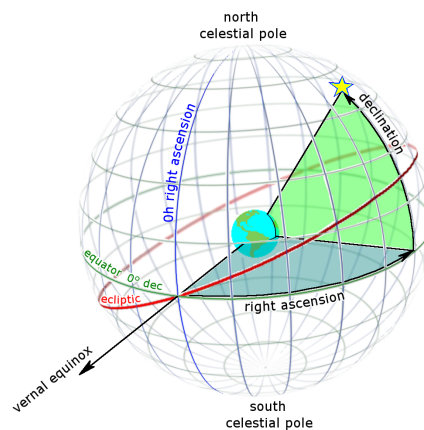
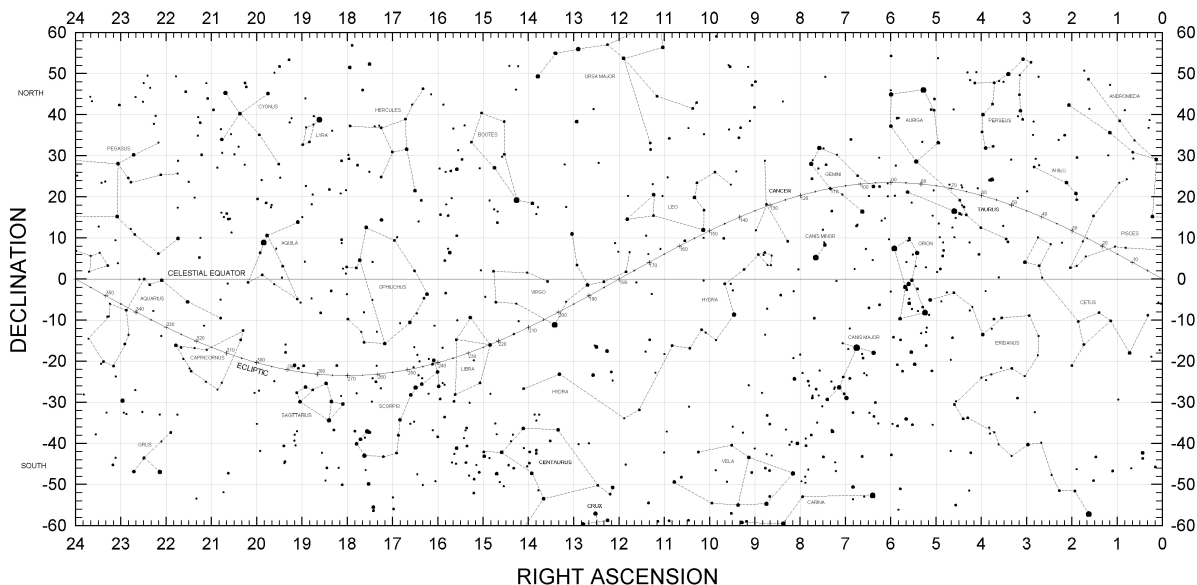


- Um den Untergrund durch Myonen und Detektorrauschen zu unterdrücken, werden in IceCube nur solche Ereignisse als Neutrino-Kandidaten akzeptiert, bei denen in den äußeren Digital Optical Modules (DOMs) keine Photonen detektiert wurden und bei denen insgesamt mindestens 6 000 Photoelektronen (d.h. PMT-Signale) detektiert wurden. Analysieren Sie unter <http://icecube.wisc.edu/viewer/training> echte IceCube-Ereignisse und entscheiden Sie jeweils, ob das Ereignis die Auswahlkriterien erfüllt. Weitere Informationen finden Sie unter <http://icecube.wisc.edu/masterclass/analysis>
- Untersuchen Sie nun die Ereignisse unter <http://icecube.wisc.edu/viewer/quiz>. Entscheiden Sie jeweils, ob es sich um eine aufwärts führende Spur (vermutlich  $\nu_\mu$  Charged Current Wechselwirkung), eine abwärts führende Spur ( $\nu_\mu$  Charged Current Wechselwirkung oder atmosphärisches Myon), eine Kaskade (Neutral Current Wechselwirkung oder  $\nu_e, \nu_\tau$  Charged Current Wechselwirkung), oder ein Koinzidenz-Ereignis (Wechselwirkung mehrerer Teilchen, vermutlich Myonen, gleichzeitig) handelt.
- IceCube hat 28 Neutrinos mit Energien  $\gtrsim 30$  TeV detektiert, die möglicherweise aus "kosmischen Teilchenbeschleunigern" (Gamma Ray Burst oder aktive galaktischer Kern) stammen. Analysieren Sie diese Ereignisse unter <http://icecube.wisc.edu/viewer/hese>. Notieren Sie sich jeweils die rekonstruierte Energie und die Ankunftsrichtung des Neutrinos (Declination, Right Ascension). Zeichnen Sie das Energiespektrum der Neutrinos und tragen Sie die Ereignisse auf der Himmelskarte unten ein.



### EQUATORIAL SKY CHART



Grafiken: Wikimedia Commons, astro4.ast.vill.edu

4. Schätzen Sie ab, ob die Verteilung der 28 Ereignisse auf dem 95% Konfidenzniveau mit einem isotropen Neutrinofluss konsistent ist, oder ob es eine Vorzugsrichtung gibt. Beachten Sie, dass im Energiebereich  $> 30$  TeV die Erde selbst für Neutrinos nicht mehr vollständig transparent ist. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit den Resultaten aus <http://arxiv.org/abs/1311.5238> (S.6)
5. Schätzen Sie ab, ob das Energiespektrum der Neutrinos mit einem Potenzgesetz  $E \propto E^{-\alpha}$  konsistent ist, wie man es typischerweise von kosmischen Teilchenbeschleunigern erwartet. Vergleichen Sie ihr Ergebnis mit den Resultaten von <http://arxiv.org/abs/1306.5021>.

