

## Einstein krijgt alweer gelijk, nu vanuit heel ver weg in de kosmos

Het wordt saai. Ook de laatste test geeft Einstein gelijk: zijn algemene relativiteitstheorie klopt alweer met de resultaten (*Nature*, 11 maart 2010).

**Wat het toch spannend maakt: de test strekt zich uit tot op een derde van het zichtbare heelal. Precisietests van Einsteins werk speelden zich tot nu toe vooral af in het zonnestelsel.**

Reina Reyes van Princeton University en haar collega's gebruikten de Sloan Digital Sky

**Survey. Die heeft van 70.000 sterrenstelsels de positie, de relatieve snelheid en de (waargenomen) vorm vastgelegd.**

Door de gegevens doordacht te combineren kon het team toetsen of de werkelijkheid op kosmische schaal afwijkt van de voorspellingen van de relativiteitstheorie. Daarnaast verifiëerden zij alternatieve zwaartekrachtstheorieën.

Een groot probleem in de kosmologie is dat astronomen in de jaren negentig ontdekten dat het heelal versneld uitdijt. Volgens de algemene relativiteitstheorie zou de zwaartekracht juist steeds meer greep op de

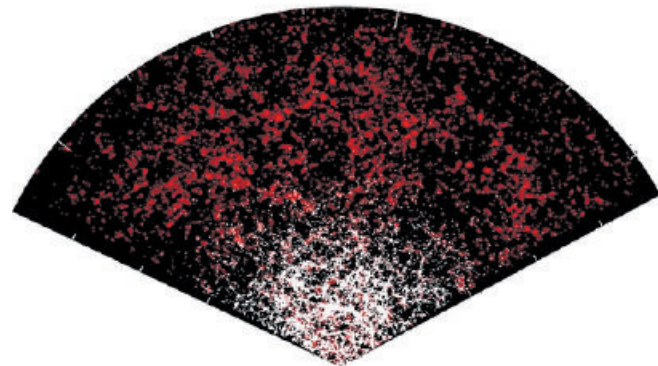
uitdijing krijgen, en die afremmen. Om het onverwachte fenomeen te verklaren werd het begrip 'donkere energie' ingevoerd, maar het is een mysterie waar dat begrip voor staat. Eén klasse van alternatieve modellen ( $f(R)$ ) probeert om de donkere energie uit de weg te ruimen door parameters uit Einsteins theorie bij te stellen voor de grote afstandsschalen.

Nog een probleem is dat het heelal deels gevuld moet zijn met een onbekende materie-vorm, de 'donkere materie'. Een tweede klasse van alternatieve modellen (TensorVectorScalar) probeert de donkere energie én

Stukje hemelkaart van de Sloan Digital Sky Survey.

M. BLANTON EN SDSS

de donkere materie samen op nieuwe wijze te verklaren. De theorieën doen elk andere voorspellingen voor de mate waarin licht van verre sterrenstelsels onderweg door de zwaartekrachtsvelden van andere sterrenstelsels wordt afgebogen. Dat verschijnsel – de zwaartekrachtslens – zorgt ervoor dat wij die stelsels vervormd waarnemen. Ook de voorspellingen voor de vaart waarmee sterrenstelsels groeien en clusteren verschillen.



Na een (complexe) toets aan die drie maten – de lenssterkte, de groei en het clusteren – kon het team de TeVeS-modellen afvoeren. **Om uit te maken of de alge-**

**mene relativiteitstheorie beter werkt dan aangepaste varianten is meer precisie vereist – en dat vergt nog wel 20 jaar meten.**

Margriet van der Heijden