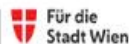


Von Österreich zur Ukraine und zurück: Aktive Messungen zum Erkennen von Internetausfällen

Network & Critical Infrastructure Security Group

Florian Holzbauer

fholzbaue@sba-research.org



22-07 2022-08 2022-09 2022-10 2022-11 2022-12 2023-01 2023-02 2023-03

Motivation

UKRAINE-KONFLIKT

Neue US-Warnung vor Angriff durch Russland

Die Ukraine bereitet sich angesichts der Eskalation im Konflikt mit Moskau auf einen drohenden Einmarsch russischer Truppen vor. Auch die USA warnen erneut davor, dass eine Offensive bevorstehe. Einen Anlass gäbe es bereits: Die Führung der ostukrainischen Separatistengebiete bat den Kreml am Mittwoch offiziell um „Hilfe“ gegen die ukrainische „Aggression“.

23. Februar 2022, 21:13 Uhr (Update: 23. Februar 2022, 22:20 Uhr)

CountryMonitor misst Internetausfälle

```
$ countrymonitor/scan.sh UA 8000
```

Seither Messungen alle 2h

FEBRUAR
2022

FEBRUAR
2025

02.03.2022
10:00:00

UKRAINE-KRISE 241

Was bisher über die russische Offensive bekannt ist

Russlands Präsident Putin hat am frühen Donnerstagmorgen den Angriff auf die Ukraine gestartet

24.2.2022, 13:48



Was sind Internetausfälle?

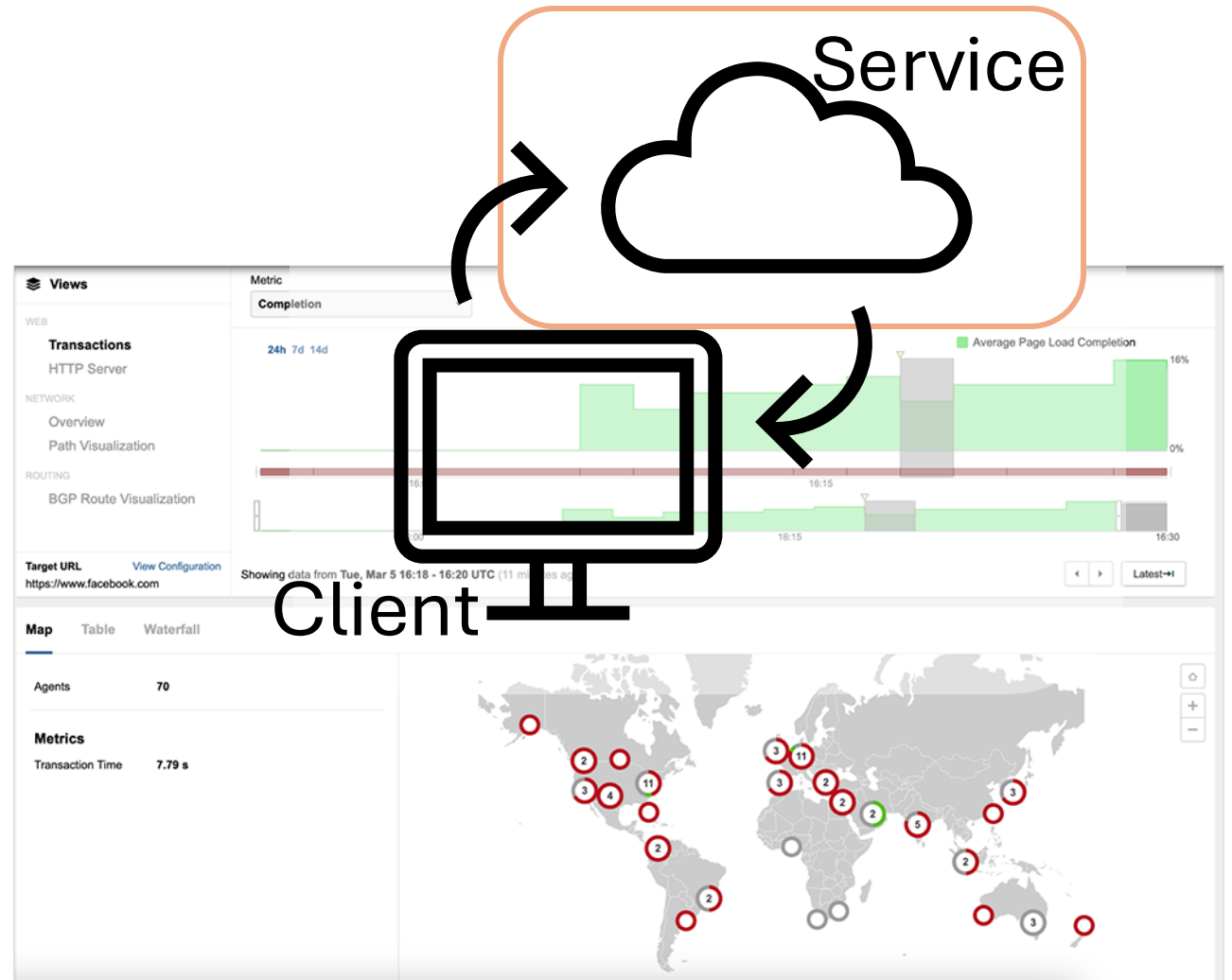
OUTAGE ANALYSES

The Top Internet Outages of 2024: Analyses and Takeaways

By [Internet Research Team](#) | January 21, 2025 | 12 min read

Here, we go through some of the most notable outages and disruptions of 2024, identifying key takeaways to help you assure great digital experiences for your users in 2025.

- [Microsoft Teams Service Disruption \(January 26\)](#)
- [Meta Outage \(March 5\)](#)
- [Atlassian Confluence Disruption \(March 26\)](#)
- [Google.com Outage \(May 1\)](#)
- [CrowdStrike Sensor Update Incident \(July 19\)](#)
- [Cloudflare Disruption \(September 16\)](#)
- [Microsoft Outage \(November 25\)](#)
- [OpenAI Outage \(December 11\)](#)
- <https://www.thousandeyes.com/blog/top-internet-outages-2024#Microsoft-Teams-Disruption>



Internetausfälle - Services

OUTAGE ANALYSES




The Top Internet Outages of 2024: Analyses and Takeaways

By [Internet Research Team](#) | January 21, 2025 | 12 min read

Here, we go through some of the most notable outages and disruptions of 2024, identifying key takeaways to help you assure great digital experiences for your users in 2025.

- [Microsoft Teams Service Disruption \(January 26\)](#)
- [Meta Outage \(March 5\)](#)
- [Atlassian Confluence Disruption \(March 26\)](#)
- [Google.com Outage \(May 1\)](#)
- [CrowdStrike Sensor Update Incident \(July 19\)](#)
- [Cloudflare Disruption \(September 16\)](#)
- [Microsoft Outage \(November 25\)](#)
- [OpenAI Outage \(December 11\)](#)
- <https://www.thousandeyes.com/blog/top-internet-outages-2024#Microsoft-Teams-Disruption>

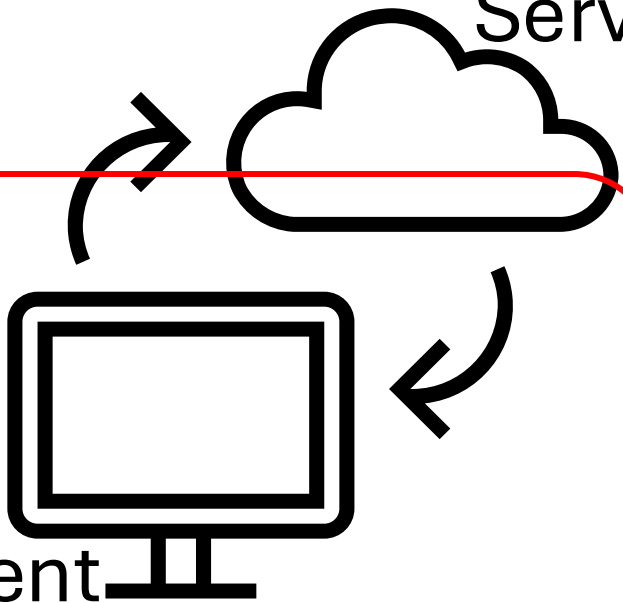
Ursachen

-  Teams (7h): Internes Netzwerkproblem
-  Meta (4h): Dependency Fehler bei Login-Dienst
-  CrowdStrike (2h): BSOD after unvalidated update → out of bounds memory read

Unser Fokus

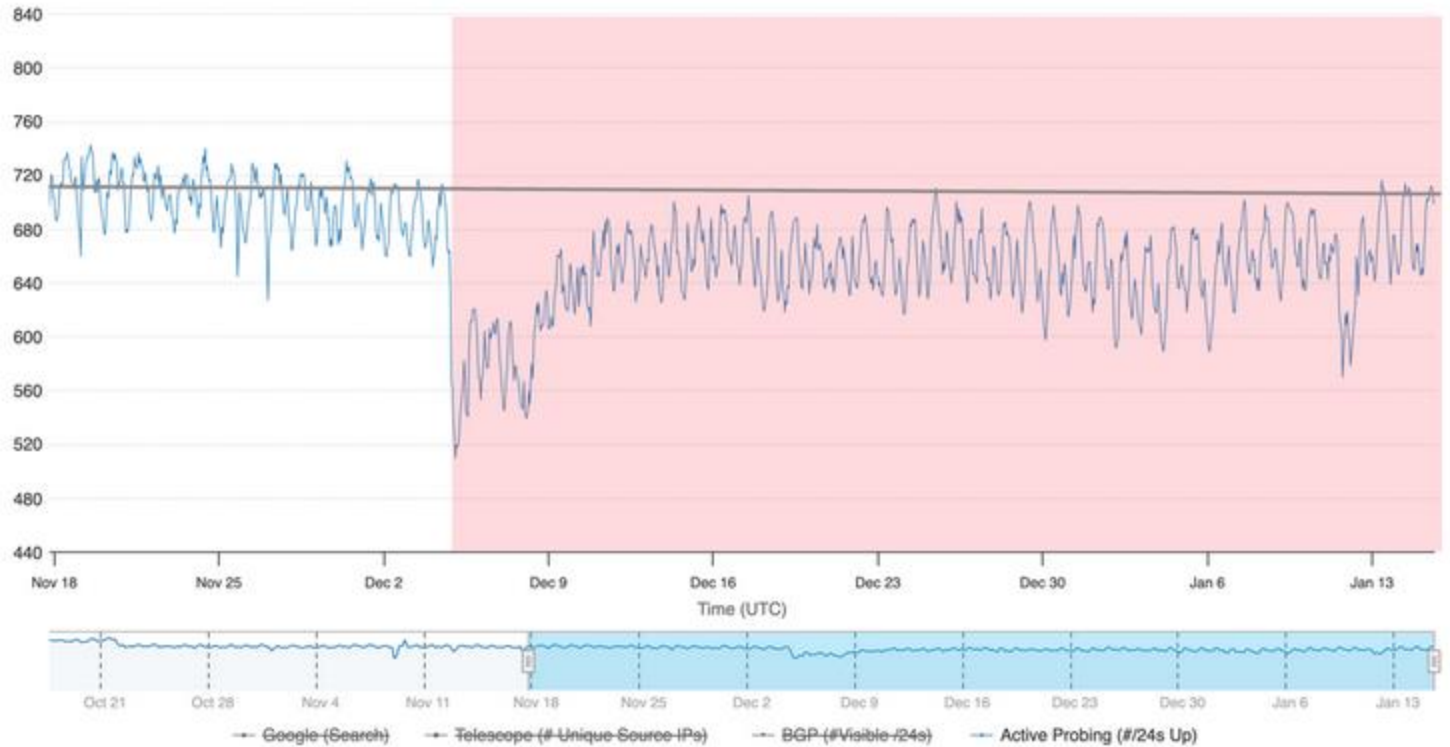
Service

Client



Internet Connectivity for Syrian Arab Republic




November 1, 2024 4:18pm - January 15, 2025 4:18pm UTC






<https://ioda.inetintel.cc.gatech.edu/country/SY?from=1732983534&until=1736957934>

Internetausfälle

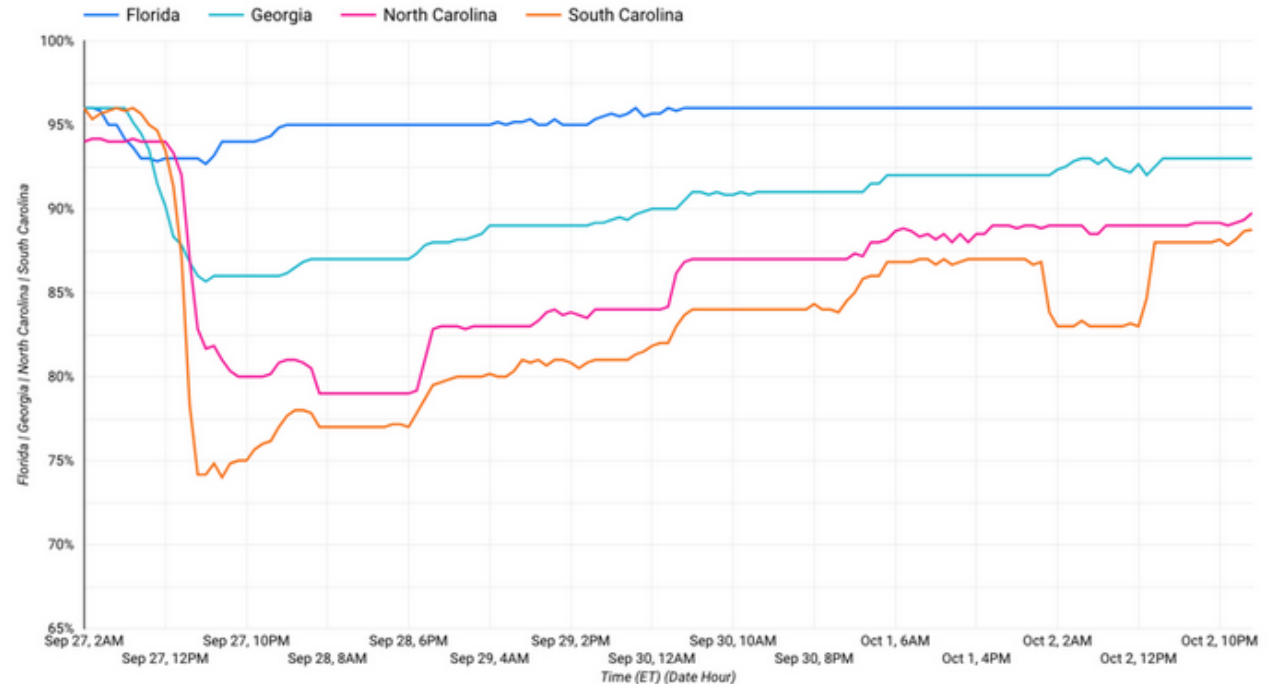
Ursachen

-  Naturkatastrophen
-  Konflikte
-  Zensur

Folgen

-  Stromausfälle
-  Schaden an der Netzwerkinfrastruktur
-  Einstellen des Betriebes

Percent of Responsive/ Online Networks by State

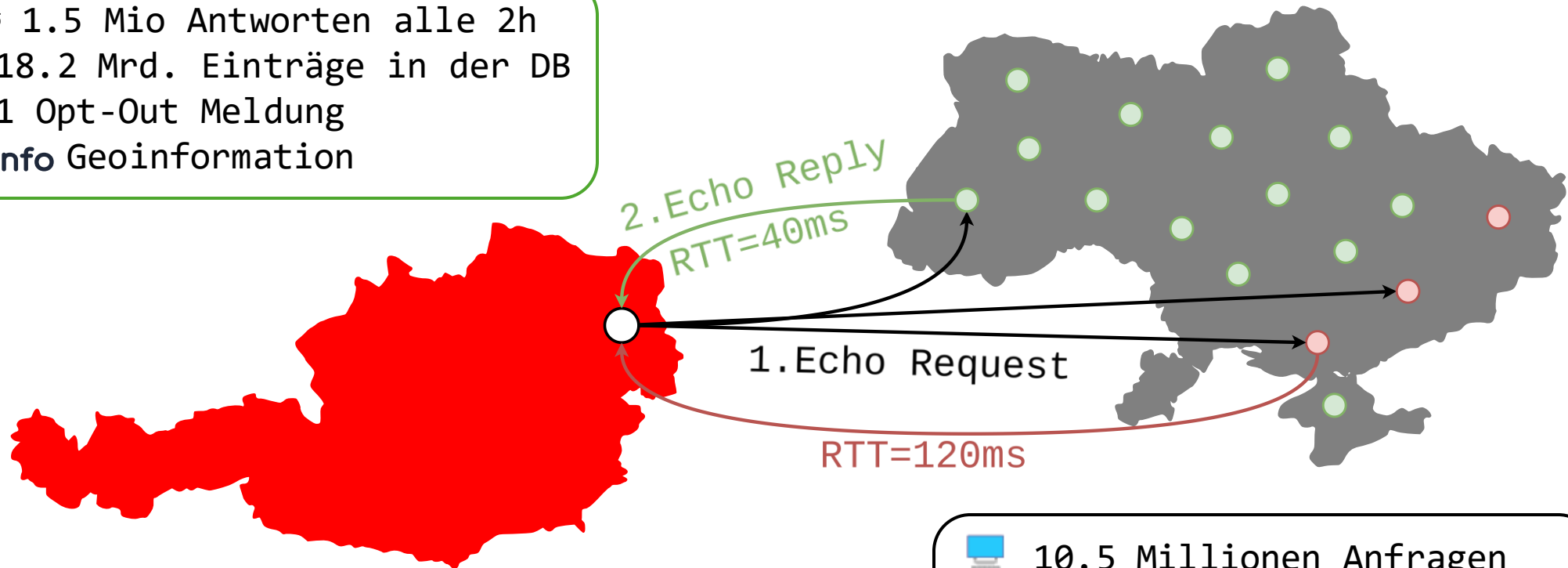


Active Probing signals for Florida, Georgia, North Carolina, and South Carolina from the IODA platform show South Carolina's Internet infrastructure connectivity was most impacted.

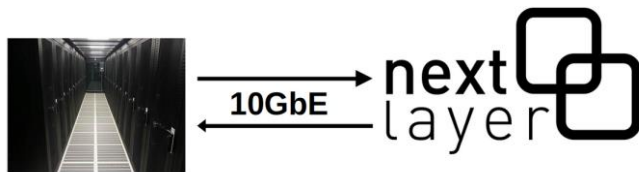
- <https://ioda.inetintel.cc.gatech.edu/reports/hurricane-helene-internet-connectivity/>

Von Österreich zur Ukraine und zurück ...

- ∅ 1.5 Mio Antworten alle 2h
- 18.2 Mrd. Einträge in der DB
- 1 Opt-Out Meldung
- IPinfo Geoinformation



aim.sba-research.org



- 10.5 Millionen Anfragen
- 8,000 Pakete pro Sekunde
- 36 Minuten Durchlaufzeit
- 500 KB/s Datenrate

Von Ping zu Ausfallssignal

Timestamp	IP	
2022-03-02 10:00	193.151.240.1	✓
2022-03-02 12:00	193.151.240.1	✓
2022-03-02 14:00	193.151.240.1	✓
2022-03-02 16:00	193.151.240.1	✓
2022-03-02 18:00	193.151.240.1	
2022-03-02 20:00	193.151.240.1	✓
2022-03-02 22:00	193.151.240.1	✓



Von Ping zu Ausfallssignal

Timestamp	IP	
2022-03-02 10:00	193.151.240.1	✓
2022-03-02 12:00	193.151.240.1	✓
2022-03-02 14:00	193.151.240.1	✓
2022-03-02 16:00	193.151.240.1	✓
2022-03-02 18:00	193.151.240.1	
2022-03-02 20:00	193.151.240.1	✓
2022-03-02 22:00	193.151.240.1	✓

← Fehler eines einzelnen Hosts?
Host Offline?

Von Ping zu Ausfallssignal: Block-basiert

Timestamp	IP	/24
2022-03-02 10:00	193.151.240.1	193.151.240
2022-03-02 10:00	193.151.240.112	193.151.240
2022-03-02 10:00	193.151.240.13	193.151.240
2022-03-02 10:00	193.151.240.15	193.151.240
2022-03-02 14:00	193.151.240.1	193.151.240
2022-03-02 14:00	193.151.240.112	193.151.240
2022-03-02 14:00	193.151.240.15	193.151.240



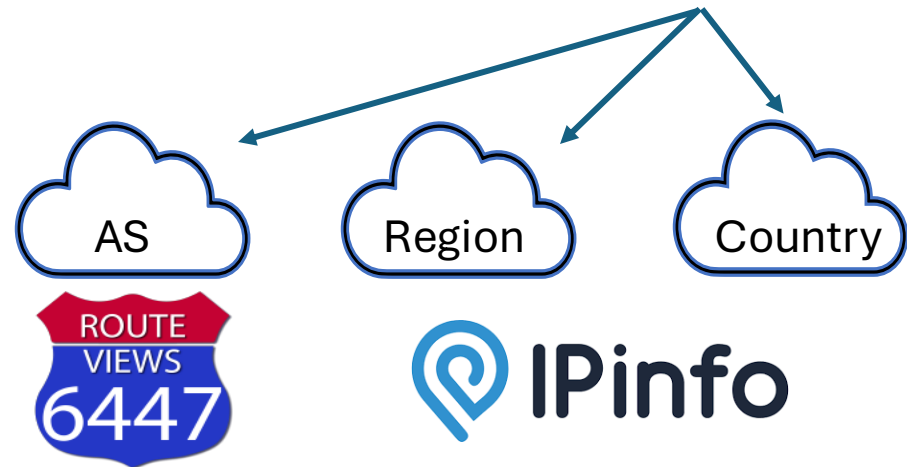
1. IPs -> /24 Blöcke

Von Ping zu Ausfallssignal: Block-basiert

Timestamp	IP	/24
2022-03-02 10:00	193.151.240.1	193.151.240
2022-03-02 10:00	193.151.240.112	193.151.240
2022-03-02 10:00	193.151.240.13	193.151.240
2022-03-02 10:00	193.151.240.15	193.151.240
2022-03-02 14:00	193.151.240.1	193.151.240
2022-03-02 14:00	193.151.240.112	193.151.240
2022-03-02 14:00	193.151.240.15	193.151.240



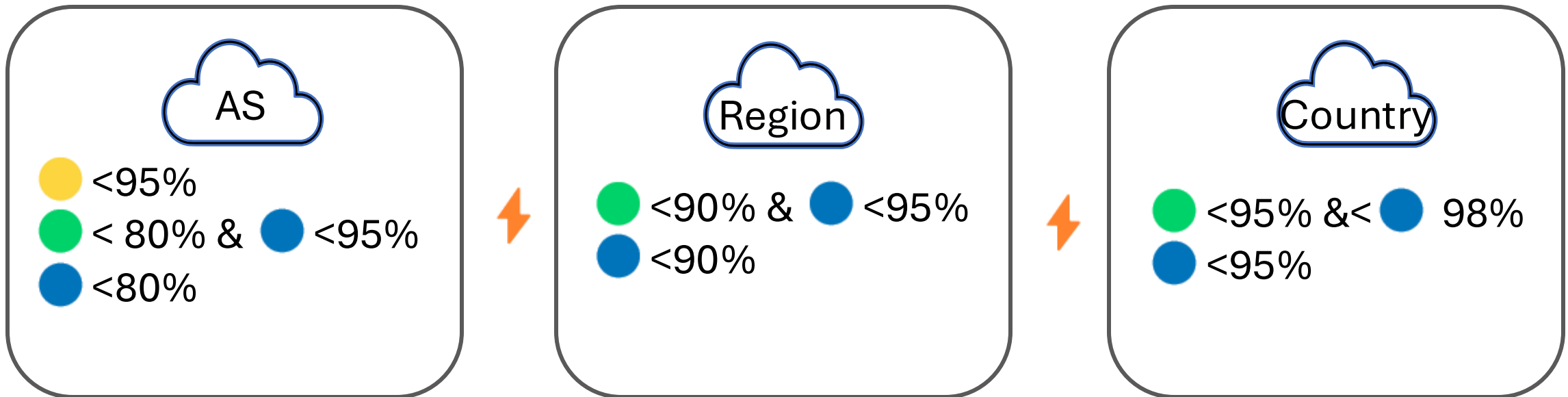
Timestamp	/24	
2022-03-02 10:00	193.151.240	✓
2022-03-02 12:00	193.151.240	✗
2022-03-02 14:00	193.151.240	✓



Von Ping zu Ausfallssignal: Block-basiert

Timestamp	/24	
2022-03-02 10:00	193.151.240	✓
2022-03-02 12:00	193.151.240	✗
2022-03-02 14:00	193.151.240	✓

- Routed /24s
- Active /24s
- Responsive IPs



Was unterscheidet uns von IODA?

Timestamp	IP	/24
2022-03-02 10:00	193.151.240.1	193.151.240
2022-03-02 10:00	193.151.240.112	193.151.240
2022-03-02 10:00	193.151.240.13	193.151.240
2022-03-02 10:00	193.151.240.15	193.151.240
2022-03-02 14:00	193.151.240.1	193.151.240
2022-03-02 14:00	193.151.240.112	193.151.240
2022-03-02 14:00	193.151.240.15	193.151.240

ABSTRACT
natural and human events like Hurricane Sandy that go unpublicized in the information system that

Trinocular: Understanding Internet Reliability Through Adaptive Probing

Lin Quan John Heidemann Yuri Pradkin

Improving the Optics of Active Outage Detection (extended)

USC/ISI Technical Report ISI-TR-733

May 2019

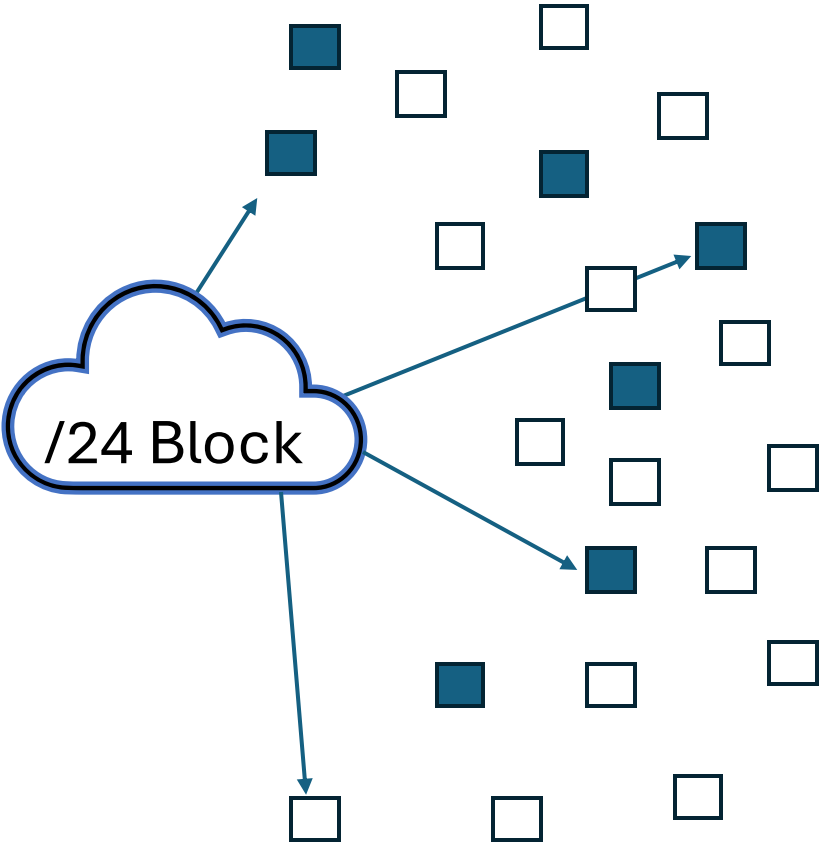
- 1) **Aggregation:** IPs zu /24-Blöcken
- 2) **Verfügbarkeit:** Durchschnittliche Antwortquote pro Block
 - **Beispiel:** 0.6 → 60 % Antwortquote über x Monate/Jahre

3) **Ausfallssignal:**

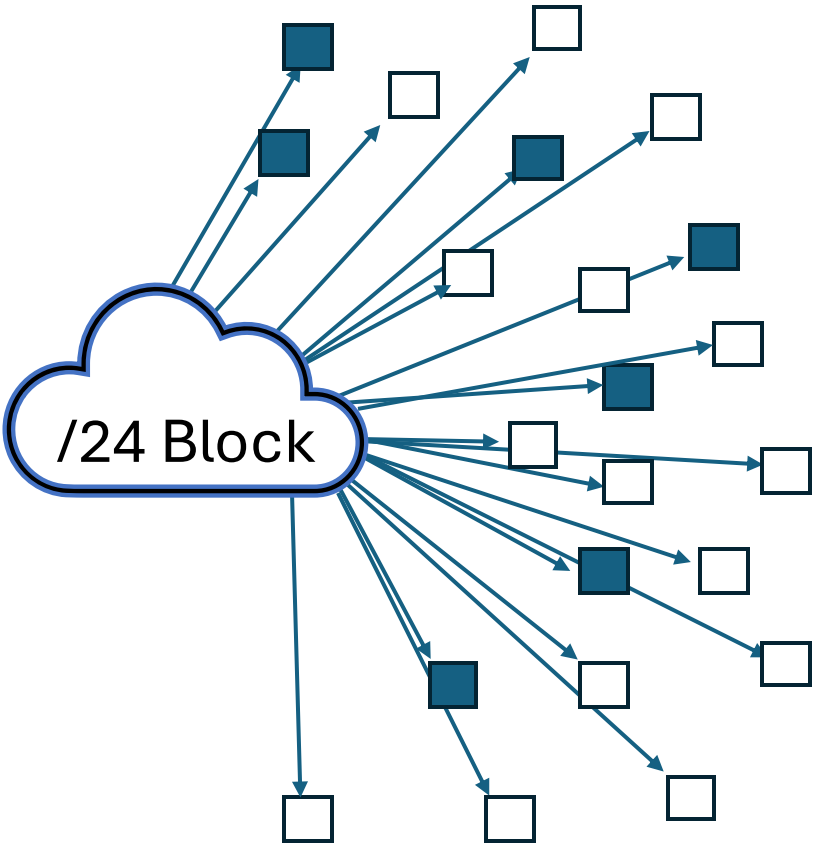
- **IODA:** Verfügbarkeit > 0.1, ≥ 15 IPs

- **Full Block Scans:** ≥ 3 IPs

IODA benutzt Trinocular



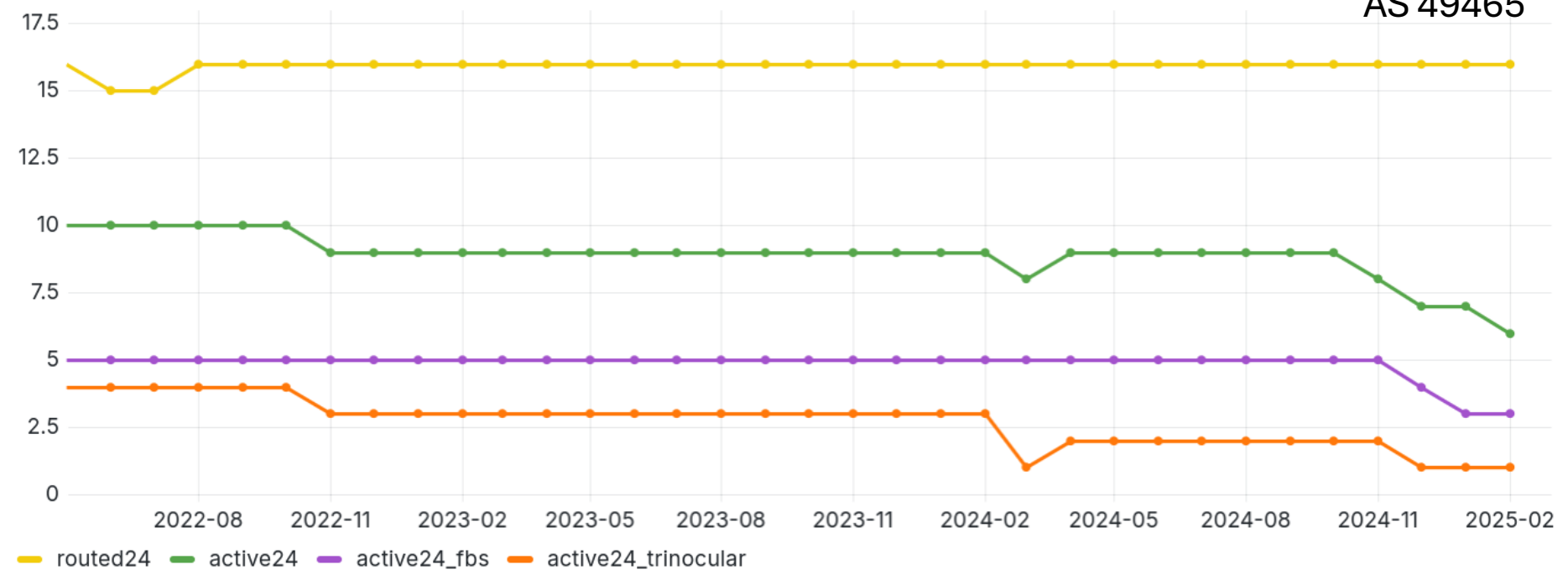
CountryMonitor Full Block Scans



Regional Provider

Full Block vs Trinocular and Sparse Blocks

Rubin TV
AS 49465



CountryMonitor Pipeline



**RIPE
NCC**

RIPE NETWORK
COORDINATION
CENTRE



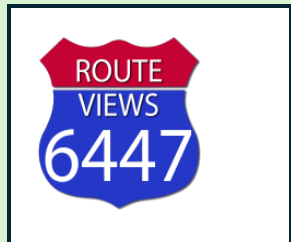
- 1) RIR Delegations als Input
- 2) ICMP Scan
RTT Extension

Aufbereitung



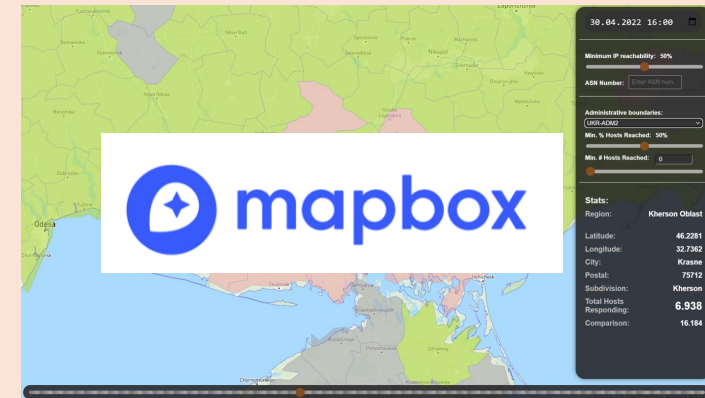
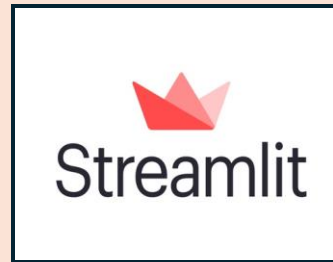
QuestDB

- 1) Time Series DB
 - IP zu ASN, Geolocation



Messung

Visualisierung



Ukraine Übersicht

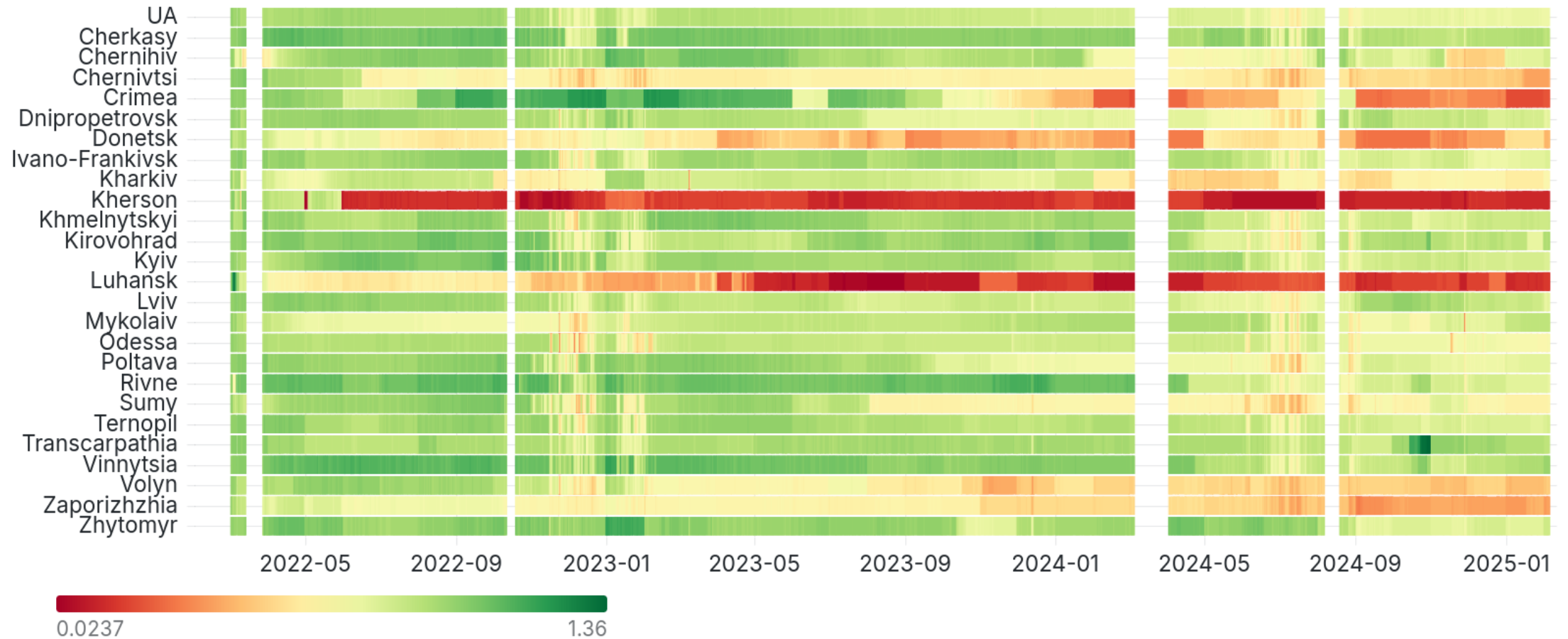


Abbildung 1: Summe der antwortenden IP-Adressen pro Verwaltungseinheit (Oblast) relativ zu Messbeginn des Oblasts

Ukraine Übersicht

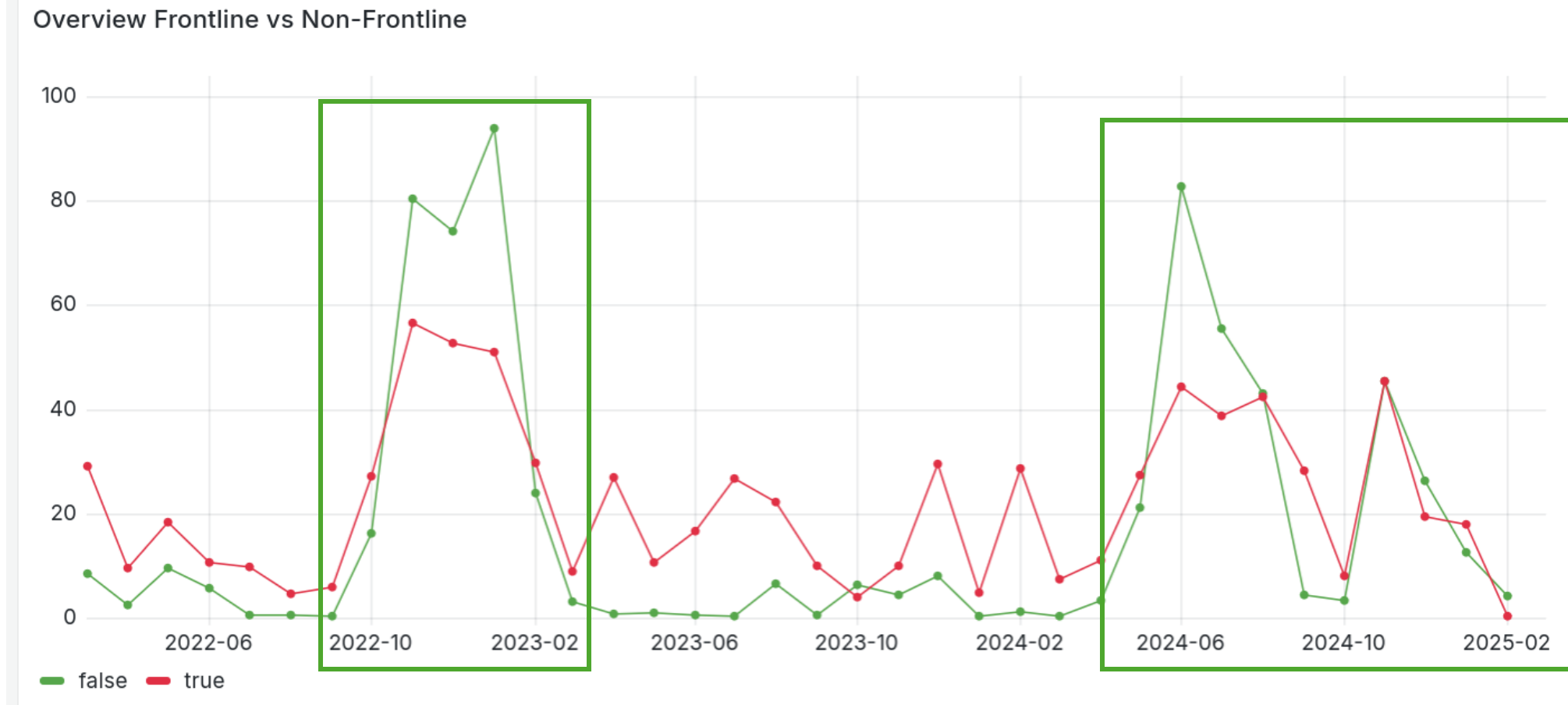


Abbildung 1: Durchschnittliche Anzahl der 2h Intervalle mit Internet-Ausfällen pro Monat in Oblasts an der Frontlinie vs Nicht-Frontline

Kherson Oblast

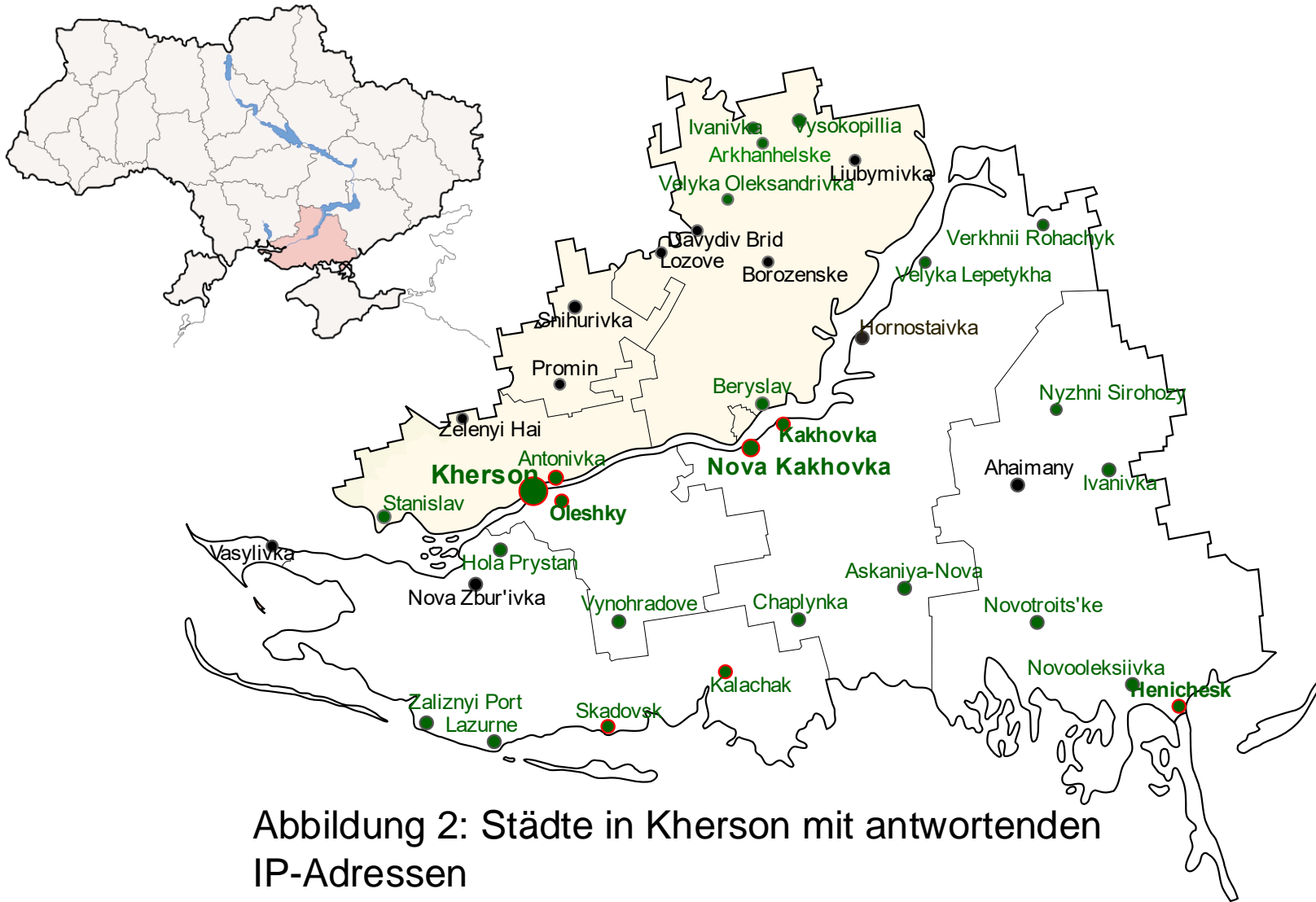


Abbildung 2: Städte in Kherson mit antwortenden IP-Adressen

- 49/51 Städte März 2022
- 13/22 Städte Jänner 2024
- Rückeroberetes Gebiet

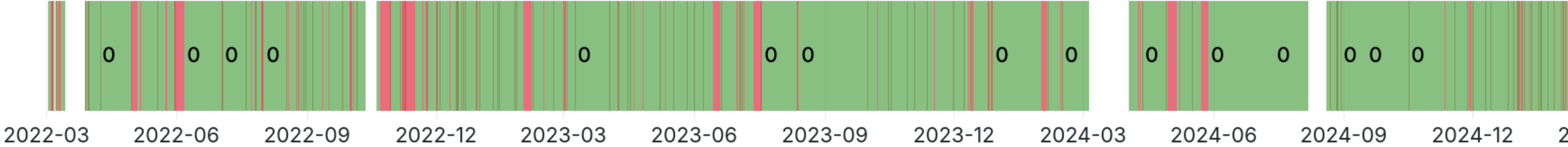
Kherson Oblast

Kherson Stadt erobert

Rerouting regionaler ISPs

Zerstörung Kakhovka Staudamm

Vermehrt Stromausfälle

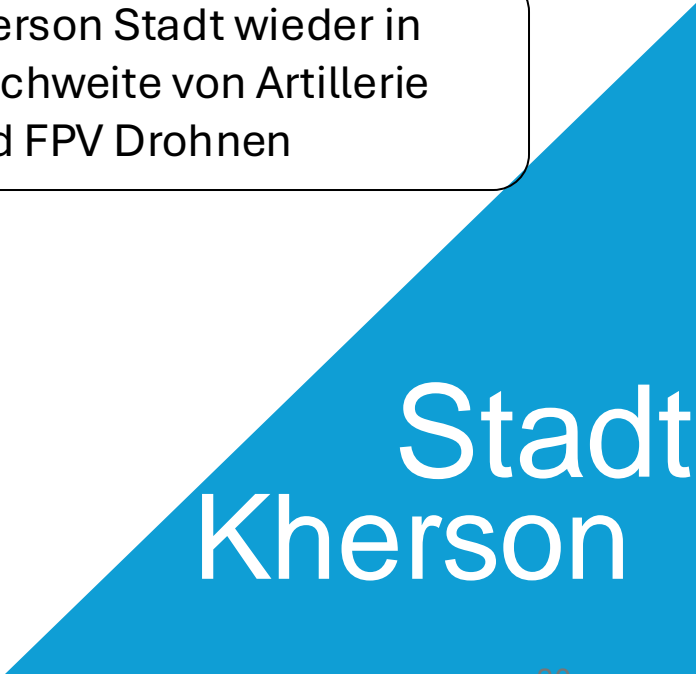


Druck auf lokale ISPs

Gegenoffensive und Zerstörung kritischer Infrastruktur

Kherson Stadt wieder in Reichweite von Artillerie und FPV Drohnen

Kennzahl	2022/03	2023/02	2024/02
Einwohner	330K	70K (21%)	50K (15%)
Avg Responsive IPs	13K	3K (23%)	2.5K (19%)
Regional ISPs	12	10	8 (now 7)
ISP "STATUS" Subscribers	-	-	20%



ISPs in Kherson Stadt – Service bis 2025

REGIONAL

STATVC
INTERNET OPERATOR

Tariffs on a signature to the mestzha Internet for the house

Internet speed	STATUS	Internet speed
240 Kbit/s	450 Kbit/s	450 Kbit/s
Shvidkist 50 Mbit/s	Shvidkist 100 Mbit/s	Shvidkist 500 Mbit/s
Bezlimityytskyy trafik	Bezlimityytskyy trafik	Bezlimityytskyy trafik
80+ TV channels	80+ TV channels	80+ TV channels
IPv6	IPv6	IPv6

Ukrcom

У зв'язку зі зростанням вартості наших послуг, ми вирішили підвищити вартість наших послуг.

Вартість тарифних планів з 01.11.2024 року становитиме:

- Тариф ADSL 10 мбіт/сек - 130 грн/міс
- Тариф ADSL до 24 мбіт/сек - 160 грн/міс
- Тариф для користування у багатоквартирних будинках 50 мбіт/сек - 180 грн/міс
- Користувачі тарифу 75 мбіт/сек будуть переведені на обраний тариф 50 мбіт/сек або 100 мбіт/сек
- Тариф для користування у багатоквартирних будинках 100 мбіт/сек - 250 грн/міс

Просимо віднести до розуміння до вимушеного підвищення тарифу

HOPMA
Independent Broadband

High-speed internet

Norma4

Our advantages

brox

оптоволоконний інтернет в Херсоні

Підключитися

PLUTON-SV

Шановні абоненти!

Графік робочого часу

Технічна підтримка: +38(099)536-66-63

телеграм: +38(099)536-66-63

Ostrov-Net
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІОННА СІТЬ

Зміни в тарифах і наданні послуг

Шановні абоненти! У зв'язку з зростанням вартості послуг, з 1 серпня 2024 року ми змушені підвищити вартість наших послуг.

Назва тарифного плану	Оплата в місяць, грн	Пропускна здатність каналу Вхід/Вихід, Мбіт/с
Безлимитний 30 Мбіт/с	230,00	30,0 / 30,0
Безлимитний 100 Мбіт/с	250,00	100,0 / 100,0
Безлимитний 300 Мбіт/с	350,00	300,0 / 300,0

MOBILE

КИЇВСТАР

Підключайте Безлім Суперсил: ще більше інтернету, дзвінків та SMS

Кувістар

укртелеком

Інтернет до 1 Гбіт/с за 145 грн/міс.

Відлуч переадресація Wi-Fi без переключення

Енергонезалежний Інтернет до 96 годин Швидкість до 1 Гбіт/с

NATIONAL

Volia

Інтернет до 1 Гбіт/с за 100 грн/міс. на лінійний номер

ISPs in Kherson Stadt – IODA

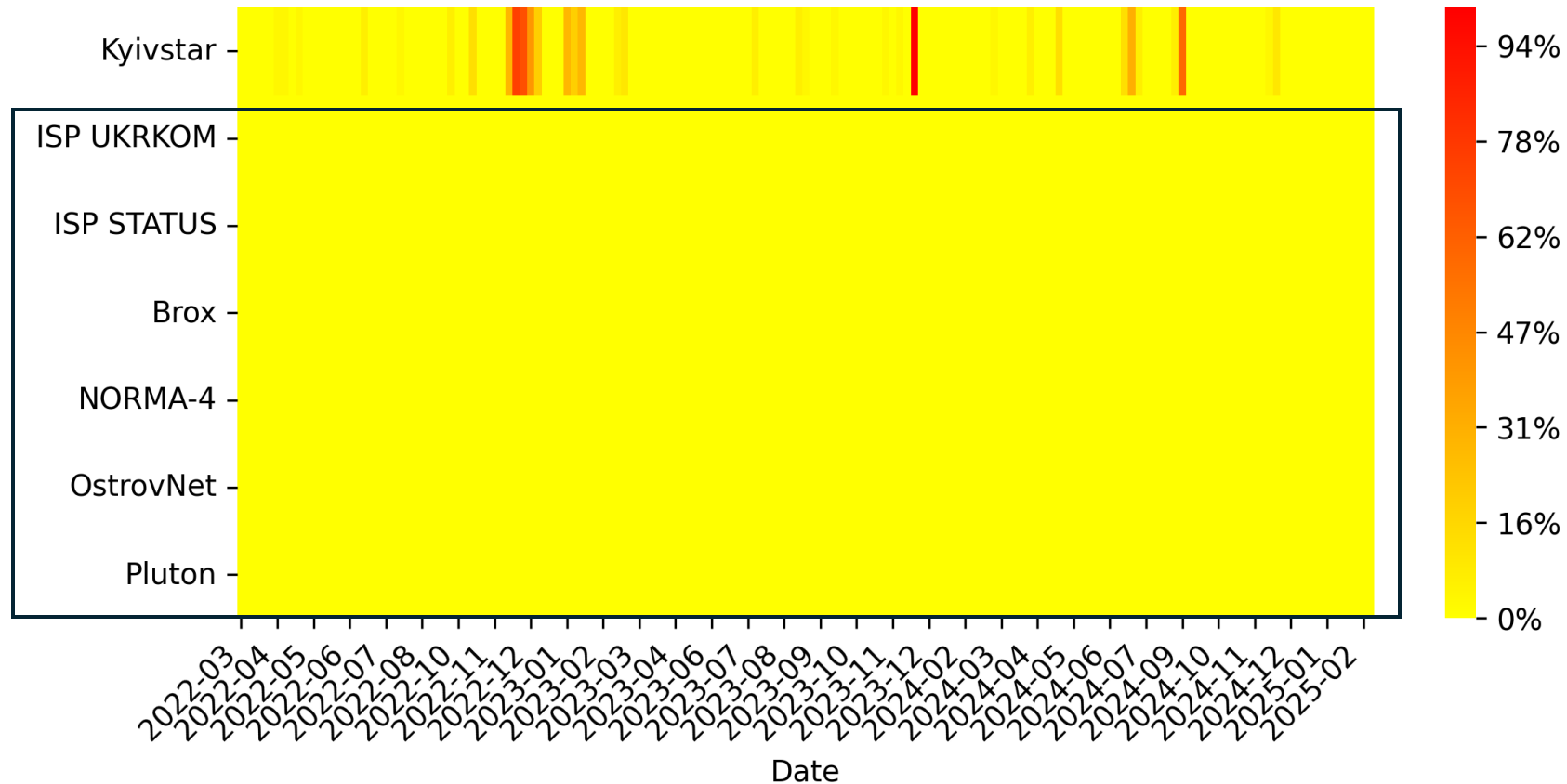
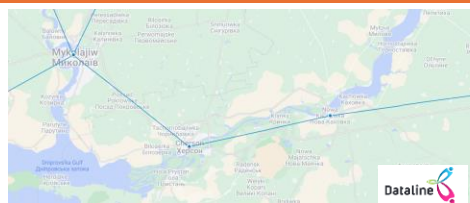


Abbildung: Wöchentlich aggregierte Ausfälle (Prozent der Wochentage) gemeldet von IODA zu ASNs in Kherson, Ausfälle zu lokalen ISPs nicht vorhanden

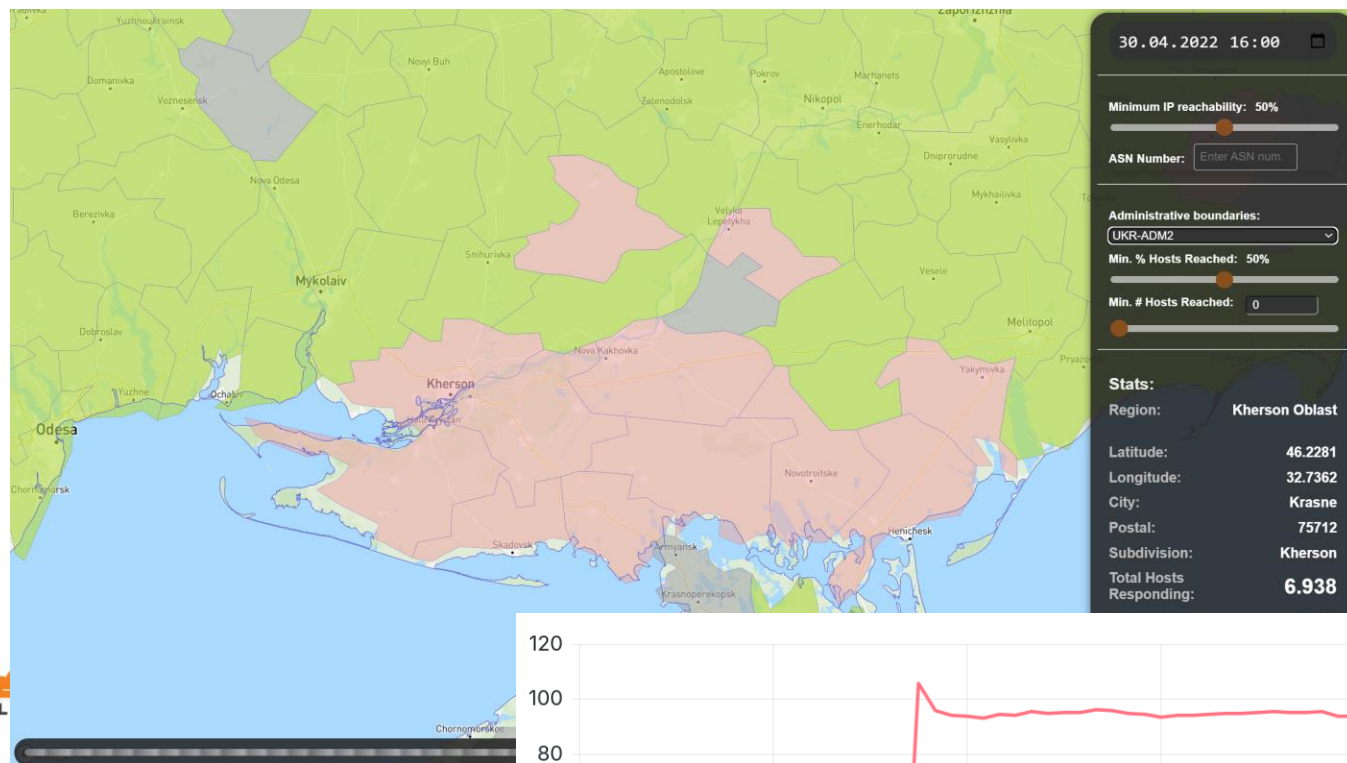
30.04.2022 Mehrtägiger Internet Ausfall

Vorfall: Schaden an Glasfaser-Hauptleitung
(Mykolaiv Kabel) - Meldung SkyNet Betreiber

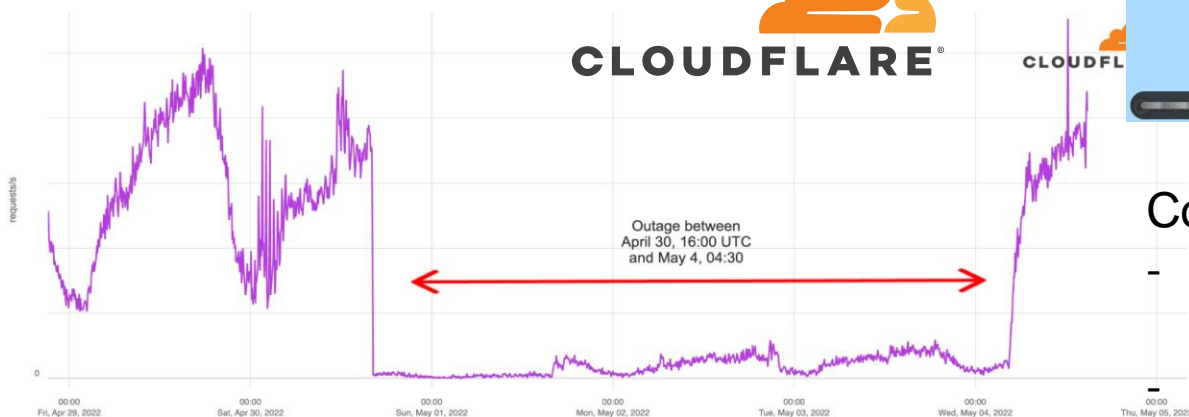


CountryMonitor

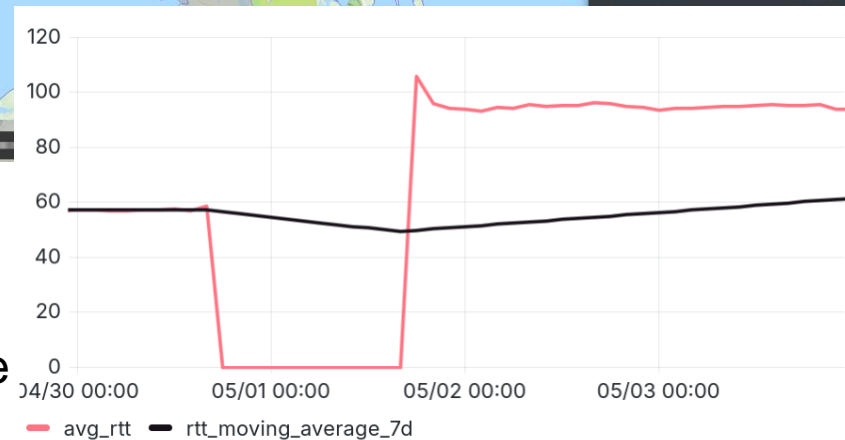
- Anzahl der antwortenden IP-Adressen halbiert



HTTP requests - requests/s: UA — Kherson



- CountryMonitor:
- SkyNet (AS47598) bereits 05-01 online
 - Upstream Miranda



13.05.2022

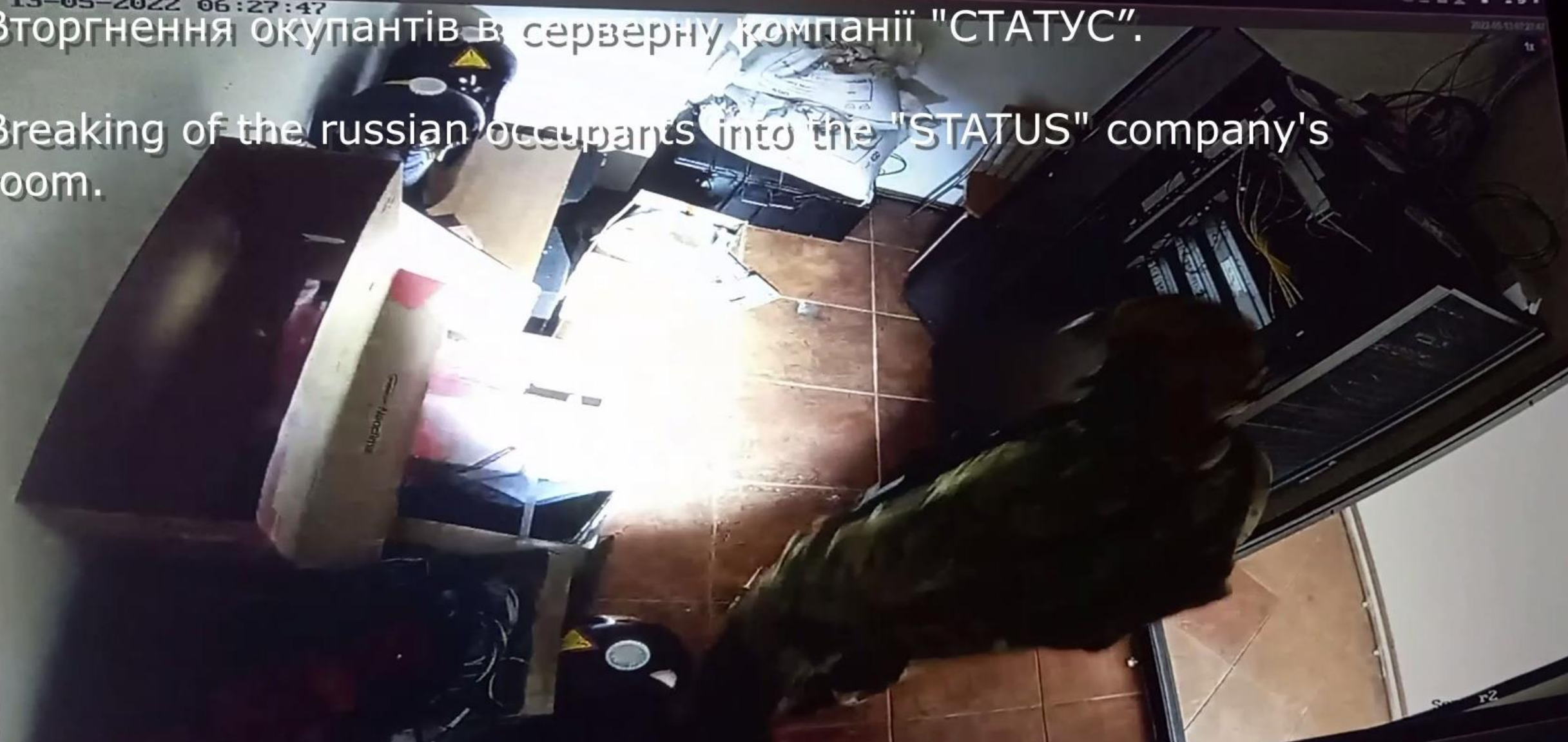
Окно01: Server2

Основ... Удален... Техніче...

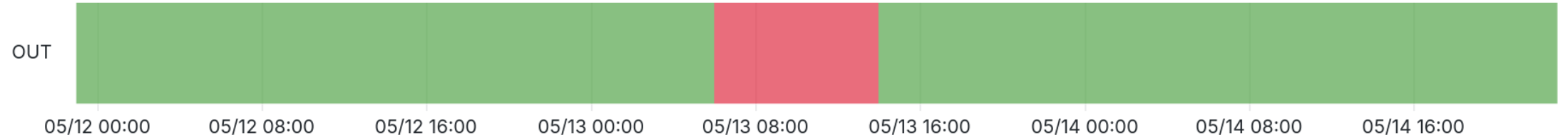
13-05-2022 06:27:47

Вторгнення окупантів в серверну компанії "СТАТУС".

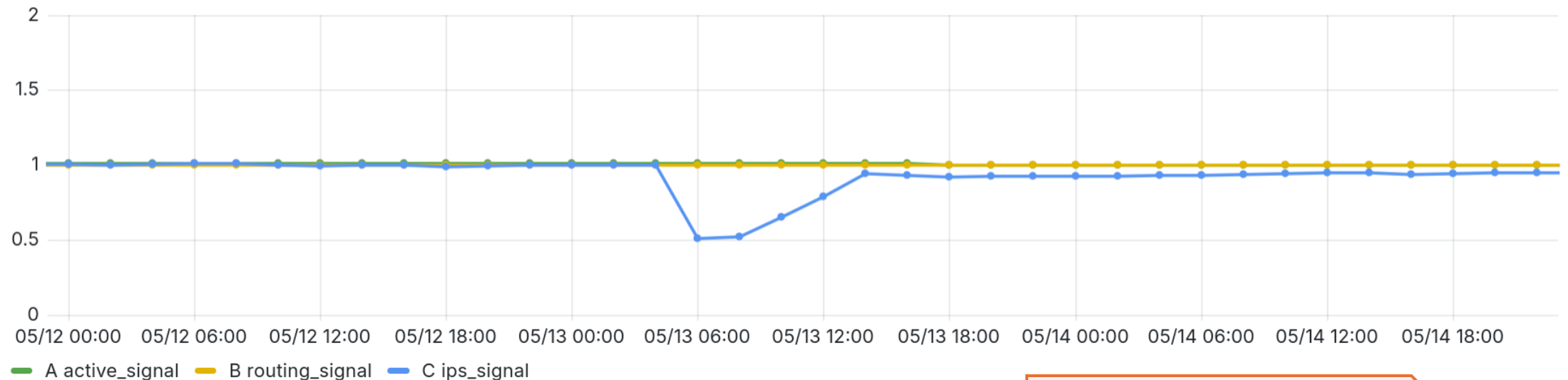
Breaking of the russian occupants into the "STATUS" company's room.



13.05.2022 "STATUS" ISP



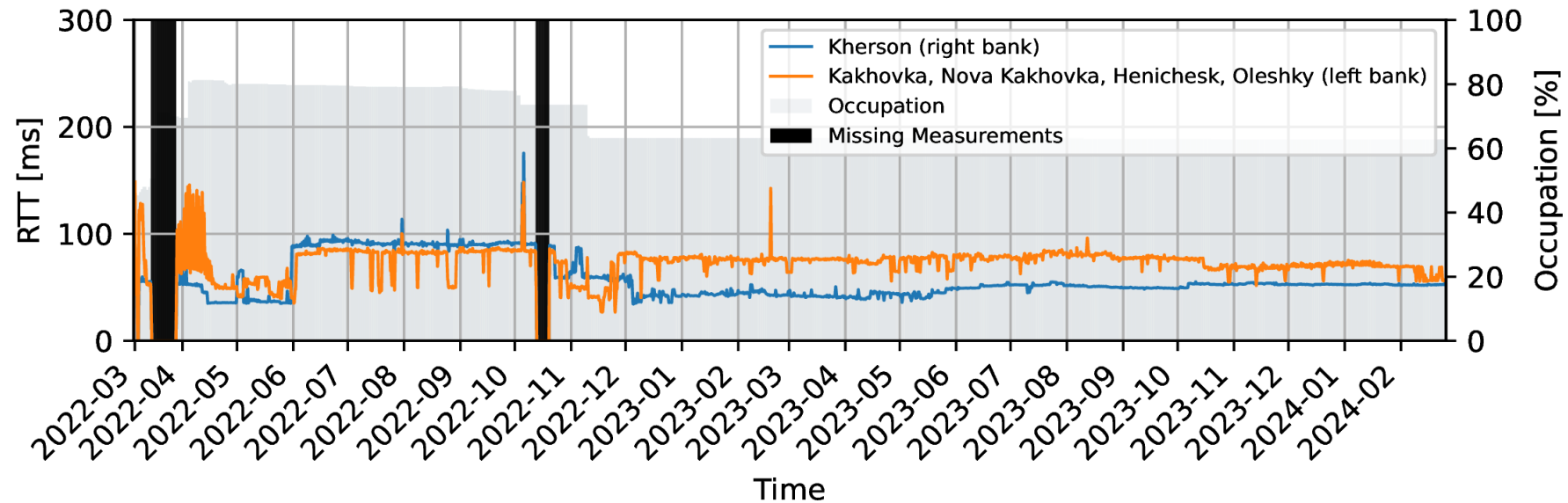
ASN Scan (GREEN) and BGP (YELLOW) Signal & ASN RESPONSIVE IPS (BLUE)



CountryMonitor: Abnahme der responsive IPs für ASN 25482 (STATUS ISP) zur gleichen Zeit wie der Vorfall

Vorfall: Russische Soldaten plündern STATUS Büro

Juni - Nov/2022 Übernahme des Internets



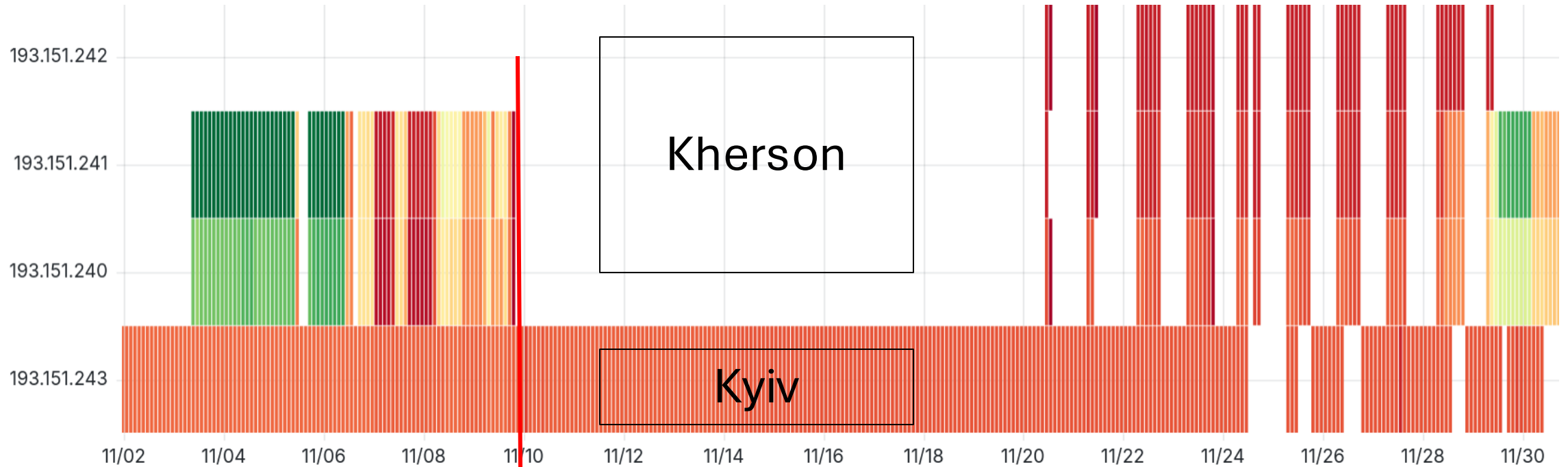
CountryMonitor

- Langfristige Änderung der Paketumlaufzeiten ab **Juni 2022**
- Unterschied Rechtes & linkes Ufer des Dnipro

Lokale ISPs gezwungen auf russische Infrastruktur umzustellen

Nov/Dez 2022 Kherson Stadt läuft mittels Generatoren

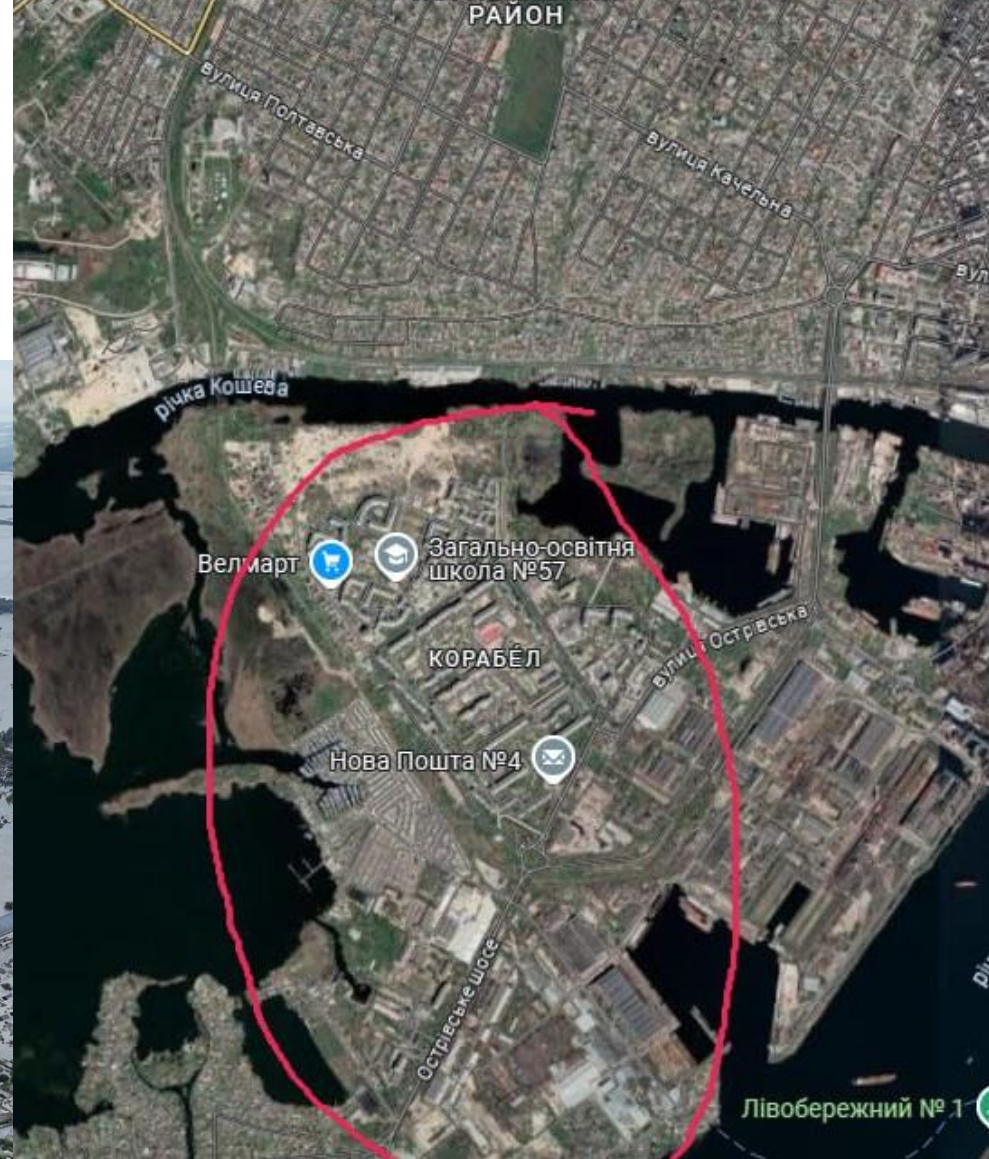
ISP "STATUS"



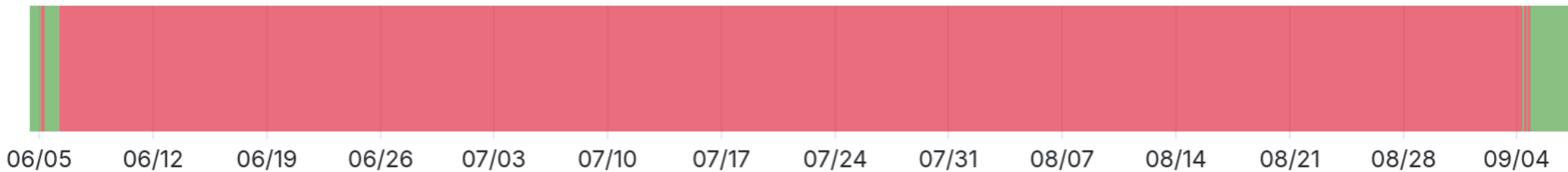
Russische Truppen zerstören kritische Infrastruktur bei Rückzug

⚡ Zyklen
START: 08:00
ENDE: 18:00

Jun/2023 Kakhovka Damm



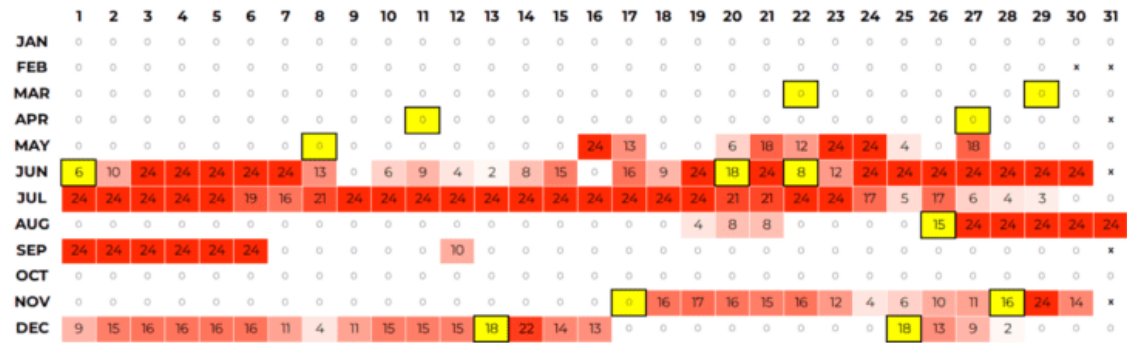
Ostrov Net
AS6446



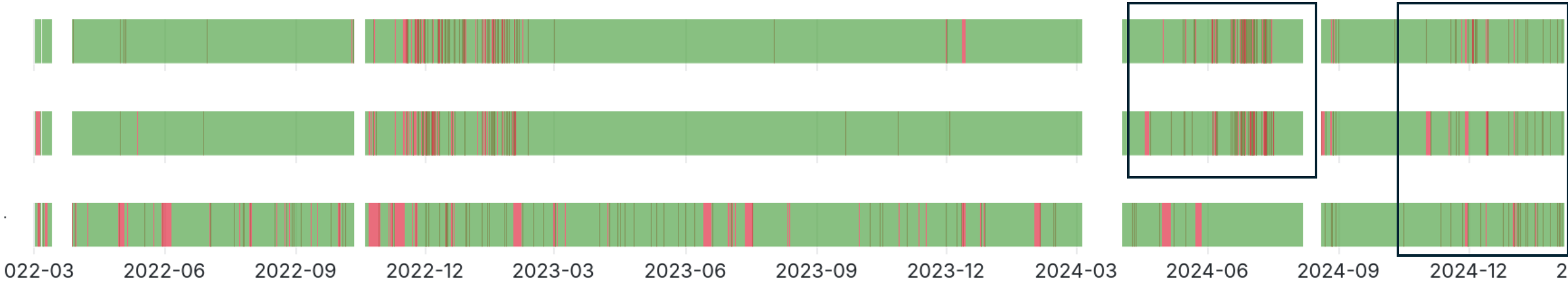
2024 Vermehrte Angriffe auf Energie-Infrastruktur

1951 HOURS

with electricity outages in 2024



KHESON RIVNE LVIV



Was hat geholfen?

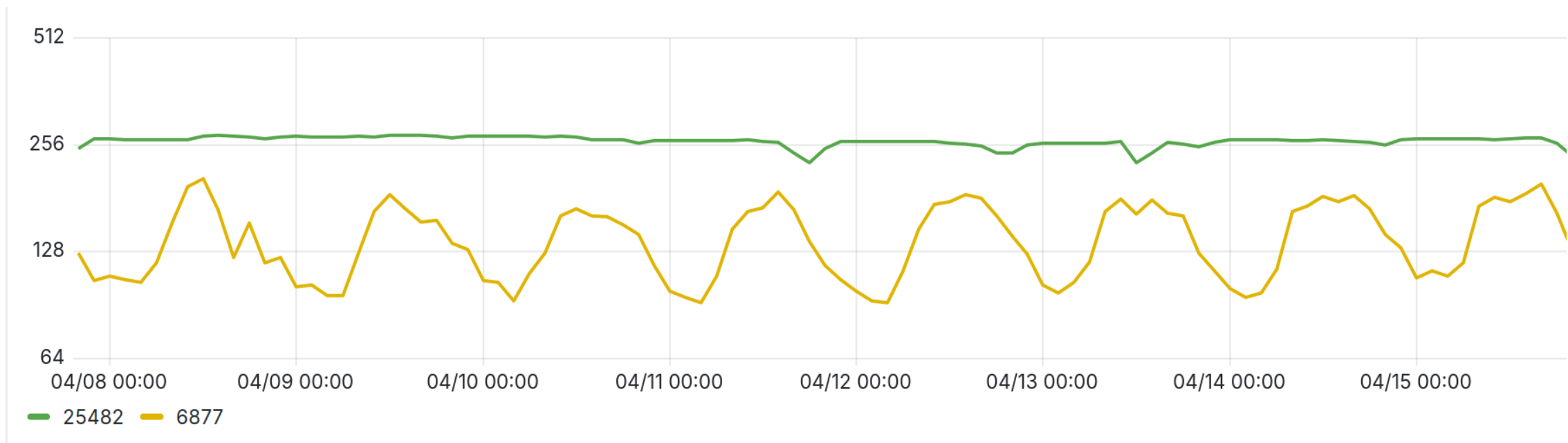
- Kherson blieb verbunden durch
 - Gute Vorbereitung
 - Endlose Reparaturen
 - Notstromversorgung
 - Generatoren
 - Batterien für ONUs und Heimrouter

Gute Vorbereitung?

- **Redundanz seit 2014**
 - Redundante Knoten
 - Transportkanäle von unterschiedlichen Suppliern
 - Stromversorgung
- PON-Netzwerk wurde seit 2016 aktiv ausgebaut
 - Kein Vendor-lock bei OLTs und ONUs
- Lokaler Internet Exchange (KS-IX)
 - In den ersten Monaten (März bis Mai)
 - Geteilter 10 GBit uplink im Notfall
- Dual Stack (Zensur)

CountryMonitor – Ausblick

- Signal beinhaltet mehrheitlich Provider Equipment -> NAT!
 - Besser vor Ausfällen geschützt als Heimrouter
 - Ausweitung der Scans auf IPv6
 - Methodik zum Sammeln von Heimrouter-Adressen



CountryMonitor: GRÜN - regionaler Provider STATUS vs GELB Ukrtelecom in Kherson (6-20 Uhr Zyklen)

Keep Ukraine Connected



Ukraine

- **Fiber repair tools (splicers, cleavers)**
- Starlink satellite systems
- **Power generators**
- Wifi access points
- Wifi P2P systems
- Access switches
- Core switches
- Routers
- Q/SFP modules
- Servers
- Walkie-Talkies

ISPs Kherson

- Optical cable
- Couplings, optical splitters, optical holders (everything that is on poles)
- Batteries
 - any 12v, 50-100ah, preferably lifepo4 because with constant shutdowns AGM do not last very long

battery groups usually 2x12(24v),
4x12, less often 6x12 72v



Dipl.-Ing. Florian Holzbauer


Researcher & PhD Candidate @ UniWien

SBA Research

Floragasse 7, 1040 Wien


fholzbauer@sba-research.org

 Bundesministerium
Arbeit und Wirtschaft

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

 FFG
Forschung Wien

 wirtschafts
agentur
wien

 Für die
Stadt Wien

 netidee
FÖRDERUNGEN

 Europäische
Kommission

 FWF
Österreichischer
Wissenschaftsfonds

22-07 2022-08 2022-09 2022-10 2022-11 2022-12 2023-01 2023-02 2023-03

Linksammlung

- Ereignis 1: Mehrtägiger Internet Ausfall
 - Zmina Report: <https://zmina.info/news/na-hersonshhyni-ta-chastyni-zaporizhzhya-okupanty-vidimknuly-internet-ta-mobilnyj-zvyazok>
 - State Special Communications Meldung: https://t.me/dsszzi_official/3305
 - SkyNet Post von Dmitry Alexandrovich Gudz: <https://www.facebook.com/skynet.kherson.ua/posts/1199572964193714>
 - Cloudflare: <https://blog.cloudflare.com/tracking-shifts-in-internet-connectivity-in-kherson-ukraine>
- Ereignis 2: Übernahme des Internets
 - Kentik: <https://www.kentik.com/blog/rerouting-of-kherson-follows-familiar-gameplan/>

Linksammlung

- Ereignis 3: Zerstören der Infrastruktur
 - <https://kyivindependent.com/media-russian-troops-reportedly-blow-up-tv-center-destroy-infrastructure-in-kherson/>
 - <https://english.nv.ua/nation/russians-intend-to-destroy-critical-infrastructure-during-retreat-from-kherson-oblast-50366318.html>
 - <https://web.archive.org/web/20221203172554/https://www.dw.com/ru/vozvrashenie-kak-zivet-osvobodennyj-herson/a-63849525>
- Power Outages in 2024:
 - <https://dixigroup.org/en/electricity-outages-lasting-2-thousand-hours-for-ukrainian-households-in-2024/>
- OLT zu ONU Interoperability: <https://www.fs.com/blog/guide-to-olt-and-onu-interoperability-15747.html>