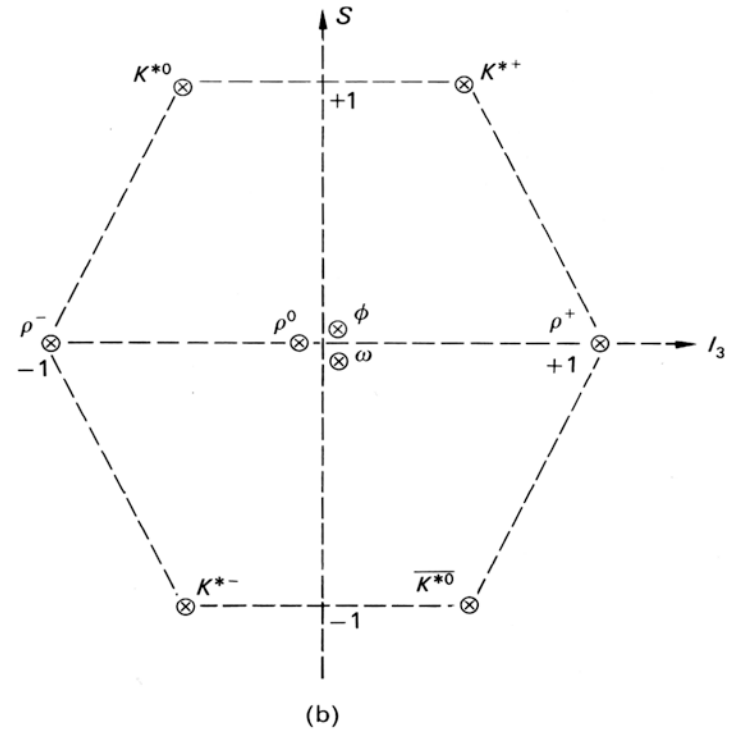
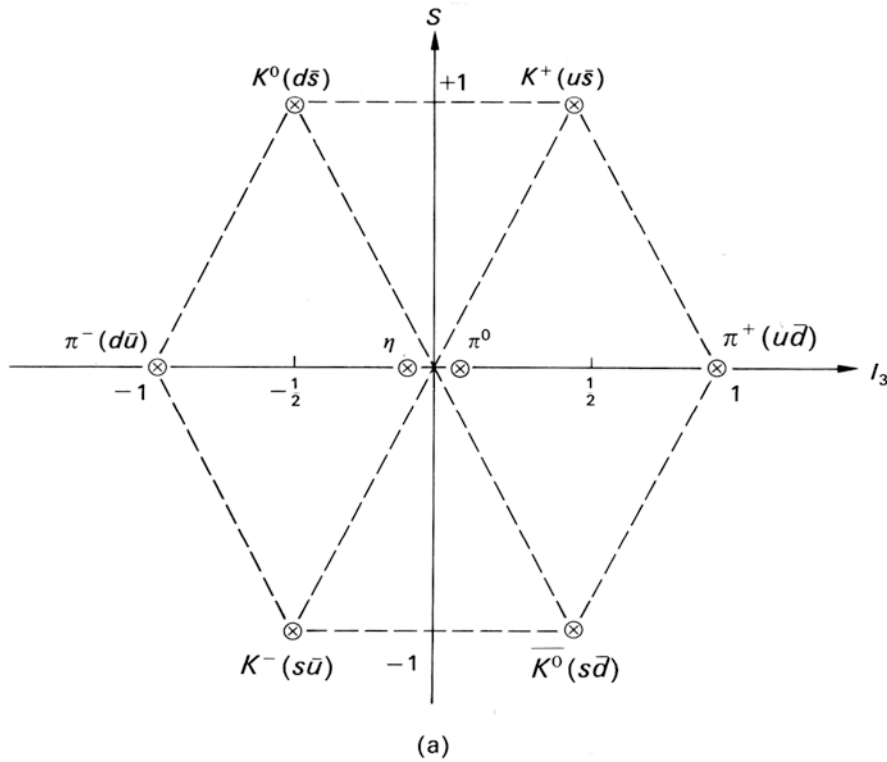


8. Gebundene Zustände

8.1 Mesonen aus leichten Quarks

8.2 Charmonium-Zustände (cc)

8.3 Bottomonium-Zustände (bb)



(a) The lowest-mass pseudoscalar meson states ($J^P = 0^-$). The quark flavour assignments are indicated. (b) The vector meson states ($J^P = 1^-$).

TABLE 2.2
Quantum Numbers of Observed Mesons Composed of u, d, and s Quarks

q \bar{q} Orbital Ang. Mom.	q \bar{q} Spin	J^{PC}	Observed Nonet			Typical Mass (MeV)
			$I = 1$	$I = \frac{1}{2}$	$I = 0$	
$L = 0$	$S = 0$	0^{-+}	π	K	η, η'	500
	$S = 1$	1^{--}	ρ	K^*	ω, ϕ	800
$L = 1$	$S = 0$	1^{+-}	B	Q_2	H, ?	1250
	$S = 1$	2^{++}	A_2	K^*	f, f'	1400
		1^{++}	Δ_1	Q_1	D, ?	1300
0^{++}		δ	κ	ϵ, S^*	1150	

Charmonium-Zustände

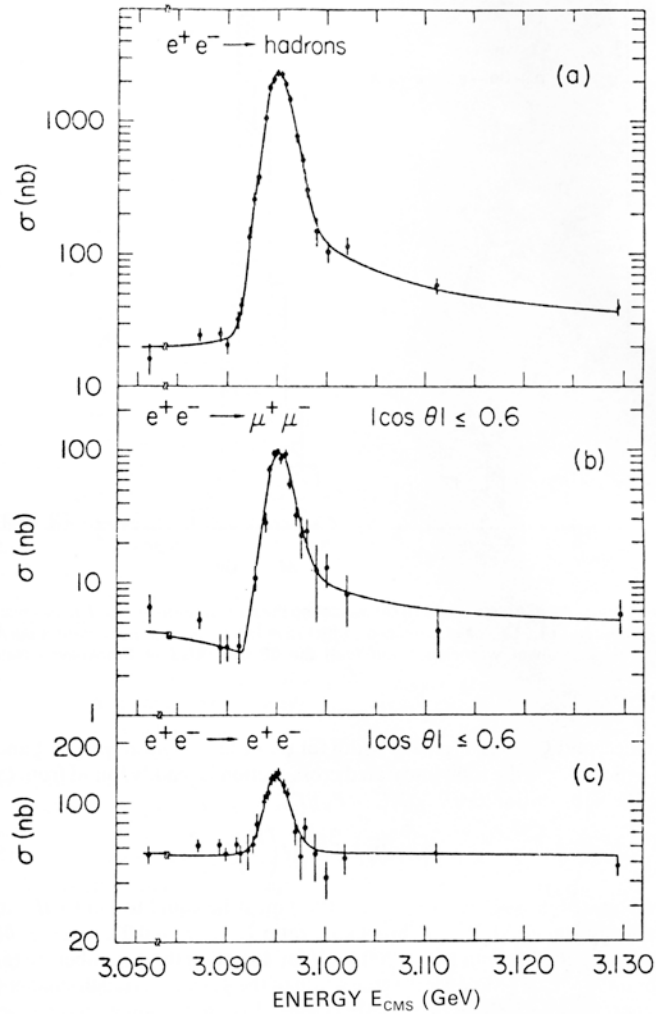


Fig. 5.10 Results of Augustin *et al.* (1974) showing the observation of the ψ/ψ' resonance of mass 3.1 GeV, produced in e^+e^- annihilation at the SPEAR storage ring, SLAC.

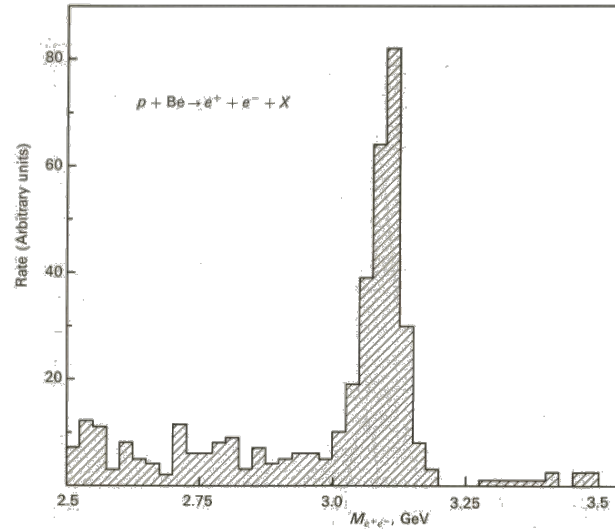
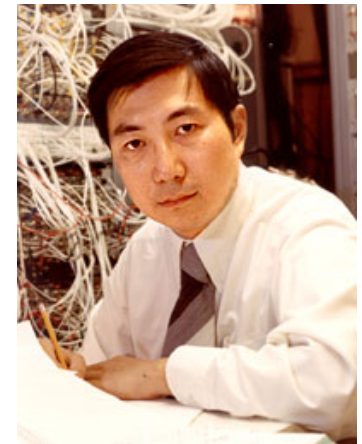


Fig. 5.11 Results of Aubert *et al.* (1974) indicating the narrow resonance ψ/ψ' in the invariant-mass distribution of e^+e^- pairs produced in inclusive reactions of protons with a beryllium target. The experiment was carried out with the 28-GeV AGS at Brookhaven National Laboratory.



Samuel S. Ting (1974)

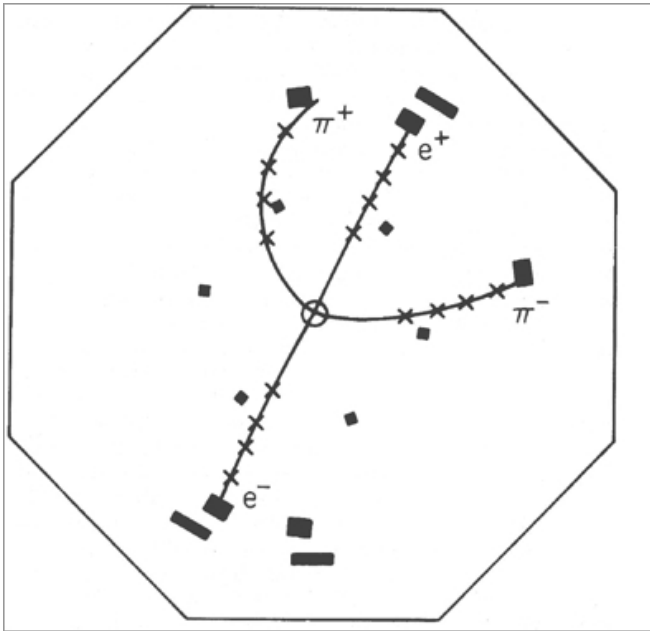


TABLE 5.7 Charmonium states and decay modes

State	Mass, MeV	J^P, I	F, MeV	Branching ratio	
$J/\psi(3100)$	3097 ± 1	$1^-, 0$	0.063	Hadrons [mostly $(2n + 1)\pi$]	86%
				e^+e^-	7%
				$\mu^+\mu^-$	7%
$\psi(3700)$	3685 ± 1	$1^-, 0$	0.228	$\psi + 2\pi$	50%
				$\chi + \psi$	21%
				e^+e^-	0.9%
				$\mu^+\mu^-$	0.9%

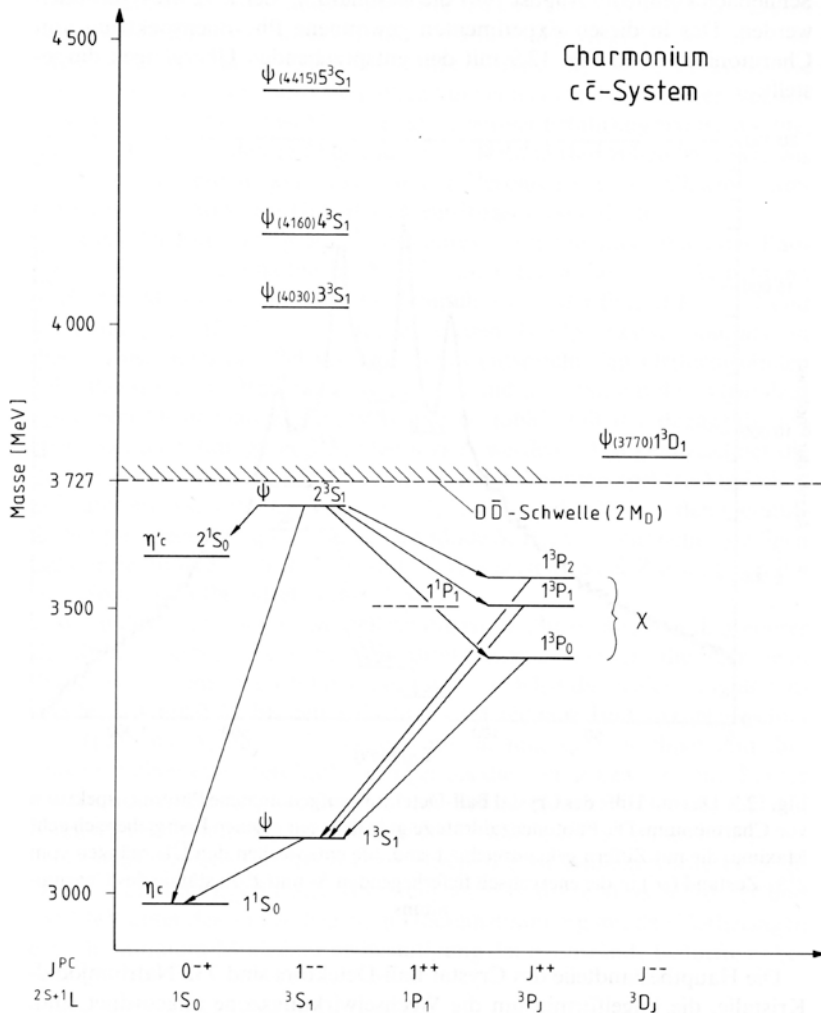


Fig. 12.10: Das Schema der Energieniveaus von Charmonium ähnelt dem von Positronium (vgl. Fig. 8.2b), doch sind die Energiedifferenzen etwa 10^8 mal größer. Die gestrichelten Linien deuten weitere vorhergesagte Zustände an.

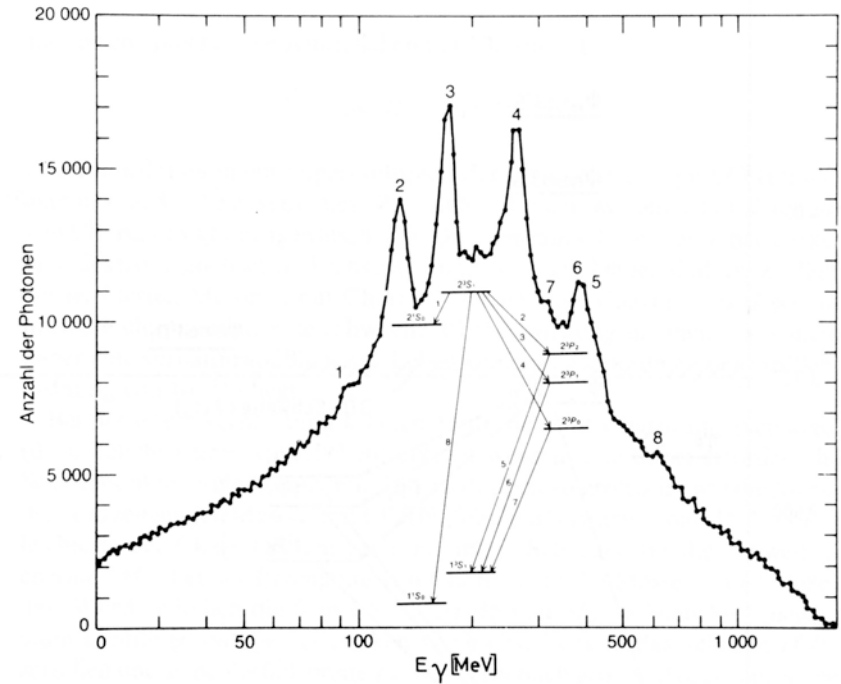
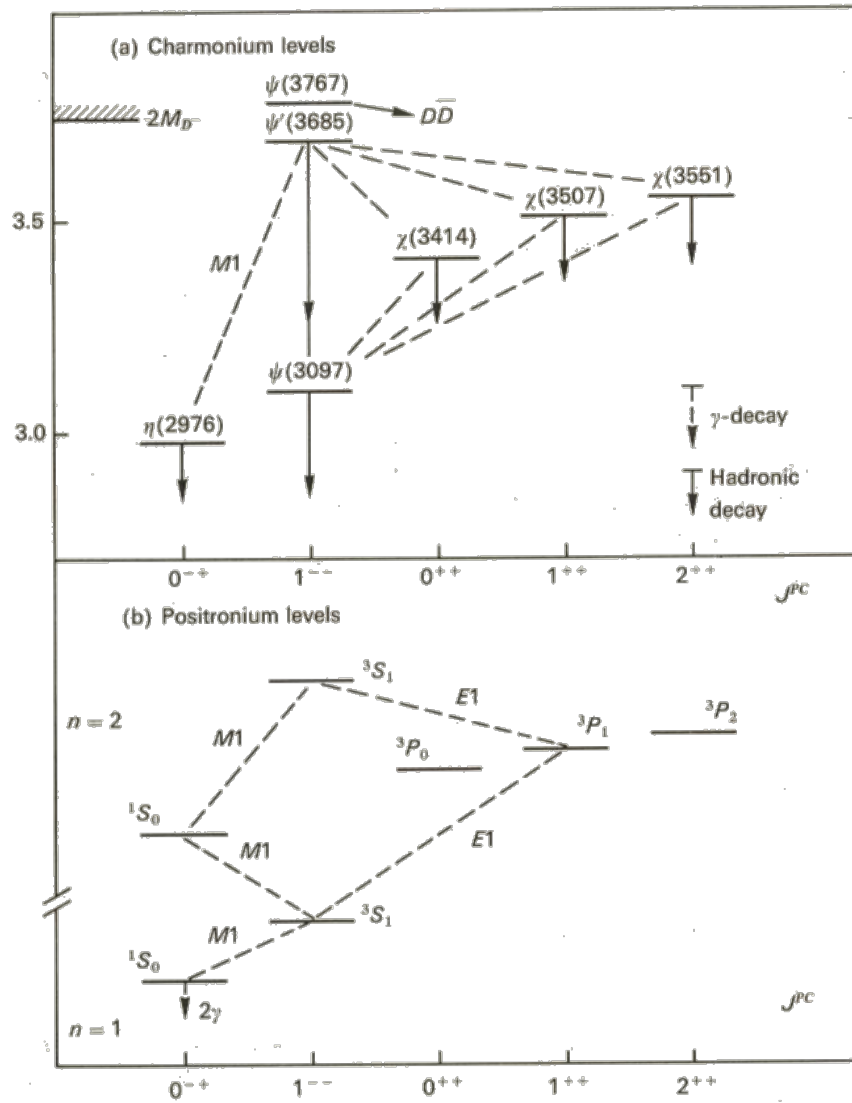


Fig. 12.9: Das mit Hilfe des Crystal Ball-Detektors aufgenommene Photonenspektrum von Charmonium. Die Photonenzählrate zeigt in dem gemessenen Energiebereich acht Maxima, die mit Ziffern gekennzeichnet sind. Sie entsprechen den Übergängen vom 2^3S_1 -Zustand (ψ') in die energetisch tieferliegenden S - und P -Zustände des Charmoniums.



Vergleich der Charmonium und Positronium Spektren

bb-Zustände

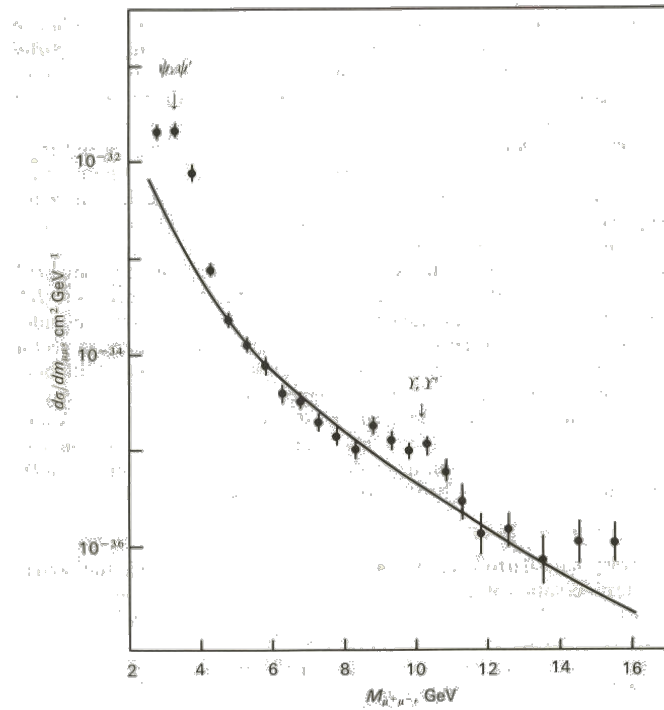


Fig. 5.16 First evidence for the upsilon resonances Υ, Υ' , obtained by Herb *et al.* (1977) from the spectrum of muon pairs observed in 400-GeV proton-nucleus collisions at Fermilab, near Chicago. The enhancement due to these resonances stands out against the rapidly falling continuum background.



L. Ledermann *et al.*,
Fermilab (1977)

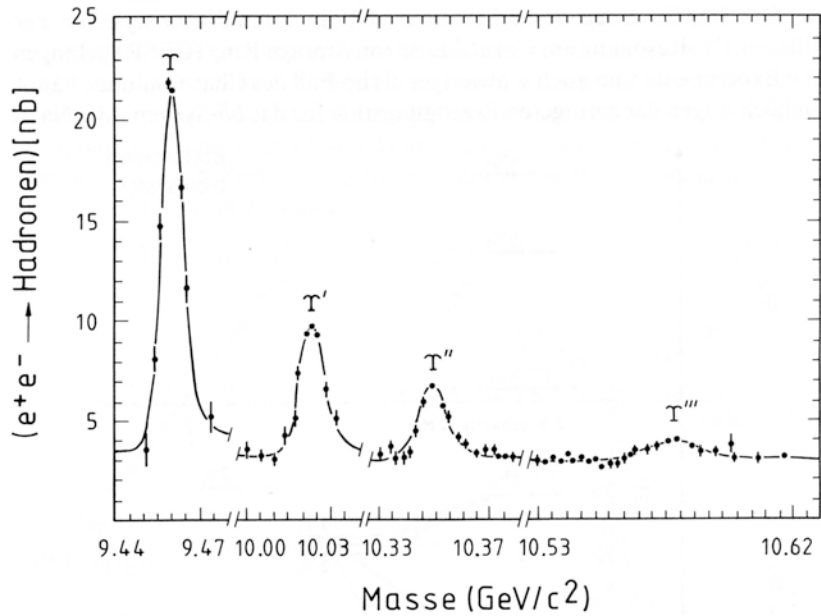


Fig. 12.13: Die Y -Teilchen ($b\bar{b}$ -Zustände) konnten am CESR der Cornell-Universität als deutliche Maxima im Wirkungsquerschnitt für $e^+e^- \rightarrow$ Hadronen nachgewiesen werden (nach [Fr 83]).

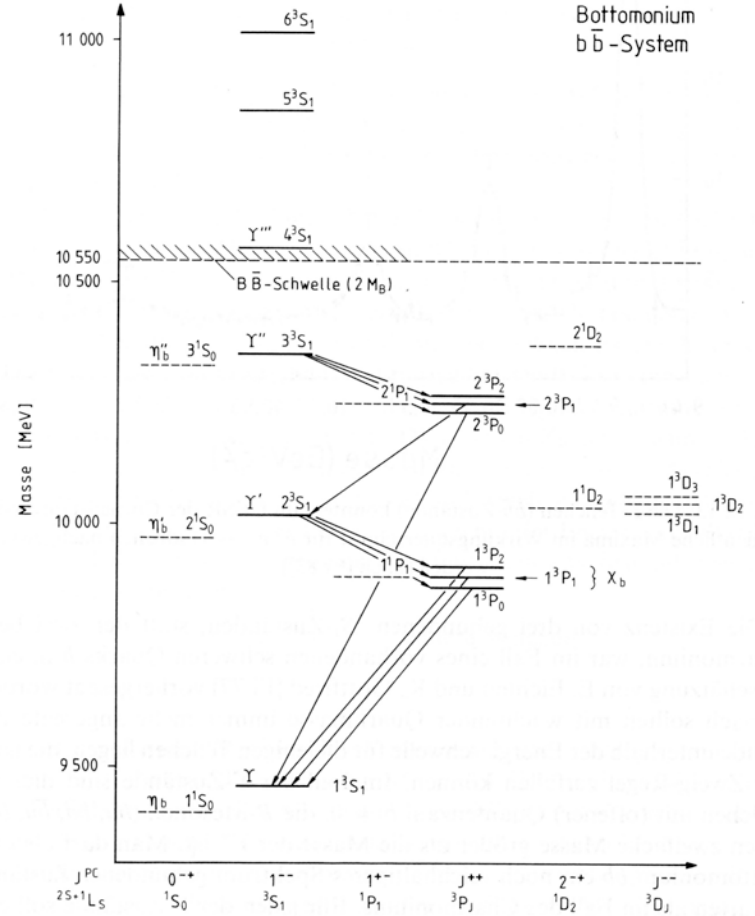


Fig. 12.14: Das Termschema des Bottomoniums ($b\bar{b}$). Die Y -Teilchen sind die 3^3S_1 -Bindungszustände des $b\bar{b}$ -Systems. Die bisher nicht beobachteten Zustände sind als gestrichelte Linien eingezeichnet.

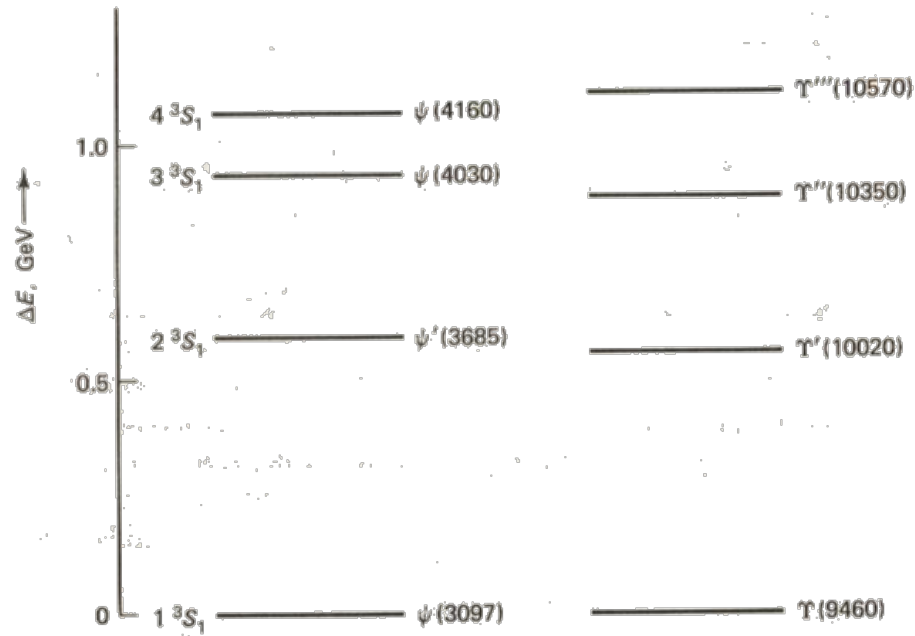


Figure 5.10 Level spacings in the ψ and T systems. (Source: D. H. Perkins, *Introduction to High-Energy Physics*, 2d Ed. (Reading, MA: Addison-Wesley, 1982), p. 214.)