Semesterprüfung FS25
Studienstandort Rapperswil / St.Gallen

NAME: _____ **VORNAME:**_____

MATRIKEL-Nr.: _____

STUDIENGANG: _____

Modulcode:	**M_DSY**
Modulbezeichnung:	**DISTRIBUTED SYSTEMS**
Modulowner:	**INFORMATIK**
Modulverantwortung:	Thomas Bocek
Prüfungsverantwortliche/r:	Thomas Bocek
Datum/Zeit:	**Montag, 07.07.2025,** 16:30 – 17:30 Uhr

erreichte / max. Punktzahl: _____/72 **Prüfungsnote:** _____

Korrektur: Thomas Bocek / _____ ____

(Name/Unterschrift)

Nr.	Aufgabe	Max. Punkte	Erreichte Punkte
1	Distributed Systems Basics	15	
2	Protocols and Web Architecture	16	
3	Containers and VMs	14	
4	Load Balancing	15	
5	Blockchain / Bitcoin	12	

Total 72

Hinweise allgemein:

- Zeit: 60 min.
- Zuerst diese Hinweise, dann die Prüfungsteile ganz durchlesen.
- Diese Prüfung ist **"Closed Book".**
- Taschenrechner ist nicht erlaubt.
- Es sind keine Hilfsmittel zugelassen; auch kein Handy oder Smart Watch.
- Alle Antworten und Lösungen in diese Aufgabenblätter schreiben.
- Keinen Bleistift und keine rote Farbe verwenden.
- Die Antworten und Lösungen müssen nachvollziehbar sein. Bitte alles in leserlicher Schrift!
- Keine Fragen während der Prüfung. Bei Unklarheiten sind sinnvolle Annahmen zu treffen und diese klar zu dokumentieren.
- Die Bewertungspunkte der Aufgaben können nach der Korrektur noch etwas variieren.

Hinweise zum Prüfungsbeginn:

- Versehen Sie das Titelblatt mit Ihrem Namen.
- Den OST-Badge sichtbar auf den Tisch legen.
- Allfällig bereitliegende Prüfung nicht umdrehen oder umblättern, bis die Aufsichtsperson explizit das OK dazu gegeben hat.

Hinweise zur Prüfungsabgabe:

- Kontrollieren Sie nochmals, ob die Prüfung mit Ihrem Namen versehen ist. Geben Sie alle Blätter – auch von nicht gelösten Aufgaben – geordnet ab.
- Nach Prüfungsende: Drehen Sie Ihre Prüfung um und warten Sie, bis die Prüfung eingesammelt wird. Bleiben Sie dann sitzen bis die/eine Aufsichtsperson die Prüfungen gezählt hat und ein Zeichen zum Verlassen des Raums gegeben hat.

Aufgabe 1: Distributed Systems Basics (15 Punkte)

a) (10P) Kreuzen Sie True/False für die jeweilige Aussage an. Es können mehrere Aussagen richtig / falsch sein. Fehlt ein Kreuz bei einer Antwort, dann gilt das als Fehler. Punkteverteilung pro Aufgabenblock (1-5): 2 Punkte für alles richtig, 1 Punkt für einen Fehler, 0 Punkte für mehr Fehler.

		Statement	True	False
1	Welche der folgenden Aussagen über die Gründe für verteilte Systeme sind richtig oder falsch?			
	a)	Verteilte Systeme reduzieren die Komplexität einer Anwendung.		
	b)	Vertikale Skalierung ist immer kostengünstiger als horizontale Skalierung bei gleicher Leistungssteigerung.		
	c)	Synchrone Kommunikation ist in verteilten Systemen immer effizienter als asynchrone Kommunikation.		
	d)	Es gibt eine einzige, universell anwendbare Kategorisierung von verteilten Systemen.		
2	Welche Aussagen zu Transparenz-Prinzipien in verteilten Systemen sind korrekt?			
	a)	Location Transparency bedeutet, dass Benutzer die physische Position von Ressourcen nicht kennen müssen.		
	b)	Replication Transparency verbirgt vor dem Benutzer, dass mehrere Kopien einer Ressource existieren.		
	c)	Security Transparency bedeutet, dass Sicherheitsmechanismen für Benutzer auditierbar sind.		
	d)	Failure Transparency stellt sicher, dass Benutzer sich der Recovery-Mechanismen nicht bewusst sind.		
3	Welche Aussagen über Fehlertoleranz-Mechanismen sind korrekt?			
	a)	Heartbeat-Mechanismen erkennen ausgefallene Nodes durch regelmässige Lebenszeichen.		
	b)	Fehlertoleranz eliminiert die Möglichkeit von Systemausfällen vollständig.		
	c)	Read Replicas können Schreiblast von der Master-Datenbank abnehmen.		
	d)	Timeout-Mechanismen können fälschlicherweise langsame Nodes als ausgefallen markieren.		
4	Welche der folgenden Aussagen über die Definition verteilter Systeme sind korrekt?			
	a)	Ein verteiltes System abstrahiert die Komplexität mehrerer vernetzter Nodes hinter einer einheitlichen Schnittstelle.		
	b)	In einem verteilten System müssen alle Komponenten immer synchron kommunizieren.		
	c)	Heterogenität ist ein mögliches Merkmal verteilter Systeme.		
	d)	Das CAP-Theorem ermöglicht es, jede verteilte Anwendung eindeutig in eine von drei Kategorien einzuordnen.		
5	Welche Aussagen über verteilte Systeme und Cloud Computing sind richtig?			
	a)	Cloud Umgebungen bieten unbegrenzte Ressourcen.		
	b)	Verteilte Systeme sind immer schneller als monolithische Systeme.		
	c)	Verschlüsselung löst alle Sicherheitsprobleme.		
	d)	Mit genügend Replicas kann 100% Verfügbarkeit garantiert werden.		

b) (3P) Nennen Sie die drei Hauptgründe, warum verteilte Systeme eingesetzt werden.

Grund 1:

Grund 2:

Grund 3:

c) (2P) Erklären Sie den Unterschied zwischen "Controlled" und "Fully Decentralized" Distributed Systems.

Controlled Distributed Systems:

Fully Decentralized Systems:

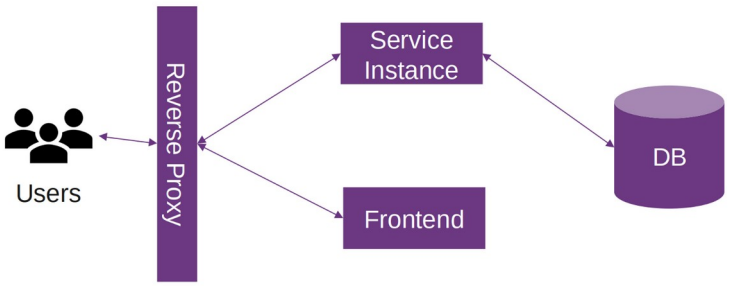
Aufgabe 2: Protocols and Web Architecture (16 Punkte)

a) (10P) Kreuzen Sie True/False für die jeweilige Aussage an. Es können mehrere Aussagen richtig / falsch sein. Fehlt ein Kreuz bei einer Antwort, dann gilt das als Fehler. Punkteverteilung pro Aufgabenblock (1-5): 2 Punkte für alles richtig, 1 Punkt für einen Fehler, 0 Punkte für mehr Fehler.

	Statement		True	False
1	Welche der folgenden Aussagen über Transportprotokolle sind richtig oder falsch?			
	a)	TCP bietet sowohl Flow Control als auch Congestion Control.		
	b)	UDP ist ein verbindungsloses Protokoll ohne Flow Control.		
	c)	QUIC wird für HTTP/3 verwendet und löst unter anderem das Head-of-line Blocking Problem von HTTP/2.		
	d)	QUIC eliminiert Overhead durch Verzicht auf Fehlerkorrektur und Neuübertragungen.		
2	Welche Aussagen zu WebSockets und Server-Sent Events (SSE) sind korrekt?			
	a)	WebSockets ermöglichen Full-Duplex-Kommunikation.		
	b)	Server-Sent Events (SSE) ermöglichen Full-Duplex-Kommunikation.		
	c)	WebSockets beginnen mit einem HTTP-Handshake und nutzen das HTTP Upgrade-Header, um die Verbindung auf das WebSocket-Protokoll umzustellen.		
	d)	Bei verschlüsselten WebSocket-Verbindungen wird das Schema wss:// verwendet.		
3	Welche der folgenden Aussagen über WebRTC sind richtig?			
	a)	WebRTC ermöglicht Peer-to-Peer-Kommunikation direkt im Browser aber mit Plugins.		
	b)	WebRTC benötigt immer einen Server für die Datenübertragung.		
	c)	Für WebRTC ist ein Signaling-Mechanismus notwendig, der aber nicht im Standard definiert ist.		
	d)	TURN-Server fungieren als Relay, wenn direkte Peer-to-Peer-Verbindungen durch Firewalls blockiert sind.		
4	Welche Aussagen über HTTP-Versionen und deren Eigenschaften sind korrekt?			
	a)	HTTP/2 komprimiert automatisch alle Nutzdaten für bessere Performance.		
	b)	HTTP/3 über QUIC ist weniger zuverlässig als HTTP/2 über TCP, aber dafür schneller.		
	c)	QUIC ermöglicht 0-RTT (Zero Round Trip Time) Verbindungen für bekannte Server.		
	d)	HTTP/1.1 ist effizienter als HTTP/2 bei der gleichzeitigen Übertragung mehrerer Ressourcen.		
5	Welche der folgenden Aussagen über RPC und Custom Protocols sind richtig?			
	a)	Mit RPC sind Netzwerk-Calls genauso zuverlässig wie lokale Funktionsaufrufe.		
	b)	JSON/REST ist immer effizienter als binäre Protokolle.		
	c)	Custom Protocols können effizienter sein, benötigen aber mehr Entwicklungszeit.		
	d)	RPCs sind immer synchron.		

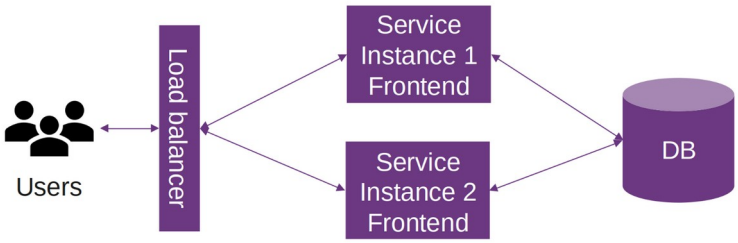
b) (4P) Identifizieren Sie, welche Architektur SSR und welche CSR darstellt. Begründen Sie Ihre Antwort anhand eines konkreten Merkmals pro Architektur.

Architektur 1:



Architektur: Begründung:

Architektur 2:



Architektur: Begründung:

c) (2P) Welches Problem gibt es in der linken Architektur mit modernen Browsern und wie löst die rechte Architektur dieses Problem?

Problem: Lösung:

Aufgabe 3: Containers and VMs (14 Punkte)

a) (10P) Kreuzen Sie True/False für die jeweilige Aussage an. Es können mehrere Aussagen richtig / falsch sein. Fehlt ein Kreuz bei einer Antwort, dann gilt das als Fehler. Punkteverteilung pro Aufgabenblock (1-5): 2 Punkte für alles richtig, 1 Punkt für einen Fehler, 0 Punkte für mehr Fehler.

		Statement	True	False
1	Welche Aussagen über Hypervisors sind richtig oder falsch?			
	a)	Type 1 Hypervisors (bare-metal) laufen direkt auf der Hardware ohne Host-Betriebssystem.		
	b)	Type 2 Hypervisors (hosted) benötigen ebenfalls kein Host-Betriebssystem.		
	c)	VMs auf demselben Hypervisor können direkt auf den Speicher anderer VMs zugreifen für effiziente Kommunikation.		
	d)	Hypervisors können auch problemlos VMs mit einer anderen Architektur wie der Host ausführen.		
2	Was sind die Hauptunterschiede zwischen VMs und Containern?			
	a)	VMs virtualisieren die komplette Hardware, Container teilen sich den Kernel des Host-OS.		
	b)	Container starten schneller als VMs, weil sie kein eigenes Betriebssystem booten müssen, sondern den Host-Kernel nutzen.		
	c)	Container bieten bessere Isolation als VMs, da sie komplett getrennte Betriebssysteme haben.		
	d)	Container und VMs nutzen identische Virtualisierungstechnologien, nur mit unterschiedlichen Namen.		
3	Welche Aussagen über Container-Runtimes und deren Architektur sind korrekt?			
	a)	Daemon-basierte Container-Runtimes haben einen zentralen Prozess, der alle Container verwaltet.		
	b)	OS-Level-Virtualisierung nutzt Linux-Kernel-Features wie Namespaces und Cgroups für Isolation.		
	c)	Docker für Windows/macOS nutzt typischerweise eine virtuelle Maschine, um Linux-Container auf nicht-Linux-Systemen auszuführen.		
	d)	MicroVMs können die Sicherheit von VMs mit der Geschwindigkeit von Containern kombinieren.		
4	Welche Aussagen über Container-Orchestrierung und deren Einsatzgebiete sind richtig?			
	a)	Orchestrierungs-Tools ersetzen Load Balancer vollständig, da sie Traffic-Verteilung übernehmen.		
	b)	Docker Compose speichert automatisch den State aller Container und stellt ihn nach Neustarts wieder her.		
	c)	Bei Ausfall eines Nodes können mit einem Orchestrierungs-Tools die darauf laufenden Container automatisch auf anderen Nodes gestartet werden.		
	d)	Mit Container-Orchestrierung werden Anwendungen automatisch horizontal skalierbar ohne Code-Änderungen.		
5	Welche Aussagen über die technischen Grundlagen von Container-Isolation sind korrekt?			
	a)	Network Namespaces isolieren Netzwerk-Interfaces, Routing-Tabellen und Firewall-Regeln zwischen Containern.		
	b)	Cgroups implementieren alle Features die eine Container-Isolation benötigt.		
	c)	OverlayFS ermöglicht schichtbasierte Dateisysteme, wodurch Container-Images aus mehreren Read-Only Layern bestehen.		
	d)	Die Kombination von Namespaces und Cgroups bietet die gleiche Isolationsstärke wie Hardware-Virtualisierung.		

b) (2P) Erklären Sie den Hauptunterschied zwischen Docker Compose und Kubernetes bezüglich ihrer Einsatzgebiete.

Einsatzgebiete Docker Compose:

Einsatzgebiete Kuberenets:

c) (2P) Ein Entwickler hat folgendes Dockerfile geschrieben:

```
FROM ubuntu:24.04
RUN apt-get update && apt-get install -y wget
RUN wget https://example.com/util-latest.tar.gz
RUN tar -xzf util-latest.tar.gz && ./install.sh
COPY app.py /app/
CMD ["python", "/app/app.py"]
```

Ein Bugfix in util-latest für die Python-Anwendung scheint nicht zu funktionieren. Obwohl der Fix implementiert wurde, tritt der Fehler weiterhin auf. Was könnten das Problem dafür sein? Und wie sieht eine mögliche Lösung aus?

Problem:

Lösung:

Aufgabe 4: Load Balancing (15 Punkte)

a) (10P) Kreuzen Sie True/False für die jeweilige Aussage an. Es können mehrere Aussagen richtig / falsch sein. Fehlt ein Kreuz bei einer Antwort, dann gilt das als Fehler. Punkteverteilung pro Aufgabenblock (1-5): 2 Punkte für alles richtig, 1 Punkt für einen Fehler, 0 Punkte für mehr Fehler.

		Statement	True	False
1	Was sind die Hauptziele und Eigenschaften von Load Balancing?			
	a)	Load Balancing kann Workloads verteilen zur Erhöhung der Verfügbarkeit.		
	b)	Load Balancing garantiert, dass alle Server immer exakt gleich viele Anfragen erhalten.		
	c)	Alle Load Balancer senden Anfragen nur an Server, die online und verfügbar sind.		
	d)	Load Balancing ermöglicht flexibles Hinzufügen oder Entfernen von Servern nach Bedarf.		
2	Welche Aussagen zu Load Balancing Algorithmen sind korrekt?			
	a)	Round Robin verteilt eingehende Anfragen der Reihe nach an jeden Server, beginnt nach dem letzten Server wieder beim ersten.		
	b)	Least Connections sendet neue Anfragen an den Server mit den meisten aktiven Verbindungen.		
	c)	Weighted Round Robin kann die unterschiedliche Leistungsfähigkeit der Server berücksichtigen.		
	d)	Cookie-basierte Sticky Sessions speichern die Server-Zuordnung in einem HTTP-Cookie.		
3	Was sind die Unterschiede zwischen Layer 4 und Layer 7 Load Balancern?			
	a)	L7 Load Balancer arbeiten auf Transport-Layer und verteilen basierend auf IP/Port.		
	b)	L4 Load Balancer können HTTP-Header und Content inspizieren und basierend darauf routen.		
	c)	L7 Load Balancer sind weniger ressourcenintensiv als L4 Load Balancer.		
	d)	L4 Load Balancer terminieren typischerweise TLS-Verbindungen.		
4	Welche Aussagen zu Health Checks und Sticky Sessions sind richtig?			
	a)	Active Health Checks senden regelmässige Probes an Backend-Server (z.B. alle 3 Sekunden).		
	b)	Passive Health Checks prüfen nur bei eingehenden Requests den Server-Status.		
	c)	Sticky Sessions sind ideal für stateless Services.		
	d)	Stateless Services skalieren besser horizontal, da neue Server ohne Synchronisation von Session-Daten hinzugefügt werden können.		
5	Welche Aussagen über Load Balancer sind korrekt?			
	a)	Bei fehlgeschlagenen Health Checks wird ein Server temporär aus der Rotation genommen, bis er wieder gesund ist.		
	b)	Load Balancer mit Container-Orchestrierung können Service-Discovery nutzen, um dynamisch neue Container-Instanzen zu erkennen.		
	c)	Load Balancer können die Gesamtkapazität eines Systems über die Summe der Backend-Server hinaus erhöhen.		
	d)	DNS Round-Robin ist eine einfache Form des Load Balancing mit Caching-Nachteilen.		

b) (2P) Vergleichen Sie aktive und passive Health Checks bei Load Balancern. Nennen Sie je einen Vorteil.

Vorteil aktive Health Checks:

Vorteil passive Health Checks:

c) (2P) Bei passiven Health Checks gibt es zwei verschiedene Verhaltensweisen, wie Load Balancer mit fehlgeschlagenen Requests umgehen. Beschreiben Sie beide Ansätze.

Ansatz 1:

Ansatz 2:

d) (1P) Ein Start-up muss seine Web-Anwendung von einem Server auf mehrere Load-Balanced Server skalieren. Der CTO schlägt vor, von Session-basierter auf JWT-basierte Authentifizierung umzusteigen. Macht dieser Vorschlag Sinn? Begründen Sie diese Entscheidung aus technischer Sicht.

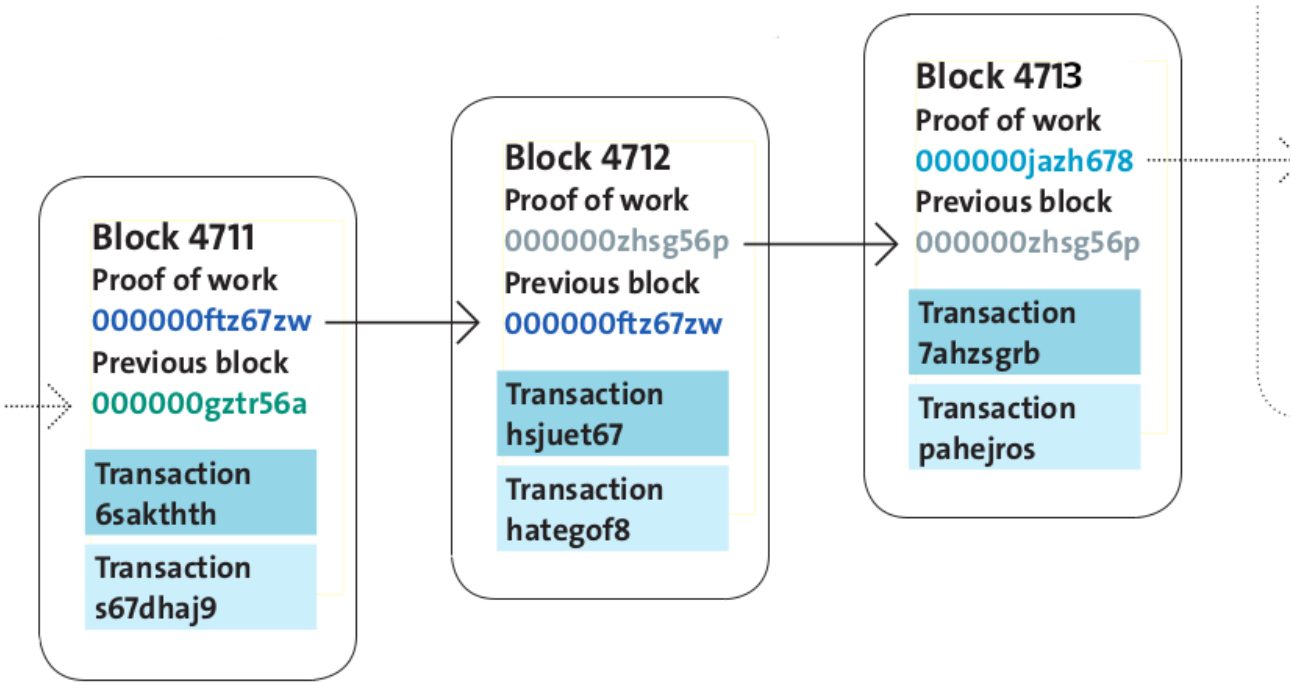
Begründung:

Aufgabe 5: Blockchain / Bitcoin (12 Punkte)

a) (10P) Kreuzen Sie True/False für die jeweilige Aussage an. Es können mehrere Aussagen richtig / falsch sein. Fehlt ein Kreuz bei einer Antwort, dann gilt das als Fehler. Punkteverteilung pro Aufgabenblock (1-5): 2 Punkte für alles richtig, 1 Punkt für einen Fehler, 0 Punkte für mehr Fehler.

		Statement	True	False
1	Welche grundlegenden Eigenschaften hat Bitcoin?			
	a)	Bitcoin operiert als Peer-to-Peer-Netzwerk mit einer zentrale Kontrollinstanz / Autorität.		
	b)	Die kleinste Bitcoin-Einheit ist 1 Satoshi.		
	c)	Die maximale Gesamtmenge aller Bitcoin, die jemals existieren werden, ist auf etwa 42 Millionen BTC begrenzt.		
	d)	Das Bitcoin-Protokoll passt die Mining-Schwierigkeit automatisch an, um durchschnittlich alle 12 Sekunden einen neuen Block zu erzeugen.		
2	Wie funktionieren Bitcoin Wallets und Adressen?			
	a)	Ein Wallet kann als "Watch-only" nur öffentliche Schlüssel enthalten, benötigt aber private Schlüssel zum Ausgeben von Bitcoin.		
	b)	Die Bitcoin-Adresse wird unter anderem aus dem öffentlichen Schlüssel hergeleitet.		
	c)	Auch wenn private Schlüssel verloren gehen, können Bitcoins von Minern wiederhergestellt werden.		
	d)	Jede Bitcoin-Transaktion enthält immer genau eine digitale Signatur.		
3	Welche Aussagen zum UTXO-Modell sind korrekt?			
	a)	UTXO steht für "Unspent Transaction Output".		
	b)	Bei UTXO-Systemen wird immer der komplette Output einer Transaktion ausgegeben.		
	c)	Ein Transaction Output kann mehrmals ausgegeben werden.		
	d)	Die Summe aller UTXOs, die einer Adresse zugeordnet sind, ergibt das verfügbare Guthaben.		
4	Welche Aussagen zu Proof of Work und Proof of Stake sind richtig?			
	a)	Bitcoin verwendet Proof of Work mit hohem Energieverbrauch.		
	b)	Ethereum hat von Proof of Stake zu Proof of Work gewechselt.		
	c)	Proof of Stake ist generell energieeffizienter als Proof of Work.		
	d)	Proof of Work-Systeme nutzen kryptographische Puzzles, deren Lösung nur durch Ausprobieren gefunden werden kann.		
5	Wie hat sich das Bitcoin Mining entwickelt?			
	a)	Jede neue Mining-Generation (CPU → GPU → FPGA → ASIC) hat eine deutlich höhere Energieeffizienz (Hashes pro Watt).		
	b)	Ein ASIC Miner kann beliebige Hash-Algorithmen verwenden und für unterschiedliche Proof-of-Work Blockchains verwendet werden.		
	c)	Grosse Mining-Farmen sind wegen hohen Strompreisen nicht rentabel.		
	d)	Die Entwicklung spezialisierter Mining-Hardware ist eine Folge des wirtschaftlichen Wettbewerbs zwischen Minern.		

b) (2P) Die Blockchain-Grafik zeigt drei Blöcke (4711, 4712, 4713). Ein Angreifer möchte die Transaktion "6sakthth" aus Block 4711 löschen. Beschreiben Sie, was der Angreifer tun müsste, um dies erfolgreich durchzuführen.



Vorgehensweise des Angreifers: