



Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen  
der Länder der Bundesrepublik Deutschland

## SAPOS®-Qualitätsbericht 2023 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® .....	5
3.5	Qualität des SAPOS® HEPS (Lösungsstatus und TTFA) .....	5
3.6	Nutzung des SAPOS® HEPS .....	7
3.7	Genauigkeit des SAPOS® HEPS anhand der RTK-Monitorstationen .....	8

## 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.

### Kostenfreie Bereitstellung von SAPOS®-Diensten

Stand: März 2023

kostenfrei  
 nicht kostenfrei

Bundesland	kostenfrei seit
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



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 27. April 2023 (Version 8.2) vor.

### 2.2 Bestandsaufnahme SAPOS®

Die Bestandsaufnahme SAPOS® liegt zum Stichtag 1. Januar 2023 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 (Mehrwegeverhältnisse) der Referenzstationspunkte werden nach gleichen Kriterien untersucht. Die Intensität der Mehrwegeeffekte kann numerisch erfasst und stationsweise verglichen werden.

Für das Jahr 2022 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.

Am 27. November 2022 (GPS-Woche 2238) wurde der neue globale Bezugsrahmen IGS20 einheitlich bei allen internationalen Analysestellen in die Rechenprozesse eingeführt. Zur Wahrung der Konsistenz mit den internationalen Netzen wurde folgerichtig auch DREF-Online zu diesem Zeitpunkt umgestellt.

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. Durch die reine Aufzeichnung der Beobachtungsdaten ist eine Kommunikationsverbindung, wie bei HEPS, nicht notwendig. Insbesondere für die Bereitstellung sowie langfristige Untersuchung des Bezugssystems werden RINEX-Daten in den Ländern dauerhaft vorgehalten.

Gemäß Produktdefinition SAPOS® wird für die RINEX-Daten eine Verfügbarkeitsquote von 98,5 % angestrebt. Im Jahr 2022 war eine bundesweit durchschnittliche Verfügbarkeit von 99,77 % zu verzeichnen. Damit wurde die Verfügbarkeitsquote erfüllt.

Im Vergleich zum Vorjahr ist in 2022 die Anzahl der Stationen mit einer Verfügbarkeit von RINEX-Daten unter 98,5 % von 22 auf 6 gefallen (Abb. 2). Weitere 14 Stationen lagen bei einem Wert unter 99 %. Jedoch wiesen 244 Stationen eine Verfügbarkeit von mehr als 99,5 % auf. 57 Stationen erreichten die maximale Verfügbarkeit von 100 %.

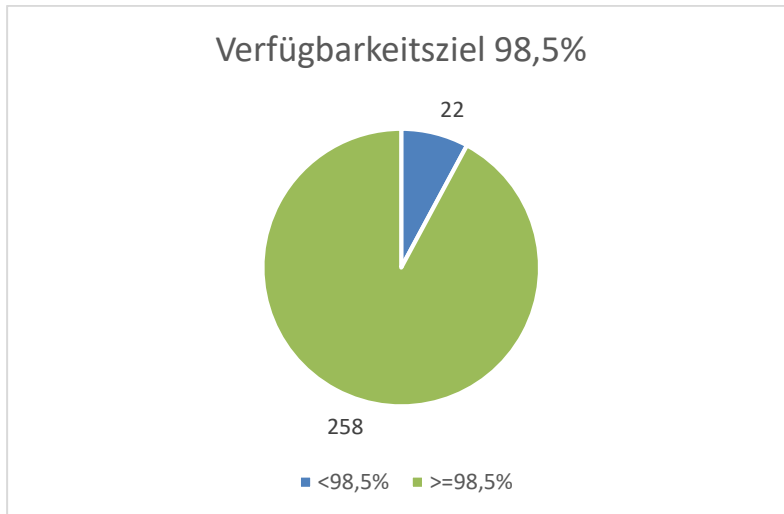


Abb. 2: Anzahl der Stationen, die das Verfügbarkeitsziel im Jahr 2022 erreichten

Seit 2009 ist eine Verfügbarkeit von mehr als 98,5 % auf Bundesebene zu verzeichnen (Abb. 3). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die SAPOS®-Infrastruktur eine gute und sichere Grundlage bietet.

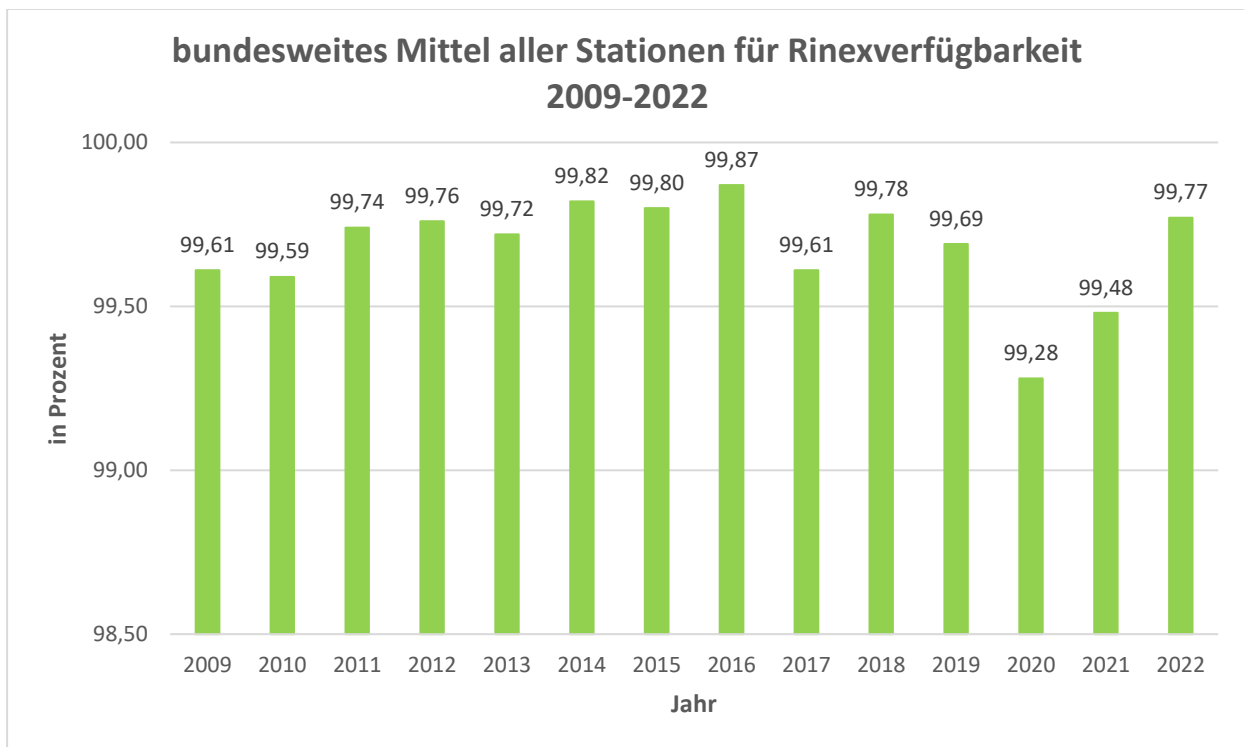


Abb. 3: Gesamtverfügbarkeit der RINEX-Daten auf Bundesebene von 2009 bis 2022

### 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 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 2022 traten Events auf, die zu Ausfällen in drei Bundesländern führten. Insgesamt beeinflussten unterschiedliche Faktoren die Datenverfügbarkeit der ZSS.

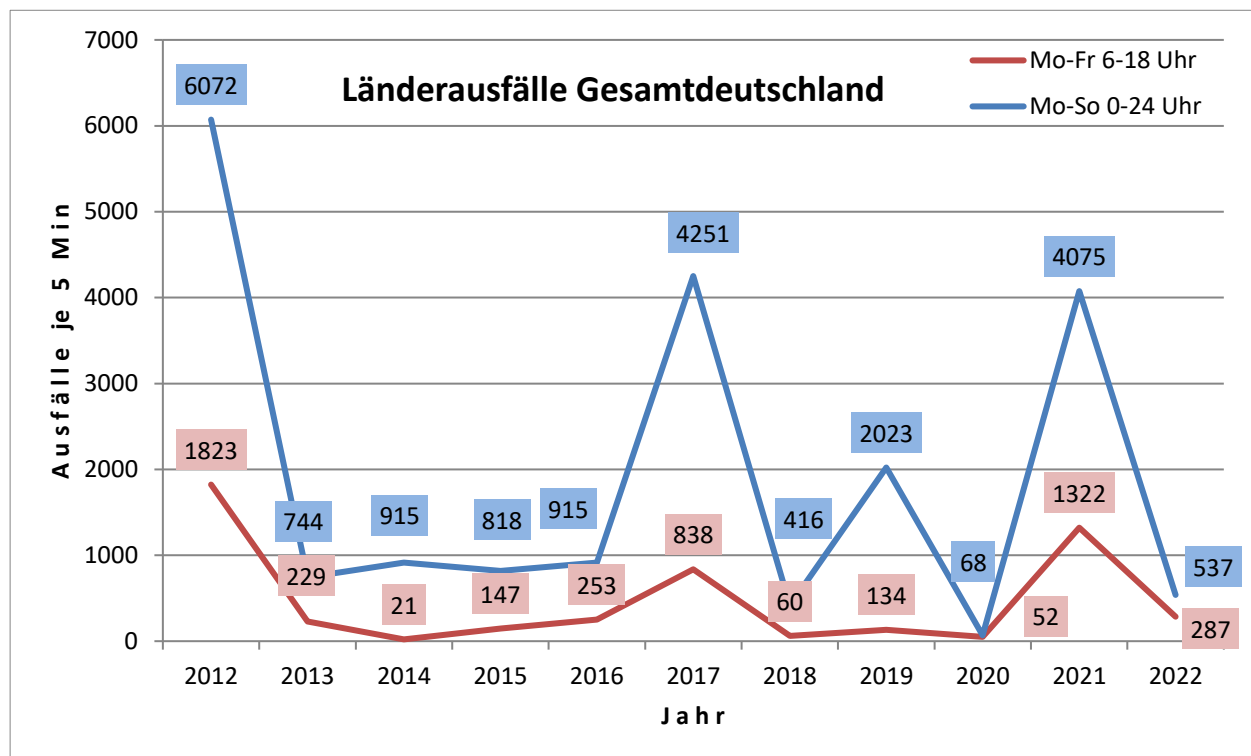


Abb. 4: Anzahl vollständiger Länderausfälle von je 5 Minuten Länge in der Bundesübersicht

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 Werktage 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

Der Anteil der Datenabrufe, die Lösungsstatus 4 erreichten, ging auch in 2022 weiter leicht zurück (Abb. 5). 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 die Erweiterung des Nutzerkreises.

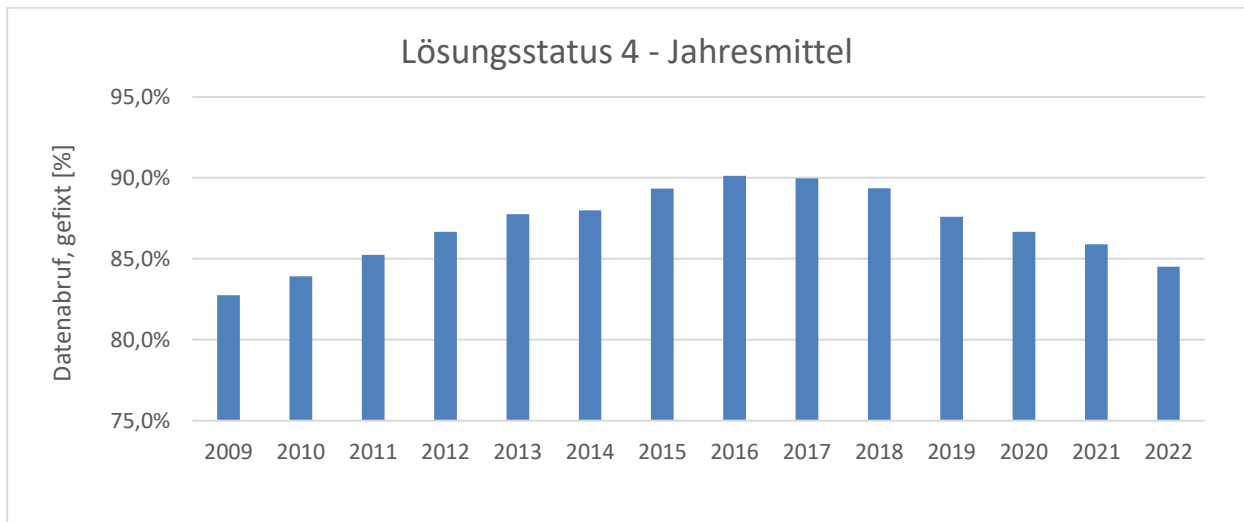


Abb. 5: SAPOS® HEPS Lösungsstatus 4, Jahresmittel über alle Bundesländer

Die durchschnittliche Fixingzeit bewegt sich weiterhin auf einem sehr guten Niveau (Abb. 6). Seit 2016 liegt der Mittelwert über alle Bundesländer stabil bei 23 bis 24 Sekunden.

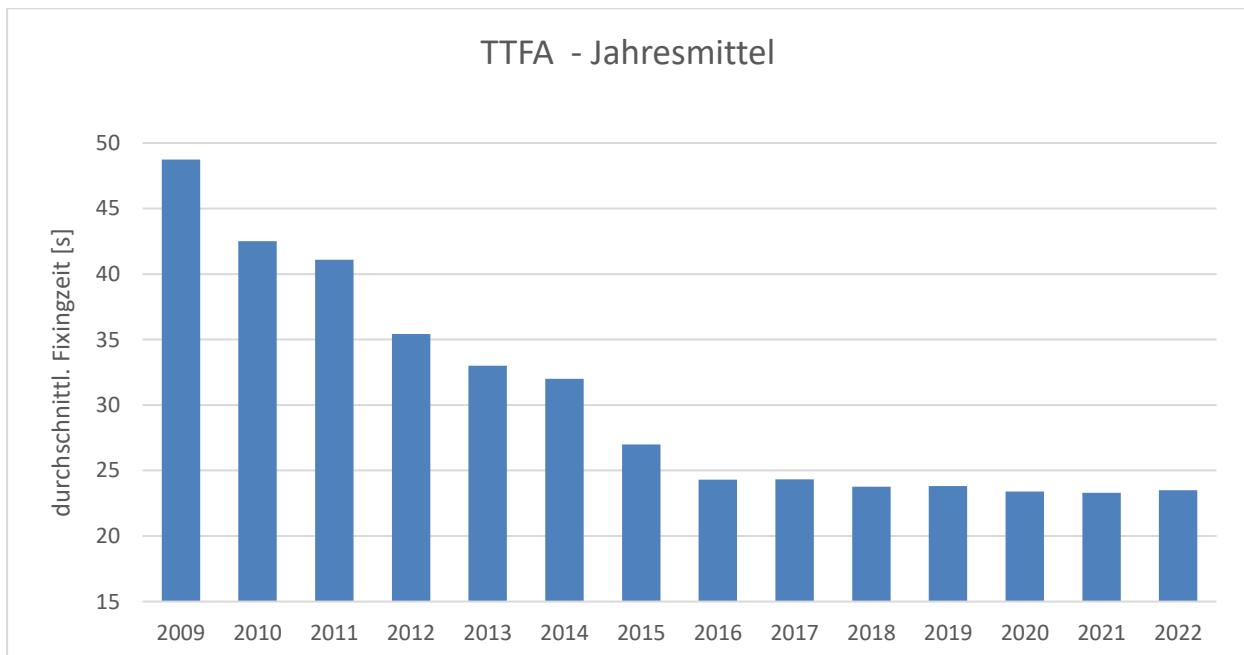


Abb. 6: SAPOS® HEPS durchschnittliche Fixingzeit, Jahresmittel über alle Bundesländer

### 3.6 Nutzung des SAPOS® HEPS

Im Jahr 2022 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 um 30,0 %.

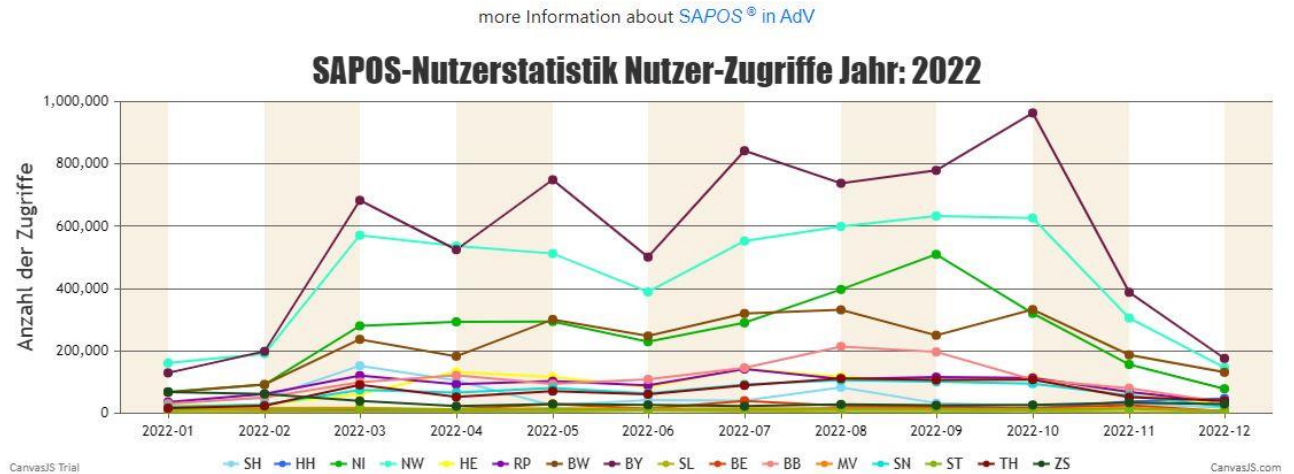


Abb. 7: Anzahl der SAPOS® HEPS-Zugriffe auf die Dienste der Bundesländer und der ZSS in 2022

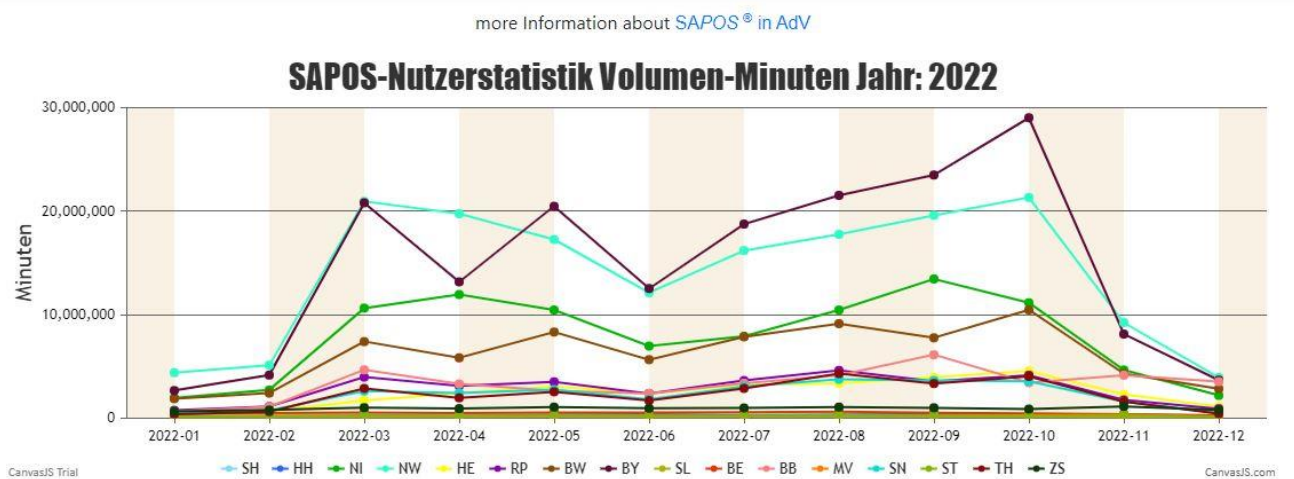


Abb. 8: Volumen (Minuten) der SAPOS® HEPS-Zugriffe auf die Dienste der Bundesländer und der ZSS in 2022

more information about SAPOS® in AdV

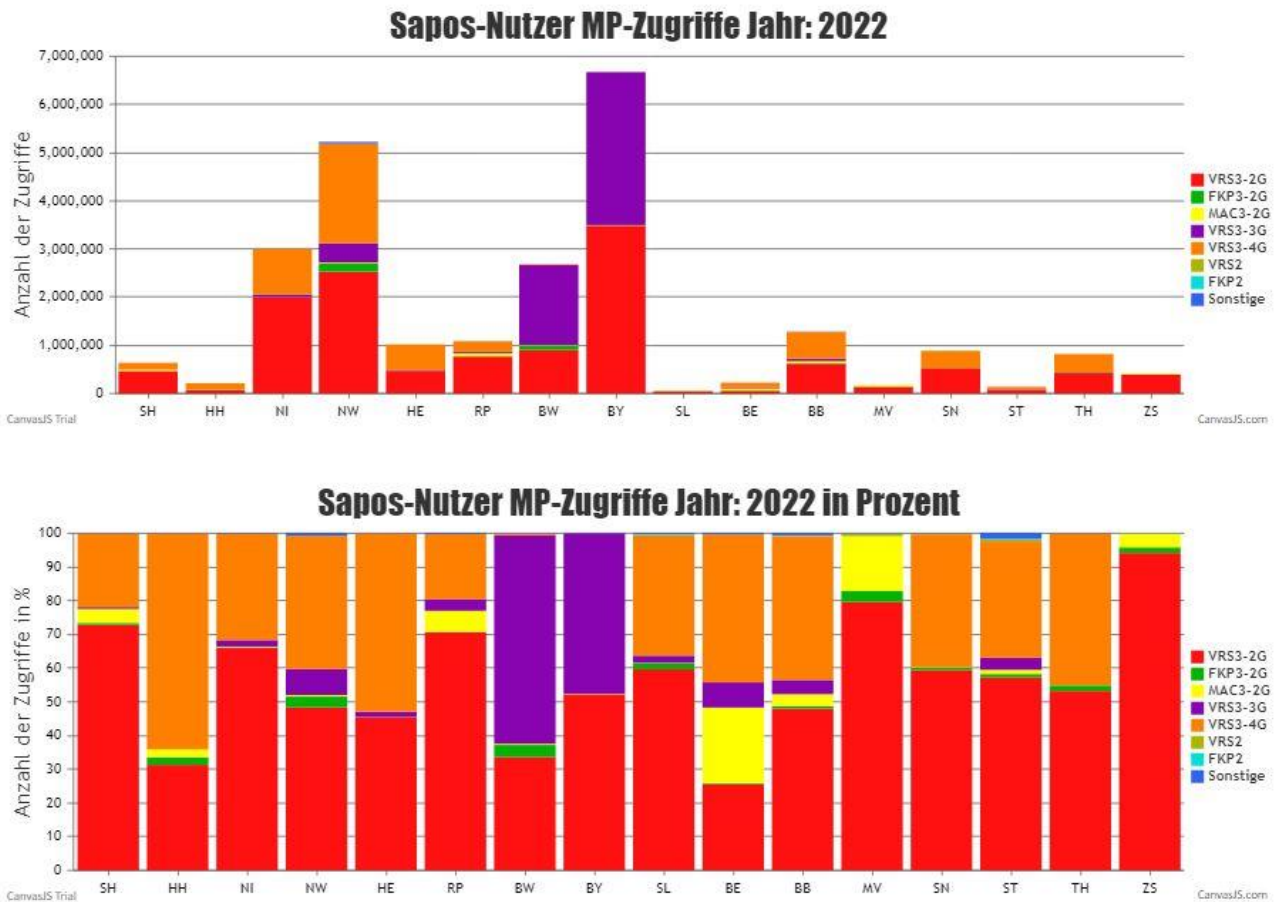


Abb. 9: Anzahl der SAPOS® HEPS-Zugriffe unterschieden nach Mountpoints in 2022

### 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 2022 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.			
2022-01	0,78	0,87	0,84	0,67	0,74	0,75	0,74	0,72	0,71	0,67	0,68	0,81	0,68	0,76	0,67	0,68	0,72	0,70	0,76	0,78	0,67	0,71	0,63	0,64	0,59	0,64	0,75	0,73	0,82	0,85	0,85	0,73	0,78	
2022-02	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			0,77			
2022-03	0,74	0,79	0,67	0,72	0,65	0,65	0,67	0,64	0,63	0,66	0,63	0,67	0,66	0,74	0,66	0,61	0,69	0,68	0,66	0,75	0,67	0,66	0,62	0,61	0,68	0,70	0,67	0,65	0,67	0,62	0,64	0,67		
2022-04	0,60	0,71	0,69	0,64	0,65	0,76	0,85	0,74	0,91	0,79	0,66	0,62	0,65	0,72	0,66	0,62	0,62	0,60	0,65	0,65	0,67	0,74	0,66	0,73	0,72	0,73	0,74	0,68	0,76	0,72	0,70			
2022-05	0,73	0,72	0,75	0,71	0,69	0,68	0,70	0,69	0,74	0,86	0,99	0,92	0,73	0,74	0,93	1,08	0,91	0,83	0,94	1,11	0,92	0,89	0,96	0,95	0,86	0,76	1,00	0,85	0,77	0,67	0,75	0,83		
2022-06	0,84	0,79	0,82	0,80	0,96	0,95	0,90	0,87	0,91	0,85	0,93	1,13	0,91	0,69	0,82	0,90	0,78	0,80	1,04	1,05	0,91	0,93	0,96	1,08	0,92	0,94	1,02	0,90	0,85	1,03	0,91			
2022-07	0,90	0,77	0,93	0,86	0,86	0,78	0,87	0,74	1,01	0,75	0,79	0,79	0,96	1,01	0,73	0,80	0,77	0,70	0,76	0,98	1,09	0,85	0,94	0,75	1,09	0,92	0,77	0,75	0,93	0,86	0,88	0,86		
2022-08	0,93	0,81	0,82	0,94	1,08	0,87	0,80	0,74	0,70	0,75	0,77	0,79	0,75	0,91	1,09	0,84	0,86	0,92	0,87	0,98	0,81	0,78	0,87	0,85	0,81	1,24	0,81	0,74	0,74	0,83	0,79	0,85		
2022-09	0,75	0,69	0,71	0,75	0,86	0,95	1,05	0,86	0,94	0,80	0,72	0,66	0,81	0,98	0,87	0,90	0,88	0,80	0,82	0,81	0,64	0,65	0,67	0,72	0,64	0,66	0,67	0,69	0,75	0,74	0,78			
2022-10	0,95	0,96	0,80	0,69	0,79	0,77	0,71	0,88	0,68	0,98	0,77	0,71	0,89	0,71	0,86	0,81	0,74	0,79	0,70	0,73	0,80	0,75	0,75	0,91	0,79	0,74	0,73	0,77	0,61	0,66	0,77	0,78		
2022-11	0,82	0,85	0,78	0,83	0,73	0,84	0,74	0,72	0,76	0,70	0,61	0,60	0,64	0,66	0,68	0,74	0,82	0,76	0,67	0,72	0,69	0,70	0,66	0,66	0,78	0,67	0,72	0,79	0,72	0,67	0,72			
2022-12	0,65	0,69	0,65	0,63	0,70	0,74	0,65	0,65	0,60	0,66	0,67	0,67	0,78	0,78	0,91	0,83	0,87	1,03	0,90	0,82	0,69	0,69	0,79	0,83	0,86	0,77	0,86	0,87	0,86	0,88	1,02	0,77		
																																Tageswerte		
																																	min	max
																																	0,59	1,24

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



Höhengenaueigkeit (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.		
2022-01	1,22	1,38	1,31	1,03	1,13	1,14	1,15	1,11	1,05	1,03	1,04	1,23	1,02	1,15	1,04	1,11	1,09	1,05	1,17	1,21	1,00	1,13	0,98	0,94	0,89	0,93	1,15	1,14	1,30	1,24	1,25	1,12	1,27
2022-02	1,19	1,24	1,17	1,17	1,09	1,20	1,31	1,20	1,13	1,18	1,17	0,99	1,05	1,18	1,10	1,31	1,45	1,23	1,17	1,13	1,27	1,32	1,24	1,13	1,09	1,06	1,00	1,12			1,17		
2022-03	1,09	1,22	1,04	1,05	0,96	0,98	0,97	0,95	0,94	0,97	0,97	1,02	1,02	1,16	1,09	1,06	1,15	1,16	1,04	1,19	1,03	1,06	0,99	0,97	1,04	1,14	1,11	1,21	1,10	0,95	0,95	1,05	
2022-04	0,92	1,08	1,02	0,98	1,05	1,17	1,42	1,21	1,37	1,23	0,99	1,02	1,10	1,34	1,05	0,96	0,97	0,96	1,07	1,04	1,11	1,20	1,02	1,15	1,16	1,10	1,13	1,08	1,22	1,19	1,11		
2022-05	1,16	1,10	1,13	1,16	1,15	1,07	1,15	1,16	1,15	1,45	1,67	1,44	1,20	1,32	1,53	1,81	1,56	1,52	1,64	1,82	1,40	1,49	1,58	1,63	1,40	1,17	1,58	1,31	1,19	1,06	1,21	1,36	
2022-06	1,35	1,25	1,35	1,37	1,60	1,67	1,61	1,49	1,52	1,45	1,57	1,94	1,51	1,24	1,43	1,58	1,27	1,39	1,77	1,72	1,52	1,68	1,61	2,01	1,52	1,58	1,70	1,57	1,55	1,76	1,55		
2022-07	1,47	1,22	1,60	1,43	1,37	1,24	1,39	1,20	1,66	1,22	1,32	1,34	1,62	1,75	1,19	1,29	1,28	1,15	1,25	1,76	1,83	1,50	1,52	1,21	1,83	1,57	1,21	1,15	1,52	1,51	1,47	1,42	
2022-08	1,56	1,47	1,39	1,69	1,91	1,42	1,23	1,19	1,13	1,24	1,24	1,33	1,25	1,62	1,72	1,39	1,45	1,58	1,60	1,92	1,42	1,33	1,44	1,47	1,44	2,14	1,45	1,30	1,25	1,37	1,34	1,46	
2022-09	1,22	1,07	1,17	1,29	1,52	1,63	1,71	1,46	1,47	1,23	1,21	1,12	1,47	1,75	1,43	1,43	1,33	1,26	1,33	1,27	1,08	1,06	1,16	1,20	1,13	1,19	1,12	1,12	1,26	1,24	1,30		
2022-10	1,55	1,55	1,29	1,19	1,37	1,33	1,25	1,59	1,15	1,85	1,31	1,15	1,48	1,18	1,50	1,38	1,29	1,46	1,15	1,32	1,39	1,35	1,32	1,46	1,24	1,24	1,26	1,23	1,04	1,09	1,33	1,33	
2022-11	1,50	1,36	1,31	1,32	1,22	1,36	1,21	1,18	1,29	1,14	1,01	0,99	1,18	1,14	1,14	1,24	1,31	1,20	1,03	1,17	1,09	1,14	1,09	1,10	1,22	1,07	1,20	1,38	1,17	1,10	1,20		
2022-12	1,13	1,06	1,03	0,99	1,07	1,16	1,11	1,05	1,00	1,05	1,02	1,01	1,18	1,13	1,37	1,27	1,37	1,51	1,40	1,29	1,13	1,15	1,26	1,31	1,34	1,29	1,34	1,35	1,40	1,38	1,55	1,22	
																Tageswerte		min max															
																0,89		2,14															

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

Die mittlere Lagegenauigkeit des Jahres 2022 beträgt 7,8 mm mit einer Tagesbandbreite von 6 bis 12 mm und einer Stundenbandbreite von 4 bis 22 mm für die bundesweiten Mittel. Bei der Höhe sind es 13,0 mm für das Jahresmittel 2022 mit 9 bis 21 mm Tagesbandbreite und 7 bis 32 mm Stundenbandbreite. Damit bewegen sich die Genauigkeitskennziffern auf dem Niveau der vergangenen Jahre.

Bei 8 Stunden wurde die Lage-/Höhengenaueigkeit entsprechend der Produktdefinition SAPOS® überschritten. Im Umkehrschluss wurde damit bundesweit statistisch gesehen in 99,9 % 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).

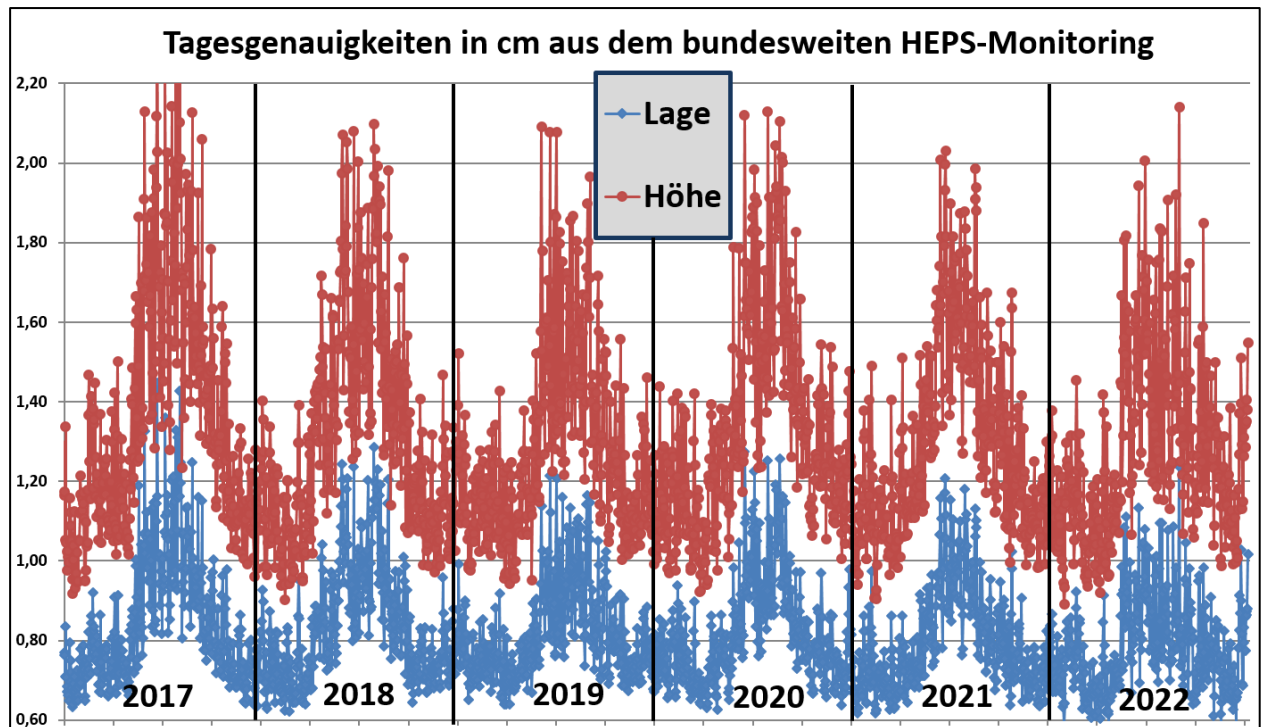


Abb. 10: 2191 Tageswerte SAPOS® HEPS für Lage und Höhe

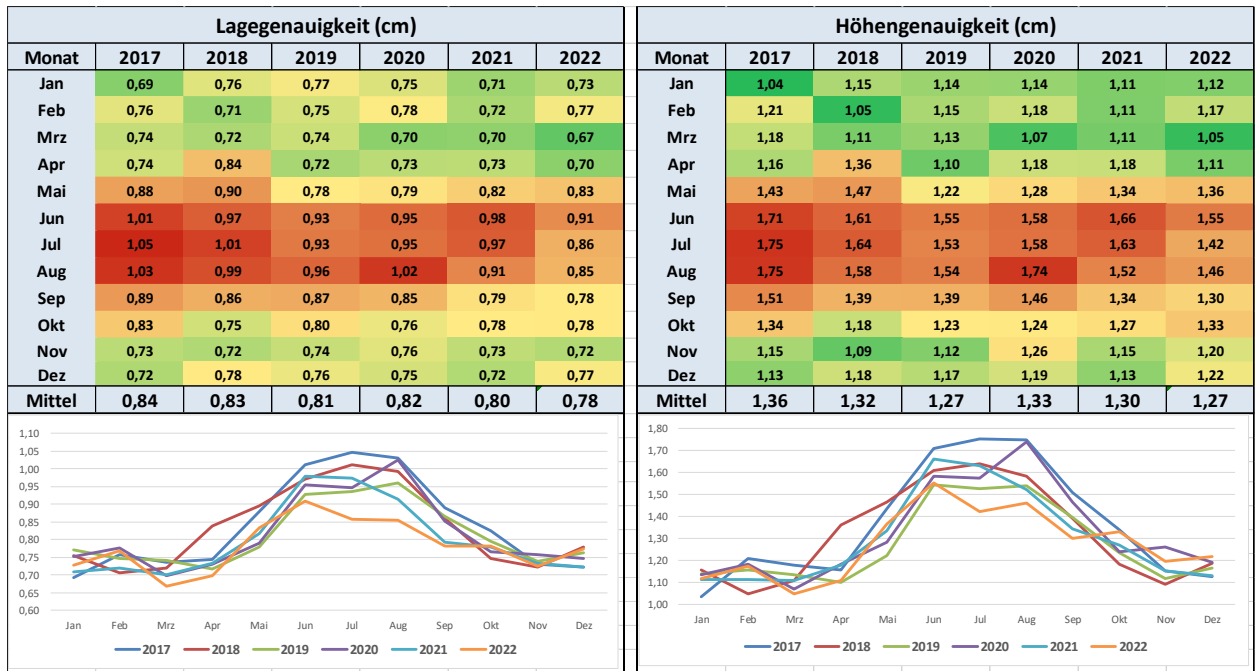


Abb. 11: monatliche Abhängigkeit der HEPS-Genauigkeit im Jahresvergleich 2017-2022