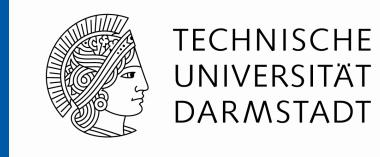


Softwarepraktikum

5. Frontalveranstaltung

15.12.2017



ES Real-Time Systems Lab

Prof. Dr. rer. nat. Andy Schürr

Dept. of Electrical Engineering and Information Technology

Dept. of Computer Science (adjunct Professor)

Dr. Malte Lochau

Malte.Lochau@es.tu-darmstadt.de

www.es.tu-darmstadt.de

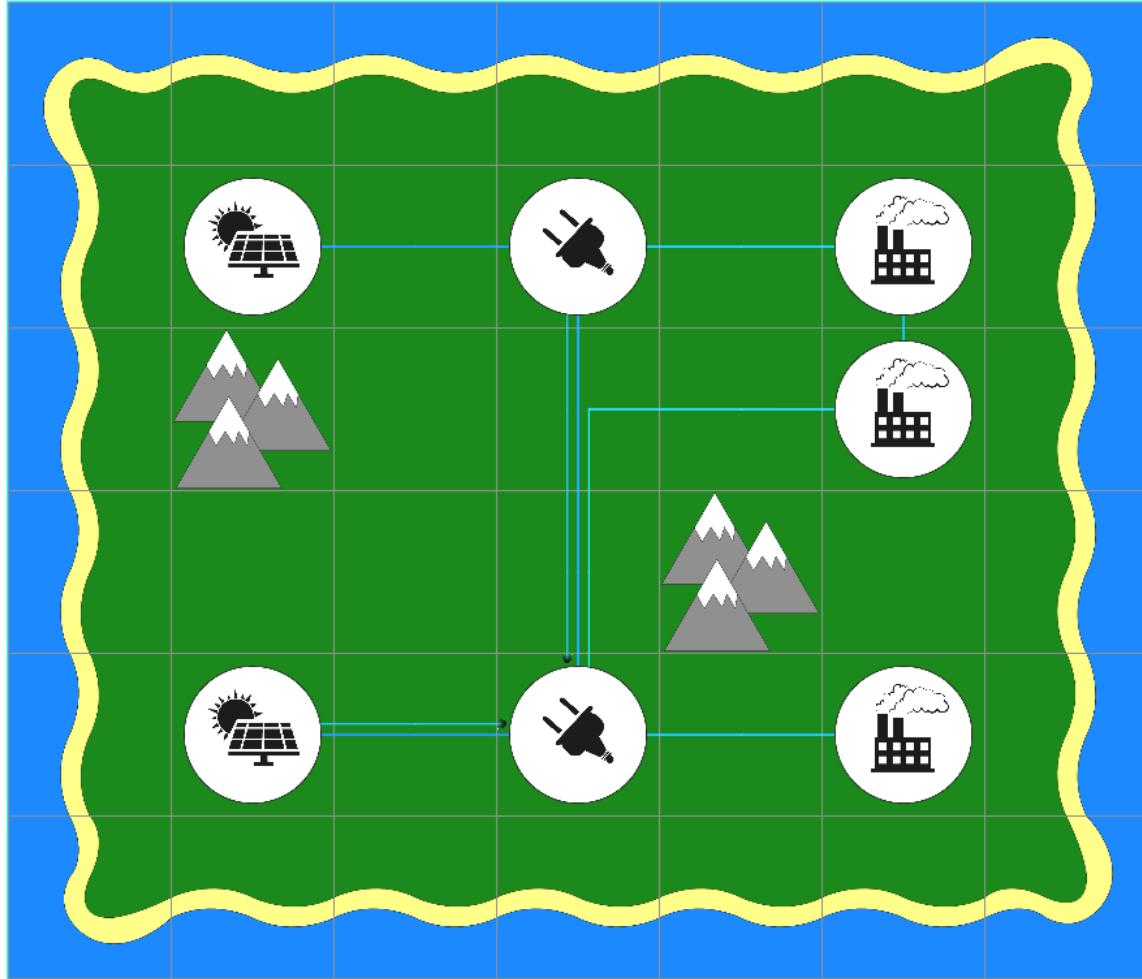
Gliederung

- Maximale Flussberechnung für Planung der Bauphase
- Maximale Flussberechnung für Planung der Ausführungsphase
- Aufgabenblock 5

Übersicht des Planungsalgorithmus

- Berechnung des maximalen Flusses im Netzwerk
- Erkennung von Anomalien
- Optimierung des Netzwerks in Bau- und/oder Ausführungsphase

Ziele der Bauphase



Ziele in der Bauphase:

- Maximale Energiebedarfe bestmöglich versorgen
- Neubaukosten möglichst gering halten

Planungsentscheidungen:

- Ausbau des Leitungsnetzes
- Bau von zusätzlichen Produzenten

Rückblick: Umwandlung von gerichteten symmetrischen Flussgraphen und vereinfachten symmetrischen Residualgraphen



- Hierbei ist e_{ij} die Kante im Flussgraphen von i nach j und e_{ij}^r die Kante im Residualgraphen von i nach j
- Berechnung der Kantenzapazitäten des Residualgraphen aus dem Flussgraphen:
 - $c_f(e_{ij}^r) = \text{if } f(e_{ij}) > 0 \text{ then } c(e_{ij}) - f(e_{ij}) \text{ else } c(e_{ij}) + f(e_{ji})$
- Berechnung der Flüsse und Kapazitäten des Flussgraphen aus dem Residualgraphen:
 - $f(e_{ij}) = \text{if } c_f(e_{ij}^r) < c_f(e_{ji}^r) \text{ then } c_f(e_{ji}^r) - c(e_{ij}) \text{ else } 0$
 - $c(e_{ij}) = [c_f(e_{ij}^r) + c_f(e_{ji}^r)]/2$

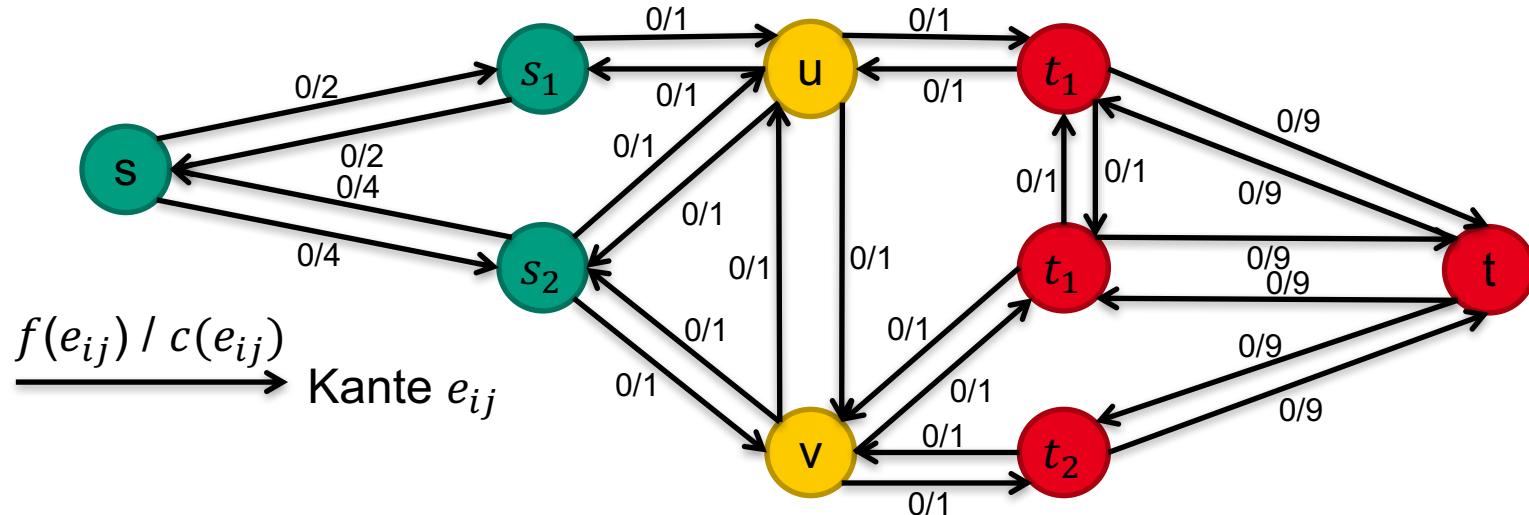
Beispiel: Bauphase planen

- Die Erkennung von Anomalien findet im Flussgraphen statt, allerdings wird die maximale Flussberechnung nach Ford-Fulkerson auf dem Residualgraphen durchgeführt
- Die maximale Flussberechnung erfolgt analog zu den vorherigen Beispielen
- Der maximale Fluss ist erreicht, wenn kein Pfad vom Startknoten s zum Zielknoten t mit Restkapazitäten größer Null vorhanden ist
- Ausgehend vom Startknoten s wird dabei der Fluss entlang der Kanten mit verbliebener Restkapazität immer weiter erhöht, bis keine weitere Flusserhöhung möglich ist
- Die Berechnung der Kapazitäten und Flüsse der Kanten erfolgt nach den zuvor genannten Formeln

Beispiel: Bauphase planen

- Die **grüne** Knoten repräsentieren SolarPowerPlants, bzw. die Super-Quelle

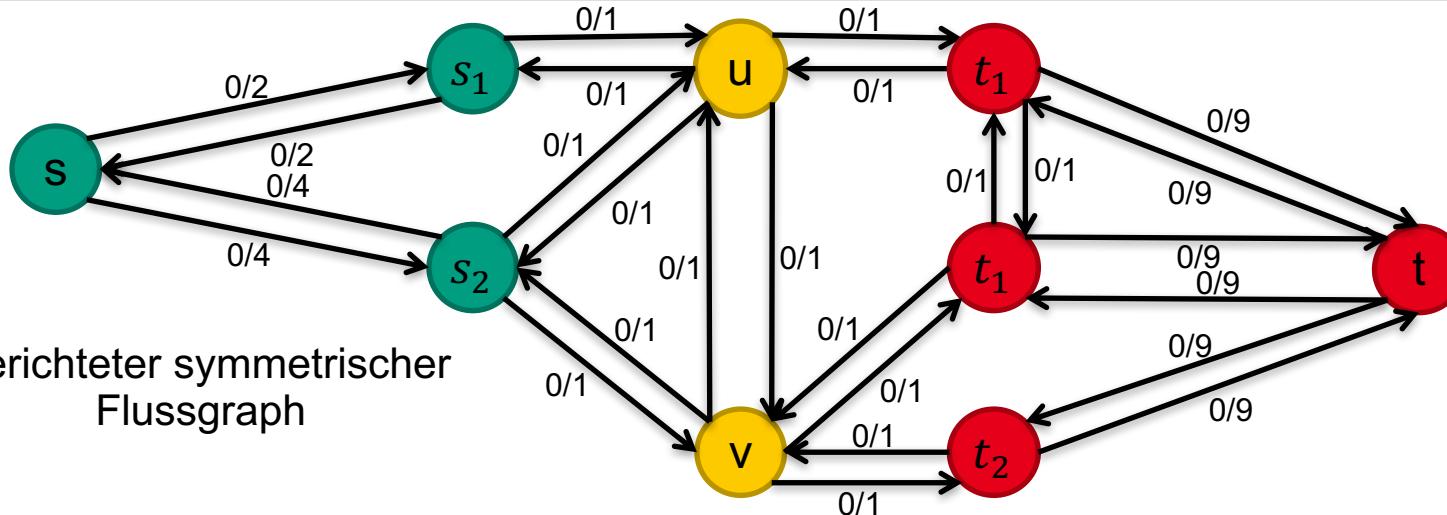
- Die **gelben** Knoten repräsentieren TransformerStations



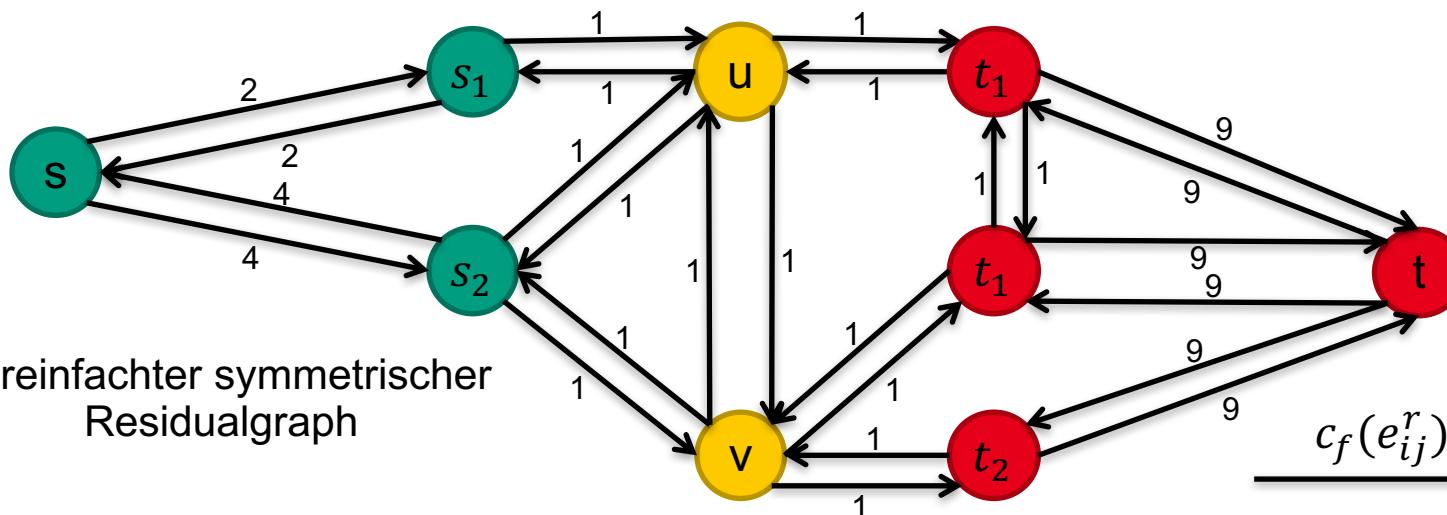
- Gerichteter symmetrischer Flussgraph, mit Kapazitäten und Flüssen im Verhältnis 1:100 dargestellt

- Die **roten** Knoten repräsentieren IndustrialParks, bzw. die Super-Senke

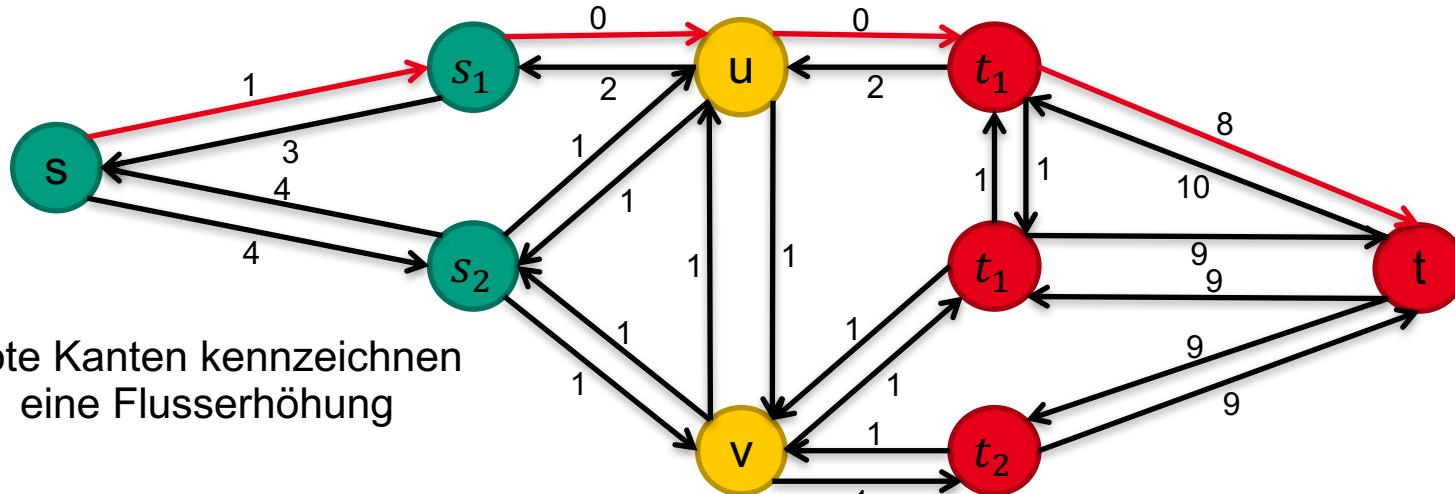
Beispiel: Bauphase planen



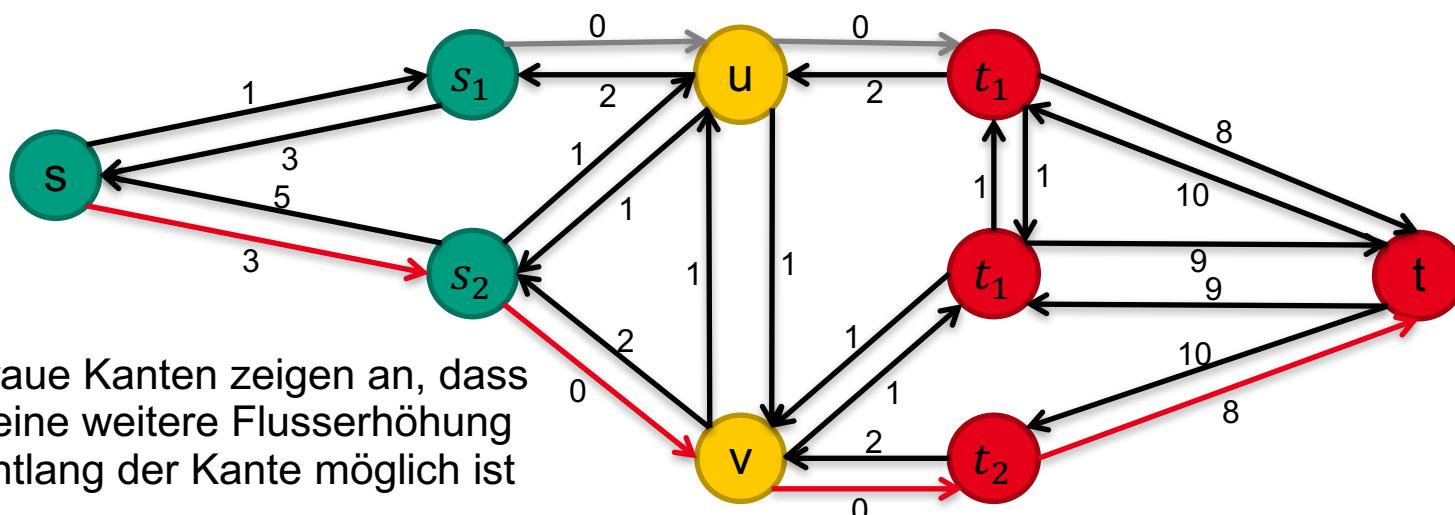
- Gerichteter symmetrischer Flussgraph



Beispiel: Bauphase planen

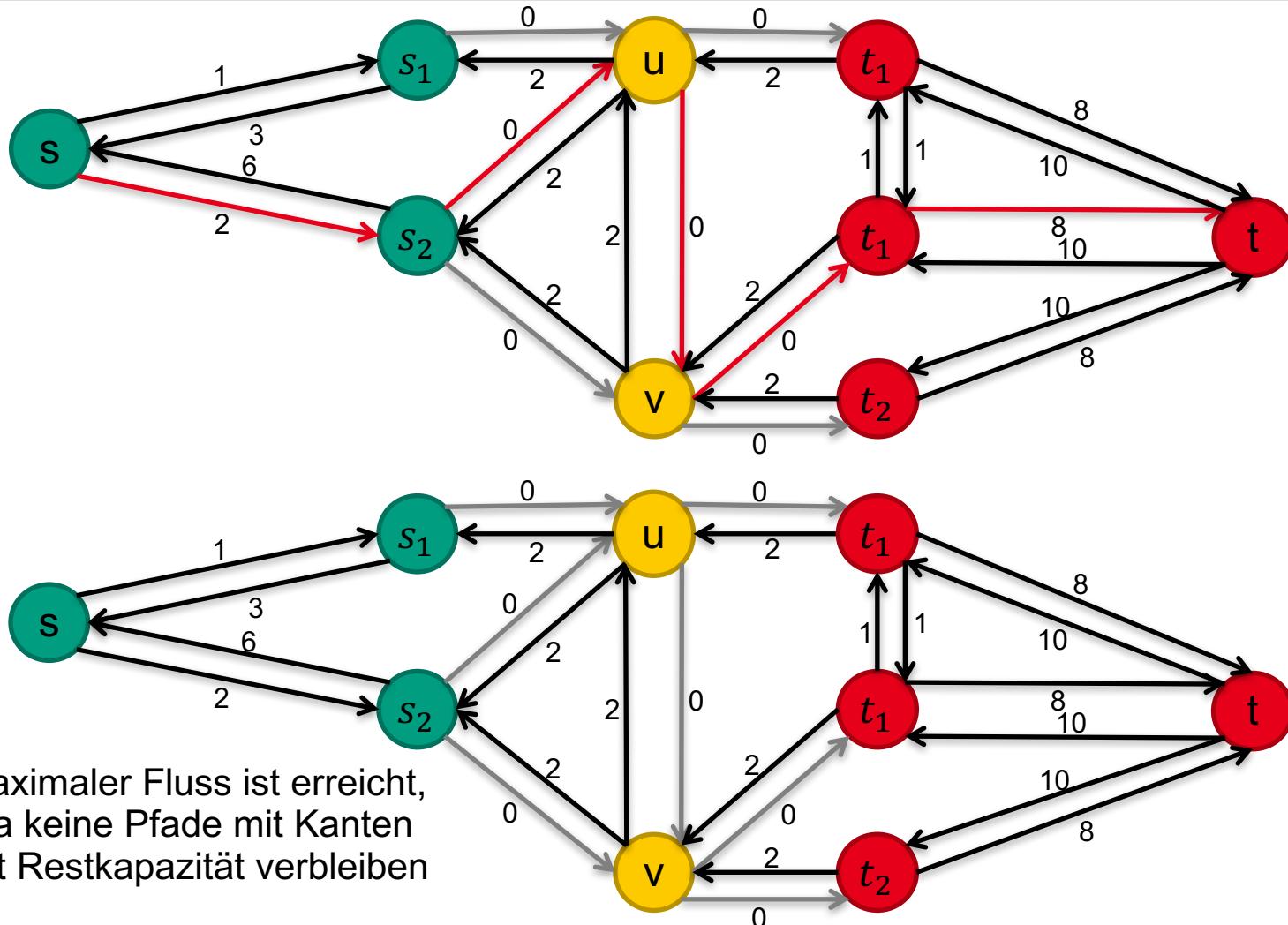


- Rote Kanten kennzeichnen eine Flusserhöhung



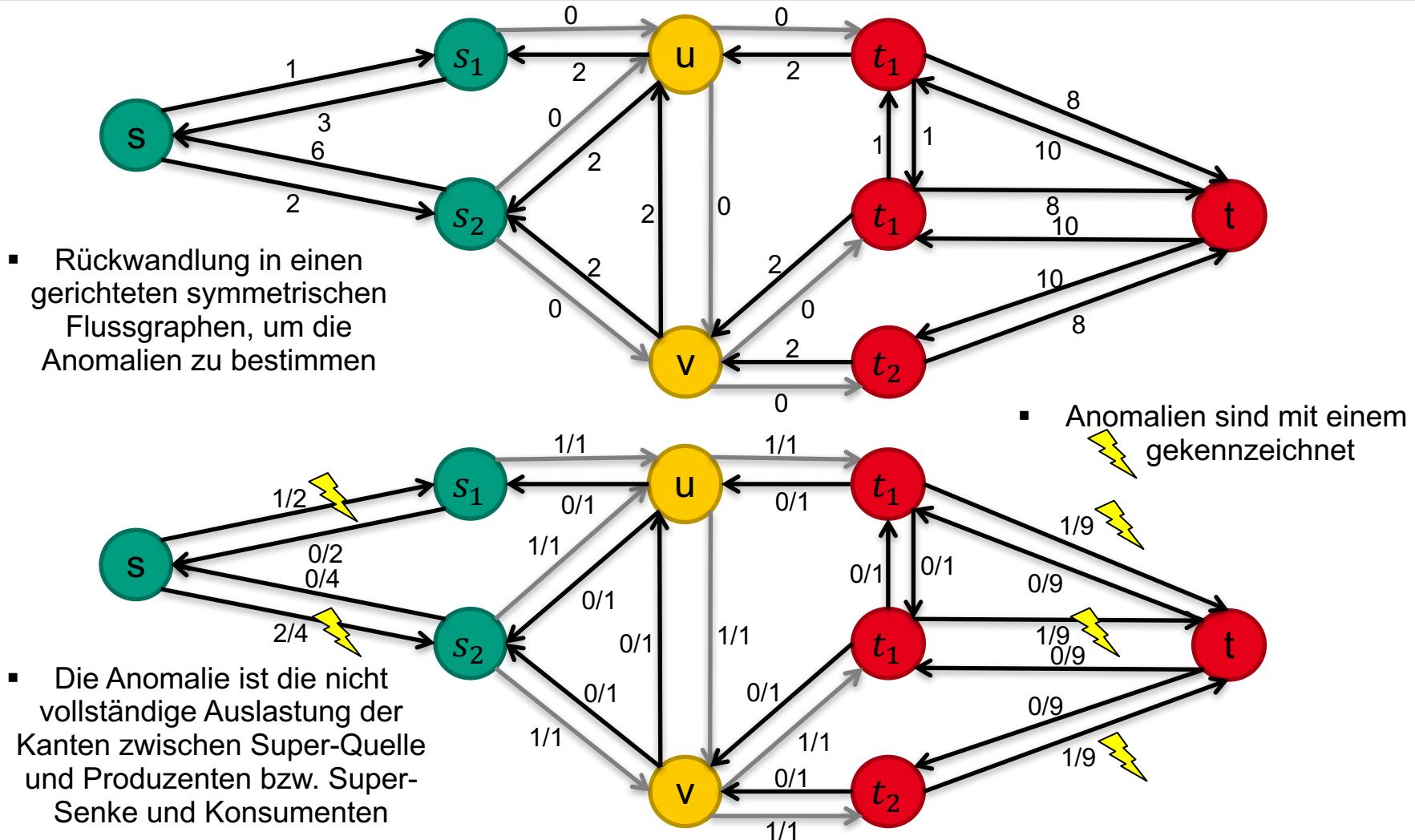
- Graue Kanten zeigen an, dass keine weitere Flusserhöhung entlang der Kante möglich ist

Beispiel: Bauphase planen



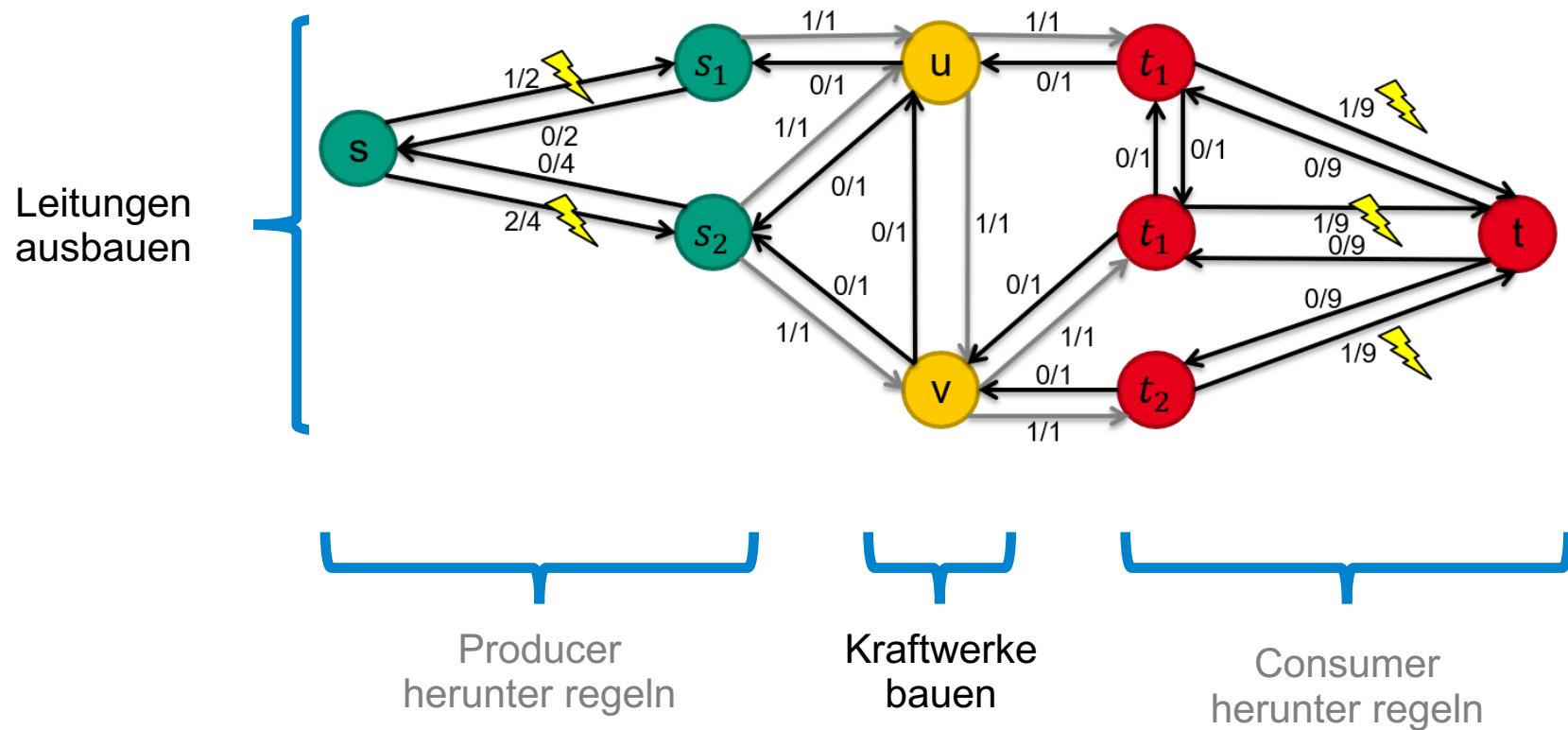
- Maximaler Fluss ist erreicht, da keine Pfade mit Kanten mit Restkapazität verbleiben

Beispiel: Bauphase planen



Beispiel: Bauphase planen

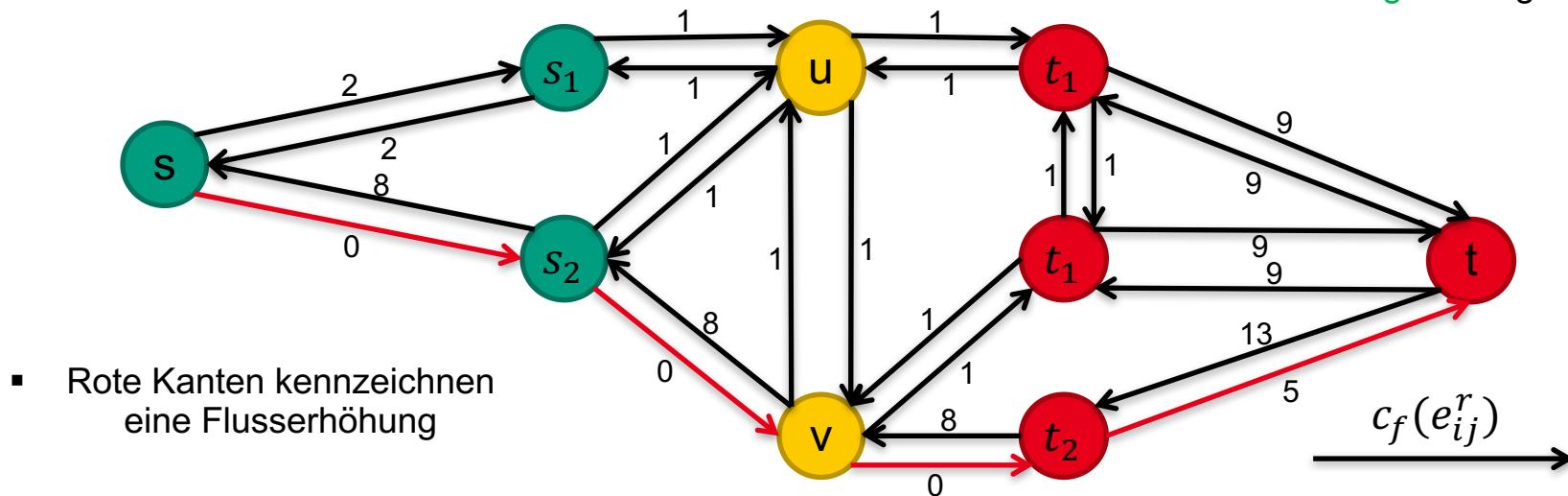
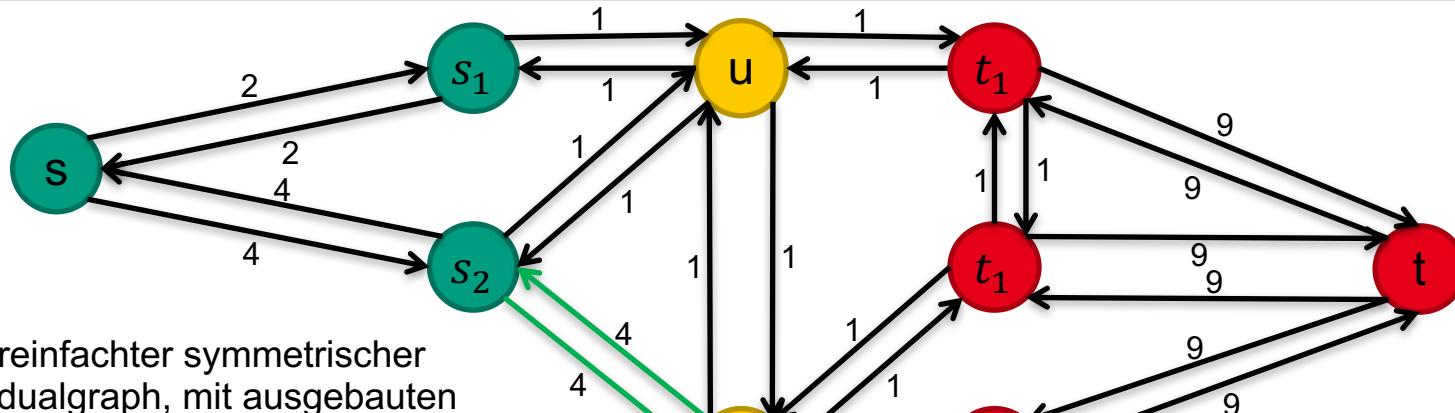
- Mögliche Planungsentscheidungen während der Bauphase sind in schwarz dargestellt



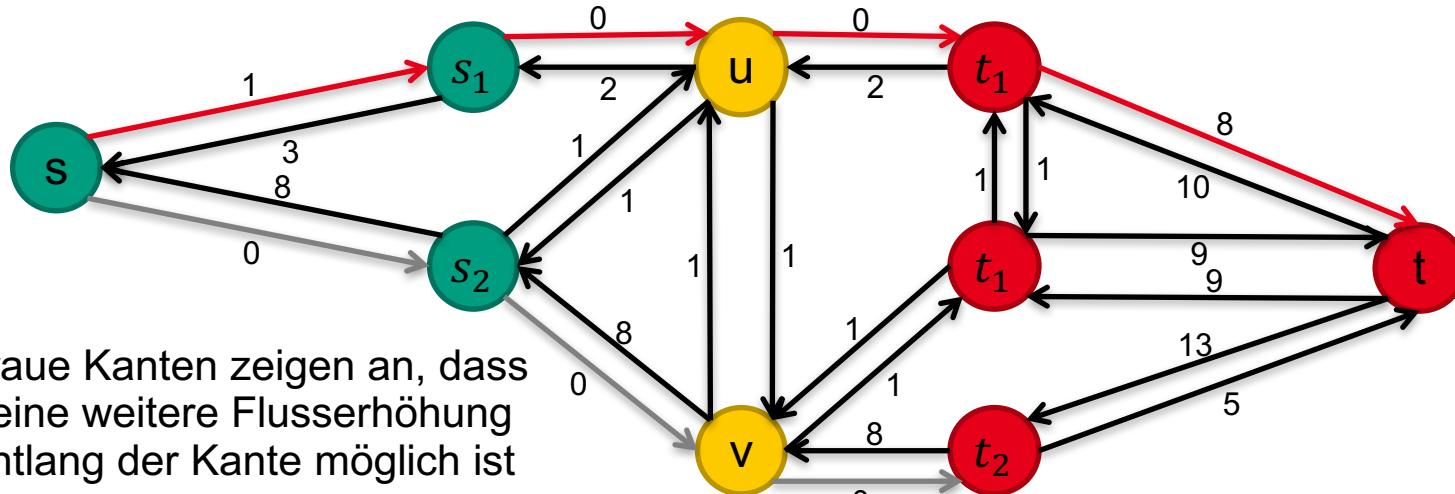
Beispiel: Bauphase planen

- Nach der Berechnung des maximalen Flusses wurden Anomalien in Form einer nicht maximalen Auslastung der Produzenten und Konsumenten ermittelt
- Bauoptionen:
 - Option 1: Leitungsnetz ausbauen, um produzierte Leistung besser verteilen zu können
 - Option 2: Kraftwerke ausbauen, um mehr Leistung bereitstellen zu können
- Im Folgenden wird Option 1 gezeigt, indem die Leitungen zwischen den Knoten s_2 , v und t_2 ausgebaut werden, um ihre Kapazität zu erhöhen
- In diesem Fall bietet sich Option 1 an, da sowohl Produzenten als auch Konsumenten nicht voll ausgelastet sind und die produzierte Leistung besser verteilt werden muss
- Nach dem Ausbau wird der neue maximale Fluss wie zuvor bestimmt
- Die Veränderungen im Netzwerk werden in **grün** dargestellt

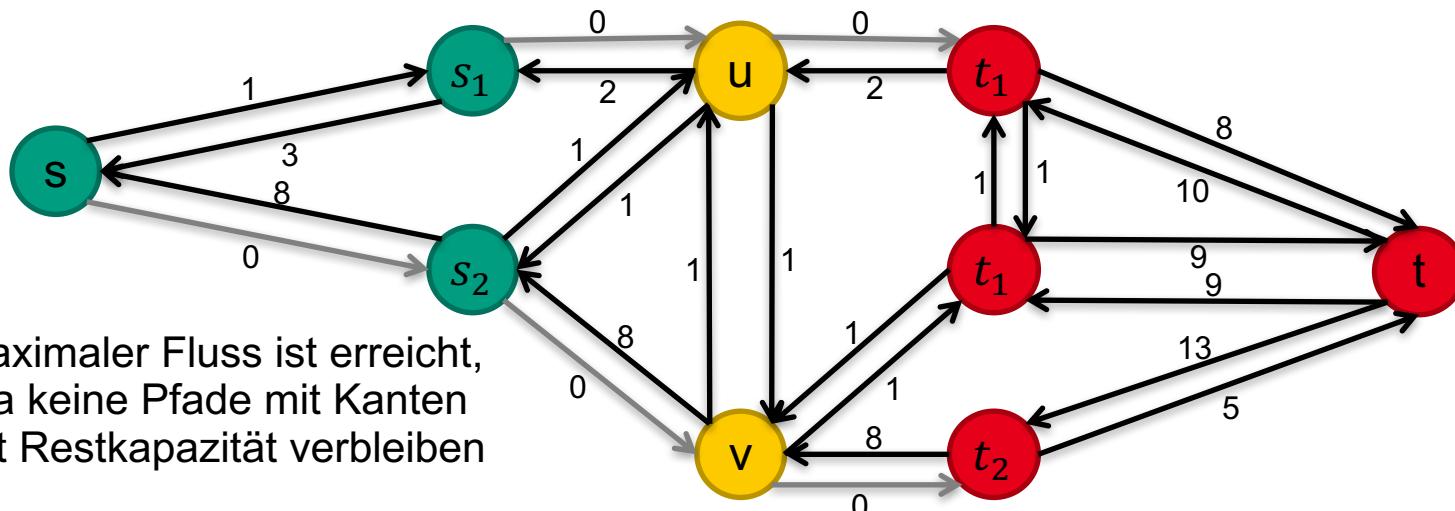
Beispiel: Bauphase planen



Beispiel: Bauphase planen

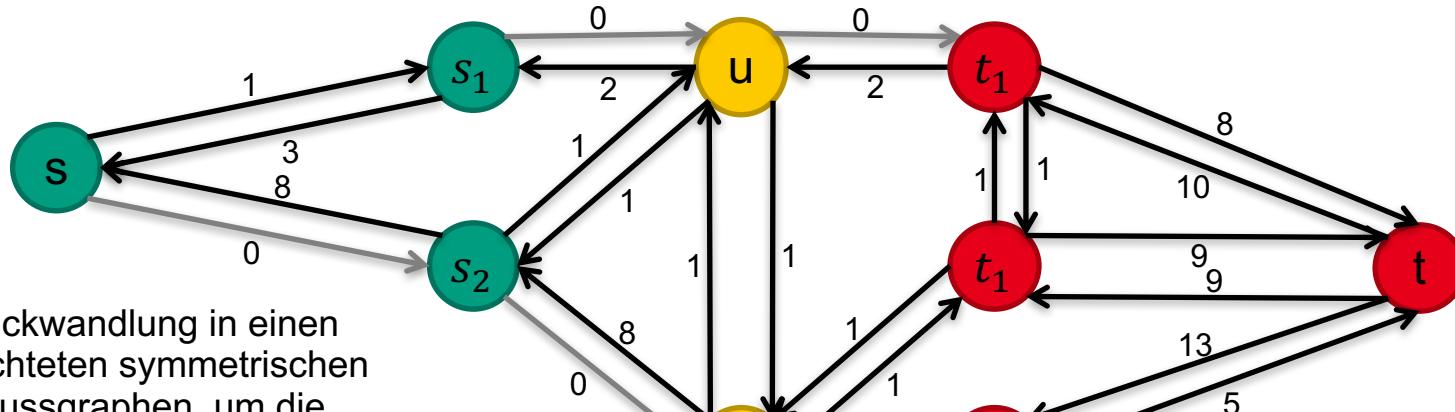


- Graue Kanten zeigen an, dass keine weitere Flusserhöhung entlang der Kante möglich ist



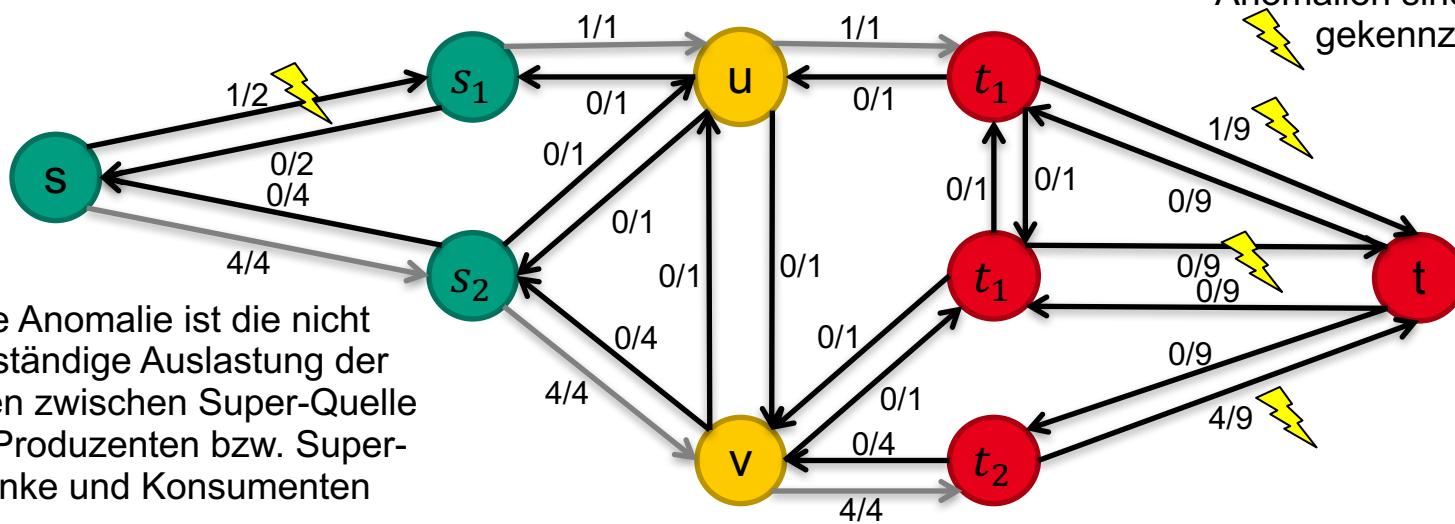
- Maximaler Fluss ist erreicht, da keine Pfade mit Kanten mit Restkapazität verbleiben

Beispiel: Bauphase planen



- Rückwandlung in einen gerichteten symmetrischen Flussgraphen, um die Anomalien zu bestimmen

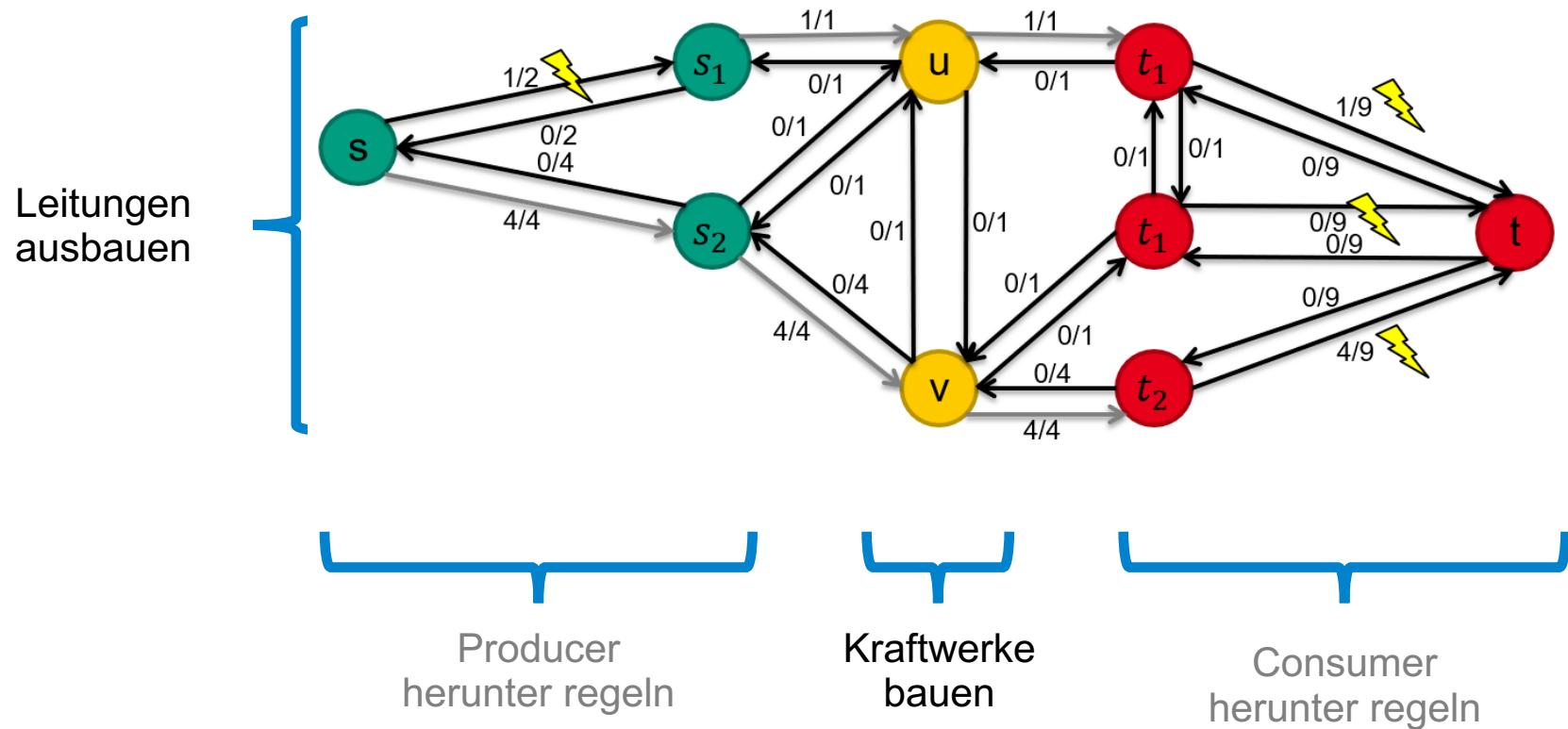
Anomalien sind mit einem ⚡ gekennzeichnet



- Die Anomalie ist die nicht vollständige Auslastung der Kanten zwischen Super-Quelle und Produzenten bzw. Super-Senke und Konsumenten

Beispiel: Bauphase planen

- Mögliche Planungsentscheidungen während der Bauphase sind in schwarz dargestellt



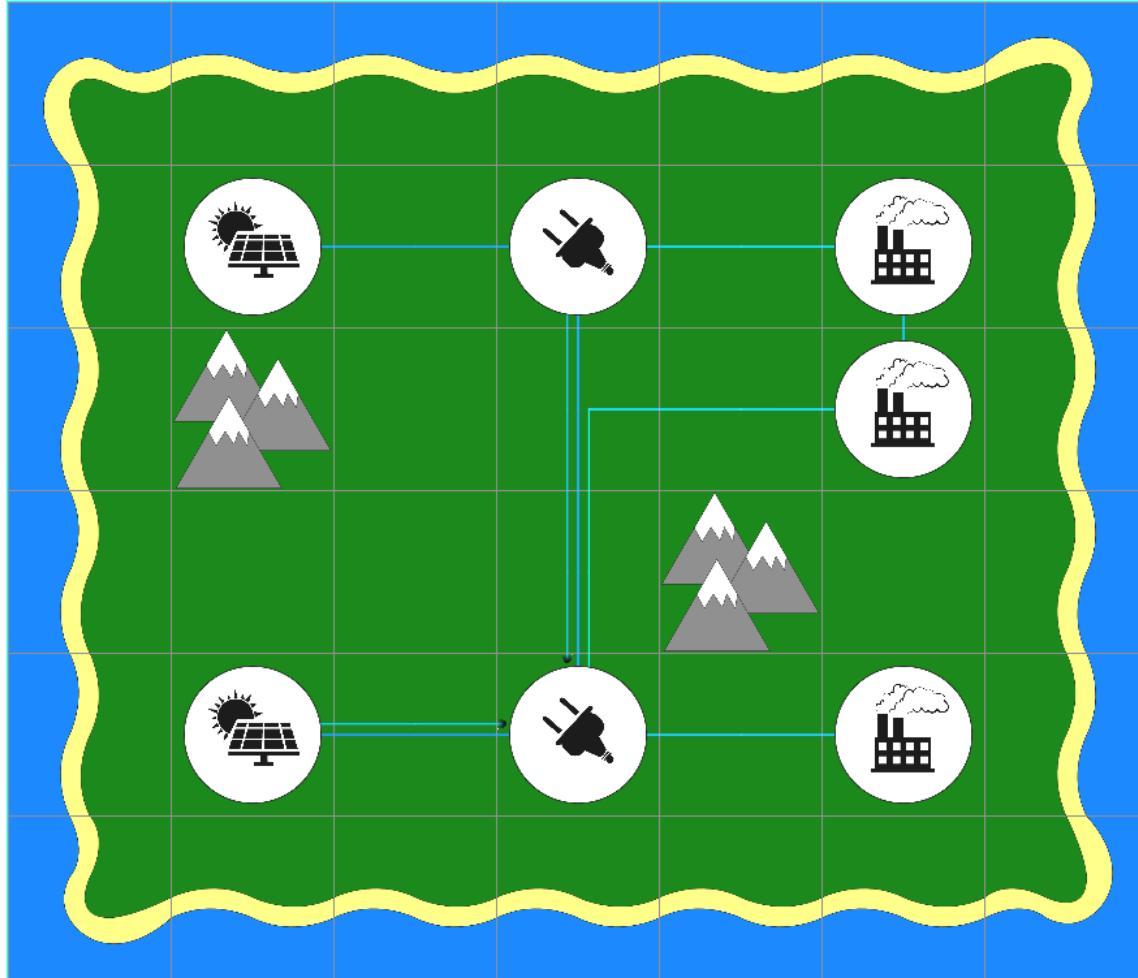
Beispiel: Bauphase planen

- Nach der erneuten Berechnung des maximalen Flusses wurden weiterhin Anomalien in Form einer nicht maximalen Auslastung der Produzenten und Konsumenten ermittelt
- Bauoptionen:
 - Option 1: Leitungsnetz ausbauen, um produzierte Leistung besser verteilen zu können
 - Option 2: Kraftwerke ausbauen, um mehr Leistung bereitstellen zu können
- Die Vorgehensweise kann so fortgesetzt werden, bis keine Anomalien mehr existieren, bzw. eine physikalische Grenze (keine TransformerStations zum Ausbauen vorhanden oder vollkommen ausgebautes Leitungsnetz) oder eine finanzielle Grenze (im EVS unbeschränkt) erreicht ist

Gliederung

- Maximale Flussberechnung für Planung der Bauphase
- Maximale Flussberechnung für Planung der Ausführungsphase
- Aufgabenblock 5

Ziele der Ausführungsphase



Ziele in der
Ausführungsphase:

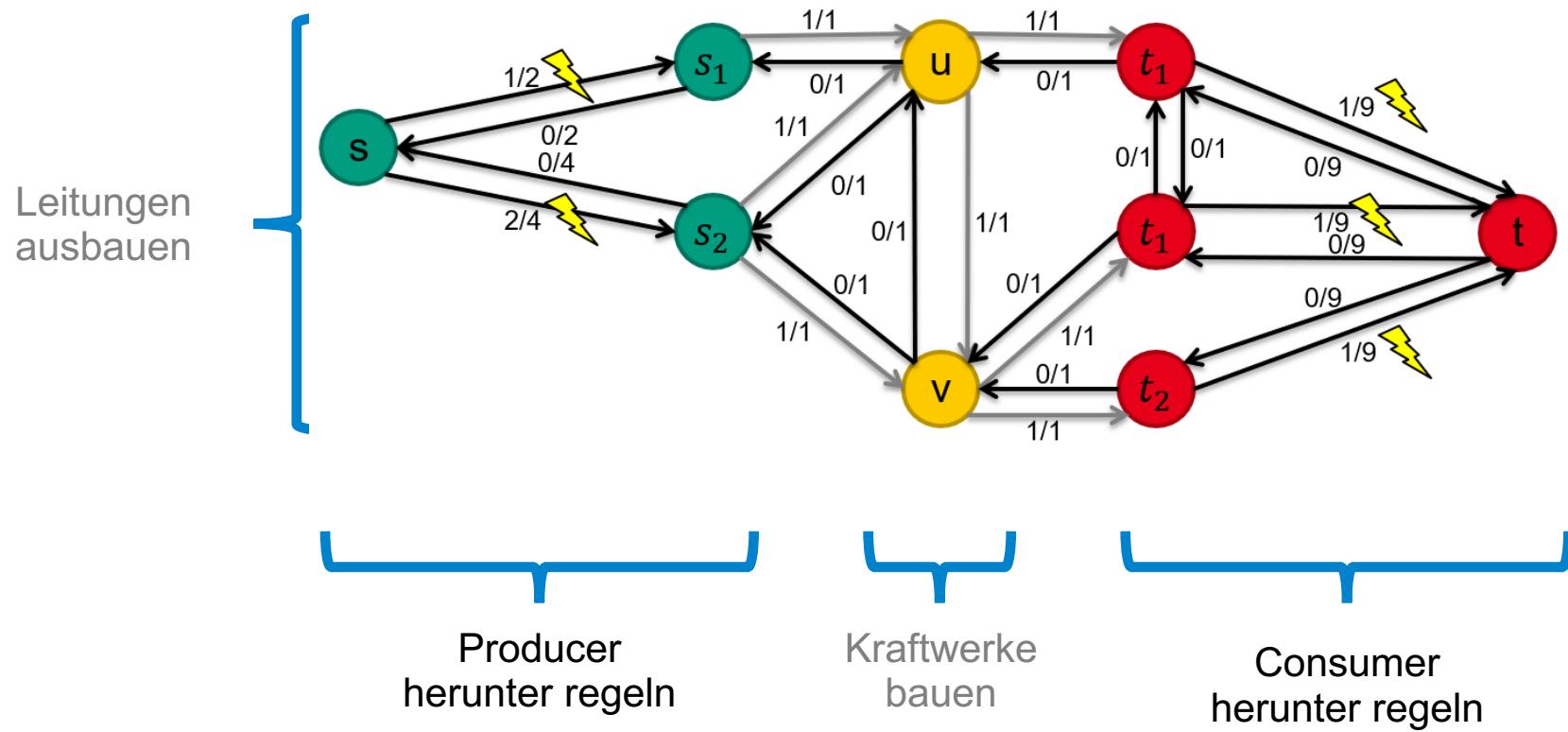
- Aktuelle Produktion an die aktuell benötigte Leistung anpassen
- Aktuellen Verbrauch an die aktuell verfügbare Leistung anpassen

Planungsentscheidungen:

- Regelung von Konsumenten
- Regelung von Produzenten

Beispiel: Ausführungsphase planen

- Mögliche Planungsentscheidungen während der Bauphase sind in schwarz dargestellt
- Gezeigt ist das ursprüngliche Netzwerk nach Berechnung des maximalen Flusses

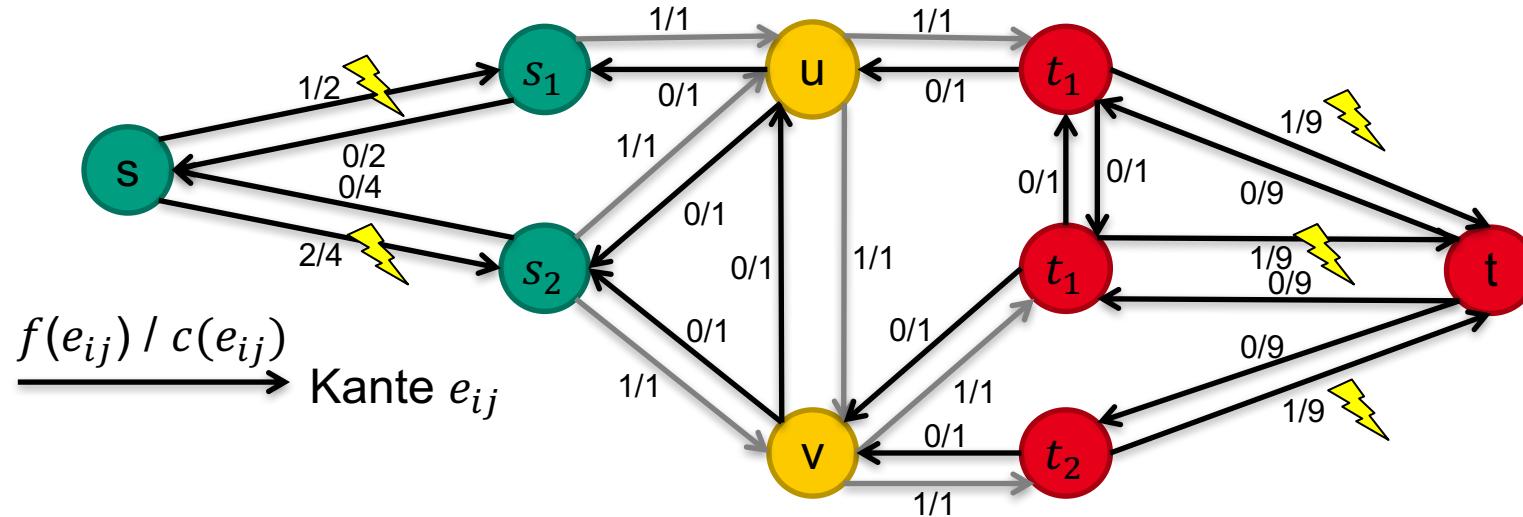


Beispiel: Ausführungsphase planen

- Nach der Berechnung des maximalen Flusses wurden Anomalien in Form einer nicht maximalen Auslastung der Produzenten und Konsumenten ermittelt
- Ausführungsoptionen:
 - Option 1: Produzenten regeln, um die angeforderte Leistung möglichst genau zu decken
 - Option 2: Konsumenten regeln, um die bereitgestellte Leistung möglichst genau zu verbrauchen
- Im Folgenden wird Option 2 gezeigt, indem t_1 , t_2 und t_3 geregelt werden, um die bereitgestellte und angeforderte Leistung anzulegen
- Diese Kombination bietet sich an, da sowohl Produzenten als auch Konsumenten nicht voll ausgelastet und IndustrialParks regelbar sind
- Die Veränderungen im Netzwerk werden in grün dargestellt

Beispiel: Ausführungsphase planen

- Die bereitgestellte Leistung von SolarPowerPlants ist uhrzeitabhängig

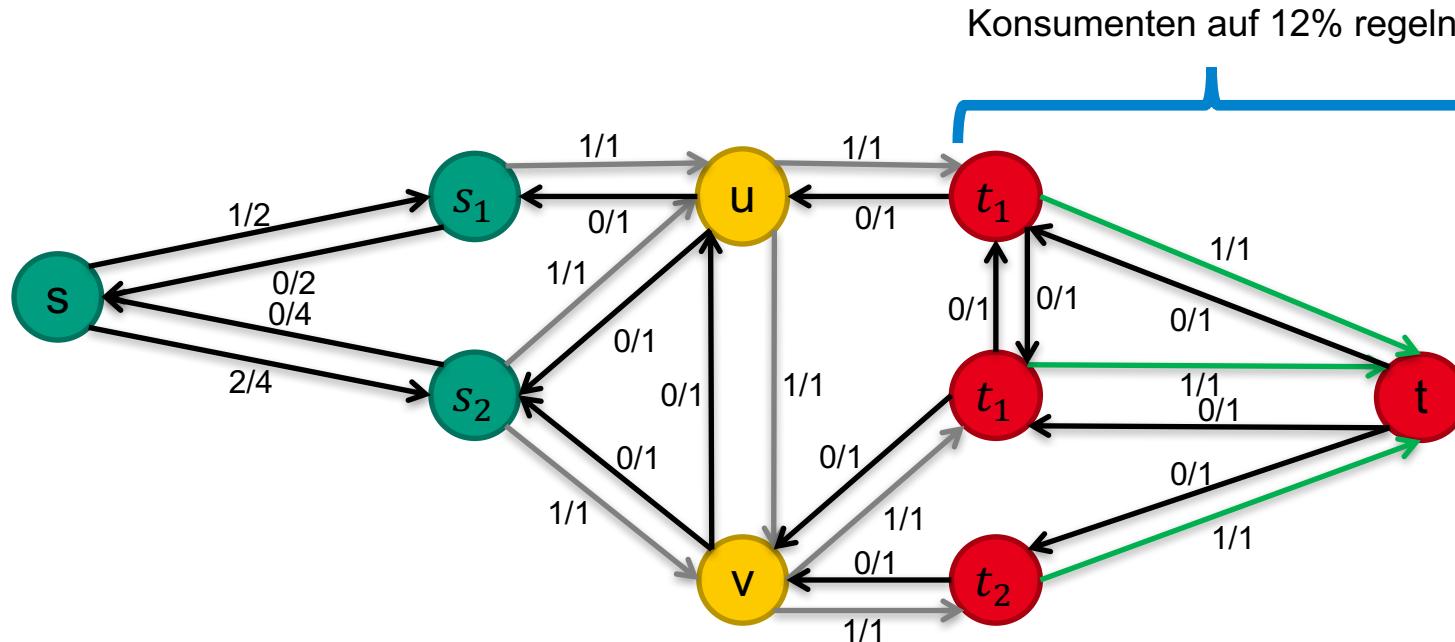


- Gerichteter symmetrischer Flussgraph, mit Kapazitäten und Flüssen im Verhältnis 1:100 dargestellt

- Uhrzeit: 12:00**
- SolarPowerPlants stellen 100% ihrer maximal produzierbaren Leistung bereit

Beispiel: Ausführungsphase planen

- Veränderte Leitungskapazitäten sind in grün dargestellt

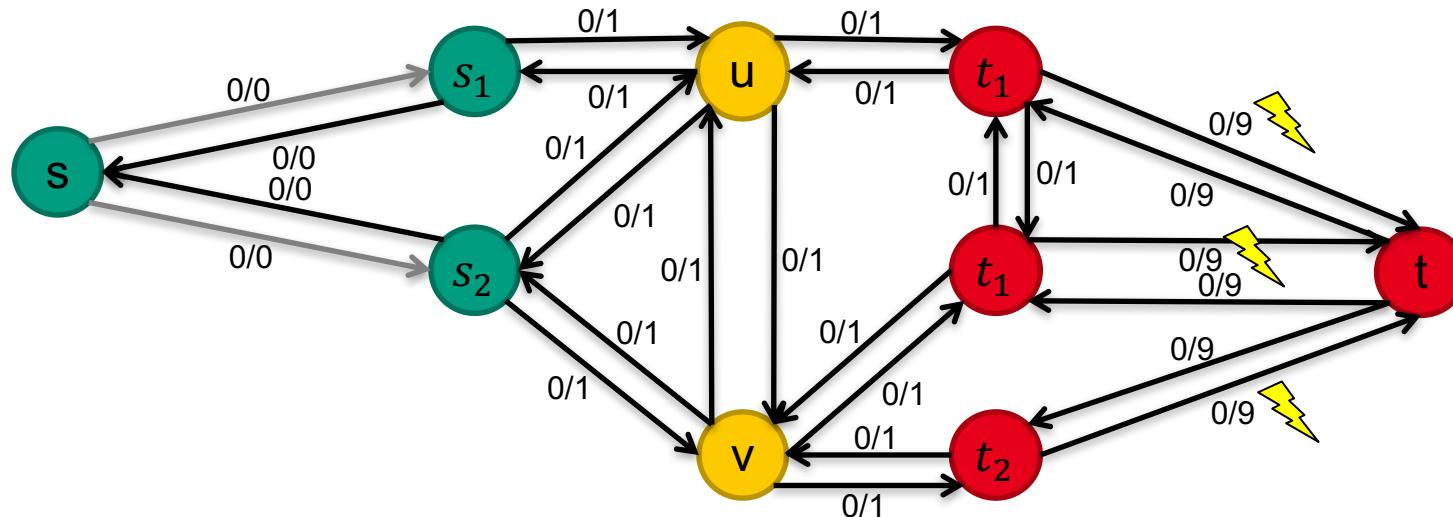


- Die Konsumenten werden auf einen bestimmten Prozentsatz ihrer angeforderten Leistung geregelt

- Uhrzeit: 12:00**
- SolarPowerPlants stellen 100% ihrer maximal produzierbaren Leistung bereit

Beispiel: Ausführungsphase planen

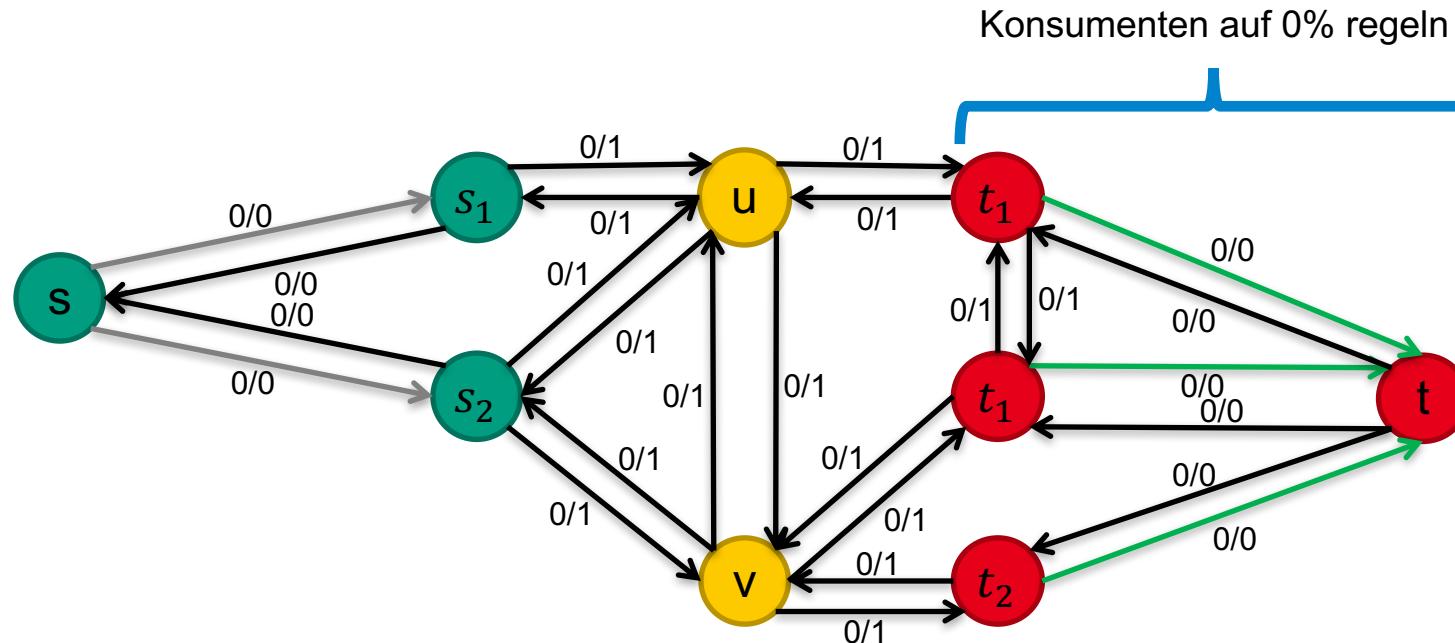
- Die bereitgestellte Leistung hat sich uhrzeitabhängig verändert, also müssen Konsumenten auf andere Prozentsätze geregelt werden



- Uhrzeit: 0:00**
 - SolarPowerPlants stellen 0% ihrer maximal produzierbaren Leistung bereit

Beispiel: Ausführungsphase planen

- Veränderte Leitungskapazitäten sind in grün dargestellt

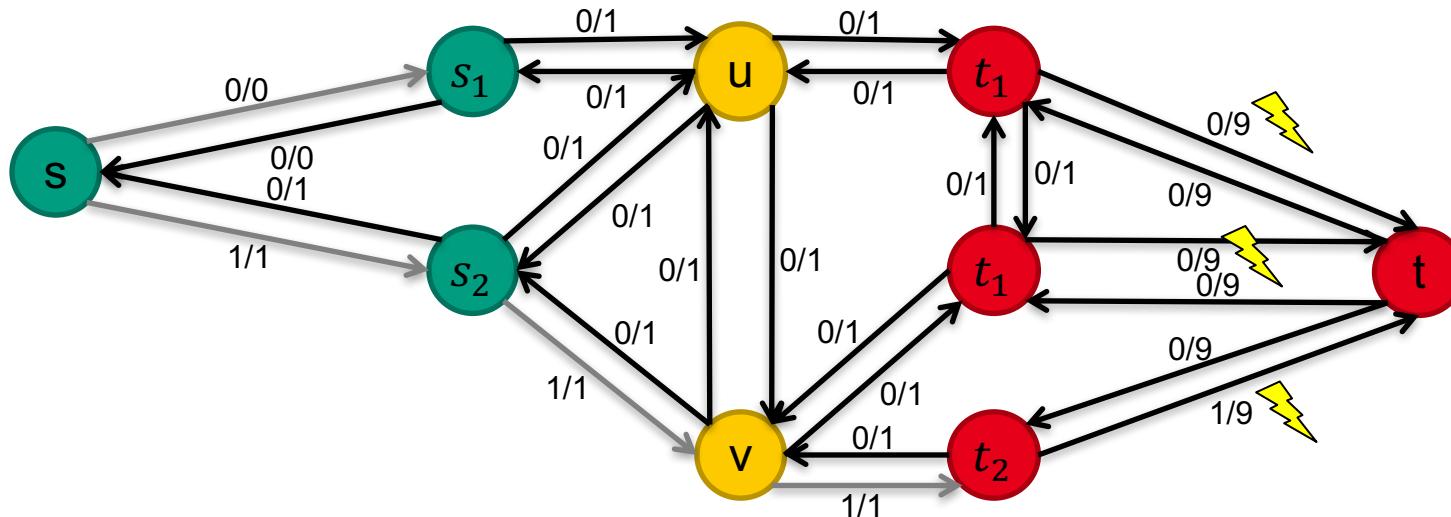


- Die Konsumenten werden auf einen bestimmten Prozentsatz ihrer angeforderten Leistung geregelt

- Uhrzeit: 0:00**
- SolarPowerPlants stellen 0% ihrer maximal produzierbaren Leistung bereit

Beispiel: Ausführungsphase planen

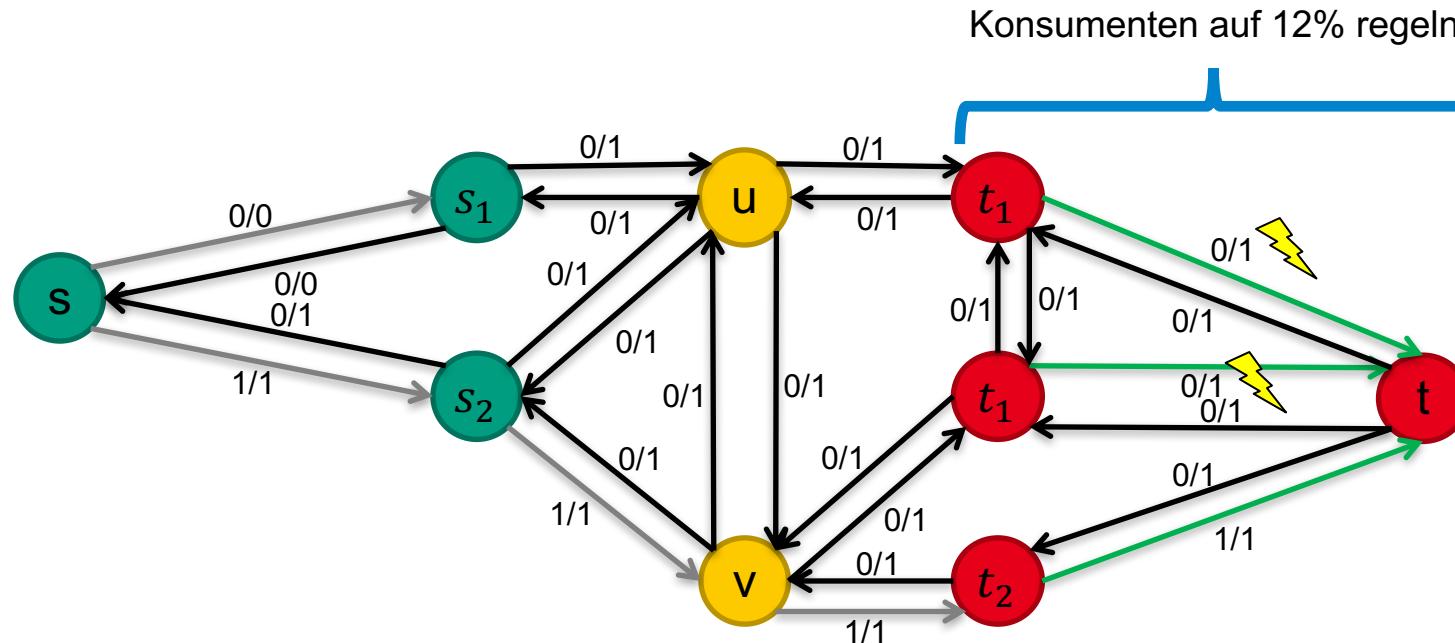
- Die bereitgestellte Leistung hat sich uhrzeitabhängig verändert, also müssen Konsumenten auf andere Prozentsätze geregelt werden



- Uhrzeit: 5:00**
- SolarPowerPlants stellen 30% ihrer maximal produzierbaren Leistung bereit

Beispiel: Ausführungsphase planen

- Veränderte Leitungskapazitäten sind in grün dargestellt

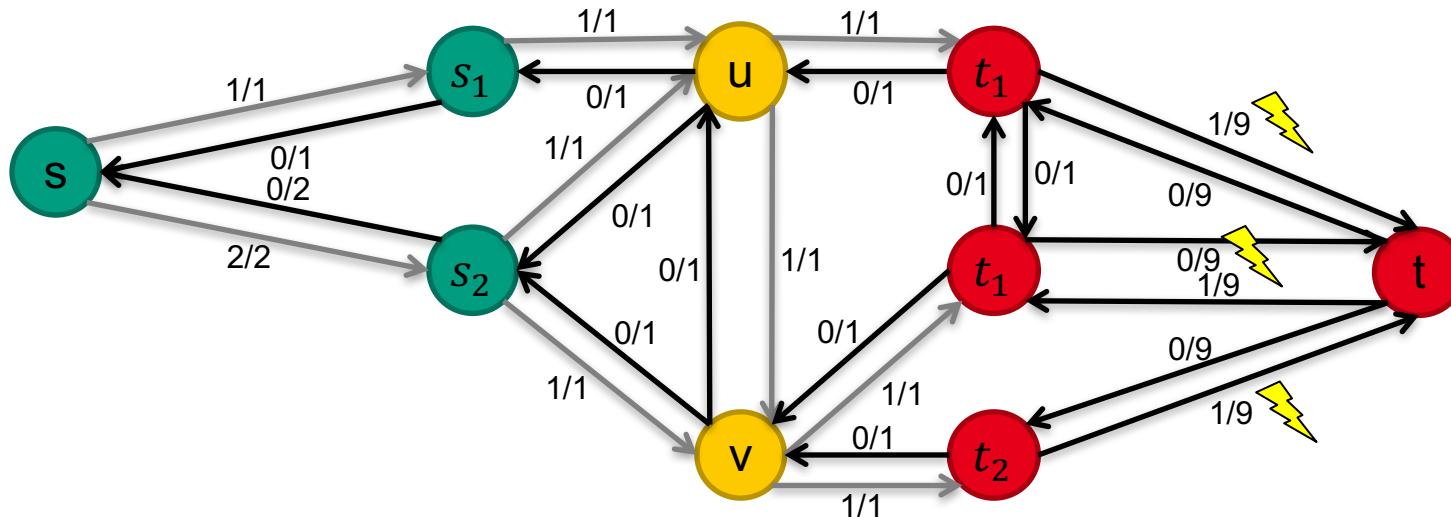


- Die Konsumenten werden auf einen bestimmten Prozentsatz ihrer angeforderten Leistung geregelt

- Uhrzeit: 5:00**
- SolarPowerPlants stellen 30% ihrer maximal produzierbaren Leistung bereit

Beispiel: Ausführungsphase planen

- Die bereitgestellte Leistung hat sich uhrzeitabhängig verändert, also müssen Produzenten und Konsumenten auf andere Prozentsätze geregelt werden

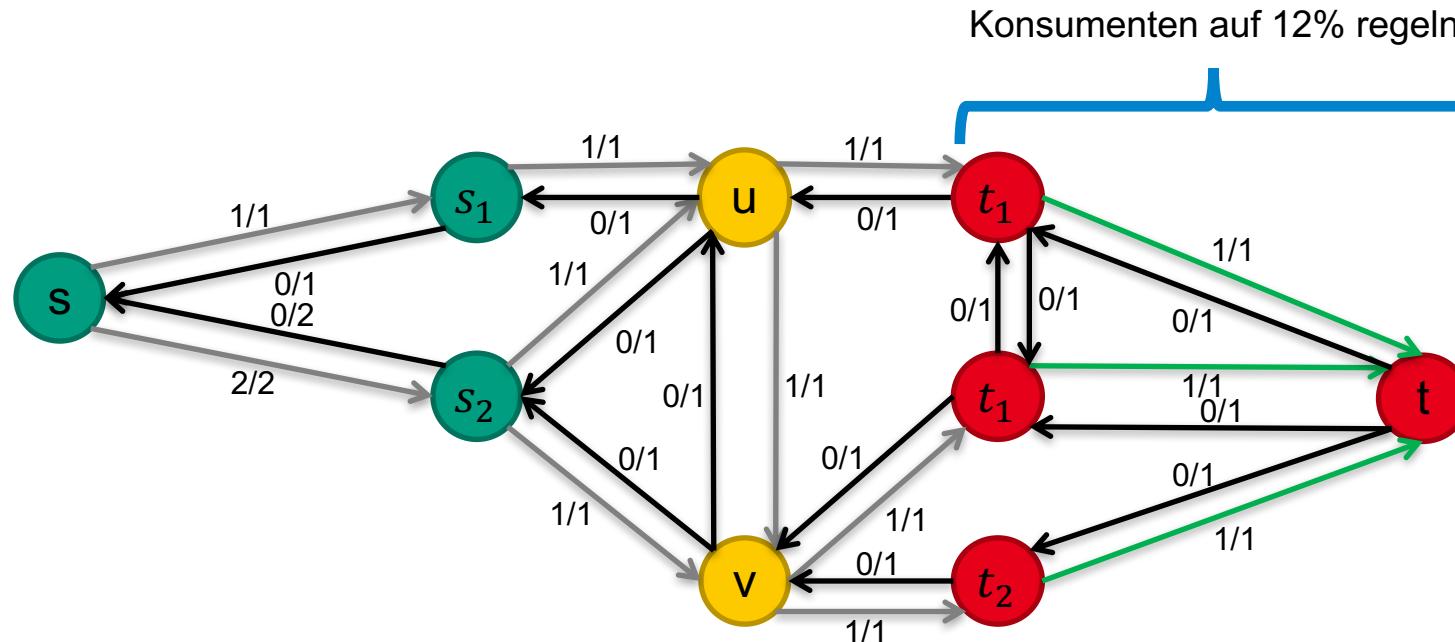


- In diesem Fall müssen nur die Konsumenten geregelt werden

- Uhrzeit: 8:00**
 - SolarPowerPlants stellen 60% ihrer maximal produzierbaren Leistung bereit

Beispiel: Ausführungsphase planen

- Veränderte Leitungskapazitäten sind in grün dargestellt



- Die Konsumenten werden auf einen bestimmten Prozentsatz ihrer angeforderten Leistung geregelt

- Uhrzeit:** 8:00
- SolarPowerPlants stellen 60% ihrer maximal produzierbaren Leistung bereit

Zusammenfassung des Vorgehens

- Ergänzen des Flussgraphen mit Super-Quelle und Super-Senke (Kantengewichte entsprechen der bereitgestellten/angeforderten Leistung)
- Berechnung des maximalen Flusses im zugehörigen Residualgraphen mit Ford-Fulkerson und Rückwandlung in Flussgraphen
- Erkennung von Anomalien und Optimierung des Netzwerks mit den genannten Möglichkeiten im Flussgraphen
- Erneute Iteration beginnend mit der Berechnung des maximalen Flusses

Erkennung von Anomalien

1. Identifikation von Kraftwerken, die zu viel Leistung produzieren durch eine nicht voll ausgelastete Leitung von der Super-Quelle zum Produzenten
2. Identifikation von Verbrauchern, die nicht genügend Leistung erhalten durch eine nicht voll ausgelastete Leitung vom Verbraucher zur Super-Senke
3. Identifikation von Engpässen im Leitungsnetz dadurch, dass 1. und 2. gleichzeitig zutreffen und/oder Leitungen im Netz nicht genutzt werden

Behandlung von Anomalien

1. Regelung von Produzenten, um die bereitgestellte Leistung der angeforderten Leistung und den vorhandenen Kapazitäten der Leitungen anzupassen
2. Regelung von Konsumenten, um die angeforderte Leistung der bereitgestellten Leistung und den vorhandenen Kapazitäten der Leitungen anzupassen
3. Bau von Kraftwerken, um die bereitgestellte Leistung der angeforderten Leistung anzupassen
4. Ausbau des Leitungsnetzes, um Engpässe zu vermeiden und vollständige Auslastung der Produzenten und Konsumenten zu ermöglichen

Gliederung

- Maximale Flussberechnung für Planung der Bauphase
- Maximale Flussberechnung für Planung der Ausführungsphase
- Aufgabenblock 5

Aufgabenblock 5



-
- 5.1. Klasse **FirstGame** für die Bauphase eines Spielablaufs implementieren
 - 5.2. Klasse **EnergyNetworkAnalyzer** implementieren
 - 5.3. Klasse **SunEnergyBroker** implementieren