



Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen
der Länder der Bundesrepublik Deutschland

SAPOS®-Qualitätsbericht 2024 der Projektgruppe SAPOS®-Qualitätsmanagement

Inhalt

1	Vorbemerkung	2
2	AdV-Dokumente zum SAPOS®-Qualitätsmanagement.....	2
2.1	Produktdefinition SAPOS®	2
2.2	Bestandsaufnahme SAPOS®	2
3	SAPOS®-Statistiken	3
3.1	Multipath der SAPOS®-Referenzstationspunkte	3
3.2	Monitoring des Referenzstationsnetzes (RSN).....	3
3.3	Verfügbarkeit der RINEX-Daten	3
3.4	Verfügbarkeit der Datenströme an der Zentralen Stelle SAPOS®	4
3.5	Qualität des SAPOS® HEPS (Lösungsstatus und TTFA)	5
3.6	Nutzung des SAPOS® HEPS	6
3.7	Genauigkeit des SAPOS® HEPS anhand der RTK-Monitorstationen	8
4	Schlussbemerkungen.....	9

1 Vorbemerkung

Unter AdV-Online

<http://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Integrierter-geodaetischer-Raumbezug/SAPOS/> werden neben weiteren Dokumenten zum Satellitenpositionierungsdienst **SAPOS®** die folgenden, von der Projektgruppe **SAPOS®**-Qualitätsmanagement erstellten Dokumente, veröffentlicht:

- Produktdefinition **SAPOS®**
- Bestandsaufnahme **SAPOS®**
- **SAPOS®**-Qualitätsbericht

Die in Abbildung 1 aufgeführten Bundesländer stellen **SAPOS®**-Dienste kostenfrei bereit.

Übersicht zu Open Data **SAPOS®**

Stand: April 2024

- Open Data
- Kein Open Data

BL	Open Data Einführungsdatum
BE	01.11.2015
TH	01.01.2017
NW	30.03.2018
HE	01.01.2019
SN	01.09.2019
NI + HB	01.10.2019
BB	01.01.2020
BW	01.03.2020
HH	01.01.2022
ST	01.07.2023
MV	01.01.2024



Abb. 1: kostenfreie Bereitstellung von **SAPOS®**-Diensten in den Bundesländern

2 AdV-Dokumente zum **SAPOS®**-Qualitätsmanagement

2.1 Produktdefinition **SAPOS®**

Die Produktdefinition **SAPOS®** liegt mit Stand 24. Mai 2024 in der Version 8.3 vor.

2.2 Bestandsaufnahme **SAPOS®**

Die Bestandsaufnahme **SAPOS®** liegt zum Stichtag 1. Januar 2024 vor.

Alle **SAPOS®**-Betreiberländer nehmen an einer detaillierten jährlichen Erhebung zum Betrieb und zur Ausgestaltung der **SAPOS®**-Dienste teil. In regelmäßigen Abständen werden die **SAPOS®**-Dienste auf Kompatibilität zur Produktdefinition **SAPOS®** überprüft.

Damit wird die Aktualität und Qualität der **SAPOS®**-Dienste gesichert und die flächendeckende Interoperabilität zu den Endgeräten garantiert. Die gewonnenen Erkenntnisse sind Grundlage für ein aktives **SAPOS®**-Qualitätsmanagement.

3 SAPOS®-Statistiken

Zur Qualitätssicherung führen die SAPOS®-Betreiberländer regelmäßige Untersuchungen durch, die zentral gesammelt und ausgewertet werden.

3.1 Multipath der SAPOS®-Referenzstationspunkte

Die Multipathverhältnisse der Referenzstationspunkte werden nach gleichen Kriterien untersucht. Die Intensität dieser Mehrwegeeffekte kann numerisch erfasst und stationsweise verglichen werden.

Für das Jahr 2023 wurden an insgesamt 256 SAPOS®-Referenzstationen im Bundesgebiet Multipath-Effekte untersucht. Das stabile Bild der Untersuchungen in den vergangenen Jahren wurde erneut bestätigt. Insgesamt ergaben sich nur geringe Veränderungen, was die generell gute Standortwahl der SAPOS®-Referenzstationen belegt.

3.2 Monitoring des Referenzstationsnetzes (RSN)

Am 1. April 2020 ist der Produktionsbetrieb des RSN-Monitoring gemäß der Technischen Richtlinie RSN-Monitoring gestartet. Das SAPOS®-Koordinatenmonitoring wurde damit abgelöst. Das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) und das Bundesland Niedersachsen führen als Kombinationsrechenstellen die zwangsfreien Wochenlösungen der Länder und des BKG zu bundesweit einheitlichen Wochenlösungen zusammen und erstellen die bundesweiten Zeitreihenanalysen. Das Bundesland Baden-Württemberg validiert und finalisiert als statistikführende Stelle für das RSN-Monitoring die Ergebnisse der beiden Kombinationsrechenstellen.

Die jährlich erstellten Transformationsparameter werden unter AdV-Online <https://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Integrierter-geodaetischer-Raumbezug/Transformationsparameter/> zum Download zur Verfügung gestellt.

3.3 Verfügbarkeit der RINEX-Daten

Der SAPOS®-Dienst GPPS zeichnet sich durch eine erhöhte Genauigkeit aus. Insbesondere für die Bereitstellung sowie langfristige Untersuchung des Bezugssystems, werden die RINEX-Daten dieses Dienstes in den Ländern dauerhaft vorgehalten.

Gemäß Produktdefinition SAPOS® wird für die RINEX-Daten eine Verfügbarkeitsquote von 98,5 % angestrebt. Im Jahr 2023 war eine bundesweit durchschnittliche Verfügbarkeit von 99,62 % zu verzeichnen. Damit wurde die Verfügbarkeitsquote erfüllt.

Bei der Verfügbarkeit über alle 282 bundesweiten SAPOS®-Stationen ist im Vergleich zum Vorjahr 2022 die Anzahl der Stationen mit weniger als 98,5 % von 6 auf 5 gesunken (Abb. 6). 267 Stationen wiesen eine Verfügbarkeit von mehr als 99,5 % auf. 101 Stationen erreichten die maximale Verfügbarkeit von 100 %.

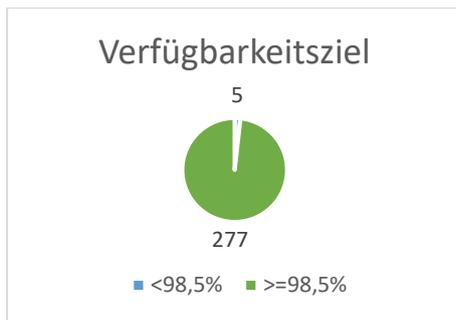


Abb. 2: Anzahl der Stationen, die 2023 das Verfügbarkeitsziel erreichten

Seit 2009 ist eine durchgängige Verfügbarkeit von mehr als 98,5 % auf Bundesebene zu verzeichnen (Abb. 3). Es zeigt sich, dass die SAPOS®-Infrastruktur in den Betreiberländern eine gute Grundlage darstellt und für weitergehende Analysen des geodätischen Raumbezugs hinzugezogen werden kann.

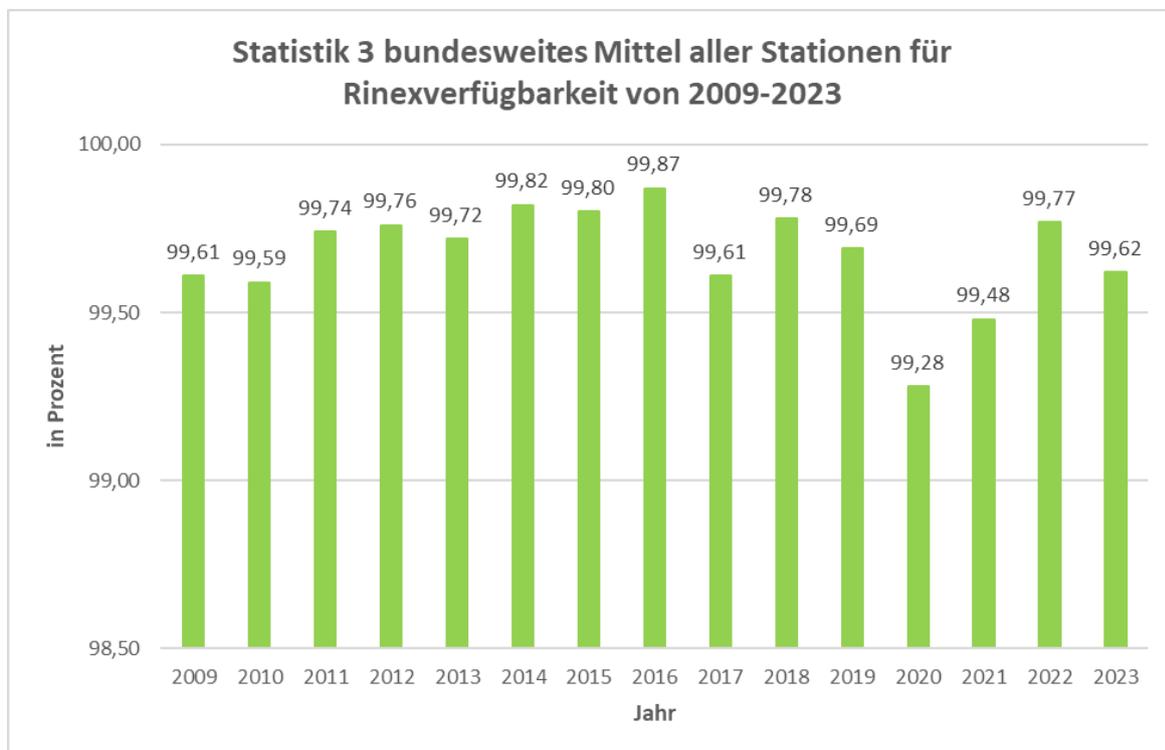


Abb. 3: Gesamtverfügbarkeit der RINEX-Daten auf Bundesebene von 2009 bis 2023

3.4 Verfügbarkeit der Datenströme an der Zentralen Stelle SAPOS®

Die Zentrale Stelle SAPOS® (ZSS) ist seit vielen Jahren der zentrale Ansprechpartner für länderübergreifend oder bundesweit tätige Kunden (SAPOS® HEPS und SAPOS® GPPS) sowie für Großkunden, die die Datenströme der SAPOS®-Referenzstationen beziehen und zum Betrieb von eigenen Korrekturdatendiensten nutzen.

Eine Kenngröße der SAPOS®-Statistiken sind die sogenannten Länderausfälle. Als Länderausfall wird der Fall bezeichnet, wenn zeitgleich alle Referenzstationsdatenströme eines Bundeslandes nicht am Übergabeknoten der Zentralen Stelle SAPOS® verfügbar sind. Im Jahr 2023 traten Events auf, die zu Ausfällen in zwei Bundesländern führten. Insgesamt beeinflussten unterschiedliche Faktoren die Datenverfügbarkeit der ZSS.

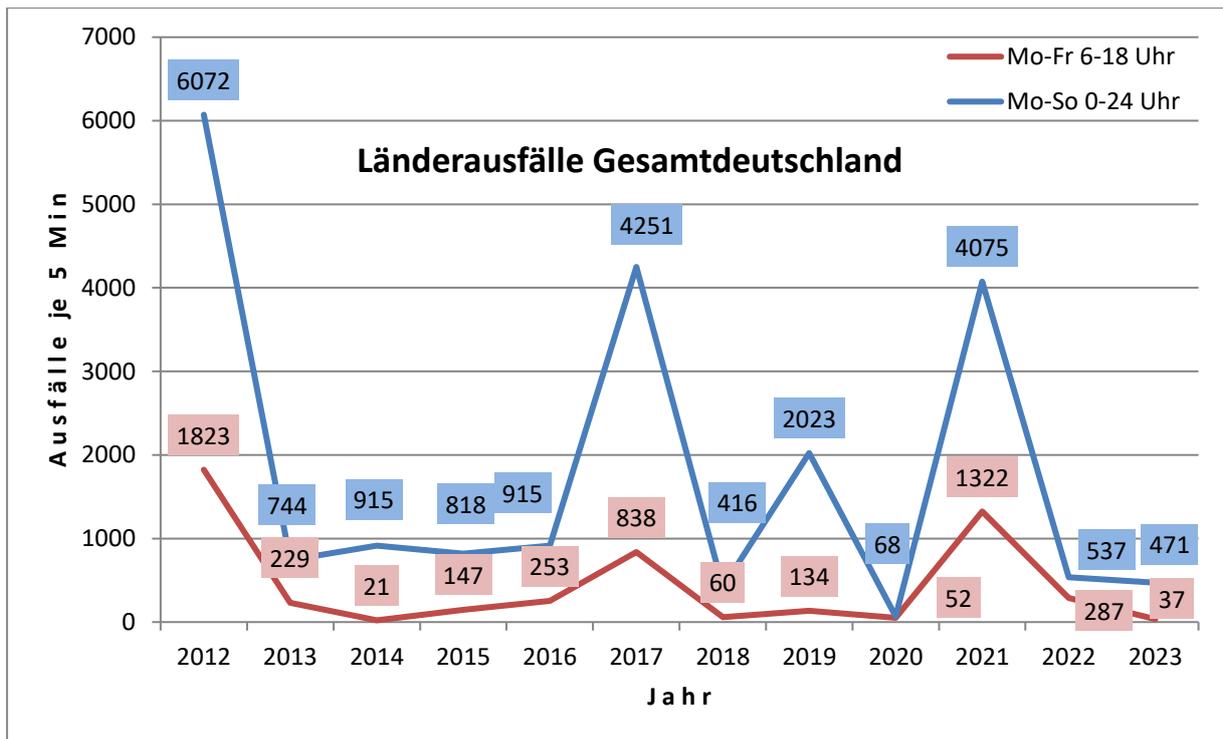


Abb. 4: Anzahl vollständiger Länderausfälle von je 5 Minuten Länge in der Bundesübersicht

Über das Ticket- und Event-System werden Systemwartungen und Ausfälle an die Nachbarländer und Großkunden kommuniziert. Bei geplanten Umbau- und Wartungsmaßnahmen werden die betroffenen Nutzenden 10 Werkzeuge vor der Maßnahme informiert.

3.5 Qualität des SAPOS® HEPS (Lösungsstatus und TTFA)

Für die Beurteilung der Qualität des SAPOS® HEPS werden folgende Kenngrößen herangezogen:

- Lösungsstatus 4: Anzahl der Messungen, die den NMEA-Lösungsstatus 4 (RTK fixed gemäß Lösungsstatus Trimble) erreicht haben
- TTFA: durchschnittliche Zeit bis zur Lösung der Mehrdeutigkeit in Sekunden

Im Jahr 2023 ist der prozentuale Anteil der Datenabrufe, die Lösungsstatus 4 erreichten, entgegen des Trends der letzten Jahre, leicht gestiegen (Abb. 5). Seit dem bisherigen Maximum im Jahr 2016 sank dieser Wert kontinuierlich bis zum Vorjahr. Er liegt nun aktuell auf einem vergleichbaren Wert wie 2021. Dies ist auf einen erweiterten Nutzerkreis zurückzuführen, dessen Ziel nicht mehr in jedem Fall ein Fixing ist. Manche Nutzende verwenden die Daten z. B. für Hard- und Softwareentwicklung oder verteilen vor Ort die Korrekturdaten über einen eigenen Ntrip-Caster weiter. Landwirtschaftliche Maschinen sind teilweise über sehr lange Zeiträume eingewählt, auch außerhalb der eigentlichen „Messung“. Die kostenfreie Datenabgabe in vielen Bundesländern verstärkt diese Erweiterung des Nutzerkreises.

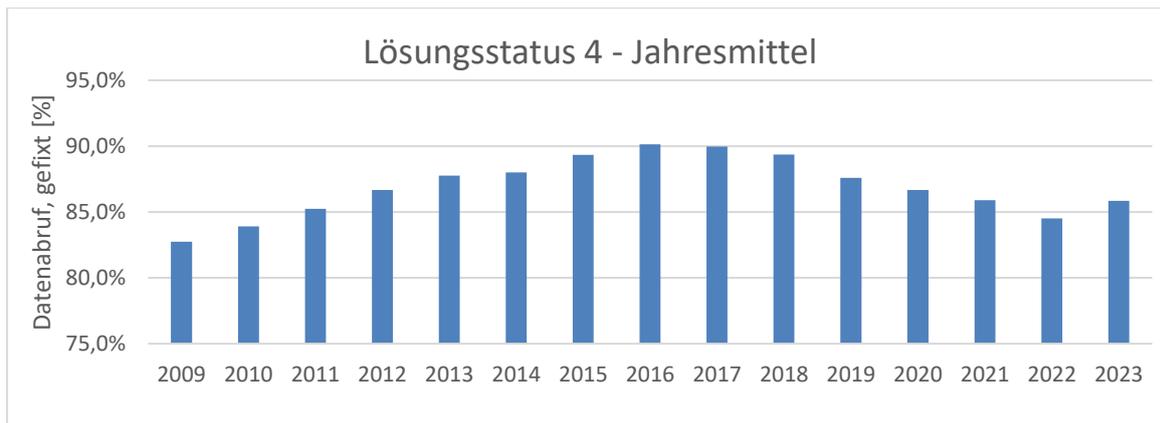


Abb. 5: SAPOS® HEPS Lösungsstatus 4, Jahresmittel über alle Bundesländer

Die durchschnittliche Fixingzeit bewegt sich weiterhin auf einem sehr guten Niveau (Abb. 6). Seit 2016 liegt der Mittelwert über alle Bundesländer stabil bei 22 bis 24 Sekunden.

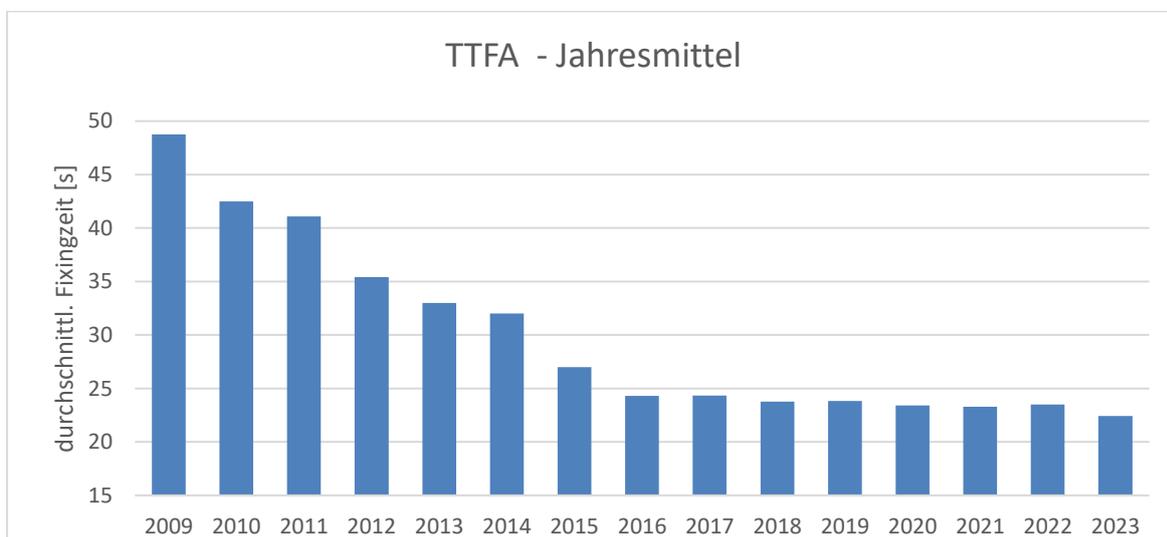


Abb. 6: SAPOS® HEPS durchschnittliche Fixingzeit, Jahresmittel über alle Bundesländer

Auf der 31. Tagung des Arbeitskreises Raumbezug im Jahr 2023 wurde der Wegfall der Erhebungsvorgabe für die Statistik 5 „Qualität des SAPOS® HEPS (Lösungsstatus und TTFA)“ beschlossen (AK RB 2023/02). Für die bundesweite Erhebung, Auswertung und Veröffentlichung der in der Erhebungsvorgabe enthaltenen Kennzahlen wird unter Berücksichtigung des Aufwands keine gewinnbringende Aussage mehr gesehen. Die bundesweite Erhebung dieser Daten endete mit Ablauf des Jahres 2023.

3.6 Nutzung des SAPOS® HEPS

Im Jahr 2023 zeigte sich erneut eine deutliche Steigerung der SAPOS® HEPS-Nutzung, insbesondere hervorgerufen durch die zunehmende kostenfreie Bereitstellung von SAPOS® HEPS in den Bundesländern sowie die Erschließung neuer Nutzergruppen.

Im Vergleich zum Vorjahr stieg die Anzahl der **HEPS-Zugriffe** auf die Dienste der Bundesländer und der ZSS wieder um ca. **27,7%**. Die Anzahl der genutzten **HEPS-Minuten** stieg im Vergleich zum Vorjahr um **23,3%**.

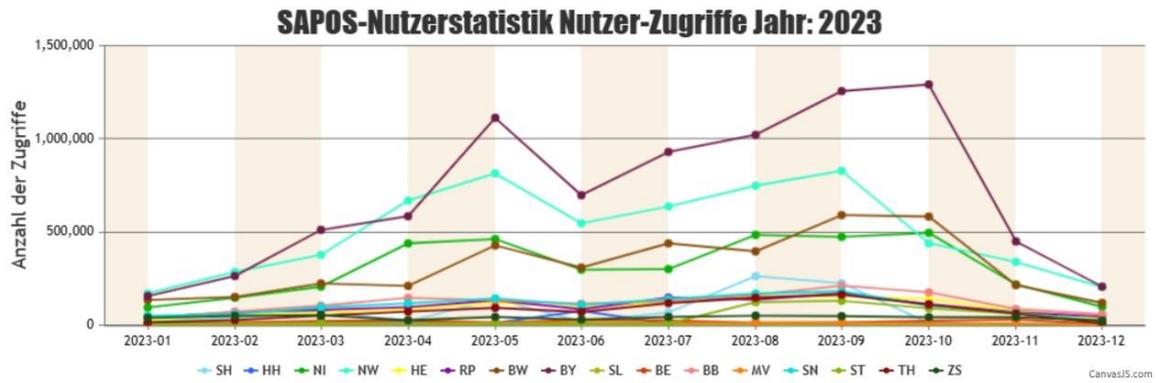


Abb. 7: Anzahl der SAPOS® HEPS-Zugriffe auf die Dienste der Bundesländer und der ZSS im Jahr 2023



Abb. 8: Volumen (Minuten) der SAPOS® HEPS-Zugriffe auf die Dienste der Bundesländer u. der ZSS in 2023

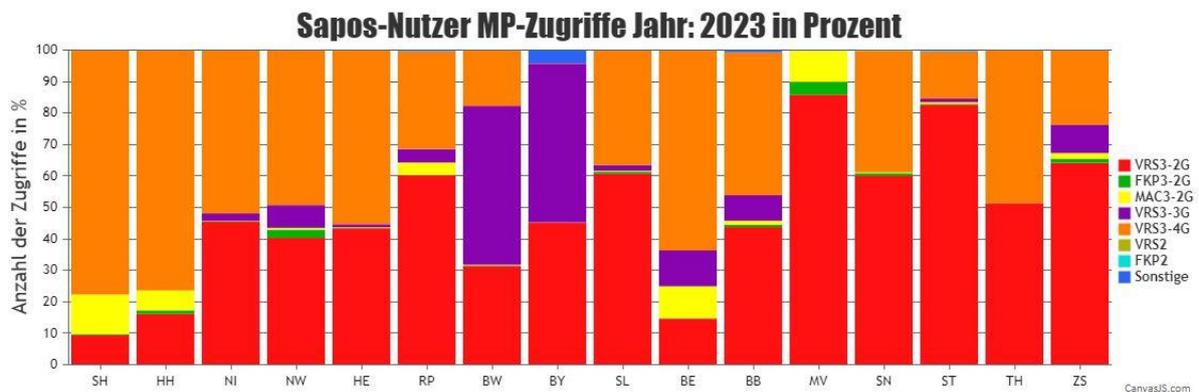
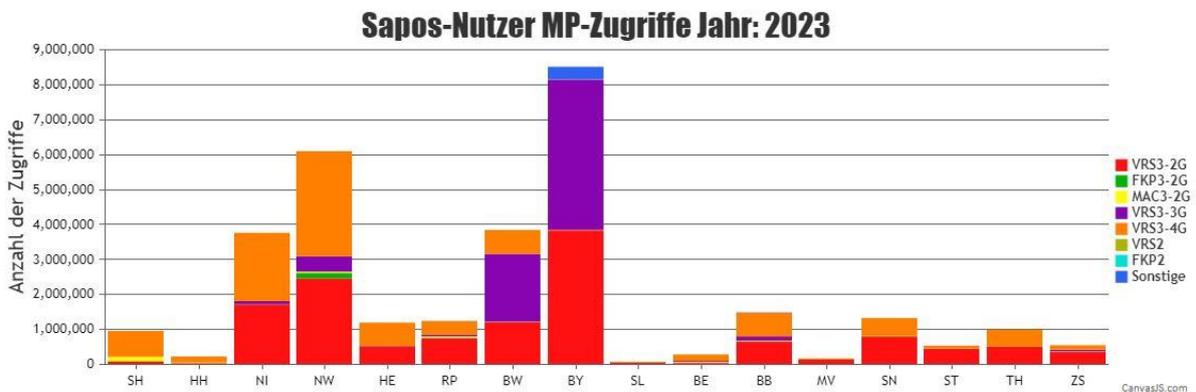


Abb. 9: Anzahl der SAPOS® HEPS-Zugriffe unterschieden nach Mountpoints im Jahr 2023

Die Nutzung moderner GNSS-Rover mit neuen Technologien verbunden mit der Nutzung aller gängigen GNSS-Systeme macht sich auch in der Nutzung der unterschiedlichen HEPS-Dienste bemerkbar: Die Nutzung des NTRIP-Mountpoints VRS_3_4G steigerte sich im Jahr 2023 im Vergleich zu 2022 weiter um ca. 75%.

3.7 Genauigkeit des SAPOS® HEPS anhand der RTK-Monitorstationen

Das RTK-Monitoring als Zustandsüberwachung des HEPS befähigt die SAPOS®-Betreiberländer, auf der Basis permanent arbeitender Monitorstationen auf Veränderungen zu reagieren und die Nutzenden zuverlässig über die Funktionalität und Leistungsfähigkeit dieses Dienstes zu informieren.

Die Zusammenfassung der Tagesgenauigkeiten im Jahr 2023 für Lage und Höhe zeigen die Tabellen 1 und 2 (14 Bundesländer).

Lagegenauigkeit (cm)	Tag des Monats																															Monatsmittel	Jahresmittel	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.			
2023-01	0,88	0,80	0,84	0,99	0,95	0,94	0,81	0,79	0,79	0,69	0,89	0,76	0,96	0,78	1,05	1,03	0,79	0,73	0,71	0,64	0,72	0,82	0,78	0,75	0,73	0,70	0,79	0,70	0,83	0,94	0,83	0,86	0,85	
2023-02	0,77	0,80	0,78	0,78	0,77	0,83	0,86	0,79	0,73	0,76	0,72	0,68	0,70	0,77	0,73	0,88	0,92	0,76	0,78	0,77	0,82	0,84	0,85	0,70	0,71	0,68	0,63	0,73				0,82		
2023-03	0,59	0,58	0,63	0,68	0,70	0,68	0,71	0,76	0,72	0,81	0,83	0,72	0,89	0,76	0,74	0,68	0,67	0,74	0,71	0,64	0,69	0,70	0,77	0,85	0,80	0,77	0,76	0,64	0,70	0,87	0,83	0,75		
2023-04	0,63	0,69	0,67	0,66	0,64	0,68	0,70	0,66	0,67	0,74	0,83	0,69	0,72	0,61	0,70	0,60	0,66	0,59	0,62	0,67	0,76	0,67	0,80	0,73	0,65	0,68	0,67	0,79	0,69	0,68		0,70		
2023-05	0,74	0,68	0,66	0,69	0,83	0,82	0,93	0,85	0,77	0,78	0,76	0,70	0,80	0,81	0,82	0,79	0,68	0,64	0,71	0,71	0,83	0,91	0,82	0,75	0,70	0,76	0,79	0,78	0,75	0,75	0,74	0,79		
2023-06	0,79	0,71	0,71	0,73	0,82	0,81	0,86	1,03	0,93	1,00	0,86	0,81	0,83	0,80	0,91	1,03	1,16	0,88	0,89	0,98	1,07	1,13	0,99	0,82	0,74	1,06	1,07	0,81	0,81	0,91	0,93			
2023-07	0,94	0,96	0,89	0,92	1,04	0,82	0,82	0,93	1,01	1,13	1,11	1,24	0,93	0,90	1,07	1,10	0,96	0,94	1,10	0,96	0,90	0,80	0,91	1,23	1,00	0,92	0,93	1,09	1,27	1,14	0,88	1,00		
2023-08	1,13	1,14	1,10	0,84	0,84	0,92	0,86	0,95	0,95	0,84	0,84	1,23	1,04	1,04	1,07	1,06	1,11	0,92	0,91	0,91	0,95	1,02	0,95	0,99	1,14	1,10	0,97	0,86	0,80	0,90	0,90	0,99		
2023-09	0,87	0,99	0,84	0,76	0,79	0,70	0,71	0,70	0,75	0,81	0,86	1,03	0,88	0,69	0,65	0,81	0,82	0,99	0,83	0,80	0,88	0,91	0,80	0,74	0,79	0,78	0,83	0,83	0,97	0,79		0,84		
2023-10	0,77	0,75	0,95	0,79	0,81	0,94	0,85	0,80	0,84	0,78	0,84	0,80	0,80	1,04	0,75	0,65	0,57	0,70	0,82	0,73	0,83	0,81	0,71	0,66	0,77	0,81	0,71	0,82	0,89	0,94	0,88	0,82		
2023-11	0,77	0,80	0,71	0,76	0,95	0,77	0,72	0,72	0,78	0,76	0,78	0,68	0,95	0,99	0,89	0,67	0,66	0,64	0,88	0,79	0,80	0,83	0,93	0,91	0,75	0,71	0,90	0,69	0,76	0,76		0,83		
2023-12	0,95	0,76	0,68	0,64	0,64	0,70	0,71	0,70	0,72	0,80	0,79	0,68	0,68	0,76	0,66	0,68	0,92	0,85	0,78	0,87	0,97	0,87	0,78	1,01	0,94	0,87	0,73	0,93	0,93	0,70	0,72	0,84		0,57

Tab. 1: Tageswerte der Lagegenauigkeit im Jahr 2022 für SAPOS® HEPS

Höhen Genauigkeit (cm)	Tag des Monats																															Monatsmittel	Jahresmittel	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.			
2023-01	1,31	1,26	1,35	1,54	1,49	1,50	1,27	1,25	1,27	1,13	1,40	1,17	1,47	1,23	1,50	1,51	1,24	1,19	1,16	1,00	1,17	1,28	1,22	1,15	1,04	1,20	1,26	1,08	1,30	1,43	1,27	1,33	1,41	
2023-02	1,19	1,20	1,27	1,26	1,30	1,51	1,16	1,28	1,25	1,29	1,44	1,18	1,14	1,05	1,04	1,21	1,38	1,36	1,33	1,33	1,24	1,24	1,05	1,18	1,23	1,09	1,37	1,09				1,29		
2023-03	0,91	0,92	0,99	1,06	1,07	1,04	1,15	1,10	1,08	1,22	1,18	1,14	1,45	1,19	1,17	1,11	1,11	1,16	1,18	1,06	1,21	1,19	1,30	1,39	1,29	1,29	1,26	1,04	1,16	1,42	1,33	1,20		
2023-04	1,05	1,15	1,06	1,01	1,05	1,07	1,19	1,14	1,13	1,19	1,39	1,21	1,16	1,03	1,10	1,04	1,10	1,00	1,06	1,10	1,26	1,17	1,38	1,25	1,09	1,10	1,05	1,30	1,18	1,21		1,16		
2023-05	1,27	1,16	1,11	1,17	1,48	1,35	1,47	1,43	1,43	1,44	1,34	1,21	1,38	1,32	1,48	1,46	1,19	1,07	1,18	1,19	1,41	1,60	1,53	1,36	1,23	1,32	1,33	1,48	1,35	1,29	1,29	1,35		
2023-06	1,44	1,34	1,23	1,29	1,44	1,46	1,55	1,77	1,74	1,70	1,59	1,44	1,46	1,41	1,59	1,70	1,97	1,60	1,60	1,72	1,78	2,00	1,73	1,47	1,28	1,89	1,75	1,43	1,42	1,62		1,60		
2023-07	1,60	1,62	1,56	1,49	1,80	1,43	1,44	1,59	1,75	1,95	1,93	2,04	1,60	1,53	1,89	1,90	1,60	1,58	1,86	1,62	1,61	1,41	1,59	2,09	1,64	1,61	1,54	1,89	2,11	2,02	1,53	1,69		
2023-08	1,87	1,91	1,76	1,37	1,45	1,60	1,48	1,61	1,65	1,55	1,48	2,08	1,83	1,85	2,04	1,85	1,98	1,75	1,79	1,74	1,68	1,83	1,76	1,71	1,93	1,94	1,75	1,43	1,39	1,57	1,61	1,73		
2023-09	1,62	1,75	1,51	1,37	1,39	1,33	1,30	1,39	1,48	1,63	1,64	1,86	1,62	1,24	1,16	1,47	1,53	1,72	1,50	1,38	1,63	1,61	1,37	1,25	1,34	1,45	1,61	1,68	1,85	1,39		1,53		
2023-10	1,35	1,37	1,59	1,34	1,42	1,57	1,45	1,36	1,48	1,41	1,43	1,43	1,40	1,77	1,29	1,11	1,03	1,19	1,41	1,24	1,43	1,41	1,18	1,17	1,33	1,34	1,16	1,29	1,53	1,50	1,40	1,39		
2023-11	1,26	1,37	1,13	1,24	1,45	1,22	1,14	1,16	1,31	1,21	1,26	1,11	1,57	1,61	1,40	1,18	1,12	1,11	1,45	1,32	1,32	1,28	1,38	1,49	1,20	1,17	1,32	1,09	1,17	1,21		1,30		
2023-12	1,47	1,16	1,06	1,14	1,11	1,12	1,16	1,20	1,14	1,24	1,28	1,11	1,11	1,15	1,04	1,11	1,41	1,44	1,29	1,34	1,52	1,43	1,19	1,56	1,51	1,40	1,19	1,50	1,47	1,13	1,17	1,30		0,91

Tab. 2: Tageswerte der Höhen Genauigkeit im Jahr 2022 für SAPOS® HEPS

Die mittlere Lagegenauigkeit des Jahres 2023 beträgt 8,5 mm mit einer Tagesbandbreite von 6 bis 13 mm und einer Stundenbandbreite von 4 mm bis 24 mm für die bundesweiten Genauigkeitsmittel. Bei der Höhe sind es 14,0 mm für das Jahresmittel 2023 mit 9 bis 21 mm Tagesbandbreite und 7 mm bis 32 mm Stundenbandbreite. Damit bewegen sich die Genauigkeitskennziffern auf dem Niveau der vergangenen Jahre.

Bei 15 Stunden wurde die Lage-/Höhen Genauigkeit entsprechend der Produktdefinition SAPOS® überschritten. Im Umkehrschluss wurde damit bundesweit statistisch gesehen in 99,8 % der SAPOS®-Betriebsstunden die definierte HEPS-Genauigkeit erfüllt.

Wie schon in den vergangenen Jahren wurden folgende zeitliche Abhängigkeiten bei der Nutzung von SAPOS® HEPS nachgewiesen:

- Im Winter sind die Genauigkeiten besser als im Sommer (jährlich periodische Schwankungen, Abb. 10 und 11).

- Vormittags sind die Genauigkeiten besser als nachmittags, insbesondere in der Mitte des Jahres (tageszeitliche Schwankungen).

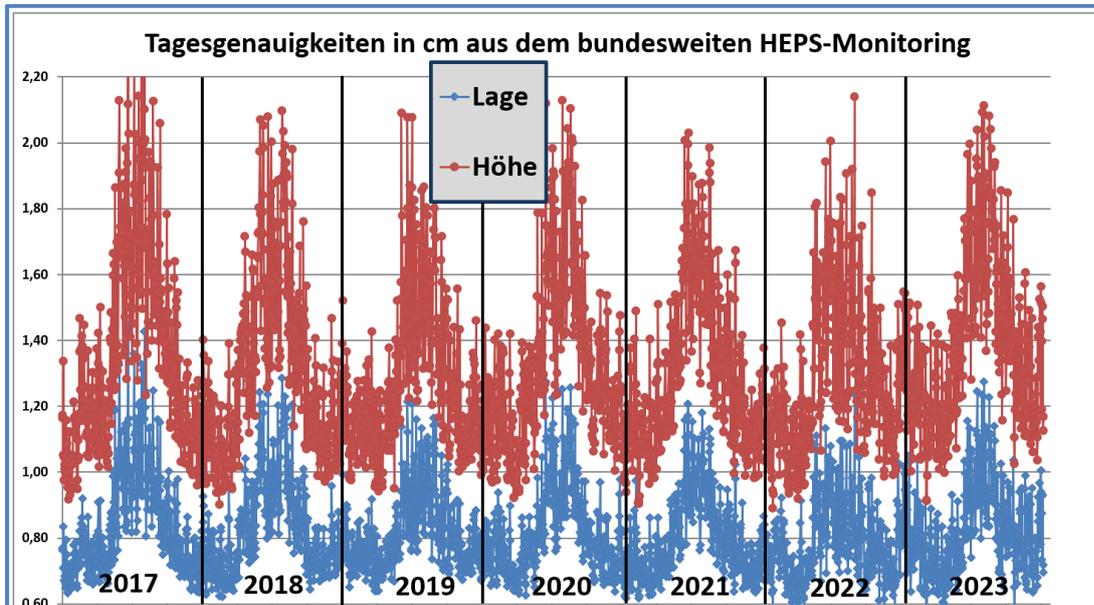


Abbildung 10: 2556 Tageswerte für Lage und Höhe (Saisonale Schwankungen 01.01.2017 bis 31.12.2023)

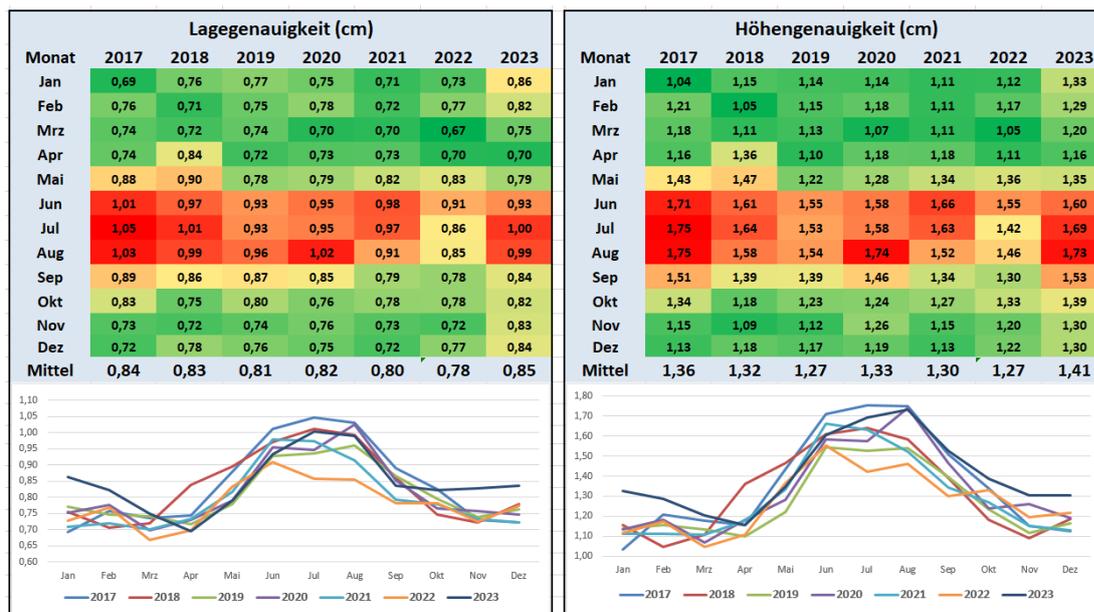


Abbildung 11: Monatliche Abhängigkeit der HEPS-Genauigkeit im Jahresvergleich 2017-2023

4 Schlussbemerkungen

Der SAPOS®-Qualitätsbericht dokumentiert den aktuellen Stand des SAPOS®-Qualitätsmanagements als Instrument der Überwachung der Bereitstellung des geodätischen Raumbezugs. Die Einhaltung der definierten Produktstandards wird in der jährlichen Bestandsaufnahme SAPOS® als bundesweites SAPOS®-Controlling sichtbar. Erneut beteiligten sich die Bundesländer umfassend an der Datenerhebung und ermöglichten damit die aktuelle Bestandsaufnahme SAPOS® zum Stichtag 01.01.2024. Für eine einheitliche Auswertung und Darstellung vergleichbarer Sachverhalte der SAPOS®-Dienste werden die bundesweiten Erhebungsvorgaben regelmäßig fortgeführt.