

Kartierung des Kosmos

Ein Kartenspiel (2 – 4 Spieler:innen)

Einführung

Astronom:innen beobachten den Himmel aus vielen verschiedenen Gründen. Sei es, um mit großen Stichproben von Objekten Wissenschaft zu betreiben oder um nach seltenen Ereignissen und Objekten zu suchen, die dann im Rahmen von Nachbeobachtungen detaillierter untersucht werden können. Der Sloan Digital Sky Survey (SDSS) nimmt Spektren von Sternen, Galaxien und massereichen schwarzen Löchern (den sogenannten Quasaren) auf. Ein Spektrum ist das Licht eines astronomischen Objekts, welches in seine verschiedenen Farben aufgespalten wurde. SDSS beobachtet Hunderte von Objekten zur gleichen Zeit. Dazu wird das Licht von einem Teleskop in ein spezielles Instrument geleitet, in dem Hunderte von winzigen Roboterarmen Glasfaserkabel positionieren. Die Roboterarme positionieren diese Kabel so, dass sie jeweils der Position eines Sterns, einer Galaxie oder eines Quasars entsprechen. All diese Glasfaserkabel führen zu einem Instrument, dem so genannten Spektrographen, der dann das Spektrum des betreffenden Objekts misst.

Verschiedene Astronom:innen beschäftigen sich mit unterschiedlichen Objekttypen. Oft arbeiten sie gemeinsam an Projekten, bei denen viele Astronom:innen mit unterschiedlichen Interessen kooperieren, um ihre Beobachtungen durchführen und ihre jeweiligen wissenschaftlichen Ziele verfolgen zu können. Große Himmelsdurchmusterungen (Surveys) haben zudem einen langfristigen Nutzen: Werden viele Beobachtungen öffentlich zugänglich gemacht, können andere Astronom:innen diese Daten für ihre eigenen Forschungsziele nutzen – und man selbst erhält die Anerkennung, in Form von Zitationen, für die ursprünglichen Aufnahmen.

Die Astronomie ist dabei nicht immer eine einfache Wissenschaft. Man muss mit schlechtem Wetter oder technischen Problemen der Instrumente zurechtkommen. Auch das Mondlicht spielt eine Rolle: Steht der Mond am Himmel und ist fast voll, überflutet er den Nachthimmel mit blauem Licht. Solche Phasen werden als „Bright Time“ bezeichnet. Während der Bright Time sind Beobachtungen, besonders von bläulichen Objekten, sehr viel schwieriger. Im Gegensatz dazu spricht man von „Dark Time“, wenn der Mond nicht am Himmel steht und Beobachtungen dadurch deutlich leichter fallen.

Manchmal haben Astronom:innen Glück und erhalten die Gelegenheit, explodierende Sterne, sogenannte Supernovae, oder Ausbrüche auf Weißen Zwergen, sogenannte Novae, zu beobachten. Ganz selten ergibt sich sogar die Chance, das Licht eines Gravitationswellenereignisses zu untersuchen, bei dem kollidierende Schwarze Löcher von einem Gravitationswellen-Observatorium nachgewiesen wurden. Solche zufälligen Beobachtungen werden zusammenfassend als Targets of Opportunity (ToO) bezeichnet.

Dieses Spiel stellt nicht exakt dar, wie die Astronom:innen des Sloan Digital Sky Survey arbeiten. Dort gibt es spezielle Teleskope, die die ganze Nacht über beobachten können, verschiedene Objekttypen gleichzeitig im Blick haben und deren Direktoren keine Kartenstapel sind. Dennoch stellt es dar, wie Astronom:innen die Bedürfnisse vieler Wissenschaftler:innen ausbalancieren müssen, wenn sie eine Himmelsdurchmusterung durchführen.

Vorbereitung

Zuerst wird die Karte „Legacy Survey“ aus dem Deck der Wissenschaftsziele entfernt und offen ausgelegt. Die übrigen Karten des Wissenschaftsziele-Decks werden gemischt.

Es gibt zwei Möglichkeiten, das Spiel aufzubauen: **Schnelles Spiel**, wenn ihr direkt starten möchtet, oder **Normales Spiel**.

Schnelles Spiel: Für jeden Spieler: Legt eine zufällig ausgewähltes 1-Stunden-Karte, zwei 2-Stunden-Karten und je eine Karte mit 3, 4, 5 und 6 Stunden in ein Deck und mischt es. Entfernt die zusätzlichen Observatoriumskarten (mit * gekennzeichnet) und legt alle übrigen Ereigniskarten in ein Deck, das ebenfalls gemischt wird.

Normales Spiel: Beginnt mit dem Aufbau des Zeit- und Ereignis-Decks. Teilt die Zeit-Karten in sechs Stapel mit 1-, 2-, 3-, 4-, 5- und 6-Stunden-Karten. Teilt das Ereignis-Deck in Wetter-, Observatorium- und ToO-Karten auf und mischt jeden Stapel. Entfernt alle zusätzlichen Observatoriumskarten (die mit einem * gekennzeichnet sind); diese werden im Spiel nicht verwendet.

Zeit-Deck: Fügt dem Zeit-Deck **pro Spieler:in** zwei 1-Stunden-Karten und zwei 2-Stunden-Karten hinzu und mischt das Deck. *i

Ereignis-Deck: Für jeden Spieler: Fügt eine zufällig ausgewählte Wetterkarte, zwei zufällig ausgewählte Observatoriumskarten und drei zufällig ausgewählte ToO-Karten hinzu. Mische anschließend das Deck. Mischt den Stapel.

Vor Beginn der Runden 2 bis 6 werden weitere Karten zu den Decks hinzugefügt.

Vor Zug 2: Füge dem Zeit-Deck pro Spieler:in zwei 2-Stunden-Karten hinzu und dem Ereignis-Deck pro Spieler:in eine zufällig ausgewählte Wetterkarte. Mische anschließend beide Decks.

Vor Zug 3: Füge dem Zeit-Deck pro Spieler:in zwei 3-Stunden-Karten hinzu und dem Ereignis-Deck pro Spieler:in eine zufällig ausgewählte Wetterkarte. Mische beide Decks.

Vor Zug 4: Füge dem Zeit-Deck pro Spieler:in zwei 4-Stunden-Karten hinzu und dem Ereignis-Deck pro Spieler:in eine zufällig ausgewählte Wetterkarte. Mische beide Decks.

Vor Zug 5: Füge dem Zeit-Deck pro Spieler:in zwei 5-Stunden-Karten hinzu und dem Ereignis-Deck pro Spieler:in eine zufällig ausgewählte Wetterkarte. Mische beide Decks.

Vor Zug 6: Füge dem Zeit-Deck pro Spieler:in zwei 6-Stunden-Karten hinzu und dem Ereignis-Deck pro Spieler:in eine zufällig ausgewählte Wetterkarte. Mische beide Decks.

Spielverlauf

In diesem Spiel übernimmt jeder Spieler die Rolle eines Astronomen, der eine Himmelsdurchmusterung durchführt. Zu Beginn des Spiels zieht jeder Spieler eine Wissenschaftsziele-Karte. Auf dieser Karte steht, welches wissenschaftliche Ziel verfolgt wird. Bewahre diese Karte bis zum Ende des Spiels auf.

In jedem Zug (der einen Monat darstellt) erhält jeder Spieler Beobachtungszeit für drei Nächte vom Observatoriumsleiter (drei Karten aus dem Zeit-Deck). Lege diese drei Karten in einer Reihe vor dich. Danach zieht jeder Spieler zusätzlich eine Ereigniskarte. Diese kann schlechtes Wetter, ein interessantes Target of Opportunity (ToO) oder ein Ereignis am Observatorium darstellen.

Anschließend kann jeder Spieler die Zeit jeder Nacht nutzen, um einen Objekttyp zu beobachten. Im Spiel gibt es vier Typen von Objekten: Weiße Zwerge, nahe Quasare, entfernte Quasare und Rote Riesen. Jeder Typ hat leicht unterschiedliche Beobachtungseigenschaften. **Eine Zeitkarte darf nur für einen Objekttyp verwendet werden** – mit Ausnahme von Targets of Opportunity, bei denen die Regeln Ausnahmen vorsehen.

Jeder Spieler, der eine Target of Opportunity (ToO)-Karte zieht, kann diese beobachten, indem er einen Teil der Zeit einer Nacht dafür verwendet. Beispiel: Hat ein Spieler ein ToO, welches eine Stunde Beobachtungszeit benötigt, und eine 2-Stunden-Karte, kann er eine Stunde dieser Karte für das ToO nutzen und die verbleibende Stunde für die Beobachtung eines anderen Objekttyps einsetzen. Am Ende jedes Zuges behalten die Spieler:innen alle beobachteten ToO-Karten, nicht beobachtete ToO-Karten werden abgelegt.

Am Ende jedes Zuges werden alle verwendeten **Zeitkarten wieder ins Zeit-Deck zurückgelegt**. Alle verwendeten **Ereigniskarten werden abgelegt**, außer den beobachteten ToO-Karten. Beide Decks werden anschließend gemischt.

Das Spiel dauert 6 Züge, wobei jeder Zug einen Monat darstellt. Im Schnellspiel sind alle Monate gleich lang. Im normalen Spiel beginnt das Spiel im Sommer, wenn die Nächte kurz, das Wetter dafür aber gut ist. Im Verlauf des Spiels werden die Nächte länger, aber das Wetter schlechter.

Am Ende des Spiels wird der Legacy-Survey-Preis an den Spieler mit dem besten Survey vergeben. Um diesen Preis zu gewinnen, musst du die größtmögliche Vielfalt an Himmelsobjekten beobachten.

Beobachtungszeit verwenden

Weißer Zwerge

lichtschwach und blau

500 Objekte pro Stunde Dark Time
200 Objekte pro Stunde Bright Time
1 Punkt pro 400 Weiße Zwerge

Quasare in der Nähe

hell und blau

1000 Objekte pro Stunde Dark Time
400 Objekte pro Stunde Bright Time
1 Punkt pro 800 nahegelegenen Quasaren

Entfernte Quasare

lichtschwach und rot

500 Objekte pro Stunde Dark Time
400 Objekte pro Stunde Bright Time
1 Punkt pro 500 entfernte Quasare

Rote Riesen

hell und rot

1000 Objekte pro Stunde Dark Time
800 Objekte pro Stunde Bright Time
1 Punkt pro 1000 rote Riesen

Bei der Berechnung der Punkte wird immer abgerundet: Hat ein Spieler 1000 weiße Zwerge beobachtet, erhält er dafür 2 Punkte.

Legacy-Survey-Preis

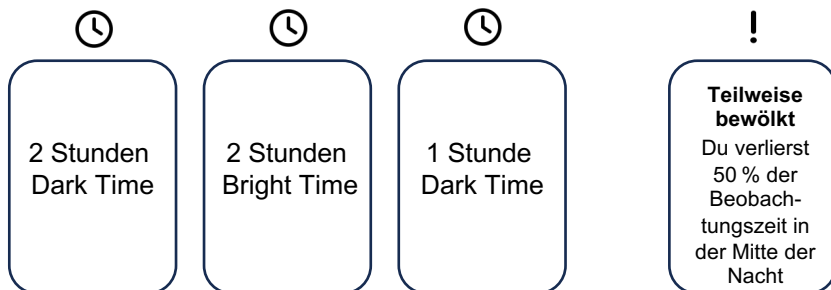
Wird an den Spieler vergeben, der nach 6 Zügen die größte Vielfalt an beobachteten Objekten vorweisen kann. Betrachte die vier Objekttypen: Die **niedrigste Anzahl** unter den vier Typen bestimmt **deinen Legacy-Survey-Punktestand**. Der **Spieler mit dem höchsten Legacy-Survey-Punktestand** gewinnt den Legacy-Survey-Preis und die damit verbundenen Punkte. Bei Gleichstand entscheidet der Objekttyp mit dem nächsthöheren Punktestand usw.

Beispiel: Zwei Spieler haben die folgende Anzahl an beobachteten Objekten gesammelt. Der niedrigste Wert der vier Objekttypen bei Spieler 1 beträgt 4000 – das ist sein Legacy-Survey-Punktestand. Der niedrigste Wert bei Spielerin 2 beträgt 5000 – das ist ihr Legacy-Survey-Punktestand. In diesem Fall gewinnt Spielerin 2 die Legacy-Survey-Bonuskarte und die damit verbundenen 20 Punkte.

	Weißer Zwerge	Nahe Quasare	Entfernte Quasare	Rote Riesen
Spieler 1	<u>4000</u>	8000	6000	10000
Spielerin 2	6000	7000	<u>5000</u>	7000

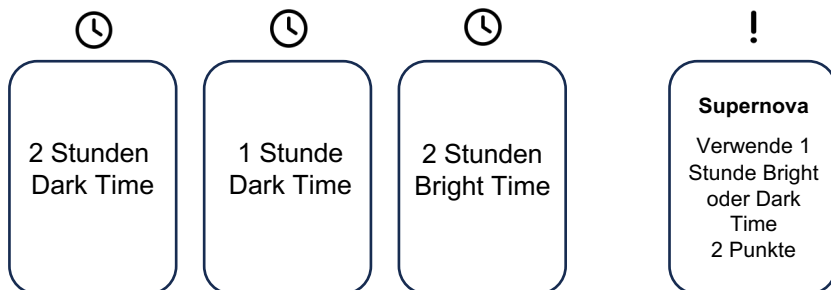
Ein Beispielzug

Spieler 1 zieht die folgenden Zeit- und Ereigniskarten:



Spieler 1 nutzt seine 2 Stunden der ersten Nacht, um Weiße Zwerge zu beobachten. In der mittleren Nacht hat er wegen Wolken die Hälfte seiner Zeit verloren, verwendet die verbleibende Stunde jedoch, um Rote Riesen zu beobachten. In der letzten Nacht nutzt er seine 1 Stunde, um erneut Weiße Zwerge zu beobachten. Auf seinem Spielzettel trägt er für diesen Zug 1500 Weiße Zwerge und 800 Rote Riesen ein.

Spielerin 2 zieht die folgenden Zeit- und Ereigniskarten:



Spielerin 2 nutzt die 2 Stunden der ersten Nacht, um nahe Quasare zu beobachten. In der mittleren Nacht verwendet sie 1 Stunde für Weiße Zwerge. Schließlich nutzt sie in der letzten Nacht 1 Stunde, um ihr Target of Opportunity (ToO) – eine Supernova – zu beobachten. Die verbleibende 1 Stunde verwendet sie, für entfernte Quasare. Da Spielerin 2 ihre ToO-Karte beobachtet hat, behält sie diese bis zum Ende des Spiels. Auf ihrem Spielzettel trägt sie für diesen Zug 500 Weiße Zwerge, 2000 nahe Quasare und 400 entfernte Quasare ein.

Spielvarianten

Habt ihr das Spiel schon öfter gespielt? Dann versucht doch eine dieser Varianten für etwas Abwechslung.

- **Zusätzliche Observatoriumskarten:** Nutzt die zusätzlichen Observatoriumskarten (mit * gekennzeichnet) im Spiel.
- **Tauschen von Beobachtungszeit:** In jedem Zug, nachdem alle Spieler ihre Zeit- und Ereigniskarten gezogen haben, können Spieler Zeitkarten untereinander tauschen. Wird Zeit auf einer durch eine Wetterkarte beeinflussten Nacht getauscht, wird der Effekt der Wetterkarte auf die Zeit angewendet, bevor sie getauscht wird.
- **Weitere Wissenschaftsziele:** Spieler, die ihr aktuelles Wissenschaftsziel erreicht haben, dürfen ein neues Ziel ziehen. Wird ein neues Ziel gezogen und nicht erfüllt, werden die Punkte dieser Wissenschaftsziele-Karte am Spielende vom Gesamtergebnis des Spielers abgezogen.
- **Priorität für Targets of Opportunity (ToO):** ToOs sind besonders wichtig. In dieser Variante darf ein Spieler, der eine ToO-Karte zieht, die auf der Karte angegebene Zeit direkt von einem anderen Spieler nutzen, um sein ToO zu beobachten. Die entnommene Zeit kann vom anderen Spieler in diesem Zug nicht genutzt werden. Damit dies funktioniert, müssen alle Spieler ihre Zeit- und Ereigniskarten für einen Zug/Monat gleichzeitig ziehen.
- **Das ganze Jahr:** Spielt eine längere Version im normalen Spielmodus, indem ihr sechs zusätzliche Monate hinzufügt. Dabei wird die Anzahl der Objekte für jedes Wissenschaftsziel und die Punkte für alle Wissenschaftsziele ebenfalls verdoppelt. Die ersten sechs Züge verlaufen nach den normalen Regeln mit einer Ausnahme: Behaltet eure Ereigniskarten (außer ToO-Karten) und mischt sie wieder in das Deck. Zu Beginn des 7. Zuges werden pro Spieler:in zwei neue ToO-Karten zum Deck hinzugefügt. Nach dem 7. Zug werden die Karten aus dem Zeit- und Ereignis-Deck in umgekehrter Reihenfolge entfernt, wie sie in den ersten sechs Monaten hinzugefügt wurden. Zu Beginn des 8. Zuges werden also die 6-Stunden-Karten aus dem Zeit-Deck und jeweils eine Wetterkarte pro Spieler aus dem Ereignis-Deck entfernt. Zu Beginn des 9. Zuges werden dann die 5-Stunden-Karten und jeweils eine Wetterkarte pro Spieler:in entfernt, und so weiter. Für die zweite Hälfte des Jahres wird ein zweites Punktezettelblatt verwendet. Alle Beobachtungen über die zwölf Monate hinweg zählen für die Erfüllung der Wissenschaftsziele.

Credits

Spiel: Sloan Digital Sky Survey / Niall Deacon

Bildnachweise: Sloan Digital Sky Survey

Illustrationsbilder: Zeit – IC 5146; Ereignis – NGC 5257;

Wissenschaftsziele – Stephan's Quintet, Box-Bild – Abell 2151

Icon-Nachweise: Font Awesome von Dave Gandy –

fontawesome.io

Ein besonderer Dank geht an Anne-Marie Weijmans, die St Andrews Galaxy Group, Emily Griffith und das Team der University of Colorado sowie die BOGY-Praktikanten am Haus der Astronomie für ihre Hilfe beim Testen des Spiels und die wertvollen Rückmeldungen sowie Vorschläge für neue Regeln.

Veröffentlicht unter der Creative-Commons-Lizenz **CC-BY-4.0**

Die Finanzierung der **Sloan Digital Sky Survey V** wurde von der Alfred P. Sloan Foundation, der Heising-Simons Foundation, der National Science Foundation sowie den teilnehmenden Institutionen bereitgestellt. SDSS bedankt sich für die Unterstützung und die Ressourcen des **Center for High-**

Performance Computing der University of Utah.

Die SDSS-Teleskope befinden sich am **Apache Point**

Observatory, finanziert vom Astrophysical Research

Consortium und betrieben von der New Mexico State University,

sowie am **Las Campanas Observatory**, betrieben von der

Carnegie Institution for Science.

Die SDSS-Webseite finden Sie unter: www.sdss.org.

DSS wird vom Astrophysical Research Consortium im Auftrag der teilnehmenden Institutionen der SDSS-Kollaboration verwaltet, darunter: Caltech, die Carnegie Institution for Science, Forscher:innen, die vom Chilean National Time Allocation Committee (CNTAC) bestätigt wurden, das Flatiron Institute, die Gotham Participation Group, Harvard University, Universität Heidelberg, Johns Hopkins University, École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP), Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA Heidelberg), Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE), Nanjing University, National Astronomical Observatories of China (NAOC), New Mexico State University, The Ohio State University, Pennsylvania State University, Smithsonian Astrophysical Observatory, Space Telescope Science Institute (STScI), die Stellar Astrophysics Participation Group, Universidad Nacional Autónoma de México, University of Arizona, University of Colorado Boulder, University of Illinois at Urbana-Champaign, University of Toronto, University of Utah, University of Virginia, Yale University und Yunnan University.

Anmerkungen für Lehrkräfte

Dieses Spiel stellt eine stark vereinfachte Version einiger der Kompromisse dar, die Astronom:innen bei Himmelsdurchmusterungen eingehen müssen. Zu den Aspekten, die Ihre Schüler:innen beim Spielen dieses Spiels lernen können zählen:

- Schlechtes Wetter kann astronomische Beobachtungen beeinträchtigen.
- Mitunter treten bei astronomischen Instrumenten Probleme auf, die sich auf die Beobachtungen auswirken können (im Spiel werden die Häufigkeit und Schwere solcher Probleme übertrieben dargestellt).
- Ein großer Teil der Wissenschaft wird von großen Gruppen von Forschenden mit unterschiedlichen Interessen betrieben, die miteinander kooperieren.
- Mondlicht kann astronomische Beobachtungen beeinflussen, besonders bei Beobachtungen im blauen Licht.
- Auch Glück kann eine Rolle spielen.
- Astronom:innen müssen viele Faktoren berücksichtigen, um ihre Beobachtungen möglichst effizient zu planen.

Anmerkungen zu einigen speziellen Karten:

- Das „rote Monster“ war der Spitzname für ein Instrumentenproblem, das gelegentlich den roten Teil des Spektrums beeinträchtigte. Die Spektren wurden dadurch ungenauer, aber Beobachtungen roter Objekte waren weiterhin möglich.
- Einmal gelangte tatsächlich ein Bär in die Küche des Apache Point Observatory – glücklicherweise wurde dabei niemand verletzt.
- Motten verirren sich manchmal in unsere Spektrographen, da dies warme und gemütliche Plätze sind.
- Auch andere Observatorien bekommen gelegentlich unerwarteten Besuch, zum Beispiel von Skorpionen.
- *Bonsai* ist der Hund eines Mitarbeiters am Apache Point Observatory – zu Besuchern ist er sehr freundlich.

Der Zeitbedarf liegt bei ca. 15 Minuten pro Runde für Spieler, die bereits mit den Regeln vertraut sind.

Hinweise zu den Objekttypen:

Weißer Zwerg sind die Überreste von Sternen, die das Ende der Phase ihres Wasserstoffbrennens erreicht haben. Der Stern entwickelt sich zunächst zu einem Riesenstern und anschließend zu einem Planetarischen Nebel. In dieser Phase stößt der sterbende Stern seine äußeren Schichten ab, sodass nur der heiße, dichte Kern zurückbleibt – der Weiße Zwerg. Weiße Zwerge kühlen mit der Zeit in vorhersehbarer Weise ab und können daher als Indikatoren für die Geschichte unserer Galaxis genutzt werden.

Rote Riesen sind alte Sterne, die den Wasserstoff in ihrem Kern aufgebraucht haben, aber noch nicht zu Weißen Zwerge geworden sind. Sie sind sehr hell, und die Linien in ihren Spektren erlauben es, die Häufigkeit verschiedener chemischer Elemente zu bestimmen.

Nahe und ferne Quasare gehören beide zur Klasse der Quasare. Gas und Staub, die auf ein supermassereiches Schwarzes Loch im Zentrum einer fernen Galaxie zufallen, können eine Scheibe bilden, die das Schwarze Loch umkreist. Die enorme Schwerkraft sorgt dafür, dass sich diese Scheibe extrem schnell dreht und dabei stark aufgeheizt wird. Solche gewaltigen, heißen Scheiben strahlen so hell, dass sie die Sterne der gesamten Galaxie um ein Tausendfaches überstrahlen können. Die Spektren der Quasare sind rotverschoben – je weiter entfernt, desto stärker. Dadurch wandern ihre hellen Emissionsmerkmale vom ultravioletten Bereich ins sichtbare Licht oder bei den fernsten Quasaren sogar ins Infrarote. Das verändert auch ihre Farben: Entfernte Quasare erscheinen rötlicher.

Anmerkungen für Lehrkräfte (Fortsetzung)

Hinweise zur Beobachtungszeit:

- Astronom:innen versuchen in der Regel, Objekte so zu beobachten, dass ein gutes Verhältnis von Signal zu Rauschen erreicht wird. Ist dieses Verhältnis zu gering, können die Messungen zu ungenau werden, um sinnvoll genutzt zu werden.
- Je länger ein Objekt beobachtet wird, desto besser wird normalerweise das Signal-Rausch-Verhältnis. Ab einem bestimmten Punkt ist es jedoch hoch genug für die wissenschaftlichen Zwecke und eine längere Beobachtung wäre Verschwendung von Beobachtungszeit.
- Je lichtschwächer ein Objekt ist, desto länger muss es beobachtet werden, um das erforderliche Signal-Rausch-Verhältnis zu erreichen.
- Die Helligkeit eines astronomischen Objekts ergibt sich aus seiner Eigenhelligkeit und seiner Entfernung.
- Im Spiel wird diese Komplexität vereinfacht: Objekte gelten entweder als hell oder lichtschwach.
- Der Mond beeinflusst Beobachtungen: Steht er fast voll am Himmel, sendet er viel blaues Licht aus. Das erschwert die Beobachtung von Objekten, bei denen Eigenschaften im blauen Licht wichtig sind. Deshalb bevorzugen Astronom:innen es, lichtschwache, bläulichere Objekte in der „**Dark Time**“ (wenn der Mond nicht am Himmel steht) zu beobachten und nicht in der „**Bright Time**“ (wenn der Mond den Himmel aufhellt).

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dieses Spiel im Unterricht einzusetzen:

- Bitten Sie Ihre Schüler:innen, die verschiedenen Objekttypen dieses Spiels zu recherchieren und herauszufinden, warum Astronom:innen ihre Spektren untersuchen.
- Fragen Sie die Schüler:innen nach dem Umgang mit Beobachtungszeit: Warum, glauben sie, können pro Stunde weniger lichtschwache Objekte beobachtet werden?
- Diskutieren Sie mit den Schüler:innen, wie sie Teleskopzeit zuteilen würden. Entwickeln sie vielleicht ein Modell, welches dem üblichen Verfahren ähnelt – Anträge für Beobachtungen schreiben und diese von einem Gremium bewerten lassen – oder schlagen sie etwas anderes vor?
- Geben Sie einzelnen Schüler:innen oder Gruppen je eine Karte mit einem Wissenschaftsziel und lassen Sie sie Argumente entwickeln, warum dieses Ziel wichtig ist. Dazu gehört auch eine kurze Hintergrundrecherche.

Sie können das Spiel ganz einfach herunterladen und eigene Kopien für Ihre Schüler:innen ausdrucken.

SDSS



Zenodo
Eintrag: 15526772



Mehr didaktisches
Material von SDSS
voyages.sdss.org





1 Stunde
Dark Time

1 Stunde
Dark Time

1 Stunde
Dark Time

1 Stunde
Dark Time

1 Stunde
Dark Time

1 Stunde
Dark Time

1 Stunde
Bright Time

1 Stunde
Bright Time



2 Stunden
Dark Time

2 Stunden
Dark Time

2 Stunden
Dark Time

2 Stunden
Dark Time

2 Stunden
Dark Time

2 Stunden
Dark Time

2 Stunden
Dark Time

2 Stunden
Dark Time



2 Stunden
Bright Time

2 Stunden
Bright Time

2 Stunden
Bright Time

2 Stunden
Bright Time

2 Stunden
Bright Time

2 Stunden
Bright Time

2 Stunden
Dark Time

2 Stunden
Dark Time



3 Stunden
Dark Time

3 Stunden
Dark Time

3 Stunden
Bright Time

3 Stunden
Bright Time

4 Stunden
Dark Time

4 Stunden
Dark Time

4 Stunden
Bright Time

4 Stunden
Bright Time



3 Stunden
Dark Time

3 Stunden
Dark Time

3 Stunden
Dark Time

3 Stunden
Dark Time

4 Stunden
Dark Time

4 Stunden
Dark Time

4 Stunden
Dark Time

4 Stunden
Bright Time



5 Stunden
Dark Time

5 Stunden
Dark Time

5 Stunden
Bright Time

5 Stunden
Bright Time

6 Stunden
Dark Time

6 Stunden
Dark Time

6 Stunden
Bright Time

6 Stunden
Bright Time



5 Stunden
Dark Time

5 Stunden
Dark Time

5 Stunden
Dark Time

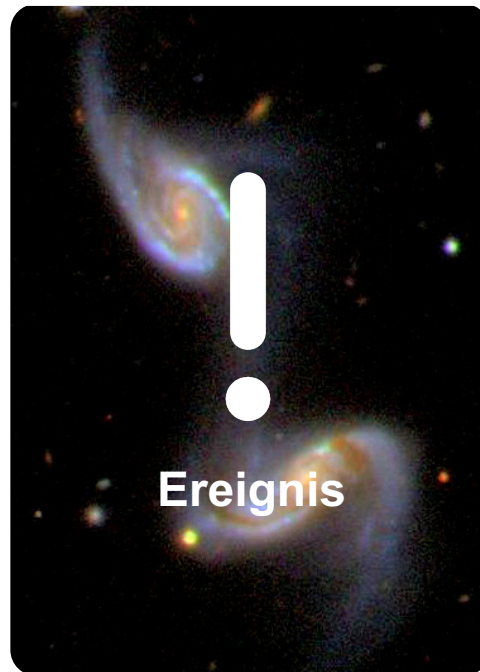
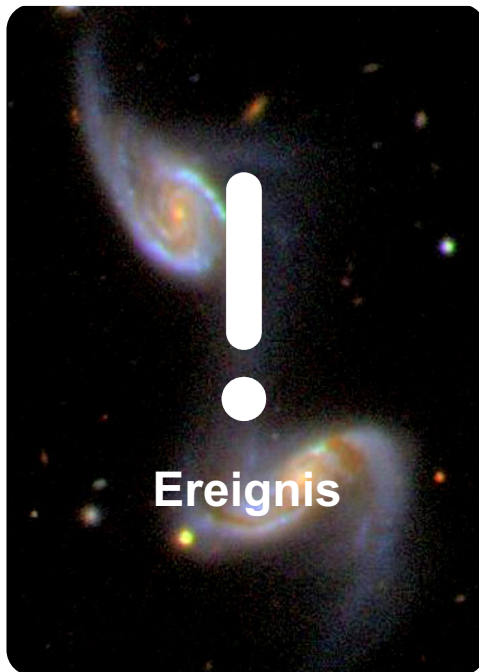
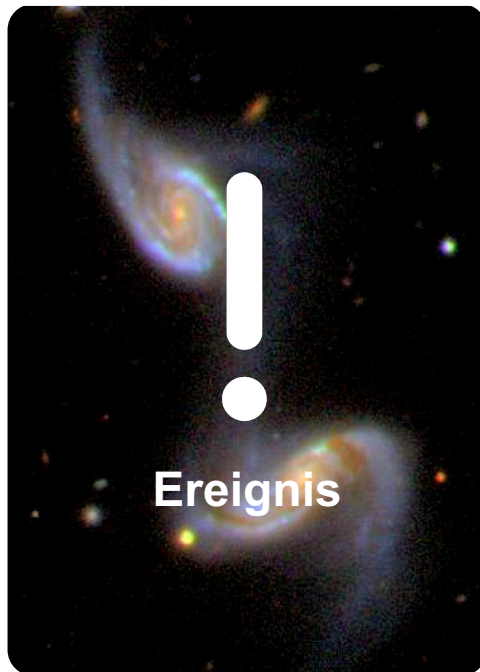
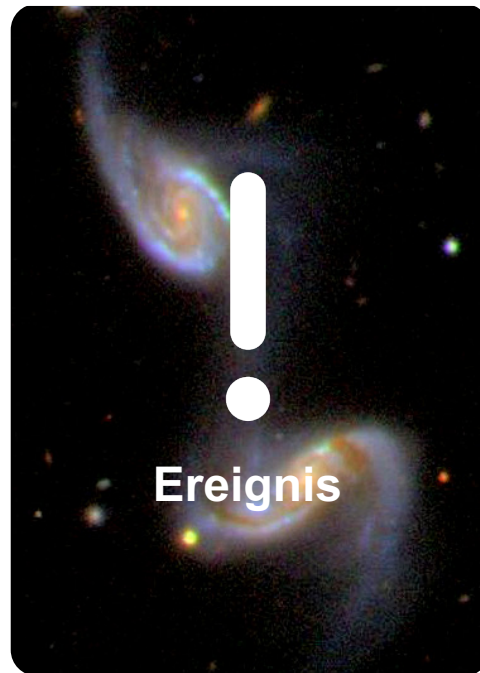
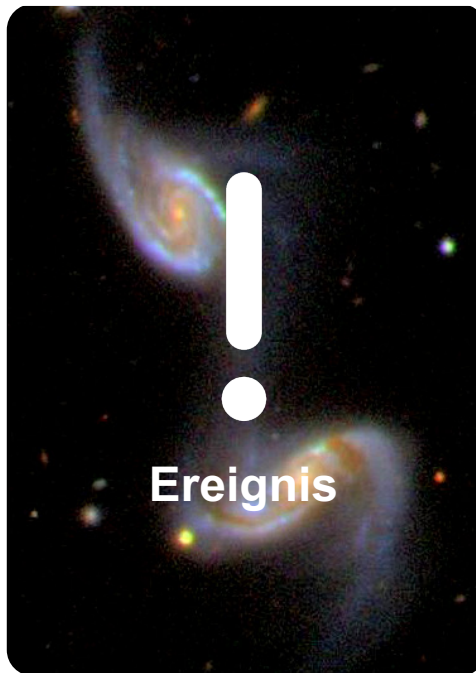
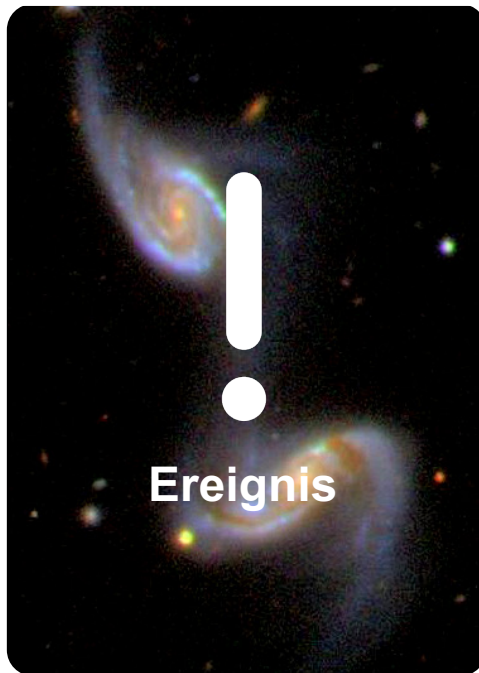
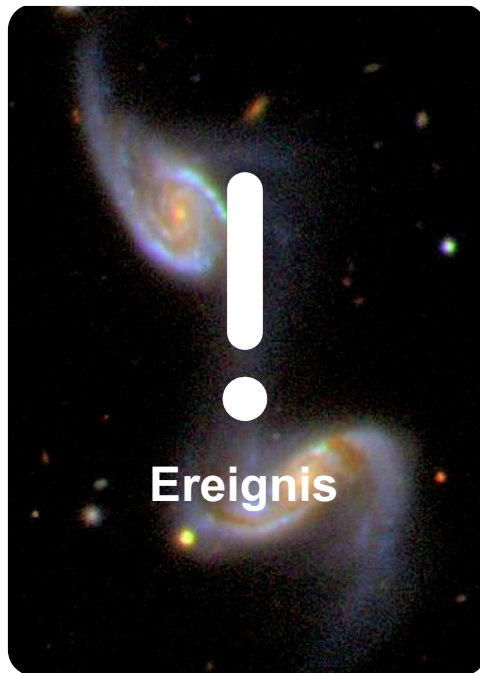
5 Stunden
Dark Time

6 Stunden
Dark Time

6 Stunden
Dark Time

6 Stunden
Dark Time

6 Stunden
Bright Time



ToO

Supernova

1 Stunde Bright oder Dark
Time aufwenden

2 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Supernova

1 Stunde Bright oder Dark
Time aufwenden

2 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Supernova

1 Stunde Bright oder Dark
Time aufwenden

2 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Supernova

1 Stunde Bright oder Dark
Time aufwenden

2 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Supernova

1 Stunde Bright oder Dark
Time aufwenden

2 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Supernova

1 Stunde Bright oder Dark
Time aufwenden

2 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Supernova

1 Stunde Bright oder Dark
Time aufwenden

2 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

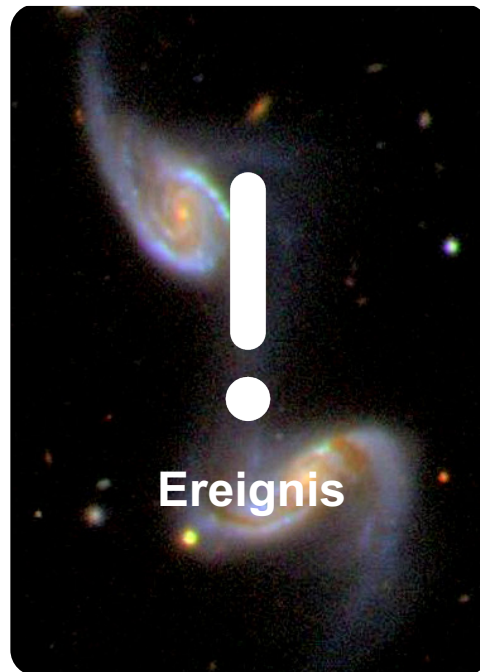
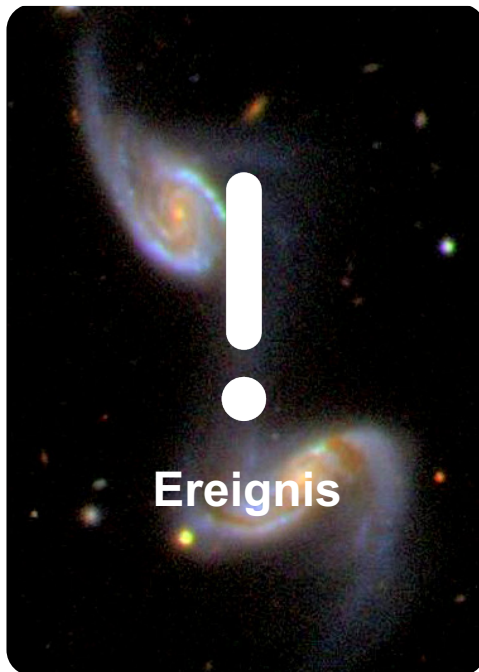
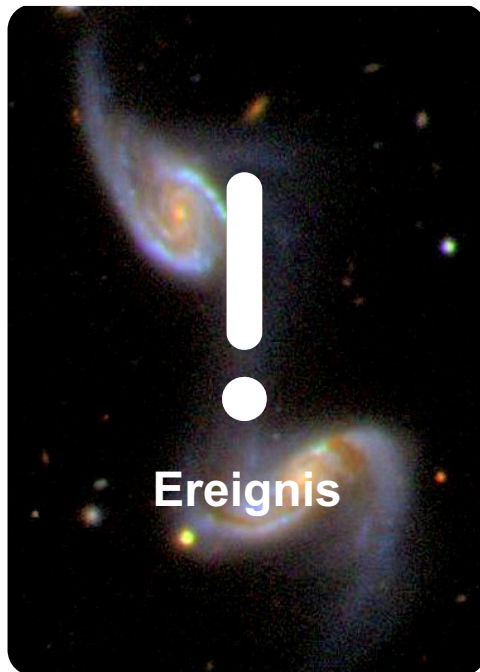
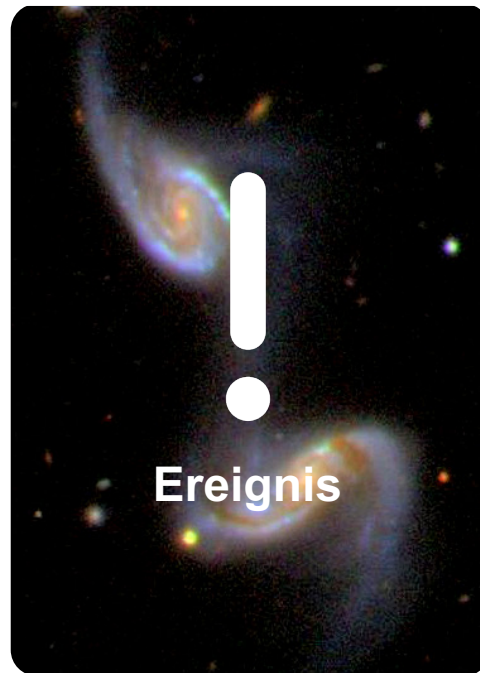
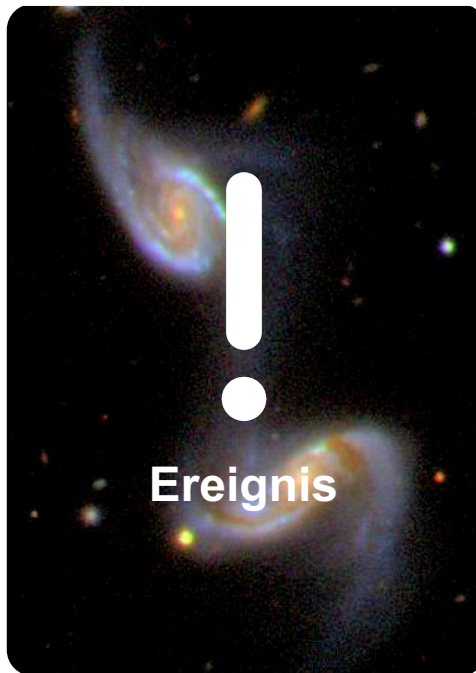
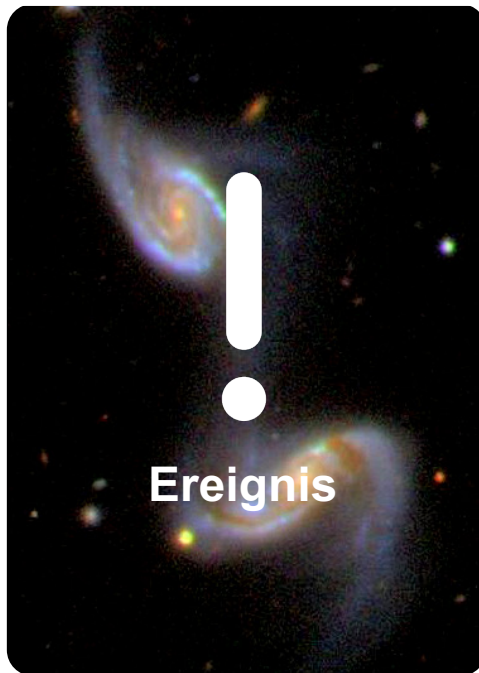
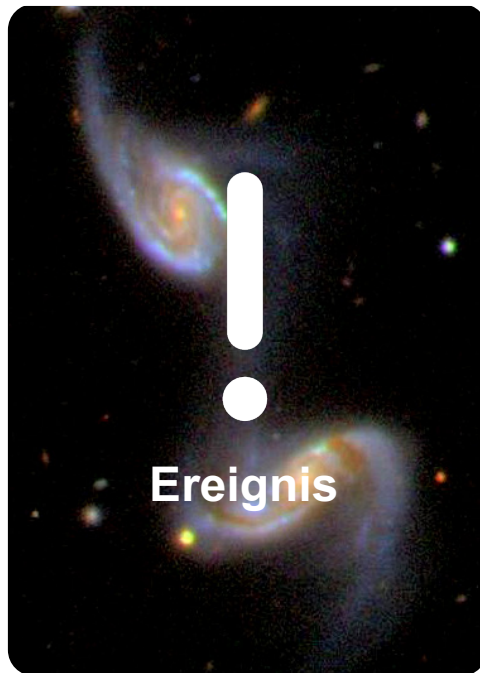
ToO

Supernova

1 Stunde Bright oder Dark
Time aufwenden

2 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.



ToO

Besondere Supernova

Wende 2 Stunden Bright-
oder Dark Time auf, um
diese Karte zu erhalten.

4 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Besondere Supernova

Wende 2 Stunden Bright-
oder Dark Time auf, um
diese Karte zu erhalten.

4 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Besondere Supernova

Wende 2 Stunden Bright-
oder Dark Time auf, um
diese Karte zu erhalten.

4 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Besondere Supernova

Wende 2 Stunden Bright-
oder Dark Time auf, um
diese Karte zu erhalten.

4 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Galaktische Nova

Wende 2 Stunden Bright-
oder Dark Time auf, um
diese Karte zu erhalten.

5 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Galaktische Nova

Wende 2 Stunden Bright-
oder Dark Time auf, um
diese Karte zu erhalten.

5 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

ToO

Galaktische Nova

Wende 2 Stunden Bright-
oder Dark Time auf, um
diese Karte zu erhalten.

5 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.

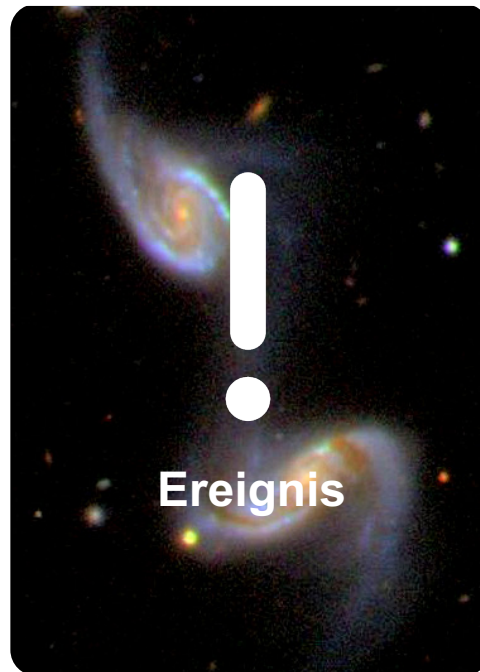
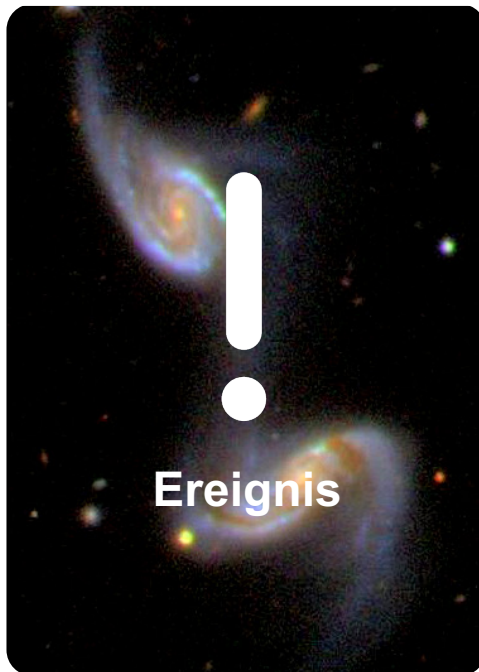
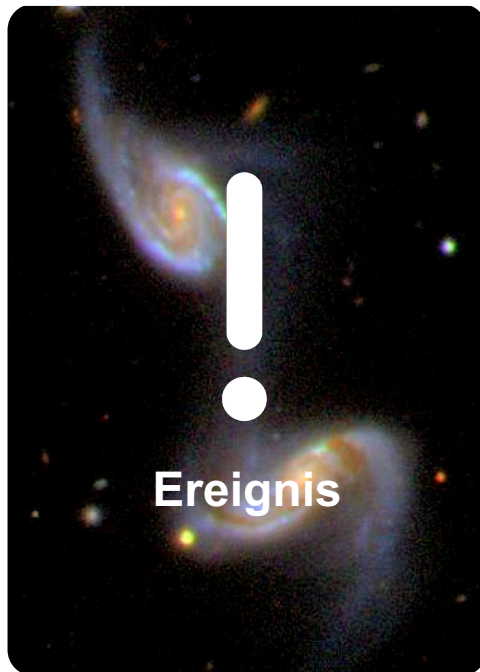
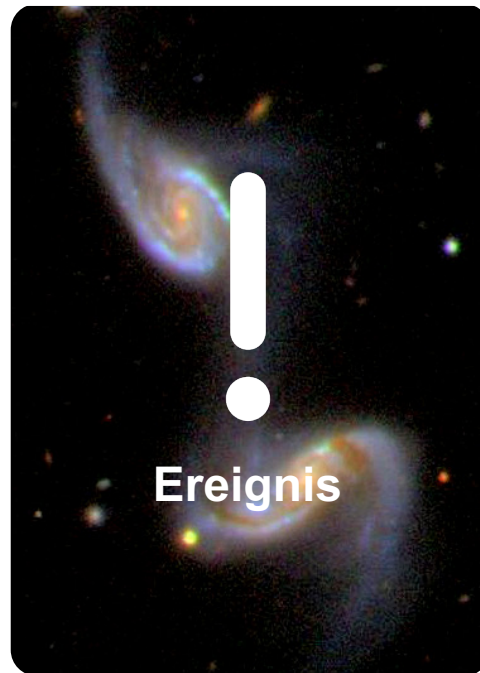
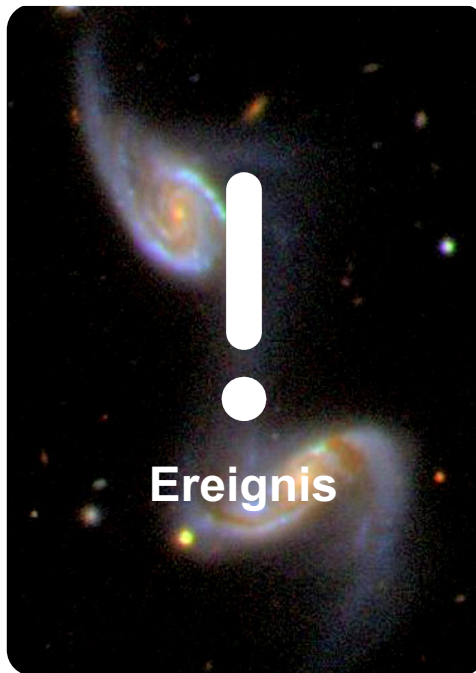
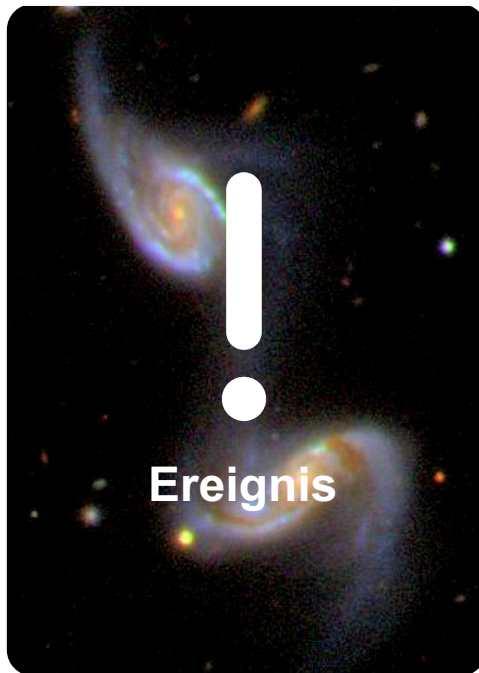
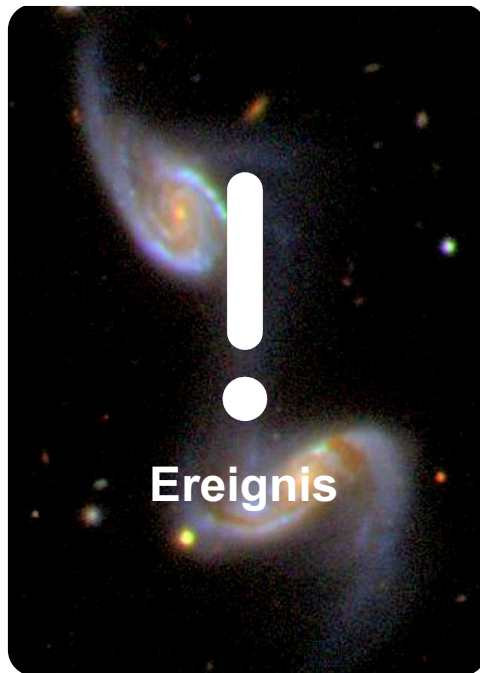
ToO

Gravitations- wellenereignis

Wende 3 Stunden Dark
Time auf, um diese Karte
zu erhalten.

15 Punkte

Wenn du diese Karte
beobachtest, behältst du
sie bis zum Ende des
Spiels. Andernfalls legst
du sie ab.



Sternwarte

Großartige Bedingungen

Eine ungewöhnlich ruhige Atmosphäre und ein klarer Himmel sorgen dafür, dass deine Beobachtungen noch effizienter als sonst sind.

Addiere 20 % zu allen Objekten, die du in diesem Monat beobachtest. Runde bei jeder Objektart auf die nächsten vollen Hundert auf.

Sternwarte

Roboter-Fehler

Einige der Roboterarme, die die Fasern an deinem Spektrographen positionieren, sind ausgefallen. Du verlierst 1/3 der Objekte, die du in diesem Monat in allen Nächten beobachtest (runde die verbleibenden Objekte auf die nächsten vollen Hundert Objekte auf).

Sternwarte

Sternwartenhund

Bonsai, der Hund der Sternwarte, kommt zu Besuch. Das ändert nichts an deinen Beobachtungen, aber du fühlst dich besser, wenn du den guten Jungen streichelst.

Sternwarte

Sternwartenhund

Bonsai, der Hund der Sternwarte, kommt zu Besuch. Das ändert nichts an deinen Beobachtungen, aber du fühlst dich besser, wenn du den guten Jungen streichelst.

Sternwarte

BÄR!!!!

Ein hungriger Bär durchwühlt die Küche des Observatoriums – evakuere sofort! Du verlierst alle Beobachtungszeiten der mittleren Nacht.

Sternwarte

Rotes Monster

Ein seltsamer Instrumentenfehler, das „rote Monster“, hat deinen roten Spektrographen betroffen. Du kannst in der letzten Nacht keine roten Objekte beobachten.

Sternwarte

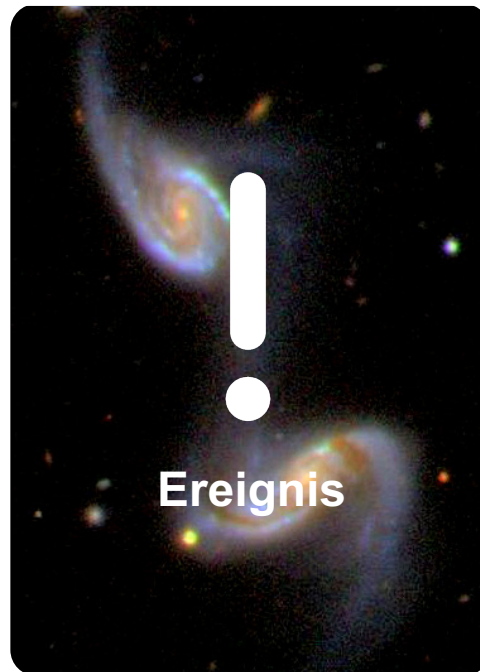
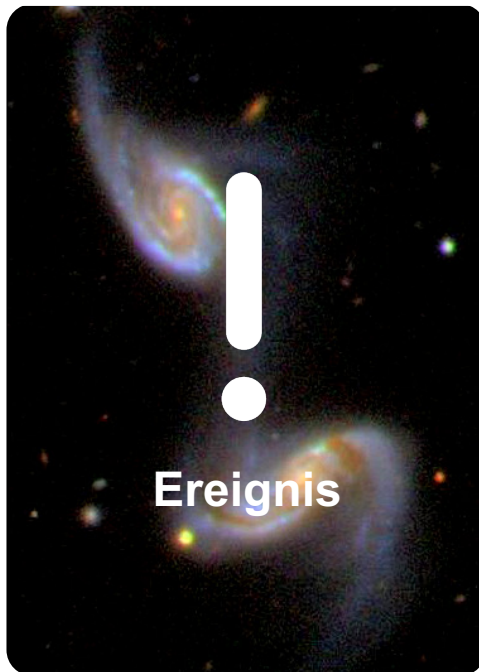
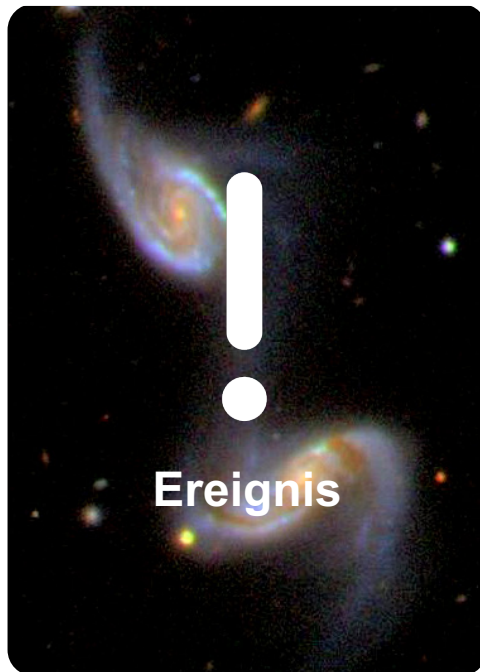
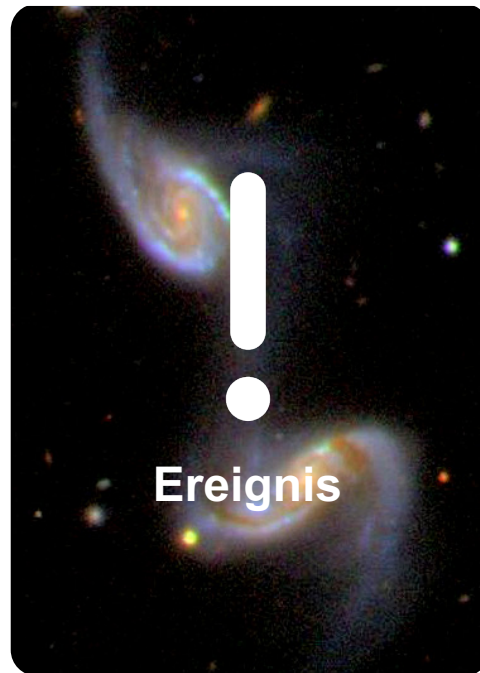
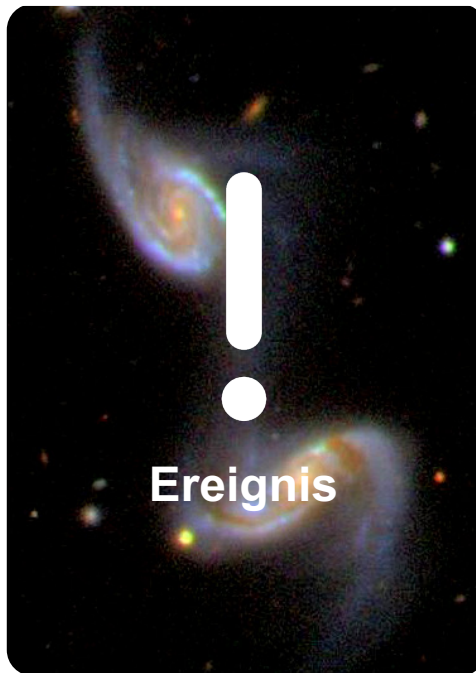
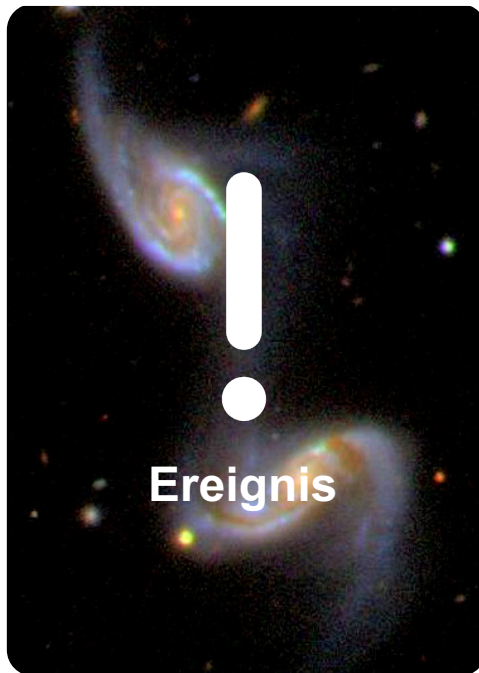
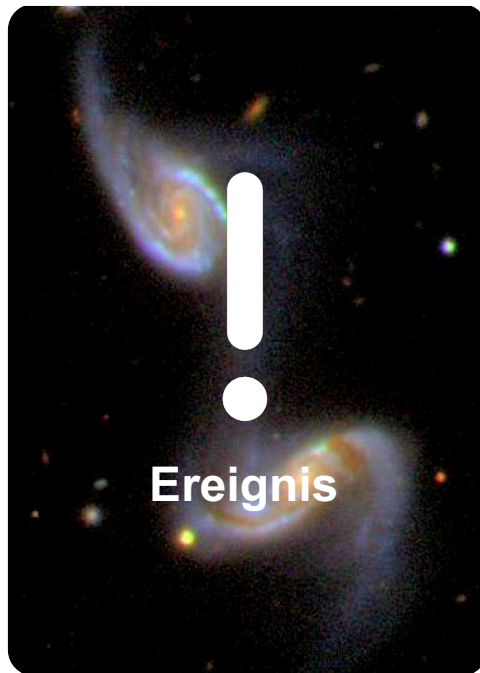
Mottenbefall

Dein blauer Spektrograph ist von Motten befallen. Du kannst in der ersten Nacht keine blauen Objekte beobachten.

Sternwarte

Sternwartenhund

Bonsai, der Hund der Sternwarte, kommt zu Besuch. Das ändert nichts an deinen Beobachtungen, aber du fühlst dich besser, wenn du den guten Jungen streichelst.



Wetter

Dicke Wolken

Du verlierst deine
gesamte
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht.

Wetter

Dicke Wolken

Du verlierst deine
gesamte
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht.

Wetter

Dicke Wolken

Du verlierst deine
gesamte
Beobachtungszeit in
der letzten Nacht.

Wetter

Dicke Wolken

Du verlierst deine
gesamte
Beobachtungszeit in
der letzten Nacht.

Wetter

Dicke Wolken

Du verlierst deine
gesamte
Beobachtungszeit in
der mittleren Nacht.

Wetter

Dicke Wolken

Du verlierst deine
gesamte
Beobachtungszeit in
der mittleren Nacht.

Wetter

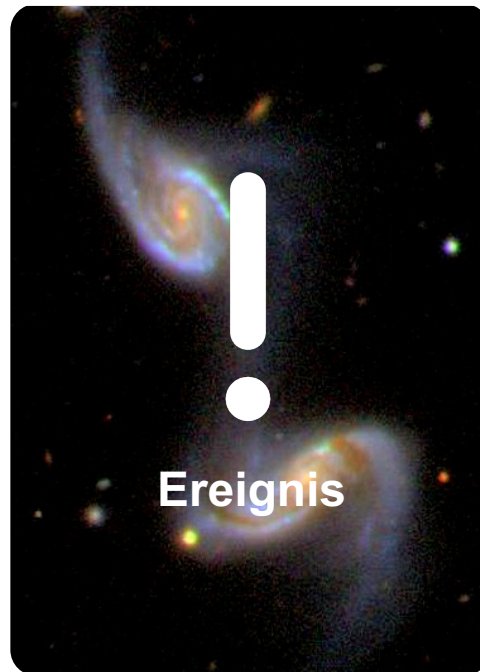
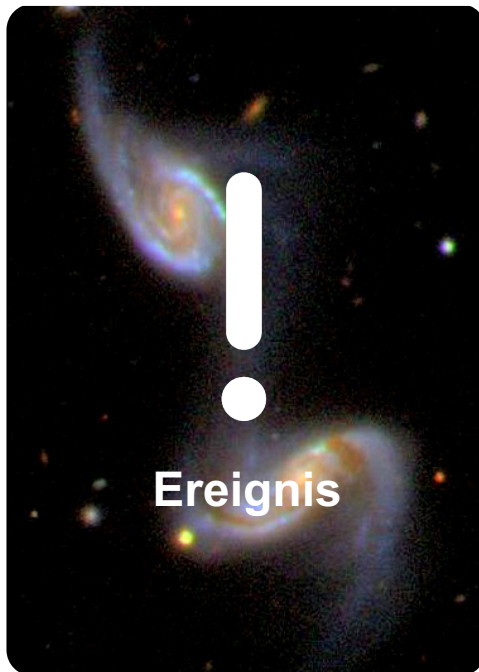
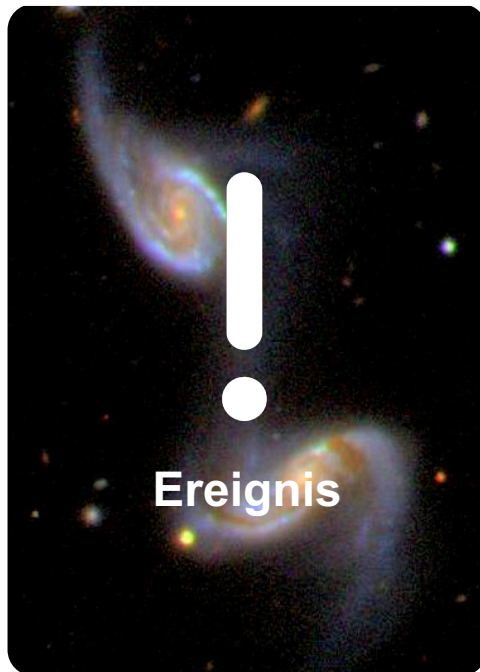
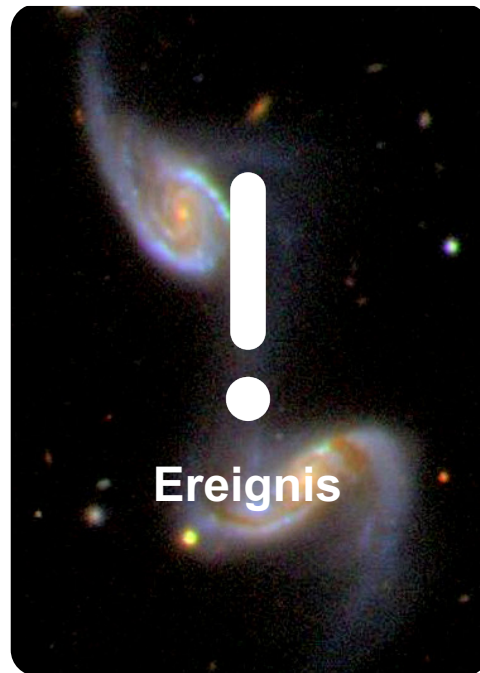
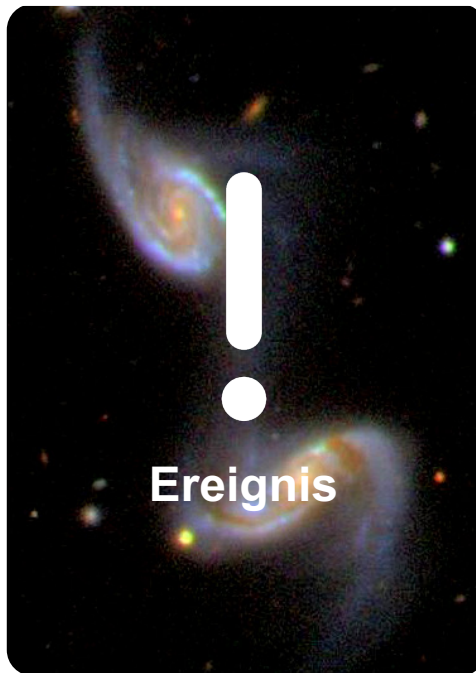
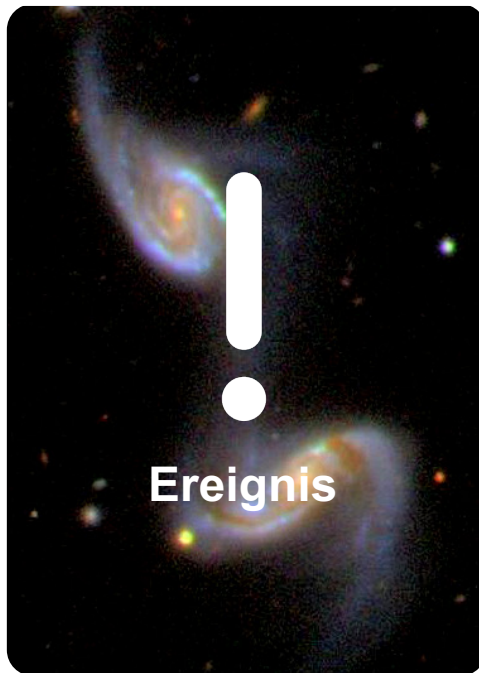
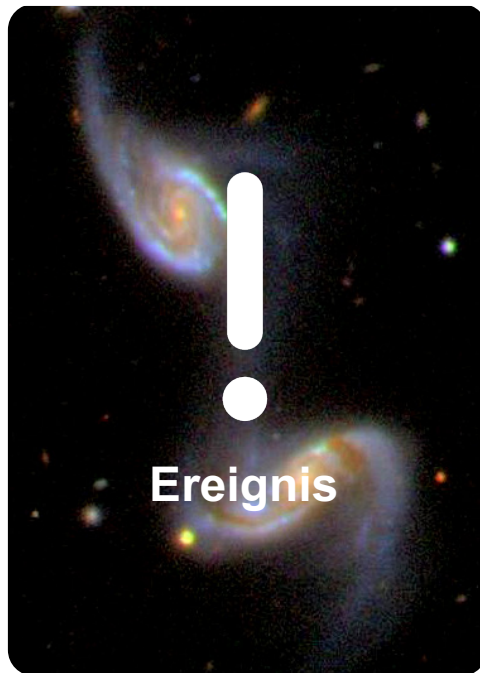
Hartnäckige Wolkendecke

Du verlierst in diesem
Monat deine gesamte
Beobachtungszeit.

Wetter

Hartnäckige Wolkendecke

Du verlierst in diesem
Monat deine gesamte
Beobachtungszeit.



Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der mittleren Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der mittleren Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

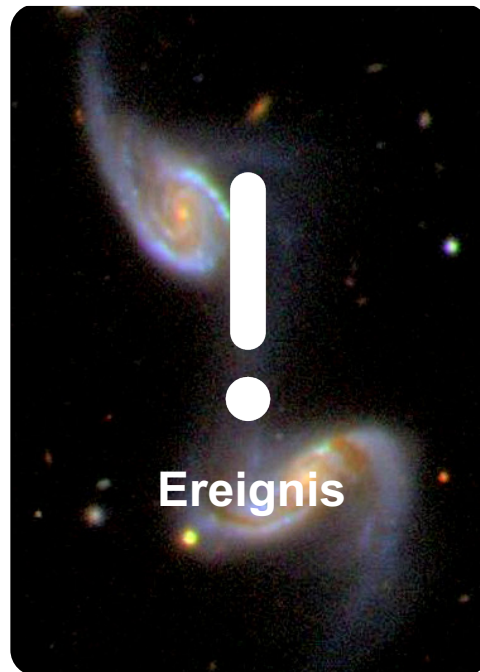
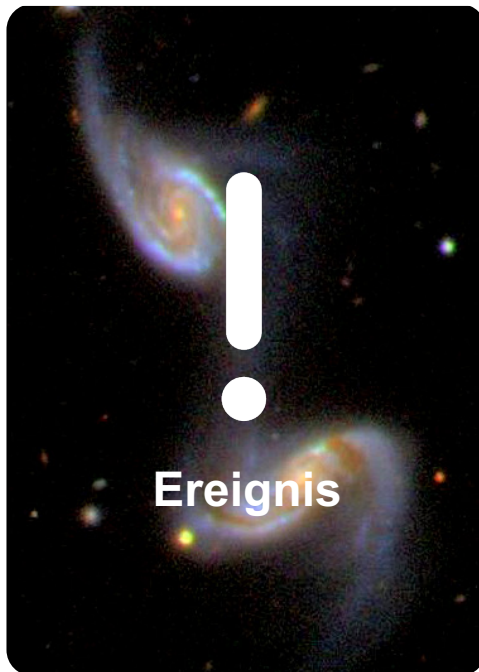
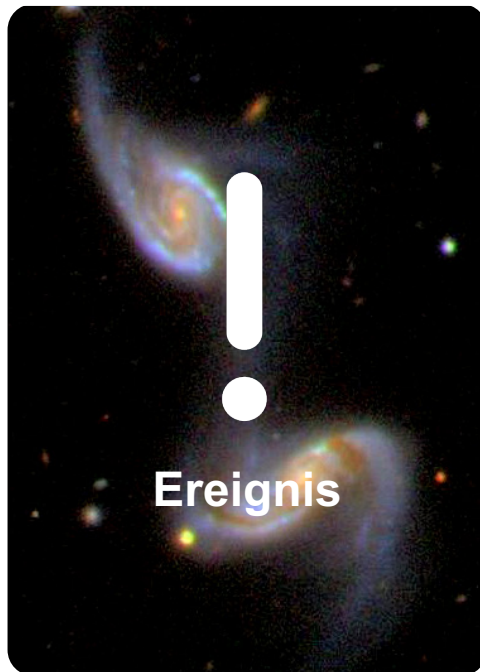
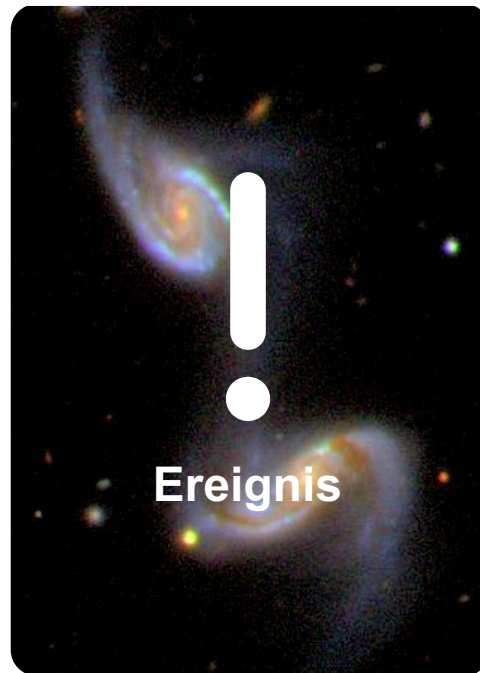
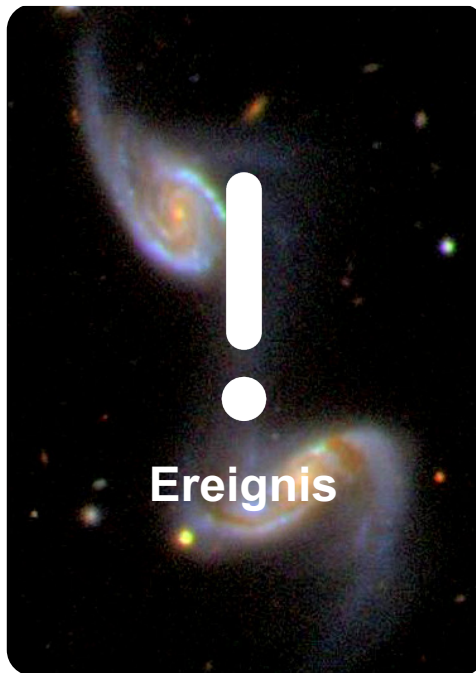
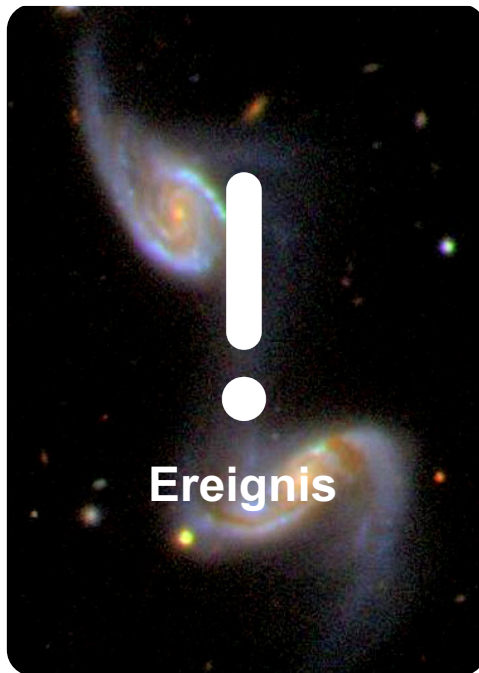
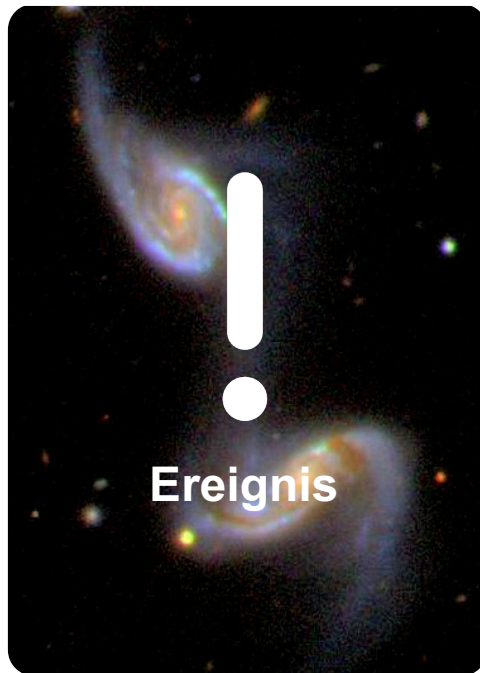
Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der mittleren Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der mittleren Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).



Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der ersten Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der mittleren Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

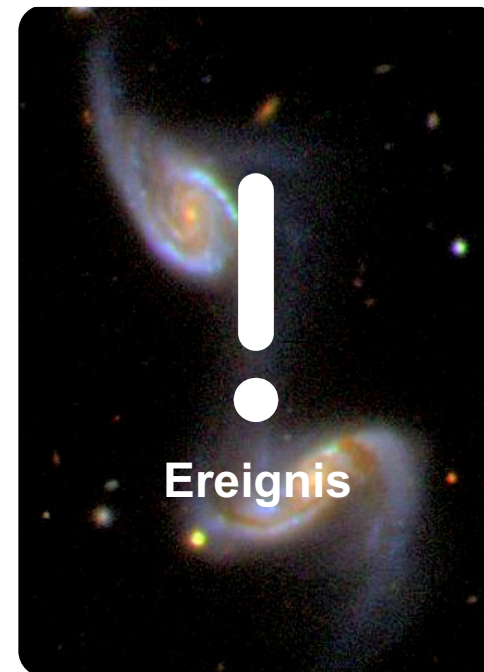
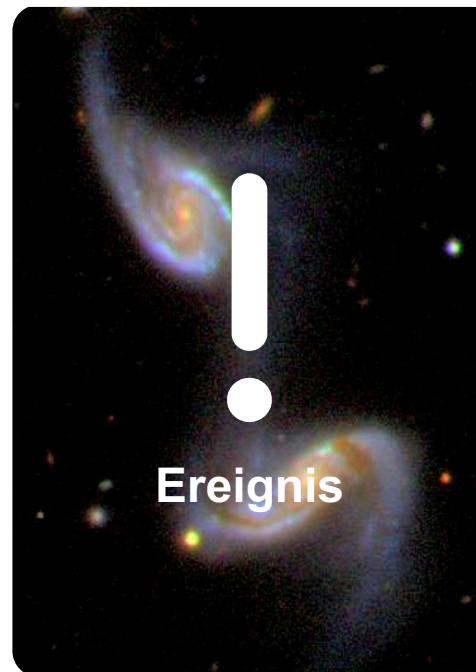
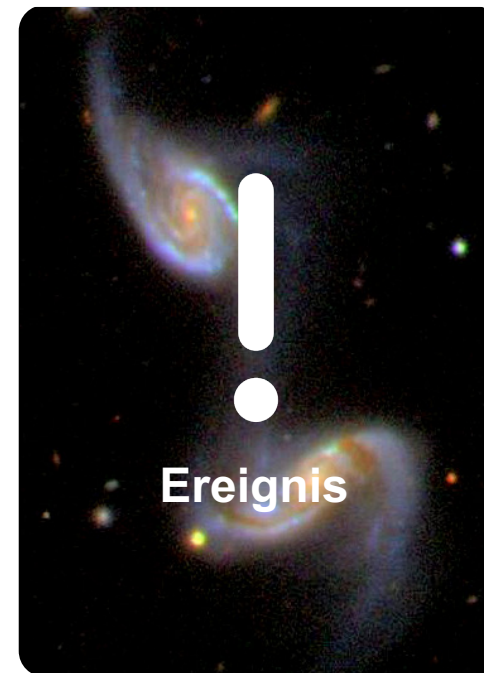
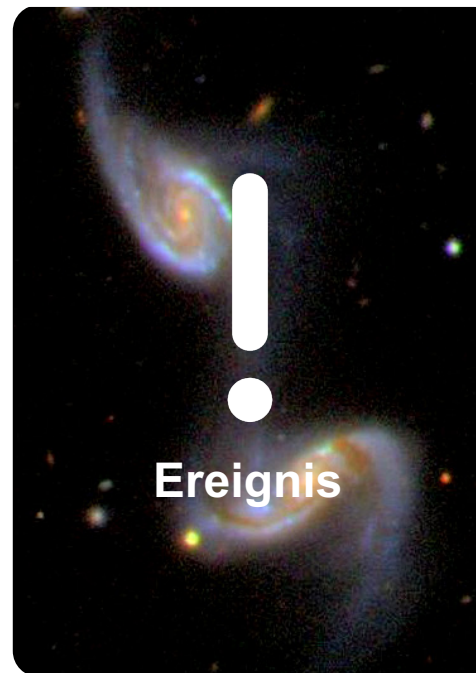
Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der mittleren Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).

Wetter

Schleierwolken

Du verlierst 50 %
deiner
Beobachtungszeit in
der mittleren Nacht
(runde die
verbleibende
Beobachtungszeit auf
die nächste volle
Stunde auf).



Sternwarte*

Schneesturm

Ein gewaltiger Schneesturm nähert sich der Sternwarte. Alle müssen evakuiert werden! Alle Spieler verlieren in diesem Monat die gesamte Zeit aller ihrer Nächte.

Sternwarte*

Festplattenfehler

Die Festplatte, auf der Sie einen Teil Ihrer Daten gespeichert haben, ist abgestürzt. Du verlierst 50% aller Objekte, die du im letzten Monat beobachtet hast. Ignoriere diese Karte, wenn du sie im ersten Monat ziehst.

Weißer Zwerge

lichtschwach und blau

Anhand der glühenden Überreste toter Sterne lässt sich die Geschichte unserer Galaxie nachvollziehen.

Beobachtung von
1 Stunde Dark Time → 500
1 Stunde Bright Time → 200

Punktevergabe
1 Punkt pro 400

Nahe Quasare

hell und blau

Die riesigen, aufgewühlten Scheiben aus heißem Gas, die schwarze Löcher umkreisen, sind die hellsten Objekte im Universum.

Beobachtung von
1 Stunde Dark Time → 1000
1 Stunde Bright Time → 400

Punktevergabe
1 Punkt pro 800

Sternwarte*

Klassifizierungsfehler

Der Algorithmus, den du im letzten Monat zur Auswahl von Beobachtungszielen genutzt hast, enthielt einen Fehler. Dadurch wurden die falschen Objekttypen beobachtet. Tausche auf deinem Spielzettel die eingetragenen Zahlen des letzten Monats wie folgt:

Weißer Zwerge → Nahe Quasare
Nahe Quasare → Weißer Zwerge
Entfernte Quasare → Rote Riesen
Rote Riesen → Entfernte Quasare

Ignoriere diese Karte, wenn du sie im ersten Monat ziehst.

Sternwarte*

Großartige Bedingungen

Eine ungewöhnlich ruhige Atmosphäre und ein klarer Himmel sorgen dafür, dass deine Beobachtungen noch effizienter als sonst sind.

Addiere 20 % zu allen Objekten, die du in diesem Monat beobachteten. Runde bei jeder Objektart auf die nächsten vollen Hundert auf.

Entfernte Quasare

lichtschwach und rot

Die heißen Scheiben um Schwarze Löcher leuchten wie Leuchtfeuer in den fernsten Weiten des Kosmos.

Beobachtung von
1 Stunde Dark Time → 500
1 Stunde Bright Time → 400

Punktevergabe
1 Punkt pro 500

Rote Riesen

hell und rot

Diese hellen Sterne am Ende ihres Lebens dienen als Wegweiser, um die Struktur und chemische Entwicklung unserer Galaxie nachzuzeichnen.

Beobachtung von
1 Stunde Dark Time → 1000
1 Stunde Bright Time → 800

Punktevergabe
1 Punkt pro 1000



**Wissenschaftliche
Zielsetzung**



**Wissenschaftliche
Zielsetzung**



**Wissenschaftliche
Zielsetzung**



**Wissenschaftliche
Zielsetzung**



**Wissenschaftliche
Zielsetzung**



**Wissenschaftliche
Zielsetzung**



**Wissenschaftliche
Zielsetzung**



**Wissenschaftliche
Zielsetzung**

Kosmologi-
scher

Kartograph

Beobachte mindestens
10.000 nahe Quasare und
mindestens 5.000 ferne
Quasare.

15 Punkte

Karte des
nahen
Universums

Beobachte mindestens
15.000 nahe Quasare

10 Punkte

Karte des
fernen
Universums

Beobachte mindestens
9.000 weit entfernte
Quasare

10 Punkte

Schnelle
Reaktionen

Beobachte mindestens 2
Targets of Opportunity
(ToO)

10 Punkte

Alle

Galaktischer
Kartograph

Beobachte mindestens
10.000 Rote Riesen und
5.000 Weiße Zwerge

15 Punkte

Galaktischer
Archäologe

Beobachte mindestens
7.500 Weiße Zwerge

10 Punkte

Kartograph
der
galaktischen
Struktur

Beobachte mindestens
18.000 Rote Riesen

10 Punkte

Legacy
Survey

Beobachte die größte
Bandbreite an Objekten.

20 Punkte