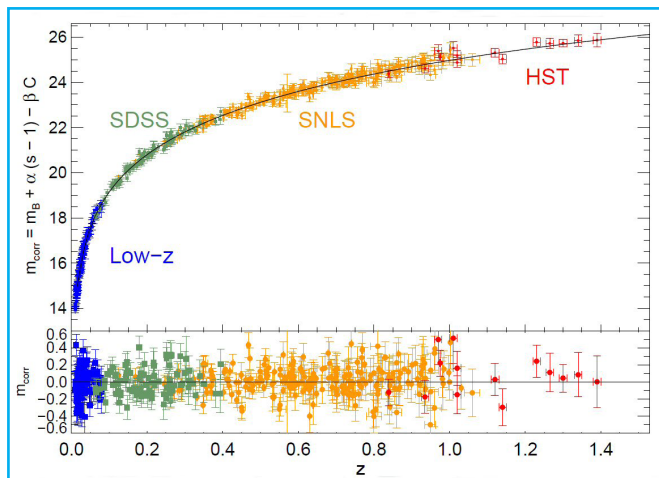


4.29 Opdagelsen af mørk energi

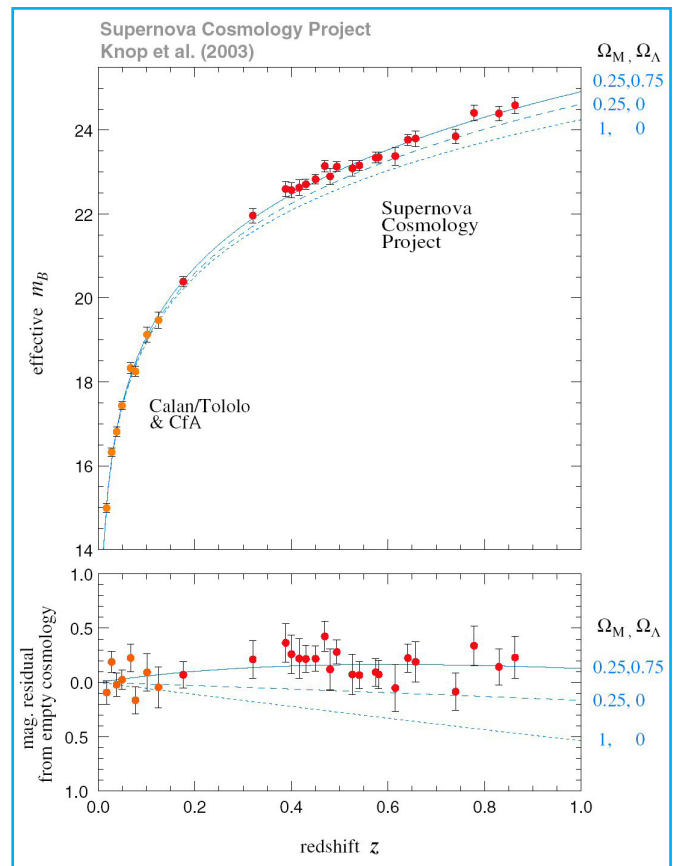
To internationale grupper af forskere var i slutningen af 1990-erne i gang med at analysere supernovaobserva-tioner. *High-z Supernova Search Team* under ledelse af *Adam Riess* fandt supernovaer med rødforskydninger op til $z = 0.9$. Formålet var at måle den nøjagtige opbremsning af Universets udvidelse og dermed dets fremtidige udvikling. I efteråret 1997 analyserede Riess de indsamlede data og anvendte som udgangspunkt hypotesen om, at Einsteins kosmologiske konstant Λ er lig med nul. Et uddrag af Riess' notesbog vises på figur 175. På det ternede papir angives hypotesen ved at sætte den tilhørende tæthedsparemeter (se formel (33) side 141) til $\Omega_{\Lambda} = 0$. Han opdagede til sin store forbløffelse, at så måtte



Figur 173 Fjerne supernovaer og modeluniverser. Jo fjernere supernovaen er, desto større er dens rødforskydning z og desto større er dens størrelsesklasse m . Den nøjagtige sammenhæng mellem m og z afhænger af, hvilken model for universet, man benytter, dvs. hvor meget stof, stråling og lambdanit, der er i Universet. Den optrukne kurve viser modelværdierne tilpasset måledata. **SDSS**: Sloan Digital Sky Survey, **SNLS**: SuperNova Legacy Survey. De afgørende data, der bestemmer kurvens fjerneste forløb, er leveret af **Hubble**-teleskopet (**HST**). Nederst vises forskellen mellem data og model med usikkerhedsfaner.

tæthedsparemeteren for stof (matter) være $\Omega_m = -0.36$. Men en negativ masse er absurd, så hypotesen måtte forkastes: Der må være en positiv kosmologisk konstant Λ , som bevirker, at Universet i dag ikke længere bremses op i sin udvidelse, men tværtimod accelererer.

Dilemmaet kan også formuleres på følgende måde. Man har en matematisk model for Universet, som tager højde for stof, stråling og en eventuel krumning. Man



Figur 174 Som forrige figur, men med data fra *Supernova Cosmology Project* og forskellige modeller. Kurven med prikker angiver det forventede forløb i et fladt univers, som kun indeholder stof. Den stiplede kurve svarer til et åbent univers med 25% stof, medens den fuldt optrukne gælder for at fladt univers med 25% stof og 75% lambdanit. Kun denne er i overensstemmelse med observationerne!