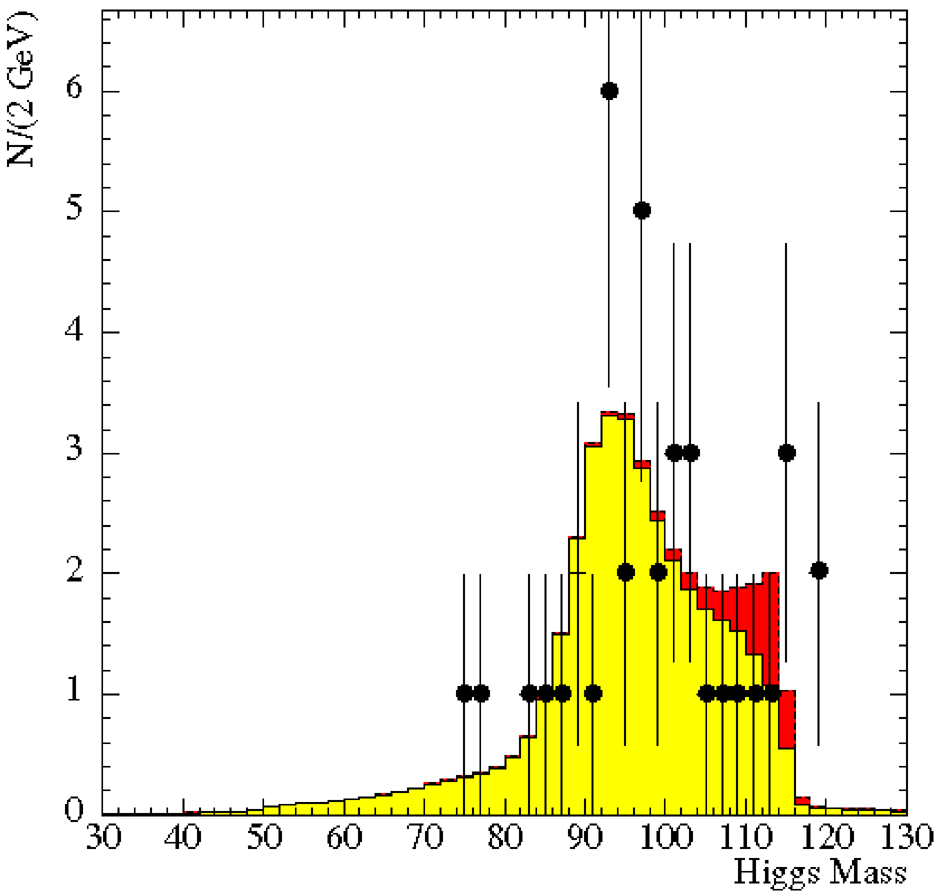


$H \to b\bar{b}\ (\tau^+\tau^-)$

$$\boxed{M_H > 114 \text{ GeV} \quad (95\%\, CL)}$$

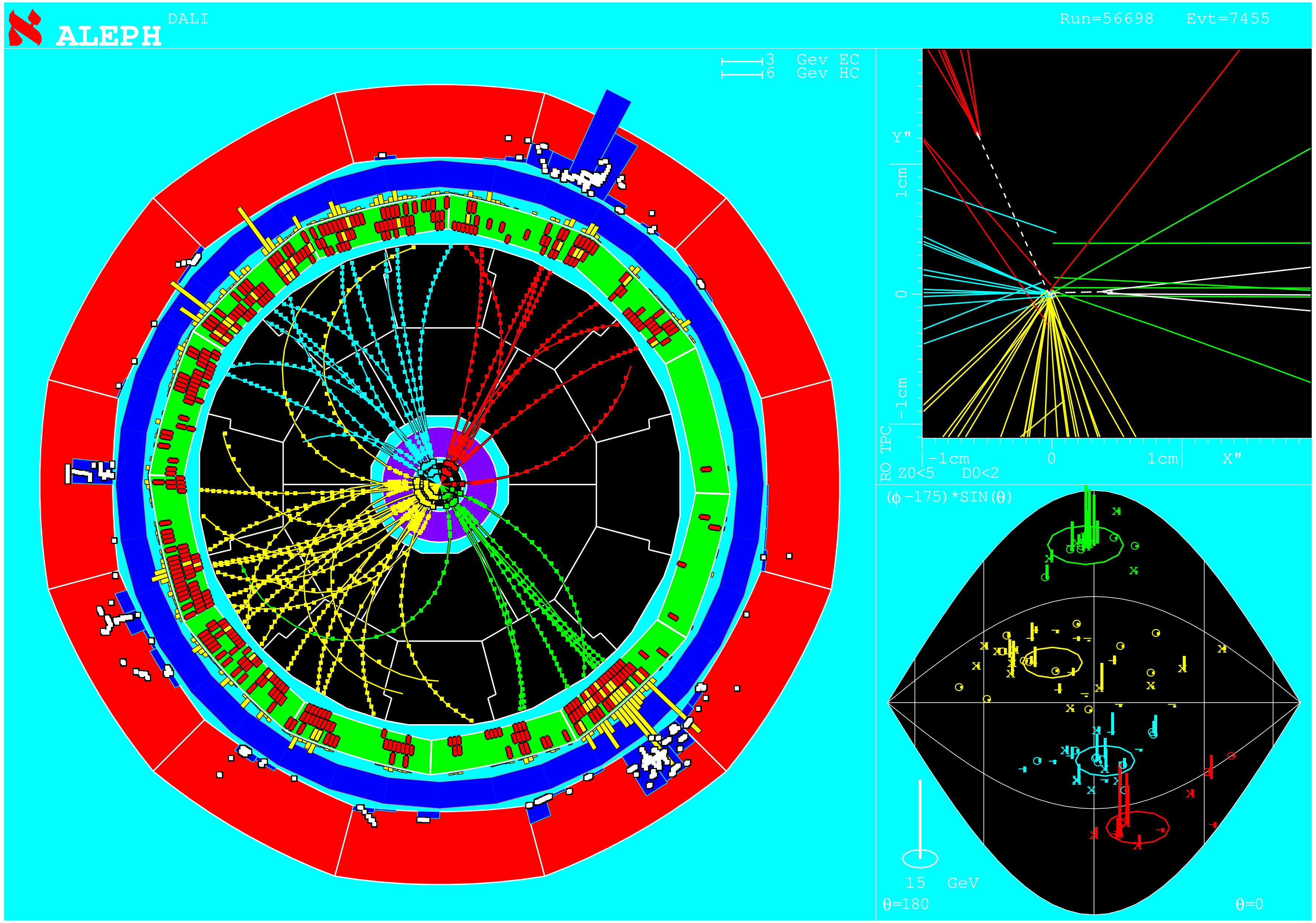
3. Mögliche erste Anzeichen für die Erzeugung eines Higgs-Bosons mit Masse $M_H = 115.6$ GeV bei LEP

(vor allem beim ALEPH-Experiment).



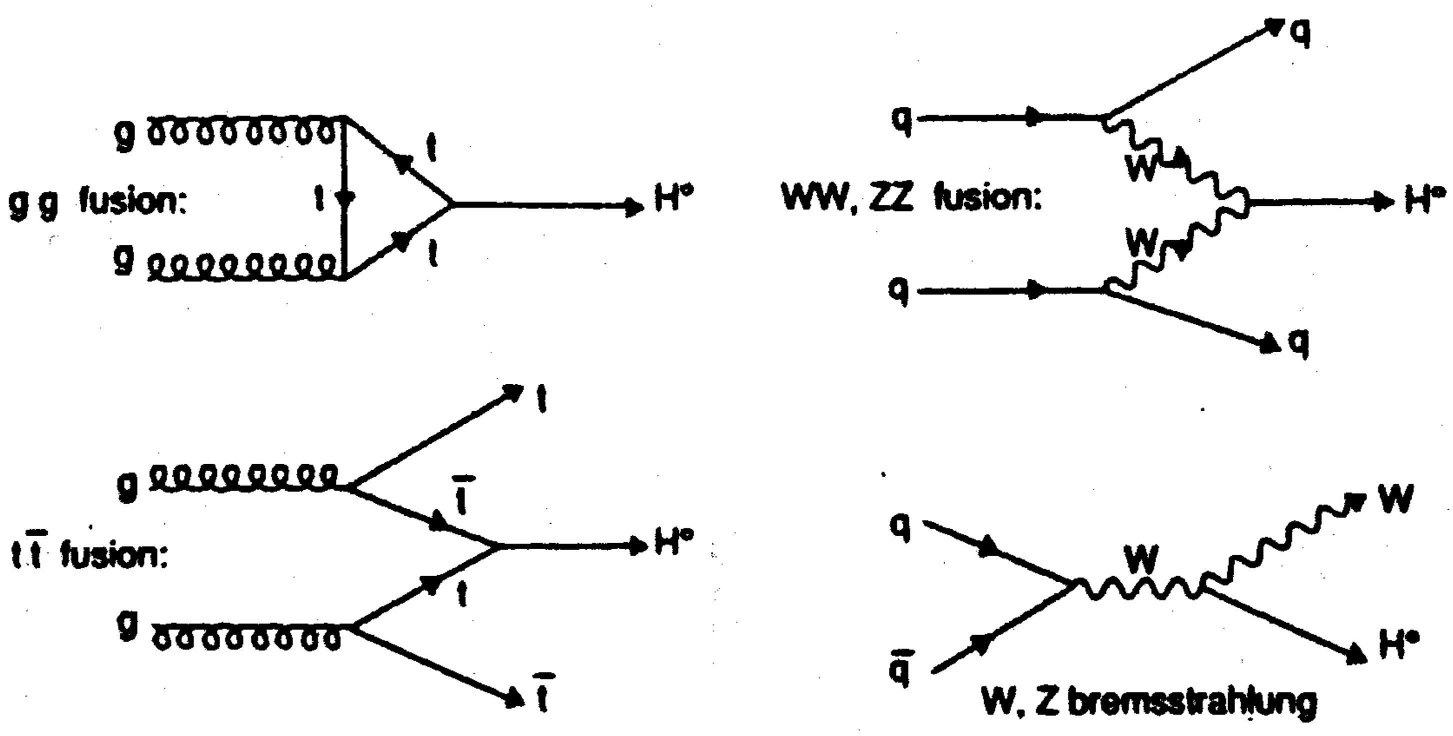
"Ereignisse" im Detektor

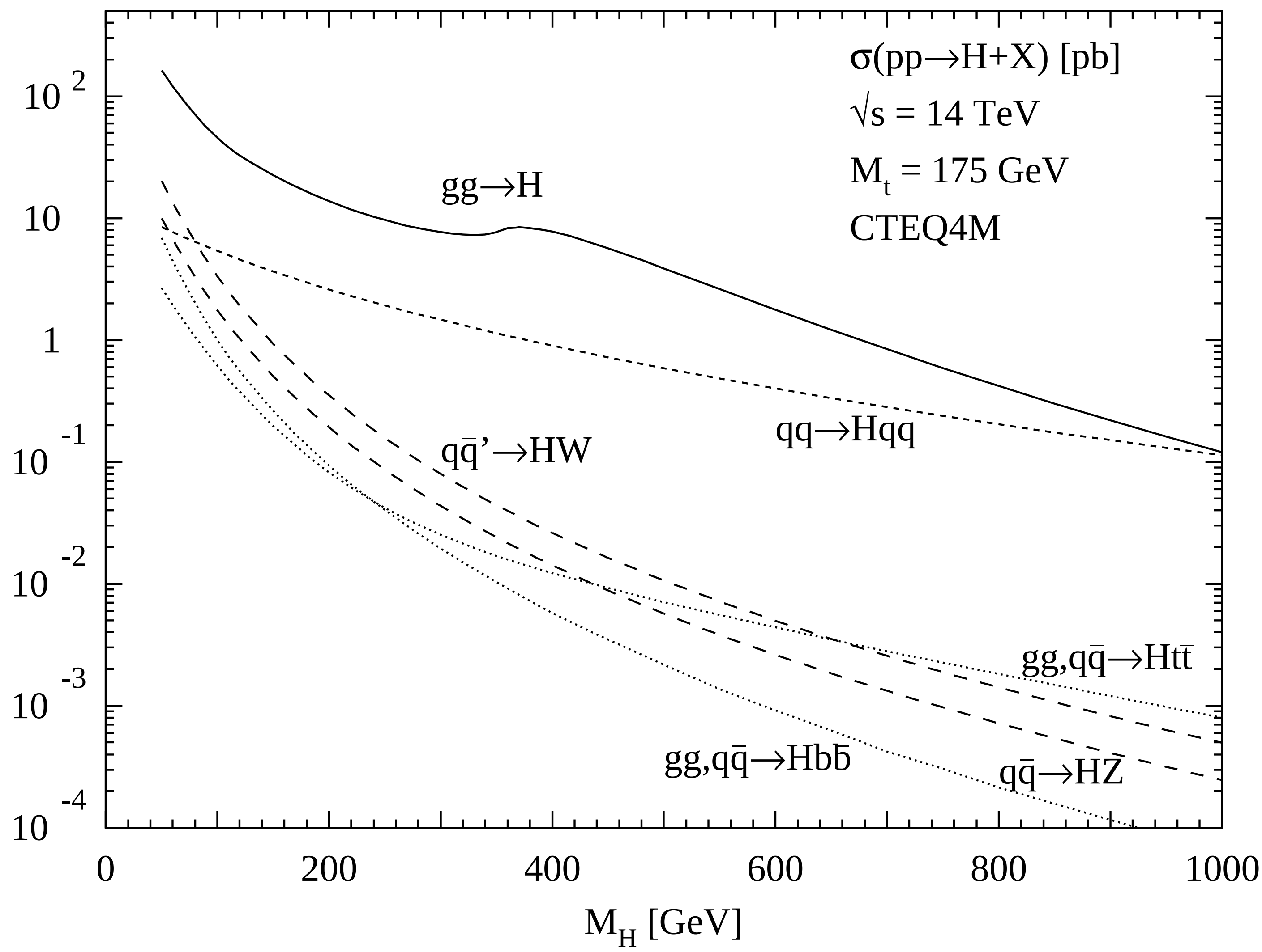
$$e^+e^- \longrightarrow Z^0 \ \textbf{Higgs} \longrightarrow (b\bar{b})(b\bar{b}) \longrightarrow \textbf{(Hadr.)(Hadr.)}$$



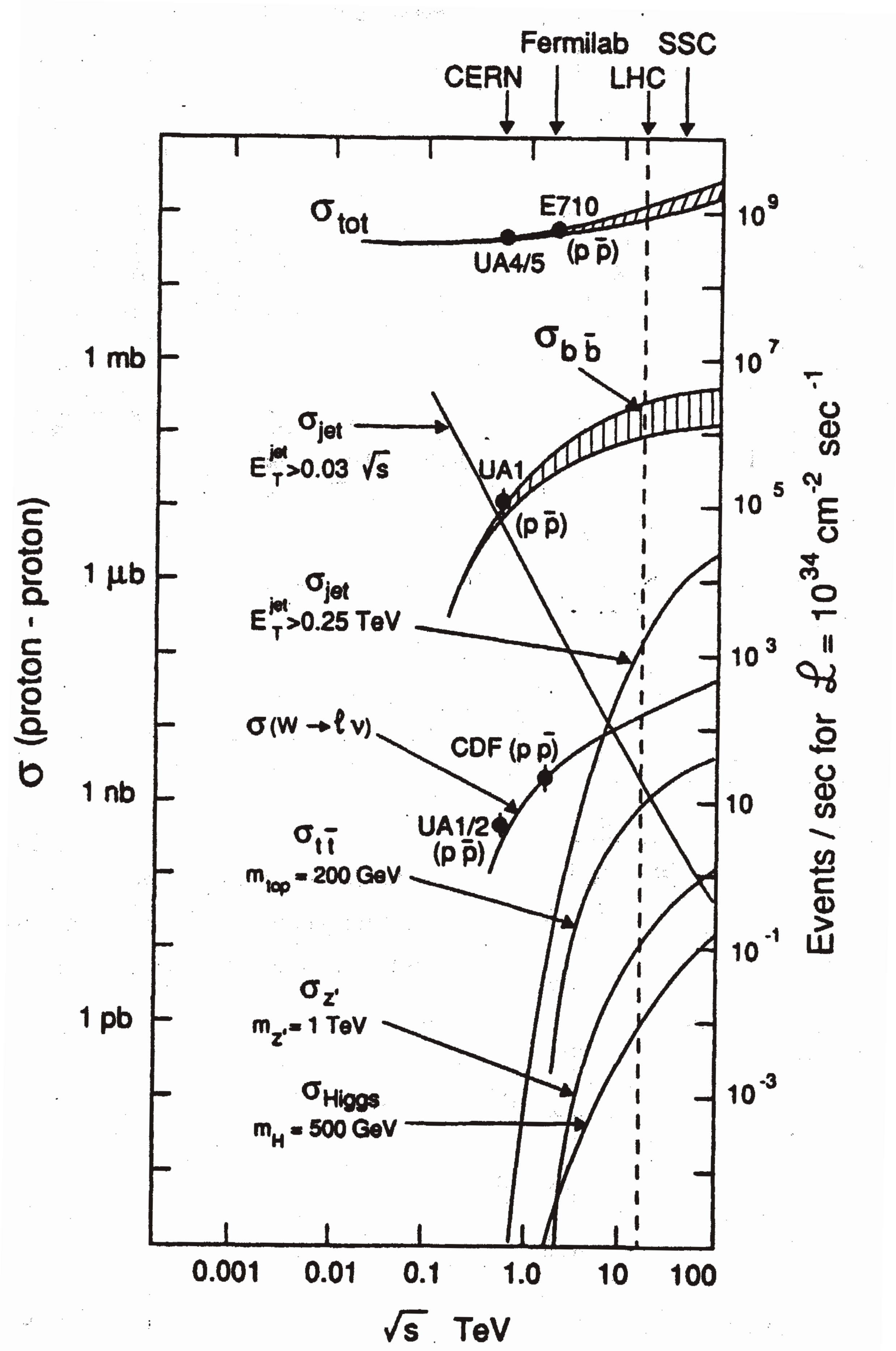
Made on 30-Aug-2000 17:24:02 by konstant with DALI_F1.
Filename: DC056698_007455_000830_1723.PS

4.5.2 Higgs-Produktion in pp-Kollisionen am Large Hadron Collider (LHC)





Reaktionen in pp-Kollisionen:



Zerfälle des Higgs-Bosons

M_H bestimmt alle Zerfallsraten.

1) $H \to f\bar{f}$:

$$\begin{aligned} \mathcal{M} &= g_f \bar{u}_f u_f = g_f 2E_f = g_f M_H; \\ \overline{|\mathcal{M}|^2} &\approx N_C^f g_f^2 M_H^2; \\ \Gamma(H \to f\bar{f}) &\approx \frac{\overline{|\mathcal{M}|^2}}{16\pi M_H} = \frac{1}{16\pi} N_C^f \frac{g^2 m_f^2}{4M_W^2} M_H \\ &= N_C^f \frac{G_F}{4\sqrt{2}\pi} m_f^2 M_H. \end{aligned}$$

Für $M_H \leq 100$ GeV: $H \to b\bar{b}$.

Für $M_H > 2m_t = 350$ GeV: $H \to t\bar{t}$.

2) $H \to \gamma\gamma$:

$$\Gamma(H \to \gamma\gamma) = \frac{G_F \alpha^2}{128\sqrt{2}\pi^3} M_H^3 \cdot C_{\mathrm{Ph}}$$

ist verhältnismäßig klein ($\sim \alpha^2$).

Verzweigungsverhältnis am größten für

$90 \leq M_H \leq 150$ GeV.

3) $H \to W^+W^-$ (oder Z^0Z^0):

für $M_H > 2M_W$ (bzw. $> 2M_Z$)

Für $M_H \gg M_W$: longitudinale W-Polarisation:

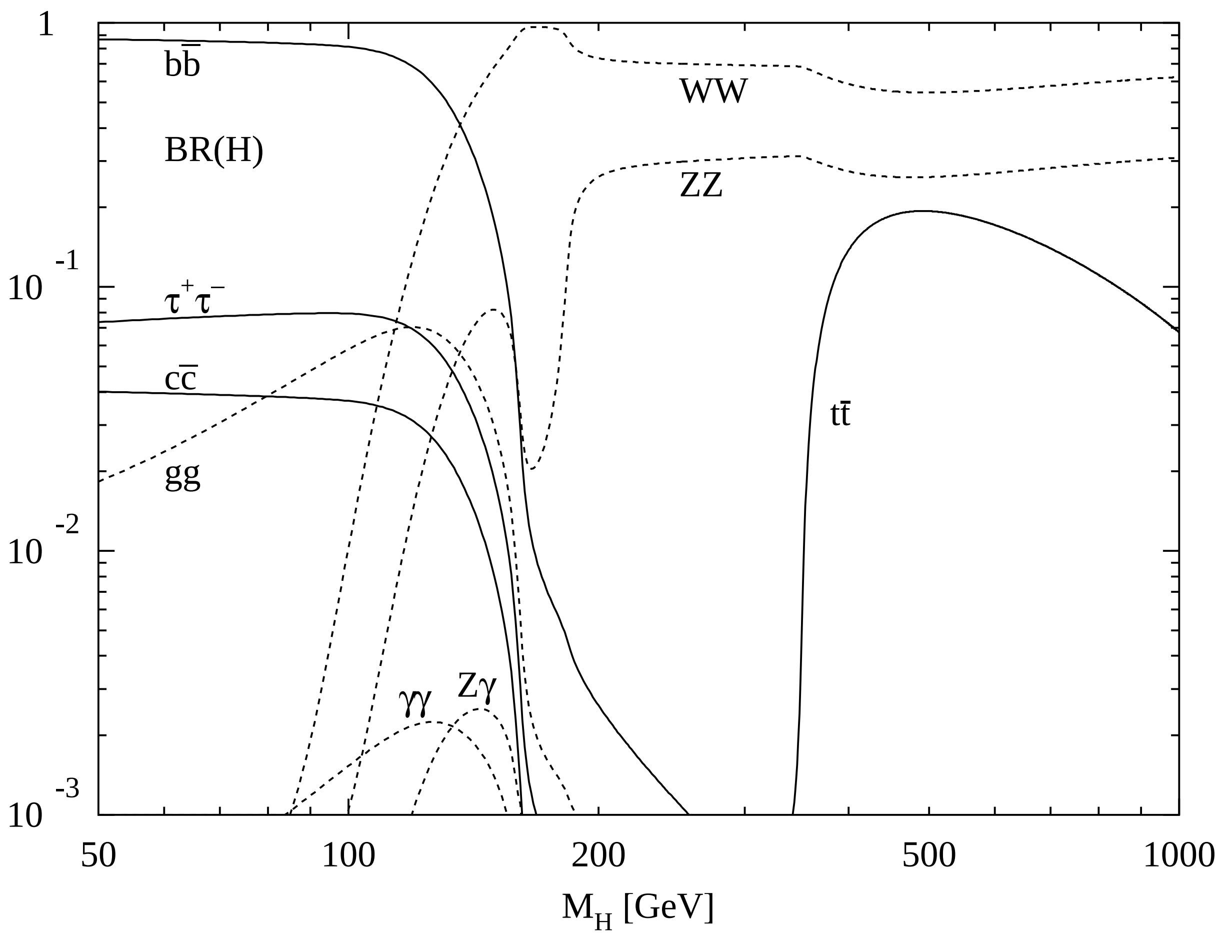
$$\begin{aligned}
\mathcal{M} &= igM_W \varepsilon_{\mu 1}\varepsilon_2^{\mu *} \approx igM_W \frac{k_{\mu 1}k_2^\mu}{M_W^2}; \\
\overline{|\mathcal{M}|^2} &\approx \frac{g^2 M_H^4}{4M_W^2}; \\
\Gamma(H \to W^+W^-) &\approx \frac{1}{16\pi M_H}\frac{g^2 M_H^4}{M_W^2} = \frac{G_F}{8\sqrt{2}\pi} M_H^3 \cdot C_{\mathrm{Ph}}
\end{aligned}$$

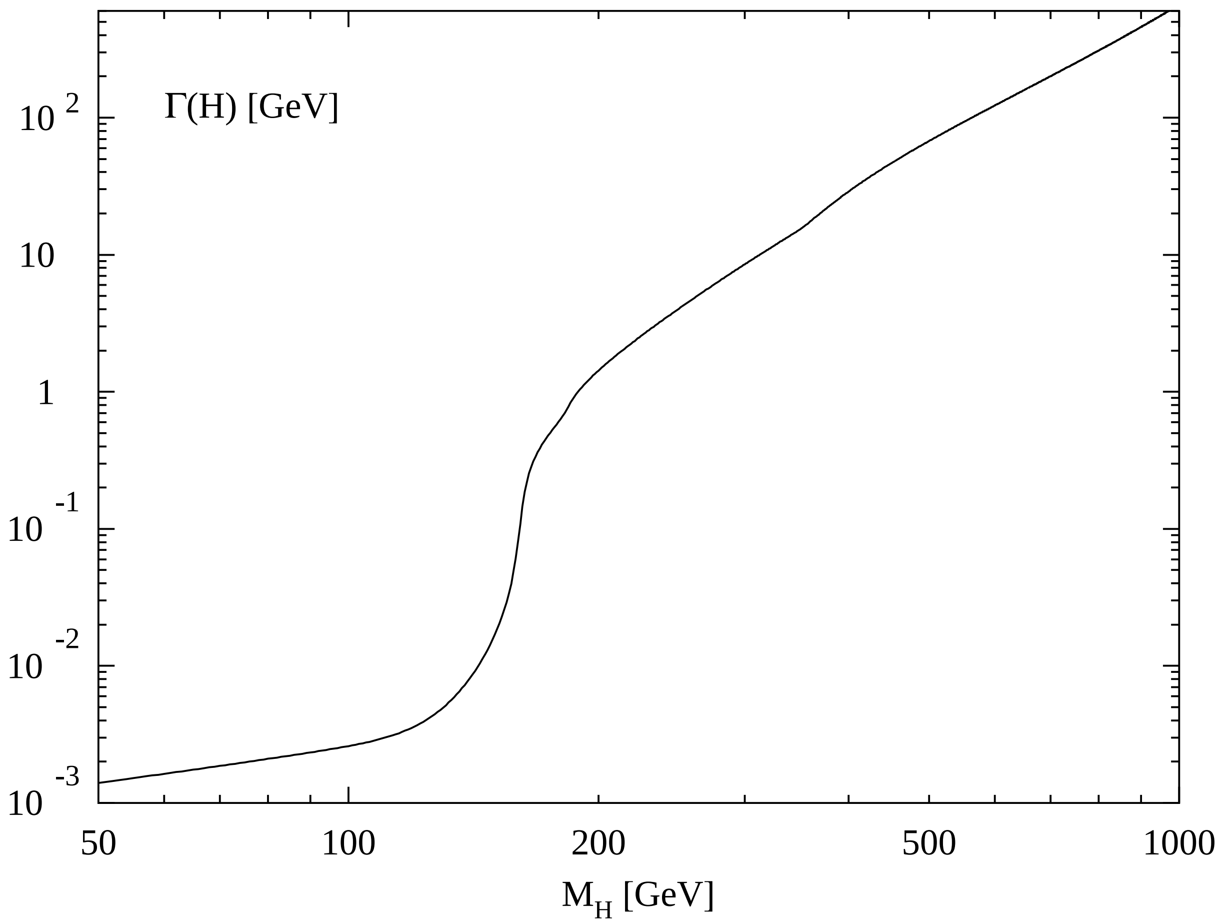
mit $k_{\mu 1}k_2^\mu \approx \frac{1}{2}(k_1+k_2)^2 = \frac{1}{2}M_H^2$.

$\longrightarrow$ Totale Higgs-Zerfallsbreite:

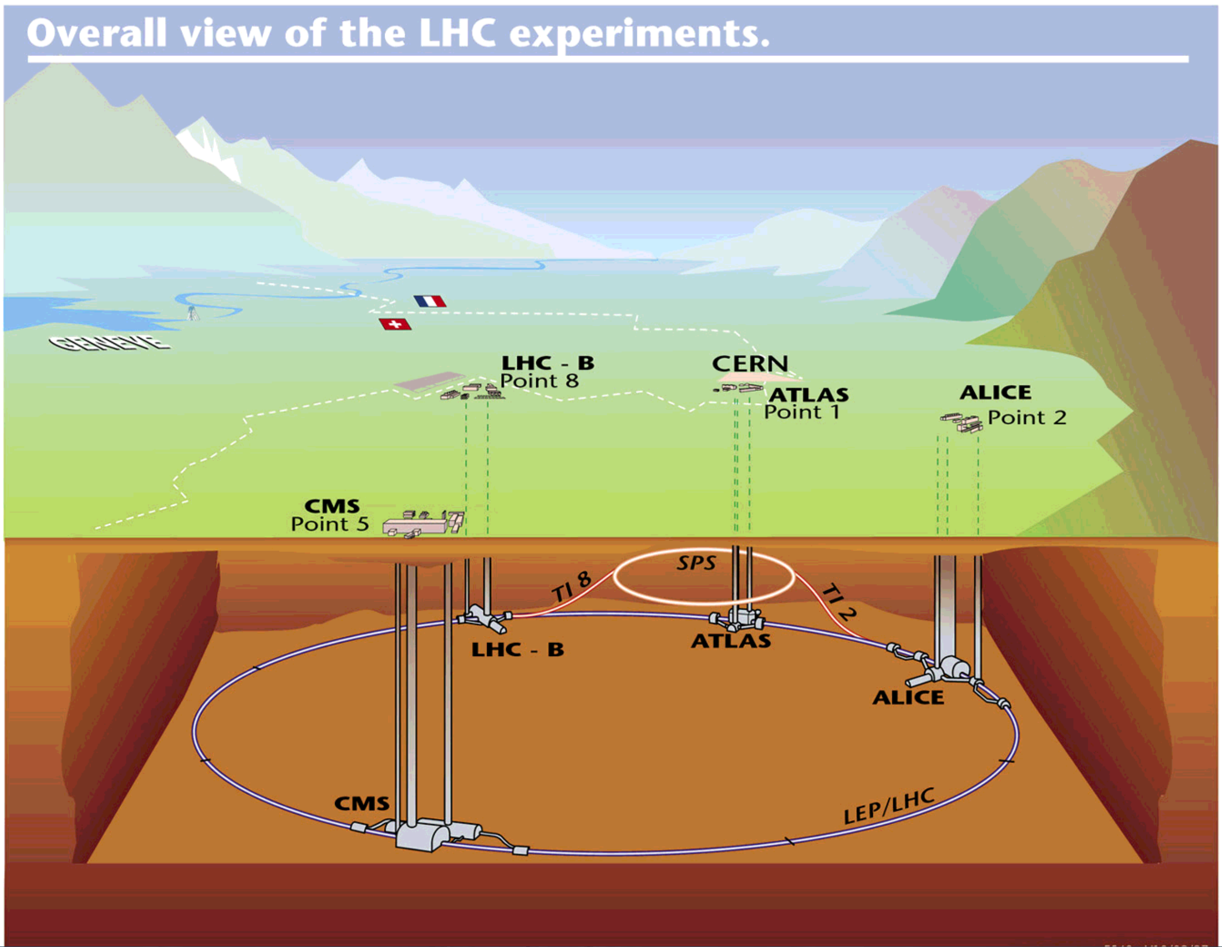
$$\Gamma_{\mathrm{tot}} \approx \frac{1}{2} M_H^3 [\mathrm{TeV}] \mapsto \frac{1}{2} M_H \ \ \mathrm{f.} M_H \to 1 \ \mathrm{TeV}.$$

Zerfälle des Higgs-Bosons:





Der LHC Beschleuniger



Der LHC Beschleuniger