



INSTITUT FÜR ANGEWANDTE PFLANZENBIOLOGIE AG  
Benkenstrasse 254a, CH-4108 Witterswil  
www.iap.ch

---

## Jahresbericht Interkantonale Walddauerbeobachtung 2023

---

### Bonitierung in der WDB Fläche Chrischona (BS) 2022



Kronenverlichtung Stufe 1 (>25%)



Kronenverlichtung Stufe 2 (>60%)



Kronenverlichtung Stufe 3 (100%)

SIMON TRESCH, SVEN-ERIC HOPF, SABINE BRAUN

Witterswil, März 2023

Das Interkantonale Walddauerbeobachtungsprogramm wird geleitet durch die Forstämter der Kantone AG, BL, BS, GR, SO, TG, ZH & die Zentralschweizer Umweltfachstellen (LU, NW, OW, SZ, UR, ZG).

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>Synthese</b>	<b>1</b>
<b>1 Buchen</b>	<b>6</b>
1.1 Kronenverlichtung . . . . .	6
1.2 Blattverfärbung . . . . .	7
1.3 Mortalität . . . . .	8
<b>2 Fichten</b>	<b>9</b>
2.1 Kronenverlichtung . . . . .	9
2.2 Nadelverfärbung . . . . .	10
<b>3 Eichen</b>	<b>12</b>
3.1 Kronenverlichtung . . . . .	12
3.2 Blattverfärbung . . . . .	13
3.3 Mortalität . . . . .	14
<b>4 Statistische Auswertungen von Kronenverlichtung und Mortalität</b>	<b>15</b>
4.1 Kronenverlichtung >60% Buchen . . . . .	15
4.2 Mortalität Buchen . . . . .	20
4.3 Kronenverlichtung Fichten >60% . . . . .	24
4.4 Mortalität Fichten . . . . .	25
4.5 Kronenverlichtung Eichen >60% . . . . .	27
<b>5 Stammzuwachs</b>	<b>28</b>
<b>6 Bodenwassermessungen</b>	<b>29</b>
6.1 Zeitliche Entwicklung . . . . .	29
6.2 Zeitliche Variation innerhalb des Jahres . . . . .	30
6.3 Standortvergleich . . . . .	32
<b>7 Stickstoffversuch</b>	<b>34</b>
7.1 Trockenschäden . . . . .	34
7.2 Vergilbungen, Randnekrosen und Totäste . . . . .	36
7.3 Trockenschäden und Baumwachstum im N-Versuch . . . . .	40
<b>8 Windwurf und Stammbruch</b>	<b>41</b>
8.1 Risikoanalyse von Stickstoffdeposition und Trockenheit auf Stammbruch, Windwurf, Mortalität und Baumwachstum für Buchen und Fichten . . . . .	43
<b>9 Streufall</b>	<b>44</b>
<b>10 Phytopathologische Untersuchungen</b>	<b>45</b>
10.1 Eichen Villigen (AG) . . . . .	45
10.2 Schleimfluss-Symptome an Eichen in BL . . . . .	47

<b>11 Bodenlösung</b>	<b>49</b>
11.1 Zeitlicher Verlauf des BC/Al-Verhältnis . . . . .	50
<b>12 Vegetation und Pflanzensoziologie</b>	<b>52</b>
12.1 Pflanzensoziologische Aufnahmen . . . . .	52
12.2 Erhebung von Stickstoffzeigern . . . . .	53
12.3 Brombeere ist nicht gleich Brombeere . . . . .	56
<b>13 Anhang</b>	<b>59</b>
<b>Anhang</b>	<b>59</b>
13.1 Kronenverlichtung Buchen . . . . .	60
13.2 Kronenverlichtung Fichten . . . . .	69
13.3 Kronenverlichtung Eichen . . . . .	80
13.4 Mortalität pro Standort und Baumart WDB 2022 . . . . .	87
<b>14 Bonitierung Einzelstandorte</b>	<b>90</b>
14.1 Bonitierung Programmkanton AG . . . . .	90
14.2 Bonitierung Programmkanton BL . . . . .	97
14.3 Bonitierung Programmkanton BS . . . . .	109
14.4 Bonitierung Programmkanton GR . . . . .	112
14.5 Bonitierung Programmkanton SO . . . . .	118
14.6 Bonitierung Programmkanton TG . . . . .	127
14.7 Bonitierung Programmkanton ZCH . . . . .	132
14.8 Bonitierung Programmkanton ZH . . . . .	141
14.9 Bonitierung Flächenkantone . . . . .	153
<b>15 Bodenlösung Einzelstandorte</b>	<b>178</b>
15.1 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton AG . . . . .	179
15.2 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton BL . . . . .	189
15.3 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton BS . . . . .	199
15.4 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton SO . . . . .	201
15.5 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton TG . . . . .	207
15.6 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkantone ZCH . . . . .	210
15.7 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton ZH . . . . .	230
15.8 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Flächenkantone . . . . .	238
<b>16 Bodenwasser Einzelstandorte</b>	<b>261</b>
16.1 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton AG . . . . .	261
16.2 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton BL . . . . .	267
16.3 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton BS . . . . .	276
16.4 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton GR . . . . .	279
16.5 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton SO . . . . .	287
16.6 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton TG . . . . .	297
16.7 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton ZCH . . . . .	301
16.8 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton ZH . . . . .	309
16.9 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Flächenkantone . . . . .	321
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>351</b>

# Abbildungen

<b>Abb. 1</b>	Vorzeitige Herbstverfärbung und Laubfall . . . . .	1
<b>Abb. 2</b>	Buchenkrone . . . . .	2
<b>Abb. 3</b>	Fichtenkrone . . . . .	3
<b>Abb. 4</b>	Eichenkrone . . . . .	4
<b>Abb. 5</b>	CH-Karte WDB . . . . .	5
<b>Abb. 6</b>	Kronenverlichtung Buchen . . . . .	6
<b>Abb. 7</b>	Starke Kronenverlichtung Buchen . . . . .	6
<b>Abb. 8</b>	Starke Kronenverlichtung Buchen biogeographische Regionen . . . . .	7
<b>Abb. 9</b>	Blattverfärbung Buchen . . . . .	7
<b>Abb. 10</b>	Absterberate Buchen . . . . .	8
<b>Abb. 11</b>	Kronenverlichtung Fichten . . . . .	9
<b>Abb. 12</b>	Starke Kronenverlichtung Fichten . . . . .	9
<b>Abb. 13</b>	Nadelverfärbung Fichten . . . . .	10
<b>Abb. 14</b>	Mortalität Fichten . . . . .	10
<b>Abb. 15</b>	Mortalität Fichten biogeographische Region . . . . .	11
<b>Abb. 16</b>	Kronenverlichtung Eichen . . . . .	12
<b>Abb. 17</b>	Leichte Kronenverlichtung Eichen . . . . .	12
<b>Abb. 18</b>	Starke Kronenverlichtung Eichen . . . . .	13
<b>Abb. 19</b>	Blattverfärbung Eichen . . . . .	13
<b>Abb. 20</b>	Absterberate Eichen . . . . .	14
<b>Abb. 21</b>	Lag-Effekt der Trockenheit auf den Anteil >60% Verlichtung bei Buchen . . . . .	15
<b>Abb. 22</b>	Zeitlicher Verlauf des Trockenheitseffekts auf den Anteil stark geschädigter Buchen . . . . .	16
<b>Abb. 23</b>	Beziehung zwischen Kronenverlichtung >60% und Nährstoffversorgung Buchen . . . . .	16
<b>Abb. 24</b>	Beziehung zwischen der Vergilbung bei Buchen und der Phosphorkonzentration . . . . .	17
<b>Abb. 25</b>	Zeitlicher Verlauf des Stammwachstums von Buchen unterschiedlicher Verlichtung . . . . .	18
<b>Abb. 26</b>	Kronenverlichtung der Genetikbäume und Wachstum . . . . .	19
<b>Abb. 27</b>	Trockenheitseffekt auf die Buchenmortalität . . . . .	20
<b>Abb. 28</b>	Zeitlicher Verlauf des Trockenheitseffekts auf die Buchenmortalität . . . . .	21
<b>Abb. 29</b>	Beziehung zwischen der Mortalität und der Nährstoffversorgung bei Buchen . . . . .	21
<b>Abb. 30</b>	Überlebenswahrscheinlichkeit unterschiedlich geschädigter Buchen nach 2018 . . . . .	22
<b>Abb. 31</b>	Entwicklung der Kronenverlichtung stark geschädigter Buchen nach 2018 . . . . .	23
<b>Abb. 32</b>	Lag-Effekt der Trockenheit auf den Anteil >60% Verlichtung bei Fichten . . . . .	24
<b>Abb. 33</b>	Beziehung zwischen P-Versorgung und Anteil Fichten mit Kronenverlichtung >60% . . . . .	24
<b>Abb. 34</b>	Lag-Effekte der Trockenheit und Einflussfaktoren auf Fichtenmortalität . . . . .	25
<b>Abb. 35</b>	Beziehungen zur Fichtenmortalität . . . . .	26
<b>Abb. 36</b>	Anteil Eichen mit >60% Kronenverlichtung: Unterschiede zwischen den Arten . . . . .	27
<b>Abb. 37</b>	Stammzuwaxsmessung . . . . .	28
<b>Abb. 38</b>	Entwicklung Volumenzuwachs pro Fläche . . . . .	28
<b>Abb. 39</b>	Entwicklung Trockenheit . . . . .	29
<b>Abb. 40</b>	Monatsverlauf ASWS . . . . .	30

<b>Abb. 41</b>	Monatsverlauf pF . . . . .	31
<b>Abb. 42</b>	Standortsvergleich rel. Bodenwassergehalt . . . . .	32
<b>Abb. 43</b>	Standortsvergleich pF . . . . .	33
<b>Abb. 44</b>	Trockenschäden an Buchen und Eichen in Hochwald im Sommer 2022 . . . . .	34
<b>Abb. 45</b>	Trockenschäden an Buchen und Eichen in Hochwald . . . . .	35
<b>Abb. 46</b>	Photobleaching an Buchen in Hochwald im Sommer 2022 . . . . .	36
<b>Abb. 47</b>	Photobleaching und Verfärbung an Buchen in Hochwald . . . . .	37
<b>Abb. 48</b>	Verfärbung an Buchen und Eichen in Hochwald im Sommer 2022 . . . . .	37
<b>Abb. 49</b>	Interkostalchlorosen an Buchen auf dem Zugerberg (links) und Randnekrosen an Buchen in Hochwald (rechts). . . . .	38
<b>Abb. 50</b>	Randnekrosen und Interkostalverfärbung . . . . .	38
<b>Abb. 51</b>	Toter Ast an einer Buche in Hochwald 2022. . . . .	39
<b>Abb. 52</b>	Totastanteil an Buchen und Eichen in Hochwald im Sommer 2022 . . . . .	39
<b>Abb. 53</b>	Beziehung zwischen Trockenschäden und Baumhöhe in Hochwald . . . . .	40
<b>Abb. 54</b>	Stammbruch von Fichten in Beziehung zur Stickstoffdeposition . . . . .	42
<b>Abb. 55</b>	Erklärende Variablen für den Windwurf von Buchen . . . . .	42
<b>Abb. 56</b>	Risikobewertung bei tiefen und hohen Stickstoffeinträgen . . . . .	43
<b>Abb. 57</b>	Frachten von P, K, Ca und Mg in Streufall, Verwitterung, Entzug und Auswaschung . . . . .	44
<b>Abb. 58</b>	Phosphor und Kalium im Laub und im Boden von Eichen in Villigen (AG) . . . . .	45
<b>Abb. 59</b>	Nährstoffgehalt im Laub von Eichen in Villigen (AG) . . . . .	46
<b>Abb. 60</b>	Schleimflussflecken an einer Eiche in MuttENZ (BL) . . . . .	47
<b>Abb. 61</b>	Zweipunktige Eichenprachtkäfer . . . . .	48
<b>Abb. 62</b>	Schleimfluss Binningen (BL)) . . . . .	48
<b>Abb. 63</b>	Messungen der Bodenlösung . . . . .	49
<b>Abb. 64</b>	BC/Al-Verhältnis in der Bodenlösung . . . . .	51
<b>Abb. 65</b>	BC/Al-Verhältnis in der Bodenlösung nach Bodentiefen und Basensättigungsklassen . . . . .	51
<b>Abb. 66</b>	Karte der Vegetationsaufnahmen . . . . .	52
<b>Abb. 67</b>	Karte der Brombeerdeckung . . . . .	53
<b>Abb. 68</b>	Brombeerdeckung . . . . .	54
<b>Abb. 69</b>	Brombeerbeziehung zu N . . . . .	54
<b>Abb. 70</b>	Brennnessel und Holunder . . . . .	55
<b>Abb. 71</b>	Brennnessel und Holunder im Bestand . . . . .	55
<b>Abb. 72</b>	Bestimmung der Brombeeren in der WDB . . . . .	56
<b>Abb. 73</b>	Beprobung von Brombeeren . . . . .	57
<b>Abb. 74</b>	Herbarbeleg . . . . .	57
<b>Abb. 75</b>	Kronenverlichtung Buchen CH-Karte 2019-2022 . . . . .	60
<b>Abb. 76</b>	Kronenverlichtung Buchen CH-Karte 2022 . . . . .	60
<b>Abb. 77</b>	Kronenverlichtung Buchen pro Programmkanton . . . . .	64
<b>Abb. 78</b>	Kronenverlichtung Buchen biogeographische Region . . . . .	68
<b>Abb. 79</b>	Mortalität Fichte CH-Karte 2022 . . . . .	69
<b>Abb. 80</b>	Mortalität Fichte CH-Karte 2019-2022 . . . . .	69
<b>Abb. 81</b>	Kronenverlichtung Fichten pro Programmkanton . . . . .	73
<b>Abb. 82</b>	Kronenverlichtung Fichten biogeographische Region . . . . .	78
<b>Abb. 83</b>	Kronenverlichtung Eichen pro Programmkanton . . . . .	82
<b>Abb. 84</b>	Kronenverlichtung Eichen biogeographische Region . . . . .	86

# Synthese Interkantonale Walddauerbeobachtung 2022

Langsame Änderungen im Ökosystem Wald sind schwierig aufzuzeigen. Dies gilt auch für die Schädigung vom Wald durch Luftschadstoffe wie Stickstoffdepositionen. Kommt es zu einer plötzlichen Schädigung von Wäldern durch Extremereignisse wie starke Stürme oder Trockenheit, gilt es diese zu quantifizieren und einzuordnen. Eine Bewertung der Folgen des Trockenjahrs 2003 mit dem Trockenjahr 2018 kann nur mit einem breit aufgestellten Monitoring vorgenommen werden. Die Beobachtungsflächen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung (Abb. 5) sind in der Lage, die Entwicklung der immer häufiger auftretenden Trockenheitsschäden aufzuzeigen, diese zu quantifizieren und in Verbindung mit verschiedenen Prädiktoren auszuwerten. Das Untersuchungskollektiv besteht aktuell (Stand Dez. 2022) aus 186 Flächen. Im Jahr 2022 wurden 5'554 Buchen in 87 Flächen, 4'316 Fichten in 66 Flächen und 1840 Eichen in 50 Flächen (Tab. 1) beobachtet. Die Eichen können morphologisch in 974 Traubeneichen auf 37 Flächen, 603 Stieleichen auf 28 Flächen und 233 Flaumeichen in 6 Flächen unterteilt werden.

Klimatisch hat sich das Jahr 2022 als zweitwärmster Sommer nach 2003 eingereiht, mit drei ausgeprägten Hitzeperioden im Juni, Juli und August. Dazu kam ein massiver Regenmangel, welcher in vielen Gebieten der Schweiz zwischen 60 und 80% der Norm (1991-2020) betrug. Besonders trocken war es in der Westschweiz und im Südtessin (MeteoSchweiz 2022). Akute Effekte dieser Dürren zeigten sich bereits während der Bonitierung, welche von Mitte Juli bis Ende August dauert, in Form von vorzeitiger Blattverfärbung und Laubfall bei Buchen in 11/87 Flächen und Eichen in 10/50 Flächen (Abb. 1). Bei den Eichen können ganze Kurztriebe abgeworfen werden, wie dies z.B. in Bonfol (JU) beobachtet wurde (Abb. 1 rechts). Die vorzeitige Blattverfärbung und der vorzeitige Laubfall sind sicher als Stressreaktion auf die Dürreperioden in diesem Jahr zu sehen. Bäume können sich aber durchaus auch wieder erholen von Trockenheitsschäden, vor allem wenn diese noch vital sind. Eine Langzeitschädigung kann nur auf Grundlage eines Monitorings über mehrere Jahre festgestellt werden, wie dies mit der Interkantonalen Walddauerbeobachtung gemacht wird (siehe Artikel in Wald und Holz 22/11 Braun et al. (2022a)).



**Abb. 1.** Beispiel einer vorzeitigen Herbstverfärbung und Blattfall der Buchenfläche in Twann (BE) am 25.07.2022. Rechts: Abgeworfener Kurztrieb mit Eichenblättern in Bonfol (JU) am 20.07.2022.

## Buche

- Der Anteil Buchen mit starker **Kronenverlichtung** (>60%) ist seit 2019 stark erhöht. Im Jahr 2022 zeigten 3.1% der Bäume eine starke Kronenverlichtung. Dieser Anteil ist zwar leicht zurückgegangen,

---

liegt aber immer noch rund 7 Mal über dem langjährigen Mittel (1984-2018: 0.41%, Abb. 7).

- Die durchschnittliche **Mortalität** der Buchen im Jahr 2022 war 0.3%, dies ist rund 3 Mal höher als das langjährige Mittel 1984-2018 von 0.09% (Abb. 10). Die Absterberaten sind seit 2019 stark erhöht, was auch in Deutschland in der Waldzustandserhebung beobachtet wird. Die Mortalität der Buchen ist dort auf einem vergleichbar hohen Niveau seit 2019 (z.B.:2023: 0.3%, BMEL (2023)).
- Die durchschnittliche **Blattverfärbung** (Vergilbung und Verbraunung) lag 2022 bei 3%, dies ist rund 4 Mal höher als das langjährige Mittel (0.81%). In der Beobachtungsreihe sind die Blattverfärbungen seit 2018 stark erhöht (Abb. 9). Verfrühte Herbstverfärbung und Blattfall wurde in 11 von 87 Flächen festgestellt:
  - Region Südliches Tessin: Carona (TI), Riviera (TI), Sagno (TI)
  - Region Jura: Biel (BE), Goumois (JU), Twann (BE), Les Verrières (NE), Champagne (VD)
  - Flächen in der ZCH: Giswil (OW), Stans (NW), Zugerberg (ZG)
- Der Einfluss von **Trockenheit** auf die starke Kronenverlichtung (>60%) lässt sich über fünf, auf die Mortalität über drei **Vorjahre** nachweisen (Abb. 21), während die Trockenheit des laufenden Jahres nicht korreliert ist. Sowohl Mortalität (Abb. 29) als auch starke Kronenverlichtung (Abb. 23) sind bei tiefen Konzentrationen von Phosphor und Kalium erhöht, die Vergilbung bei tiefen Phosphorkonzentrationen (Abb. 24). Dies zeigt den Einfluss einer unausgewogenen Baumernährung auf die Baumvitalität auf, welche eine Konsequenz ist von hoher Stickstoffdeposition in den Wald (Braun et al. 2020).
- Von den Buchen, die seit 2018 eine maximale Kronenverlichtung von >80% zeigten, ist seither ein Drittel abgestorben oder gefällt worden, bei >90% Kronenverlichtung ist es die Hälfte (Abb. 30).
- Buchen mit schlechtem **Wachstum** waren stärker von den Trockenschäden nach 2018 betroffen (Abb. 25).
- Der **Windwurf** von Buchen ist unter der Kombination von Trockenheit und hoher Stickstoffdeposition erhöht, ebenso bei tiefer Kalziumkonzentration im Laub (Abb. 55).



Abb. 2. Buchenkrone (Allschwil BL).

---

## Fichte

- Der Anteil Fichten mit starker **Kronenverlichtung** (>60%) ist seit 2019 stark erhöht. Im Jahr 2022 lag der durchschnittliche Wert von Fichten mit starker Kronenverlichtung bei 1.6% und somit rund 4 Mal über dem langjährigen Mittel (1985-2018: 0.36%, Abb. 12).
- Die durchschnittliche **Mortalität** der Fichten im Jahr 2022 lag bei 4.5%, dies ist rund 10 Mal höher als das langjährige Mittel 1985-2018 von 0.43% (Abb. 14). Ein sehr ähnliches Bild ergibt auch die Waldzustandserhebung aus Deutschland mit einer mittleren Absterberate bei den Fichten von 4.3% (BMEL 2023). Die Absterberaten sind seit 2017 als Folge der gehäuften Hitze- und Trockenperioden stark erhöht. Bei den Fichten hatten bis zu 3 **Vorjahre** einen Effekt auf die Mortalität (Abb. 34). Die Auswirkungen der **Trockenheiten** werden noch verstärkt durch den Einfluss von Stickstoffdepositionen (Abb. 35).
- Die durchschnittliche **Nadelverfärbung** der Fichten lag 2022 bei 4.0%, dies ist 8.5 mal höher als das langjährige Mittel (0.47%). Der Verlauf der Verfärbung ist ähnlich wie bei den Buchen (Abb. 13).
- Der Einfluss von **Trockenheit** auf die starke Kronenverlichtung (>60%) lässt sich über vier **Vorjahre** nachweisen. Stark verlichtete Fichten zeigen auch eine deutlich schlechtere Versorgung mit Phosphor (Abb. 33).
- Der **Stammbruch** von Fichten ist bei hoher Stickstoffdeposition deutlich erhöht (Abb. 54).



Abb. 3. Fichtenkrone (Evolène VS).

---

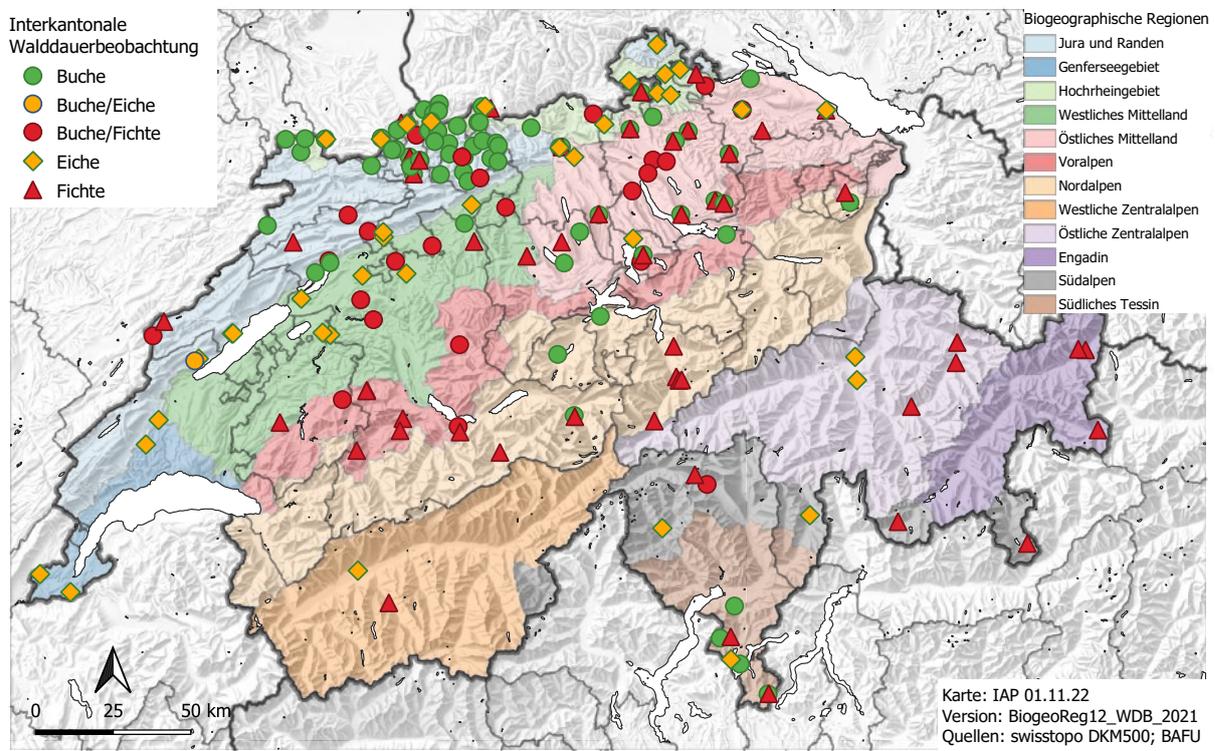
## Eiche

- Bei der Beurteilung der Entwicklungen bei den Eichen muss zwischen den Eichenarten unterschieden werden. Während sich Stiel- und vor allem Traubeneichen durch ein geringes Schadensausmass auch nach den trockenen Jahren 2018-2020 auszeichnen, ist die Schädigung bei den Flaumeichen hoch.
- Der Anteil Flaumeichen mit starker **Kronenverlichtung** (>60%) ist seit 2019 stark erhöht. Im Jahr 2022 lag der durchschnittliche Wert von Flaumeichen mit starker Kronenverlichtung bei 18.0%. Im Vergleich zu den Traubeneichen ist das rund 29 Mal grösser (>60% Traubeneichen = 0.6%) und 54 Mal grösser als bei den Stieleichen (0.3%) (Abb. 18). Auch der Anteil der Eichen mit einer leichten Kronenverlichtung (>25%) ist bei den Flaumeichen seit 2015 erhöht im Vergleich zu den anderen Eichenarten (Abb. 17).
- Die durchschnittliche **Mortalität** der Eichen im Jahr 2022 liegt im normalen Schwankungsbereich in der Beobachtungszeitreihe seit 2009 (Abb. 20). Hier sind die Zahlen noch zu gering, um zwischen den Arten zu unterscheiden. Beobachtungen im 2022 weisen aber darauf hin, dass auch hier die Flaumeiche überdurchschnittlich betroffen ist.
- Die durchschnittliche **Blattverfärbung** der Flaumeichen war 2022 rund 3 Mal höher (28.9%) als bei den Traubeneichen (9.1%) und Stieleichen (9.0%). In der Beobachtungsreihe stiegen die Verfärbungen seit 2018 bei allen 3 Eichenarten an, bei der Flaumeiche jedoch am deutlichsten (Abb. 19). Verfrühte Herbstverfärbung und Blattfall wurde in 10/50 Flächen festgestellt:
  - Region Südliches Tessin: Caslano (TI)
  - Region Jura: Bevaix (NE), Champagne (VD), Merishausen (SH)
  - Westliches Mittelland: La Sarraz (VD)
  - Genferseegebiet: Plan-les-Ouates (GE)
  - Hochrheingebiet: Diessenhofen (TG), Wilchingen (SH), Rheinau (ZH)
  - Östliches Mittelland: Steinhausen (ZG)
- Insgesamt lässt sich nur ein schwacher Einfluss der Trockenheit auf die Kronenverlichtung >60% nachweisen. Der höhere Schädigungsgrad bei den **Flaumeichen** ist jedoch statistisch signifikant (Abb. 36).
- Bei Eichen im Kanton BL wurden drei Erreger des Acute Oak Decline (AOD) nachgewiesen (Abb. 60). Die Verbreitung und das Ausmass der Krankheit wird in einem Pilotprojekt mit dem AfW beider Basel untersucht.



Abb. 4. Eichenkrone (Romanshorn TG).

# Untersuchungskollektiv der Interkantonalen Walddauerbeobachtung



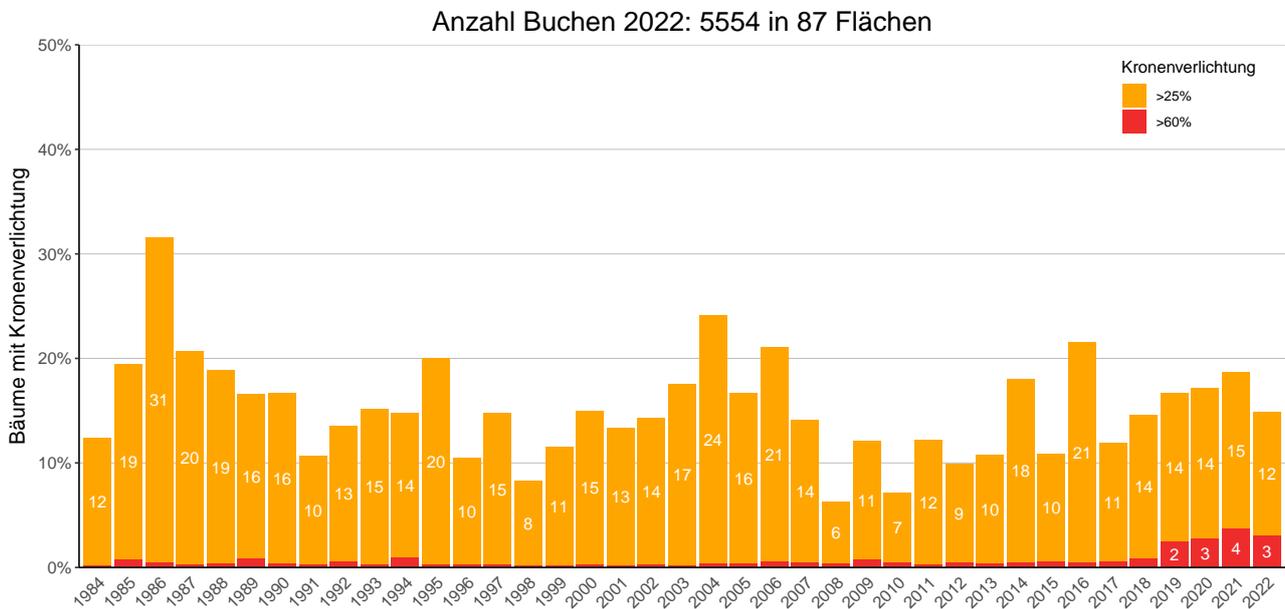
**Abb. 5.** Flächen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung 2022 mit biogeographischen Regionen der Schweiz nach BAFU (2022).

**Tab. 1.** Untersuchungskollektiv der Programmkantone in der Interkantonalen Walddauerbeobachtung im Jahr 2022. Hinweis die Kantone der Zentralschweiz (LU, NW, OW, SZ, ZG, UR) sind als Verband der Umweltfachstellen in der WDB vertreten. Das Kollektiv in den Flächenkantonen ist in Tab. 5 zu finden und die Flächenverteilung nach biogeographischen Regionen in der Tab. 6

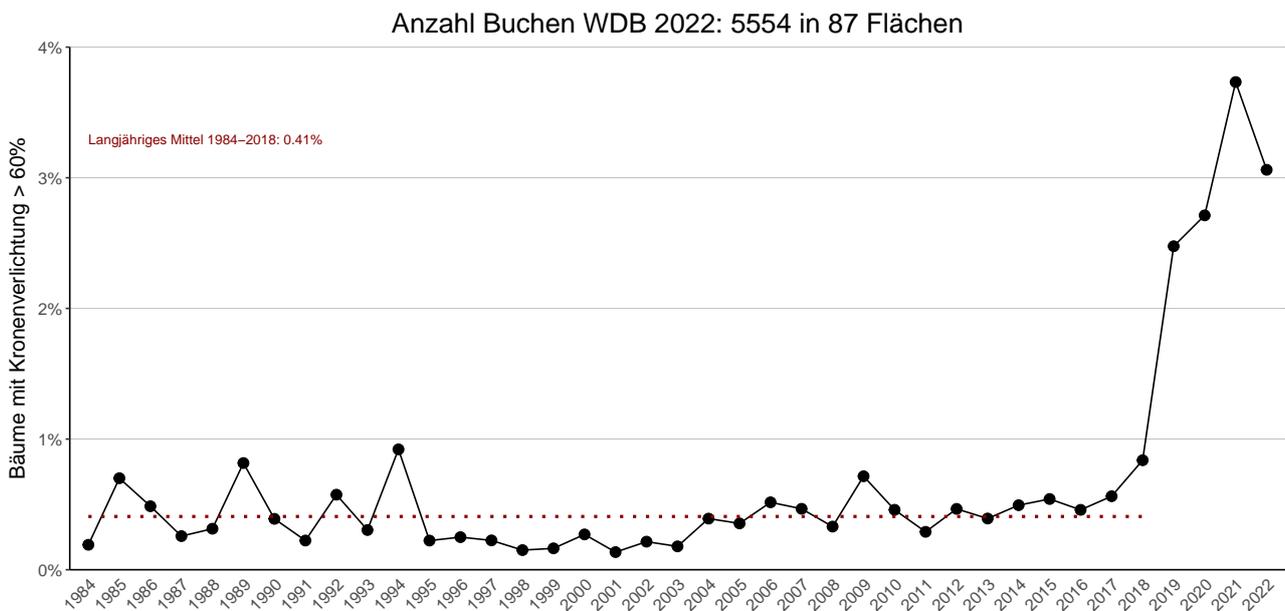
Kanton	Buche		Fichte		Eiche	
	Bäume	Flächen	Bäume	Flächen	Bäume	Flächen
1 AG	513	9	165	4	154	4
2 BL	1258	20	170	4	270	8
3 BS	278	5			71	2
4 GR			783	8	108	3
5 LU	143	2	123	2		
6 NW	58	1				
7 OW	67	1				
8 SO	673	10	366	6	140	4
9 SZ	49	1				
10 TG	216	3	259	4	110	3
11 UR			331	5		
12 ZG	125	2	355	3	35	1
13 ZH	967	13	433	9	178	5
Total Programmkantone	4347	67	2985	45	1066	30
Alle Flächen	5554	87	4316	66	1840	50

# 1 | Buchen

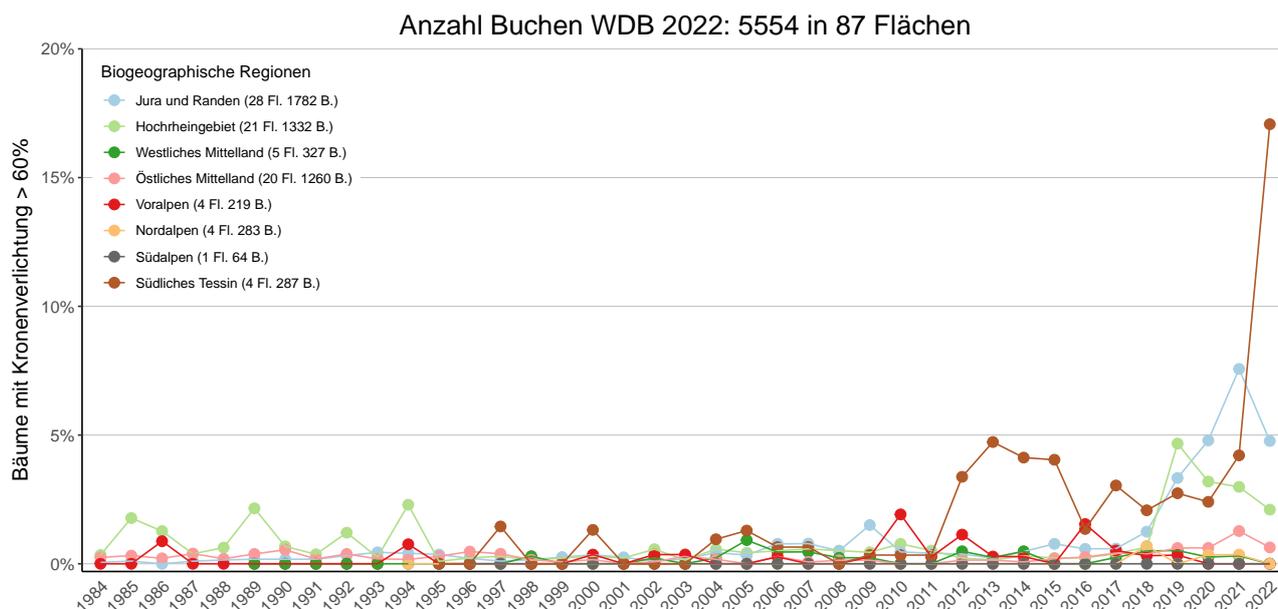
## 1.1 Kronenverlichtung



**Abb. 6.** Anteil Buchen mit verlichteter Krone im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm von 1984 bis 2022. Kronenverlichtung in der Schadstufe 1 >25% sind in orange und Schadstufe 2 >60% in rot dargestellt.

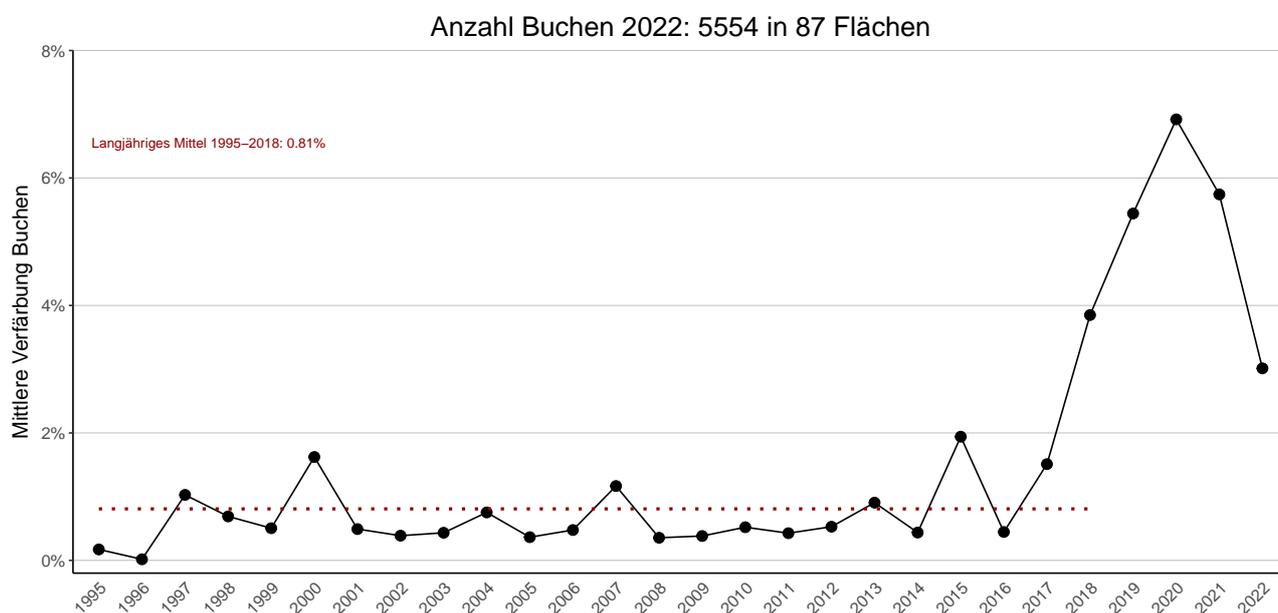


**Abb. 7.** Anteil Buchen mit starker Kronenverlichtung (Schadstufe 2 >60% Kronenverlichtung) im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 1984.



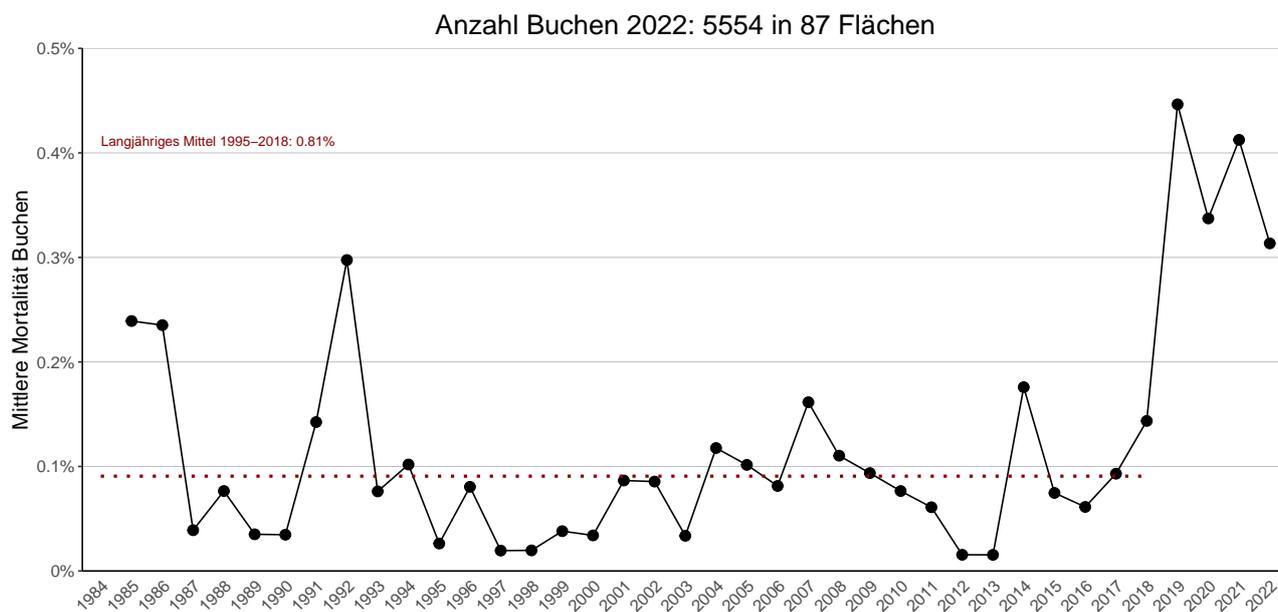
**Abb. 8.** Anteil Buchen mit starker Kronenverlichtung (Schadstufe 2 >60% Kronenverlichtung) im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 1984 getrennt nach biogeographischer Region.

## 1.2 Blattverfärbung



**Abb. 9.** Durchschnittliche Blattverfärbung (Vergilbung und Verbraunung) bei den Buchen im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 1995.

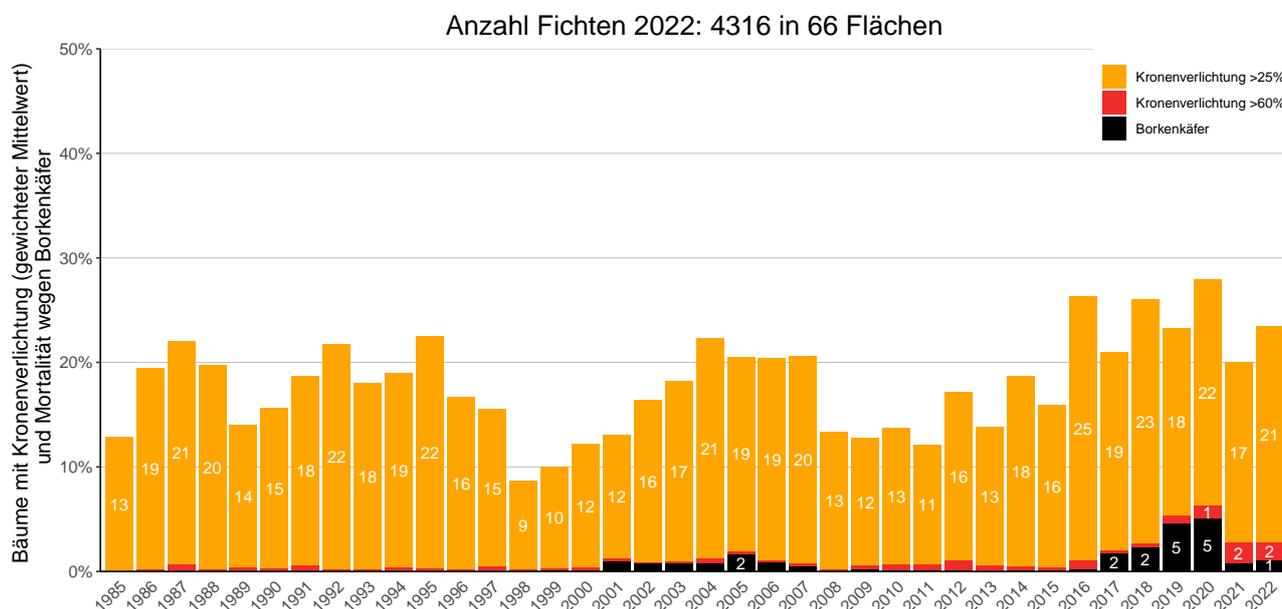
## 1.3 Mortalität



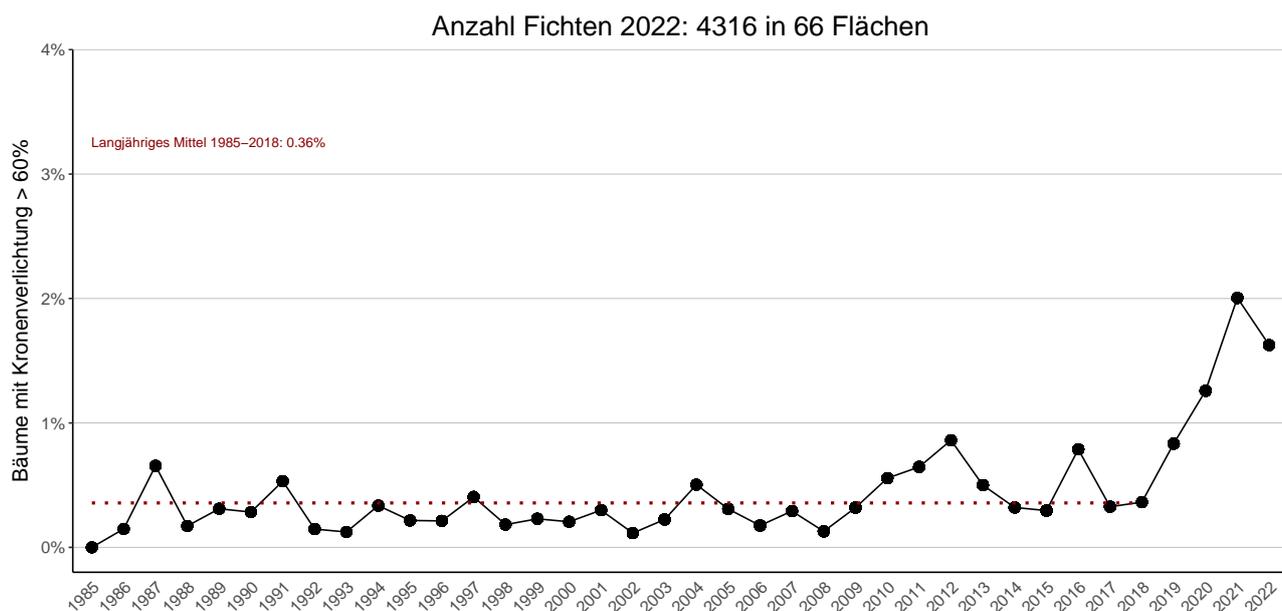
**Abb. 10.** Durchschnittliche Mortalität bei den Buchen im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 1984. In der Tab. 8 sind die Absterberaten vom aktuellen Jahr aufgelistet.

## 2 | Fichten

### 2.1 Kronenverlichtung

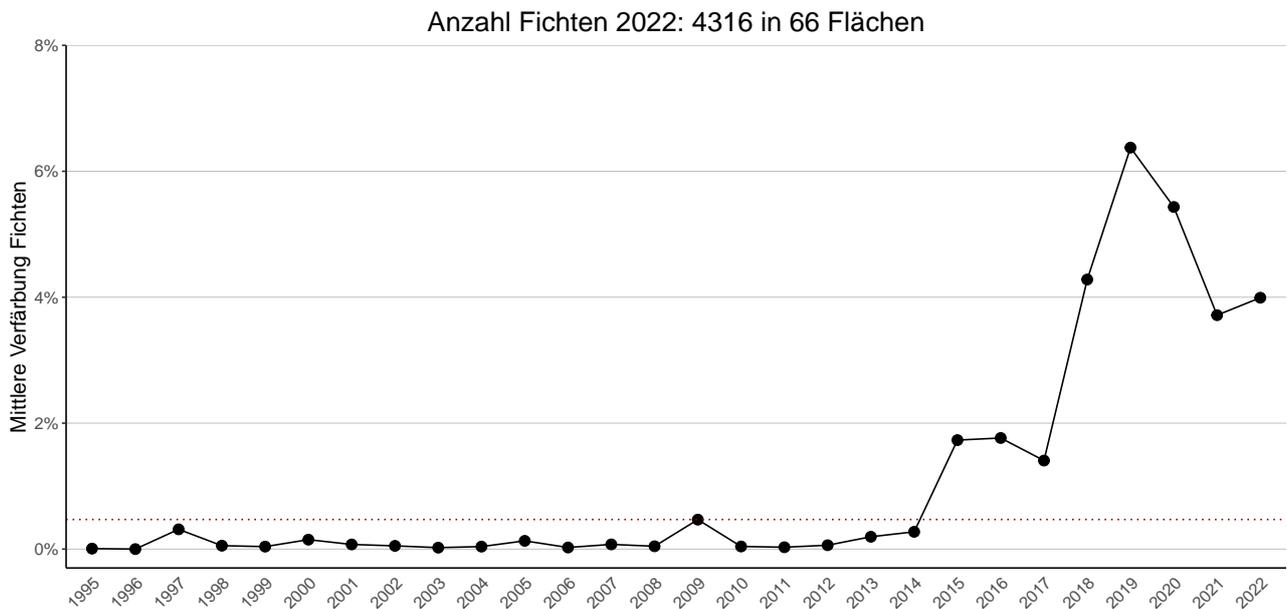


**Abb. 11.** Anteil Fichten mit verlichteter Krone im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 1985. Kronenverlichtung in der Schadstufe 1 >25% sind in orange und Schadstufe 2 >60% in rot dargestellt. Schwarzer Anteil der Säulen: Abgestorbene oder gefällte Bäume infolge Borkenkäferbefalls.

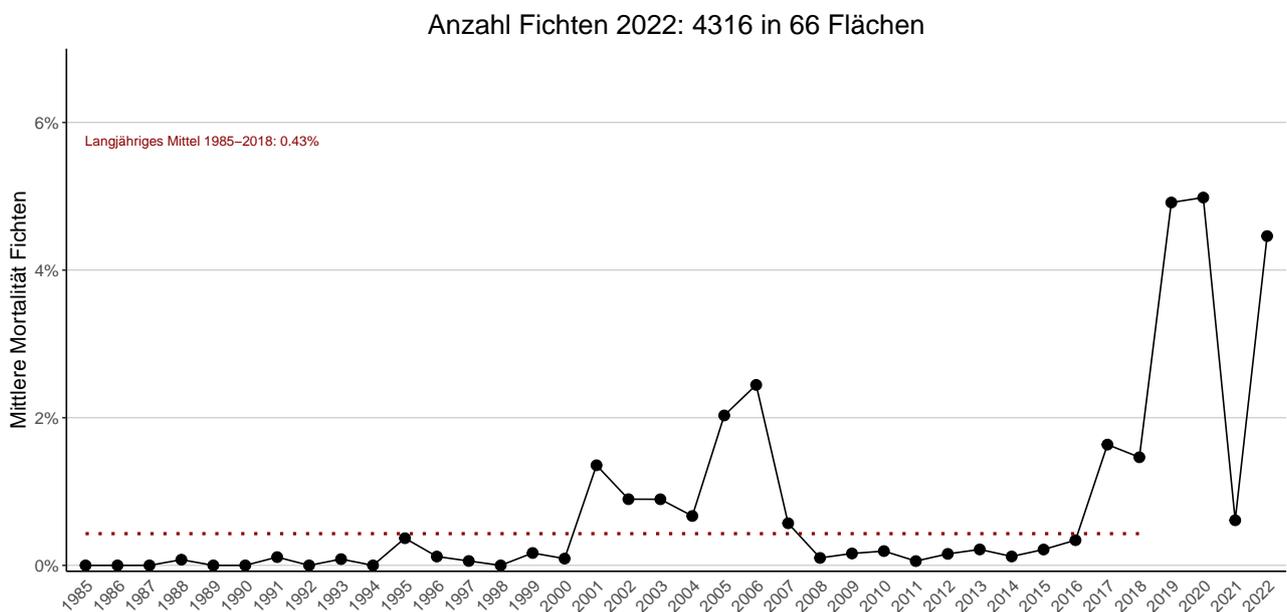


**Abb. 12.** Anteil Fichten mit starker Kronenverlichtung (Schadstufe 2 >60% Kronenverlichtung) im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 1985.

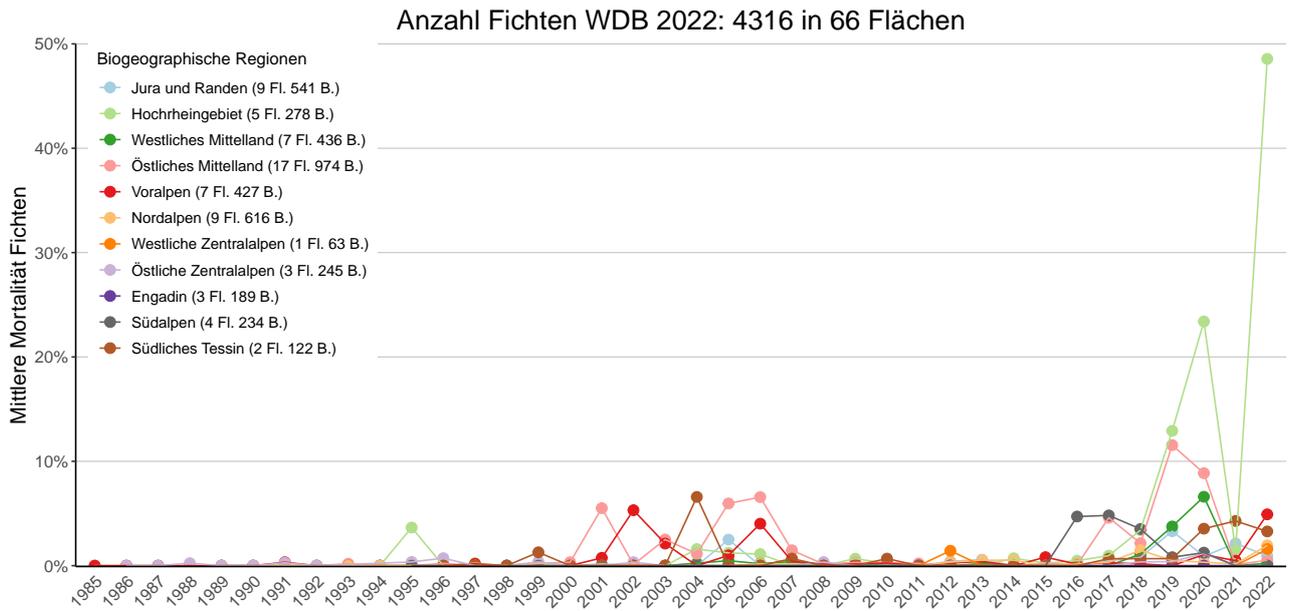
## 2.2 Nadelverfärbung



**Abb. 13.** Durchschnittliche Nadelverfärbung bei den Fichten im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 1995.



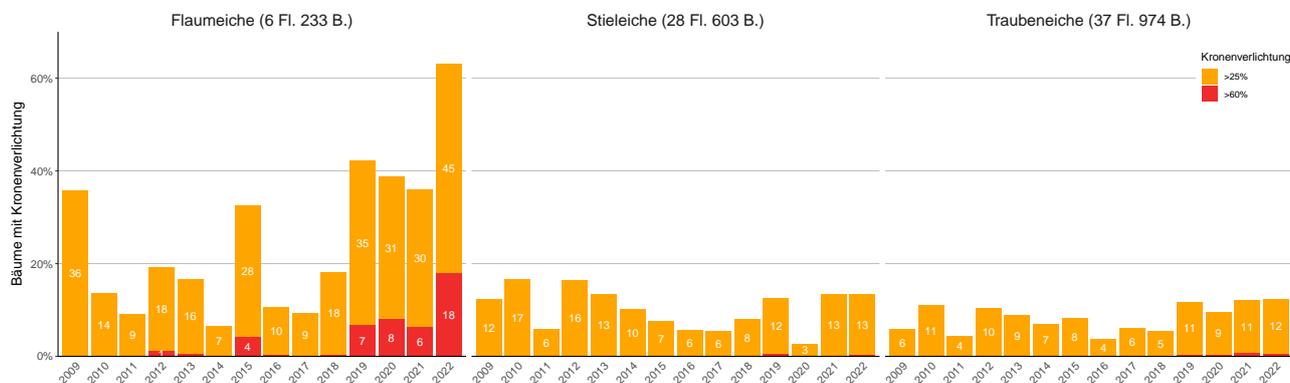
**Abb. 14.** Durchschnittliche Mortalität bei den Fichten im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 1985. In der Tab. 9 sind die Absterberaten vom aktuellen Jahr aufgelistet.



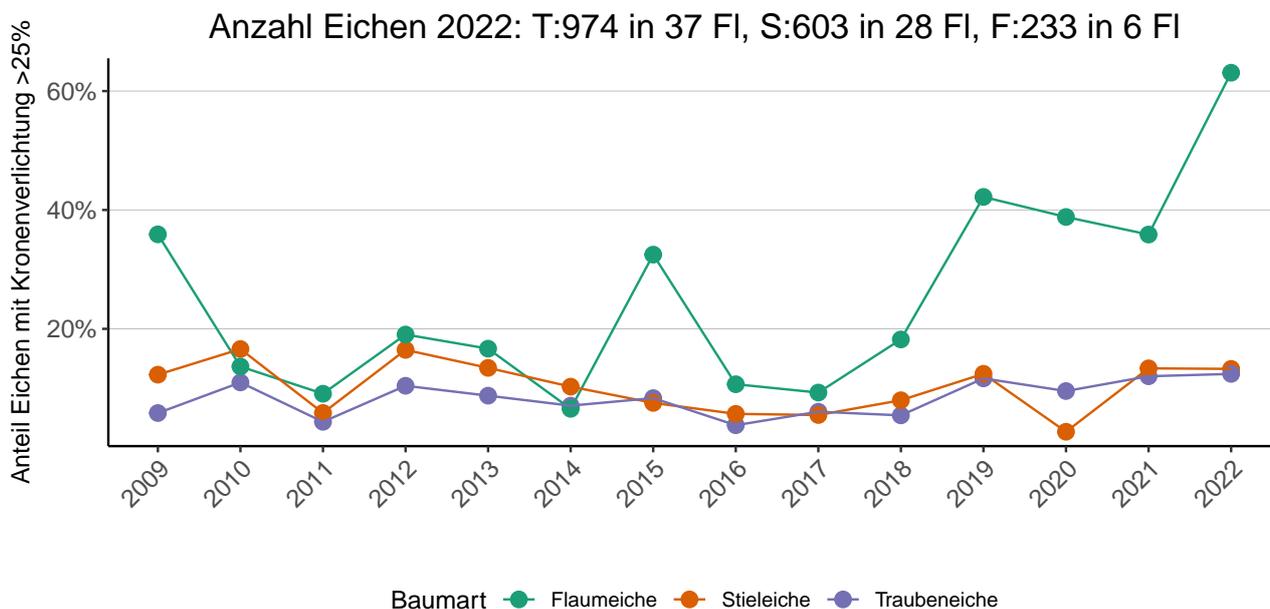
**Abb. 15.** Durchschnittliche Mortalität bei den Fichten im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 1985. In der Tab. 9 sind die Absterberaten vom aktuellen Jahr aufgelistet, getrennt nach biogeographischer Region.

## 3 | Eichen

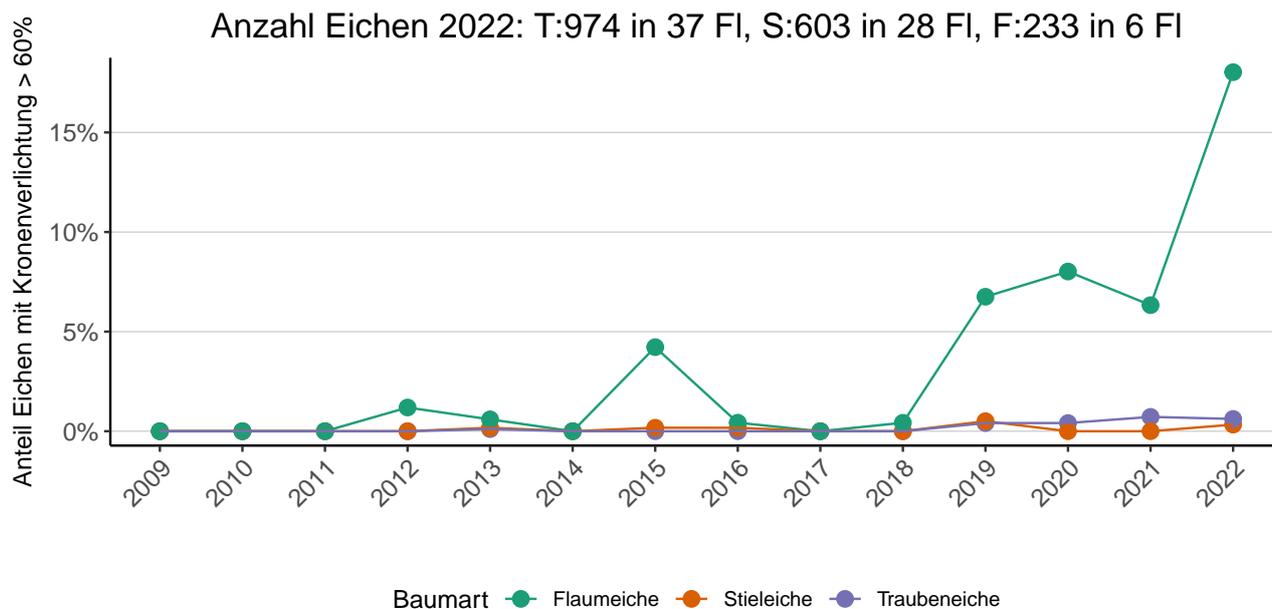
### 3.1 Kronenverlichtung



**Abb. 16.** Anteil Eichen mit verlichteter Krone im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 2009. Kronenverlichtung in der Schadstufe 1 >25% sind in orange und Schadstufe 2 >60% in rot dargestellt.

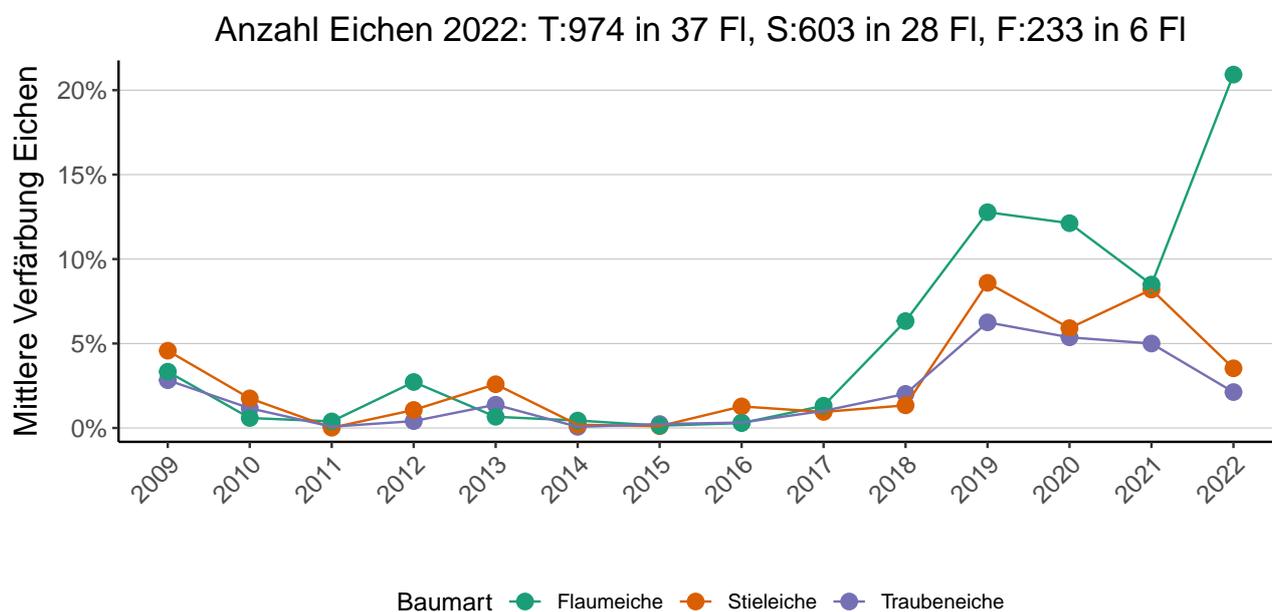


**Abb. 17.** Anteil Eichen mit leichter Kronenverlichtung (Schadstufe 1 >25% Kronenverlichtung) im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 2009.



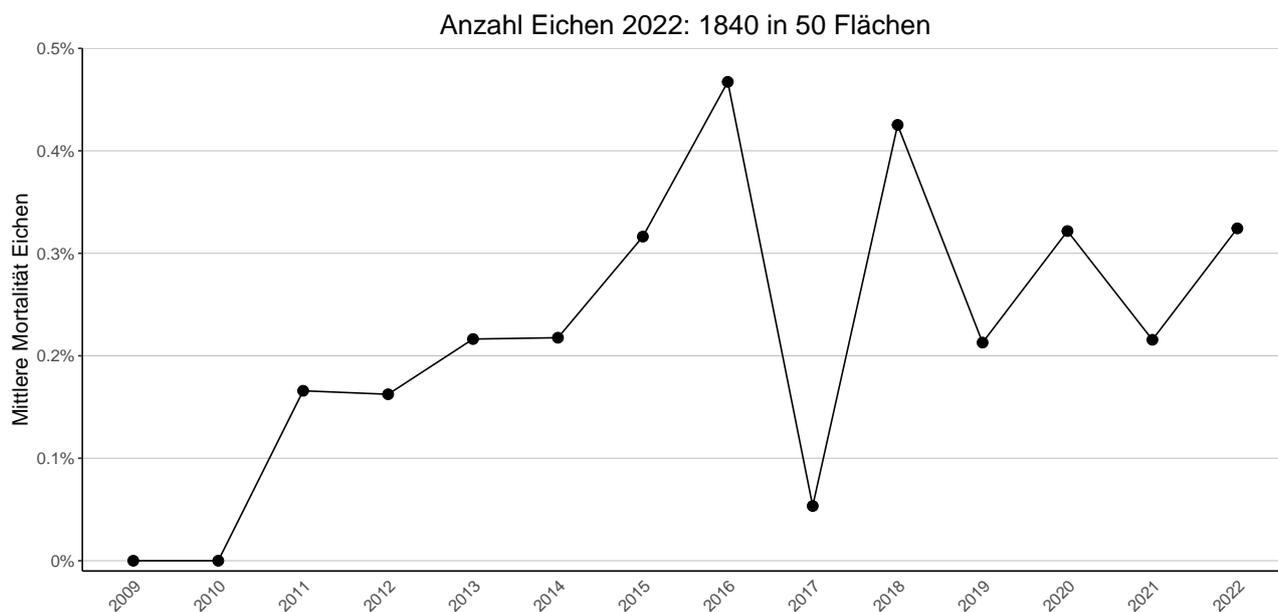
**Abb. 18.** Anteil Eichen mit starker Kronenverlichtung (Schadstufe 2 >60% Kronenverlichtung) im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 2009.

### 3.2 Blattverfärbung



**Abb. 19.** Durchschnittliche Blattverfärbung (Vergilbung und Verbraunung) bei den Eichen im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 1995.

### 3.3 Mortalität



**Abb. 20.** Durchschnittliche Mortalität bei den Eichen im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm ab 2009. In der Tab. 7 sind die Absterberaten vom aktuellen Jahr aufgelistet.

## 4 | Statistische Auswertungen von Kronenverlichtung und Mortalität

Die Entwicklung der Kronenverlichtung pro Untersuchungsstandort sind im Anhang (Kap. 14) nach Programmkantonen aufgelistet.

Die in Braun et al. (2021) vorgestellte Auswertung der Buchenmortalität und Buchen mit starker Kronenverlichtung wurde aktualisiert. Die Langzeiteffekte

der Trockenheit wurden mit einer neuen statistischen Methode geprüft. Das "Distributed Lag Nonlinear Model"(R-Paket DLNM, Gasparrini (2011)) berechnet eine nichtlineare Beziehung mit einer optimalen Anzahl von Lag-Jahren.

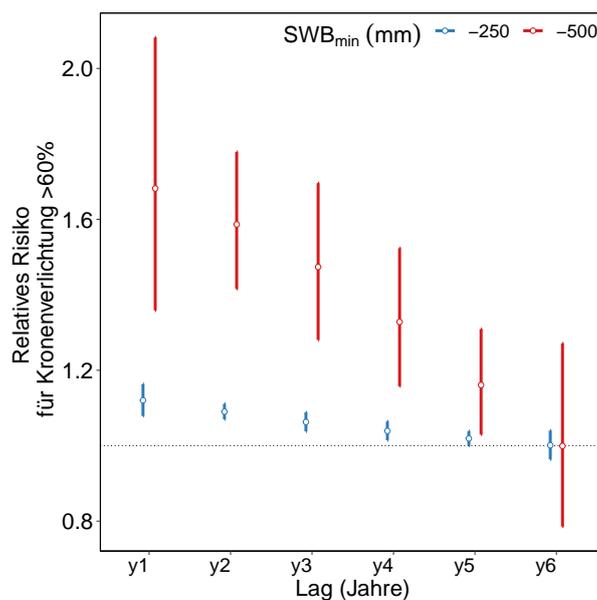
### 4.1 Kronenverlichtung >60% Buchen

#### 4.1.1 Regressionsanalysen mit Trockenheit und Nährstoffen

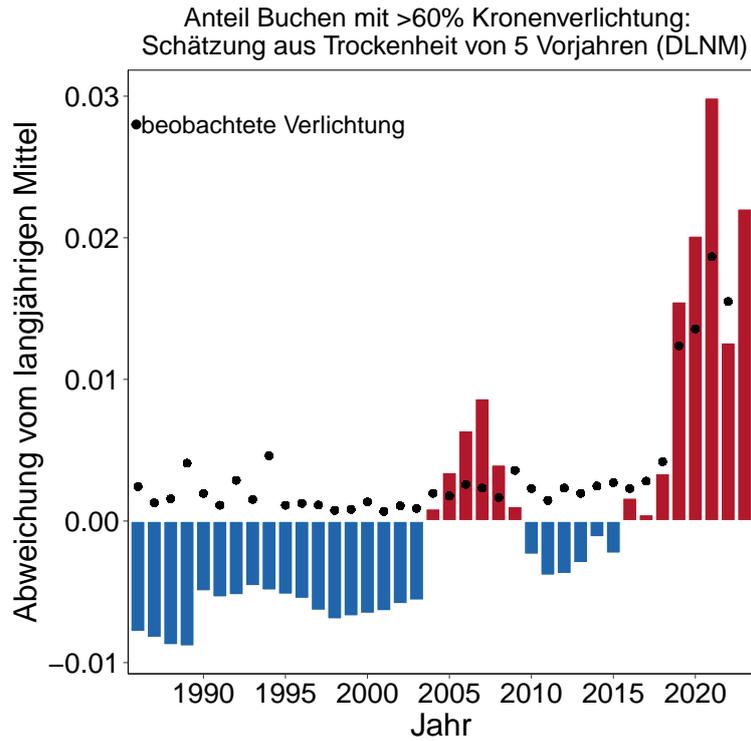
Der Trockenheitseffekt auf den Anteil Buchen mit >60% Kronenverlichtung, hier als minimale Wasserbilanz gerechnet, lässt sich über fünf Vorjahre nachweisen (Abb. 21). Mit der Trockenheit des laufenden Jahrs findet sich keine Beziehung. Der Trockenheitseffekt ist nichtlinear. Stärkere Trockenheit wirkt überproportional stark. Der zeitliche Verlauf der mit diesem Regressionsmodell durch Trockenheit geschätzten Verlichtung ist in Abb. 22 dargestellt. Die Auswertung erklärt den Verlauf nach 2018 sehr gut. Auch der im Jahr 2022 beobachtete Rückgang der Kronenverlichtung wird korrekt geschätzt. Diese Auswertungen zeigen, dass die zeitliche Häufung von Trockenjahren

eine Hauptursache für die nach 2018 in unerwartet grossem Ausmass beobachteten Schäden an Buchen ist. Für 2023 wird eine deutliche Zunahme des Anteils stark verlichteter Buchen erwartet.

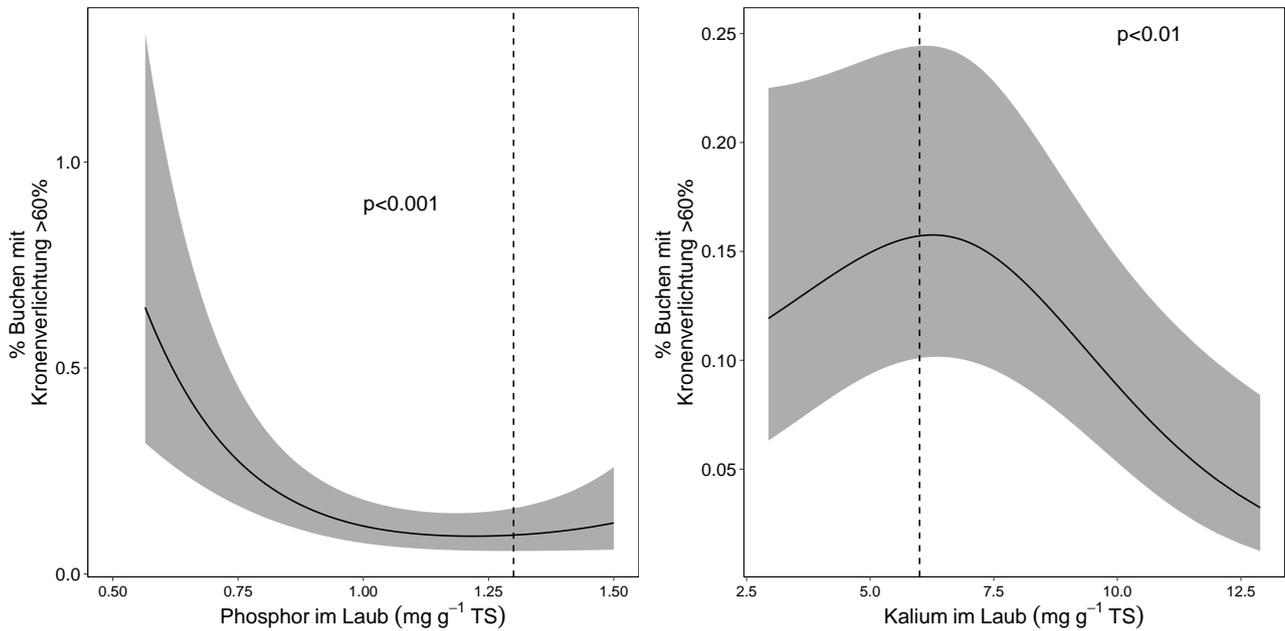
Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen Baumernährung (Phosphor und Kalium im Laub) und starker Kronenverlichtung (Abb. 23). Diese Beziehungen können mit der Gipfeltriebernte 2023 neu gerechnet werden. Phosphor ist auch ein signifikanter Prädiktor für die Vergilbung der Buchen (Abb. 24), zusammen mit der Strahlung im Vorjahr und dem Fruchtbehang des Vorjahrs.



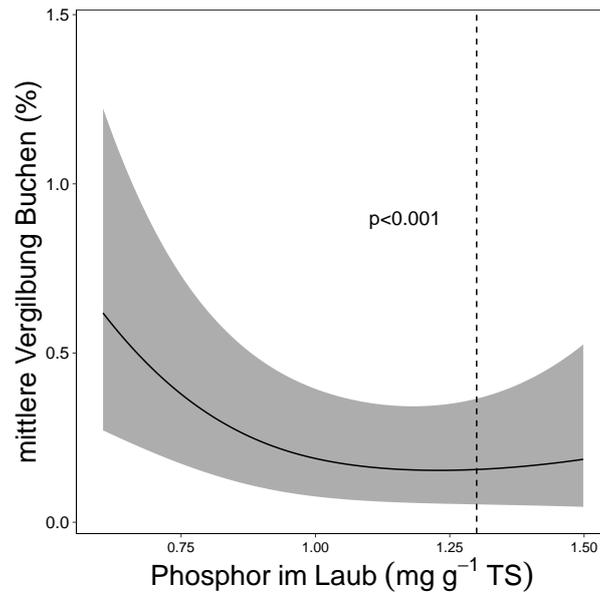
**Abb. 21.** Erhöhung des Anteils Buchen mit >60% Kronenverlichtung durch die Trockenheit im 1. Vorjahr (y1) bis zum 5. Vorjahr (y5). Aus dem DLNM-Modell geschätzte Werte für eine minimale Bodenwasserbilanz von -500 (rot) bzw. -250 mm (blau). 1 bedeutet keine Erhöhung (gestrichelte Linie), 2 bedeutet eine Erhöhung auf das Doppelte.



**Abb. 22.** Zeitliche Entwicklung des aus dem DLNM-Modell geschätzten Anteils Buchen mit >60% Kronenverlichtung in Relation zu einem langjährigen Mittel. Schwarze Punkte: beobachtete Werte. Äusserste Säule rechts: Voraussage für 2023.



**Abb. 23.** Beziehung zwischen der Kronenverlichtung >60% und der Nährstoffversorgung bei Buchen. Schätzer aus dem DLNM-Modell. Gestrichelte Linien: Grenzwerte für ausreichende Versorgung nach Göttelein (2015).

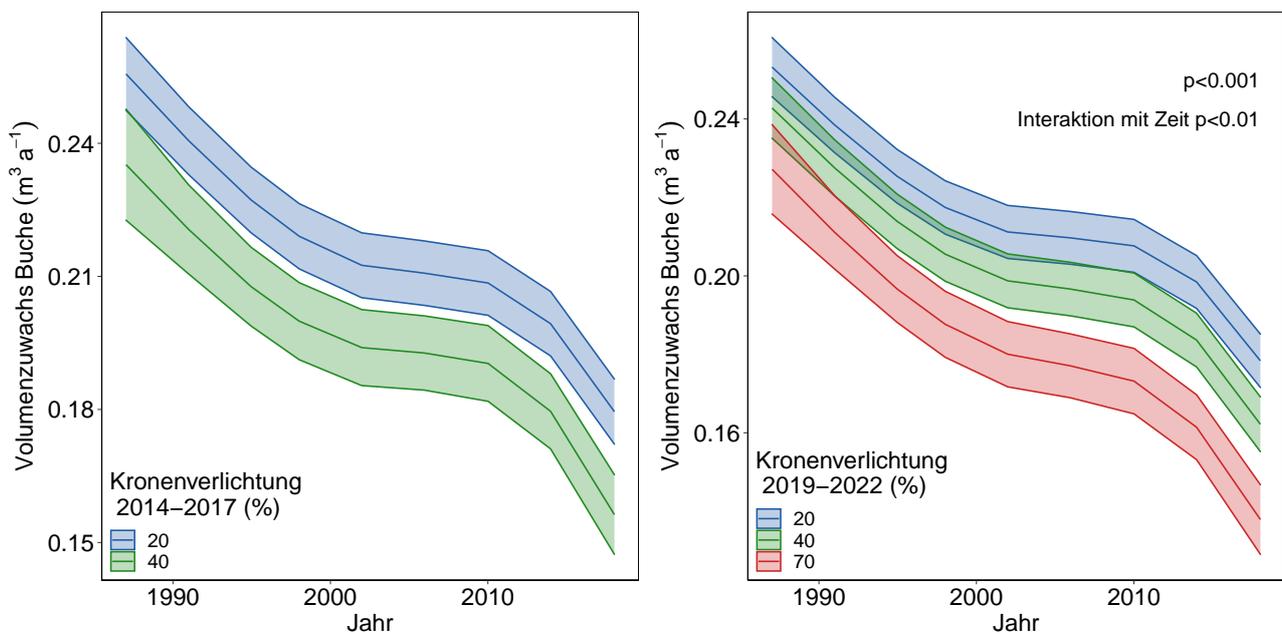


**Abb. 24.** Beziehung zwischen der Vergilbung bei Buchen und der Phosphorkonzentration im Laub. Regression mit den Daten bis 2022, aber ohne den nur bis 2019 verfügbaren Fruchtbehang. Gestrichelte Linien Grenzwert für ausreichende Versorgung nach Göttlein (2015).

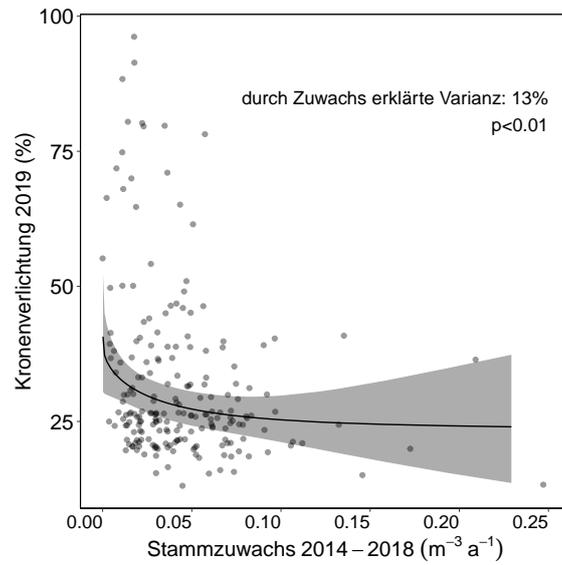
### 4.1.2 Verlichtung und Wachstum

Neycken et al. (2022) und Klesse et al. (2022) haben beobachtet, dass die nach 2018 stark geschädigten Buchen schon seit längerer Zeit einen geringeren Zuwachs aufwiesen. Das lässt sich auch im viel grösseren Untersuchungskollektiv der Buchen in der Walddauerbeobachtung zeigen (Abb. 25). Die Beziehung betrifft jedoch nicht nur die am stärksten verlichteten Buchen, sondern auch die schwächeren Verlichtungsklassen. Zudem ist die Beziehung nicht auf die nach 2018 geschädigten Buchen beschränkt. Buchen, die in den Jahren 2014-2017 stärker verlichtet waren, zeigen ebenfalls einen geringeren Zuwachs, auch wenn die stärkste Verlichtungsklasse in diesen Jahren fehlt. Das heisst, stärker verlichtete Buchen haben generell einen geringeren Zuwachs. Die Beziehung liefert aber eine mögliche Erklärung dafür, dass

stark und schwach geschädigte Bäume zum Teil in unmittelbarer Nachbarschaft stehen, wie dies auch bei den für die Genetik beprobten Baumpaaren der Fall war: auch in der für die Genetik beprobten Bäumen zeichnen sich die schwach geschädigten Bäume durch eine höhere Vitalität aus (Abb. 26). Das bedeutet aber auch, dass die seit 1987 beobachtete Wachstumsabnahme für die Trockenheitsempfindlichkeit der Buchen einen Risikofaktor darstellt und eine weitere Erklärung dafür liefert, weshalb die Trockenheit von 2003 deutlich weniger Schäden verursacht hat als 2018. Die Bedeutung des Wachstums für die Trockenschäden ist auch im Stickstoffversuch erkennbar, wo die Baumhöhe mit den sichtbaren Trockenschäden am Laub am besten korreliert war (Kap. 7).



**Abb. 25.** Zeitlicher Verlauf des Stammwachstums von Buchen mit unterschiedlicher Verlichtung für die Zeitperioden 2014-2017 (links) und 2019-2022 (rechts). Multivariates gemischtes Modell unter Einbezug von Alter, Anfangsdurchmesser, Stellung im Bestand und Kronenprojektionsfläche, mit Standort und Jahr als Random-Variable.



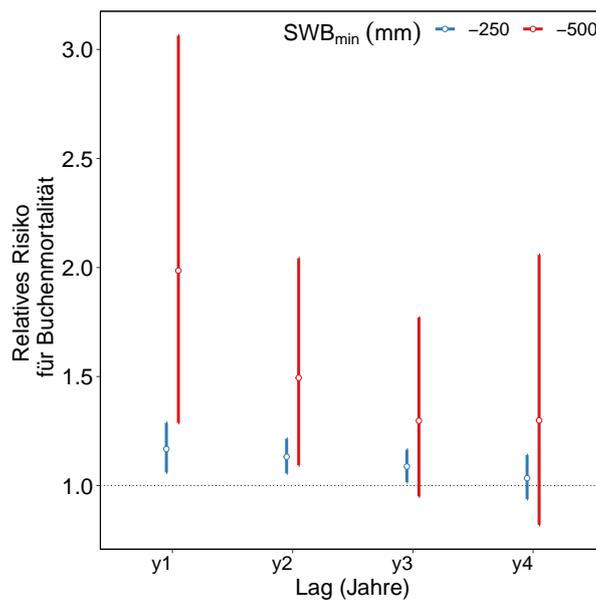
**Abb. 26.** Kronenverlichtung der 2019 für die Genetik beprobten Baumpaare und Wachstum in der vorausgegangenen Wachstumsperiode 2014-2018.

## 4.2 Mortalität Buchen

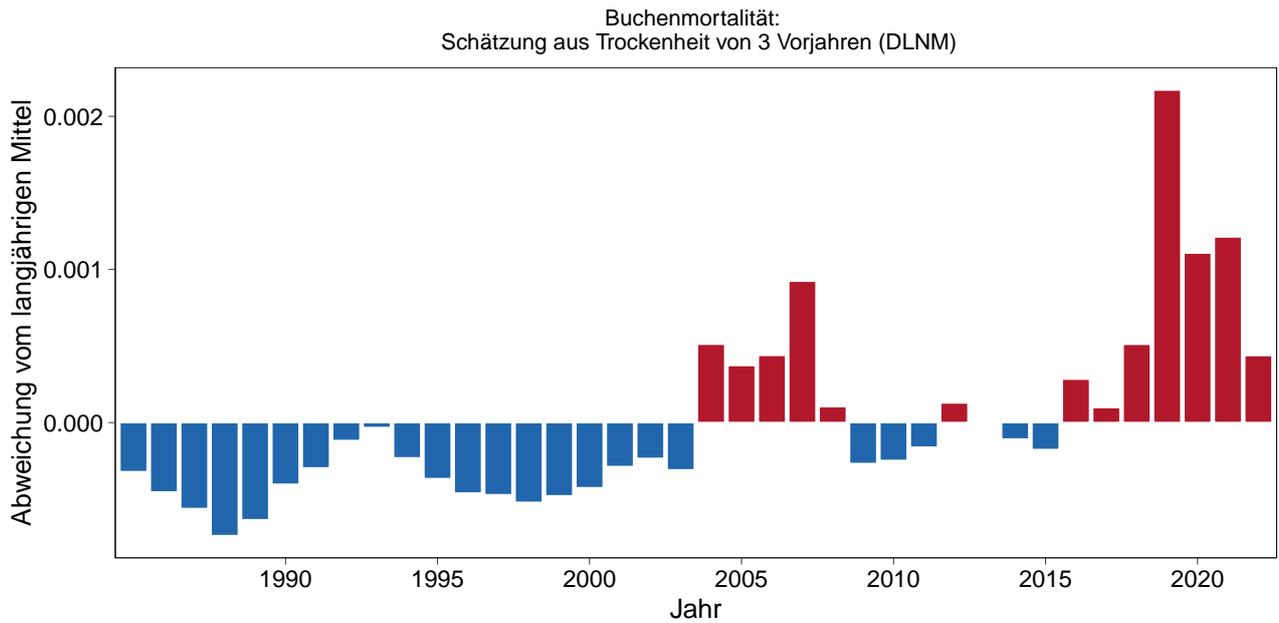
### 4.2.1 Regressionsanalysen mit Trockenheit und Nährstoffen

Bei der Mortalität sind es drei Jahre Trockenheit, die für die Erklärung relevant sind, d.h. ein Jahr weniger als bei dem Anteil stark geschädigter Buchen (Abb. 27). Der zeitliche Verlauf der aufgrund der Trockenheit geschätzten Mortalität zeigt einen deutlichen Peak für das Jahr 2019 (Abb. 28). Aber auch bei

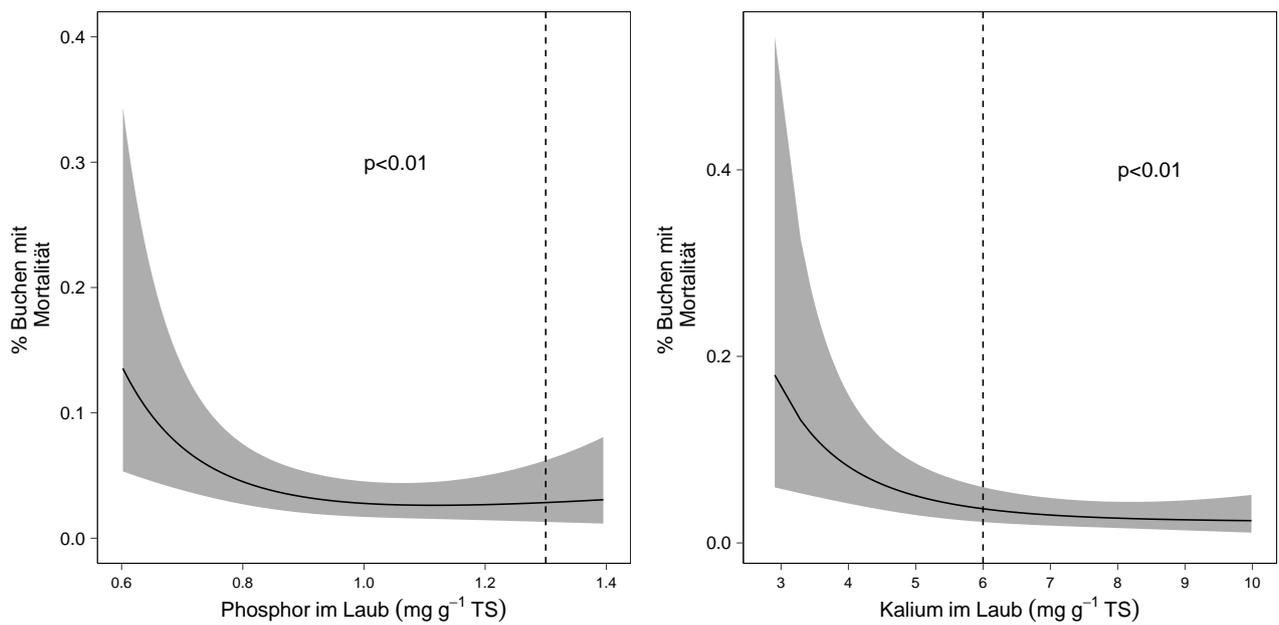
dieser Auswertung gilt, dass die beobachteten Schäden ohne Berücksichtigung des kumulierenden Effekts kurz aufeinanderfolgender Trockenjahre nicht zu erklären sind. Die Beziehungen mit den Nährstoffen Phosphor und Kalium sind dagegen deutlicher als beim Anteil Buchen mit >60% Kronenverlichtung.



**Abb. 27.** Erhöhung des Anteils abgestorbener Buchen durch die Trockenheit im 1. Vorjahr (y1) bis zum 4. Vorjahr (y4). Aus dem DLNM-Modell geschätzte Werte für eine minimale Standortwasserbilanz von -500 (rot) bzw. -250 mm (blau). 1 bedeutet keine Erhöhung (gestrichelte Linie), 2 bedeutet eine Erhöhung auf das Doppelte.



**Abb. 28.** Zeitliche Entwicklung des aus dem DLNM-Modell geschätzten Anteils abgestorbener Buchen in Relation zu einem langjährigen Mittel.



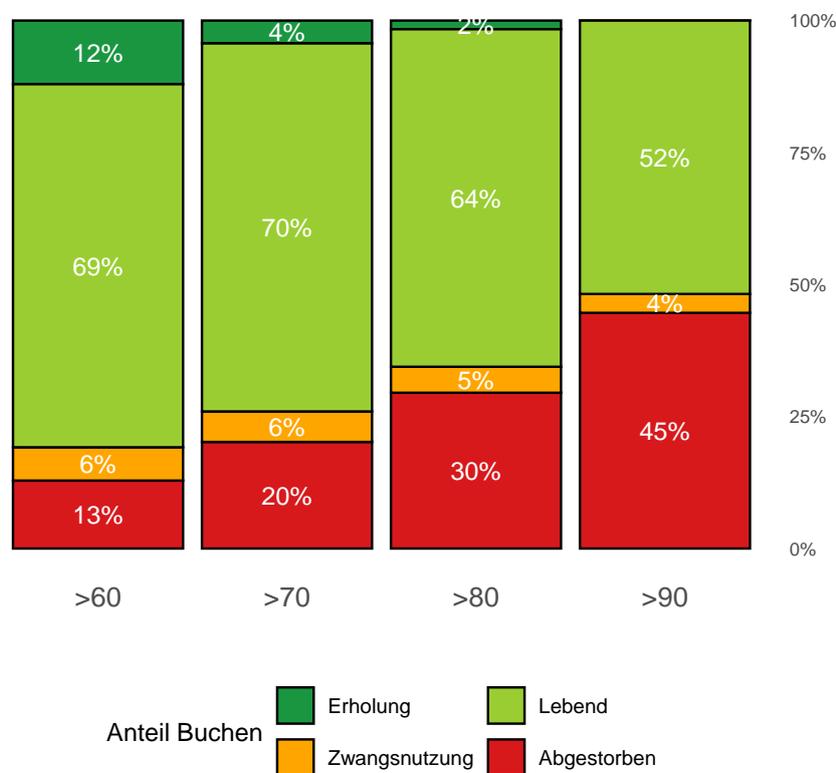
**Abb. 29.** Beziehung zwischen der Mortalität und der Nährstoffversorgung bei Buchen. Schätzer aus dem DLNM-Modell. Gestrichelte Linien: Grenzwerte für ausreichende Versorgung nach Göttlein (2015).

#### 4.2.2 Entwicklung stark geschädigter Buchen nach 2018

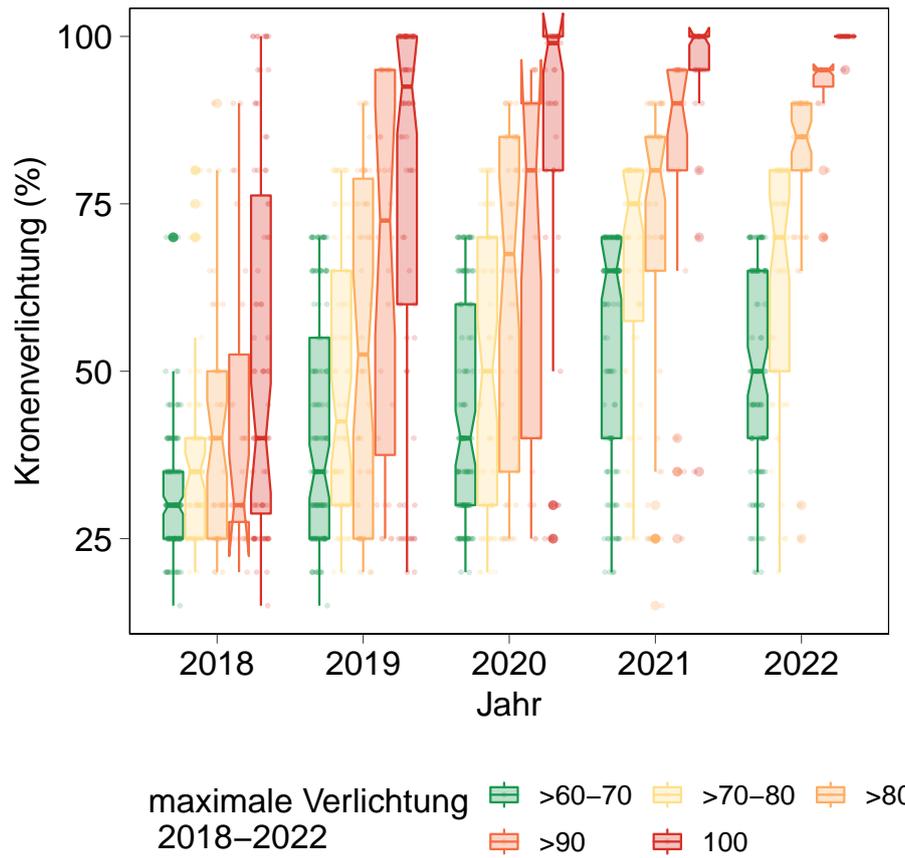
Die Entwicklung der nach 2018 stark geschädigten Buchen ist in den Abb. 30 und Abb. 31 dargestellt. Von den Buchen, die in den Jahren 2018-2022 eine maximale Verlichtung von >90% gezeigt hatten, leben nach 2022 noch 52%. 45% waren abgestorben und 4% zwangsgenutzt. Besser sieht die Überlebenswahrscheinlichkeit bei Buchen mit einer maximalen Verlichtung von >60% aus: da zeigten 12% eine vollständige Erholung, 13% starben ab. Abb. 31 zeigt eine Aus-

wertung in zeitlicher Auflösung. Bäume, die bereits 2018 stark geschädigt waren, starben bis 2020 grösstenteils, bis 2022 praktisch vollständig ab. Die Kronenverlichtungsklassen >60-70% zeigte 2018 noch grösstenteils eine tiefe Verlichtung. Der grösste Sprung fand zwischen 2020 und 2021 statt. Die Klassen >70-80 und >80-90% liegen zwischen diesen beiden Extremen.

Entwicklung der stark geschädigten Buchen 2018–2022



**Abb. 30.** Überlebenswahrscheinlichkeit von Buchen, die nach 2018 mit maximal >60, >70, >80 bzw. >90% Kronenverlichtung eingestuft wurden.

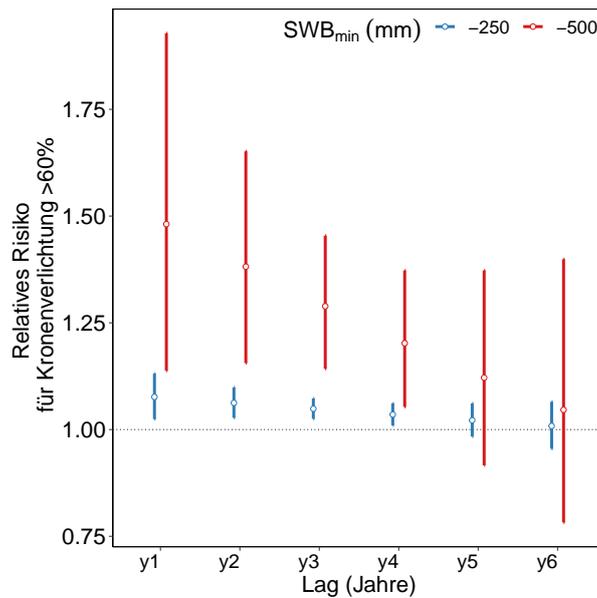


**Abb. 31.** Entwicklung der Kronenverlichtung von Buchen, die nach 2018 maximal 60-70% Verlichtung aufwiesen (grün), von solchen, die nach 2018 maximal >70-80% Verlichtung aufwiesen (gelb), mit maximal >80-90% Verlichtung (orange) und >90% Verlichtung (rot).

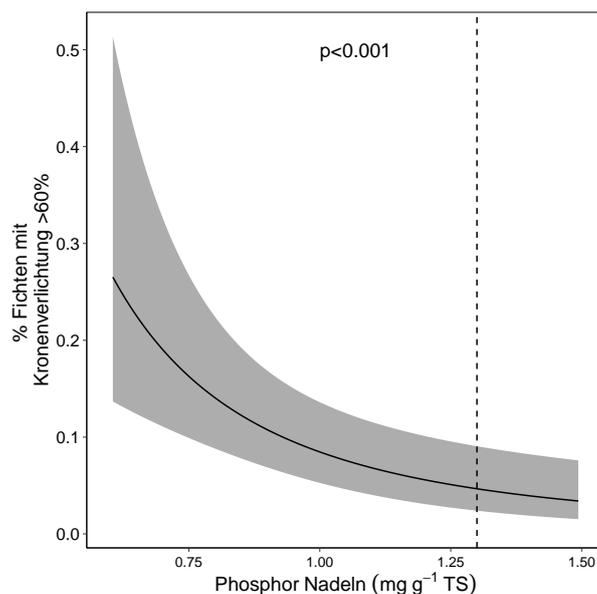
### 4.3 Kronenverlichtung Fichten >60%

Bei den Fichten wurde eine ähnliche Auswertung wie bei den Buchen über den Trockenheitseffekt auf stark verlichtete Bäume gemacht. Auch hier zeigt sich, dass sich die Trockenheitswirkung über fünf Vorjahre erstreckt, auch wenn der Effekt schwächer ist als bei den Buchen (Abb. 32). Diese Auswertung

erklärt auch die beobachtete Zunahme des Anteils stark verlichteter Fichten. Wie bei den Buchen ist der Anteil stark verlichteter Fichten auch bei tiefer Phosphorversorgung erhöht (Abb. 33). Kalium ist dagegen nicht korreliert.



**Abb. 32.** Erhöhung des Anteils Fichten mit >60% Kronenverlichtung durch die Trockenheit im 1. Vorjahr (y1) bis zum 5. Vorjahr (y5). Aus dem DLNM-Modell geschätzte Werte für eine minimale Standortwasserbilanz von -500 (rot) bzw. -250 mm (blau). 1 bedeutet keine Erhöhung (gestrichelte Linie), 2 bedeutet eine Erhöhung auf das Doppelte.



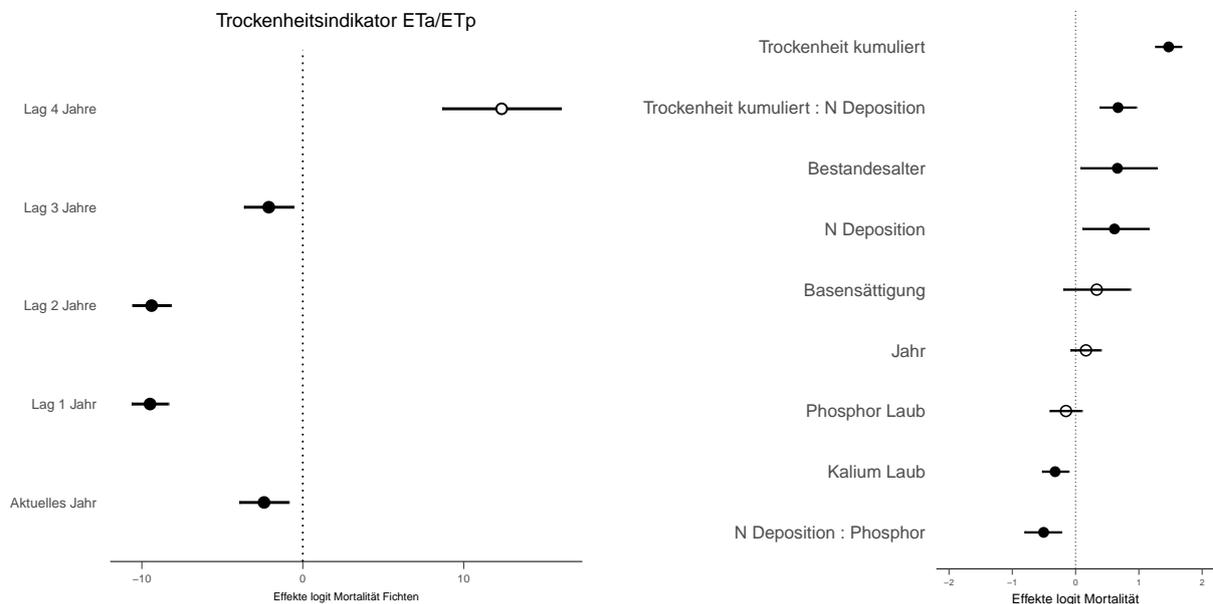
**Abb. 33.** Beziehung zwischen dem Anteil von Fichten mit Kronenverlichtung >60% und der Phosphorversorgung bei Fichten. Schätzer aus dem DLNM-Modell. Gestrichelte Linie: Grenzwert für ausreichende Versorgung nach Göttlein (2015).

## 4.4 Mortalität Fichten

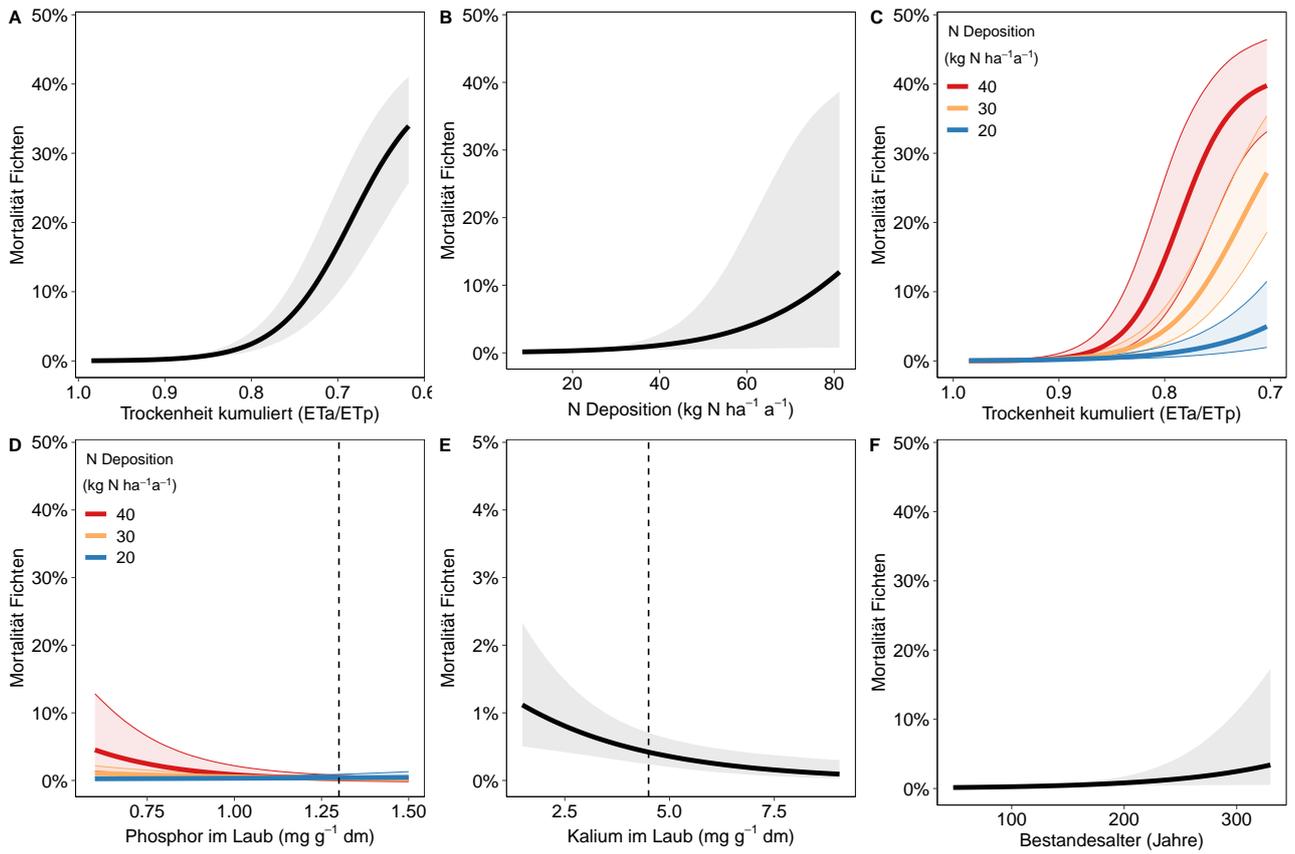
Die Mortalität der Fichten wird ähnlich wie bei der Buche durch die vorhergehenden Trockenperioden beeinflusst. Bei der Auswertung der wichtigsten Einflussfaktoren der Fichtenmortalität sind das aktuelle Jahr und bis zu 3 Vorjahre relevant (Abb. 34). Diese werden als kumulierte Trockenheit (modelliert als das Verhältnis zwischen aktueller und potentieller Evapotranspiration  $ET_a/ET_p$ ) in das Modell aufgenommen (Abb. 34). Details zum Modell sind in Tresch et al. (2023b) zu finden.

Die wichtigste Einflussfaktor auf die Fichtenmortalität war die kumulierte Trockenheit. Diese zeigt

eine Interaktion mit N Deposition. D.h. bei hoher N Deposition waren die negativen Auswirkungen der Trockenheit auf die Fichtenmortalität noch grösser. Die Nährstoffkonzentrationen von P und K im Laub waren ebenfalls negativ korreliert mit der Mortalität der Fichten. Der Zusammenhang war besonders deutlich bei tiefen Nährstoffkonzentrationen (Abb. 35). Bei der P Konzentration im Laub wurde zudem eine Interaktion mit N Deposition festgestellt, mit höheren Mortalitätsraten bei der Kombination von höherer N Deposition und unzureichender P Versorgung.



**Abb. 34.** Lag-Effekte der Trockenheit (links) und Einflussfaktoren auf die Fichtenmortalität (rechts). Die ausgefüllten Kreise stellen signifikante Einflussfaktoren auf die Fichtenmortalität 1985-2023 dar. Linien sind 95% Vertrauensintervalle.

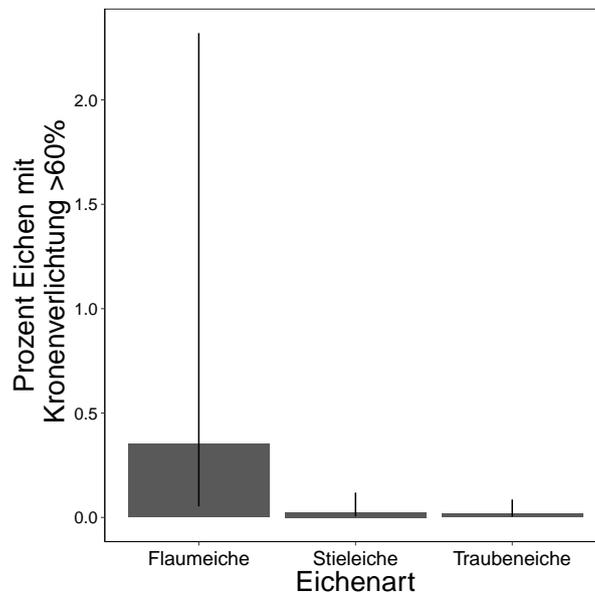


**Abb. 35.** Signifikante Beziehungen zur Fichtenmortalität 1985-2022. Gestrichelte Linie: Grenzwert für ausreichende Versorgung nach Göttelein (2015).

## 4.5 Kronenverlichtung Eichen >60%

Bei den Eichen ist der Trockenheitseffekt nach wie vor gering im Vergleich zur Buche oder Fichte. Deutlich signifikant sind jedoch die Artunterschiede (Abb. 36). Nährstoffe sind nicht mit dem Anteil Eichen mit >60% Kronenverlichtung korreliert, weder

Phosphor noch Kalium. Das stimmt überein mit der Beobachtung, dass die Nährstoffversorgung der Eichen generell besser einzustufen ist als diejenige von Buchen und Fichten.



**Abb. 36.** Anteil Eichen mit >60% Kronenverlichtung: Unterschiede zwischen den Arten. Balken=95%-Vertrauensbereich

## 5 | Stammzuwachs

Im Winter 2022/23 wurden Stammzuwachsmessungen in allen Flächen durchgeführt (Abb. 37). Die Messungen sind zum Zeitpunkt des Berichts (Ende März 2023) noch nicht abgeschlossen, aber Abb. 38 zeigt eine erste Hochrechnung. Gemäss dieser hat der Volumenzuwachs pro Fläche bei den Buchen in der

aktuellen Zuwachsperiode wieder etwas zugenommen. Bei den Fichten und Eichen hat er weiter abgenommen. Der abnehmende Trend bleibt aber über alle Baumarten erhalten. Eine ausführlichere Auswertung und Darstellung nach Einzelstandorten ist im nächsten Jahresbericht vorgesehen.



Abb. 37. Stammzuwachsmessung (Bettingen Chrischona BS).

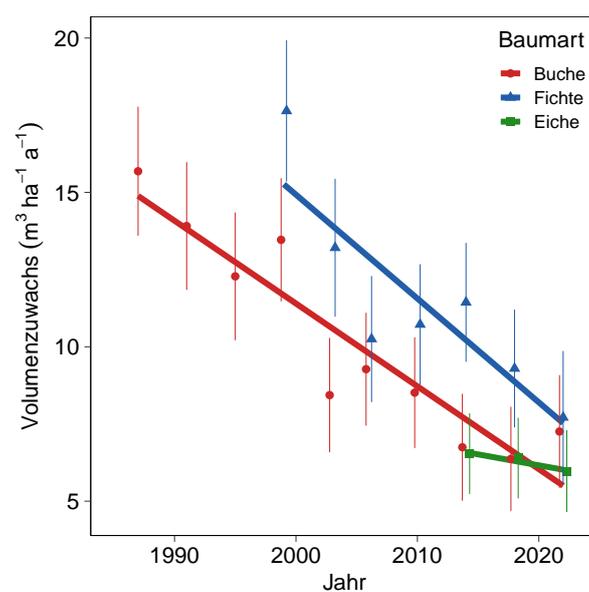


Abb. 38. Entwicklung des Volumenzuwachses pro Fläche. Hochrechnung aufgrund von 85% der Buchen-, 74% der Fichten- und 72% der Eichendaten.

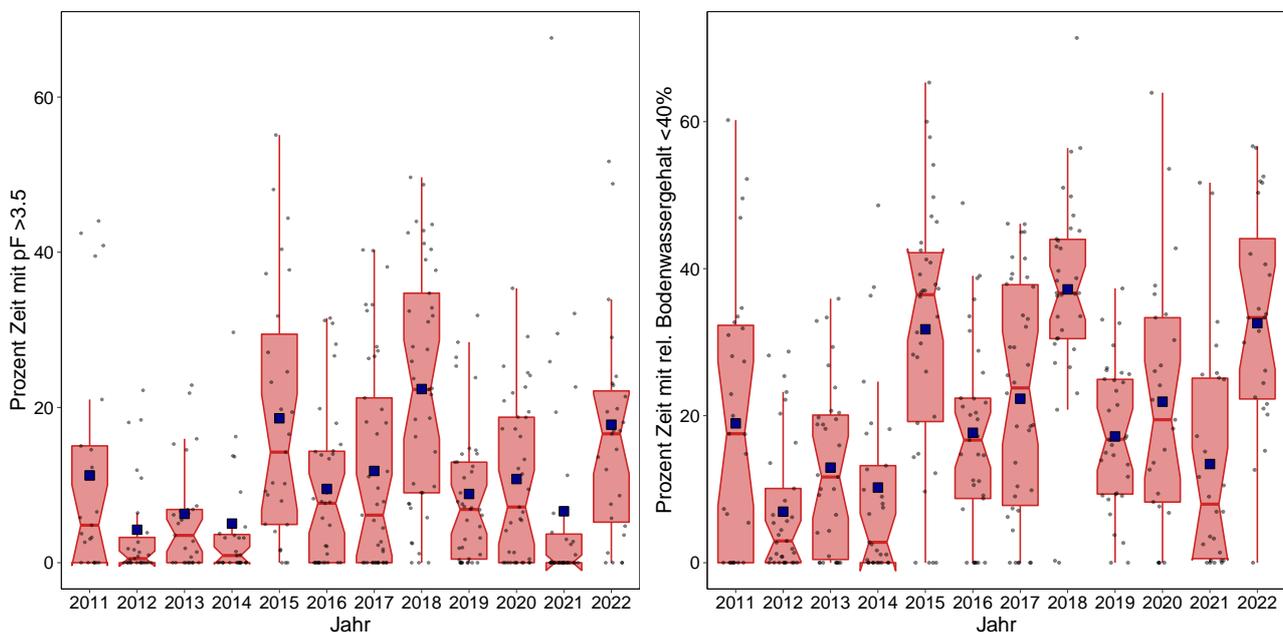
## 6 | Bodenwassermessungen

### 6.1 Zeitliche Entwicklung

Die Messdaten der Einzelflächen sind im Anhang (Kap. 16) dargestellt. 2022 liegen Messdaten von 43 Beobachtungsflächen in jeweils drei Tiefen vor. Zur Quantifizierung des Trockenstresses wurde der Anteil Zeit ausgerechnet, in der ein Schwellenwert überschritten wurde. Beim relativen Bodenwassergehalt war das 40% verfügbares Wasser, bei der Bodenwasserspannung ein pF-Wert von 3.5. Dieser entspricht zwar nicht ganz dem bodenphysikalisch definierten permanenten Welkepunkt von 4.2, ist aber dem Messbereich der Bodenwassersonden angepasst. Die früher verwendeten Gipsblocksonden konnten keinen höheren Wert messen. Bei den seit 2016 eingesetzten MPS2-Sonden reicht der Messbereich bis zu einem pF-Wert von 9, was die Erfassung von Perioden erlaubt, in denen das Bodenwasserpotential den permanenten

Welkepunkt unterschreitet. Beispiele finden sich in den Eichenflächen Sion (Abb. 453) oder Champagne (Abb. 437).

Auch wenn die Zeitreihen von 2022 noch nicht ganz komplett sind, zeigt die zeitliche Entwicklung dieser Grenzwertüberschreitungen, dass 2022 zwar nicht ganz so trocken war wie 2018, aber annähernd. Die beiden Schwellenwerte liefern ähnliche Beurteilungen, wobei das Kriterium relativer Bodenwassergehalt <40% zu leicht höheren Einschätzungen der Trockenheit führt. Ein Blick auf die Zeitreihen der trockeneren Standorte zeigt aber auch, dass 2018 und 2022 nicht grosse Ausnahmejahre waren, sondern dass das Bodenwasser regelmässig jedes Jahr den permanenten Welkepunkt erreicht.

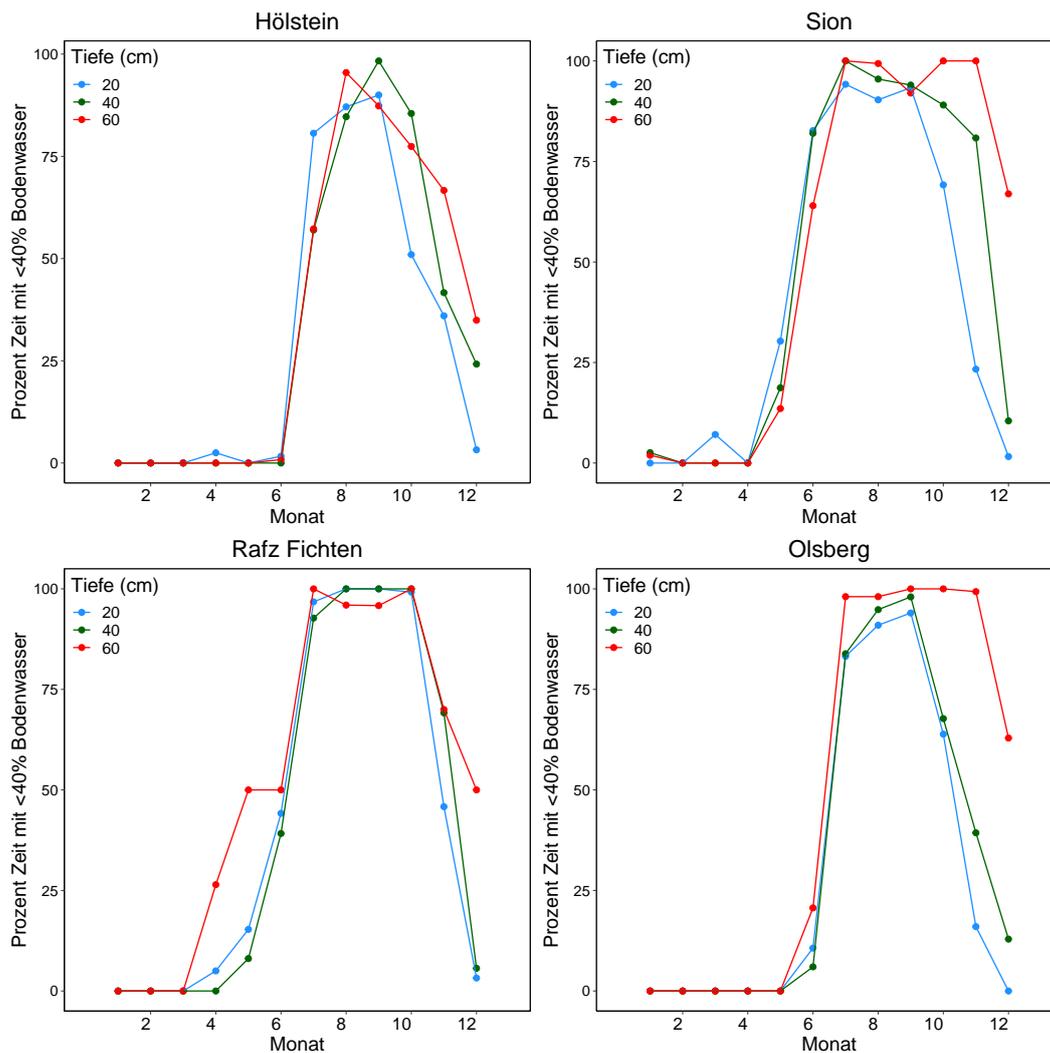


**Abb. 39.** Zeitliche Entwicklung der Überschreitung des Anteils Zeit mit einem relativen Bodenwassergehalt von <40% (links) und einer Bodenwasserspannung von >3.5 (rechts).

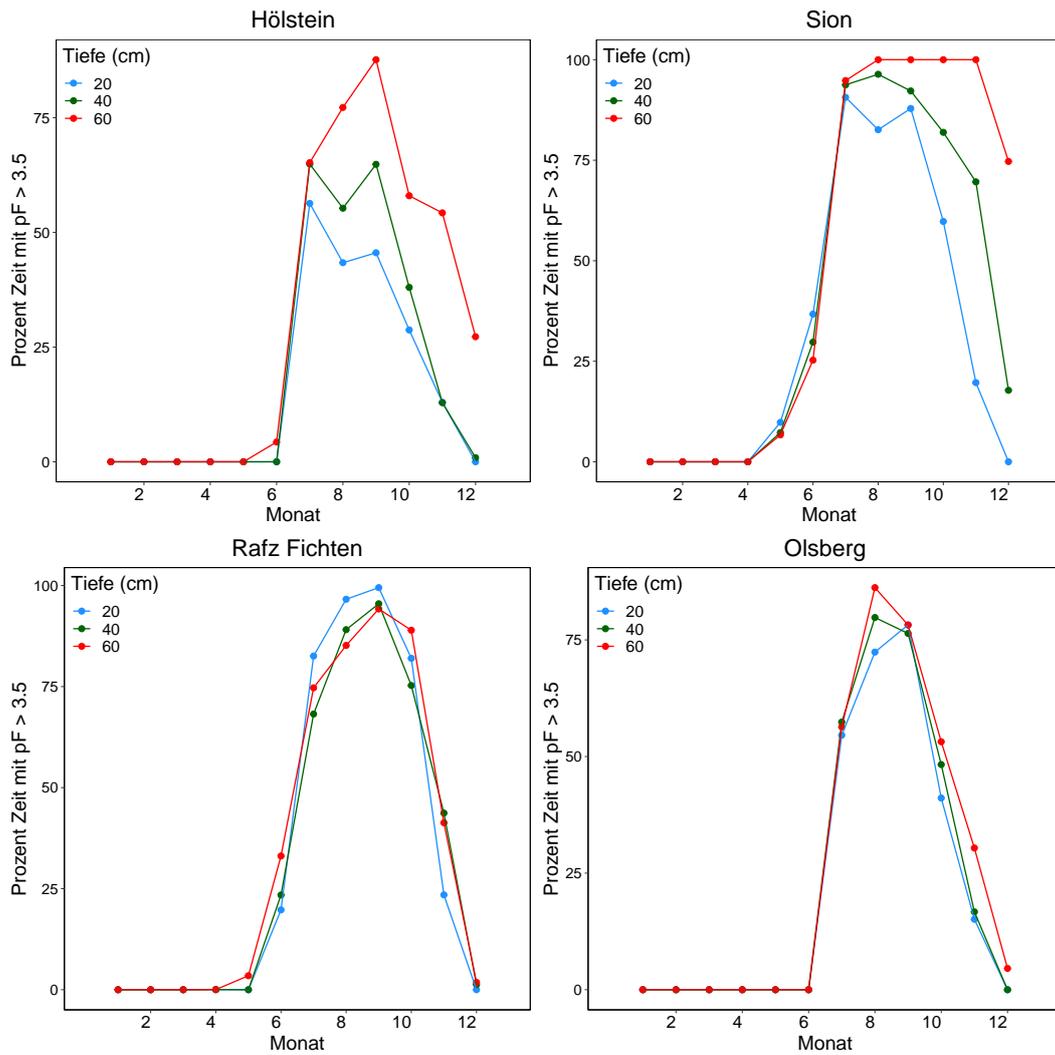
## 6.2 Zeitliche Variation innerhalb des Jahres

In einem Datenset, das nur die trockenen Jahre 2003, 2015, 2018, 2019, 2020 und 2022 enthält, wurde der Jahresverlauf der Schwellenwertüberschreitung in den drei Messtiefen dargestellt. Abb. 40 und Abb. 41 zeigen die Beispiele von vier trockenen Standorten. Bemerkenswert ist, dass an diesen trockenen Standorten sich die Trockenheit in 60 cm Tiefe über einen

kurzen Zeitraum entwickelt. Es ist also nicht ein langsames Fortschreiten von oben nach unten, sondern eine rasche Austrocknung des gesamten Bodenraums von 0-60 cm. Die Trockenheit in 60 cm Tiefe ist in allen vier gezeigten Beispielen auch im Dezember noch erheblich. Im Januar sind die Wasserreserven in der Regel wieder aufgefüllt.



**Abb. 40.** Überschreitung des Anteils Zeit mit einem relativen Bodenwassergehalt von ASWS  $<40\%$  im Jahresverlauf: vier Beispiele von trockenen Standorten.

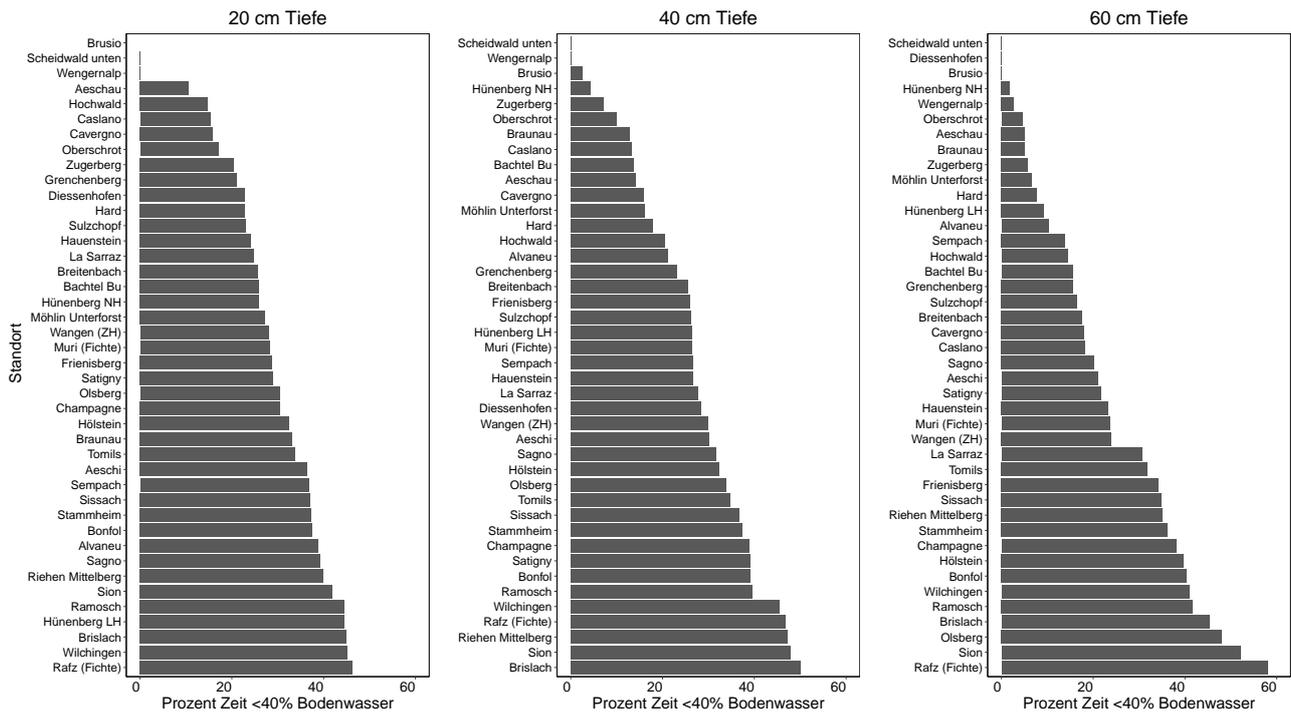


**Abb. 41.** Überschreitung des Anteils Zeit mit einer Bodenwasserspannung von  $pF > 3.5$  im Jahresverlauf: vier Beispiele von trockenen Standorten.

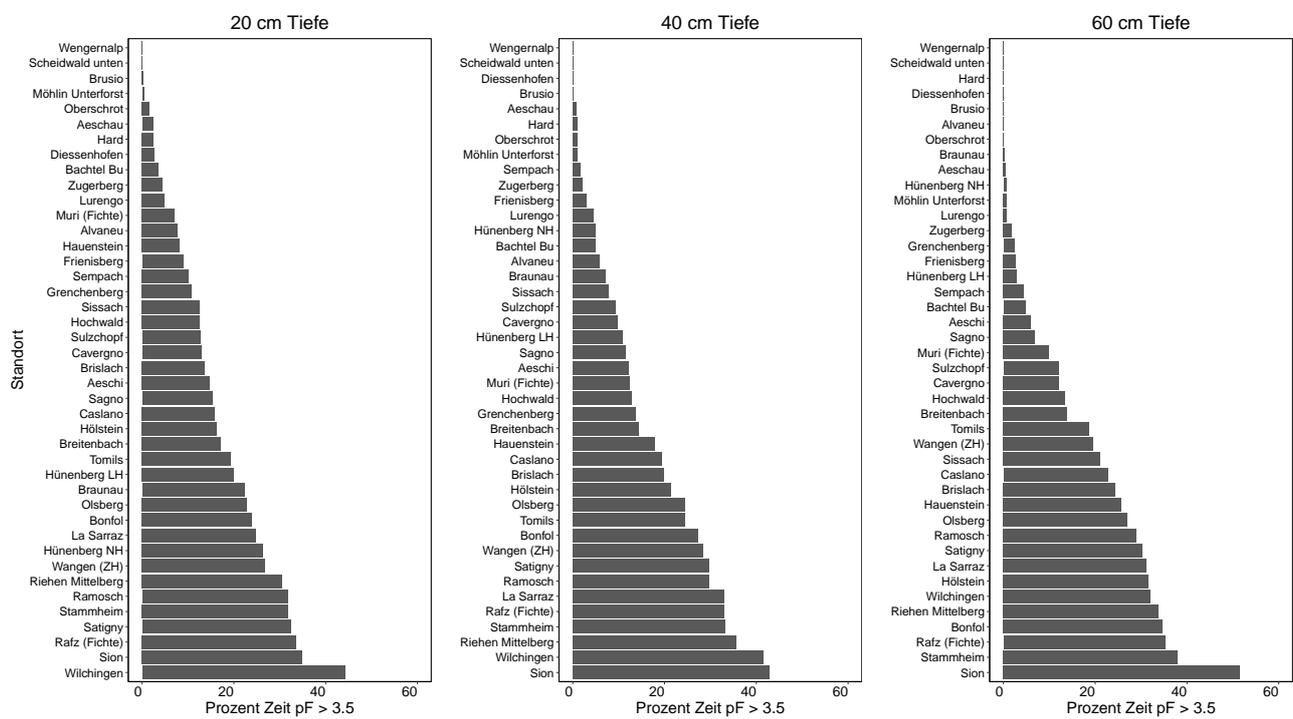
### 6.3 Standortsvergleich

Der Anteil Zeit mit Überschreitung der obengenannten Schwellenwerte wurde für einen Standortsvergleich in allen drei Messtiefen verwendet. Da die Datenreihen zum Teil unterschiedlich lang sind, wurde die Zeitreihe für diese Auswertung auf die Jahre nach 2015 beschränkt. Abb. 42 zeigt den Standortsvergleich aufgrund der Überschreitung des Schwellenwertes von <40% pflanzenverfügbarem Bodenwasser, Abb. 43 das gleiche wie für die Bodenwasser-spannung von  $pF > 3.5$ . Die beiden Indikatoren kommen zu einer ähnlichen Einstufung der Standortsreihenfolge, obwohl die Messperiode aufgrund von fehlenden Werten z.T. unterschiedlich ist. An den sehr trockenen Standorten ist dieser Trockenheitsindikator stärker in 60 cm Bodentiefe, an den weniger trockenen Standorten trocknet der Oberboden stärker aus. Das kommt auch in den Grafiken des relativen Bodenwassergehalts der Einzelstandorte im

Anhang zum Ausdruck, z.B. in der Eichenfläche Hölstein (BL) (Abb. 379) oder in der Fichtenfläche Rafz (ZH) (Abb. 421). Die letztgenannte Fläche ist bemerkenswert, weil der Bestand 2021 wegen Borkenkäferbefalls geräumt werden musste. Die Bodenwassermessungen zeigen, dass das Trockenheitsrisiko an diesem Standort tatsächlich erheblich ist. Die in der Reihenfolge nächstplatzierten Standorte sind z.T. Eichenflächen (Sion (VS) Abb. 453, Wilchingen (SH) Abb. 457), die sich am trockenen Ende der ökologischen Feuchteachse befinden. Bemerkenswert ist auch der grosse Unterschied zwischen den beiden mit Fichten bestockten Flächen in Südbünden: Ramosch im Unterengadin ist sehr trocken, Brusio im Puschlav sehr feucht. Aufgrund dieser Messungen muss Ramosch als hochgradig trockengefährdet eingestuft werden.



**Abb. 42.** Überschreitung des Anteils Zeit mit einem relativen Bodenwassergehalt von <40% pro Standort und Bodentiefe. Mittelwert der Jahre 2015-2022.



**Abb. 43.** Überschreitung des Anteils Zeit mit einer Bodenwasserspannung von  $pF > 3.5$  pro Standort und Bodentiefe. Mittelwert der Jahre 2015-2022.

## 7 | Stickstoffversuch

In Hochwald (SO) und auf dem Zugerberg (ZG) werden seit 1992 junge Forstpflanzen in Blockwiederholung mit unterschiedlichen Stickstoffmengen behandelt, um den Effekt von Stickstoffeinträgen aus der Luft experimentell abzuklären. Die aktuelle Bepflanzung mit Buchen und Eichen stammt aus

dem Jahr 2008. Die im Jahr 2022 beobachteten Trockenschäden, tote Äste und Vergilbungen wiesen z.T. einen deutlichen Zusammenhang mit der Stickstoffbehandlung auf. Bemerkenswert sind die erhöhten Trockenschäden bei den hohen Stickstoffgaben sowohl bei Buchen als auch bei Eichen.

### 7.1 Trockenschäden

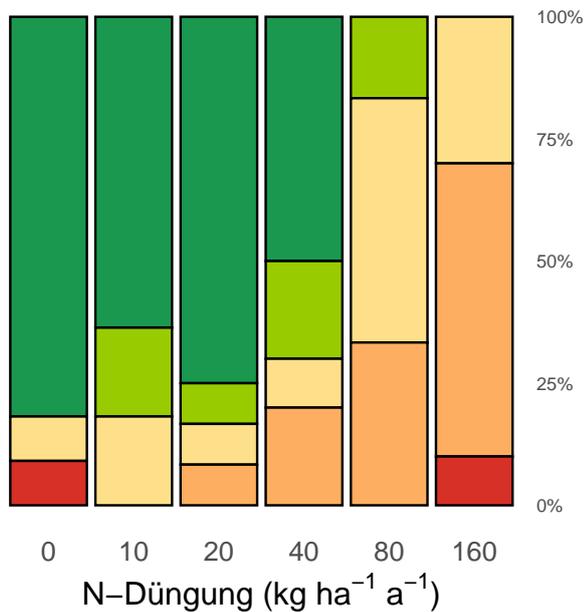
2022 war ein sehr trockener Sommer. In Hochwald wiesen viele Bäume deutliche Trockenschäden auf, sogar die Eichen (Abb. 44). Bei beiden Baumarten wiesen die Trockenschäden eine hochsignifikante Be-

ziehung mit den Stickstoffgaben auf (Abb. 45 oben). Schon 2018 waren ähnliche Beobachtungen gemacht worden (Abb. 45 unten), aber die Ergebnisse fallen bei den Eichen 2022 klarer aus als 2018.



**Abb. 44.** Trockenschäden an Buchen (links) und Eichen (rechts) in Hochwald im Sommer 2022.

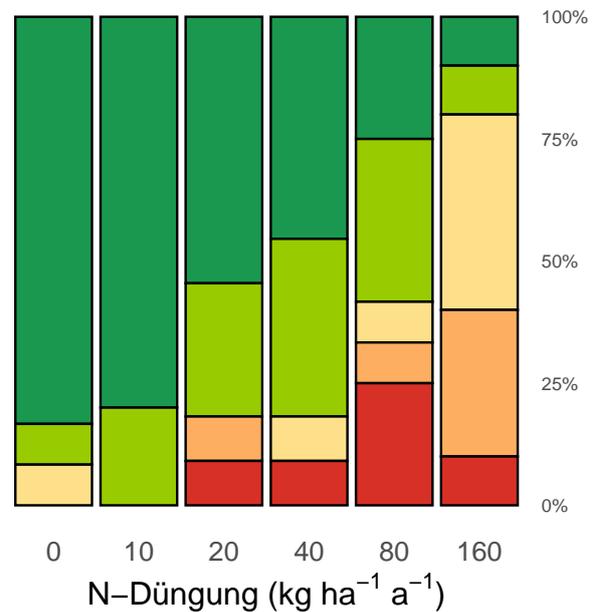
## Trockenschäden Buchen Hochwald 2022

Effekt N-Düngung:  $p < 0.001$ 

Trockenschäden (Stufen)

0	1	2
3-5	>5	

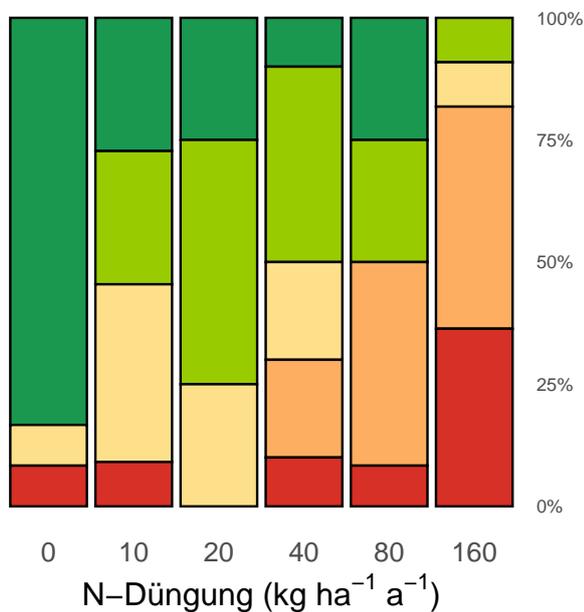
## Trockenschäden Eichen Hochwald 2022

Effekt N-Düngung:  $p < 0.001$ 

Trockenschäden (Stufen)

0	1-2	3
4-5	>5	

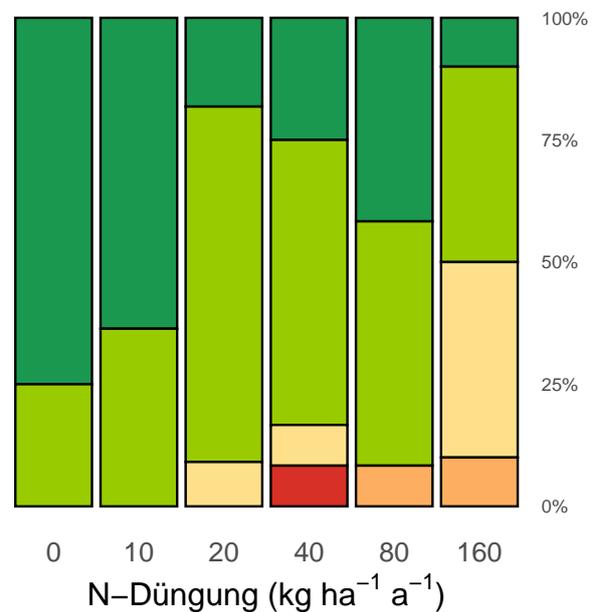
## Trockenschäden Buchen 2018

Effekt N-Düngung:  $p < 0.001$ 

Trockenschäden (Stufen)

0	1	2
3-5	>5	

## Trockenschäden Eichen 2018

Effekt N-Düngung:  $p < 0.001$ 

Trockenschäden (Stufen)

0	1-2	3
4-5	>5	

**Abb. 45.** Trockenschäden an Buchen und Eichen in Hochwald im Sommer 2022 (oben) und Sommer 2018 (unten). Die Zunahme mit steigender Stickstoffdüngung ist bei beiden Baumarten und Zeiträumen hochsignifikant.

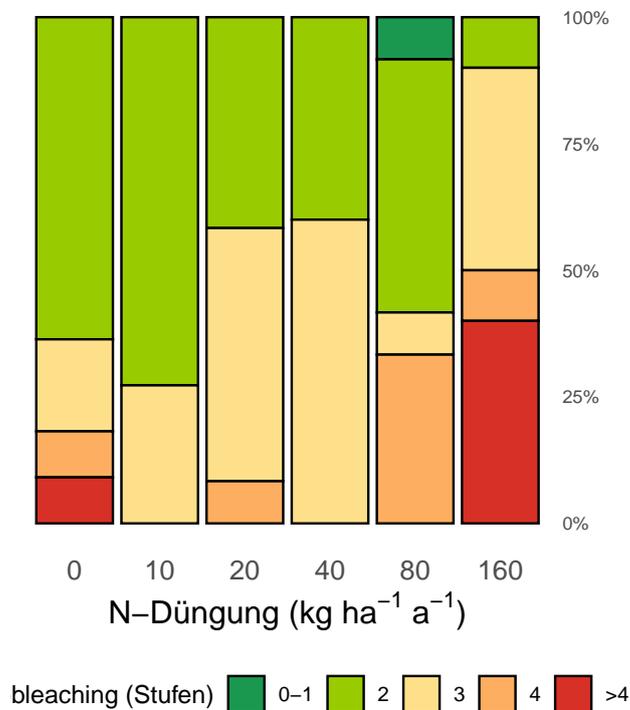
## 7.2 Vergilbungen, Randnekrosen und Totäste

Eine Beziehung zwischen zunehmender Stickstoffdüngung und Blattverfärbung wurde bereits 2021 festgestellt. 2022 war diese Beziehung allerdings sehr viel deutlicher, und zwar sowohl bei Buchen als auch bei Eichen (Abb. 48). Bei den Buchen nimmt zudem das Photobleaching ebenfalls mit steigender N-Düngung zu (Abb. 46). In Hochwald steigen die Randnekrosen, auf dem Zugerberg die Interkostalchlorosen mit zunehmender N-Düngung (Abb. 50). Ersteres

ist ein Symptom von Kaliummangel, letzteres von Magnesiummangel. Das Auftreten dieser beiden Symptome ist deshalb abhängig von der Bodenchemie. Der Totastanteil nimmt bei Buchen und Eichen in Hochwald mit steigender Stickstoffdüngung zu (Abb. 52). Es wurde nicht unterschieden, ob die toten Äste pathologisch oder durch Kavitation verursacht wurden. Beides ist möglich.

Stufen Photobleaching Buchen Hochwald 2022

Effekt N-Düngung:  $p < 0.01$



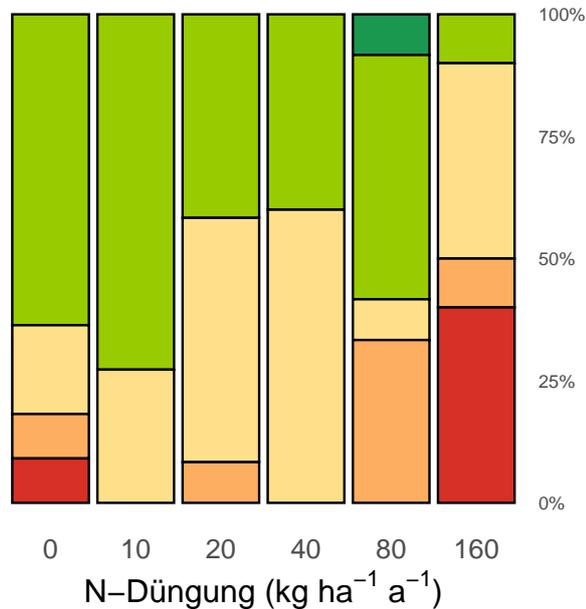
**Abb. 46.** Photobleaching an Buchen in Hochwald im Sommer 2022. Die Zunahme mit steigender Stickstoffdüngung ist signifikant.



**Abb. 47.** Photobleaching und Verfärbung an Buchen in Hochwald. Durch andere Blätter abgedeckte Teile von Blättern sind deutlich stärker grün als der Rest.

#### Vergilbung Buchen 2022

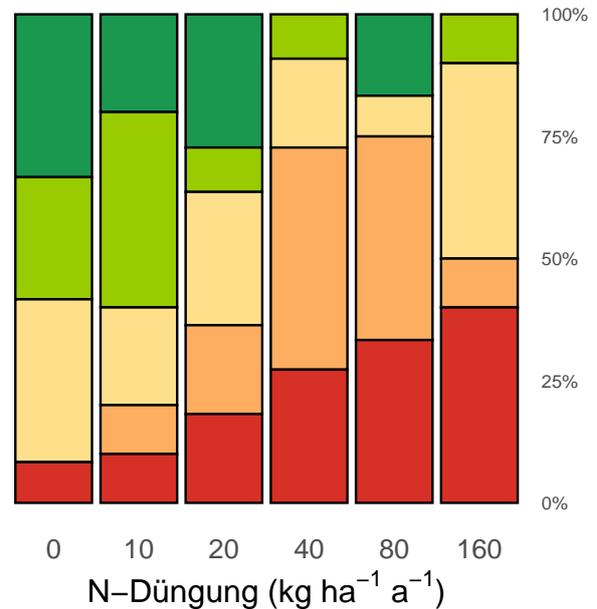
Effekt N-Düngung:  $p=0.006$



Vergilbung (Stufen)  
 0-1 (dunkelgrün) 2 (hellgrün) 3 (gelb) 4 (orange) >4 (rot)

#### Vergilbung Eichen 2022

Effekt N-Düngung:  $p<0.001$



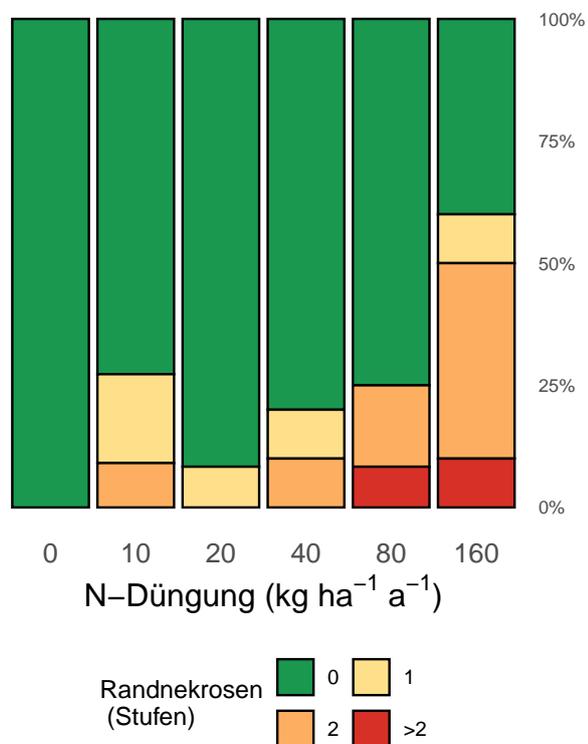
Vergilbung (Stufen)  
 0-2 (dunkelgrün) 3 (hellgrün) 4 (gelb) 5-6 (orange) >6 (rot)

**Abb. 48.** Verfärbung an Buchen (links) und Eichen (rechts) in Hochwald im Sommer 2022. Die Zunahme mit steigender Stickstoffdüngung ist deutlich signifikant.



Abb. 49. Interkostalchlorosen an Buchen auf dem Zugerberg (links) und Randnekrosen an Buchen in Hochwald (rechts).

Randnekrosen Buchen Hochwald 2022  
Effekt N-Düngung:  $p=0.0013$



Interkostalchlorosen Buchen Zugerberg 2022  
Effekt N-Düngung:  $p=0.0069$

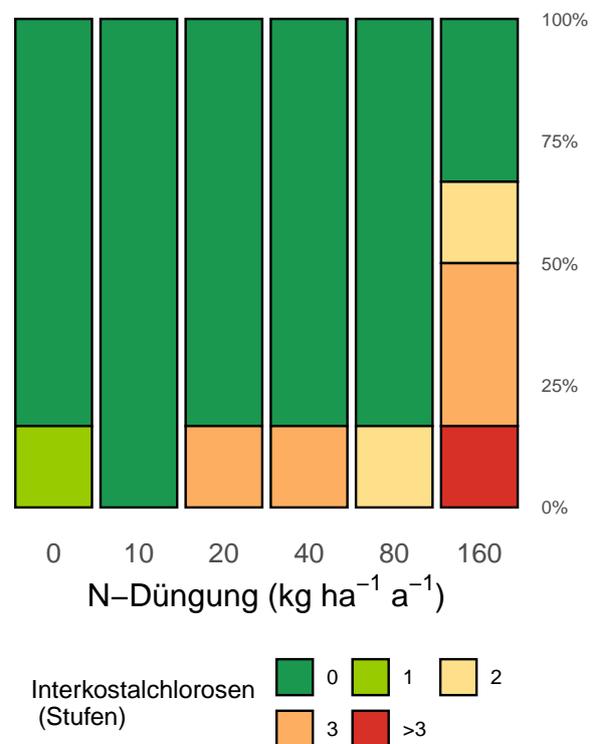


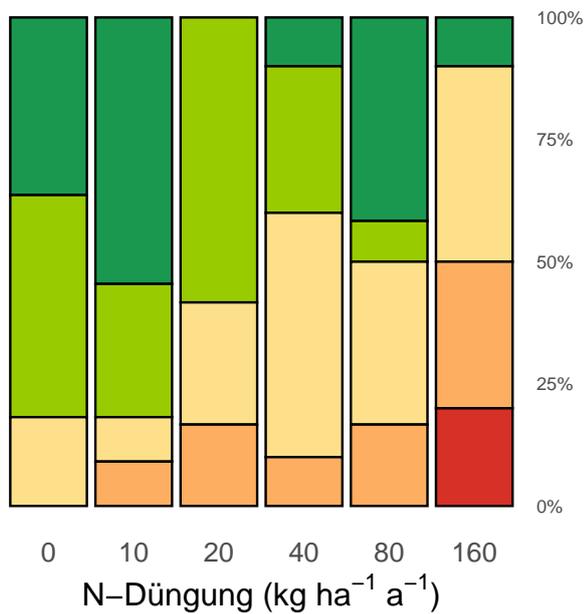
Abb. 50. Randnekrosen in Hochwald (links) und Interkostalverfärbung auf dem Zugerberg (rechts) an Buchen im Sommer 2022. Die Zunahme mit steigender Stickstoffdüngung ist deutlich signifikant.



Abb. 51. Toter Ast an einer Buche in Hochwald 2022.

#### Totäste Buchen Hochwald 2022

Effekt N-Düngung:  $p < 0.001$



#### Totäste Eichen Hochwald 2022

Effekt N-Düngung:  $p = 0.041$

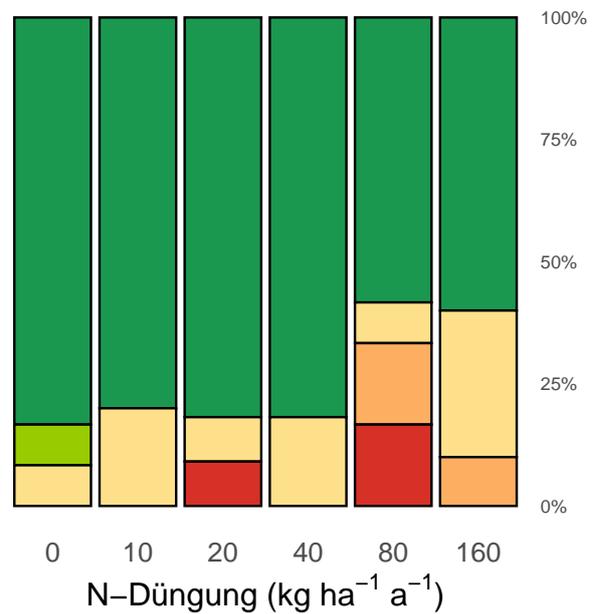
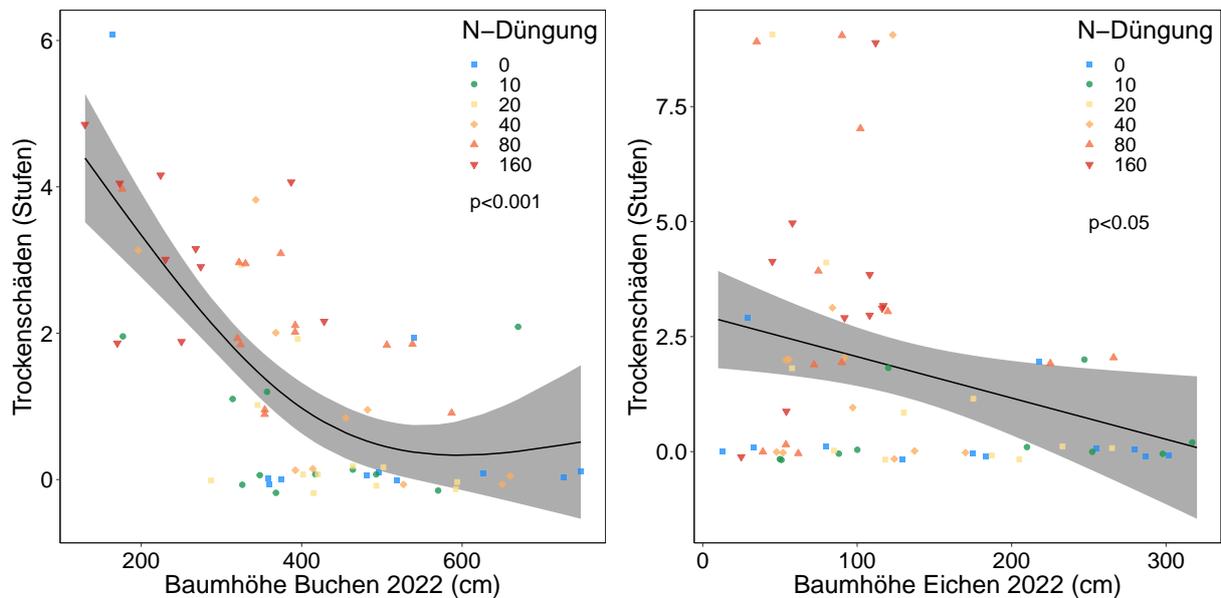


Abb. 52. Totastanteil an Buchen (links) und Eichen (rechts) in Hochwald im Sommer 2022. Die Zunahme mit steigender Stickstoffdüngung ist bei den Buchen hoch-, bei den Eichen schwach signifikant.

### 7.3 Trockenschäden und Baumwachstum im N-Versuch

Die Trockenschäden in Hochwald sind überraschenderweise nicht mit Nährstoffen korreliert, sondern mit der Baumhöhe. Bei Buchen ist dies sehr stark, bei Eichen etwas weniger deutlich (Abb. 53). Eine solche Korrelation von Trockenschäden und Baumhö-

he stimmt mit dem im Wald beobachteten Zusammenhängen zwischen Trockenschäden und Stammzuwachs überein (vgl. Kap. 4.1.2). Das ist ein weiterer Hinweis darauf, dass der Vitalität eine zentrale Rolle bei der Trockenresistenz zukommt.



**Abb. 53.** Beziehung zwischen Trockenschäden und Baumhöhe bei Buchen (links) und bei Eichen (rechts) in der Fläche Hochwald.

## 8 | Windwurf und Stammbruch

Der Anteil geworfener oder gebrochener Buchen und Fichten in der gesamten Zeitreihe der WDB wurde statistisch analysiert und wird demnächst publiziert. Bei den Buchen wurden insgesamt 651 Bäume umgeworfen und 133 erlitten einen Stammbruch bei 195'707 Einzelbeobachtungen (Zeitperiode 1984-2021). Bei den Fichten wurden 432 Windwürfe und 357 Stammbrüche registriert bei 139'821 Einzelbeobachtungen (Zeitperiode 1985-2021).

Die wichtigsten Einflussfaktoren sind in Tab. 2 dargestellt. Erhöhte Stickstoffdeposition ist mit einem erhöhten Stammbruch bei Fichten korreliert (Abb. 54). Beim Windwurf der Buchen besteht eine Interaktion zwischen Stickstoffdeposition und Trockenheit: unter Trockenheit wird der Windwurf durch Stick-

stoffdeposition erhöht (Abb. 55 links). Auch bei tiefen Kalziumkonzentrationen im Laub ist der Windwurf von Buchen erhöht (Abb. 55 rechts). Bemerkenswert ist der grosse Einfluss von Trockenheit: sie erhöht Windwurf von Buchen sowie Windwurf und Stammbruch von Fichten. Der Zeittrend ist praktisch überall positiv, d.h. die Schäden haben mit der Zeit zugenommen. Diese Zunahme ist zusätzlich zu den bereits im Modell berücksichtigten Trockenheits- und Temperatureffekten. Das Jahr 2000, das die Lotharschäden enthält, musste in der Auswertung separat behandelt werden, da es sich von der übrigen Zeitreihe unterschied. Die Auswertungen sind detailliert in einem zur Publikation eingereichten Manuskript beschrieben (Braun et al. 2023).

**Tab. 2.** Signifikante Beziehungen mit Windwurf und Stammbruch von Buchen und Fichten. +: positive Korrelationen, -: negative Korrelationen. Anzahl Symbole zeigen die Signifikanz an: (\*)  $p < 0.1$ , \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

	Buchen		Fichten	
	Windwurf	Stammbruch	Windwurf	Stammbruch
Nährstoffversorgung: K	---		---	
Nährstoffversorgung: Ca	---			
Stickstoffdeposition				+++
Trockenheit	++		+++	+++
Lufttemperatur		+++		---
Wintertemperatur	+			
Böenspitzen	+++		+++	+++
Jahr von „Lothar“ als Binärvariable	+++	+++	++	(+)
Zeittrend	++	+++	++	+++
Bestandesdichte				+++
Störungen im Bestand	+++	+++		
Stickstoffdeposition*Trockenheit	+++			
Stickstoffdeposition*Bestandesdichte				---

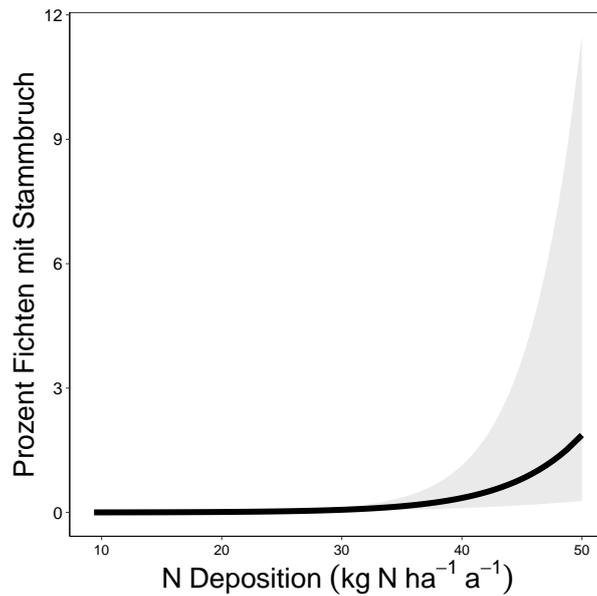


Abb. 54. Stammbruch von Fichten in Beziehung zur Stickstoffdeposition.

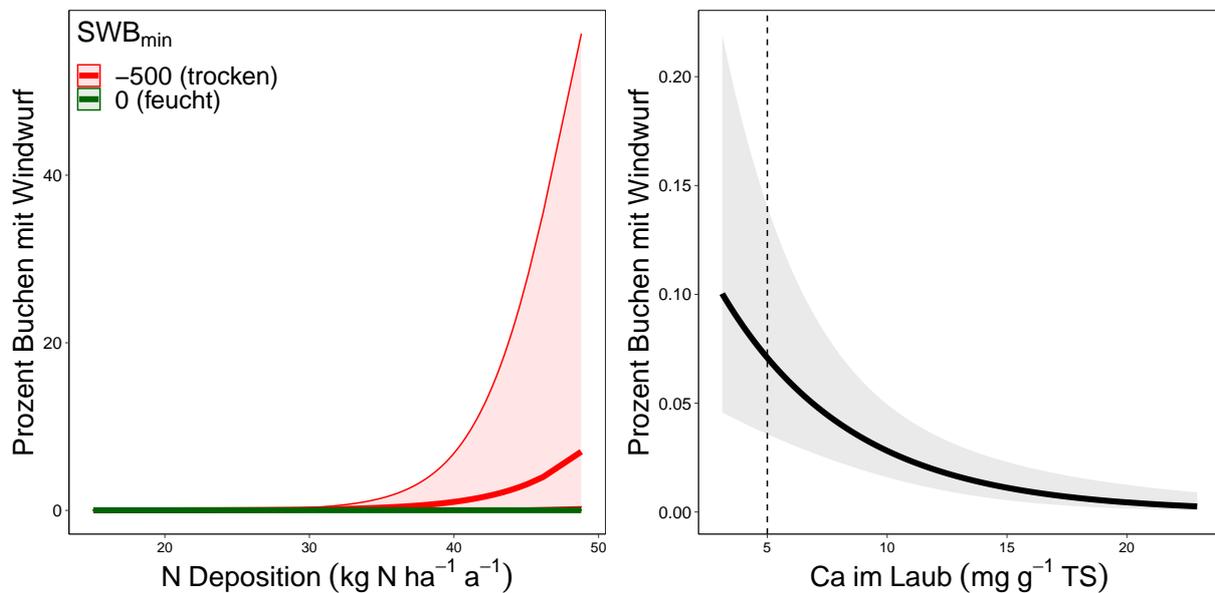
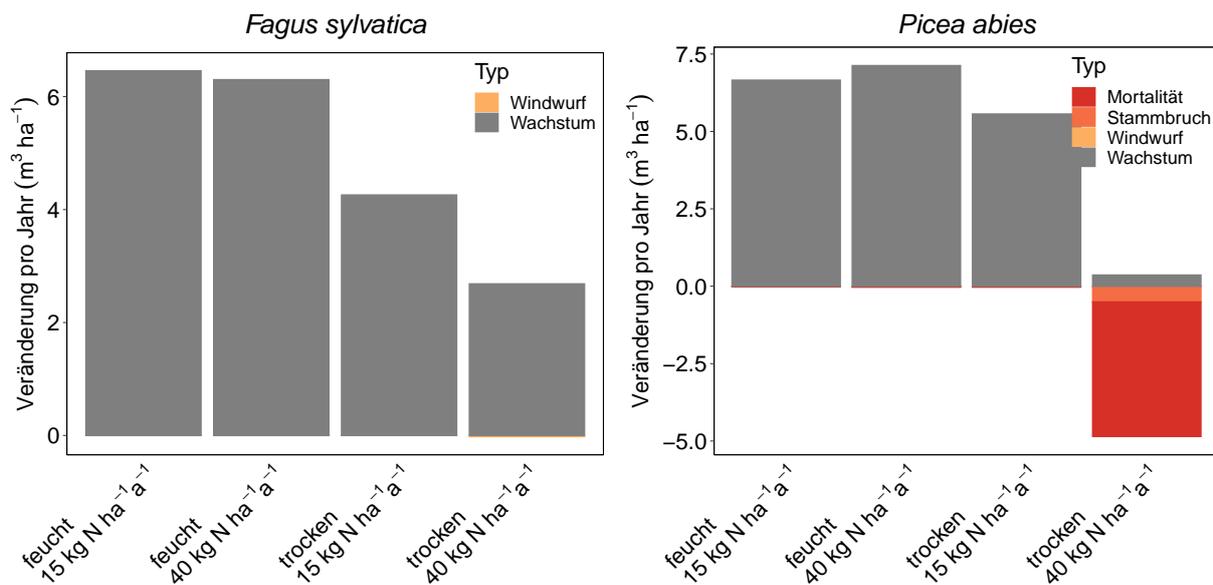


Abb. 55. Links: Windwurf von Buchen in Beziehung zur Stickstoffdeposition bei trockenen (rot, minimale Standortwasserbilanz  $SWB_{\min} = -500$ ) und feuchten Bedingungen (grün,  $SWB_{\min}$ ). Rechts: in Beziehung zur Kalziumkonzentration im Laub. Gestrichelte Linie: Grenzwert für ausreichende Versorgung nach Göttlein (2015)

## 8.1 Risikoanalyse von Stickstoffdeposition und Trockenheit auf Stammbruch, Windwurf, Mortalität und Baumwachstum für Buchen und Fichten

Die Auswertungen zu Stammbruch und Windwurf wurden mit den Auswertungen zum Stammzuwachs (vgl. Braun et al. (2017), Braun et al. (2022b)) und zur Fichtenmortalität zu einer Risikobewertung kombiniert. Dabei wurden zwei Stufen der Trockenheit (feucht, 0 mm SWB<sub>min</sub> und trocken, -500 mm SWB<sub>min</sub>) und zwei Stufen der Stickstoffdeposition (15 bzw. 40 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) unterschieden. Die Wachstumsveränderungen wurden auf den mittleren Volumenzuwachs pro Fläche normiert. Ausfälle durch Mortalität, Windwurf und Stammbruch, die in Prozent vorliegen, wurden mit dem mittleren Volumenzuwachs pro Fläche multipliziert, um eine Biomasseschätzung zu erhalten. Wie Abb. 56 zeigt, ist bei den Buchen der Haupteffekt von Trockenheit und Stickstoffdeposition auf das Wachstum: bei der ho-

hen Kombination beträgt das Wachstum weniger als die Hälfte der tiefen Kombination. Trotz Erhöhung durch die Kombination von hohem Stickstoffeintrag und starker Trockenheit fällt der Windwurf quantitativ nicht ins Gewicht. Auch bei der Fichte führt die hohe Kombination zu einer massiven Wachstumseinbusse. Hier fällt jedoch der bei dieser Kombination erhöhte Ausfall durch Stammbruch ins Gewicht. Massiv ist jedoch vor allem die Mortalitätszunahme infolge erhöhten Borkenkäferbefalls (vgl. Kap. 4.4. Diese Auswertung zeigt deutlich, dass die Kombination von hohen Stickstoffeinträgen und starker Trockenheit zu einem Totalverlust der Fichtenbestände im Flachland führt, was die beobachteten hohen Mortalitätsraten seit 2018 widerspiegelt.

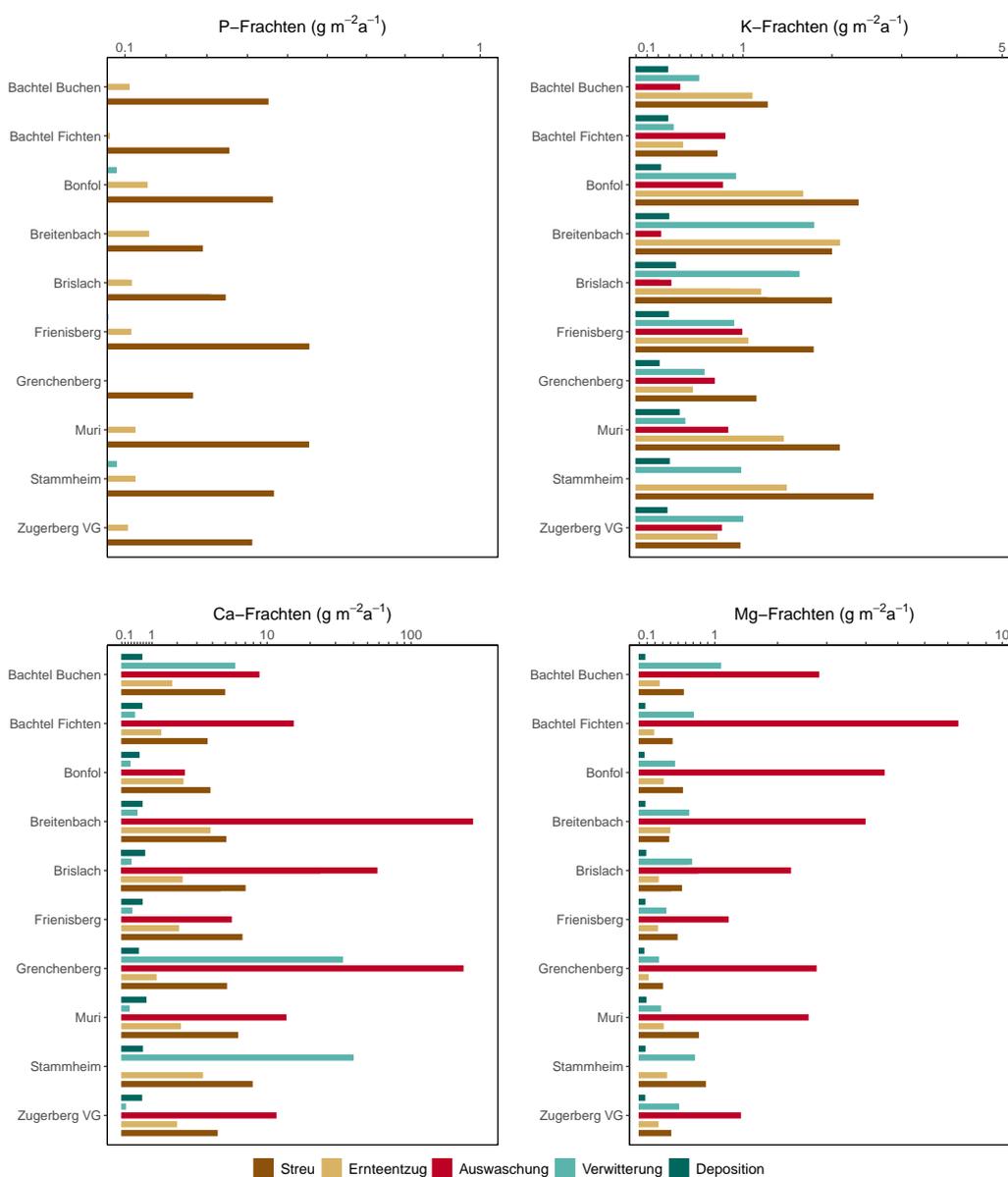


**Abb. 56.** Risikobewertung bei tiefen und hohen Stickstoffeinträgen bzw. guter Wasserversorgung und starker Trockenheit. Links: Buchen, rechts: Fichten. Jährliche Ausfälle für Windwurf, Stammbruch und Mortalität, die in Prozent aus den Modellen resultieren, wurden mit einem mittleren Volumenzuwachs multipliziert.

## 9 | Streufall

Biomasse und Nährstoffe in der Streu werden aktuell in 10 Flächen gemessen. Abb. 57 zeigen die mittleren Frachten von Ca, K und P je nach Datenverfügbarkeit im Vergleich zu den Frachten der Verwitterung, des Entzugs mit der Biomassenutzung und der Nährstoffauswaschung. Auch wenn mit diesem Vergleich Eintrag (Deposition+Verwitterung), Austrag (Auswaschung, Ernteezug) und Recycling (Streu) nebeneinander gestellt werden, zeigt er doch die Bedeutung der einzelnen Komponenten. Beim Phosphor sind die Frachten in der Streu deutlich höher als die

anderen Komponenten. Die Verwitterung spielt nur eine sehr geringe Rolle und wurde nur in Bonfol und Stammheim gefunden. Über die Auswaschung von P ist aktuell nichts bekannt. Auch beim Kalium sind die Frachten in der Streu am höchsten. Die Auswaschung wird durch Deposition und Verwitterung kompensiert. Die Ca-Frachten sind je nach Geologie sehr unterschiedlich. Die ausgewaschene Fracht übersteigt den Umsatz in der Streu an den meisten Orten. Beim Magnesium ist der Unterschied zwischen Auswaschung und den anderen Frachten noch grösser.



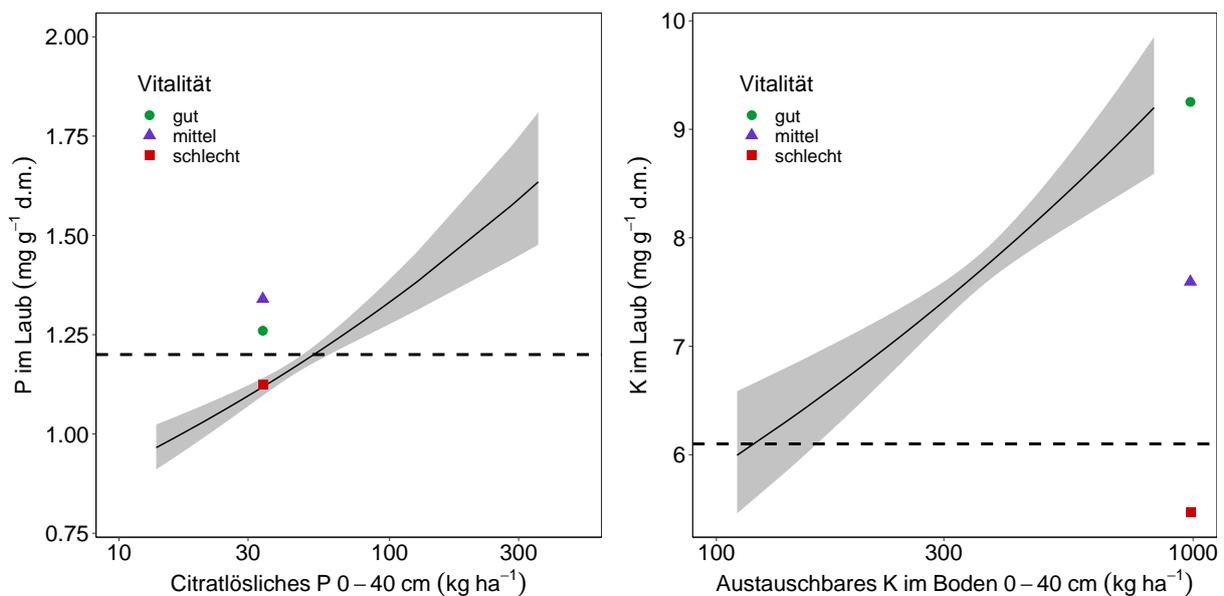
**Abb. 57.** Frachten von P, K, Ca und Mg in Streufall, Verwitterung, Entzug und Auswaschung. Datengrundlage der Streu Mittelwerte 2005-2021 und bei der Auswaschung Mittelwerte 2012-2020.

## 10 | Phytopathologische Untersuchungen

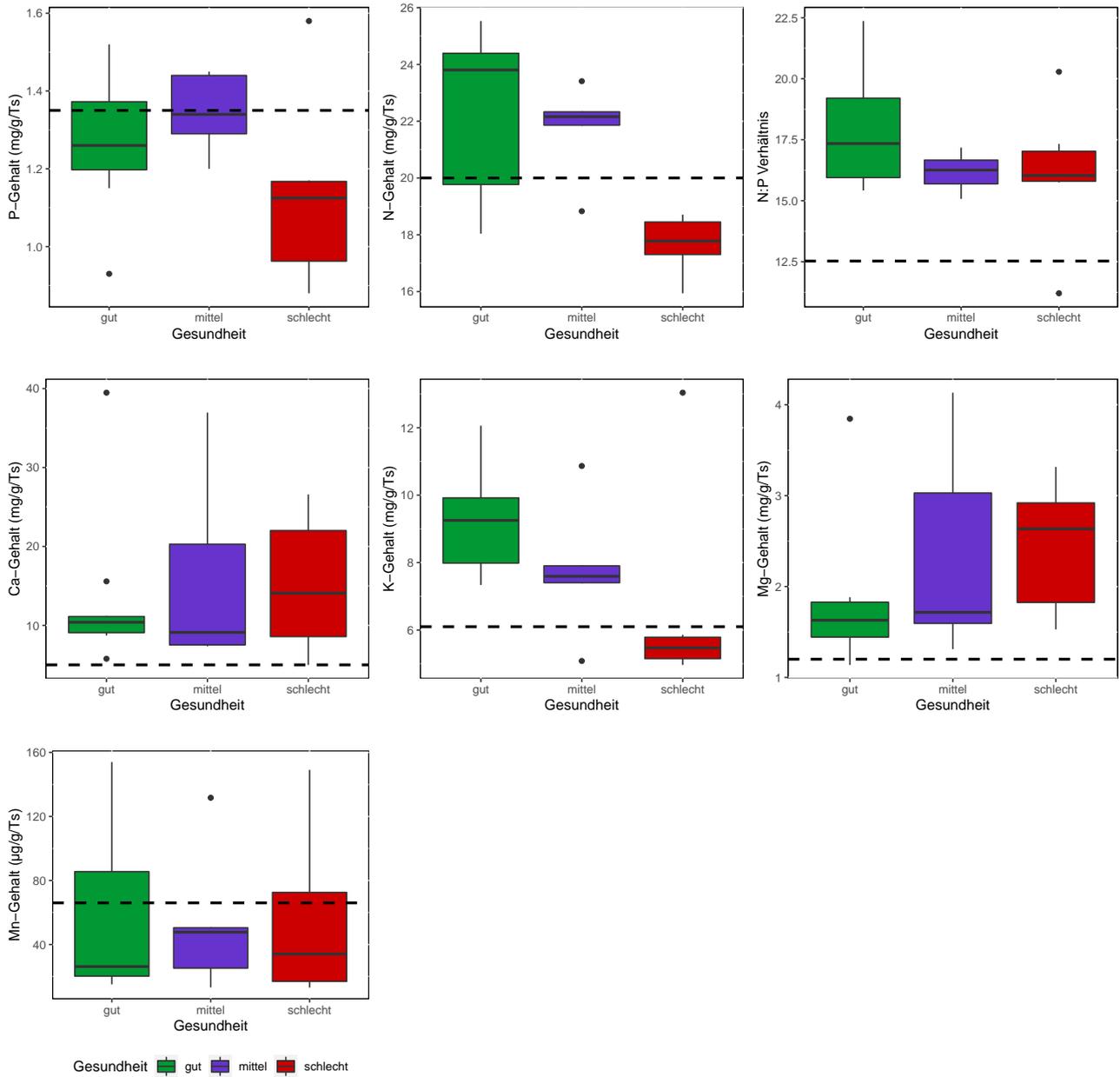
### 10.1 Eichen Villigen (AG)

In Villigen (AG) wurde eine Aufforstung mit Eichen vorgenommen, die sehr schlecht wächst. Um die Ursache herauszufinden, wurden am schlechtwüchsigen Standort Bodenproben entnommen. Laubproben wurden von schlecht- und von gutwüchsigen Standorten untersucht. Gemäss den in Abb. 59 gezeigten Ergebnissen weisen die nicht vitalen Eichen deutlich geringere Kalium- und Phosphorkonzentrationen auf. Beides ist auf Kalkböden nicht ungewöhnlich. Für die Interpretation dieser Ergebnisse wurden die Analysenresultate pro Vitalitätsgruppe in Beziehung gesetzt zu den Werten im Boden. Die Phosphorkon-

zentration auch der schlechtwüchsigen Eichen entspricht etwa dem aufgrund der Bodenanalysen zu erwartenden Wert. Anders sieht die Beziehung beim Kalium aus: die Kaliumkonzentration im Boden ist als sehr hoch einzustufen, währenddem die schlecht wachsenden Eichen eine extrem tiefe Kaliumkonzentration aufweisen. Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass bei den schlecht wüchsigen Eichen in Villigen ein Problem mit der Aufnahme von Kalium vorliegt. Geplant sind weitere Beprobungen von Eichen aus Baumschulen.



**Abb. 58.** Phosphor und Kalium im Laub von Eichen in Villigen (AG) in Beziehung zum Vorrat des citratlöslichen Phosphors bzw. des austauschbaren Kaliums im Boden (farbige Punkte), im Vergleich mit den Daten aus der WDB (grauer Bereich).



**Abb. 59.** Nährstoffgehalt im Laub von Eichen in Villigen (AG) in Beziehung zur Vitalität.

## 10.2 Schleimfluss-Symptome an Eichen in BL

### 10.2.1 Akutes Eichensterben (AOD)

Das akute Eichensterben (AOD) ist ein komplexes Krankheitsphänomen bei Eichen. Im Moment wird vor allem in England darüber berichtet (Forest Research 2022). Hinweise existieren schon seit längerem in Zentraleuropa, mit nun neuen Nachweisen unter anderem in Österreich (Hoch und Cech 2021) oder seit 2017 auch in der Schweiz (Auf der Maur et al. 2021). Typisch für die Komplexkrankheit sind neben absterbenden Kronen der auffällige, teils schleimige Saftfluss am Stamm. Dieser ist als dunkle Flecken meist gut zu erkennen. Die klebrige Flüssigkeit tritt aus Rissen in der Rinde aus und läuft dann den Stamm hinunter (Abb. 60). Darunter liegt meist nekrotisches Gewebe. Gemäss den neuesten Erkenntnissen werden verschiedene Bakterienarten als Hauptverursacher angesehen (Brown et al. 2015), welche am häufigsten im Zusammenhang mit AOD Symptomen auftreten. Primär wurden die zwei Bakterienarten *Gibbsiella quercinecans* und *Brenneria goodwinii* identifiziert und zu einem kleineren Teil *Rahnella victoriana* und *Lonsdalea britannica* (Crampton et al. 2020). Durch den Befall mit diesen Pathogenen wurde die Vitalität der Eichen z.B. in England und Wales stark beeinträchtigt.

Es wurde nachgewiesen, dass die AOD-Symptome sich rasch ausbreiten können und verbunden sind mit einer hohen Mortalität innerhalb von wenigen Jahren (4-5 Jahre, Denman et al. (2010)). In Kombination mit dem Eichenprachtkäfer (vgl. Kap. 10.2.3) ist die Mortalität nach einem Befall mit den Bakterien deutlich erhöht (Brown in prep.). Zu den wichtigsten Massnahmen zählt ein gut angelegtes Monitoring und der Nachweis von AOD bei Verdachtsfällen. In Zusammenarbeit mit den zuständigen kantonalen Behörden sollen bei einem bestätigten Verdachtsfall die notwendigen Massnahmen koordiniert werden.

### 10.2.2 Verwechslungsmöglichkeiten mit SOD

Der plötzliche Eichentod (sudden oak death SOD) ist eine Krankheit, welche seit 1995 in den USA grassiert. Auslöser ist ein pilzähnlicher Mikroorganismus *Phytophthora ramorum* (Auf der Maur et al. 2021). Dieser wird in der Schweiz als Quarantäneorganismus eingestuft. Nachgewiesen wurde dieser bislang vor allem in Baumschulen. Bei einem Verdacht kann *Phytophthora* mit einem Schnelltest nachgewiesen werden.



**Abb. 60.** Deutliche Schleimflussflecken an einer Eiche in der Fläche MuttENZ (BL) (links). Auf einer zweiten Fläche in MuttENZ (BL) wurden Spuren des Eichenprachtkäfers *Agrilus biguttatus* gefunden. (Fotos IAP Vorbeprobung in der Fläche MuttENZ (BL) am 10.11.2022).

### 10.2.3 Zweipunktiger Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*)

Bis vor kurzem galt diese Prachtkäferart, welche hauptsächlich Eichen befällt, als eher selten in Europa. Nun wird er, begünstigt durch die wärmeren Temperaturen, immer häufiger gesichtet, dies vor allem an geschwächten Bäumen welche unter AOD

leiden. Die Generationszeit dauert 1-2 Jahre je nach Witterung und Temperatur. Die Larven überwintern zusammen gefaltet unter den Rinden, relativ nahe an der Oberfläche (Brown et al. 2015). Für das Erkennen im Feld wichtig sind die D-förmigen Ausflughöcher der adulten Käfer, welche im Frühling ausschwärmen (Abb. 61).



**Abb. 61.** Der zweipunktige Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) lebt hauptsächlich in Eichen und ist ein wärmeliebendes Insekt, dessen Anzahl in den letzten Jahren zugenommen hat. Er tritt in Kombination mit dem AOD auf. Die Frasstätigkeit seiner Larven kann das Absterben von Eichen beschleunigen. Die Ausfluglöcher sind meist D-förmig und 2-4 mm gross. Bilder aus England von Brown et al. (2015)

#### 10.2.4 Pilotprojekt mit dem Amt für Wald beider Basel

Vom Amt für Wald beider Basel, Abteilung Waldschutz & Waldgesundheit, kam eine Meldung über Schleimflusssymptome an Eichen. Eine erste Beprobung durch die WSL ergab den Nachweis von Erregern des Acute Oak Decline (AOD) (Denman et al. 2010). In Zusammenarbeit mit dem Amt für Wald beider Basel werden im Jahr 2023 die Verdachtsflächen genauer untersucht. Dabei sollen Daten über eine mögliche Ausbreitung von AOD bei Eichen in BL und BS gesammelt werden. Die vorläufigen Analysen aus dem Labor in England von den Proben aus der Vorbeprobung im November 2023 zeigten Nachweise von AOD verursachenden Bakterien auf (Abb. 60). In den 3 Flächen von Muttenz haben wir auf 2 Flächen Nachweise von bis zu drei AOD-Bakterienarten (*Brenneria goodwinii*, *Rahnella victoriana*, *Gibbsiella quercinecans*) gefunden, in Füllinsdorf in einer von 2

Proben (nur *Brenneria goodwinii*) und in der Hard in 2 von 3 Proben (*Brenneria goodwinii* und *Gibbsiella quercinecans*). In der Fläche Hard waren es Proben aus einer Aufforstung mit noch jungen Eichenpflanzungen. Diese Resultate bestätigen einen ersten Befund in der Fläche Muttenz von der WSL von Simone Prospero. Die Proben aus der Fläche in Binningen (BL) sind noch nicht analysiert. Das laufende Pilotprojekt soll Auskunft über die Ausbreitung der AOD-Symptome in den Wäldern von BL und BS geben und Entscheidungsgrundlagen liefern für befallene Bäume. Erste Handlungsempfehlungen auf Grundlage des aktuellen Standes des Wissen über die Krankheit wurden zusammen mit dem Amt für Wald beider Basel an einem Workshop der Waldschutzdienst Beauftragten von BL und BS in einem Faktenblatt erarbeitet (Tresch et al. 2023a).



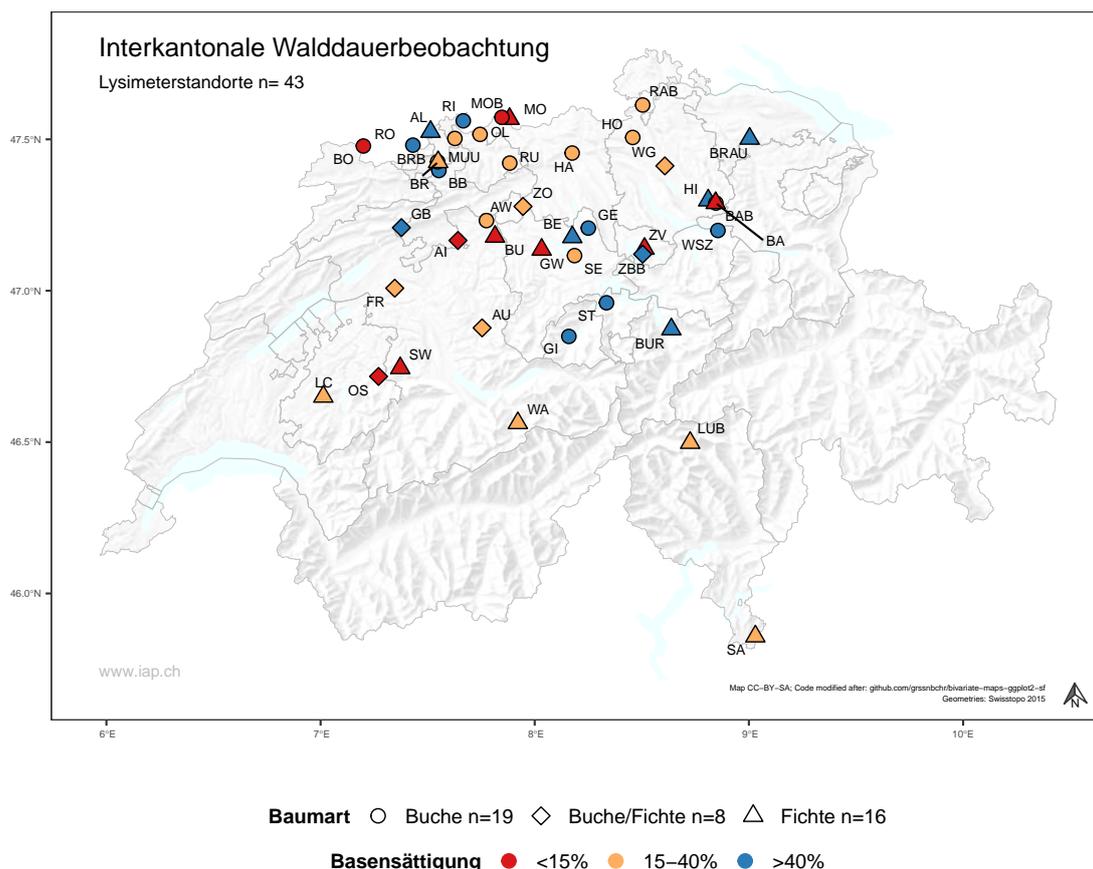
**Abb. 62.** Schleimflussflecken an einer Eiche auf der Verdachtsfläche in Binningen (BL) inklusive Beprobung (Fotos IAP Vorbeprobung in der Fläche Binningen (BL) am 31.01.2023).

# 11 | Bodenlösung

Die Bodenlösungsmessungen sind ein wichtiger Indikator für Änderungen in der Bodenchemie und somit auch in der Qualität des Waldbodens. Neben den vom Standort abhängigen Faktoren wie Ausgangssubstrat und Bodentyp wird die Bodenlösung auch durch Einträge von Luftschadstoffen und Bewirtschaftungsmassnahmen beeinflusst. Mit der Messung von basischen Kationen (Ca, Mg, K) und dem anorganischen Aluminium in der Bodenlösung kann das BC/Al Verhältnis berechnet werden. Dieses beschreibt den Säure-Base-Zustand von Waldböden und korreliert mit Wachstums- und Vitalitätsparametern (Sverdrup und Warfvinge 1993). Früher wurde dieser vor allem durch die Einträge von Schwefel beeinflusst. Heute

ist der Eintrag von Stickstoffverbindungen die wichtigste Säurebelastung für den Waldboden und führt aufgrund der Rolle von N als Nährstoff auch zu einer Eutrophierung der Wälder (Wellbrock et al. 2016).

Die Lysimeterstandorte in der Interkantonalen Walddauerbeobachtung bilden das grösste Monitoringnetz für die Bodenlösung in der Schweiz (Abb. 63). Im Jahr 2022 wurden auf 43 Flächen der WDB monatlich Bodenwasserproben genommen (Tab. 3). Insgesamt wurden 2022 981 Bodenlösungsproben (Mischproben pro Fläche und Bodentiefe) im Labor analysiert. Die Einzelauswertungen für jeden Lysimeterstandort sind im Kap. 15 dargestellt.



**Abb. 63.** Flächen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung mit Bodenlösungsmessungen im Jahr 2022. Die Farben entsprechen dem Mittelwert der Basensättigung 0–40 cm der Bodenfestphase und die Formen entsprechen den untersuchten Baumarten.

**Tab. 3.** Standorteigenschaften der Untersuchungsflächen der Bodenlösungsstandorte geordnet nach Kanton. Niederschlag und Sickerwasser sind berechnete Durchschnittswerte von 1981-2018 mit dem hydrologischen Modell Wasim-ETH (Schulla 2019). Der pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>) und die Basensättigung des Bodens sind gemittelte Werte 0-40 cm (Bodenbeprobung 2016). Die Verwitterungsrate der basischen Kationen wurde mit SAFE (Sverdrup 1995) (0-60cm) berechnet. Die Bodentypen wurden nach FAO klassifiziert.

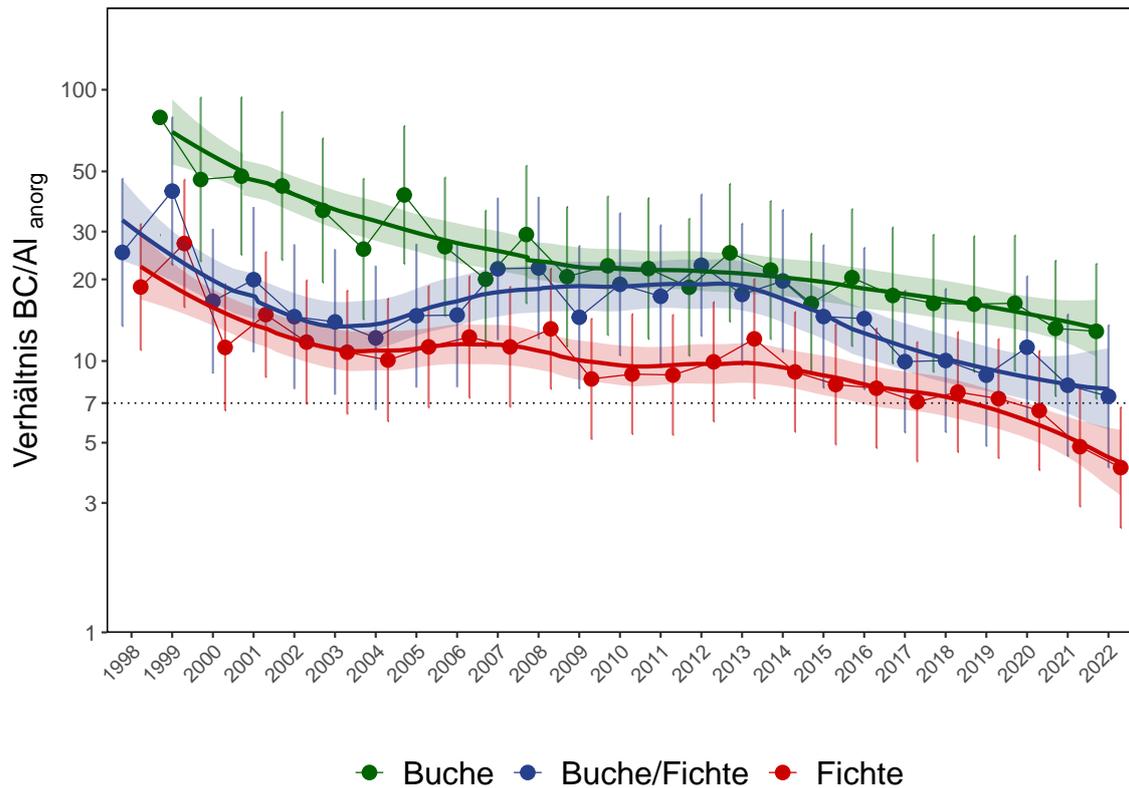
Standort	Abk.	Kanton	Baumart	Höhe (m.ü.M.)	Niederschlag (mm)	Sickerwasser (mm)	pH	BS (%)	CN	Verwitterung (keq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )	Bodentyp	Start	
1	Habsburg Sturm	HA	AG	Buche	430	1072	308	4.1	19	17.1	1.1	Haplic Luvisol	2003
2	Möhlh Buchen	MOB	AG	Buche	290			3.8	13	17.5		Haplic Luvisol	2009
3	Möhlh Fichten	MO	AG	Fichte	290	1034	267	3.8	14	17.5	2.0	Haplic Luvisol	1996
4	Olsberg	OL	AG	Buche	380	998	240	3.9	19	15.4	0.5	Dystric Planosol	1984
5	Zofingen	ZO	AG	Buche/Fichte	540	1130	370	3.8	19	17.9	1.2	Haplic Luvisol	1995
6	Aarwangen	AW	BE	Buche	470	1140	482	3.9	16	14.5	1.7	Dystric Cambisol	1999
7	Aeschau	AU	BE	Buche/Fichte	940	1512	783	3.7	25	26.0	0.4	Dystric Arenosol	1990
8	Buswil	BU	BE	Fichte	600	1195	388	3.7	8	18.9	1.0	Haplic Luvisol	1999
9	Frienisberg	FR	BE	Buche/Fichte	725	1209	542	3.9	23	21.2	0.8	Dystric Arenosol	1989
10	Scheidwald	SW	BE	Fichte	1170	1500	547	3.5	6	27.9	0.8	Dystric Gleysol	1989
11	Wengernalp	WA	BE	Fichte	1870	1605	922	3.5	30	14.2	0.2	Podzol	1989
12	Allschwil	AL	BL	Fichte	350	896	153	4.3	84	14.0	1.3	Haplic Luvisol	1997
13	Brislach Buchen	BRB	BL	Buche	435	1041	378	4.0	31	13.3	1.2	Haplic Luvisol	1984
14	Brislach Fichten	BR	BL	Fichte	435	1042	258	3.9	19	23.3	1.1	Haplic Luvisol	1996
15	Muttenz	MUU	BL	Buche	375	912	228	3.9	31	15.7	0.6	Stagnic Luvisol	1984
16	Rünenberg	RU	BL	Buche	590	1017	245	4.0	33	17.2	0.7	Haplic Luvisol	1984
17	Riehen	RI	BS	Buche	470	1005	402	5.4	93	13.3	1.8	Haplic Luvisol	1984
18	Le Châtelard	LC	FR	Fichte	1010	1654	811	3.7	21	29.3	1.8	Gleyic Cambisol	2006
19	Oberschrot	OS	FR	Buche/Fichte	950	1340	541	3.6	11	17.2	2.5	Gleyic Stagnic Cambisol	2006
20	Bonfol	BO	JU	Buche	450	1091	417	4.0	14	20.3	0.9	Dystric Cambisol	2002
21	Beromünster	BE	LU	Fichte	640	1220	321	5.0	84	23.1	7.3	Gleyic Cambisol	2015
22	Gelfingen	GE	LU	Buche	540	1135	451	6.5	100	21.9	2.5	Calcaric Cambisol	2015
23	Grosswangen	GW	LU	Fichte	600	1114	320	3.5	13	21.9	1.2	Stagnic Acrisol	2015
24	Sempach	SE	LU	Buche	550	1139	450	3.7	26	21.6	2.2	Gleyic Luvisol	2015
25	Stans	ST	NW	Buche	560	1437	924	6.4	100	17.4	29.0	Calcaric Cambisol	2015
26	Giswil	GI	OW	Buche	540	1306	479	5.9	100	19.5	9.3	Calcaric Cambisol	2015
27	Aeschi	AI	SO	Buche/Fichte	510	1160	472	3.8	11	21.2	1.6	Haplic Luvisol	1995
28	Breitenbach	BB	SO	Buche	460	1111	346	4.5	89	14.3	1.3	Haplic Luvisol	2000
29	Grenchenberg	GB	SO	Buche/Fichte	1220	1511	961	5.4	100	15.1	17.1	Calcaric Cambisol	1996
30	Rodersdorf	RO	SO	Buche	440			4.0	46	12.7	0.9	Eutric Cambisol	1984
31	Wangen SZ	WSZ	SZ	Buche	470	1536	634	4.4	93	14.8	2.0	Luvisol	2015
32	Braunau	BRAU	TI	Fichte	710	1253	400	3.8	41	19.8	2.8	Haplic Luvisol	2006
33	Lurengo	LUB	TI	Fichte	1620	1786	1098	3.8	25	26.2	1.0	Dystric Arenosol	1996
34	Sagno	SA	TI	Fichte	770	1782	943	3.7	31	21.8	0.5	Eutric Cambisol	1996
35	Bürglen	BUR	UR	Fichte	640	1582	572	4.8	99	22.2	0.4	Cambisol	2015
36	Zugerberg HG	ZBB	ZG	Buche/Fichte	980	1569	900	4.1	48	19.8	0.7	Eutric Cambisol	1987
37	Zugerberg VG	ZV	ZG	Fichte	900	1457	550	3.7	15	20.2	0.8	Dystric Cambisol	1999
38	Bachtel Buchen	BAB	ZH	Buche	1030	1825	1093	3.9	30	15.6	4.0	Chromic Luvisol	1984
39	Bachtel Fichten	BA	ZH	Fichte	1040	1770	998	3.8	10	24.8	0.9	Chromic Luvisol	1984
40	Hinwil	HI	ZH	Fichte	650	1456	619	5.1	96	15.4	1.1	Eutric Cambisol	1995
41	Höri	HO	ZH	Buche	470			4.1	29	16.1	1.2	Dystric Cambisol	1984
42	Rafz	RAB	ZH	Buche	530			4.1	35	16.4	0.8	Haplic Luvisol	1984
43	Wangen	WG	ZH	Buche/Fichte	500	1143	450	3.8	21	23.3	0.6	Chromic Luvisol	2007

## 11.1 Zeitlicher Verlauf des BC/Al-Verhältniss

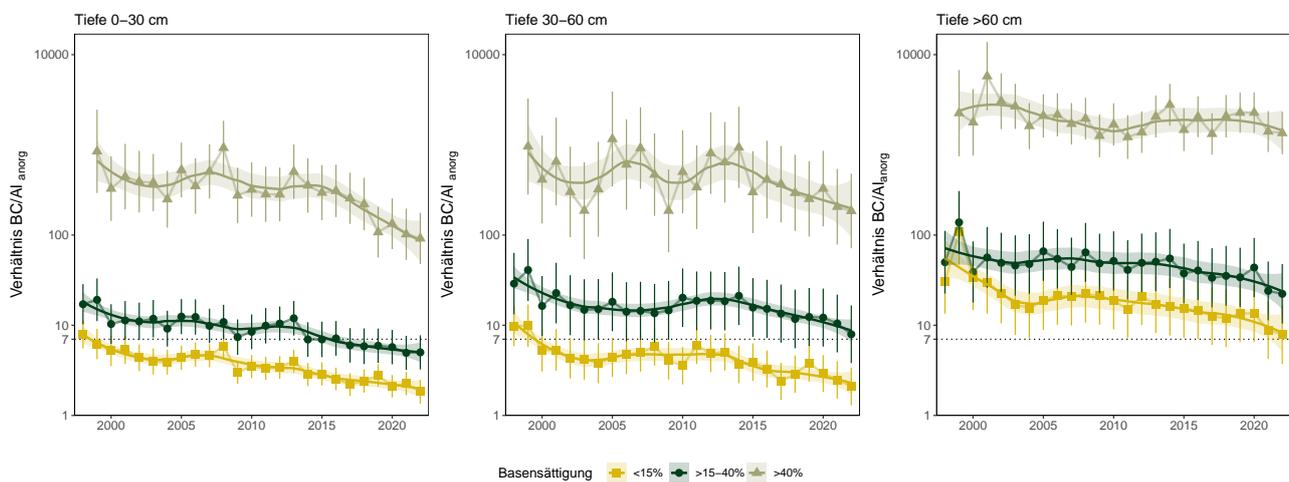
Die Messungen zeigen, dass der zeitliche Trend des BC/Al-Verhältniss, gemittelt über alle Standorte, weiter abnimmt. Das bedeutet eine Zunahme in der Bodenversauerung und eine Weiterführung der negativen Entwicklungen seit dem Start der Bodenlösungsmessungen vor 24 Jahren (Braun und Tresch 2021). Im Vergleich zum Vorjahr zeigt sich die Abnahme im BC/Al-Verhältniss vor allem bei den Fichtenstandorten. Sind die Fichten in Mischbeständen zusammen mit Buchen, dann liegt das geschätzte BC/Al-

Verhältniss knapp über dem kritischen Wert von 7, sonst deutlich darunter (Abb. 64).

Die Entwicklung im BC/Al-Verhältniss aufgetrennt nach Bodentiefegruppe (0-30 cm, 30-60 cm, >60cm) und Basensättigungsklassen (<15%, 15-40%, >40%) zeigen eine Abnahme in allen Bodentiefen und Basensättigungsgruppen (Abb. 65). Am deutlichsten sind die Abnahmen im Oberboden (0-30 cm) und bei höheren Basensättigungswerten (>40%).



**Abb. 64.** Veränderung des BC/Al-Verhältnis in der Bodenlösung über alle Standorte getrennt nach untersuchten Baumarten. Der kritische BC/Al Wert von 7 ist als gepunktete Linie eingezeichnet.



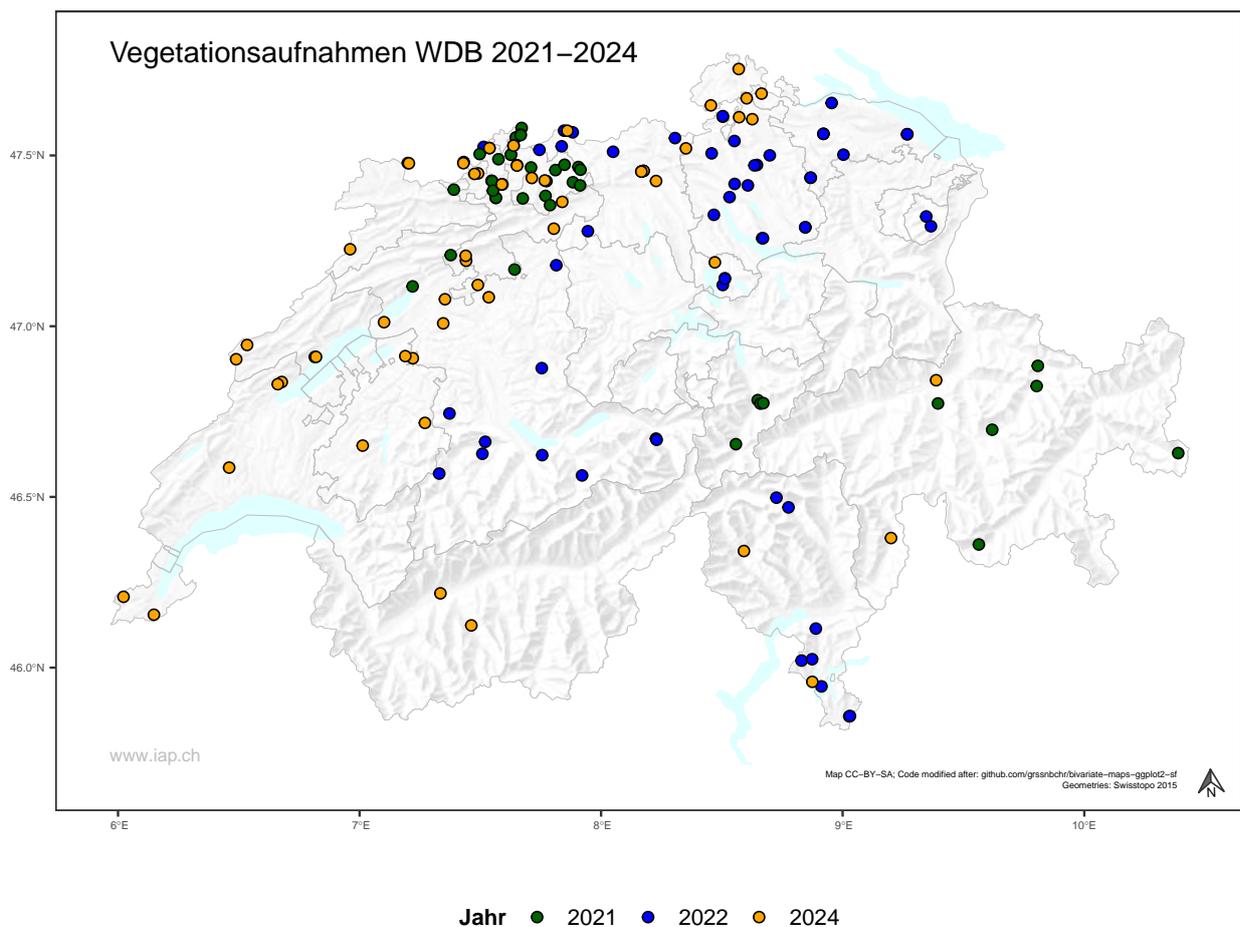
**Abb. 65.** Zeitliche Entwicklung des BC/Al-Verhältnis aller Beobachtungsfächen aufgeteilt nach Bodentiefegruppe (0-30 cm, 30-60 cm, >60 cm) und Basensättigungsklassen (<15%, 15-40%, >40%). Der kritische BC/Al Wert von 7 ist als gepunktete Linie eingezeichnet.

# 12 | Vegetation und Pflanzensoziologie

## 12.1 Pflanzensoziologische Aufnahmen

Die pflanzensoziologischen Aufnahmen werden im Programm der Interkantonalen Walddauerbeobachtung in einem Turnus von 12 Jahren erhoben. Sie wurden erstmals bei der Einrichtung einer Beobachtungsfläche auf 1-3 Transekten (ca. 10x10m) zwischen vier nummerierten Bäumen durchgeführt. Die ersten Wiederholungen fanden in den Jahren 2003-2005 statt. Aktuell wird die zweite Wiederholung durch Thomas Burger vom Büro Sieber & Liechti durchgeführt. Er hat bereits von 2003 bis 2007 und 2016 die Vegetation aufgenommen und besucht die Flächen der interkantonalen Walddauerbeobachtung nun ein weiteres Mal. Die Arbeiten sind auf die Jahre 2021-2024 verteilt, wobei im 2023 zugunsten der Gipfel-

trieberrnte keine Aufnahmen gemacht werden. Momentan sind mit 97 Flächen rund 2/3 der Aufnahmen abgeschlossen (Abb. 66). Diese regelmässige Dokumentation der Vegetation dient dazu, schleichende Veränderungen in der Pflanzensoziologie und somit auch in den Waldgesellschaften erkennen zu können. Anhand weiterer Informationen zum Standort (Bodenchemie, Klima, Bestandesstruktur, Einträge von Luftschadstoffen) können auch Ursachen für die festgestellten Veränderungen abgeleitet werden. Eine detaillierte Auswertung und Interpretation der Ergebnisse wird erst nach Abschluss aller Aufnahmen vorgenommen.



**Abb. 66.** Übersichtskarte zum Stand der Vegetationsaufnahmen auf den Flächen der WDB.

## 12.2 Erhebung von Stickstoffzeigern

Die Frage wie sich die Stickstoffdepositionen auf die Begleitflora im Wald auswirkt, ist für einige Arten gut dokumentiert. Im aktuellen Bericht der UNECE über die kritischen Grenzwerte für Stickstoff (Bobbink et al. 2022), wurde die erste Erhebung im Jahr 2002 auf den Flächen der WDB als eine der wichtigsten Beziehungen zwischen Stickstoffdeposition und Brombeeren erwähnt und dargestellt (Abb. 9.17 S.270 in Bobbink et al. (2022)). Im Rahmen der Sommerbonitierung im Jahr 2002 wurden auf den Beobachtungsflächen und benachbarten Störungsflächen die Deckungsgrade von stickstoffliebenden Pflanzen (Brombeeren, Brennnesseln und Holunder) erhoben.

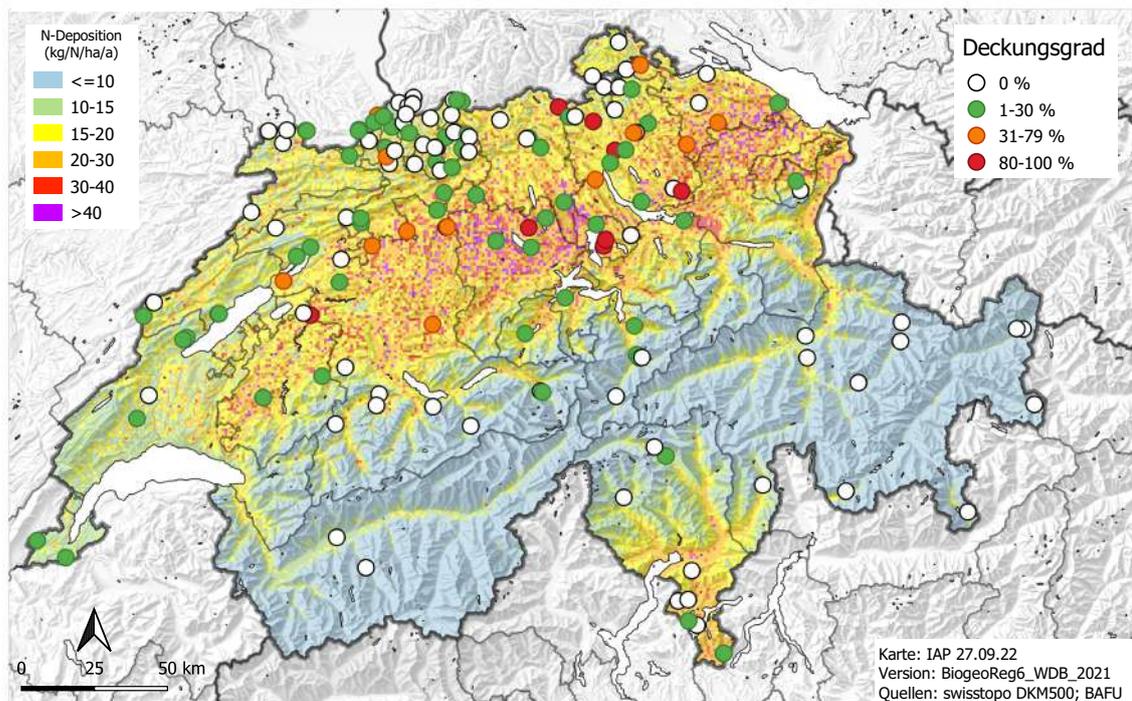
Damals wurde eine signifikante Beziehung zwischen dem Deckungsgrad der Brombeeren im Inneren der Beobachtungsfläche und der Stickstoffdeposition gefunden (Abb. 69, blaue Punkte). Diese Aufnahmen wurden nun im Jahr 2022 wiederholt.

### Brombeeren

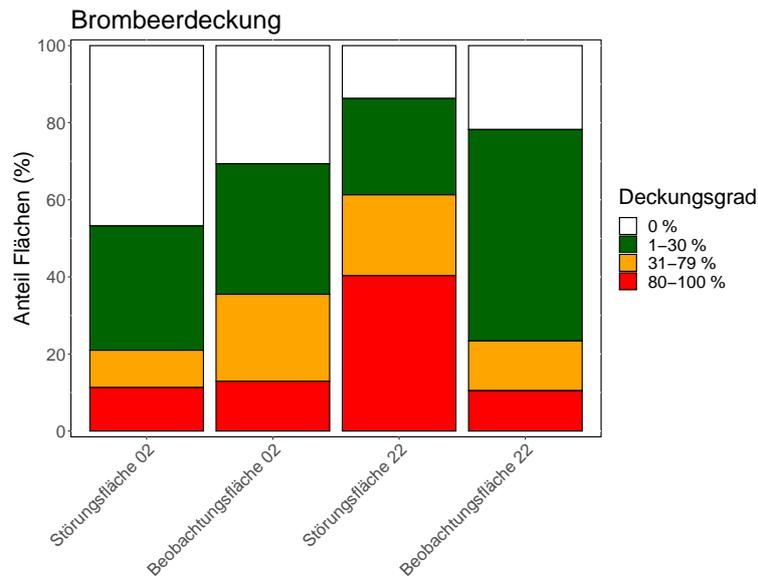
Die Brombeere wurde 2022 als häufigste Art von Stickstoffzeigern separat aufgenommen. Sie kommt rund in der Hälfte aller Untersuchungsflächen (in 96 von 203 Flächen) vor und erreicht Deckungsgrade von 0-100% (Abb. 67, Abb. 68).

Deckungsgrad der Brombeere in den Flächen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung 2022

verändert nach Rihm et al. 2019



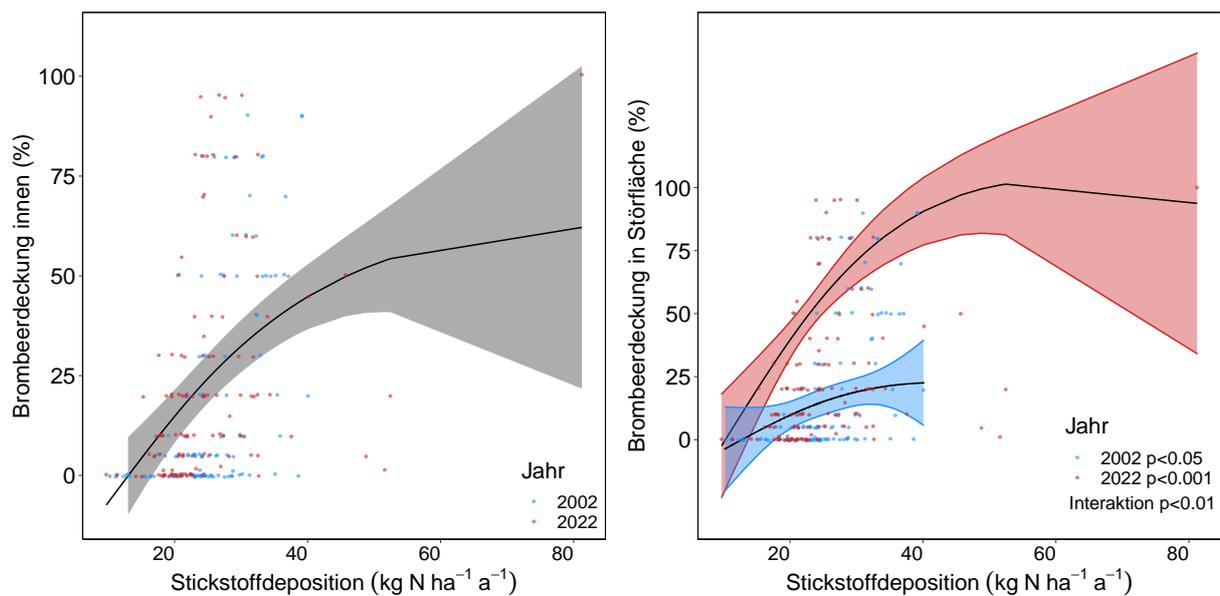
**Abb. 67.** Deckungsgrad der Brombeere in Prozent pro Beobachtungsfläche (Aufnahme Sommer 2022), Hintergrundkarte: Modellierte Stickstoffdeposition in  $\text{kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ .



**Abb. 68.** Prozentualer Anteil Flächen pro Deckungsgrad-Gruppe.

Die 2002 beobachtete Beziehung zwischen Brombeerdecke und Stickstoffdeposition hat sich in den Aufnahmen von 2022 im Inneren der Beobachtungsfläche bestätigt (Abb. 69, links), bei den Brombeeren in den Störflächen ist sie deutlich stärker geworden, auch hat der Deckungsgrad dort stark zugenommen (Abb. 69, rechts). Überraschenderweise war der Index der Bestandesdichte, d.h. ein Mass für die Dichte der Bäume im Bestand, nicht mit der Brombeerdecke kor-

reliert. Eigentlich wäre zu erwarten gewesen, dass in den geschlossenen Buchen-Hallenwäldern den Brombeeren das Licht fehlt. Diese Ergebnisse zeigen die negativen Auswirkungen einer zu hohen Stickstoffdeposition auf die Begleitflora im Wald auf. Diese Erkenntnisse sind aktuell sehr relevant, da viele trockenheitsgeschädigte Waldflächen geräumt und neu bepflanzt werden müssen, was wiederum auch die Entwicklung der Brombeeren begünstigt.



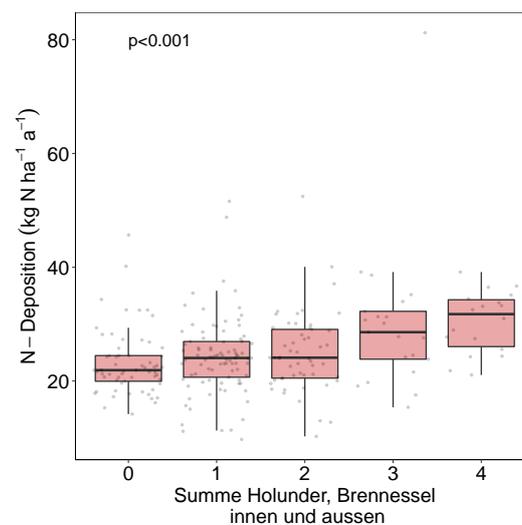
**Abb. 69.** links: Beziehungen zwischen Deckungsgrad und Stickstoffdeposition in den Beobachtungsflächen (Datenset von 2002 und 2022 berücksichtigt). rechts: Beziehung zwischen Deckungsgrad und Stickstoffdeposition auf den Störungsflächen, für 2002 (blau) und 2022 (rot).

## Brennnessel und Holunder

Die Brennnessel wurde 2022 in 11 Beobachtungsflächen und auf 52 Störungsflächen gefunden, wo sie Deckungsgrade zwischen 1-20% resp. 1-90% erreichte. Der Holunder kommt auf 15 Beobachtungsflächen vor, wo er Deckungsgrade von 1-15% erreicht. Auf Störungsflächen ist er mit 29 Aufnahmen etwas häufiger anzutreffen und mit Deckungsgraden von 1-50% auch stärker vertreten.

Das Vorkommen der beiden Arten weist eine gros-

se Streuung auf. Eine direkte Beziehung mit der Stickstoffdeposition konnte deshalb nicht nachgewiesen werden. Wenn man das Vorkommen von Holunder und Brennnessel zusammenzählt, indem nur die Anwesenheit im Inneren der Fläche und in der Störfläche gezählt werden, ergibt sich eine signifikante Erhöhung von Holunder und Brennnesseln mit steigender Stickstoffdeposition (Abb. 70).



**Abb. 70.** Beziehung zwischen der Anwesenheit von Brennnesseln und Holunder zur Stickstoffdeposition.



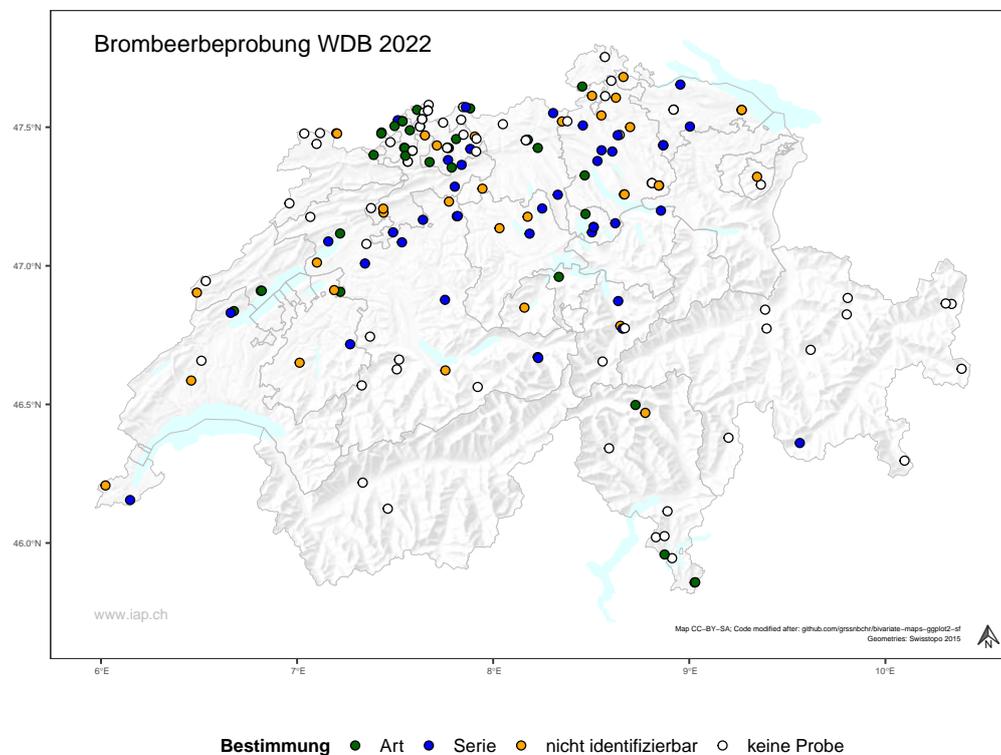
**Abb. 71.** Vorkommen von Brennnessel (Champagne, VD) links und Holunder (Muri, AG) rechts im Bestand. Aufnahmen von der Bonitierung 2022.

### 12.3 Brombeere ist nicht gleich Brombeere

In der Schweiz gibt es schätzungsweise über 100 Brombeerarten (Einschätzung von Christophe Bornand, InfoFlora Bern, pers. Mitteilung). Da die genaue Artbestimmung bei Brombeeren schwierig und häufig nur in blühendem Zustand überhaupt möglich ist, wird im Rahmen vieler Vegetationsaufnahmen ihre Anwesenheit mit der Aggregatsbezeichnung „*Rubus fruticosus* agg.“ erfasst. Diese Art der Erfassung ist jedoch für eine spätere Vegetationsanalyse nicht dienlich, da „*Rubus fruticosus* agg.“ eine Vielzahl von Brombeerarten umfasst, welchen durch Heinz Ellenberg (Deutscher Biologe und Botaniker, 1913-1997) oder Elias Landolt (Schweizer Geobotaniker, 1926-2013) unterschiedliche Zeigerwerte zugeschrieben wurden. Die relativ grossen Spektren in den Zeigerwerten der unterschiedlichen Brombeerarten zeigen, dass eine artspezifische Unterscheidung der Brombeeren sehr nützlich wäre für eine solche Analyse. Zum Beispiel sind einige Brombeerarten selten und auf bestimmte Standortstypen spezialisiert, andere Generalisten, welche vor allem für Licht und Nährstoffe im Sinne von Stickstoffeinträgen, stehen.

Um mehr über die Brombeerarten auf den Beob-

achtungsflächen herauszufinden, wurden neben der Aufnahme der Stickstoffzeiger, die Brombeeren während der Sommerbonitierung 2022 beprobt (Abb. 73). Für die Bestimmung von Brombeeren braucht es in der Regel zwei Teile der Pflanze. Einen Blütenstand und ein Teil eines einjährigen Triebes (Abb. 74). Auf den 203 Beobachtungs- und benachbarten Störungsflächen der WDB wurden total 173 Brombeerbelege gesammelt (Abb. 72). Die Bestimmungen wurden von führenden Brombeerexperten durchgeführt. Als Spezialisten für diese Arbeit konnten Yorick Ferrez (Conservatoire Botanique National de Franche-Comté, Besançon) und Jean-Marie Royer (Société botanique de France, Paris), sowie Christophe Bornand (Info Flora, Bern) gewonnen werden. Sie sind Experten in der Artbestimmung von Brombeeren (Ferrez und Royer 2010) und kennen sich auch mit den Brombeerarten in der Schweiz sehr gut aus. Dennoch war die Bestimmung nicht immer möglich, da zum Teil der Blütenstand fehlte, ein falscher Trieb oder eine Schattenform beerntet wurde. Am Ende konnten 122 Proben einer Serie zugeordnet werden und bei 47 Proben gelang es, bis auf Art-Ebene zu bestimmen (Tab. 4).



**Abb. 72.** Bestimmung der Brombeeren in der WDB im Jahr 2022. Wenn keine Brombeeren gefunden wurden auf der Fläche wurde der Punkt weiss eingefärbt, konnte das Belegexemplar nicht bestimmt werden ist der Punkt gelb, konnte eine Bestimmung der Art oder Serie gemacht werden wurden die Punkte grün, respektive blau eingefärbt.



Abb. 73. Christophe Bornand zeigt die Beprobung von Brombeeren. Aufnahme von der Bonitierung 2022.

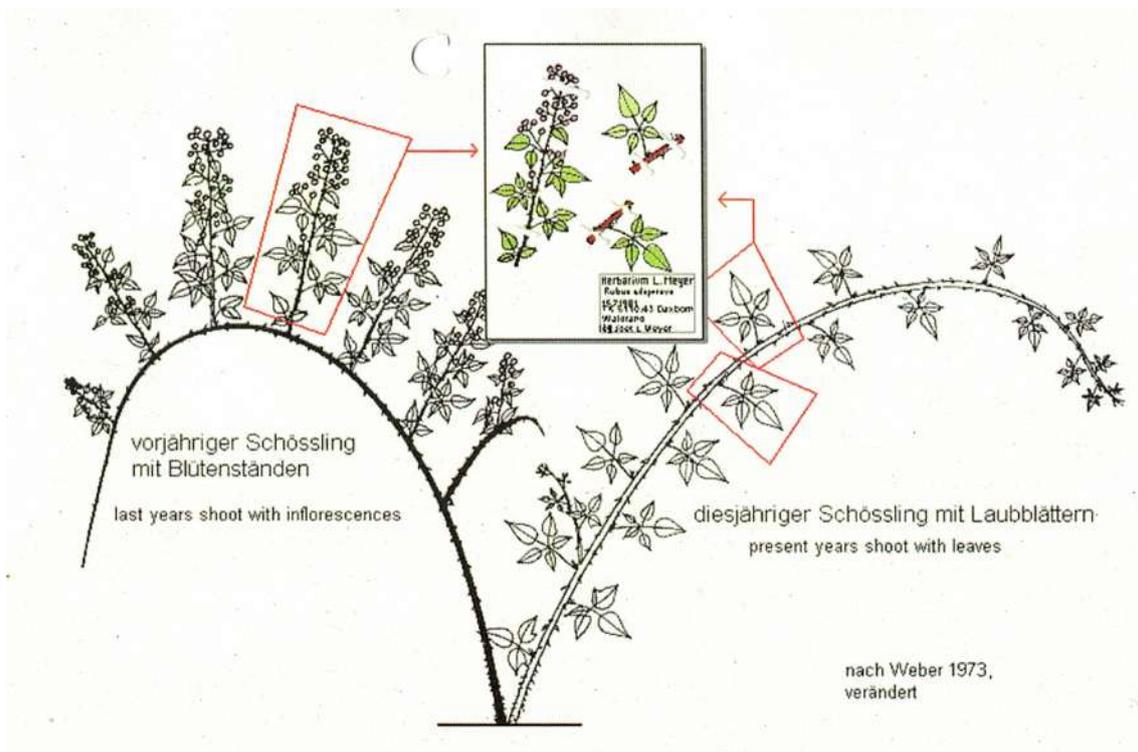


Abb. 74. Beprobungsschema für das Sammeln von Brombeerebelegen zur Artbestimmung (aus der Skript Version 2022 von Info Flora zum Kurs «Einführung in die Brombeerflora der Schweiz von Christophe Bornand»).

## Einige Brombeerarten näher beschrieben

*Rubus flaccidifolius* ist eine in der Schweiz häufig vorkommende und seit langem bekannte Art. Dennoch wurde sie nur mit einer Probe in der Fläche Brislach (BL) nachgewiesen.

Etwas erstaunen mag auch, dass die berühmte armenische Brombeere (*Rubus armeniacus*) nur einmal in der Fläche Langen Erlen bei Basel nachgewiesen wurde. Christophe Bornand erklärt das so: Die armenische Brombeere ist aus dem Siedlungsgebiet bekannt wo sie vorwiegend gestörte Habitats, etwa entlang von Strassen und Bahntrassen, besiedelt. Im Wald kommt sie aber kaum vor, ausser entlang von Waldwegen in direkter Nähe von Siedlungen.

*Rubus vestitus* wurde mit 16 Bestimmungen am häufigsten gefunden. Sie wird als Halblichtpflanze (L=3, nach Ellenberg) beschrieben und weist auf schwach saure / schwach basische Böden hin (R=7). Die zweithäufigste Art, *Rubus flexuosus* ist ebenfalls eine Halblichtpflanze (L=3), die jedoch auf sauren Böden (R=3) wächst.

Die Brombeerfunde aus dem Tessin waren für

die Experten sehr spannend, da bislang nur sehr wenig über die Brombeeren im Südalpenraum bekannt ist. In Sagno wurde mit *Rubus incanescens* gar eine der wenigen diploiden (sich sexuell fortpflanzend) Brombeerarten gefunden.

### Fazit

Die Sammel- und Bestimmungsaktion der Brombeeren zeigte, dass eine Vielzahl von Brombeeren in unseren Wäldern vorkommen. Ihre Artbestimmung ist nicht immer einfach und erfordert viel Erfahrung, wie auch das Sammeln von geeigneten Belegen. Dies ist mit ein Grund dafür, dass bisweilen nur wenig über die Verbreitung der einzelnen Brombeerarten bekannt ist. Es hat sich gezeigt, dass sich die Flächen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung anbieten, mehr über die Brombeerarten, ihre Verbreitung und ihre Interaktion mit Umwelteinflüssen heraus zu finden. Eine solide Grundlage für weitere Untersuchungen.

**Tab. 4.** Linke Tabelle: Übersicht zu den gefundenen Serien und Anzahl zugewiesener Proben. Rechte Tabelle: Bestimmte Arten und Anzahl zugewiesener Proben.

Serie	Anzahl Bestimmungen
Anisacanthi	1
Canescentes	1
Coryllifolii	1
Discolores	8
Glandulosi	16
Hybrid-Typ-dumetorum	1
Hystrix	3
Ideobatus	1
Micantes	3
Pallidi	68
Radula	2
Silvatici/Micantes	1
Vestiti	16
Total	122

Serie	Anzahl Bestimmungen
Rubus aff. canescens	1
Rubus aff. elegans	1
Rubus armeniacus	1
Rubus bifrons	2
Rubus bregutiensis	3
Rubus flaccidifolius	1
Rubus flexuosus	10
Rubus foliosus	5
Rubus gothicus	1
Rubus idaeus	1
Rubus incanescens	1
Rubus obtusangulus	1
Rubus pedemontanus	1
Rubus ulmifolius	2
Rubus vestitus	16
Total	47

## 13 | Anhang

**Tab. 5.** Weitere Untersuchungsflächen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung im Jahr 2022. Das Kollektiv der Programmkantone ist in der Tab. 1 zu finden.

Kanton	Buche		Fichte		Eiche	
	Bäume	Flächen	Bäume	Flächen	Bäume	Flächen
1 AI	82	1	77	1		
2 BE	390	6	691	11	167	5
3 FR	65	1	154	2	39	1
4 JU	192	5			36	1
5 NE	60	1	121	2	72	2
6 TI	351	5	225	4	68	2
7 VD	67	1			176	4
8 VS			63	1	41	1
9 GE					76	2
10 SH					99	2
Total Flächenkantone	1207	20	1331	21	774	20

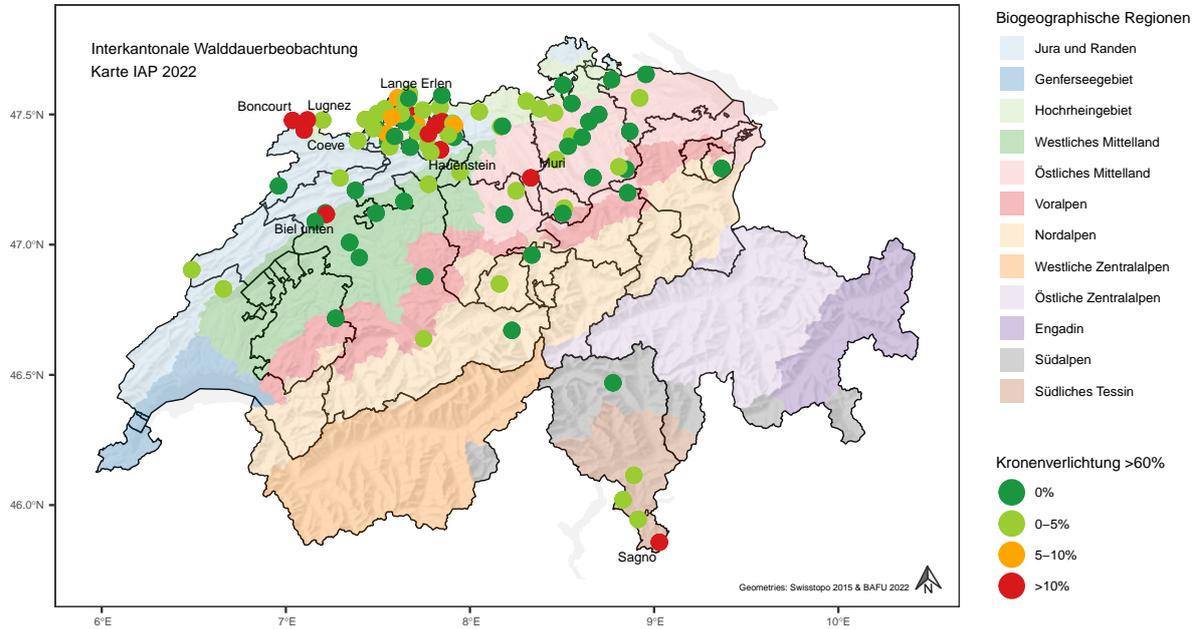
**Tab. 6.** Untersuchungsflächen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung im Jahr 2022 getrennt nach biogeographischer Region. Das Kollektiv der Programmkantone ist in der Tab. 1 zu finden.

Biogeographische Region	Buche		Fichte		Eiche	
	Bäume	Flächen	Bäume	Flächen	Bäume	Flächen
1 Jura und Randen	1782	28	541	9	404	12
2 Hochrheingebiet	1332	21	140	4	617	16
3 Westliches Mittelland	327	5	439	7	280	7
4 Östliches Mittelland	1260	20	1105	17	210	6
5 Voralpen	219	4	416	7		
6 Nordalpen	283	4	604	9		
7 Südalpen	64	1	234	4	67	2
8 Südliches Tessin	287	4	128	2	35	1
9 Westliche Zentralalpen			63	1	41	1
10 Östliche Zentralalpen			457	3	74	2
11 Engadin			189	3		
12 Genferseegebiet					112	3
Total	5554	87	4316	66	1840	50

## 13.1 Kronenverlichtung Buchen

Buchen mit starker Kronenverlichtung Mittelwert 2019–2022

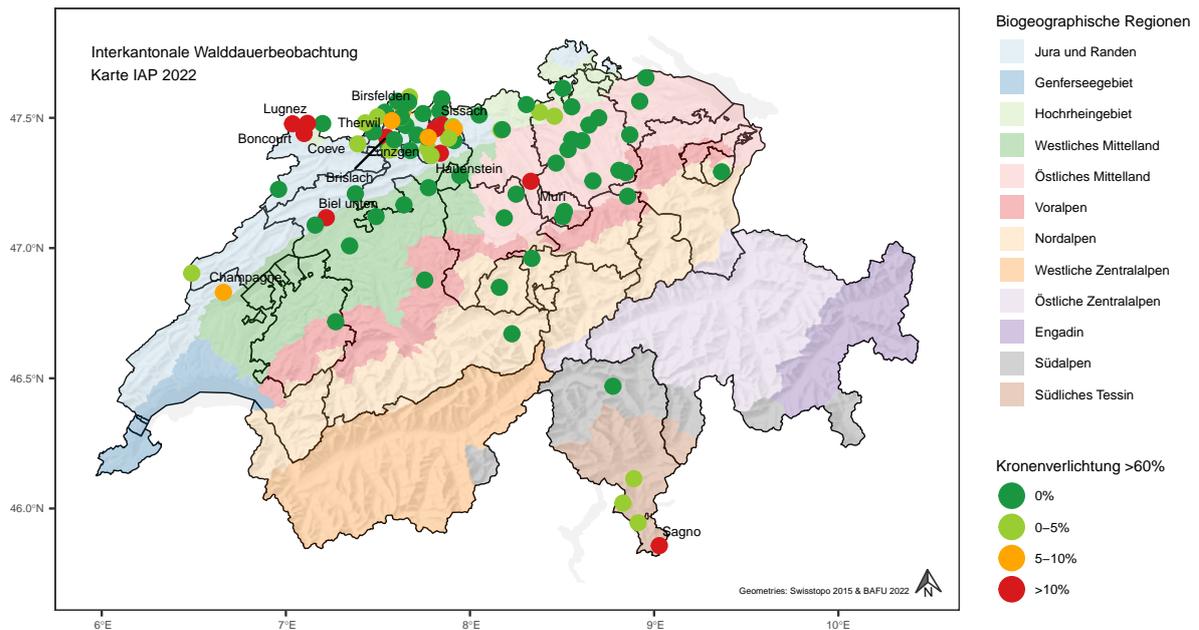
Anzahl Flächen = 97



**Abb. 75.** Buchen mit starker Kronenverlichtung im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm Mittelwert pro Fläche von den Jahren 2019-2022. Ausgeschrieben sind nur die Flächen mit einer mittleren starken Kronenverlichtung von >10%.

Buchen mit starker Kronenverlichtung 2022

Anzahl Flächen = 87

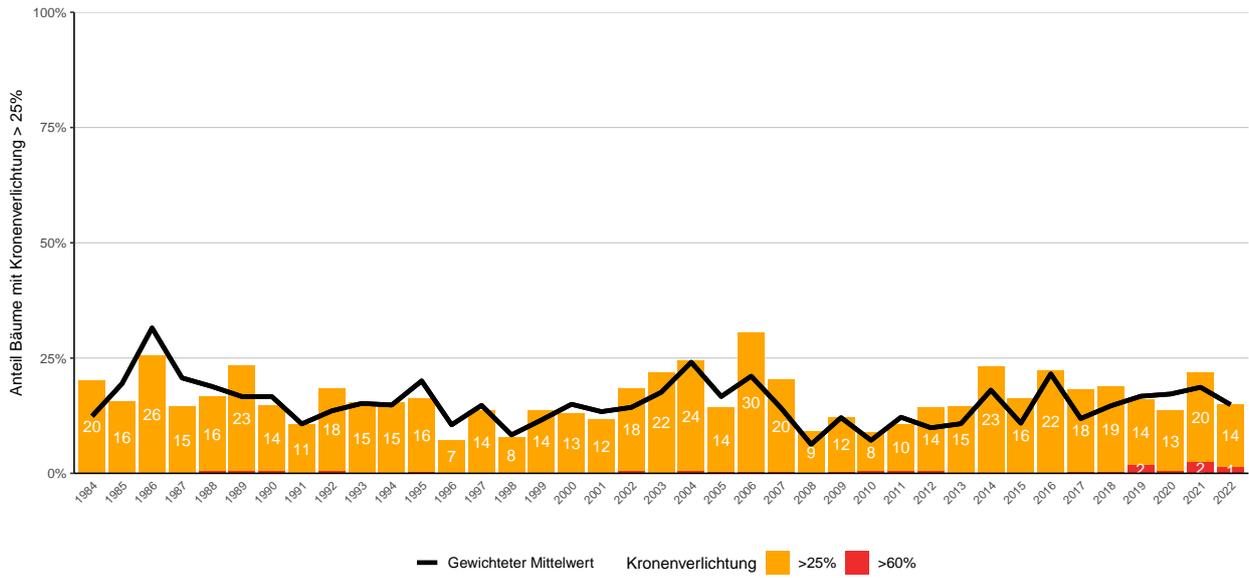


**Abb. 76.** Buchen mit starker Kronenverlichtung im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm Mittelwert pro Fläche im Jahr 2022. Ausgeschrieben sind nur die Flächen mit einer mittleren starken Kronenverlichtung von >10%.

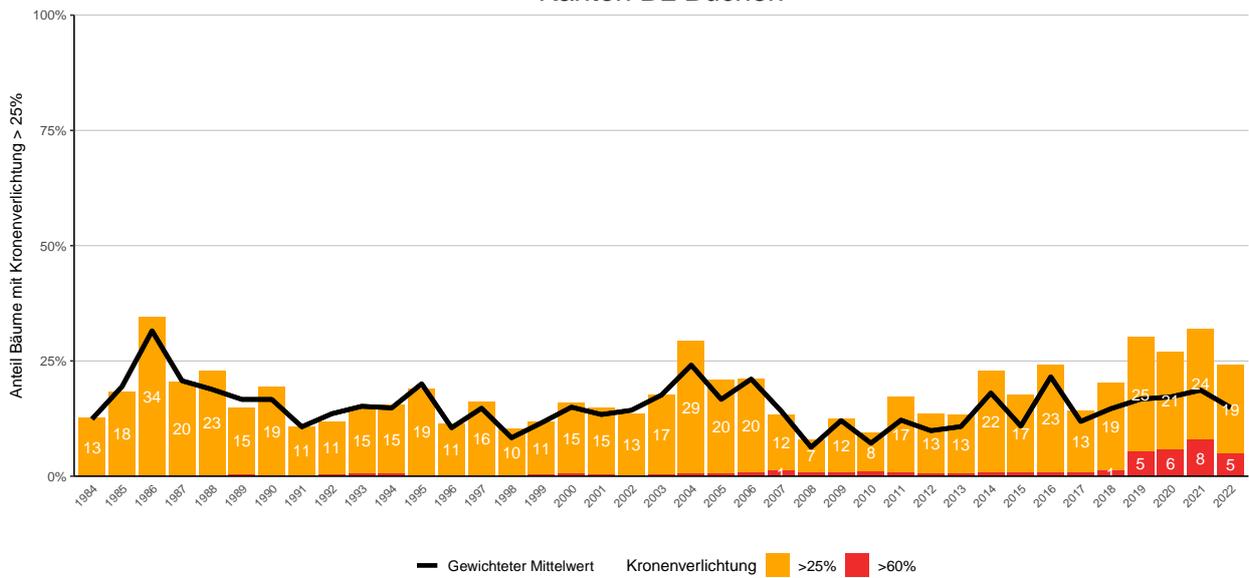


### 13.1.1 Auswertung Kronenverlichtung nach Programmkantonen

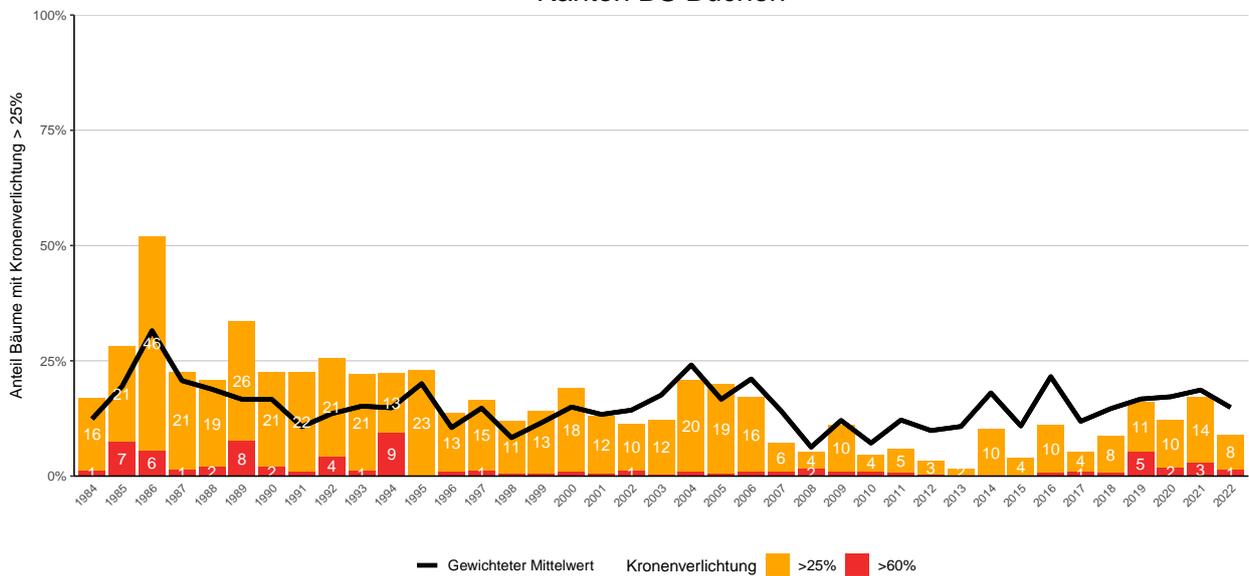
Kanton AG Buchen



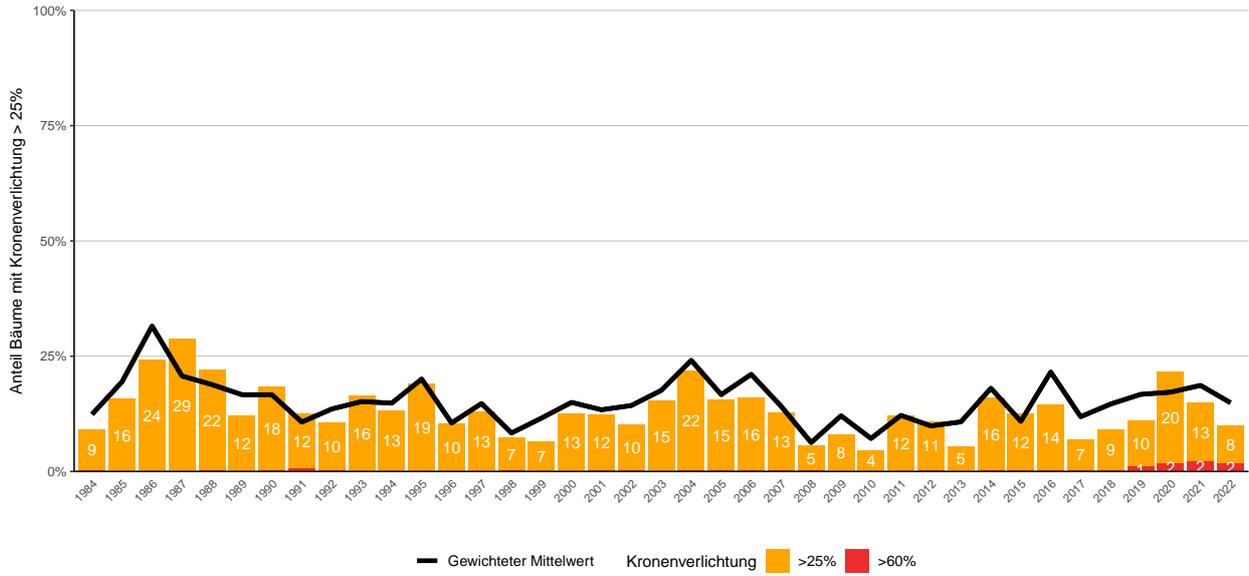
Kanton BL Buchen



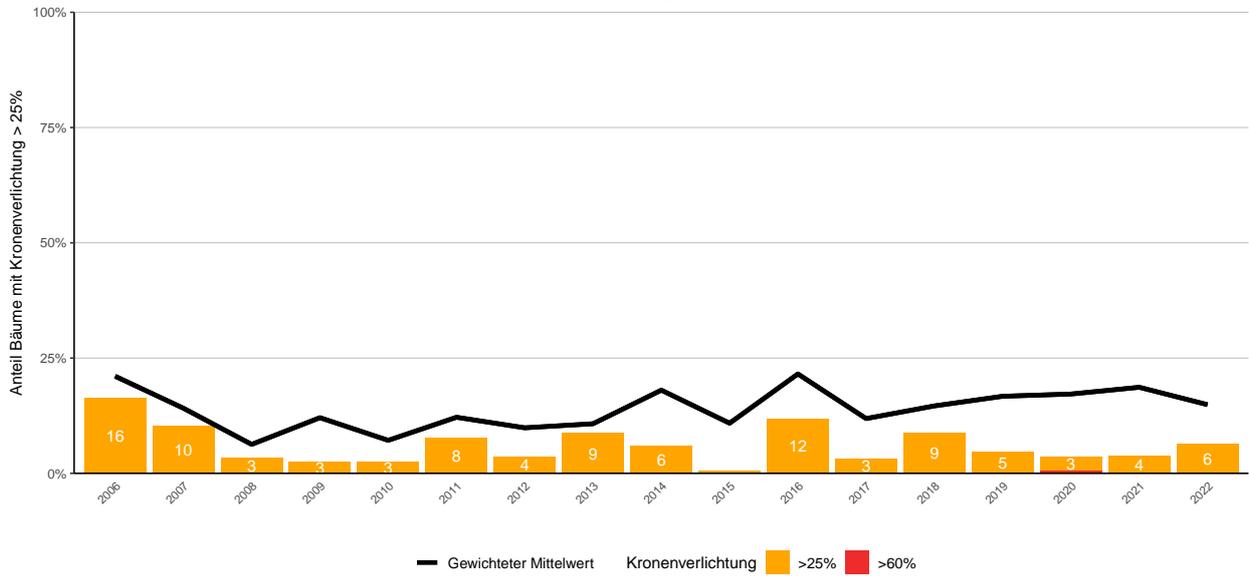
Kanton BS Buchen



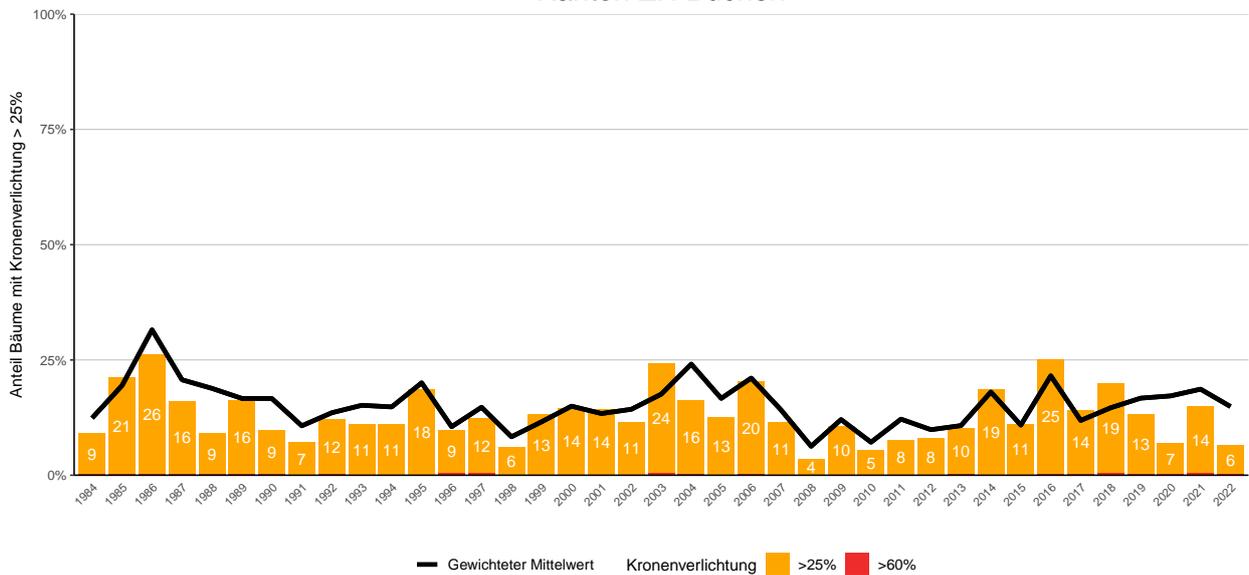
### Kanton SO Buchen



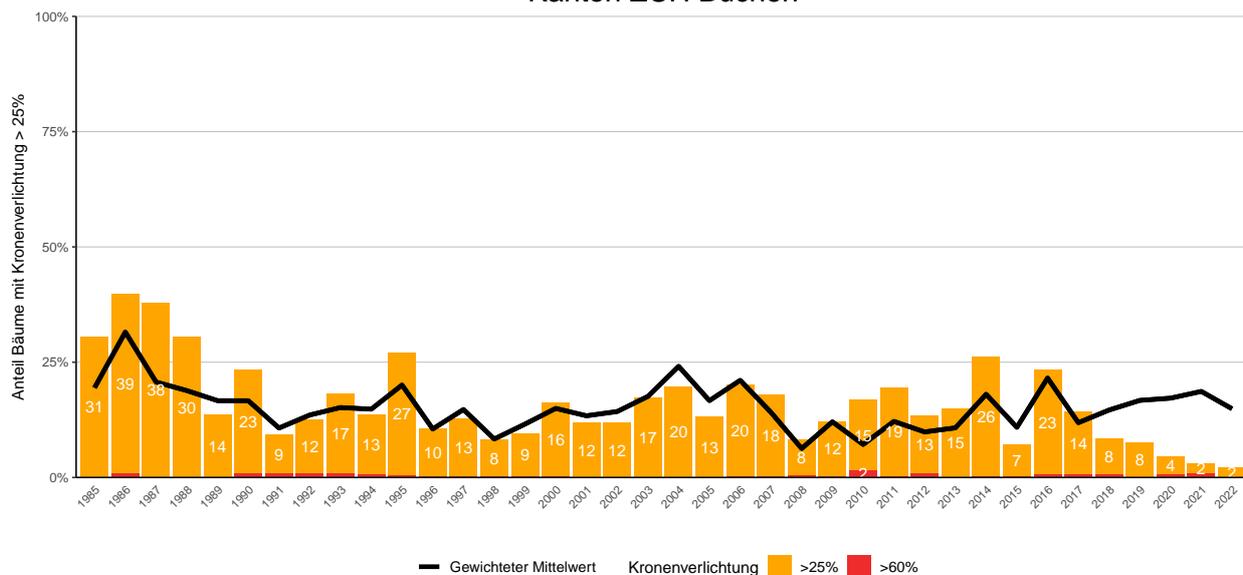
### Kanton TG Buchen



### Kanton ZH Buchen



## Kanton ZCH Buchen

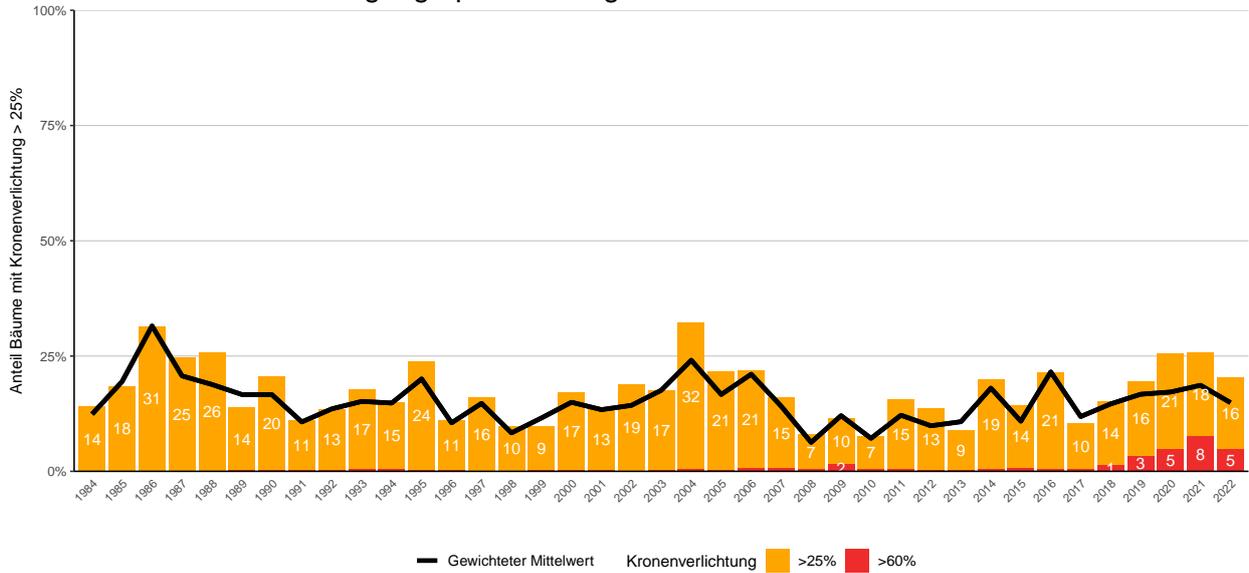


**Abb. 77.** Anteil Buchen mit verlichteter Krone im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm nach Programm-kanton. Kronenverlichtung in der Schadstufe 1 >25% sind in orange und Schadstufe 2 >60% in rot dargestellt.

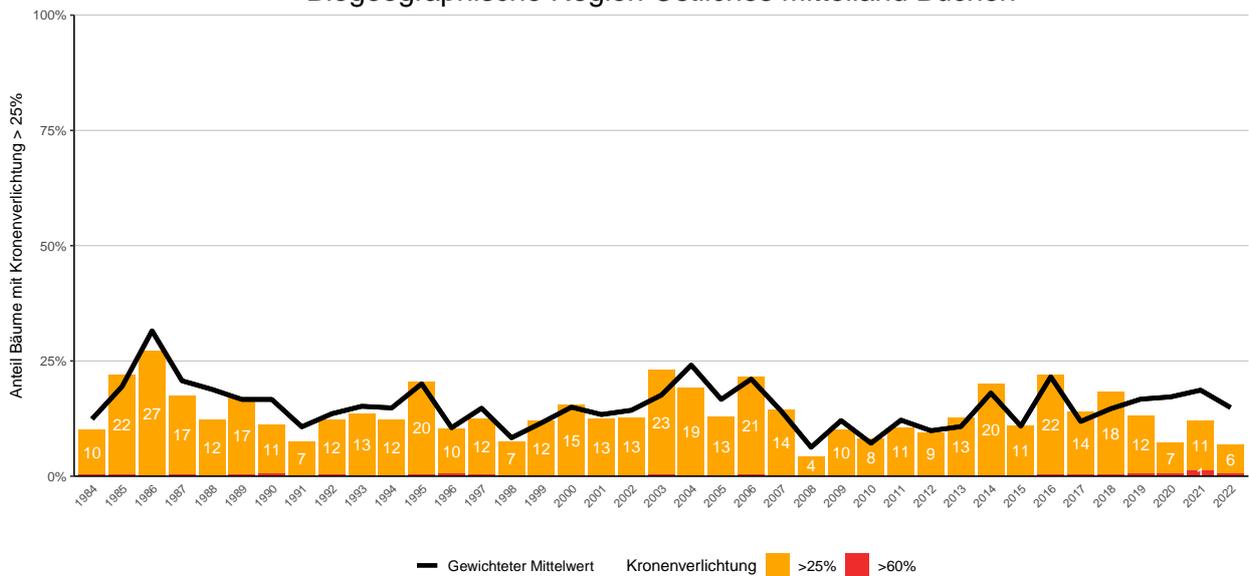


### 13.1.2 Auswertung Kronenverlichtung nach biogeographischer Region der Schweiz

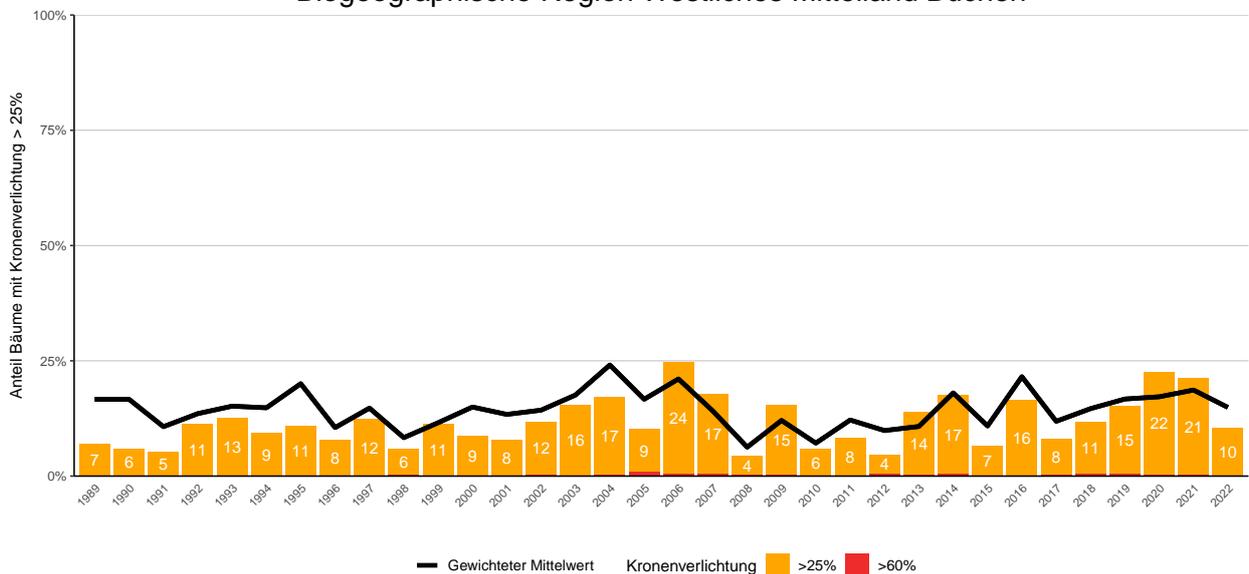
Biogeographische Region Jura und Randen Buchen



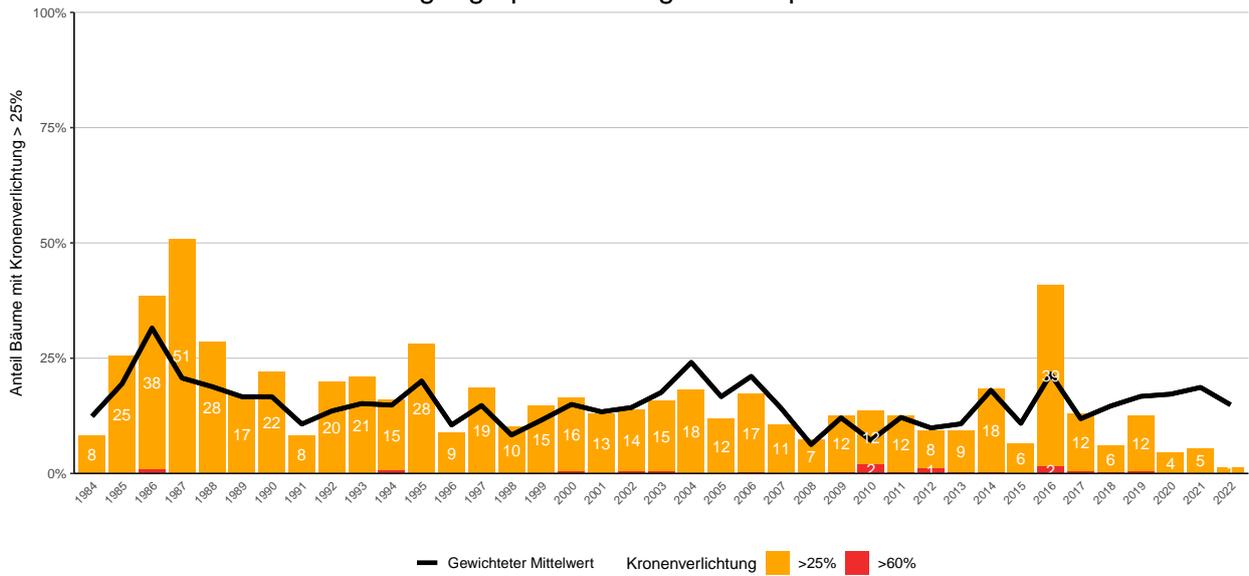
Biogeographische Region Östliches Mittelland Buchen



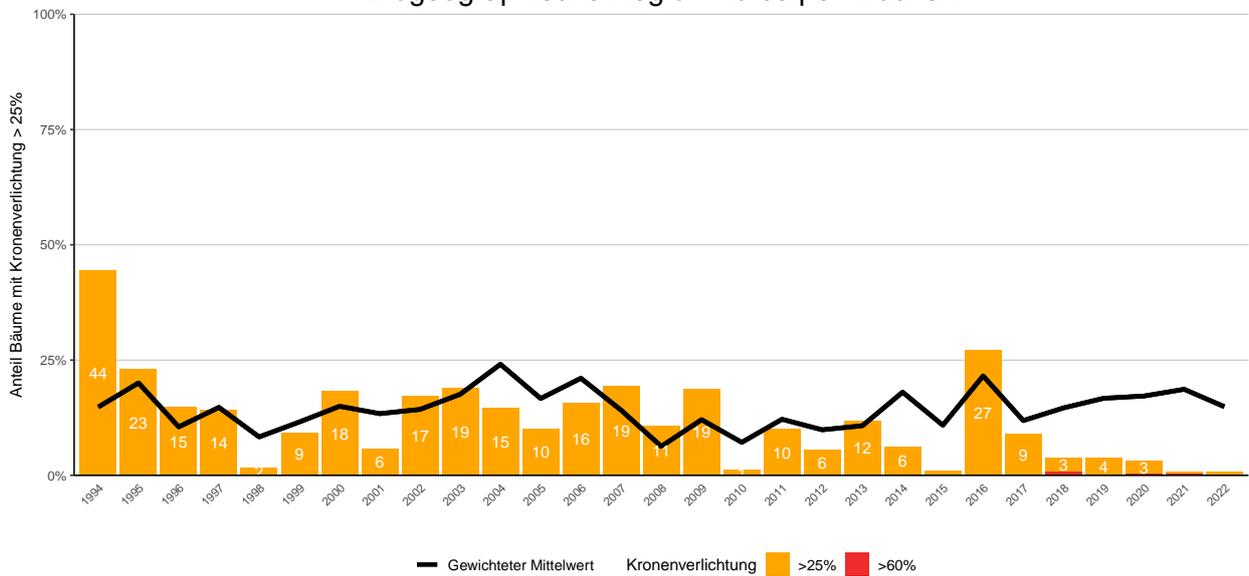
Biogeographische Region Westliches Mittelland Buchen



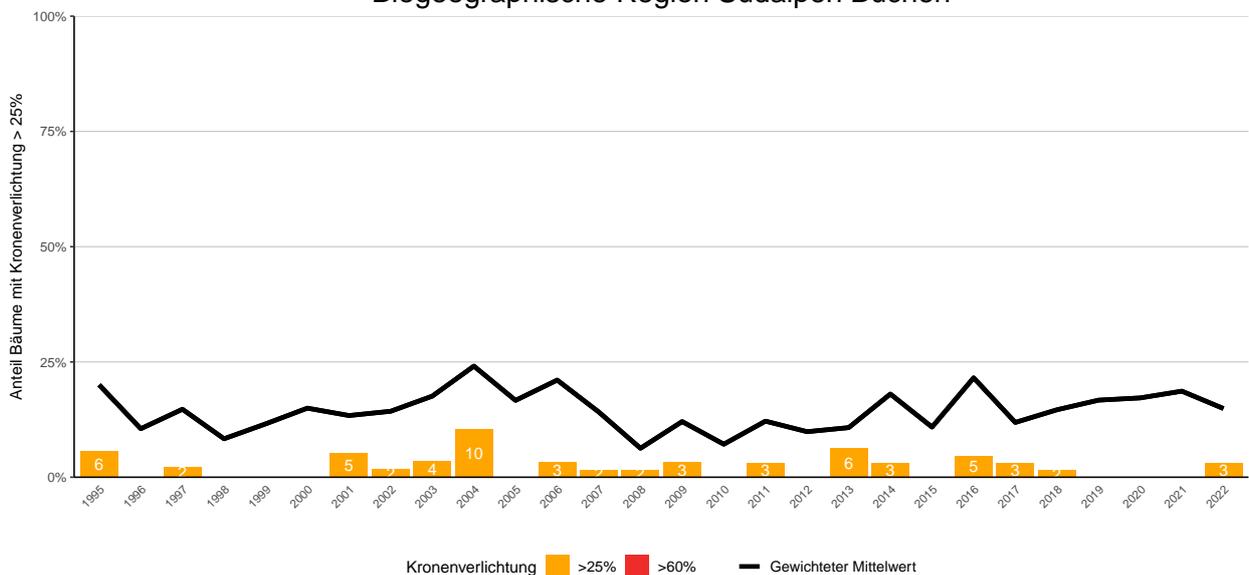
### Biogeographische Region Voralpen Buchen



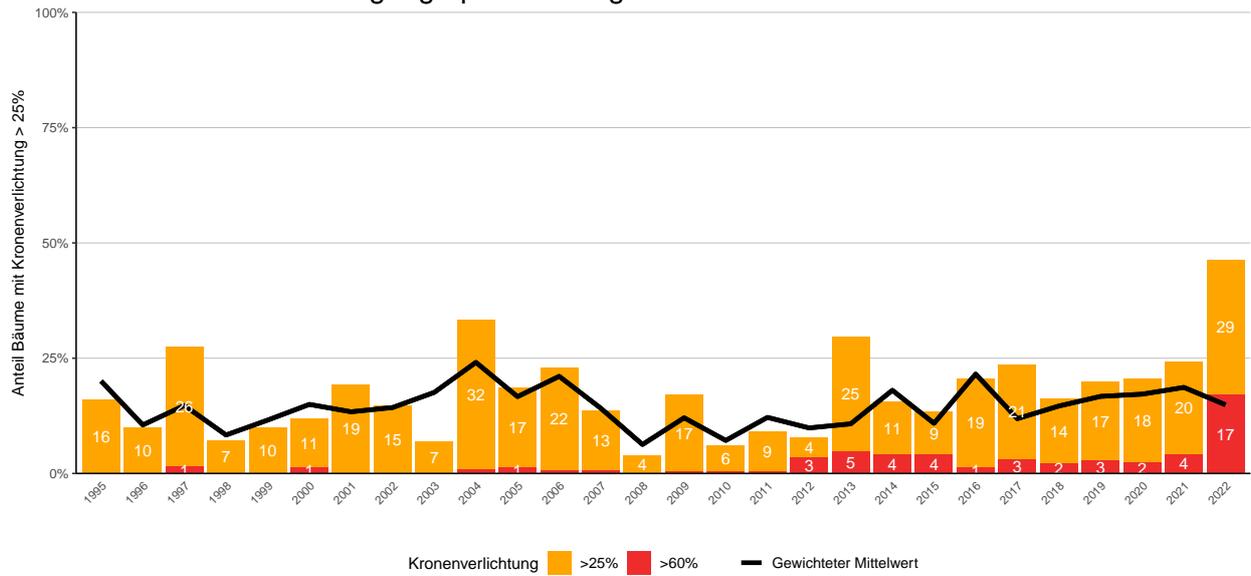
### Biogeographische Region Nordalpen Buchen



### Biogeographische Region Südalpen Buchen

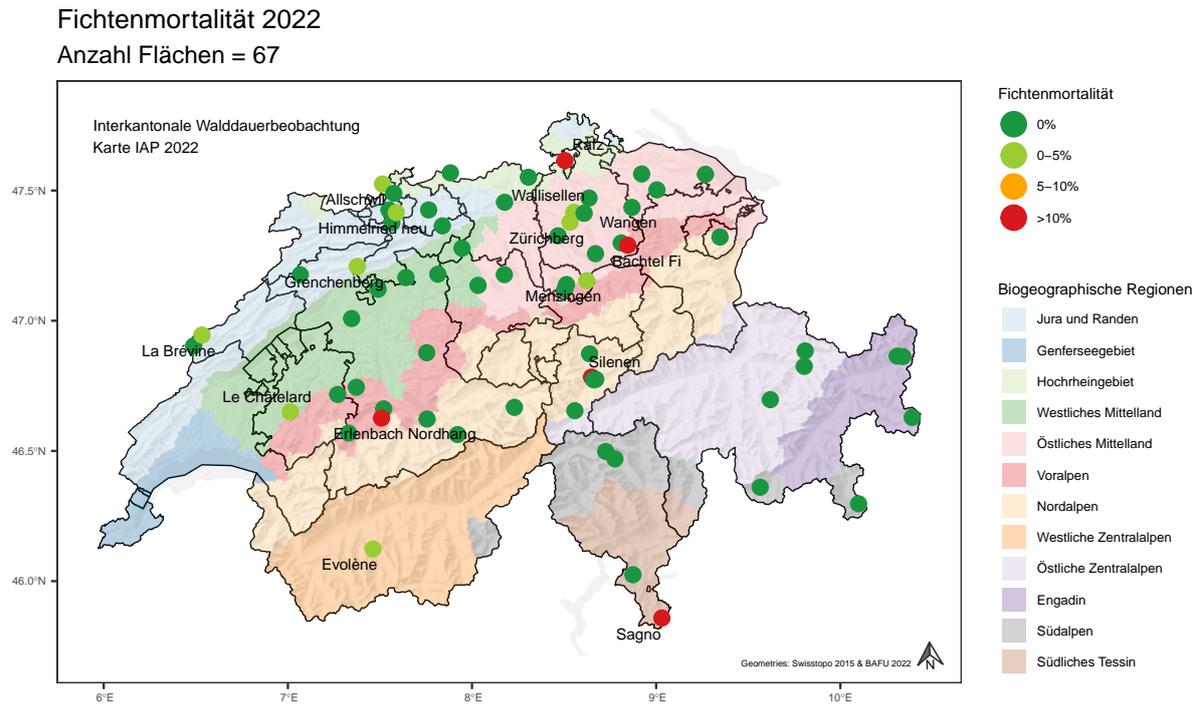


## Biogeographische Region Südliches Tessin Buchen

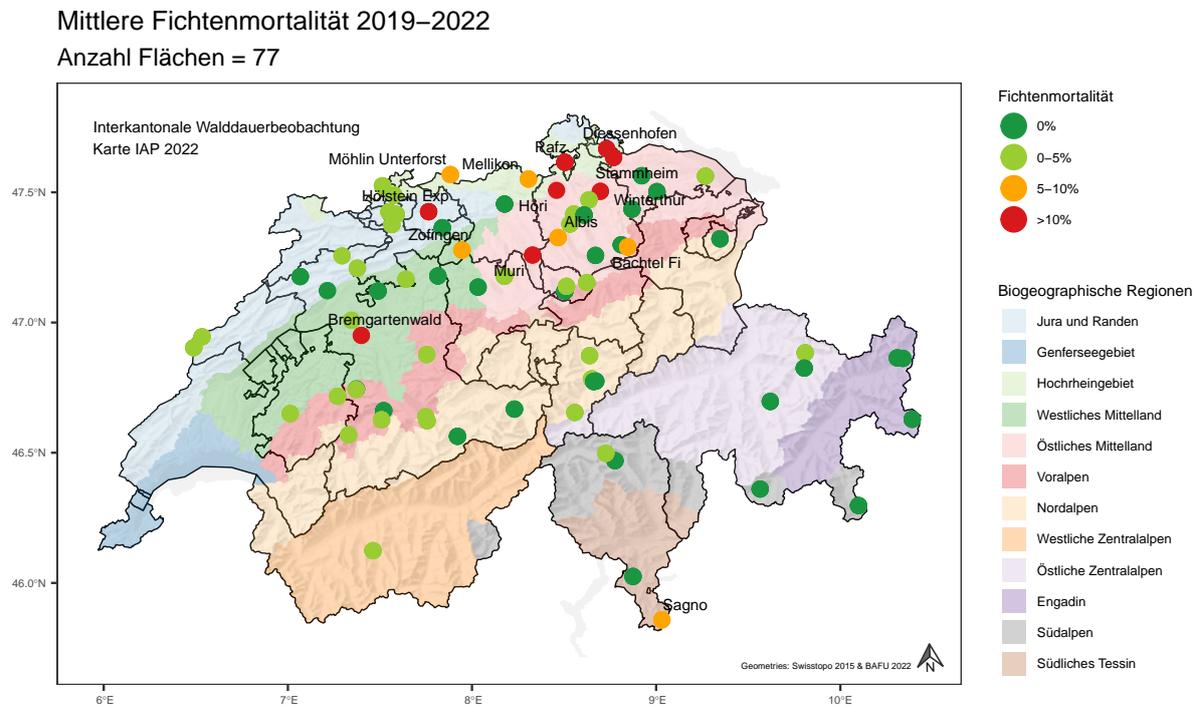


**Abb. 78.** Anteil Buchen mit verlichteter Krone im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm nach biogeographischer Region. Kronenverlichtung in der Schadstufe 1 >25% sind in orange und Schadstufe 2 >60% in rot dargestellt.

## 13.2 Kronenverlichtung Fichten



**Abb. 79.** Mortalität Fichte Mittelwert pro Fläche in den Jahren 2022 im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm. Ausgeschrieben sind nur die Flächen mit einer mittleren Mortalität von >5% (orange und rot).

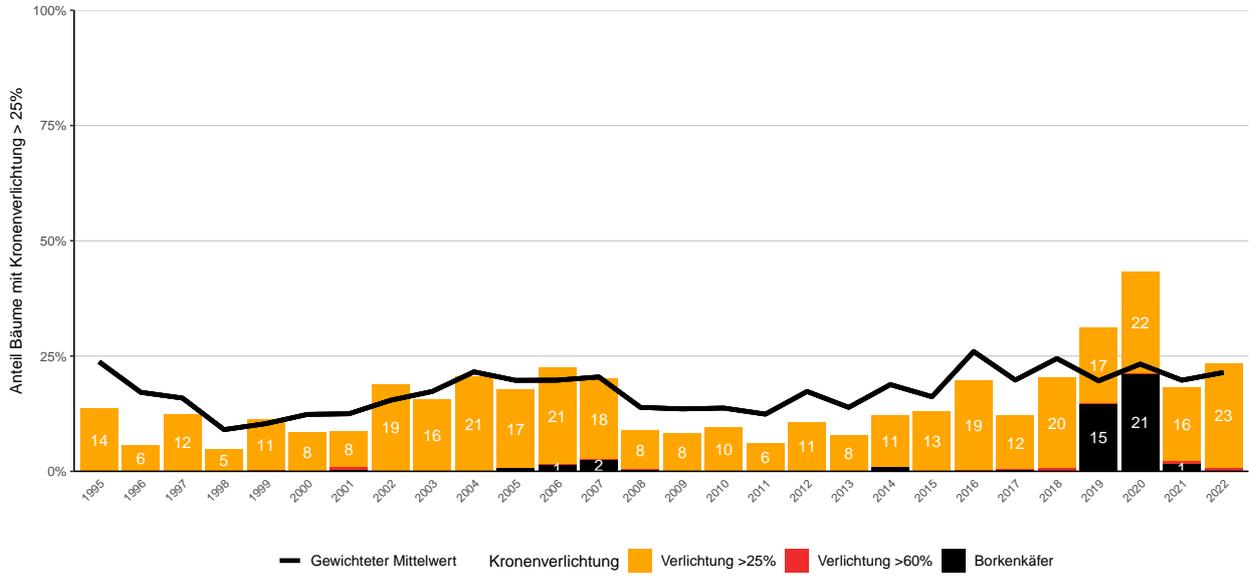


**Abb. 80.** Mortalität Fichte Mittelwert pro Fläche in den Jahren 2019–2022 im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm. Ausgeschrieben sind nur die Flächen mit einer mittleren Mortalität von >5% (orange und rot).

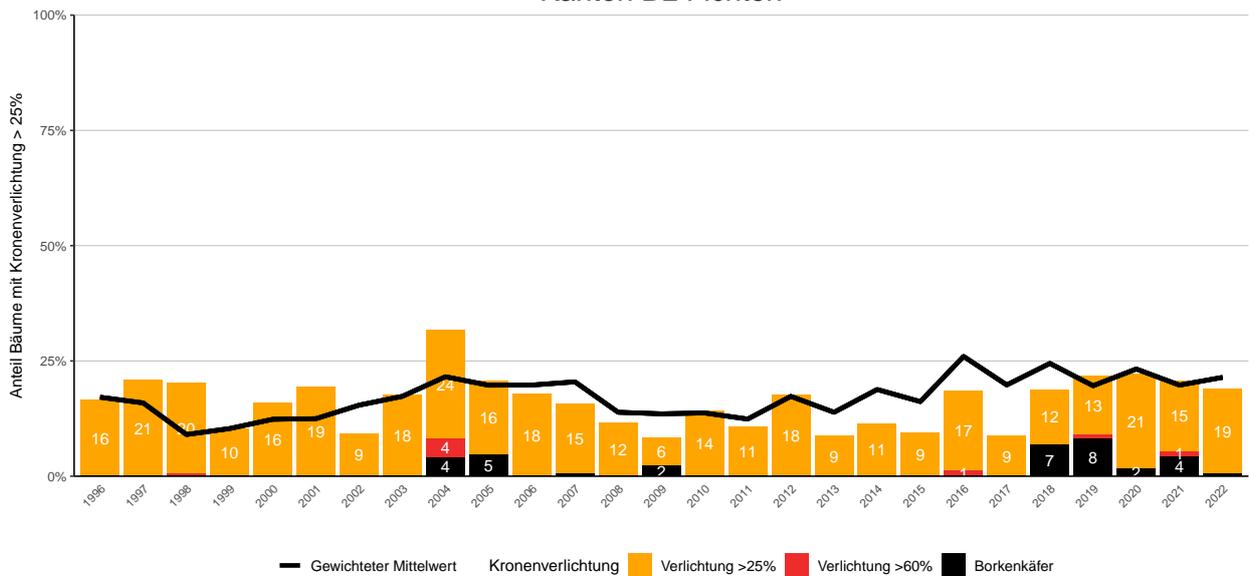


### 13.2.1 Auswertung Kronenverlichtung nach Programmkantonen

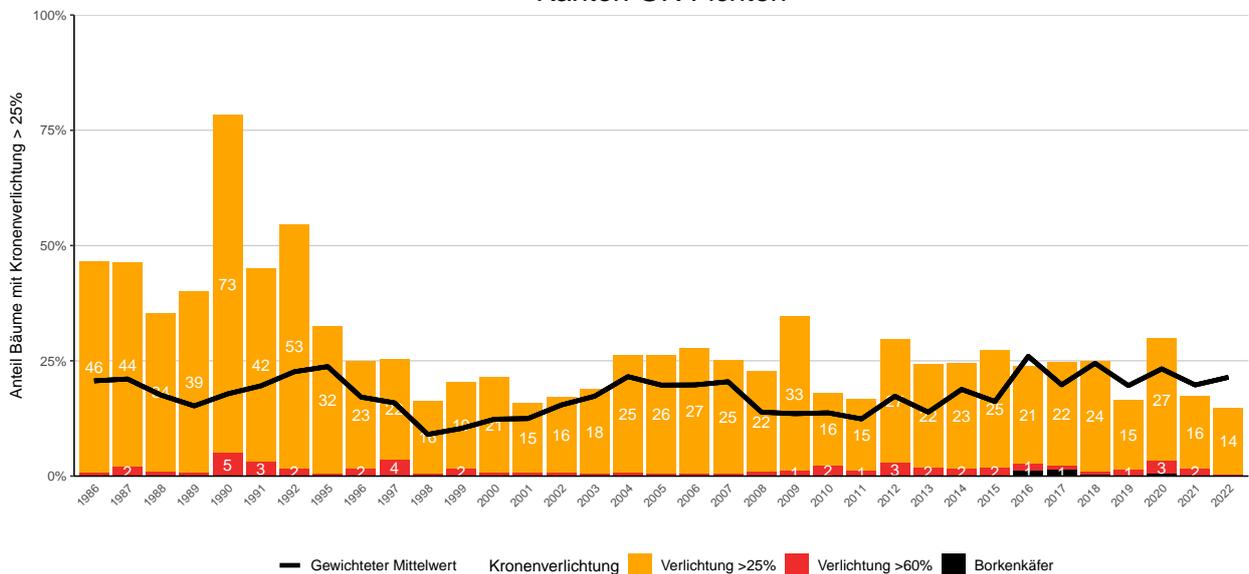
Kanton AG Fichten



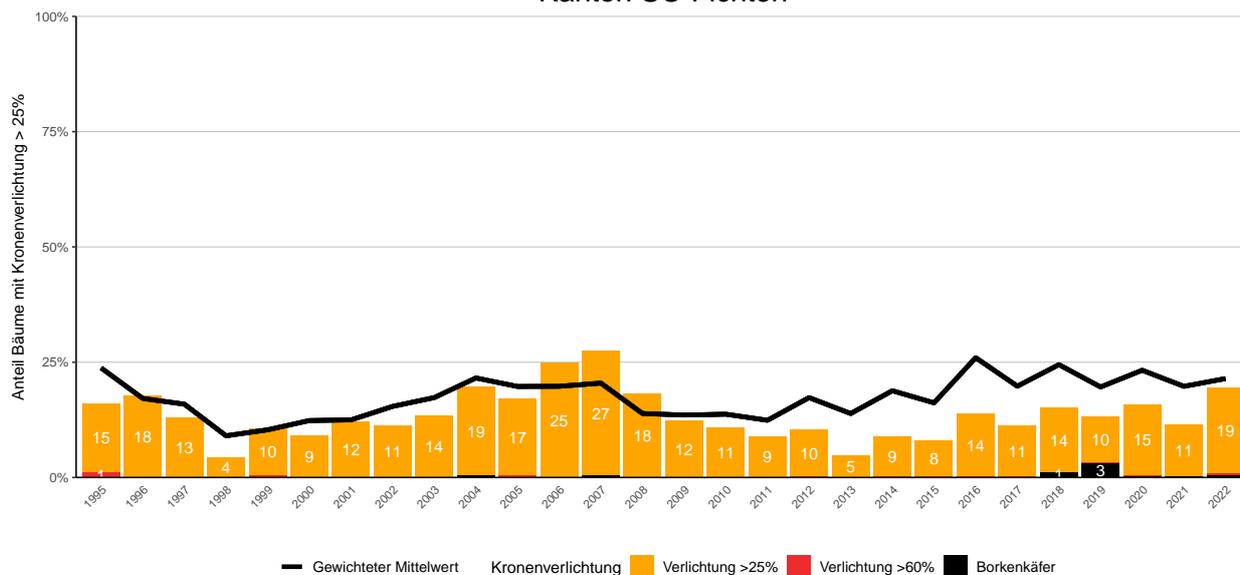
Kanton BL Fichten



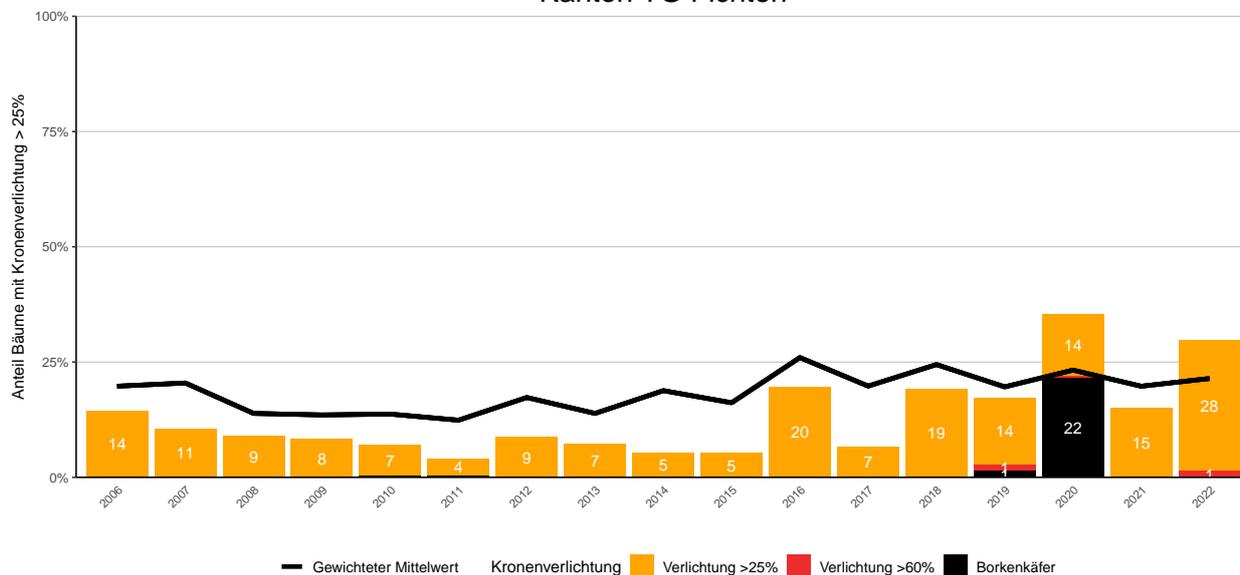
Kanton GR Fichten



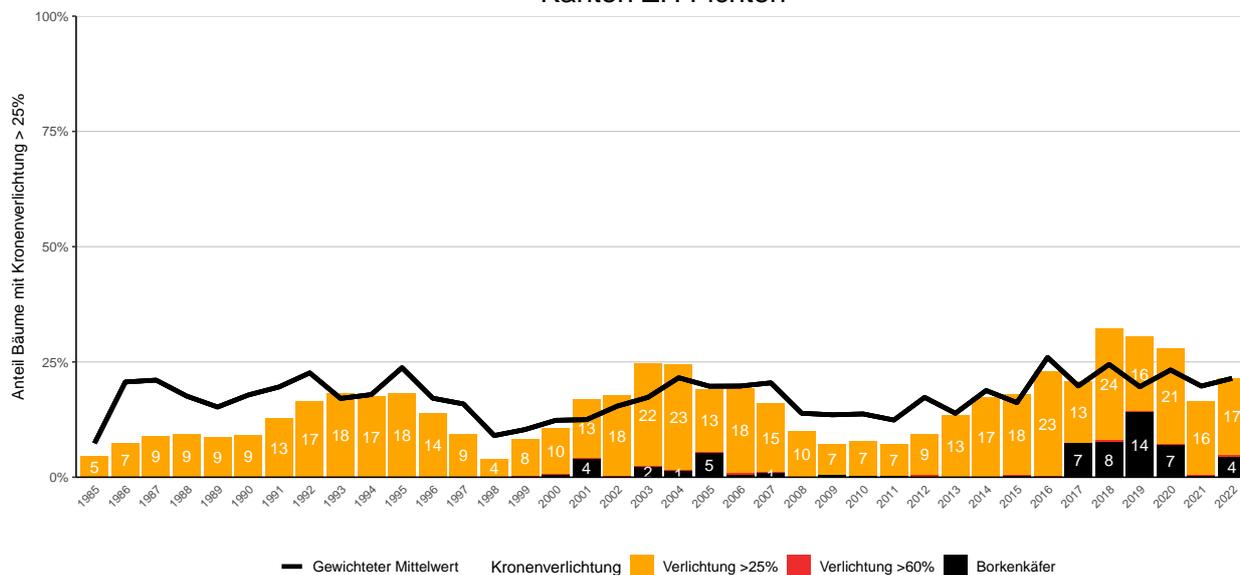
### Kanton SO Fichten



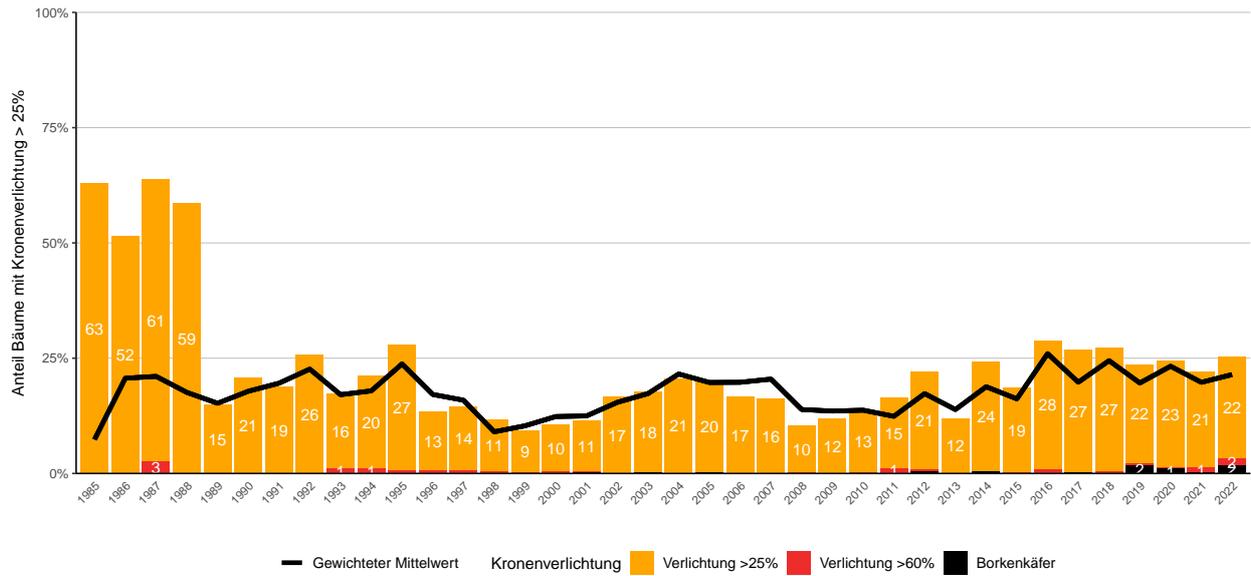
### Kanton TG Fichten



### Kanton ZH Fichten



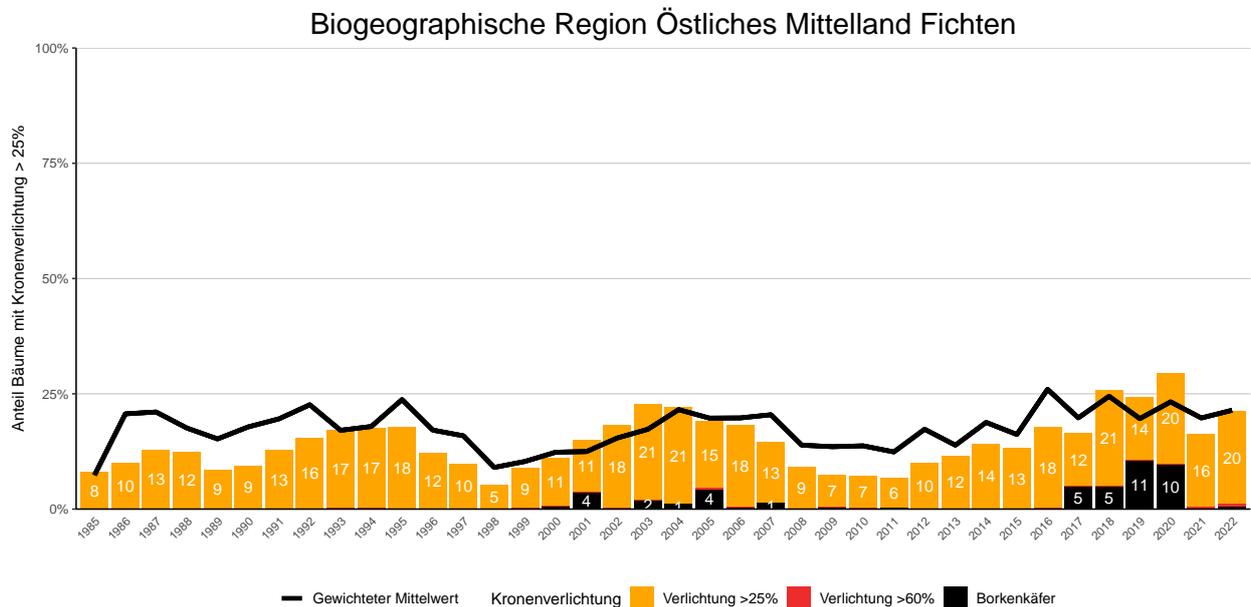
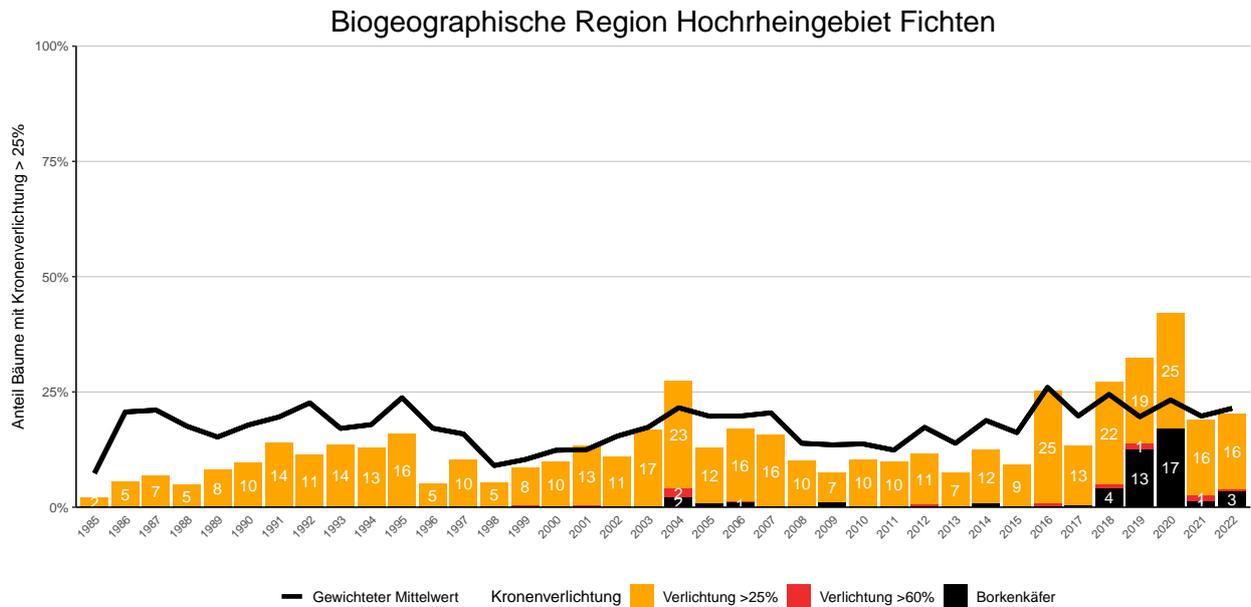
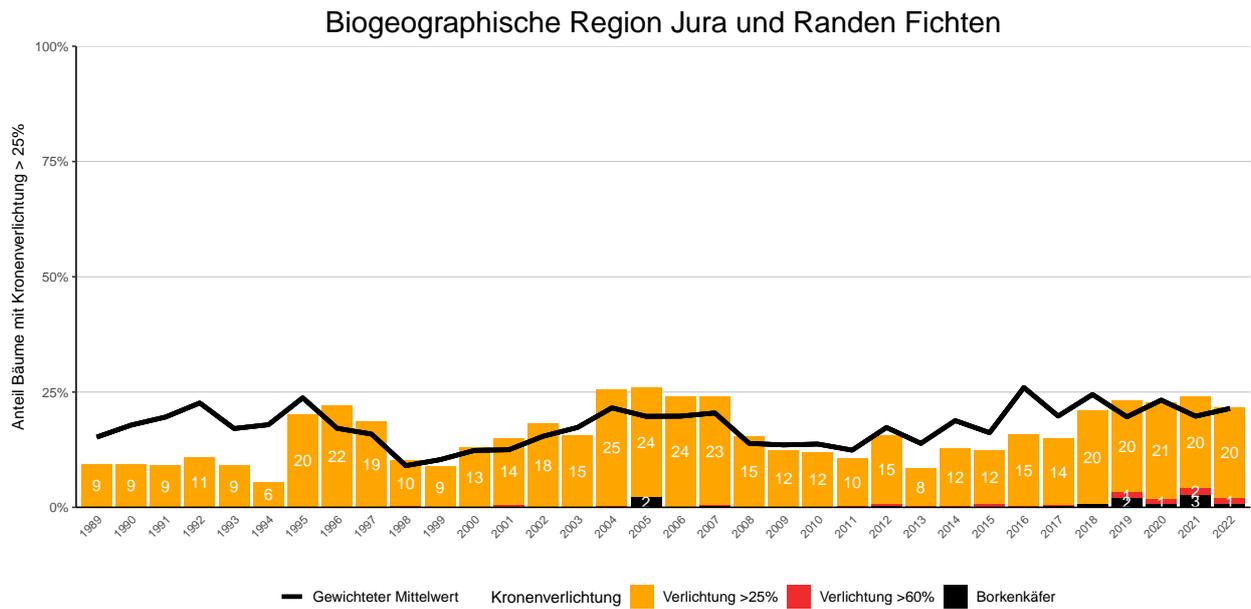
## Kanton ZCH Fichten



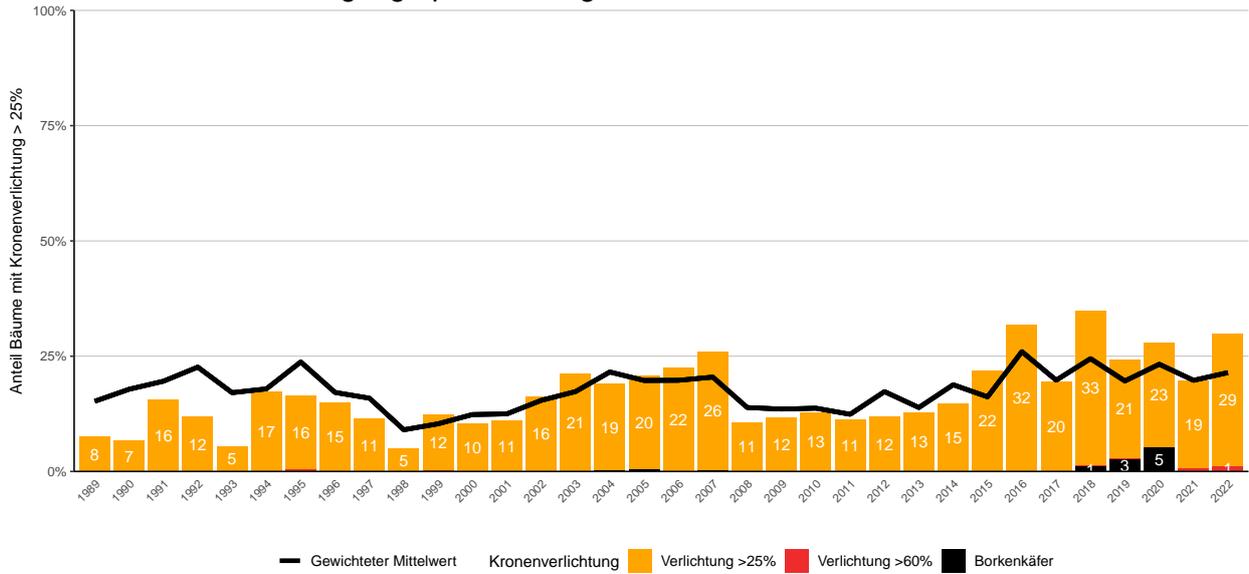
**Abb. 81.** Anteil Fichten mit verlichteter Krone im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm pro Programmkanton. Kronenverlichtung in der Schadstufe 1 >25% sind in orange und Schadstufe 2 >60% in rot dargestellt. Schwarzer Anteil der Säulen: Abgestorbene oder gefällte Bäume infolge Borkenkäferbefalls.



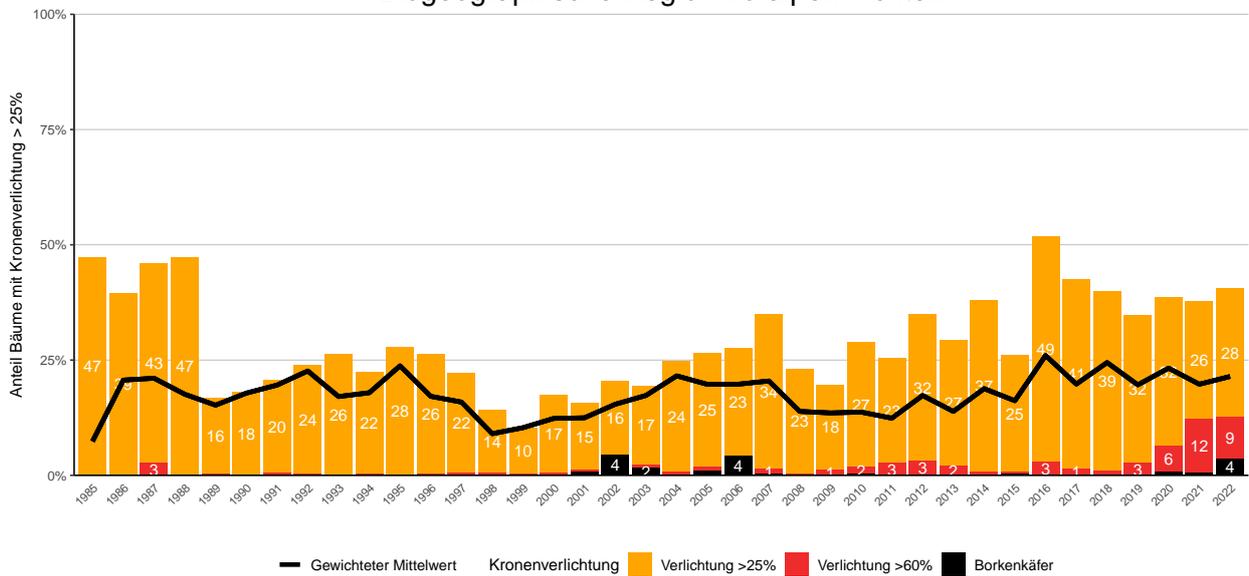
## 13.2.2 Auswertung Kronenverlichtung nach biogeographischer Region der Schweiz



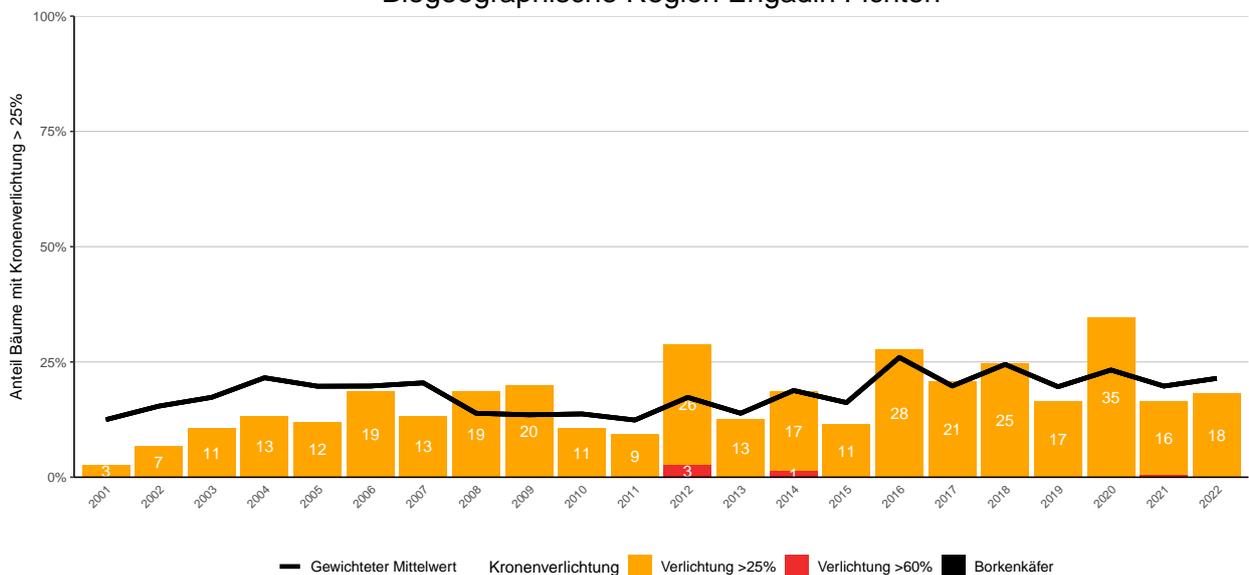
### Biogeographische Region Westliches Mittelland Fichten



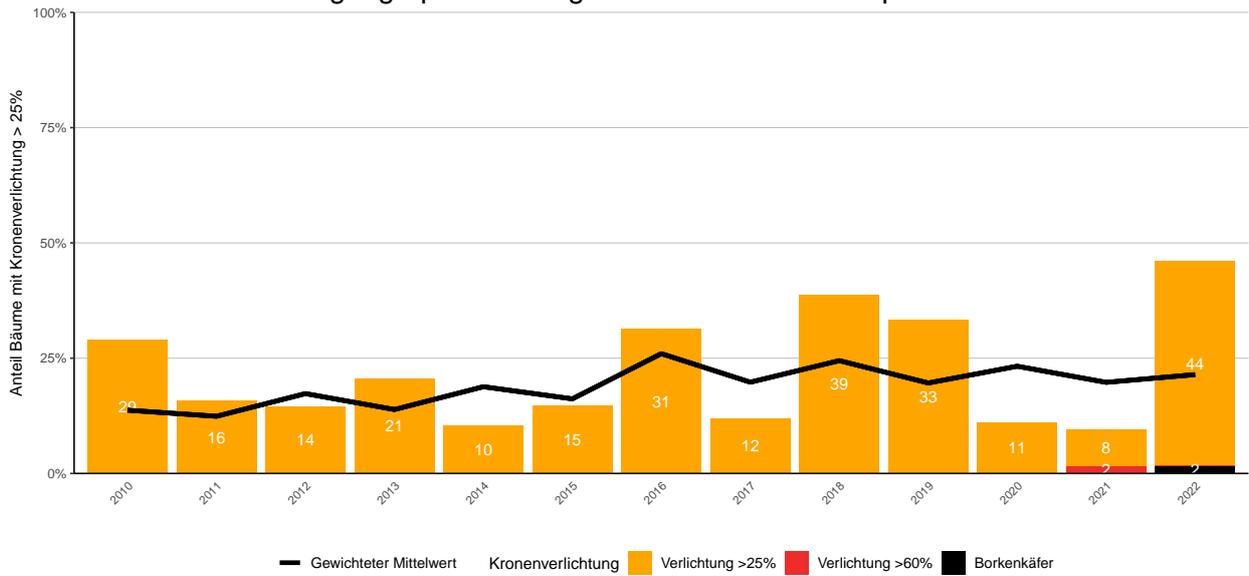
### Biogeographische Region Voralpen Fichten



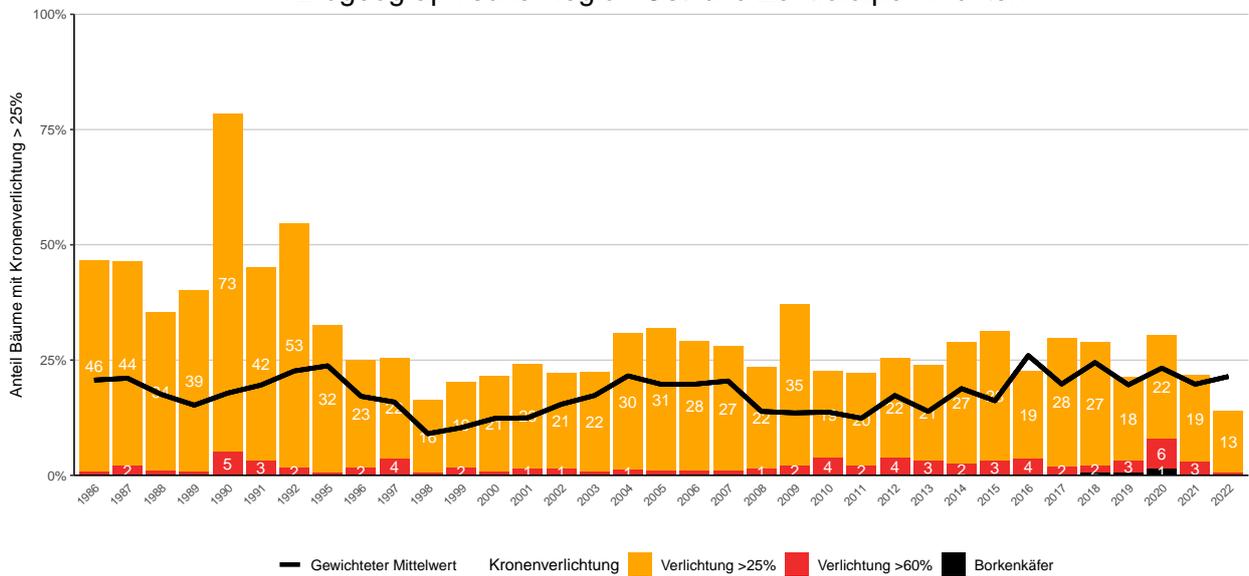
### Biogeographische Region Engadin Fichten



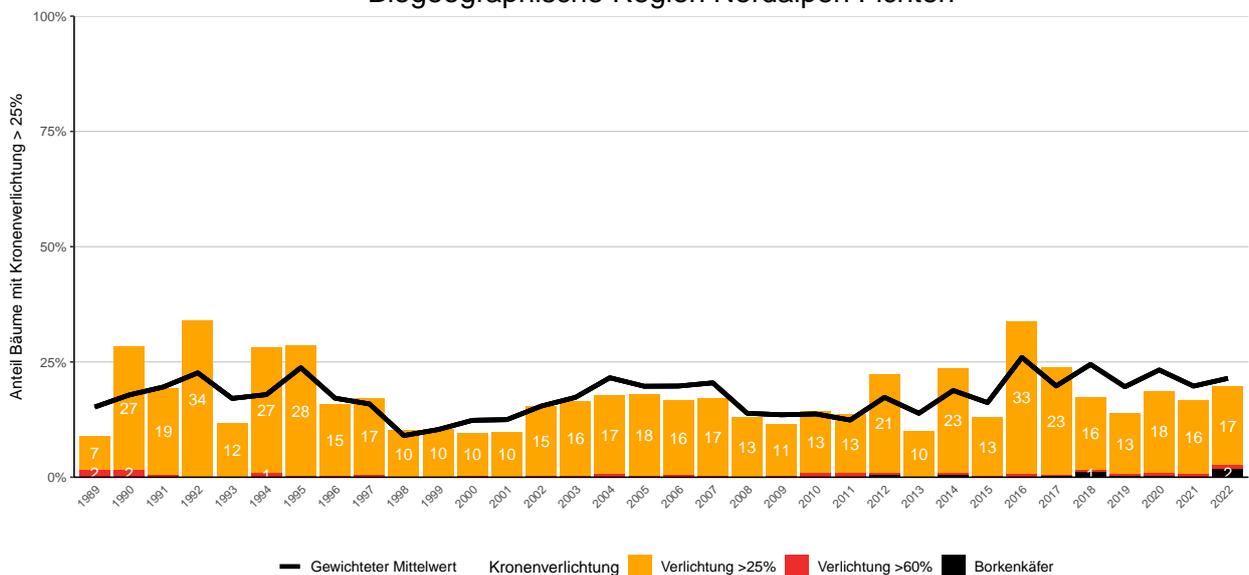
### Biogeographische Region Westliche Zentralalpen Fichten



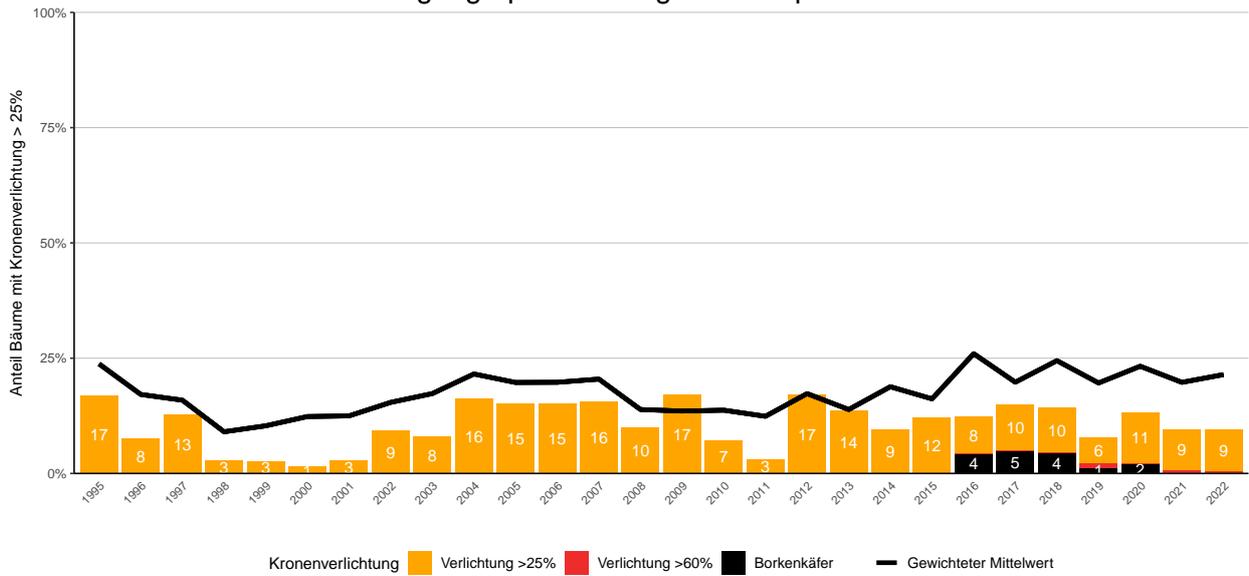
### Biogeographische Region Östliche Zentralalpen Fichten



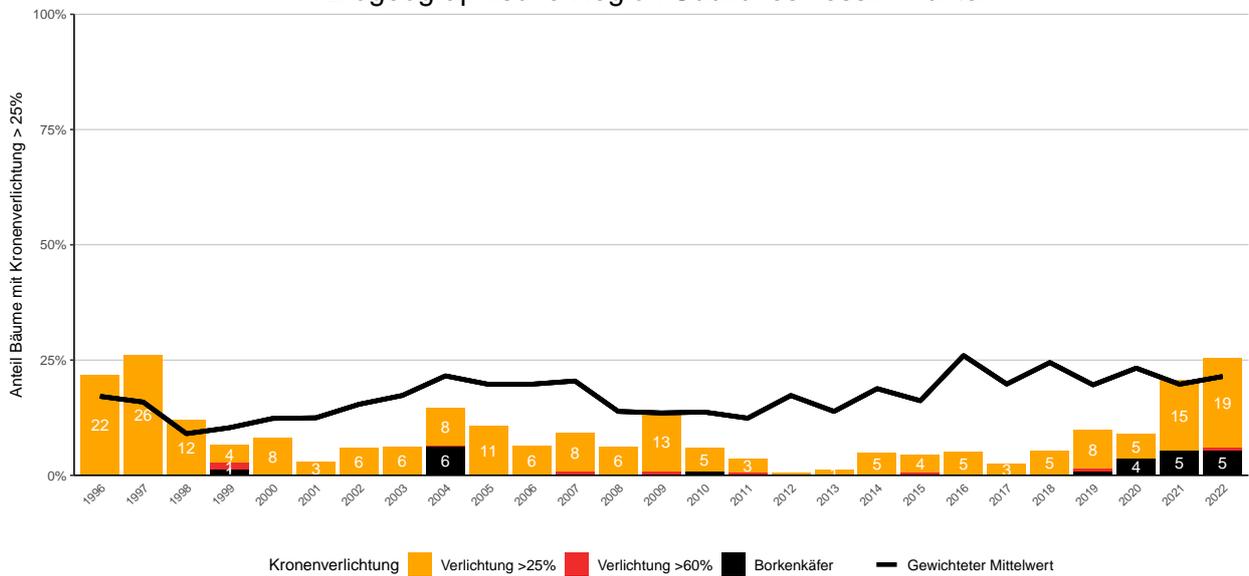
### Biogeographische Region Nordalpen Fichten



### Biogeographische Region Südalpen Fichten



### Biogeographische Region Südliches Tessin Fichten

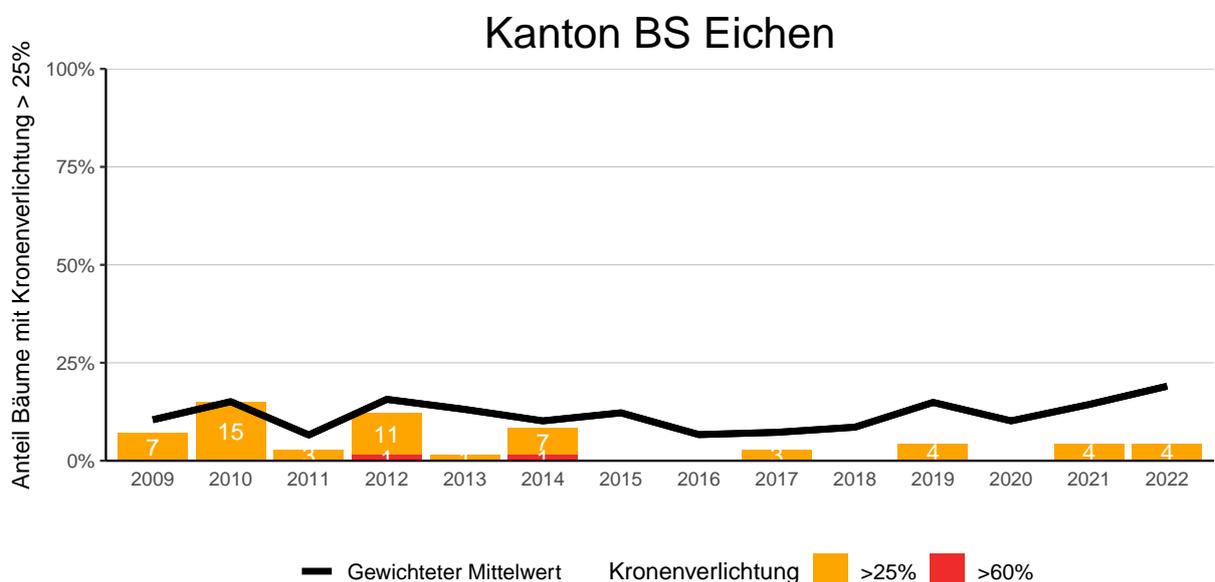
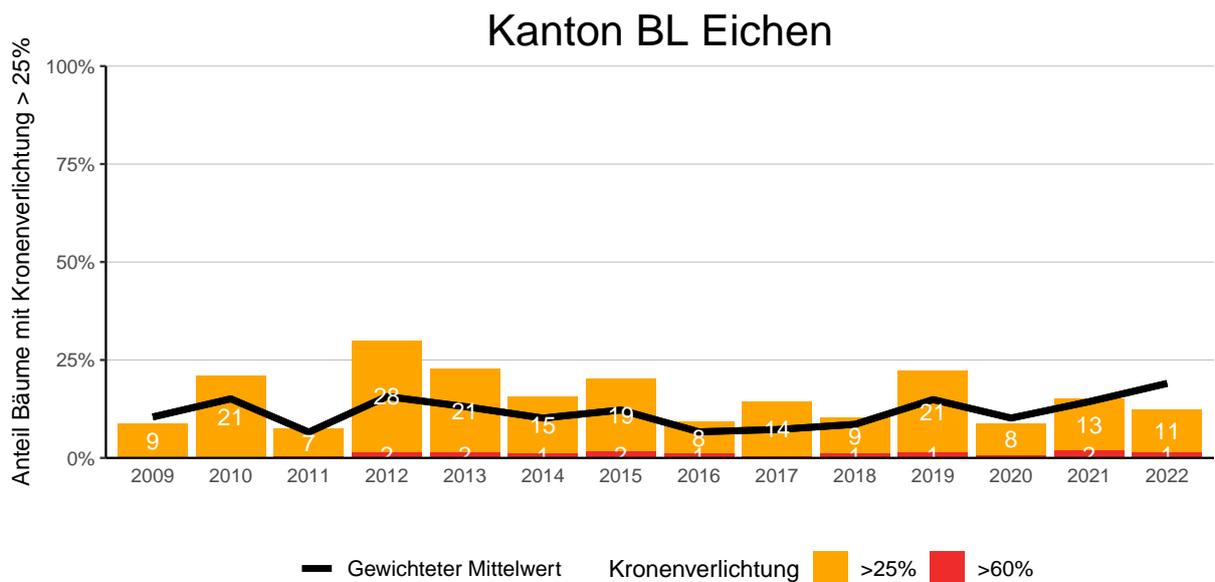
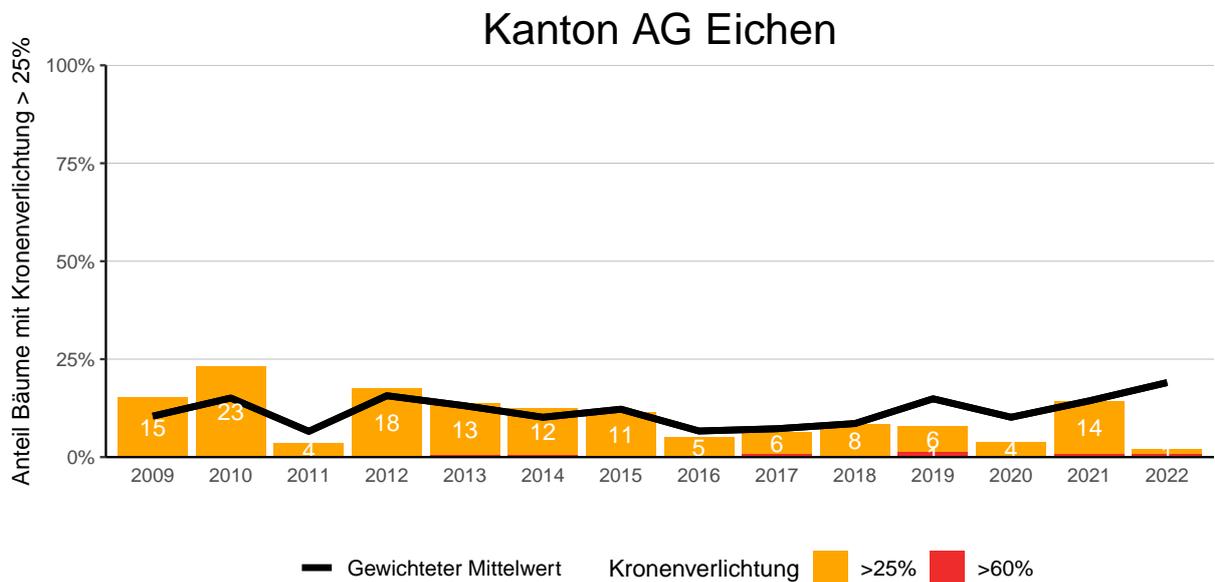


**Abb. 82.** Anteil Fichten mit verlichteter Krone im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm nach biogeographischer Region. Kronenverlichtung in der Schadstufe 1 >25% sind in orange und Schadstufe 2 >60% in rot dargestellt. Schwarzer Anteil der Säulen: Abgestorbene oder gefällte Bäume infolge Borkenkäferbefalls.

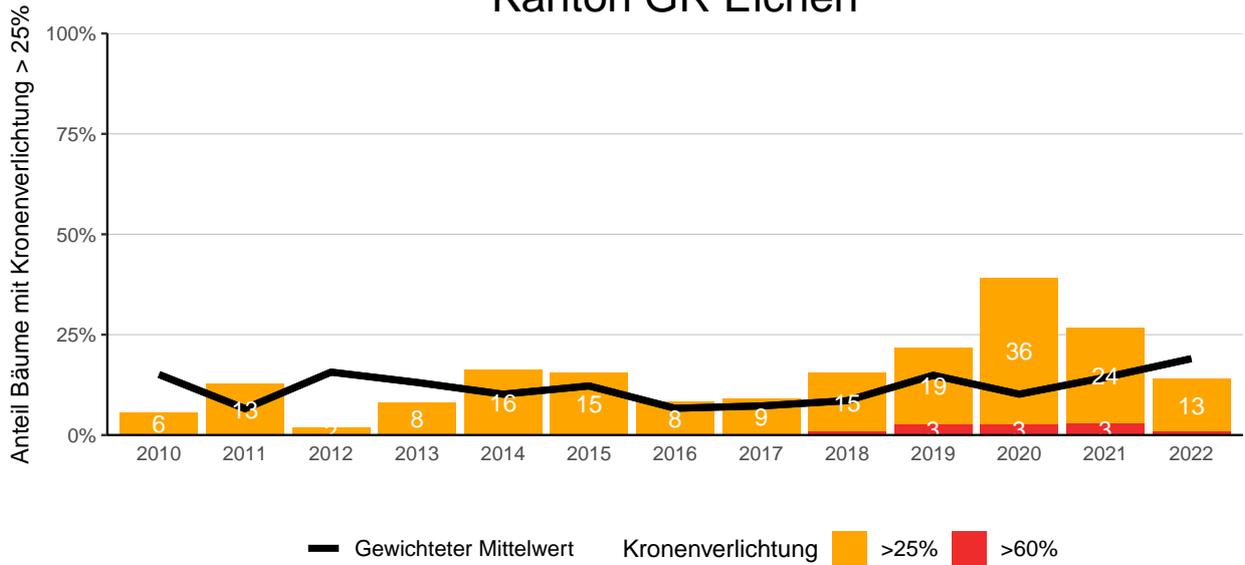


## 13.3 Kronenverlichtung Eichen

### 13.3.1 Auswertung Kronenverlichtung nach Programmkantonen



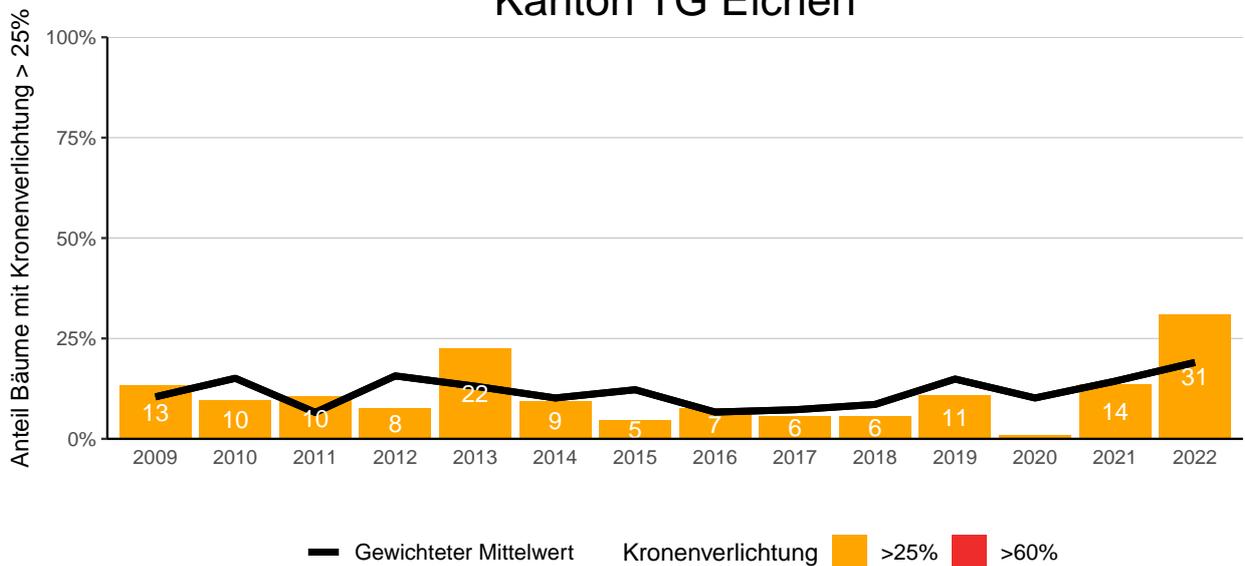
## Kanton GR Eichen

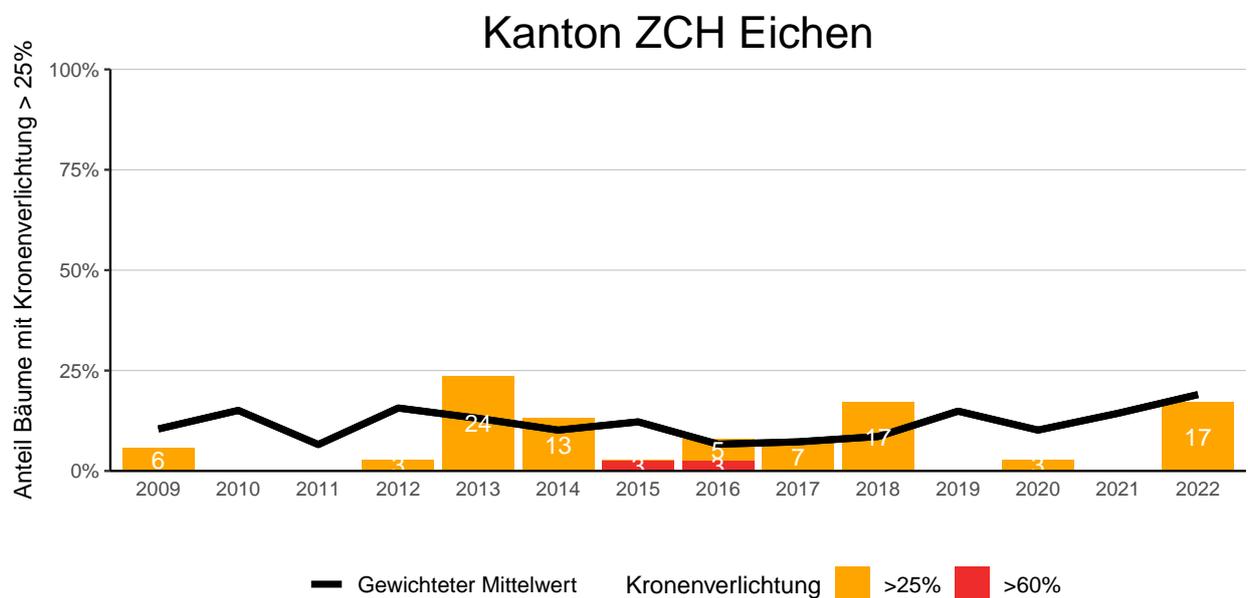
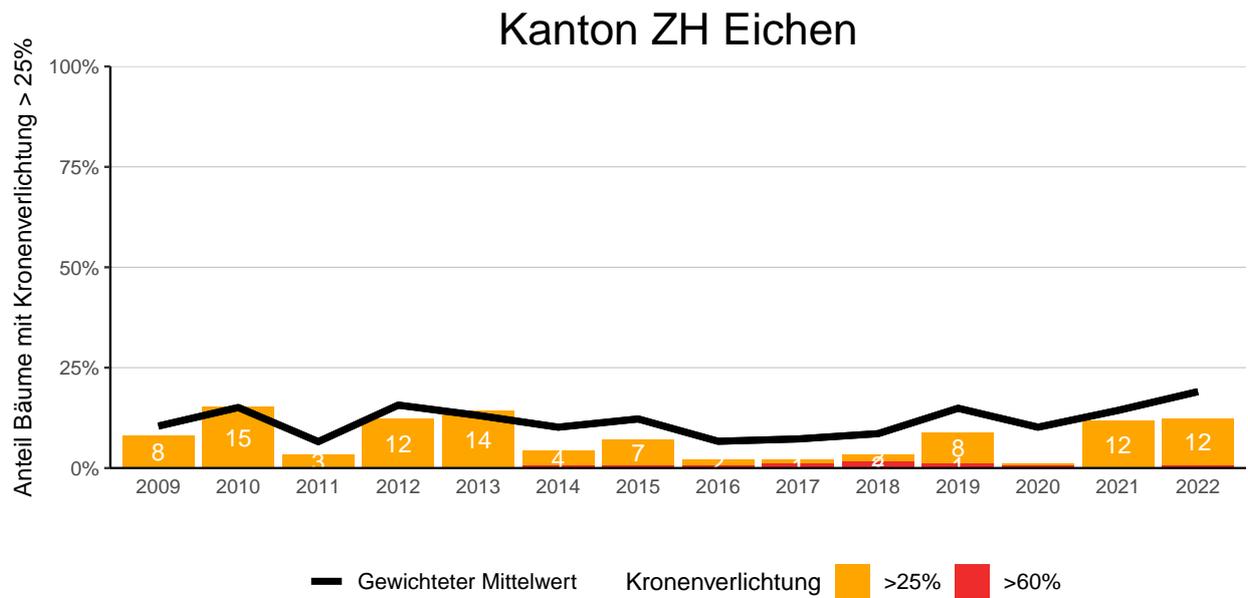


## Kanton SO Eichen



## Kanton TG Eichen

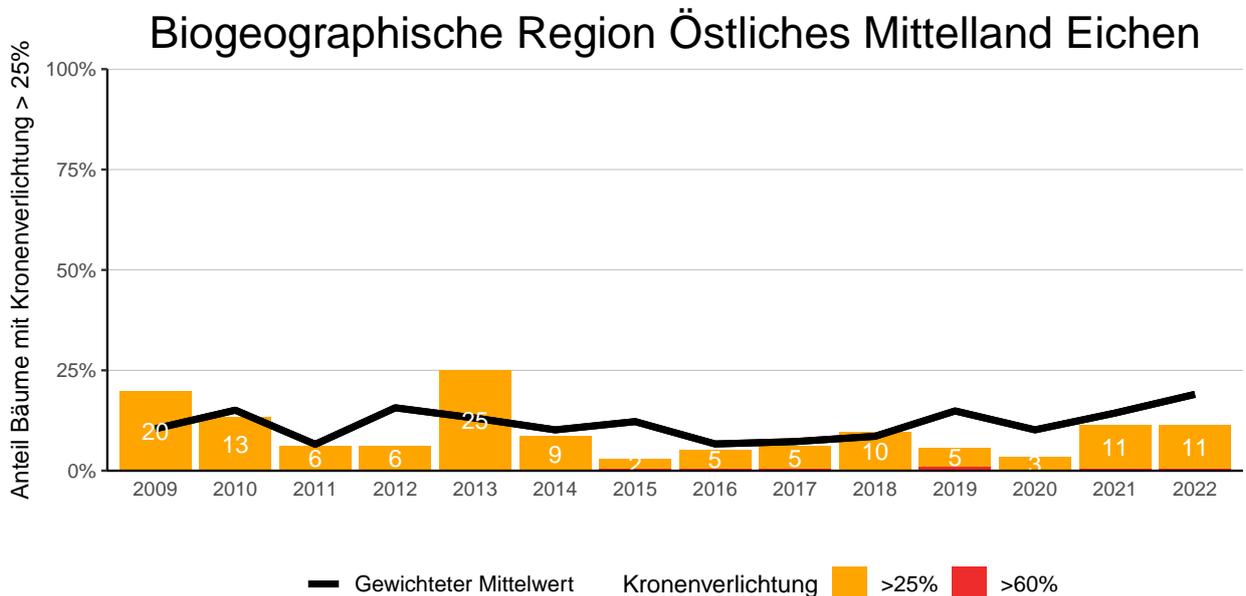
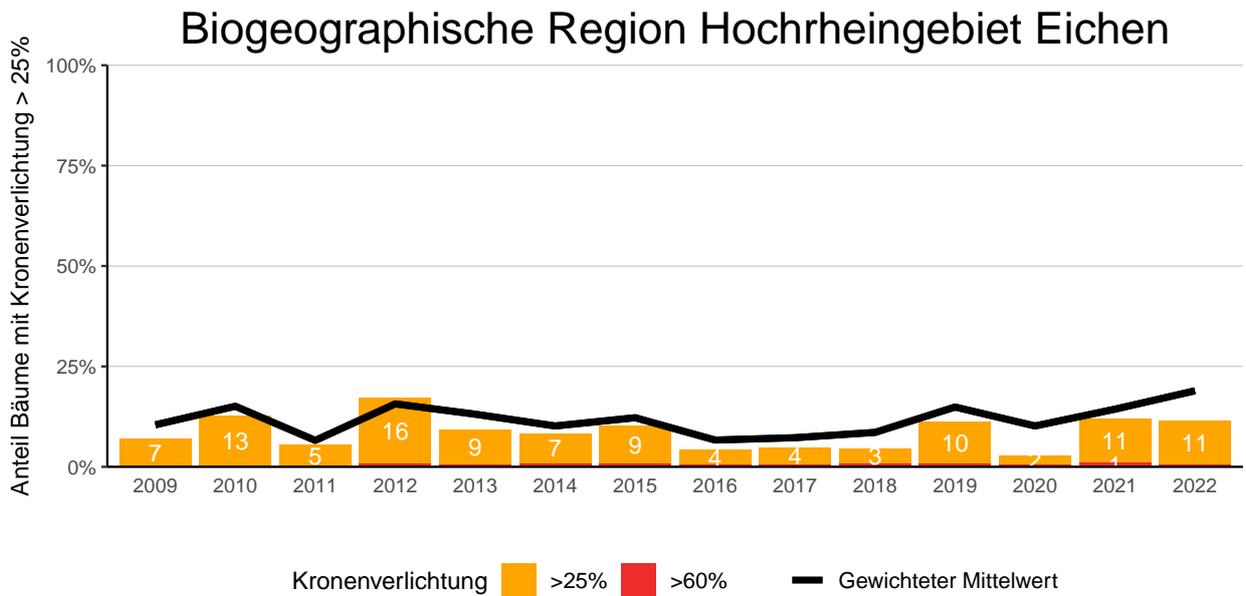
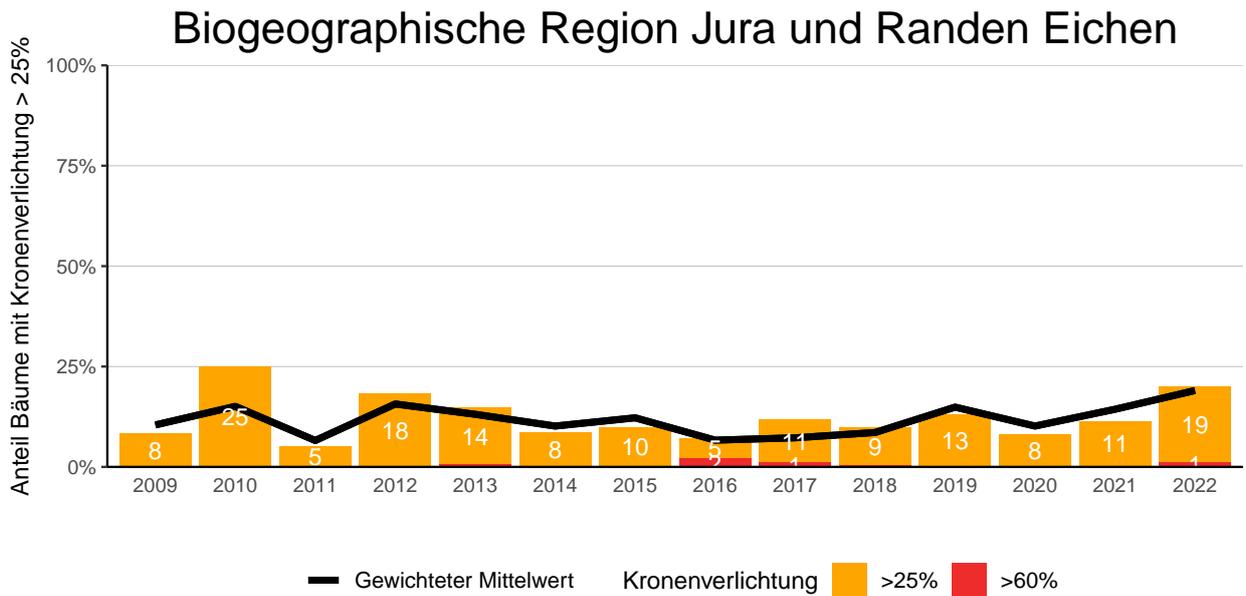




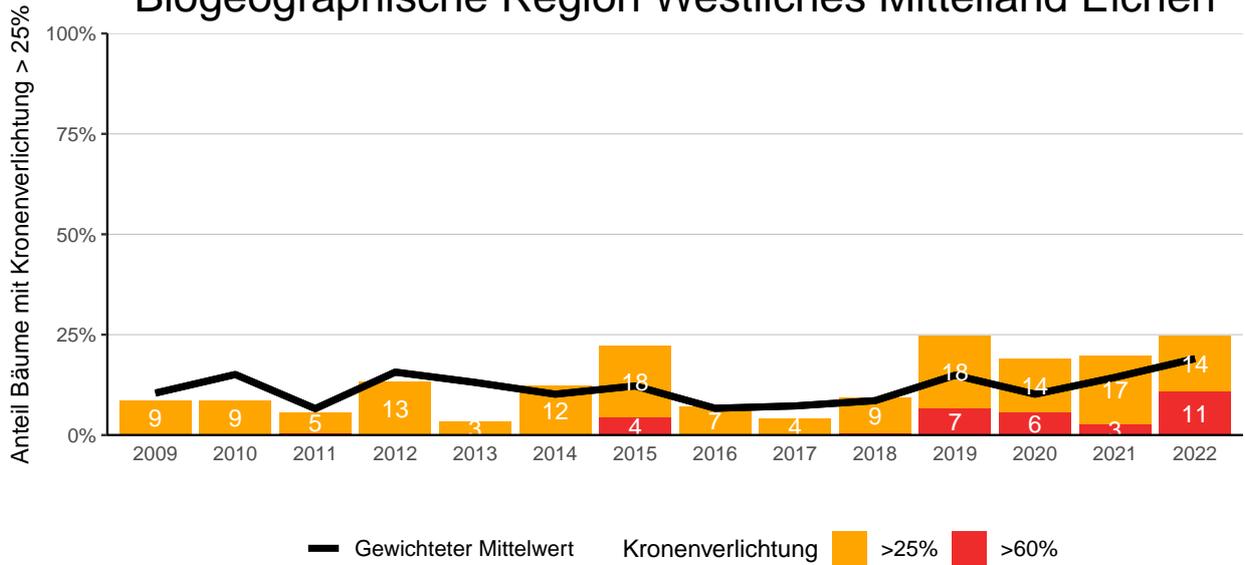
**Abb. 83.** Anteil Eichen mit verlichteter Krone im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm pro Programmkanton. Kronenverlichtung in der Schadstufe 1 >25% sind in orange und Schadstufe 2 >60% in rot dargestellt.



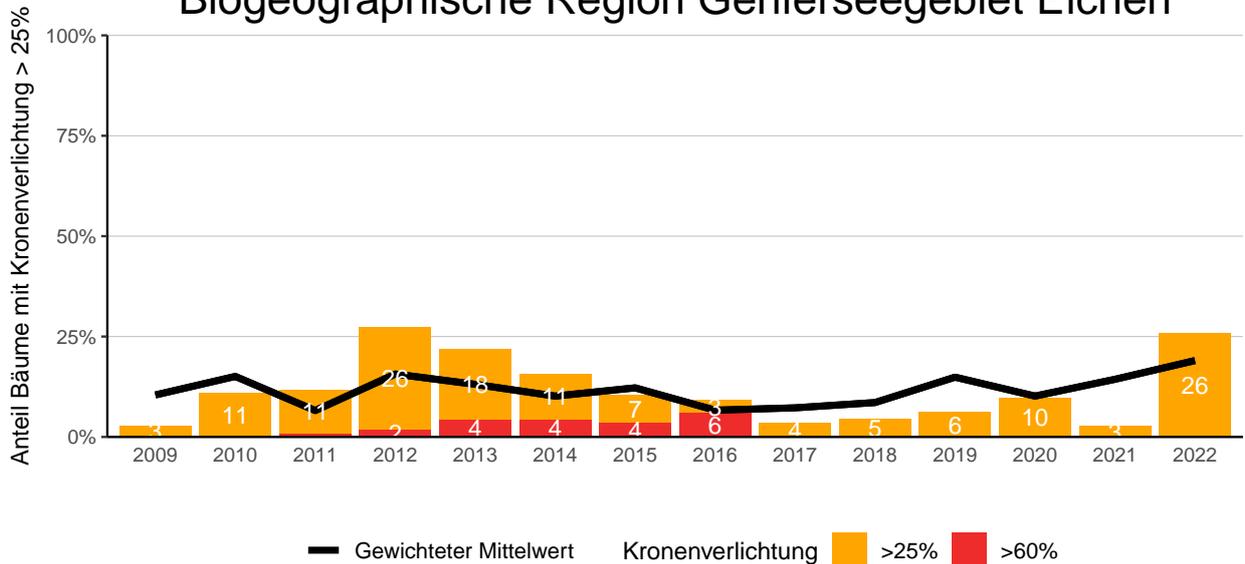
### 13.3.2 Auswertung Kronenverlichtung nach biogeographischer Region der Schweiz



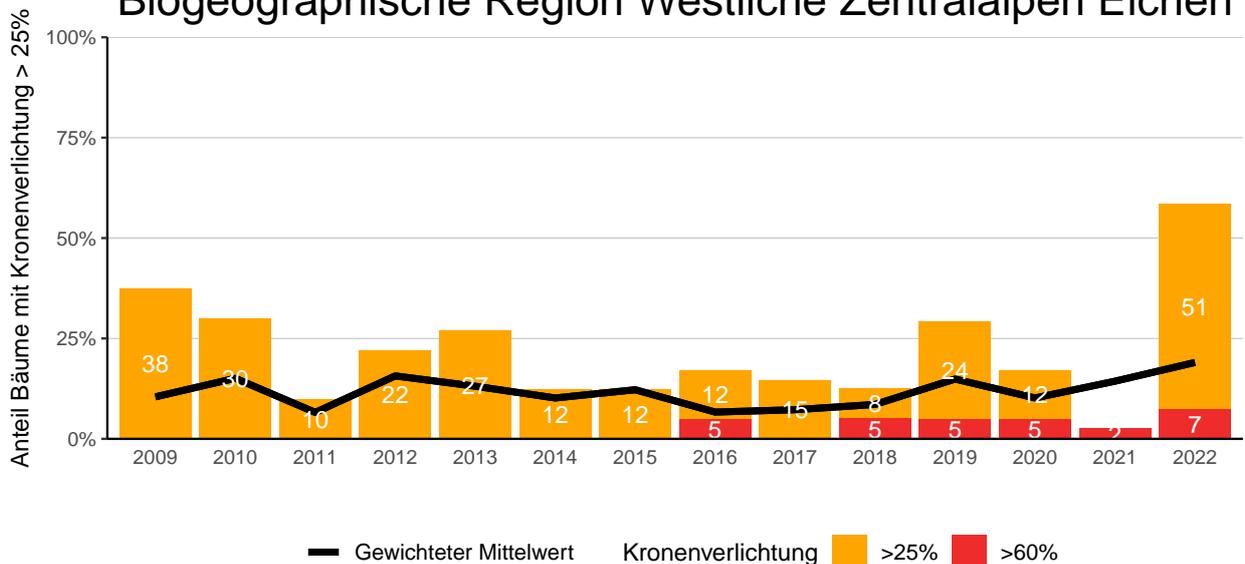
## Biogeographische Region Westliches Mittelland Eichen



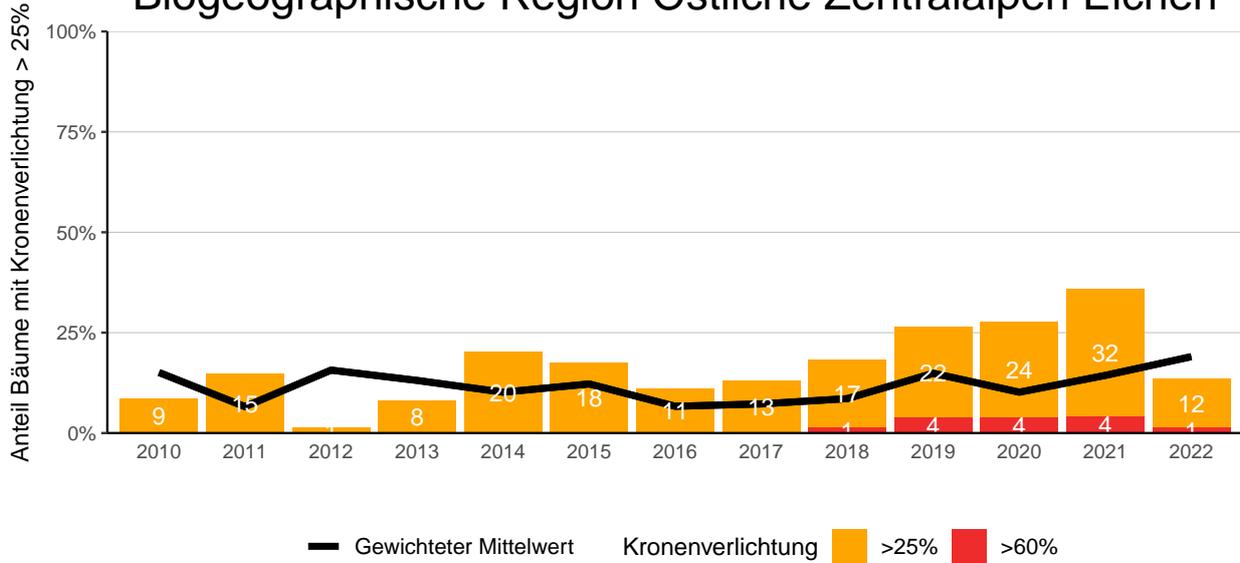
## Biogeographische Region Genferseegebiet Eichen



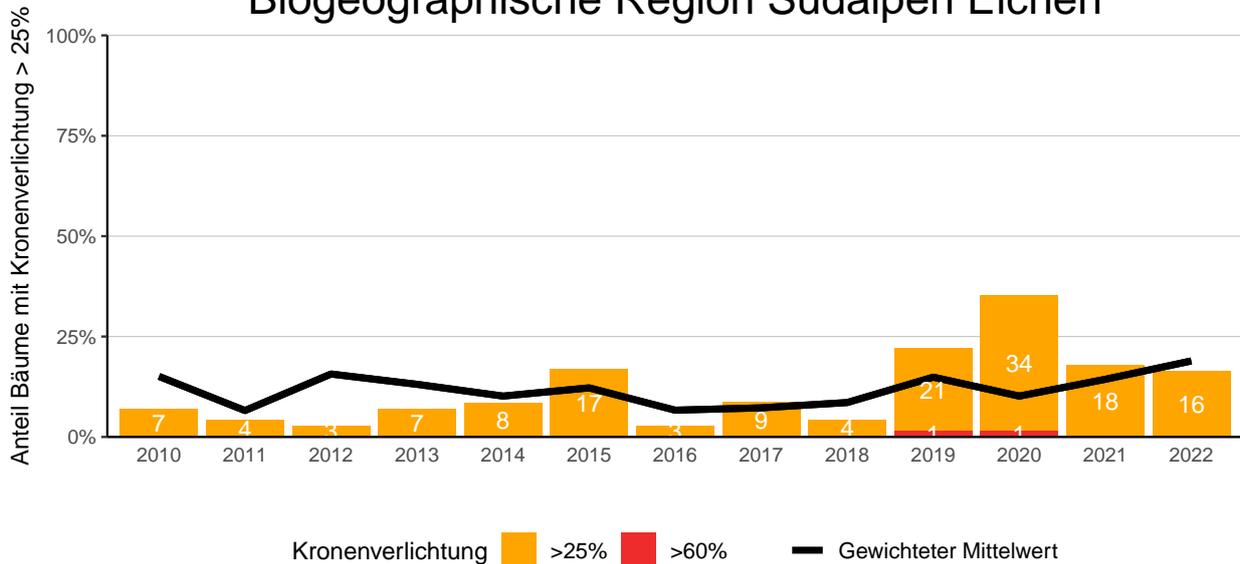
## Biogeographische Region Westliche Zentralalpen Eichen



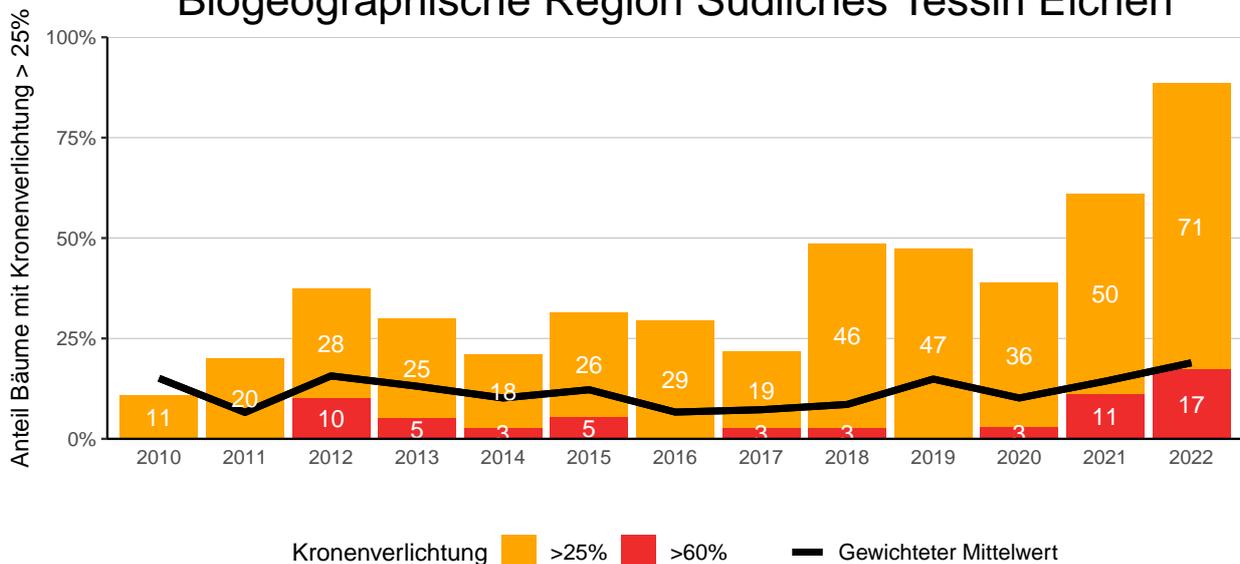
## Biogeographische Region Östliche Zentralalpen Eichen



## Biogeographische Region Südalpen Eichen



## Biogeographische Region Südliches Tessin Eichen



**Abb. 84.** Anteil Eichen mit verlichteter Krone im Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramm nach biogeographischer Region. Kronenverlichtung in der Schadstufe 1 >25% sind in orange und Schadstufe 2 >60% in rot dargestellt.

## 13.4 Mortalität pro Standort und Baumart WDB 2022

**Tab. 7.** Mortalität Eichenstandorte der WDB 2022 inklusive Verluste durch Durchforstungen. Mortalität ist als gewichteter Durchschnittswert pro Standort berechnet. Tabelle wurde nach höchster Mortalität geordnet.

	Untersuchungsfläche	Kanton	Anzahl	Gestorben	Lebend	Mortalität (%)	Durchforstung	Zwangsnutzung	Windwurf	Stammbruch
1	La Sarraz	VD	68	2	66	3	0	0	0	0
2	Sissach	BL	36	1	35	3	0	0	0	0
3	Biel-Benken	BL	38	1	37	3	0	0	0	0
4	Diessenhofen	TG	41	1	40	2	0	0	0	0
5	Sion	VS	41	1	40	2	0	0	0	0
6	Riehen Maienbühl	BS	36	0	36	0	0	0	0	0
7	Chrischona	BS	35	0	35	0	0	0	0	0
8	Therwil	BL	39	0	39	0	0	0	0	0
9	Brislach	BL	33	0	33	0	0	0	0	0
10	Räfz	ZH	35	0	35	0	0	0	0	0
11	Brütten	ZH	34	0	34	0	0	0	0	0
12	Biel unten	BE	31	0	31	0	0	0	0	0
13	Birsfelden	BL	34	0	34	0	0	0	0	0
14	Rodersdorf	SO	34	0	34	0	0	0	0	0
15	Allschwil	BL	36	0	36	0	0	0	0	0
16	Habsburg	AG	35	0	35	0	0	0	0	0
17	Mettendorf	TG	35	0	35	0	0	0	0	0
18	Romanshorn	TG	34	0	34	0	0	0	0	0
19	Möhlin Unterforst	AG	42	0	42	0	0	0	0	0
20	Birmenstorf	AG	38	0	38	0	0	0	0	0
21	Schneisingen	AG	40	0	40	0	0	0	0	0
22	Härkingen	SO	37	0	37	0	0	0	0	0
23	Selzach Brüel	SO	34	0	34	0	0	0	0	0
24	Selzach Sülsrain	SO	35	0	35	0	0	0	0	0
25	Fraubrunnen	BE	33	0	33	0	0	0	0	0
26	Krieichenwil	BE	39	0	39	0	0	0	0	0
27	Erlach	BE	35	0	35	0	0	0	0	0
28	Diessbach	BE	38	0	29	0	0	9	0	0
29	Rheinau	ZH	34	0	34	0	0	0	0	0
30	Kleinandelfingen	ZH	36	0	33	0	3	0	0	0
31	Uhwiesen	ZH	39	0	39	0	0	0	0	0
32	Steinhausen	ZG	35	0	33	0	2	0	0	0
33	Galm	FR	39	0	35	0	4	0	0	0
34	Hölstein	BL	36	0	36	0	0	0	0	0
35	Pampigny	VD	36	0	36	0	0	0	0	0
36	Bonvillars	VD	37	0	37	0	0	0	0	0
37	Champagne	VD	35	0	35	0	0	0	0	0
38	Bevaix oben	NE	35	0	35	0	0	0	0	0
39	Bevaix unten	NE	37	0	37	0	0	0	0	0
40	Plan-les-Ouates	GE	36	0	36	0	0	0	0	0
41	Satigny	GE	40	0	40	0	0	0	0	0
42	Cavergno	TI	33	0	33	0	0	0	0	0
43	Caslano	TI	35	0	35	0	0	0	0	0
44	Merishausen	SH	37	0	37	0	0	0	0	0
45	Wilchingen	SH	62	0	62	0	0	0	0	0
46	Tamins	GR	36	0	36	0	0	0	0	0
47	Tomils	GR	38	0	38	0	0	0	0	0
48	Mesocco	GR	34	0	34	0	0	0	0	0
49	Bonfol	JU	36	0	36	0	0	0	0	0
50	Hölstein Exp	BL	18	0	18	0	0	0	0	0

**Tab. 8.** Mortalität Buchenstandorte der WDB 2022 inklusive Verluste durch Durchforstungen. Mortalität ist als gewichteter Durchschnittswert pro Standort berechnet. Tabelle wurde nach höchster Mortalität geordnet.

Untersuchungsfläche	Kanton	Anzahl	Gestorben	Lebend	Mortalität (%)	Durchforstung	Zwangsnutzung	Windwurf	Stammbruch
1 Boncourt	JU	11	3	8	27	0	0	0	0
2 Lugnez	JU	10	1	8	10	0	1	0	0
3 Biel unten	BE	46	3	41	7	0	0	1	1
4 Hauenstein	SO	60	2	58	3	0	0	0	0
5 Champagne	VD	67	2	60	3	1	3	0	1
6 Rickenbach	BL	70	2	68	3	0	0	0	0
7 Birsfelden	BL	51	1	50	2	0	0	0	0
8 Chrischona	BS	60	1	57	2	0	1	0	1
9 Rothenfluh Mn-Mangel	BL	61	1	60	2	0	0	0	0
10 Carona	TI	73	1	72	1	0	0	0	0
11 L. Erlen alt	BS	15	0	15	0	0	0	0	0
12 Riehen Maienbühl	BS	69	0	69	0	0	0	0	0
13 Riehen Mittelberg	BS	73	0	73	0	0	0	0	0
14 Riehen Ausserberg	BS	58	0	58	0	0	0	0	0
15 Allschwil	BL	60	0	60	0	0	0	0	0
16 Biel-Benken	BL	71	0	71	0	0	0	0	0
17 Therwil	BL	62	0	62	0	0	0	0	0
18 Muttentz unten	BL	58	0	58	0	0	0	0	0
19 Muttentz oben	BL	55	0	54	0	0	0	0	1
20 Lauwil	BL	54	0	49	0	5	0	0	0
21 Zunzgen	BL	73	0	72	0	0	0	0	1
22 Bennwil	BL	61	0	61	0	0	0	0	0
23 Oberbölchen	BL	66	0	66	0	0	0	0	0
24 Sissach	BL	49	0	49	0	0	0	0	0
25 Rünenberg	BL	69	0	66	0	0	3	0	0
26 Rothenfluh	BL	65	0	65	0	0	0	0	0
27 Oltingen	BL	78	0	78	0	0	0	0	0
28 Liesberg	BL	68	0	68	0	0	0	0	0
29 Brislach	BL	64	0	64	0	0	0	0	0
30 Rodersdorf	SO	65	0	65	0	0	0	0	0
31 Büsserach	SO	71	0	71	0	0	0	0	0
32 Breitenbach	SO	53	0	53	0	0	0	0	0
33 Grenchenberg	SO	88	0	88	0	0	0	0	0
34 Aeschi	SO	62	0	61	0	0	0	0	1
35 Mühledorf	SO	63	0	63	0	0	0	0	0
36 Metzleren neu	SO	69	0	69	0	0	0	0	0
37 Himmelried neu	SO	66	0	66	0	0	0	0	0
38 Gempnen neu	SO	77	0	77	0	0	0	0	0
39 Olsberg	AG	61	0	61	0	0	0	0	0
40 Möhlin Unterforst neu	AG	71	0	71	0	0	0	0	0
41 Möhl Sonnenberg 5.Str.	AG	67	0	67	0	0	0	0	0
42 Ittenthal	AG	61	0	61	0	0	0	0	0
43 Mellikon	AG	34	0	33	0	1	0	0	0
44 Zofingen	AG	62	0	62	0	0	0	0	0
45 Muri	AG	29	0	28	0	0	0	1	0
46 Habsburg	AG	70	0	70	0	0	0	0	0
47 Habsburg Kontrolle	AG	57	0	57	0	0	0	0	0
48 Rafz	ZH	54	0	41	0	13	0	0	0
49 Höri	ZH	69	0	69	0	0	0	0	0
50 Winterthur	ZH	58	0	58	0	0	0	0	0
51 Brütten	ZH	58	0	58	0	0	0	0	0
52 Wallisellen	ZH	50	0	47	0	2	0	1	0
53 Zürichberg	ZH	64	0	63	0	1	0	0	0
54 Albis	ZH	67	0	53	0	13	1	0	0
55 Hinwil	ZH	61	0	61	0	0	0	0	0
56 Bachtel	ZH	47	0	47	0	0	0	0	0
57 Männedorf	ZH	59	0	59	0	0	0	0	0
58 Teufen	ZH	67	0	67	0	0	0	0	0
59 Wangen	ZH	67	0	67	0	0	0	0	0
60 Zugerberg Hintergeissboden	ZG	59	0	59	0	0	0	0	0
61 Zugerberg Vordergeissboden	ZG	66	0	66	0	0	0	0	0
62 Aarwangen	BE	65	0	65	0	0	0	0	0
63 Friesenberg	BE	75	0	75	0	0	0	0	0
64 Aeschau	BE	57	0	57	0	0	0	0	0
65 Innertkirchen	BE	76	0	76	0	0	0	0	0
66 Steckborn	TG	79	0	79	0	0	0	0	0
67 Bichelsee	TG	76	0	76	0	0	0	0	0
68 Mettendorf	TG	61	0	61	0	0	0	0	0
69 Oberschrot	FR	65	0	65	0	0	0	0	0
70 Faido	TI	64	0	64	0	0	0	0	0
71 Sagno	TI	63	0	61	0	0	1	0	1
72 Novaggio	TI	70	0	70	0	0	0	0	0
73 Rivera	TI	79	0	79	0	0	0	0	0
74 Schwende	AI	82	0	82	0	0	0	0	0
75 Les Verrières	NE	60	0	60	0	0	0	0	0
76 Bonfol	JU	78	0	78	0	0	0	0	0
77 Goumois	JU	82	0	82	0	0	0	0	0
78 Bubendorf neu	BL	69	0	69	0	0	0	0	0
79 Gelfingen	LU	71	0	71	0	0	0	0	0
80 Sempach	LU	72	0	72	0	0	0	0	0
81 Stans	NW	58	0	58	0	0	0	0	0
82 Giswil	OW	67	0	67	0	0	0	0	0
83 Wangen SZ	SZ	49	0	49	0	0	0	0	0
84 Twann	BE	71	0	71	0	0	0	0	0
85 Hölstein Exp	BL	53	0	52	0	1	0	0	0
86 Bachs	ZH	122	0	122	0	0	0	0	0
87 Coeve	JU	11	0	11	0	0	0	0	0

**Tab. 9.** Mortalität Fichtenstandorte der WDB 2022 inklusive Verluste durch Durchforstungen. Mortalität und Borkenkäfer sind als gewichtete Durchschnittswerte pro Standort berechnet. Tabelle wurde nach höchster Mortalität geordnet.

	Untersuchungsfläche	Kanton	Anzahl	Gestorben	Lebend	Mortalität (%)	Borkenkäfer (%)	Durchforstung	Zwangsnutzung	Windwurf	Stammbruch
1	Rafz	ZH	141	134	0	95	15	0	0	3	4
2	Bachtel Fi	ZH	60	12	48	20	20	0	0	0	0
3	Silenen	UR	72	12	48	17	17	12	0	0	0
4	Erlenbach Nordhang	BE	63	9	54	14	5	0	0	0	0
5	Sagno	TI	37	4	33	11	11	0	0	0	0
6	La Brévine	NE	63	3	60	5	3	0	0	0	0
7	Wangen	ZH	49	2	43	4	4	3	1	0	0
8	Zürichberg	ZH	39	1	37	3	3	1	0	0	0
9	Wallisellen	ZH	52	1	47	2	2	3	0	0	1
10	Allschwil	BL	54	1	52	2	2	1	0	0	0
11	Grenchenberg	SO	62	1	61	2	2	0	0	0	0
12	Evolène	VS	63	1	62	2	2	0	0	0	0
13	Himmelried neu	SO	63	1	62	2	2	0	0	0	0
14	Le Châtelard	FR	89	1	58	1	0	30	0	0	0
15	Menzingen	ZG	125	1	124	1	0	0	0	0	0
16	Therwil	BL	21	0	21	0	0	0	0	0	0
17	Brislach	BL	59	0	59	0	0	0	0	0	0
18	Büsserach	SO	75	0	73	0	0	2	0	0	0
19	Hauenstein	SO	70	0	70	0	0	0	0	0	0
20	Aeschi	SO	41	0	41	0	0	0	0	0	0
21	Mühledorf	SO	54	0	54	0	0	0	0	0	0
22	Möhlin Unterforst	AG	30	0	30	0	0	0	0	0	0
23	Mellikon	AG	32	0	31	0	0	0	0	0	1
24	Zofingen	AG	40	0	40	0	0	0	0	0	0
25	Habsburg Kontrolle	AG	60	0	60	0	0	0	0	0	0
26	Brütten	ZH	53	0	47	0	0	5	0	1	0
27	Albis	ZH	46	0	39	0	0	7	0	0	0
28	Hinwil	ZH	61	0	61	0	0	0	0	0	0
29	Männedorf	ZH	58	0	58	0	0	0	0	0	0
30	Zugerberg Hintergeissboden	ZG	60	0	60	0	0	0	0	0	0
31	Zugerberg Vordergeissboden	ZG	43	0	42	0	0	1	0	0	0
32	Busswil	BE	68	0	68	0	0	0	0	0	0
33	Courtelayr	BE	57	0	57	0	0	0	0	0	0
34	Frienisberg	BE	69	0	69	0	0	0	0	0	0
35	Scheidwald unten	BE	60	0	57	0	0	0	3	0	0
36	Erlenbach Südhang	BE	71	0	71	0	0	0	0	0	0
37	Jaunpass	BE	74	0	74	0	0	0	0	0	0
38	Wengernalp	BE	74	0	74	0	0	0	0	0	0
39	Krattigen	BE	57	0	57	0	0	0	0	0	0
40	Aeschau	BE	34	0	34	0	0	0	0	0	0
41	Innertkirchen	BE	65	0	65	0	0	0	0	0	0
42	Romanshorn	TG	56	0	56	0	0	0	0	0	0
43	Braunau	TG	76	0	76	0	0	0	0	0	0
44	Bichelsee	TG	70	0	70	0	0	0	0	0	0
45	Mettendorf	TG	57	0	57	0	0	0	0	0	0
46	Oberschrot	FR	65	0	65	0	0	0	0	0	0
47	Faido	TI	61	0	61	0	0	0	0	0	0
48	Lurengo	TI	36	0	36	0	0	0	0	0	0
49	Cademario	TI	85	0	85	0	0	0	0	0	0
50	Waldiberg	UR	62	0	62	0	0	0	0	0	0
51	Riggstäfeli	UR	70	0	70	0	0	0	0	0	0
52	Rötiboden	UR	70	0	70	0	0	0	0	0	0
53	Klosters	GR	59	0	59	0	0	0	0	0	0
54	Davos	GR	80	0	80	0	0	0	0	0	0
55	Alvaneu	GR	106	0	106	0	0	0	0	0	0
56	Santa Maria	GR	69	0	69	0	0	0	0	0	0
57	Stampa	GR	67	0	67	0	0	0	0	0	0
58	Appenzell	AI	77	0	77	0	0	0	0	0	0
59	Les Verrières	NE	58	0	58	0	0	0	0	0	0
60	Grosswangen	LU	75	0	75	0	0	0	0	0	0
61	Beromünster	LU	48	0	48	0	0	0	0	0	0
62	Bürglen	UR	69	0	69	0	0	0	0	0	0
63	Tschlin	GR	60	0	60	0	0	0	0	0	0
64	Ramosch	GR	60	0	60	0	0	0	0	0	0
65	Brusio	GR	70	0	70	0	0	0	0	0	0
66	Hölstein Exp	BL	34	0	34	0	0	0	0	0	0
67	Wangen K-Dün	ZH	21	0	20	0	0	1	0	0	0

# 14 | Bonitierung Einzelstandorte

## 14.1 Bonitierung Programmkanton AG

### 14.1.1 Buchen

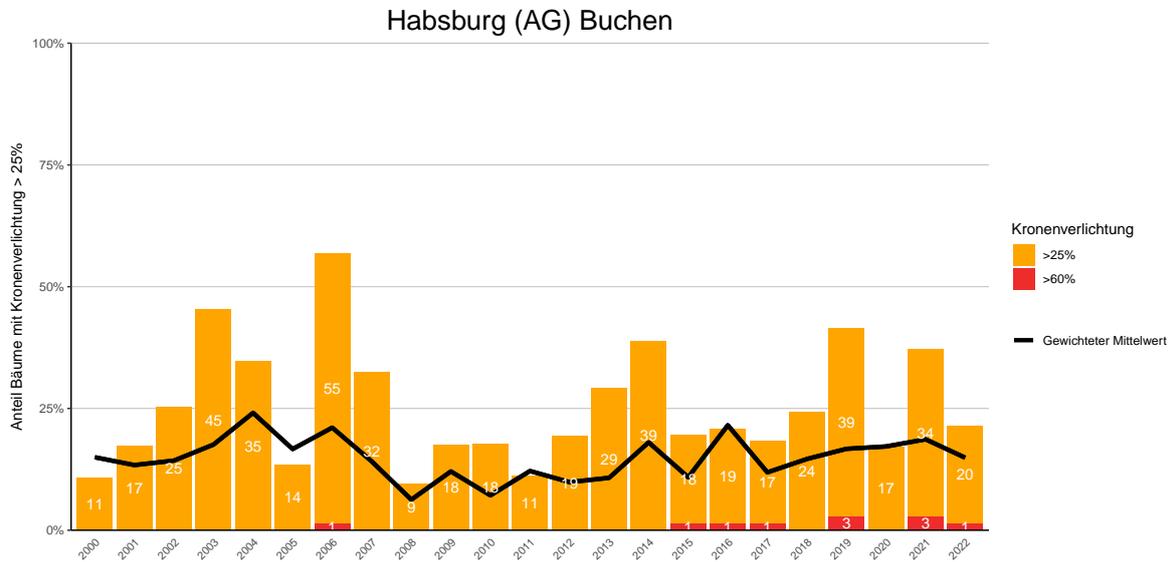


Abb. 85. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

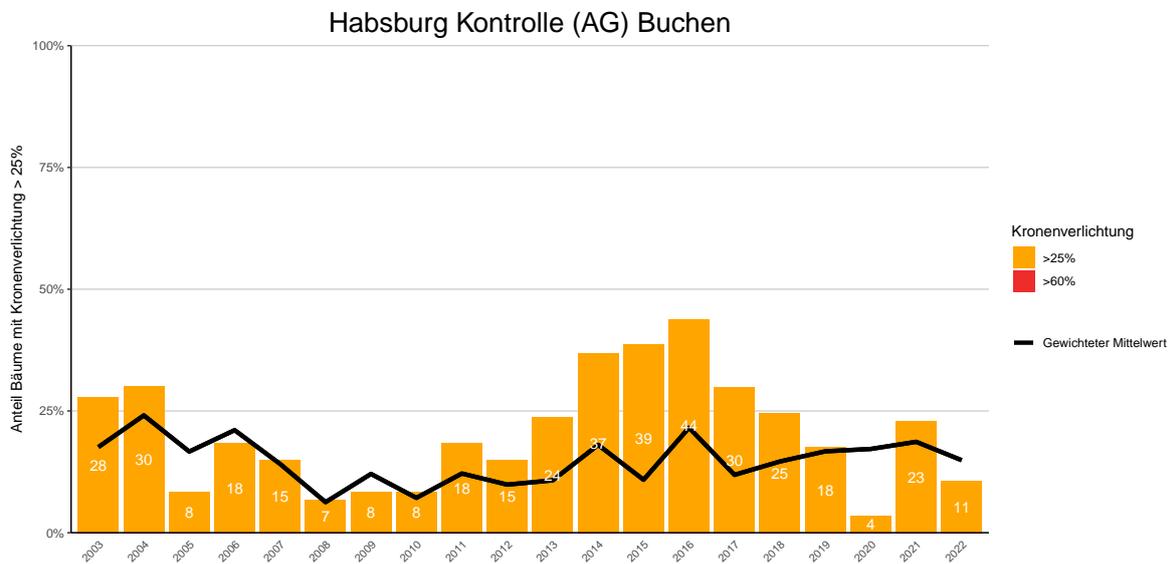
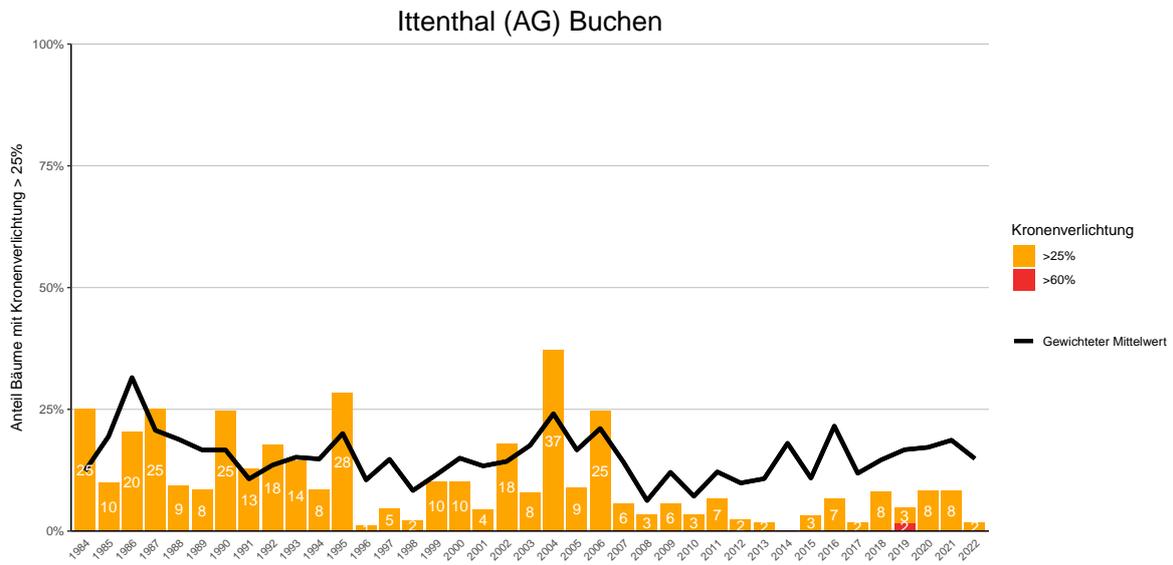
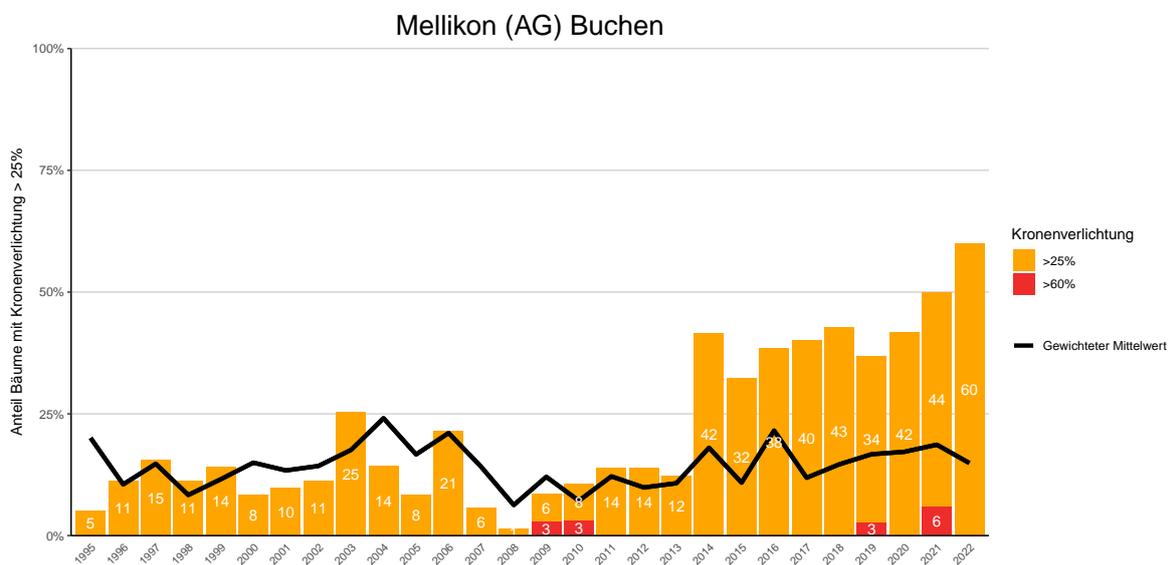


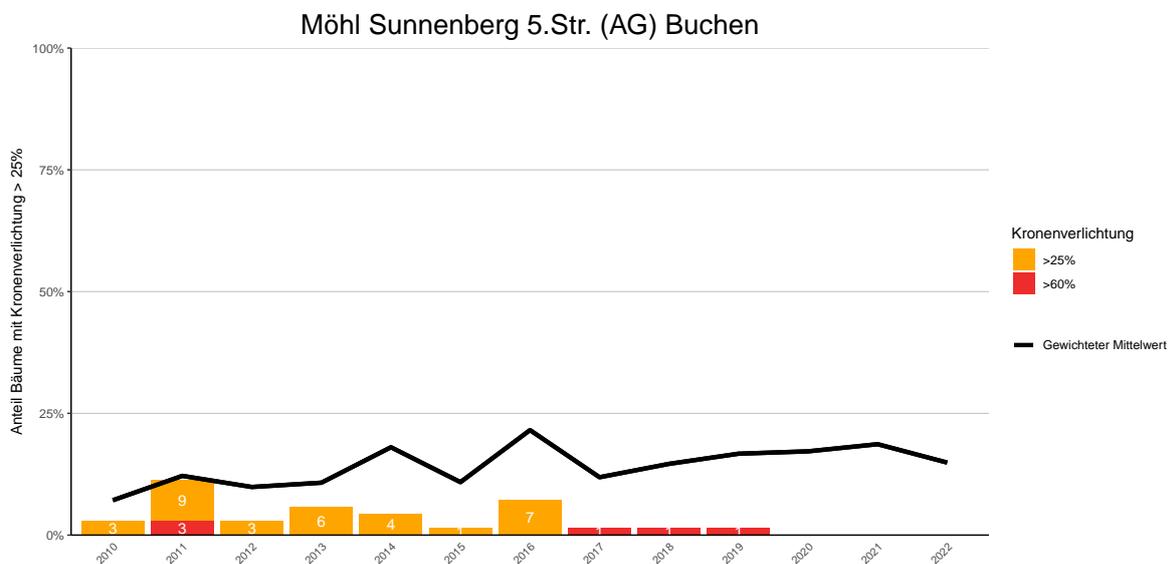
Abb. 86. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



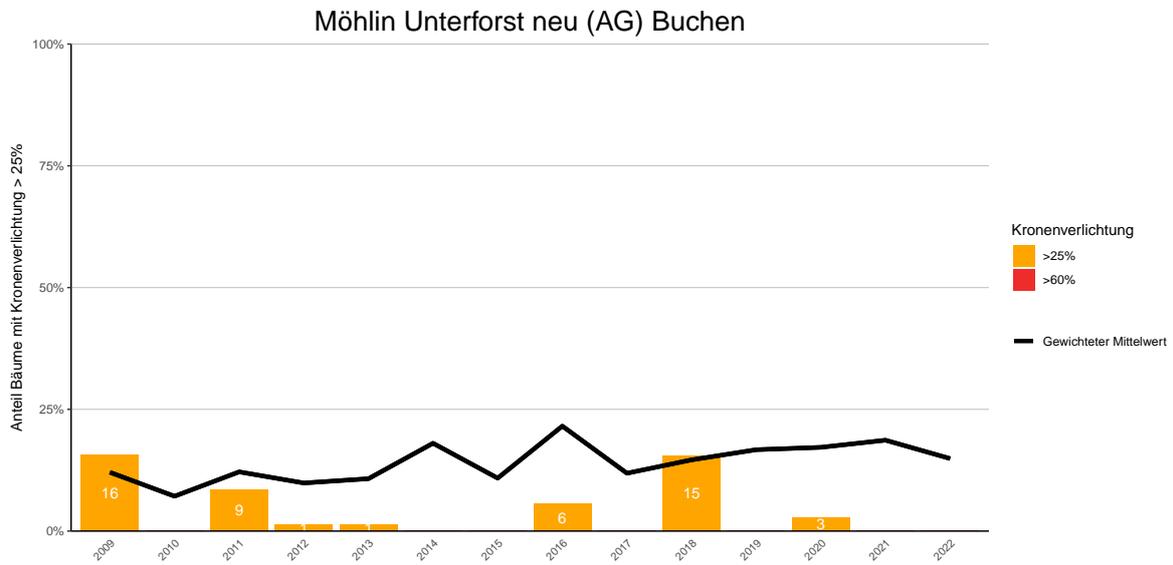
**Abb. 87.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



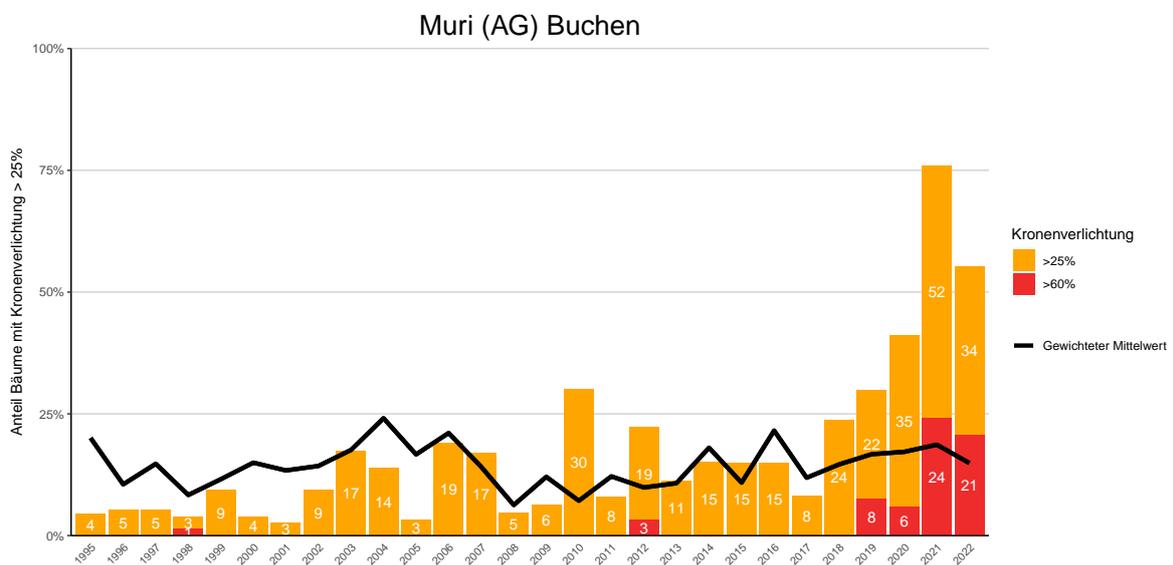
**Abb. 88.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



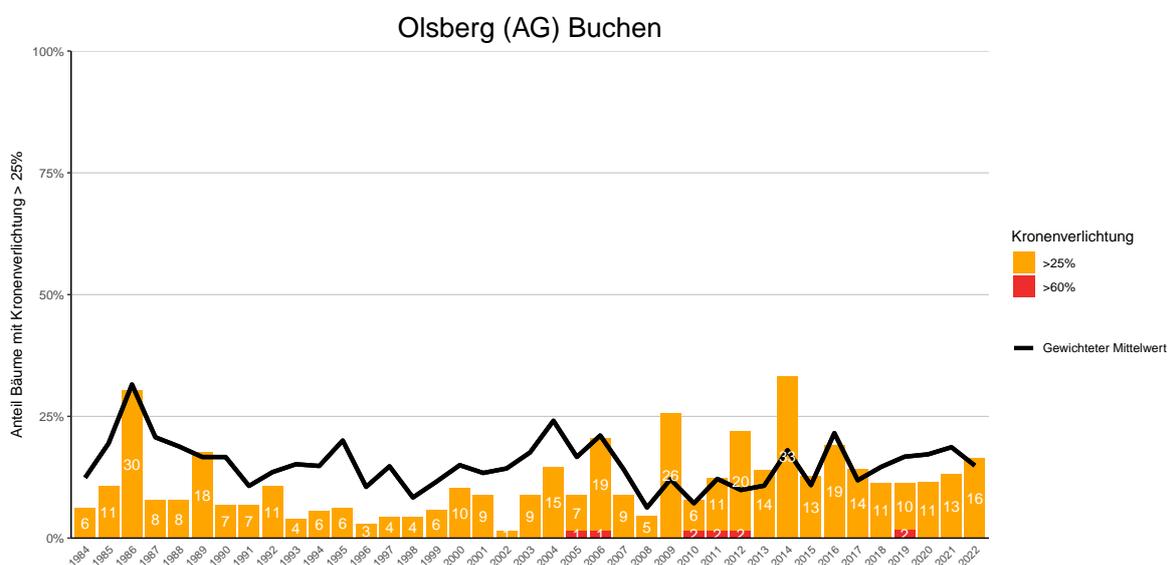
**Abb. 89.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



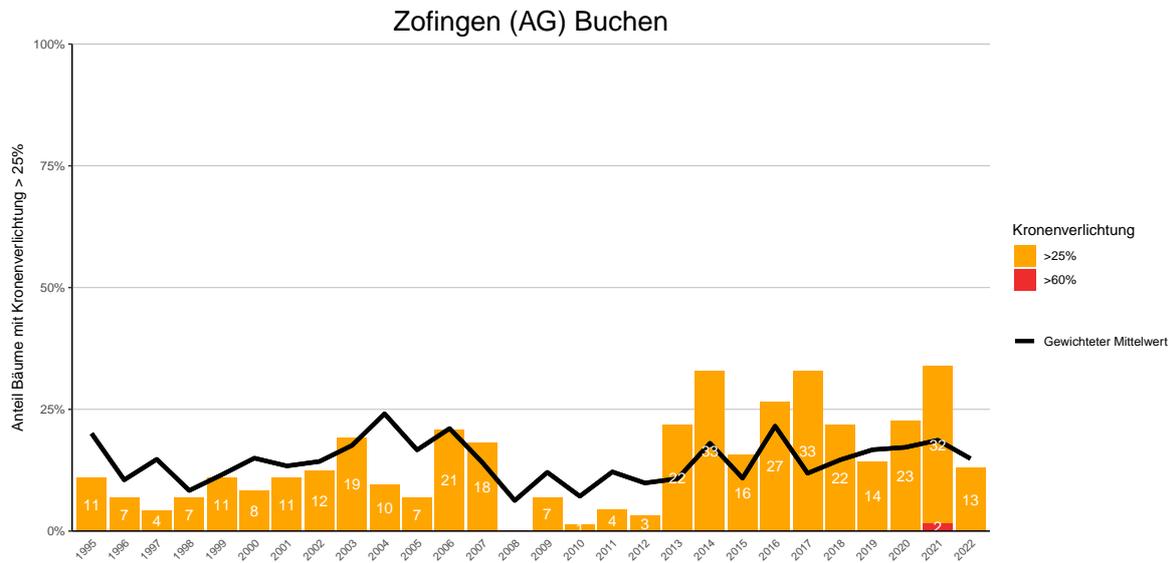
**Abb. 90.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 91.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

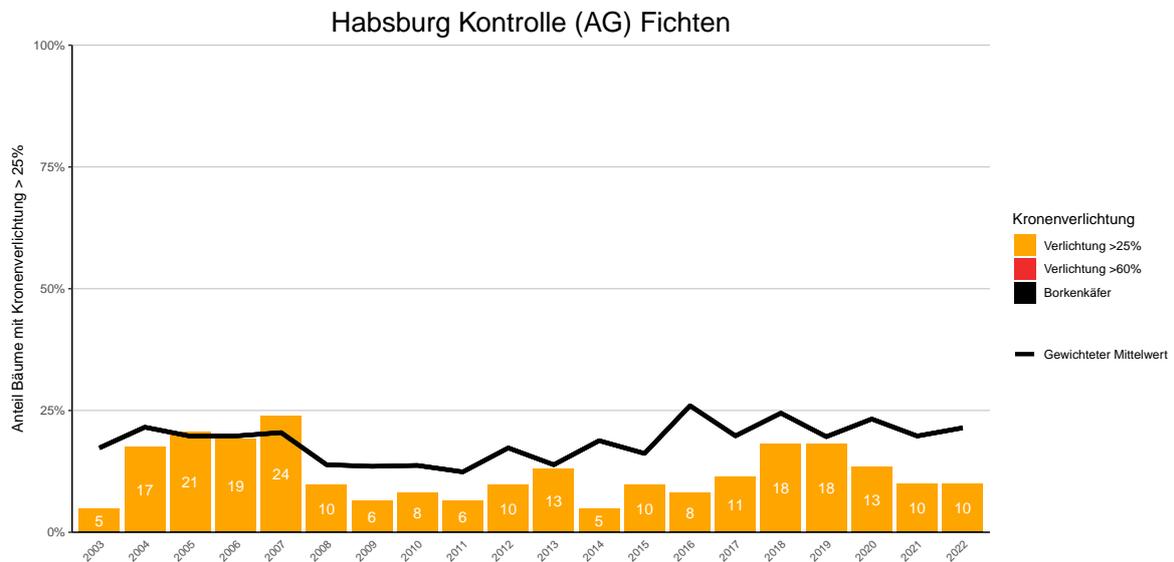


**Abb. 92.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

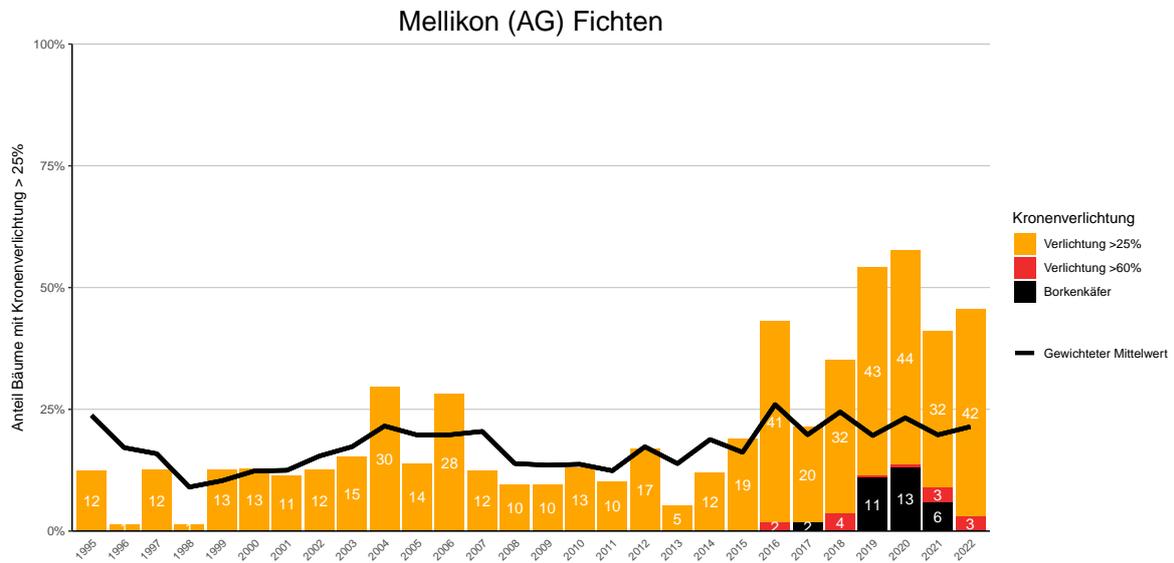


**Abb. 93.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

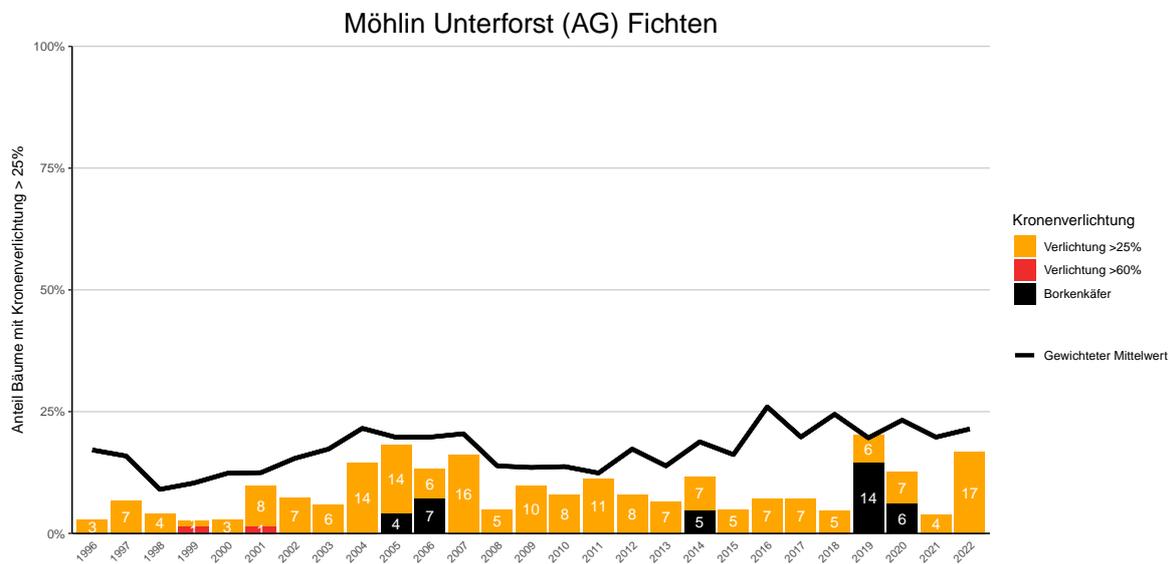
### 14.1.2 Fichten



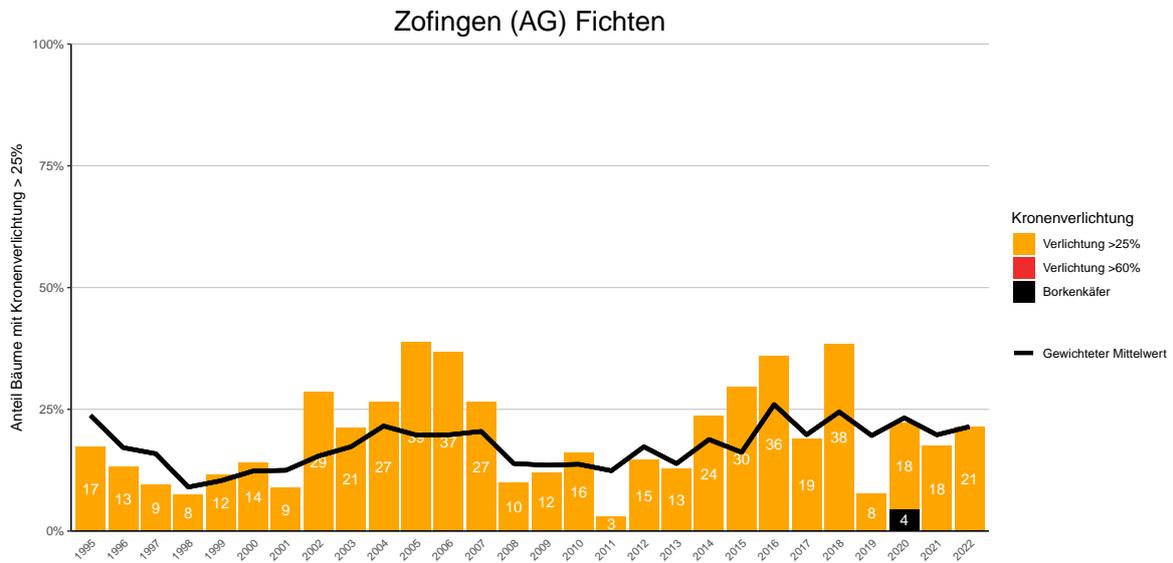
**Abb. 94.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 95.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

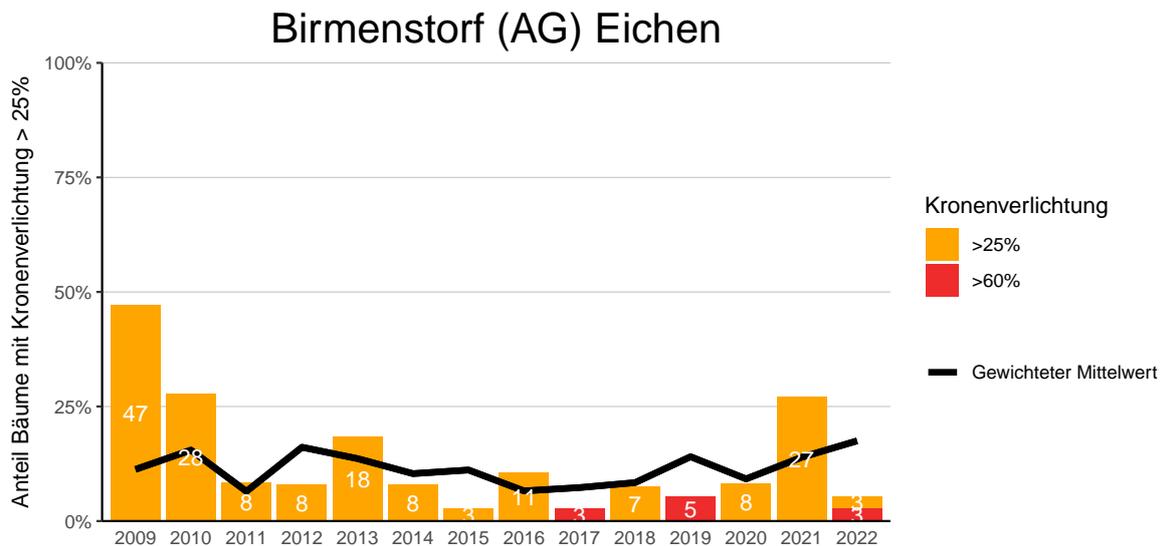


**Abb. 96.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 97.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

### 14.1.3 Eichen



**Abb. 98.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Habsburg (AG) Eichen

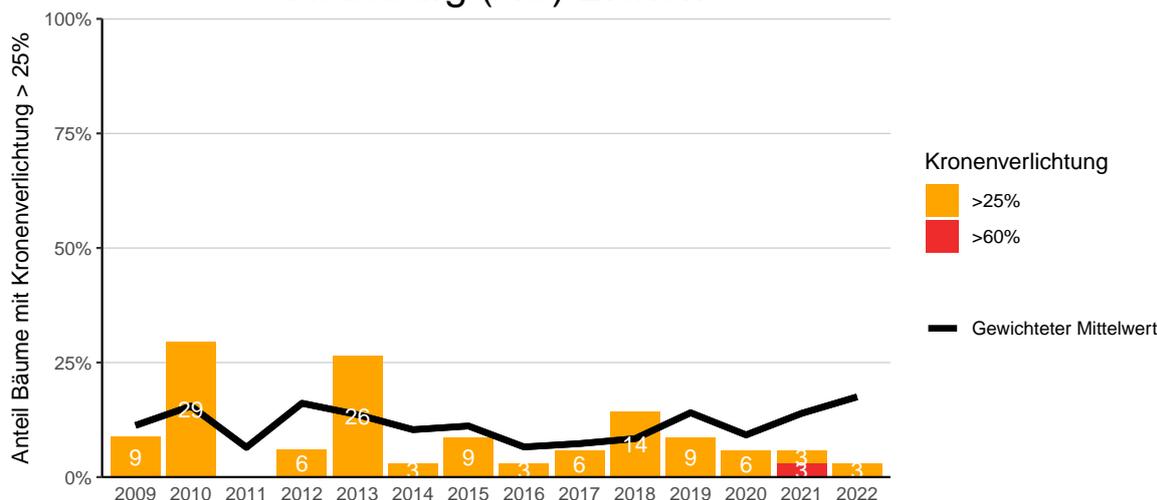


Abb. 99. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Möhlin Unterforst (AG) Eichen



Abb. 100. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Schneisingen (AG) Eichen

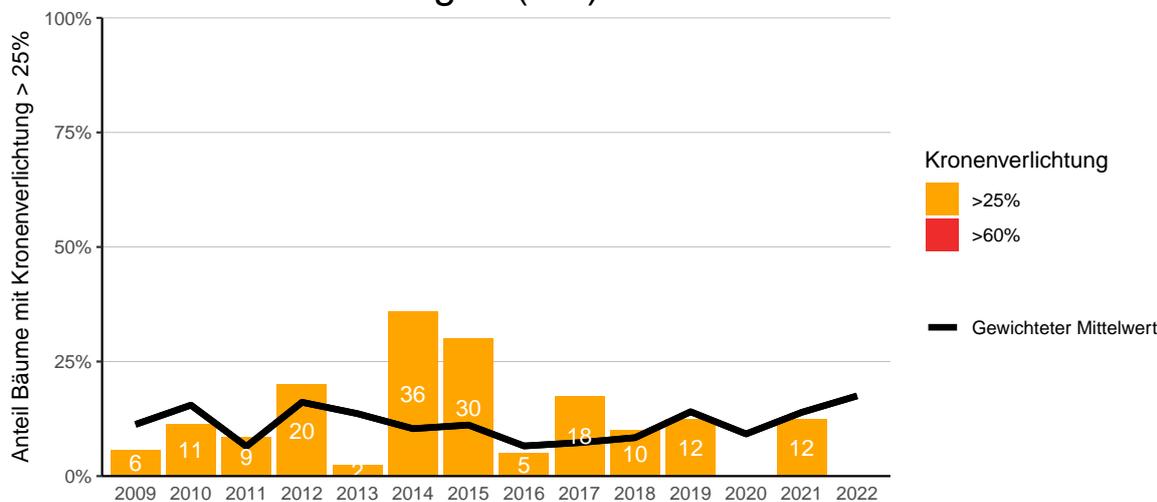


Abb. 101. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## 14.2 Bonitierung Programmkanton BL

### 14.2.1 Buchen

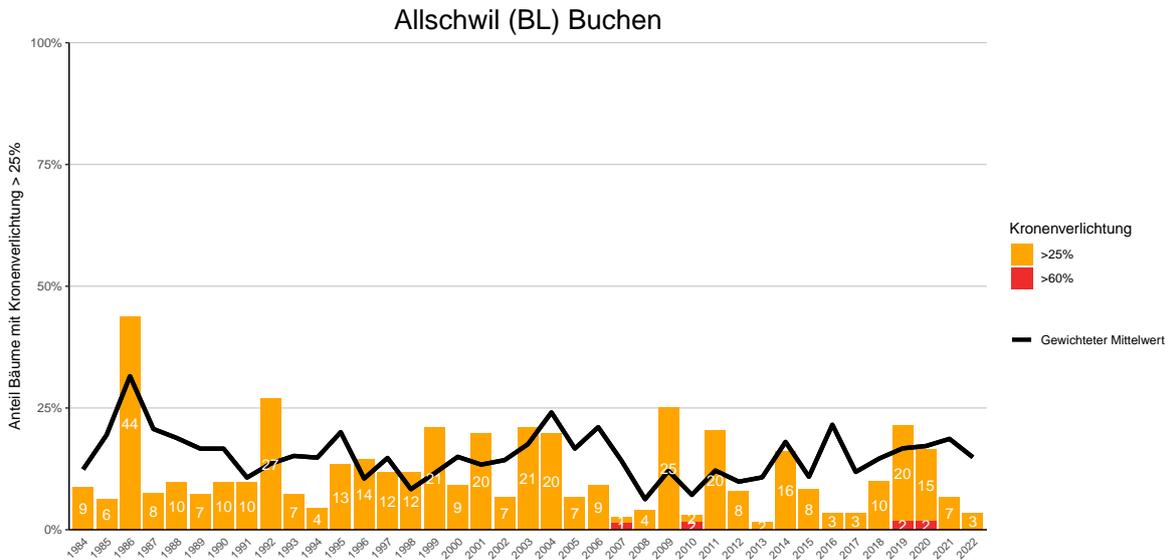


Abb. 102. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

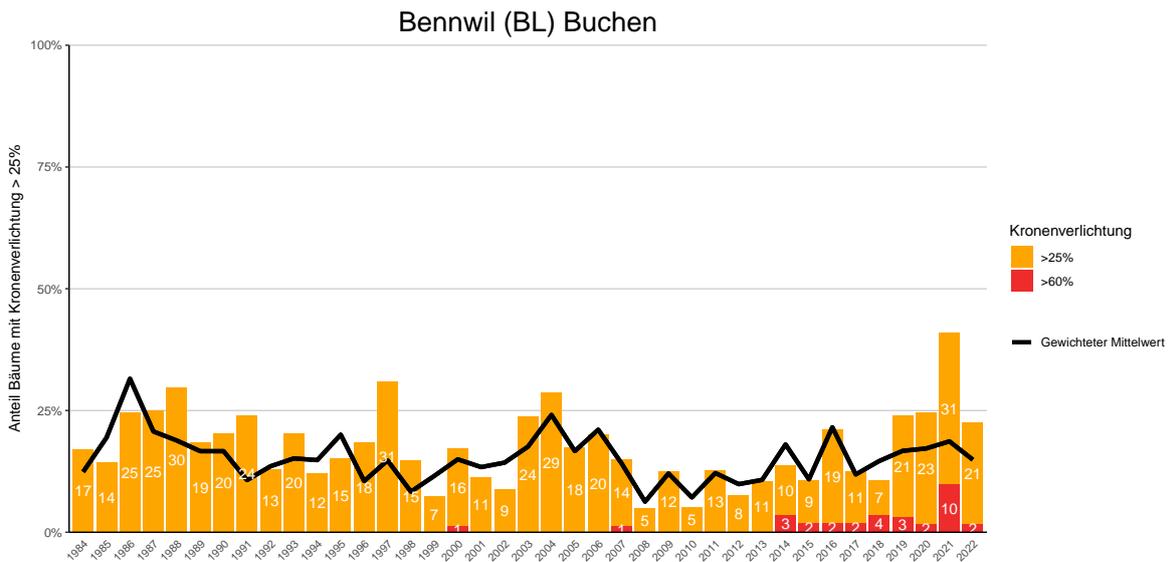
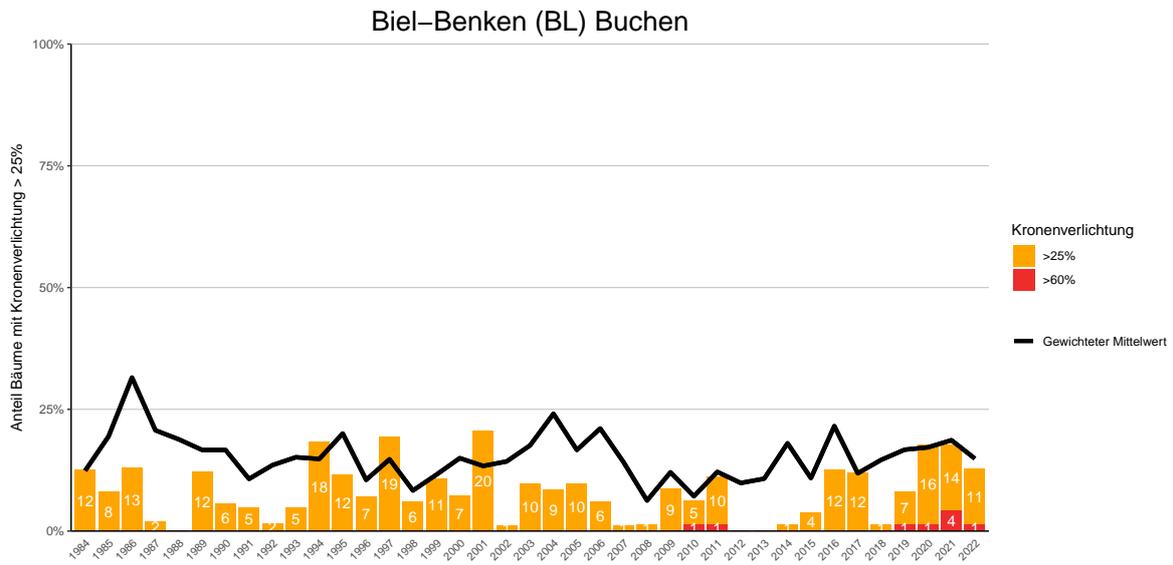
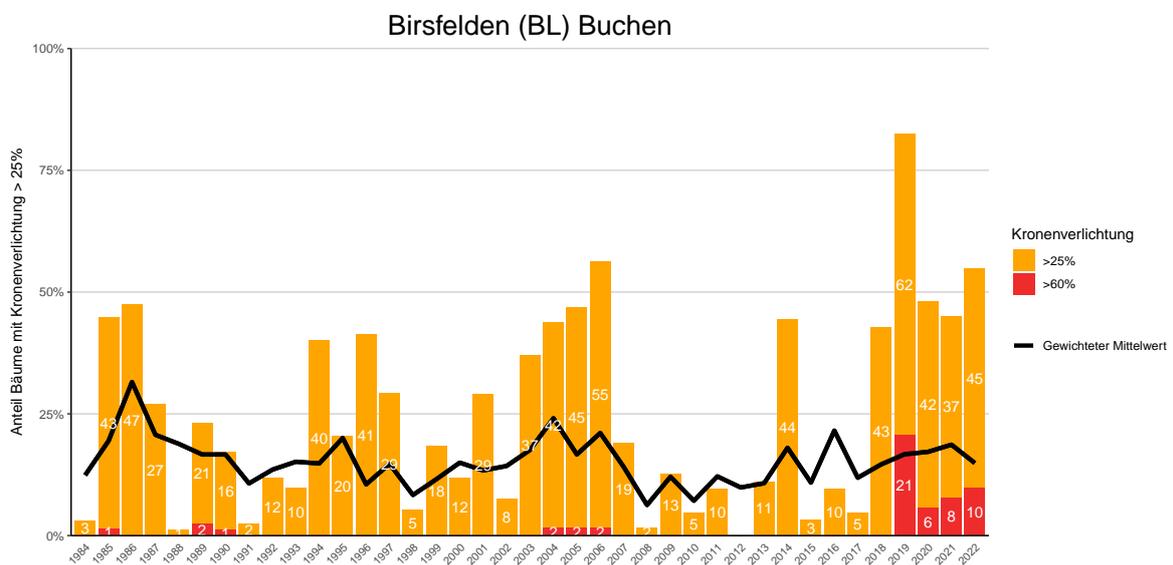


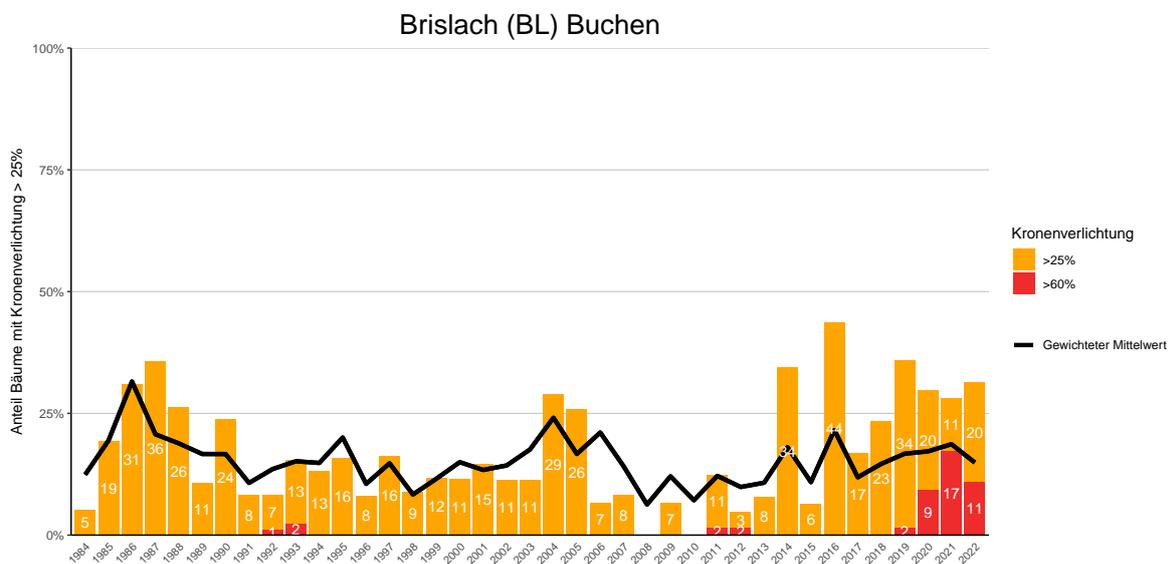
Abb. 103. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



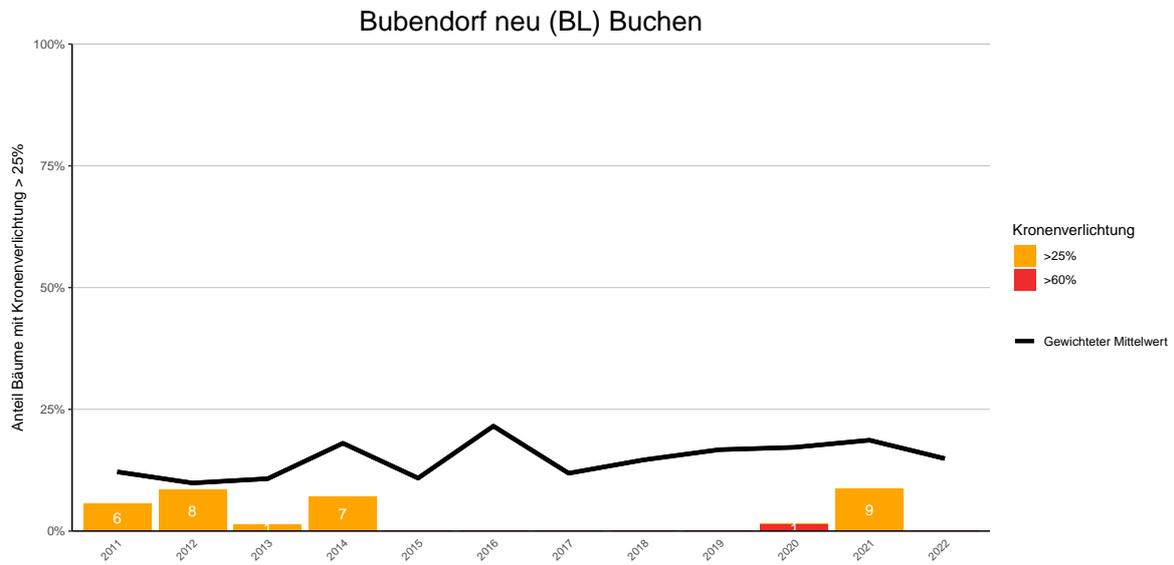
**Abb. 104.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



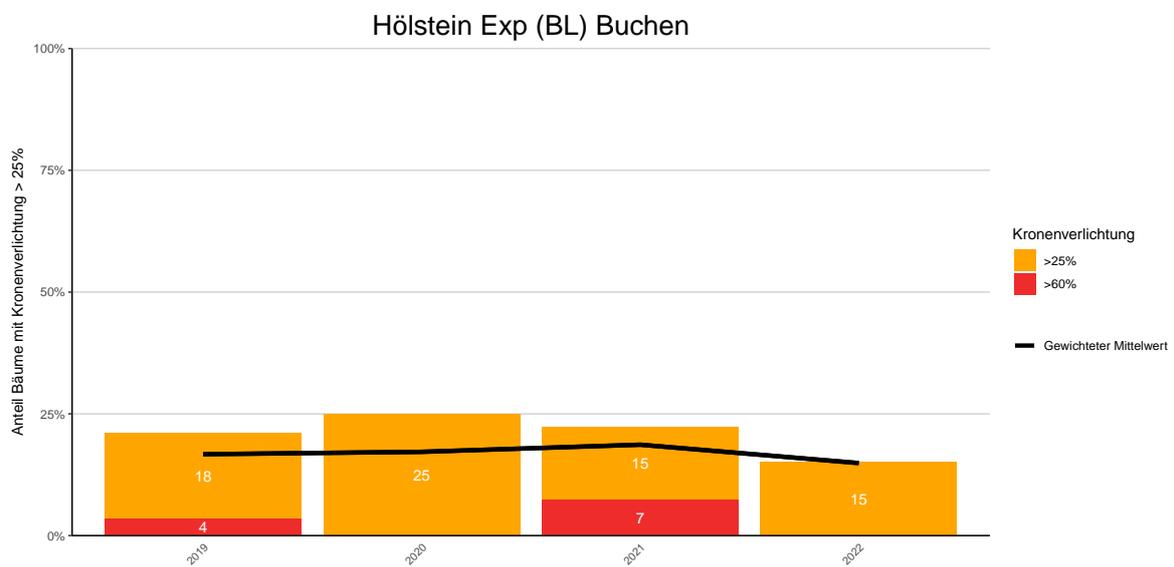
**Abb. 105.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



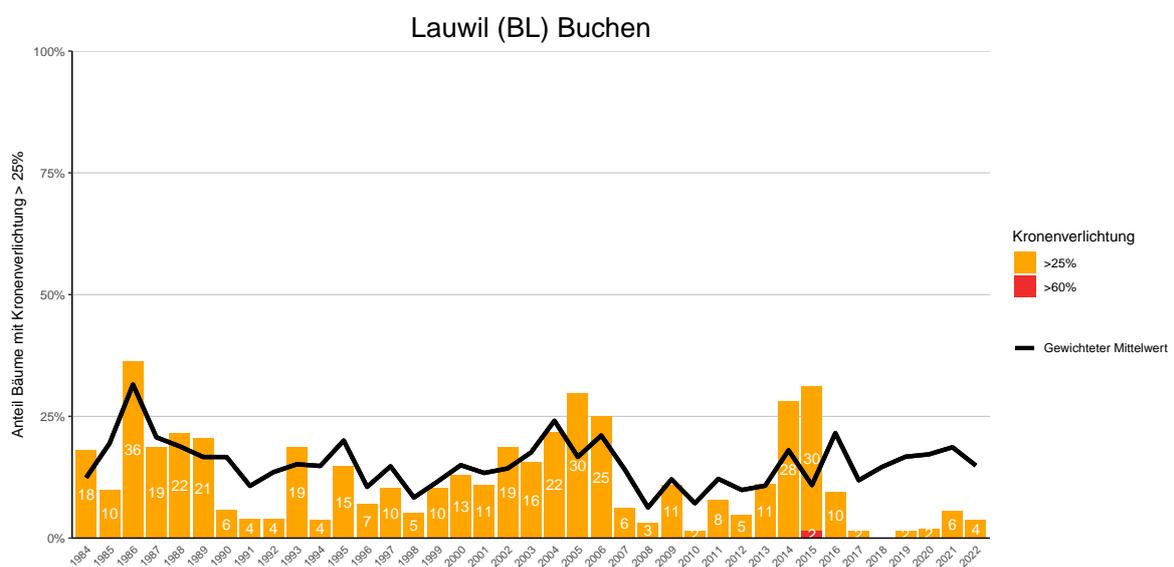
**Abb. 106.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



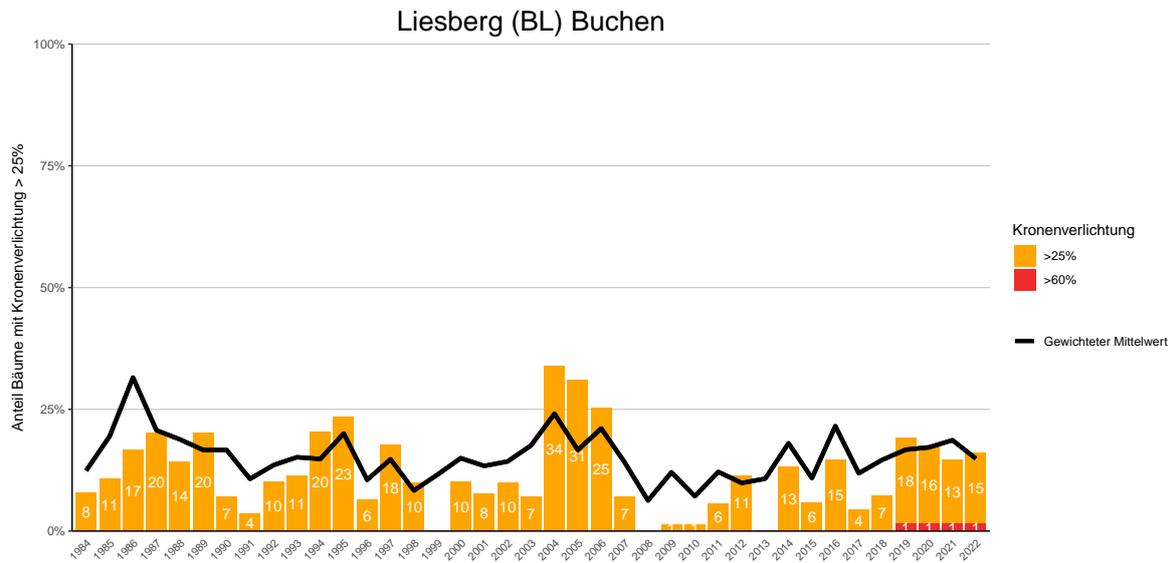
**Abb. 107.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



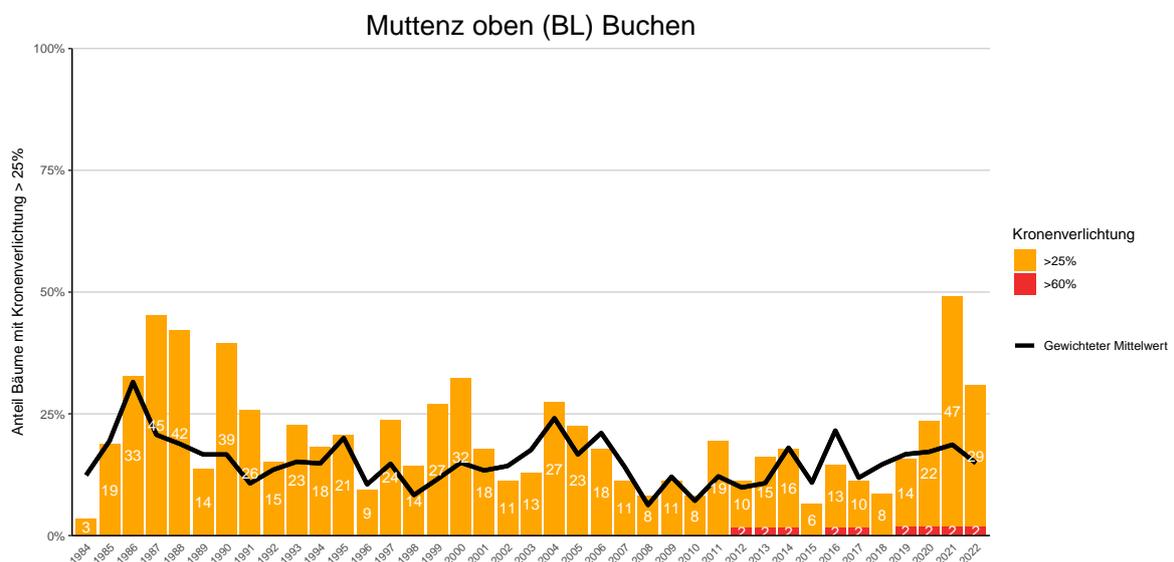
**Abb. 108.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



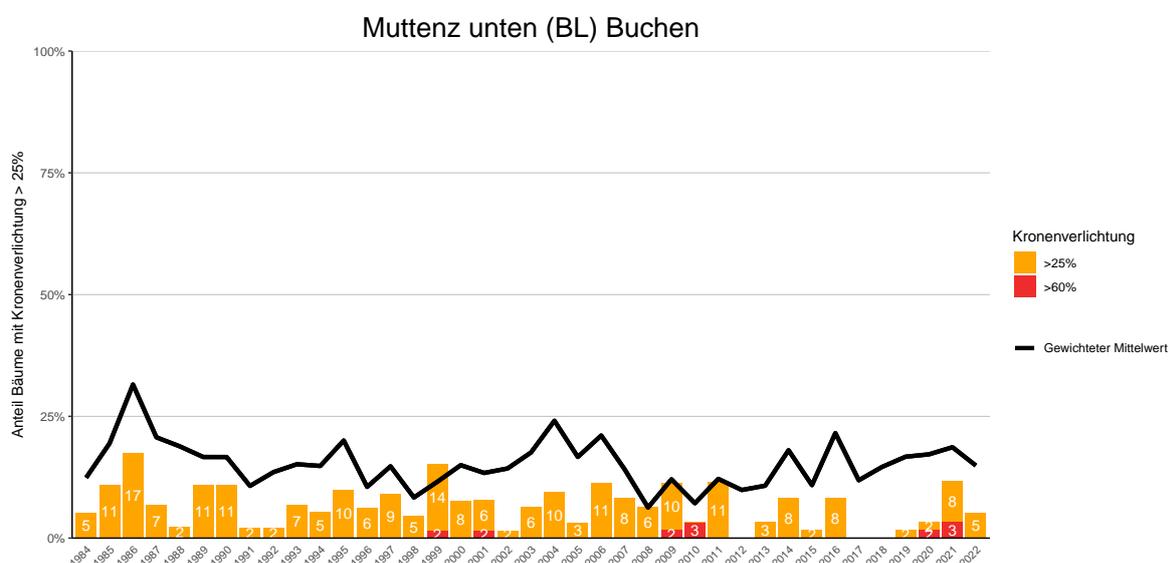
**Abb. 109.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



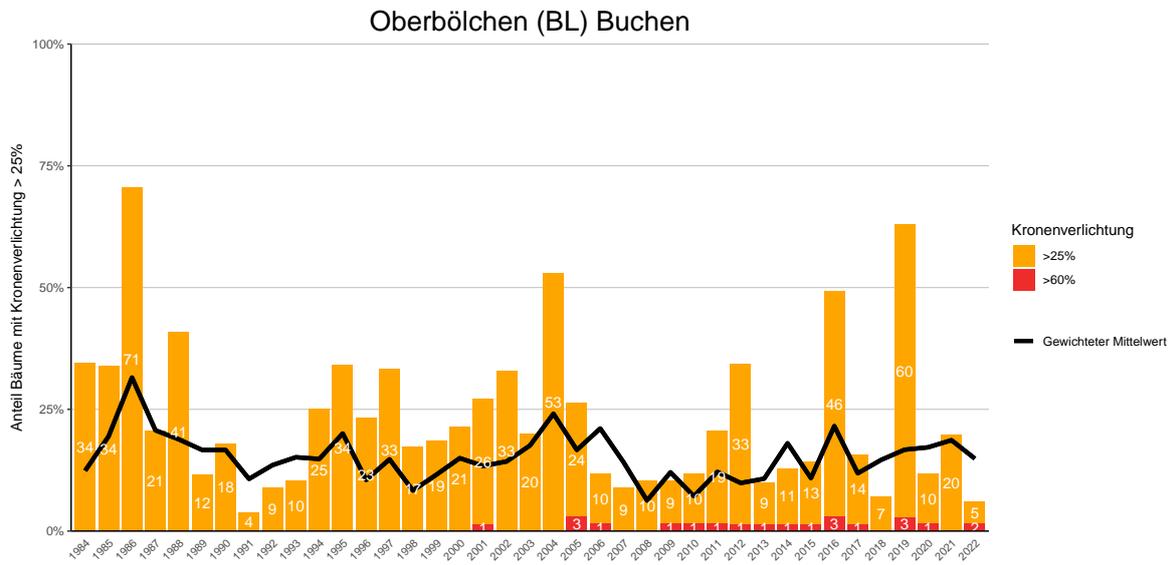
**Abb. 110.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



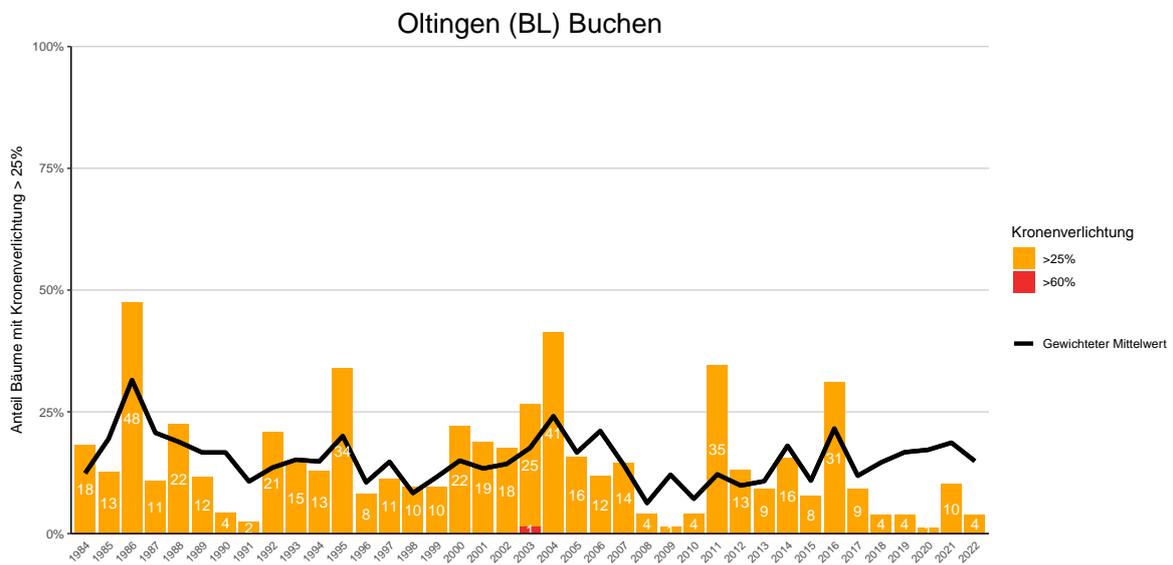
**Abb. 111.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



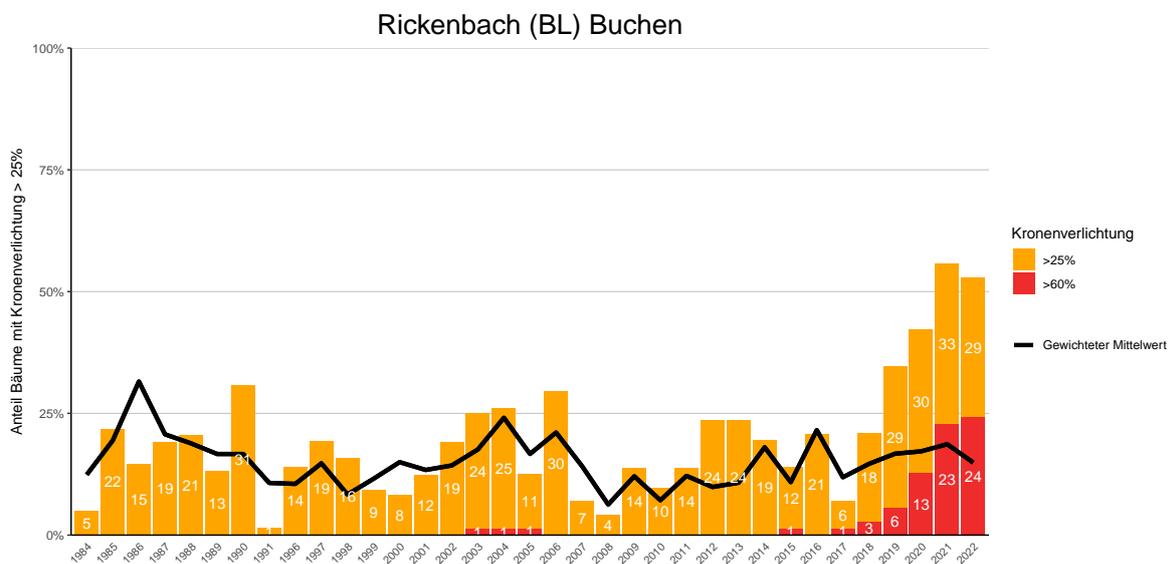
**Abb. 112.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



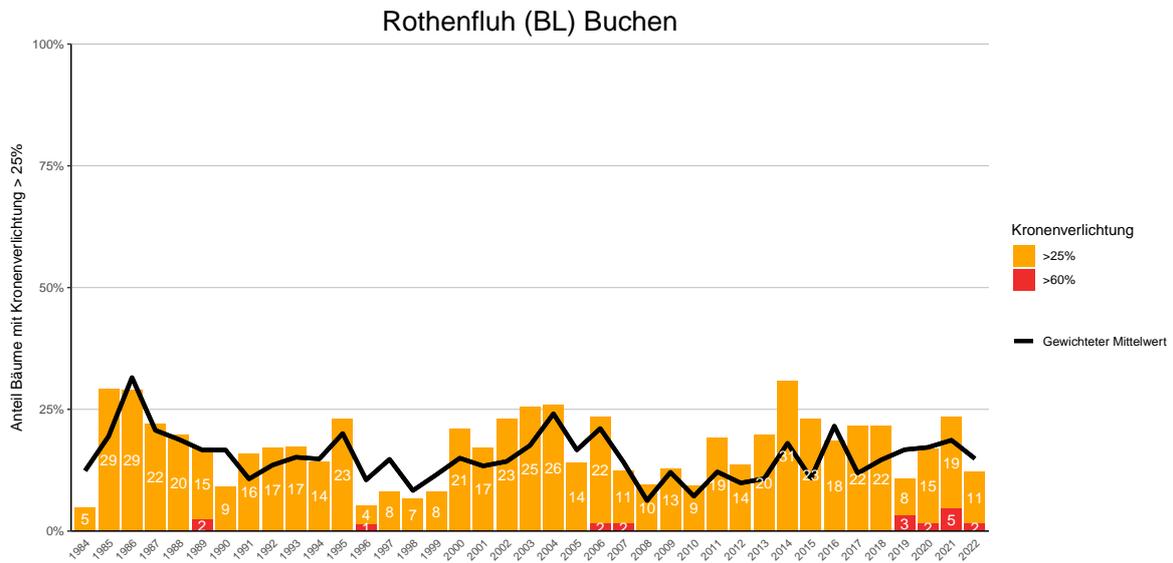
**Abb. 113.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



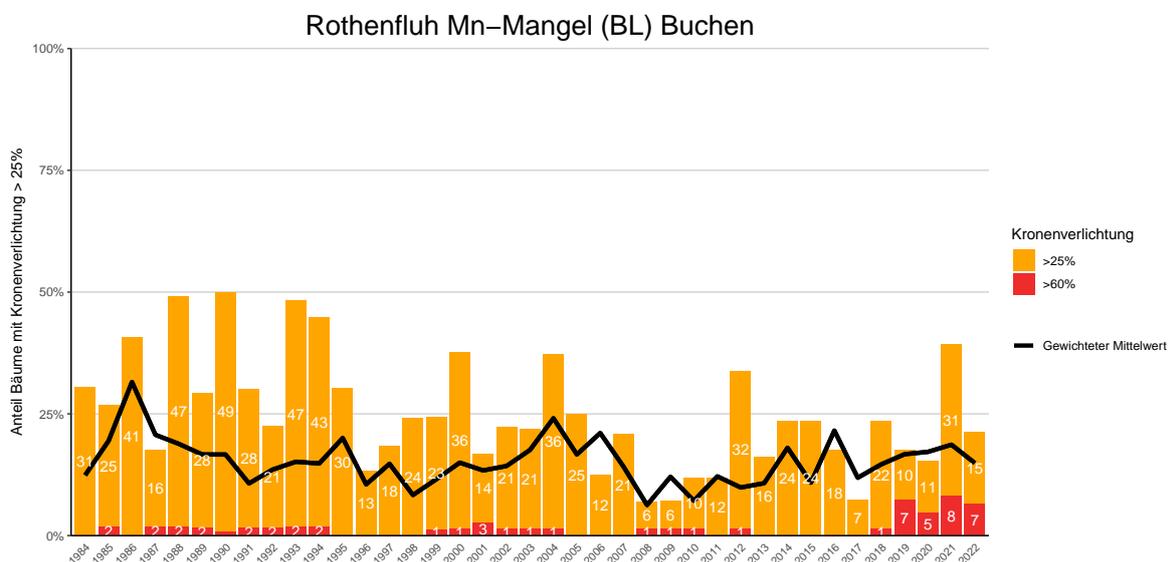
**Abb. 114.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



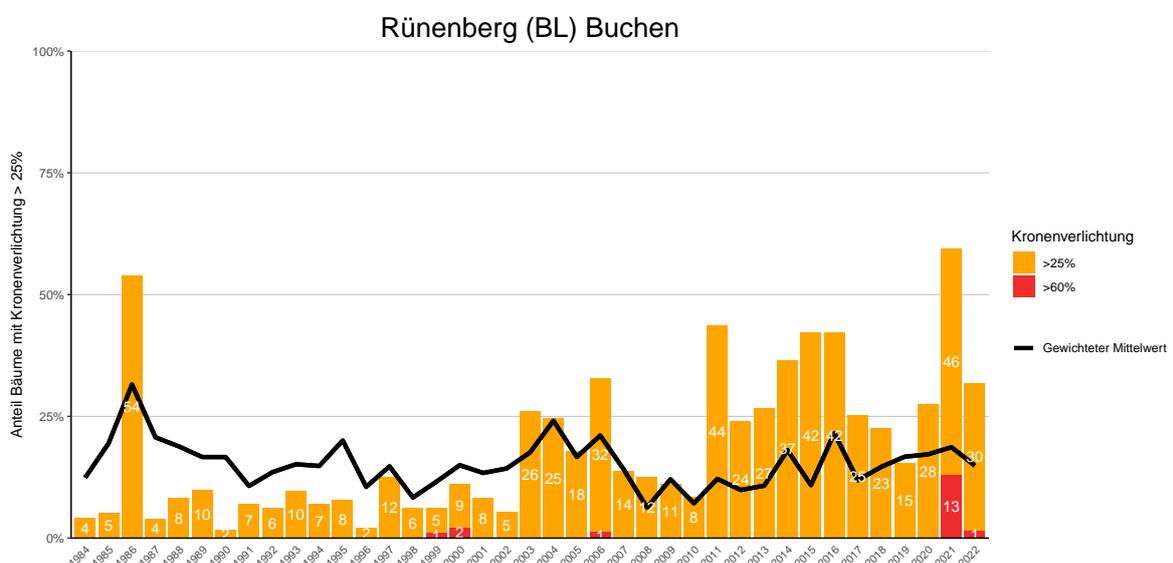
**Abb. 115.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 116.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 117.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 118.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

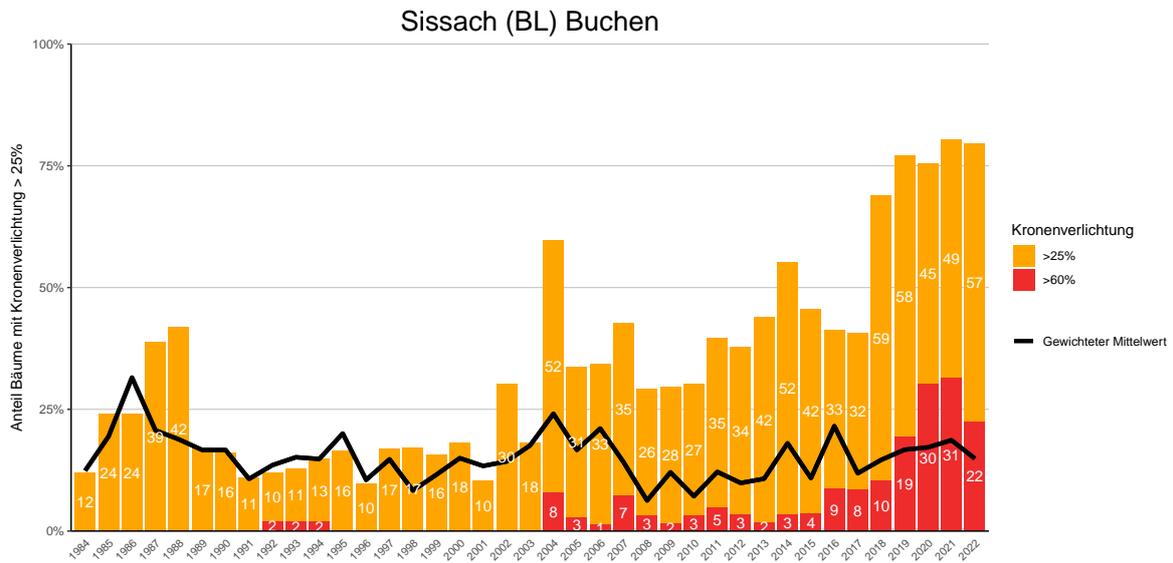


Abb. 119. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

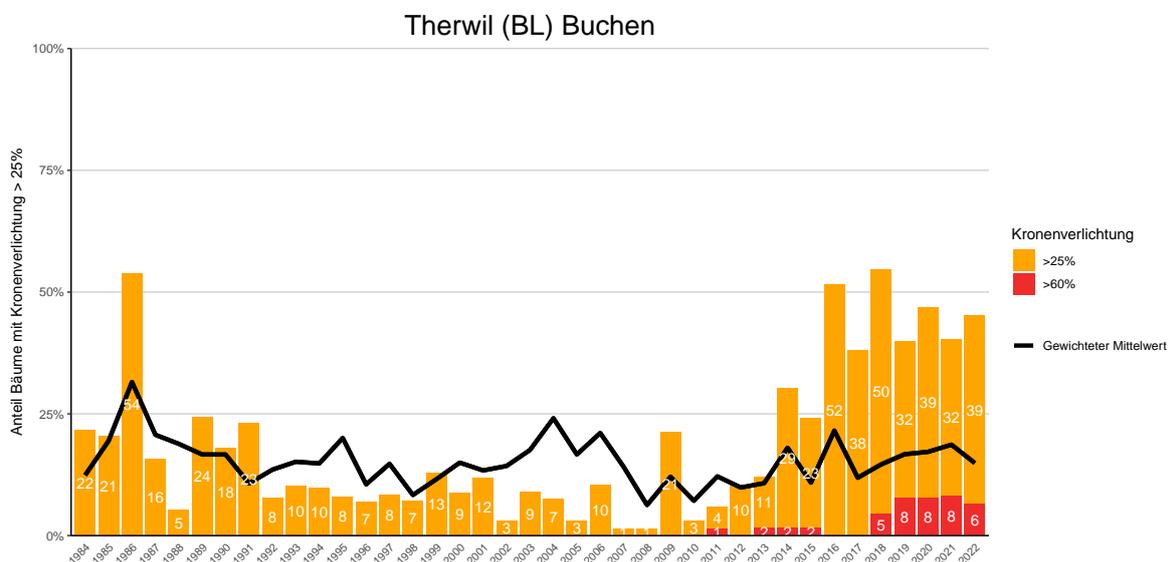


Abb. 120. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

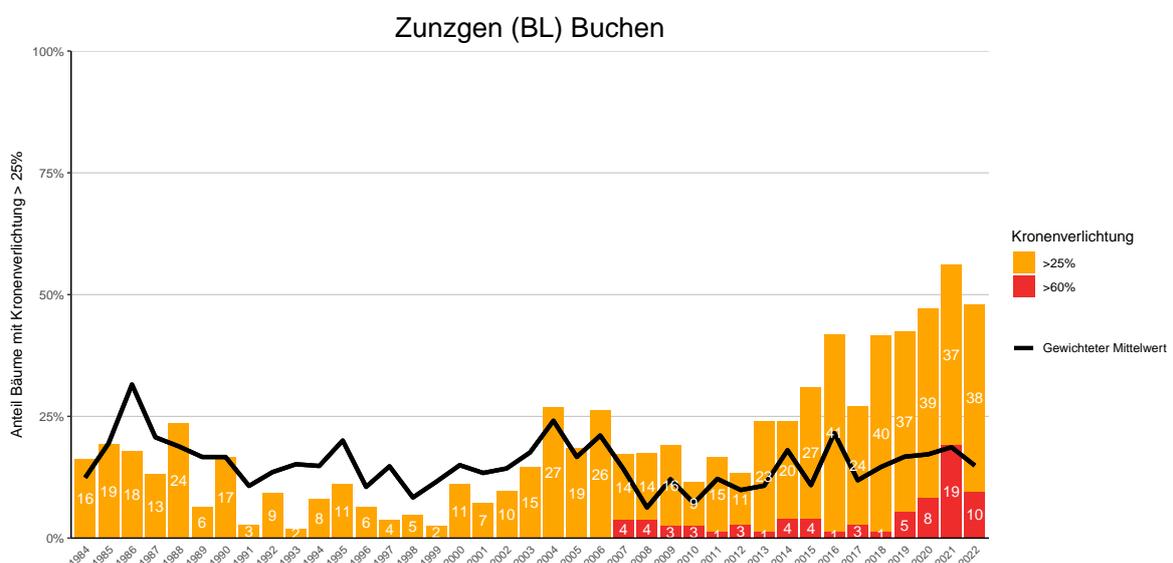
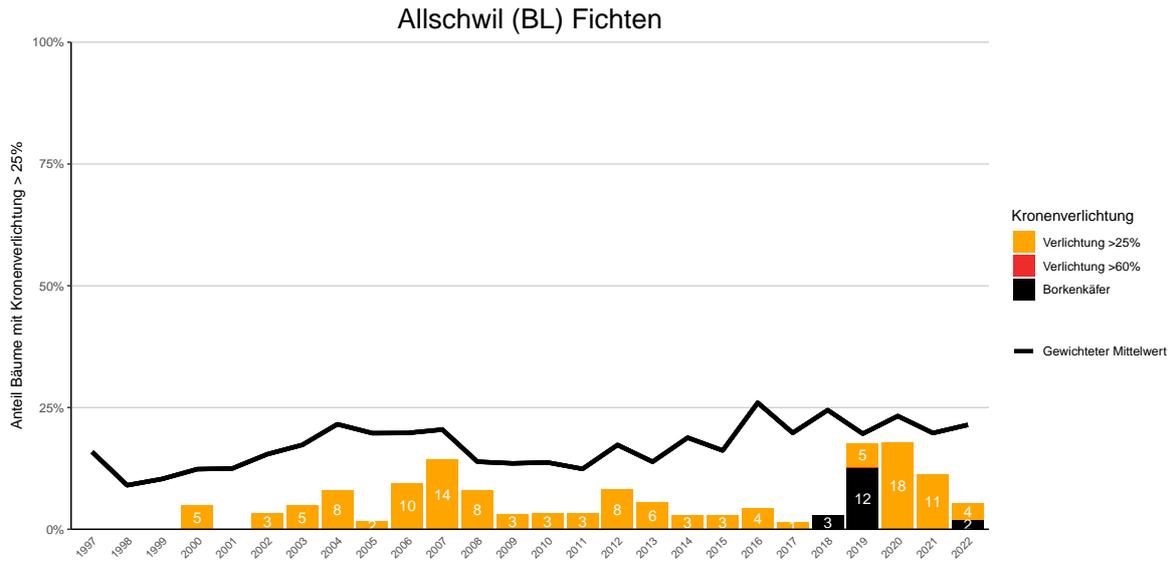
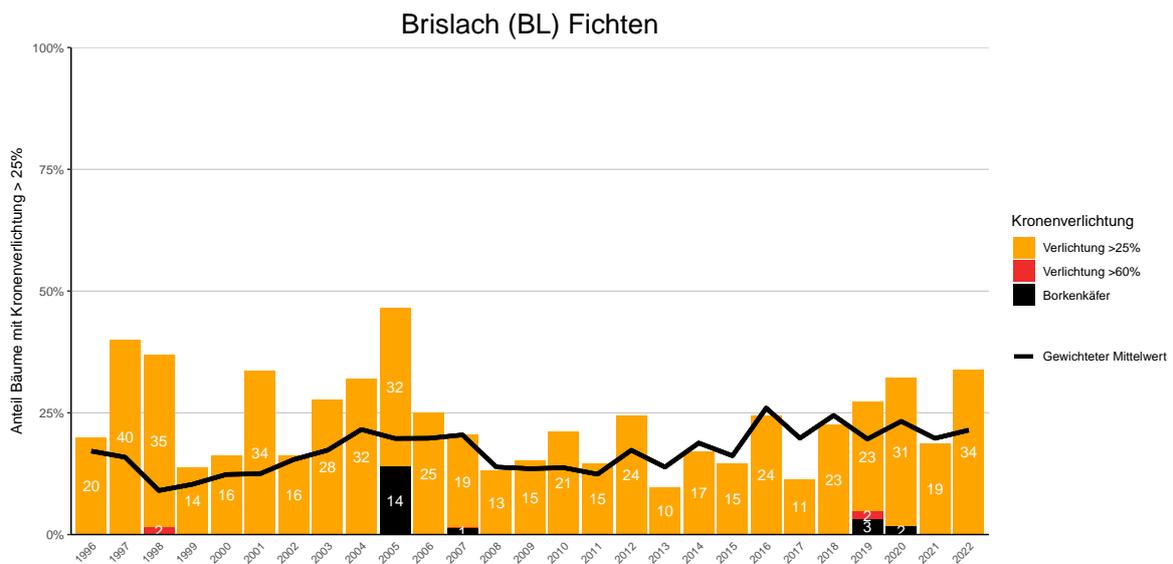


Abb. 121. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

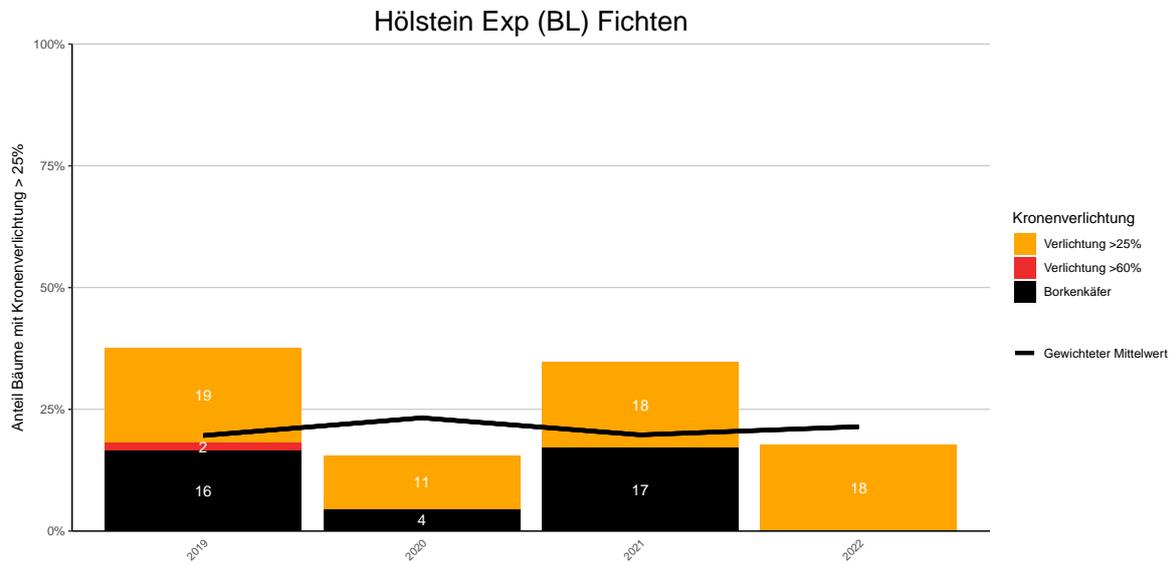
## 14.2.2 Fichten



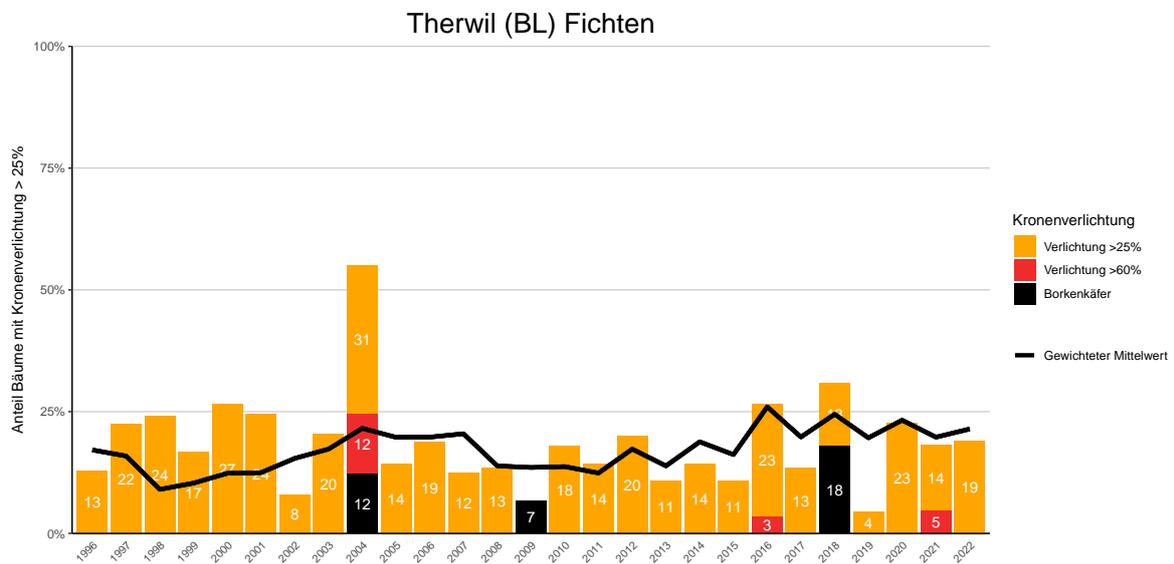
**Abb. 122.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 123.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 124.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 125.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

### 14.2.3 Eichen

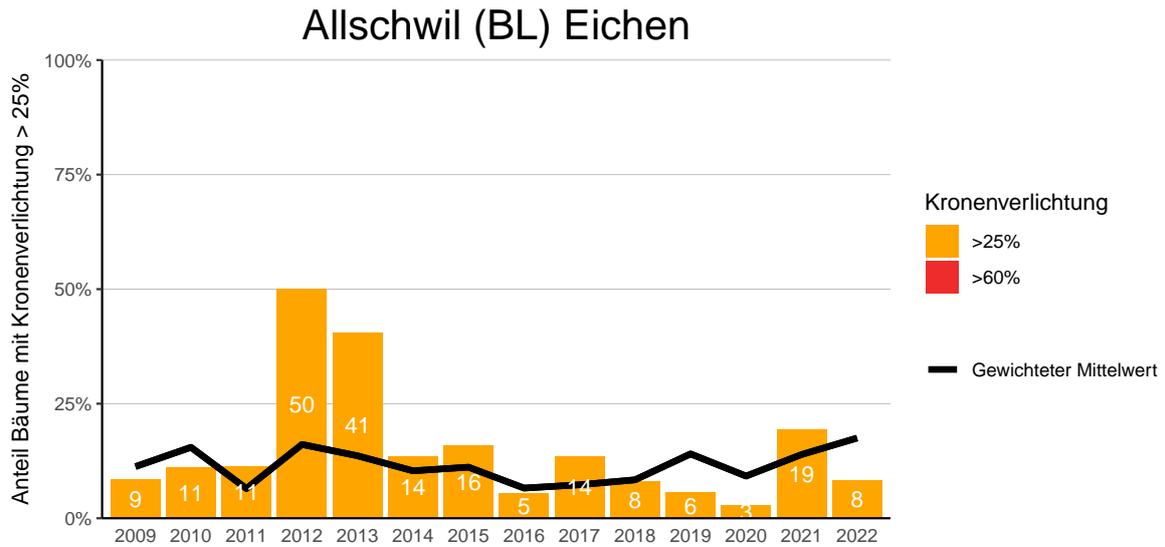


Abb. 126. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

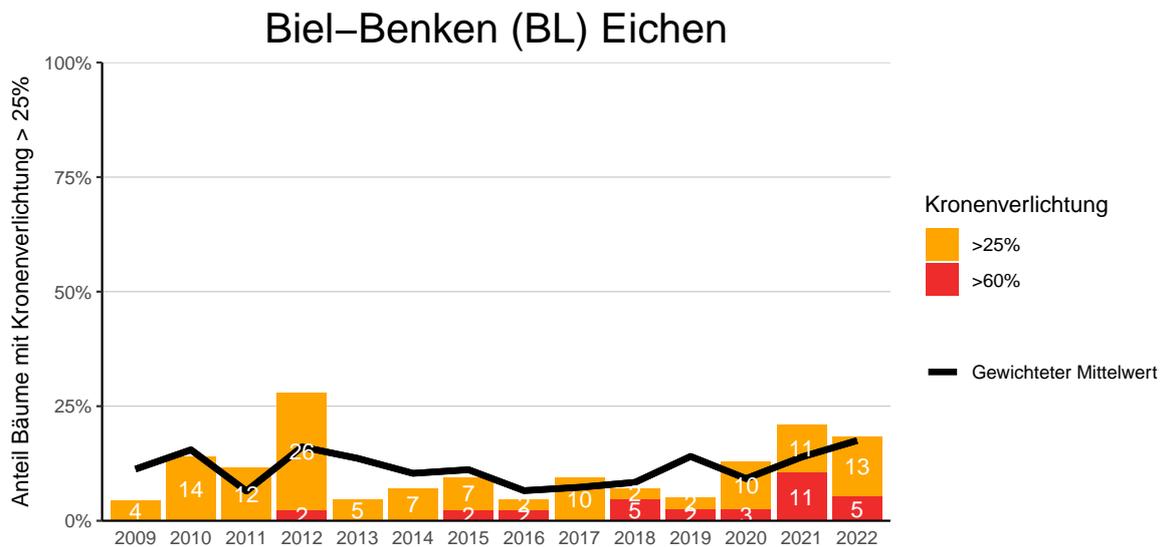
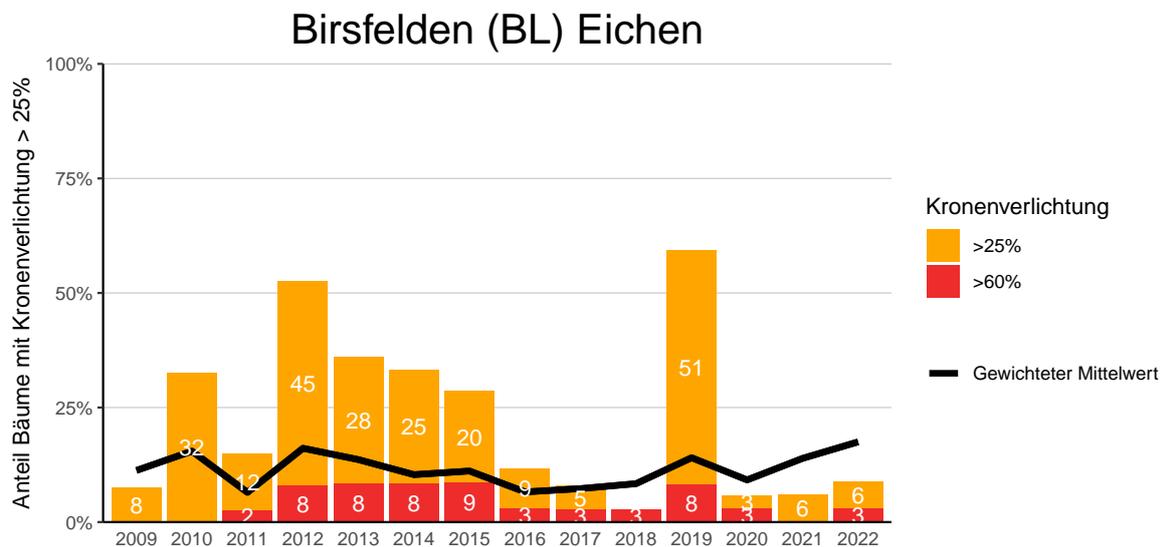
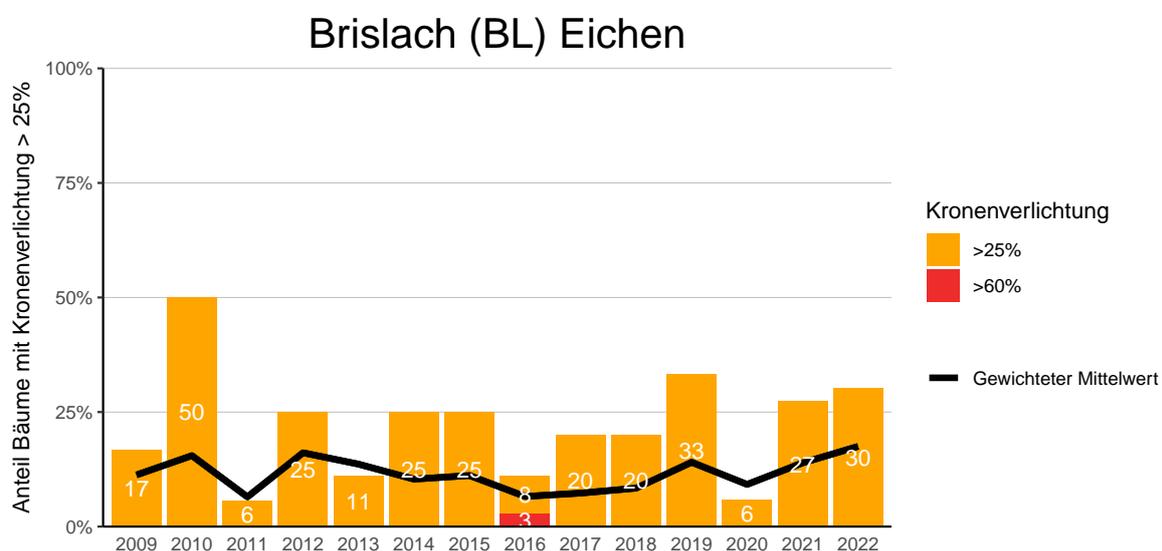


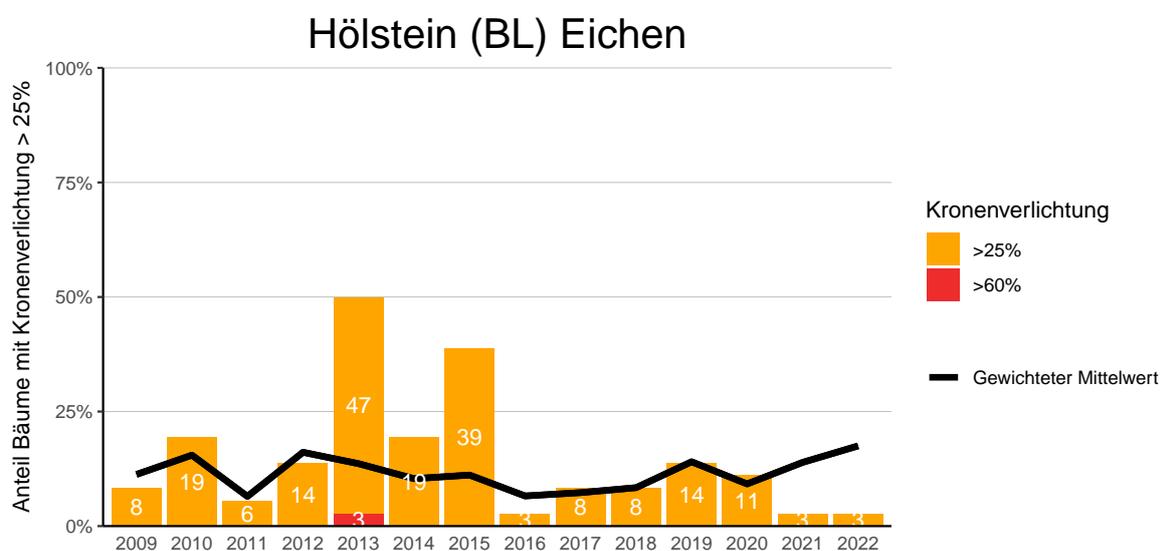
Abb. 127. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 128.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 129.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 130.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Hölstein Exp (BL) Eichen

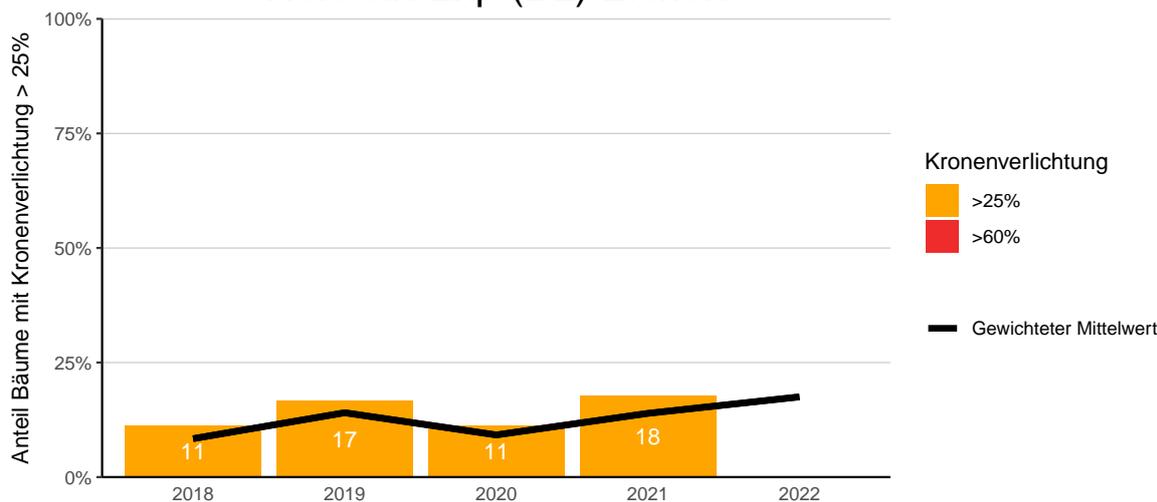


Abb. 131. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Sissach (BL) Eichen

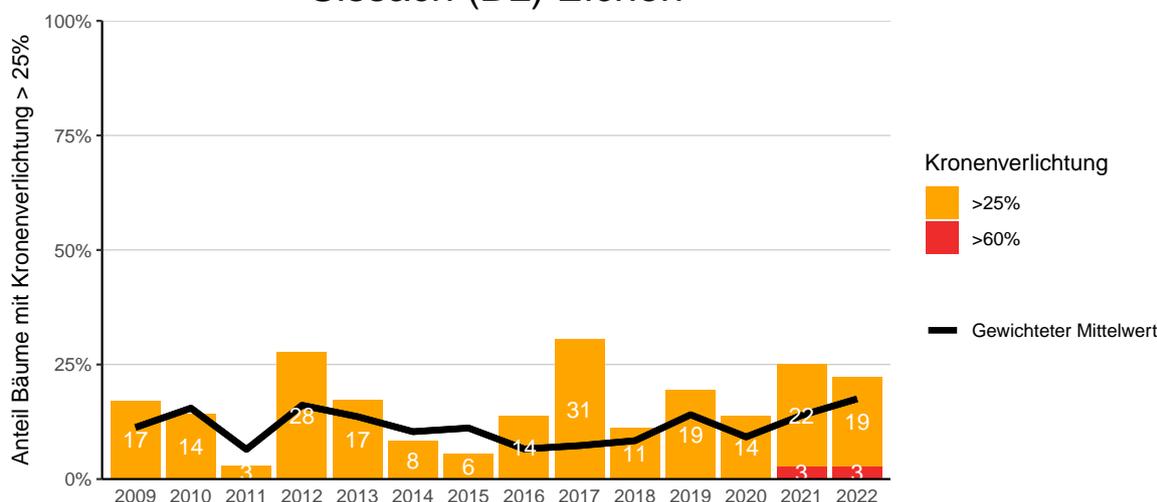


Abb. 132. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Therwil (BL) Eichen

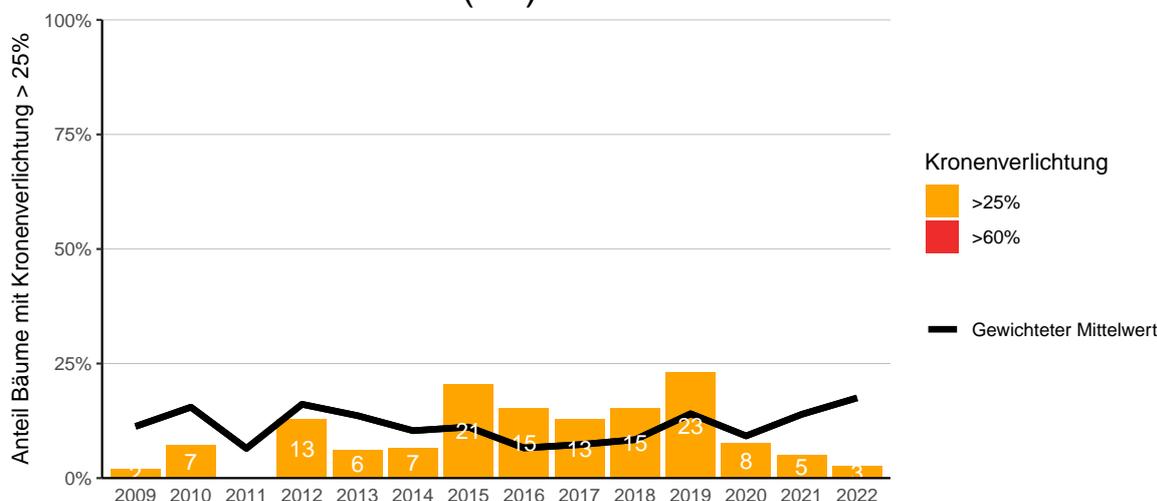


Abb. 133. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## 14.3 Bonitierung Programmkanton BS

### 14.3.1 Buchen

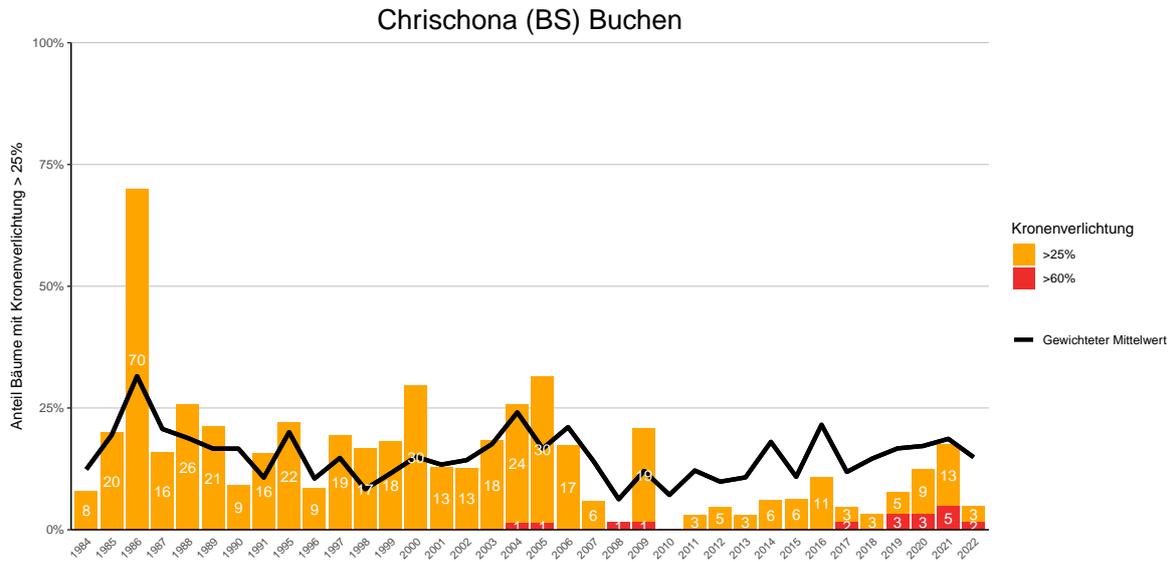


Abb. 134. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

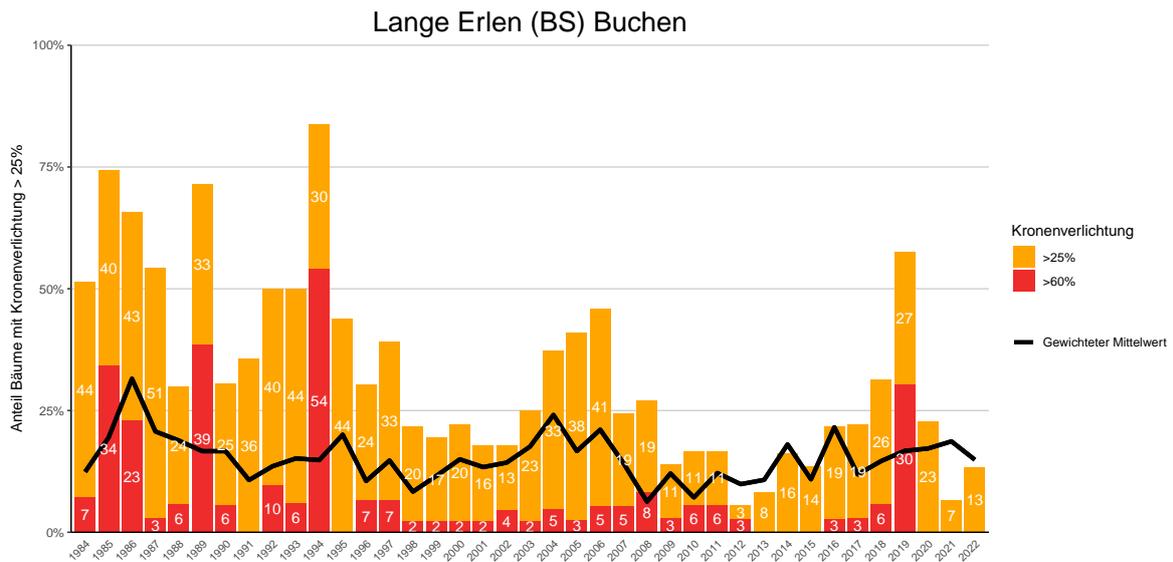
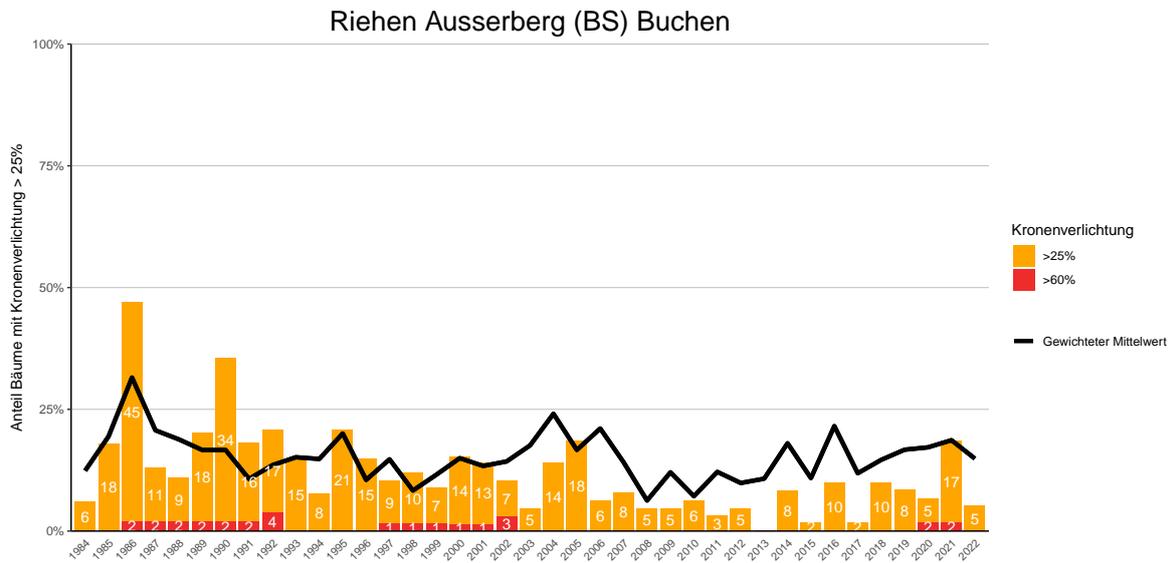
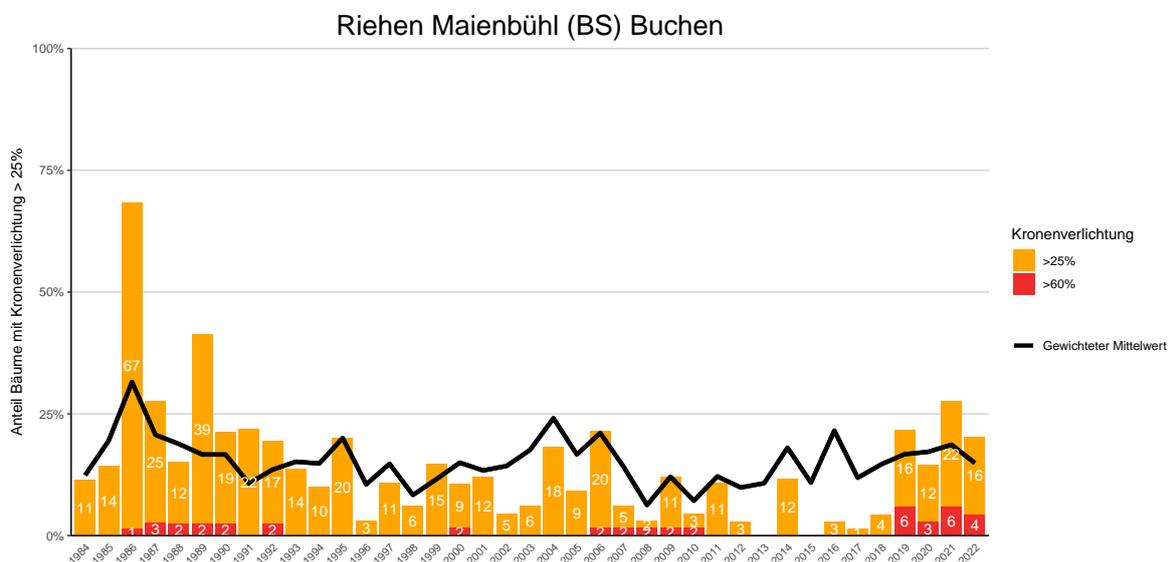


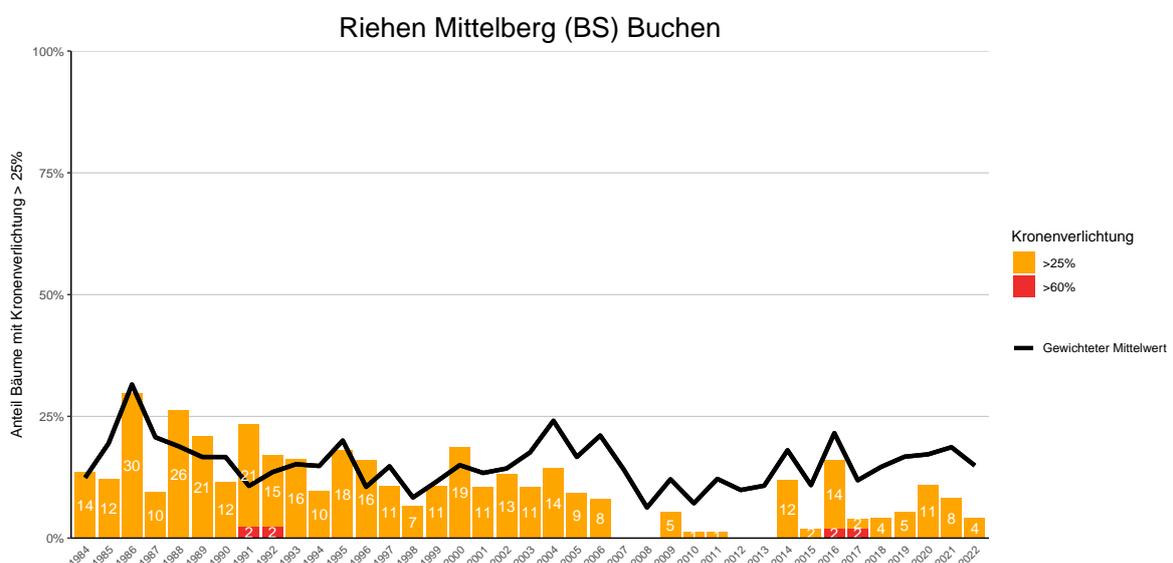
Abb. 135. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 136.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 137.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 138.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### 14.3.2 Eichen

#### Chrischona (BS) Eichen

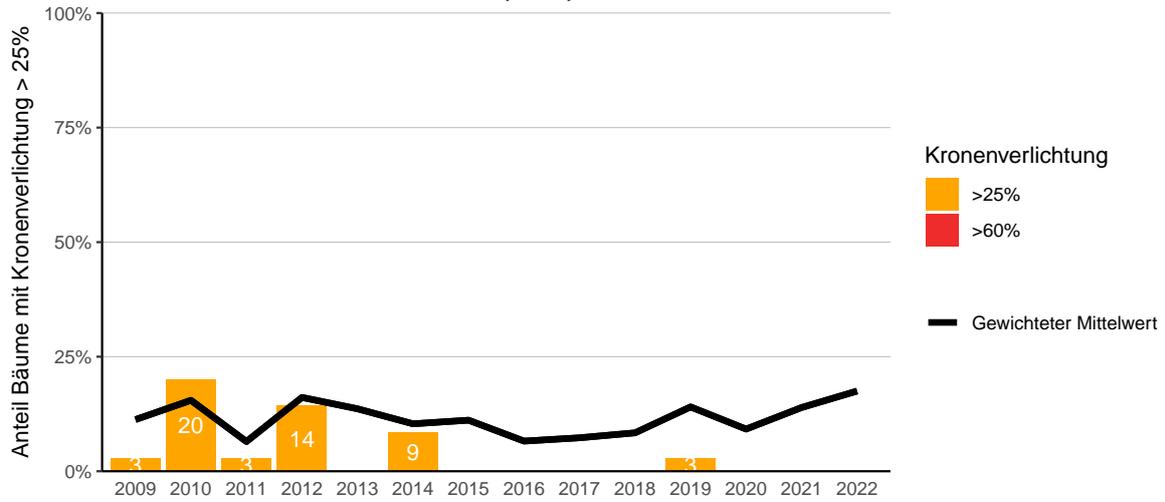


Abb. 139. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

#### Riehen Maienbühl (BS) Eichen

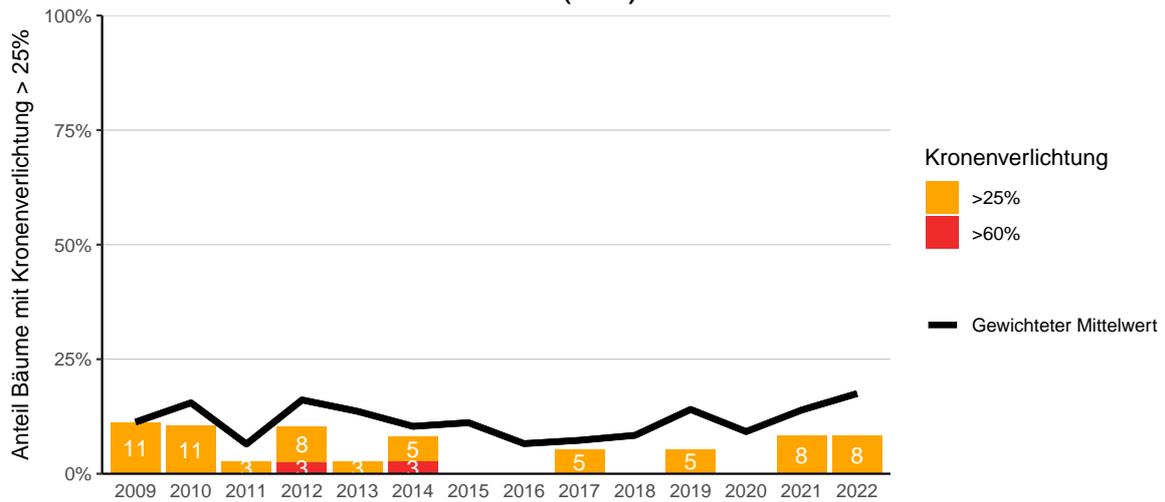
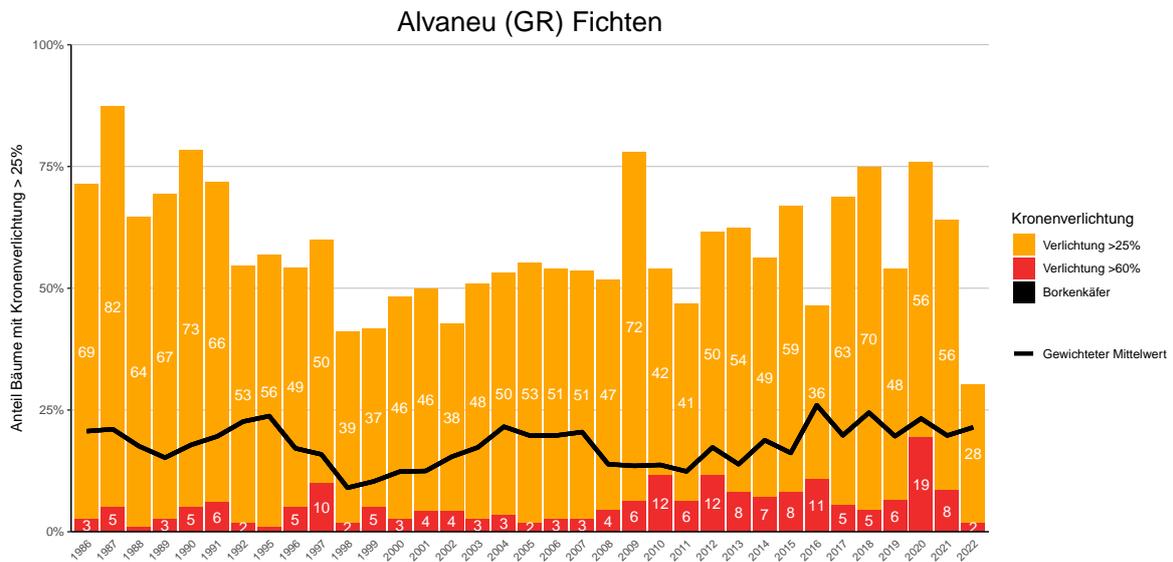


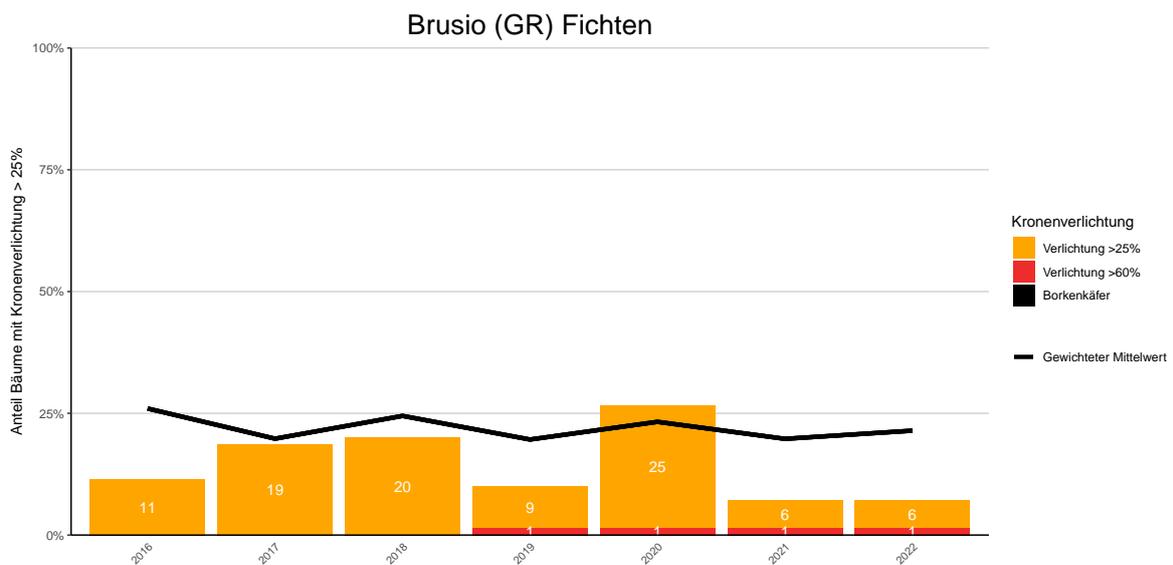
Abb. 140. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## 14.4 Bonitierung Programmkanton GR

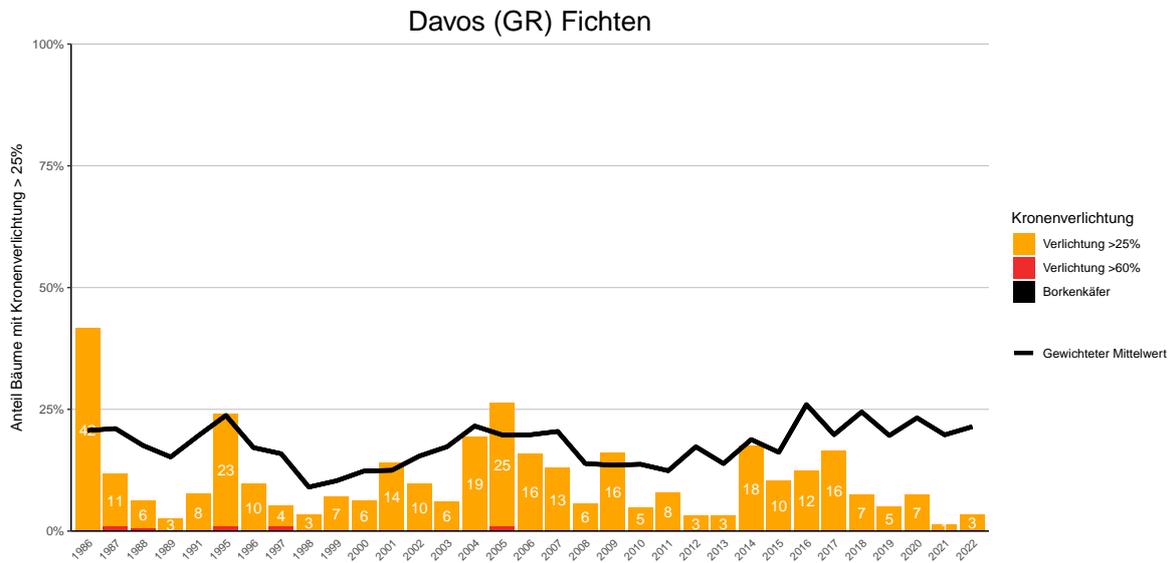
### 14.4.1 Fichten



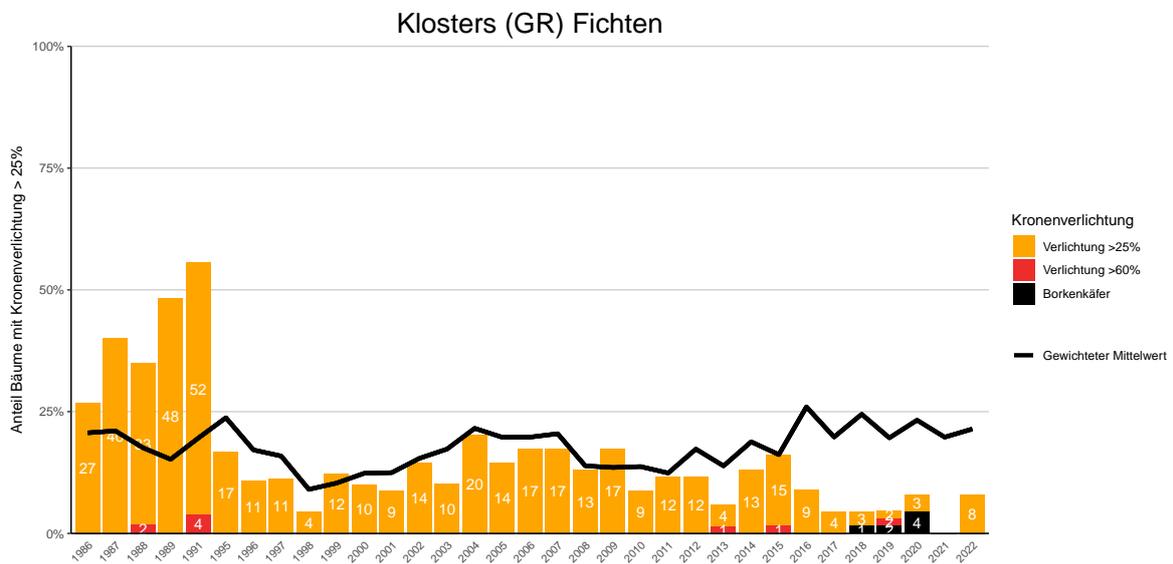
**Abb. 141.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



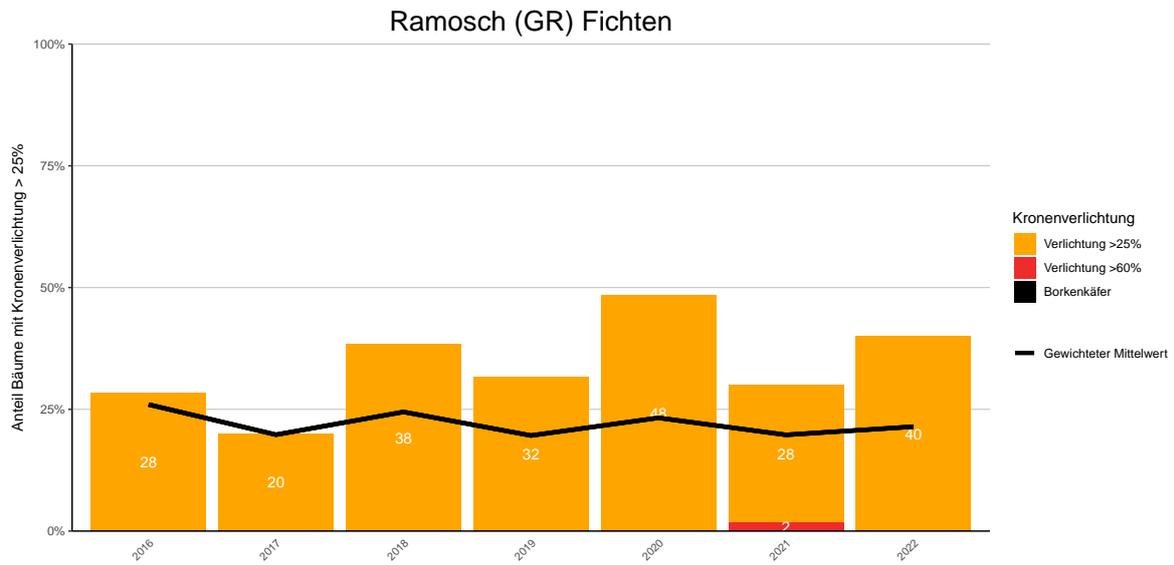
**Abb. 142.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



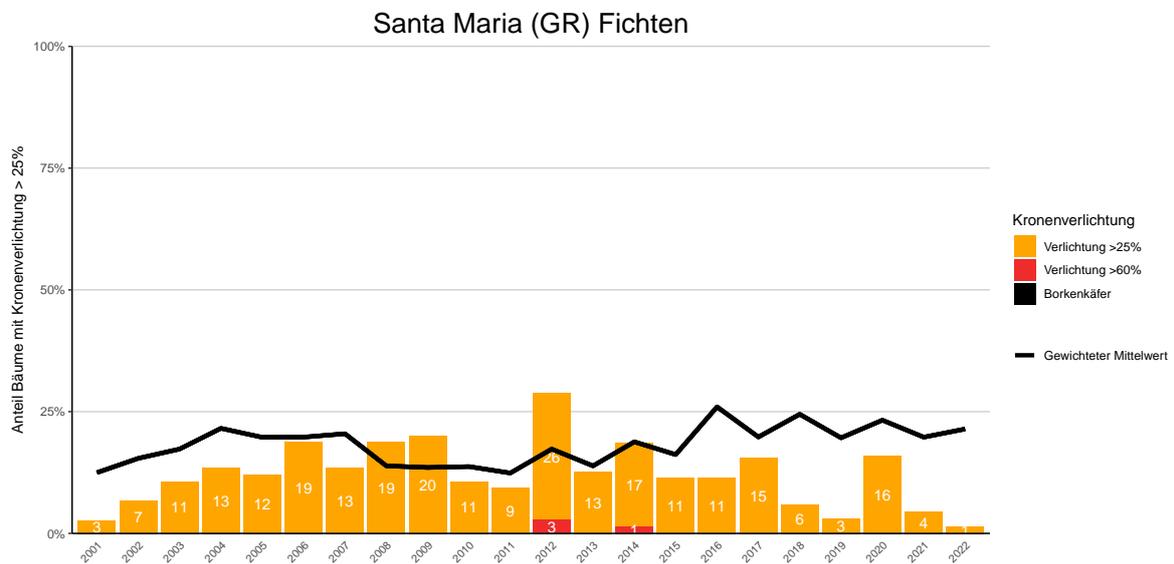
**Abb. 143.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



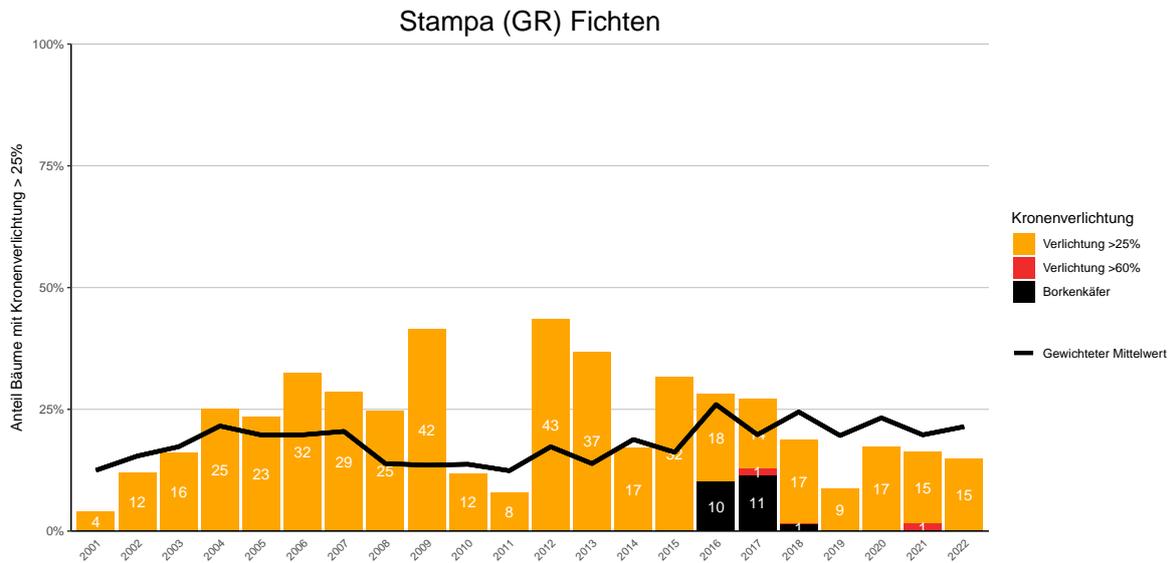
**Abb. 144.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



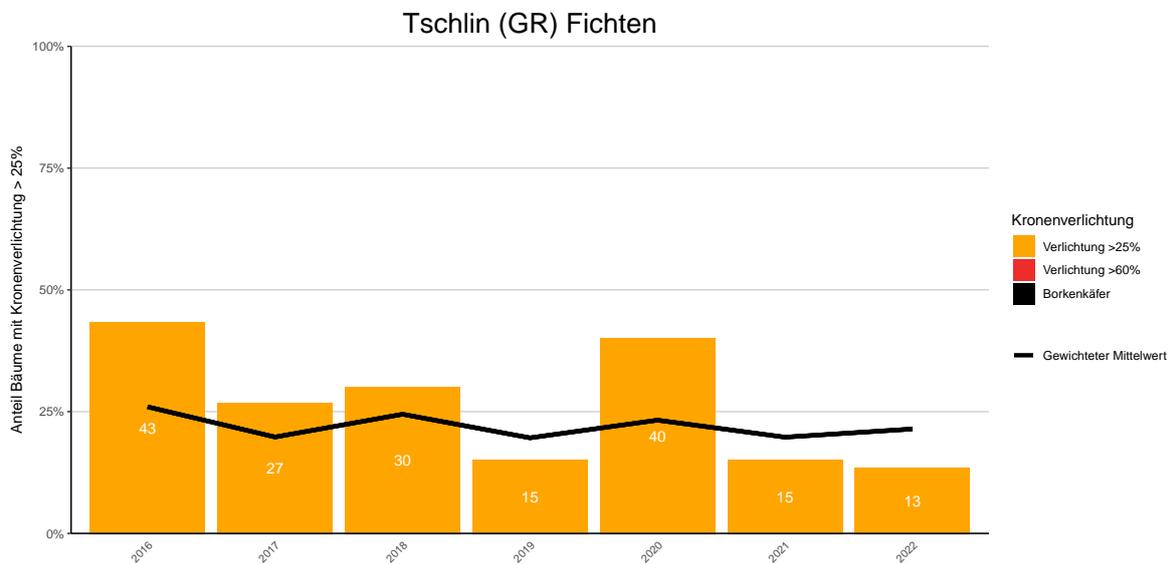
**Abb. 145.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 146.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 147.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 148.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

## 14.4.2 Eichen

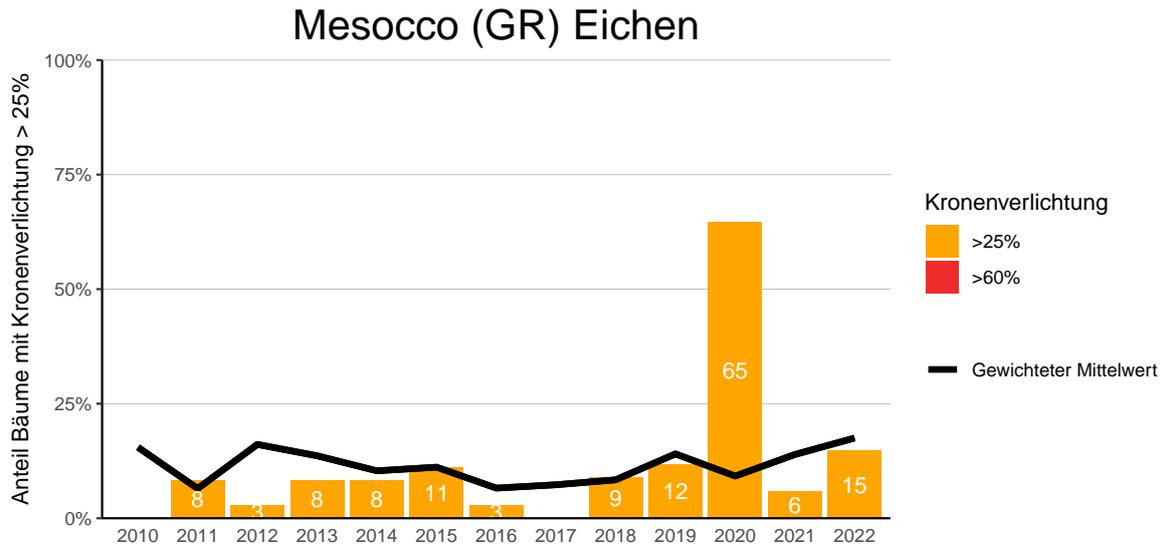


Abb. 149. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

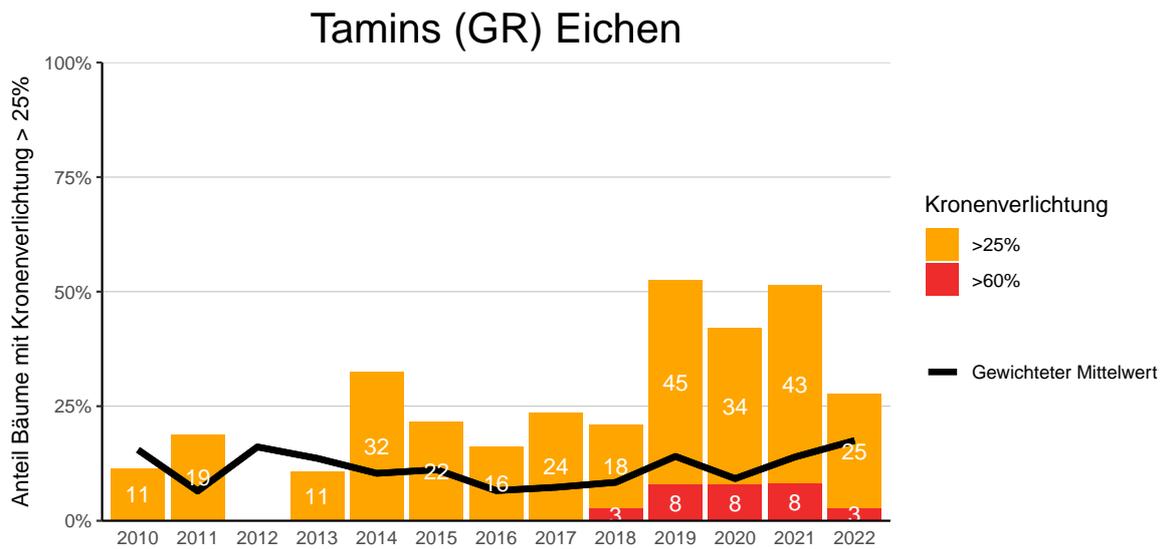
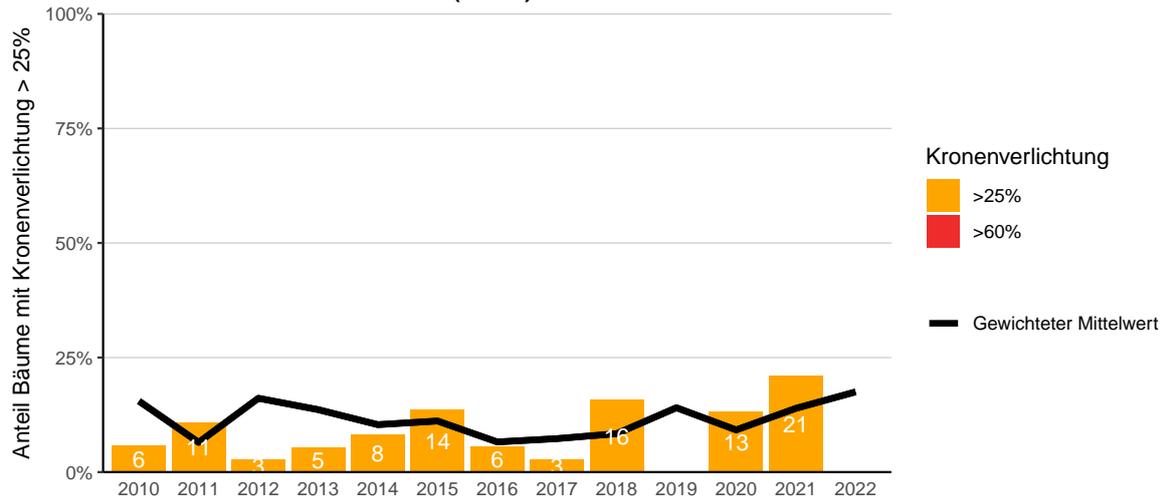


Abb. 150. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Tomils (GR) Eichen



**Abb. 151.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## 14.5 Bonitierung Programmkanton SO

### 14.5.1 Buchen

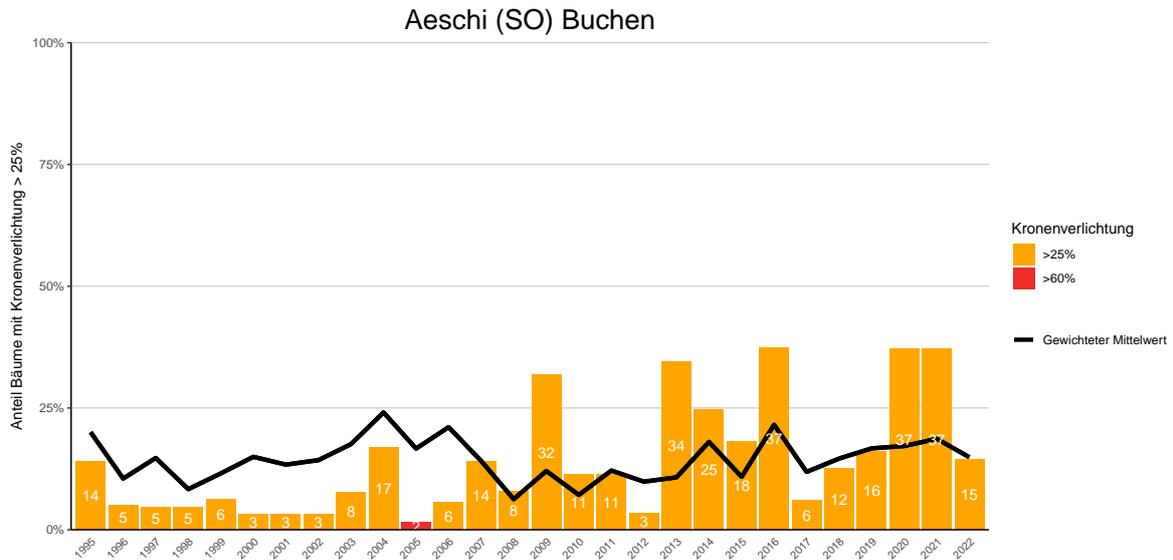


Abb. 152. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

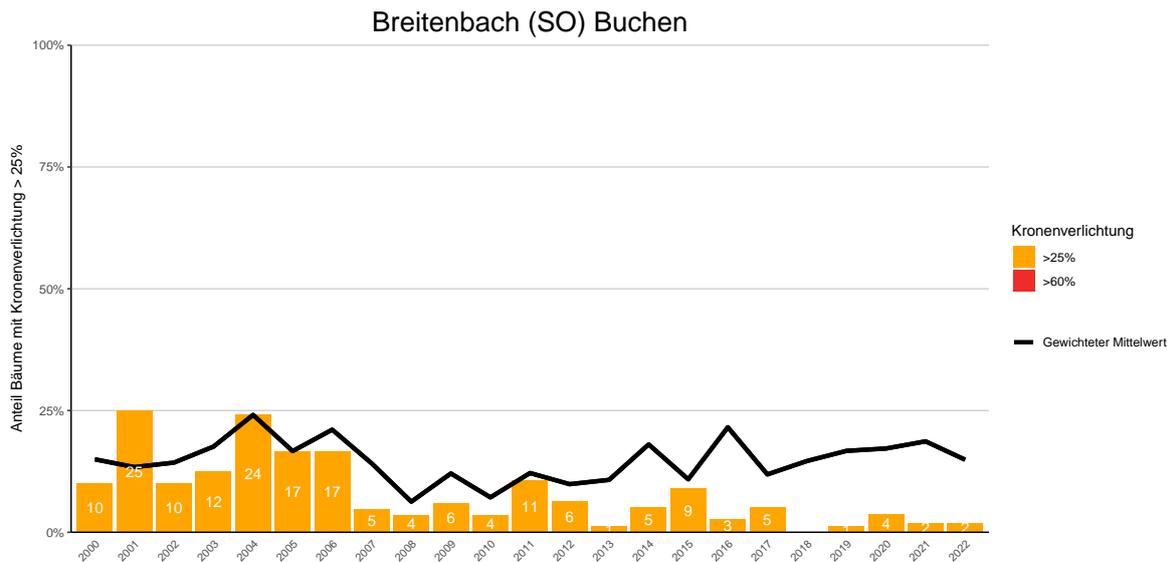
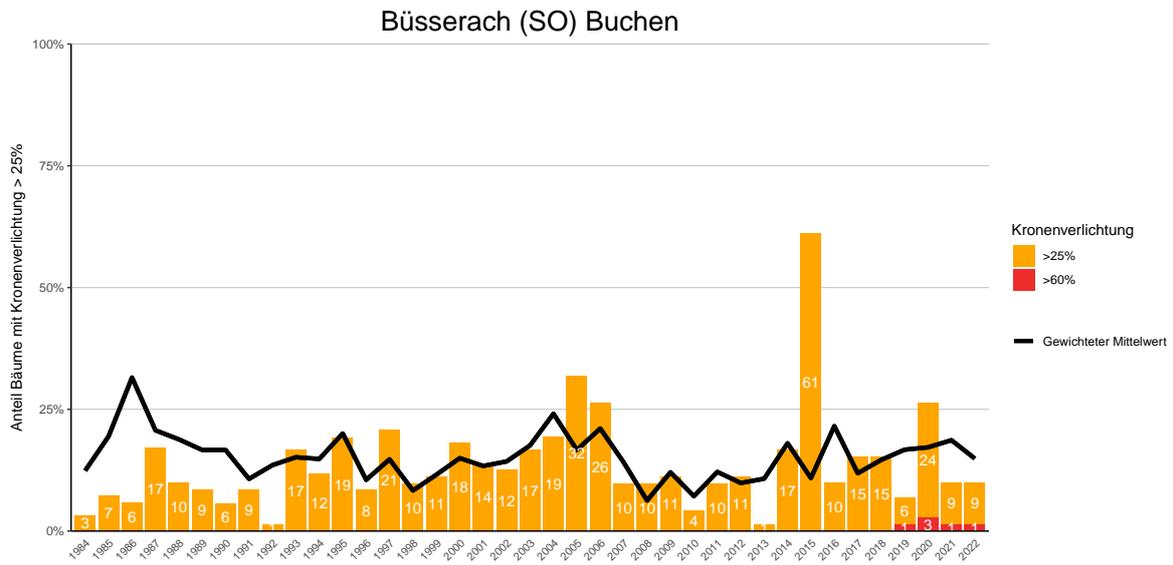
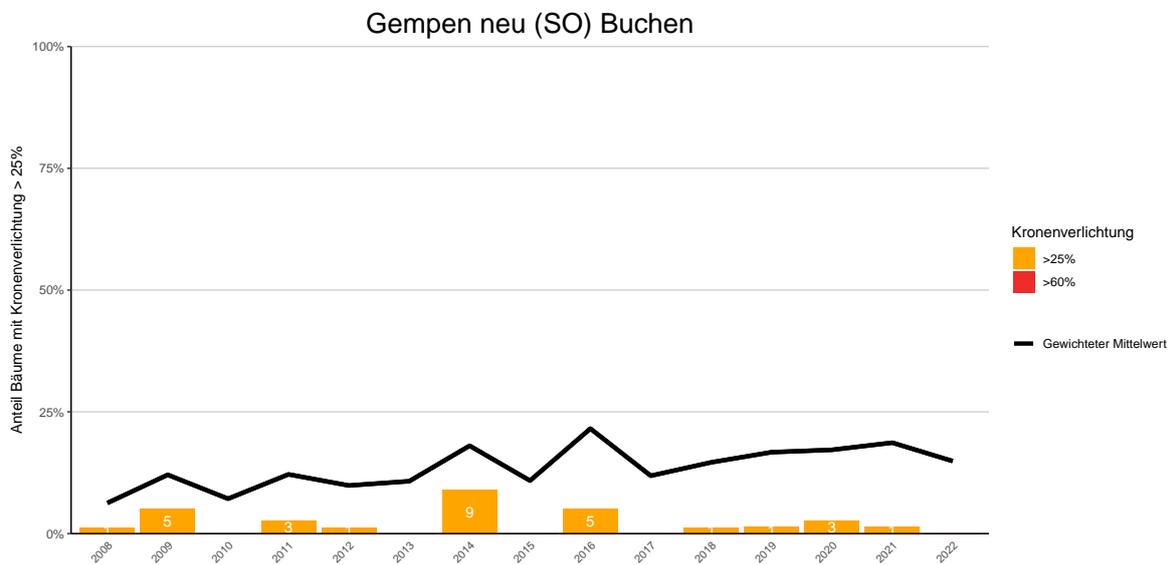


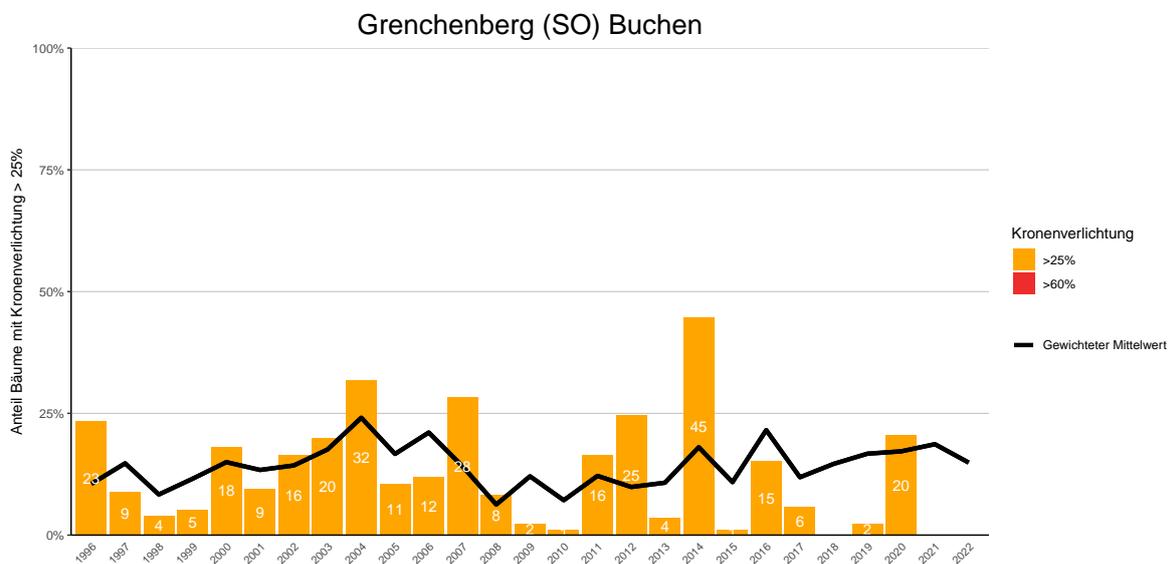
Abb. 153. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



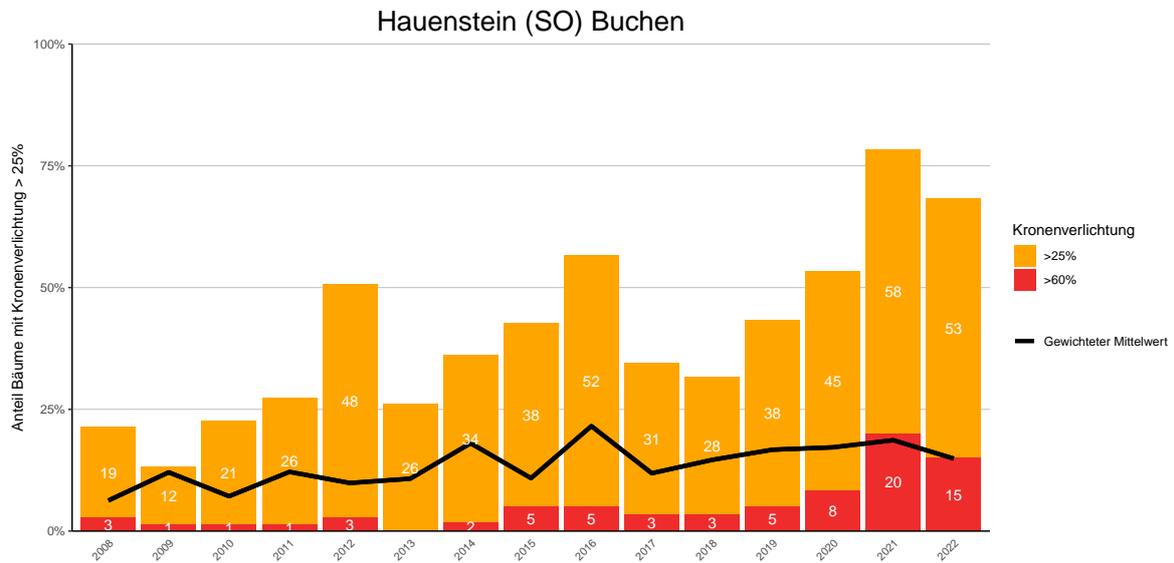
**Abb. 154.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



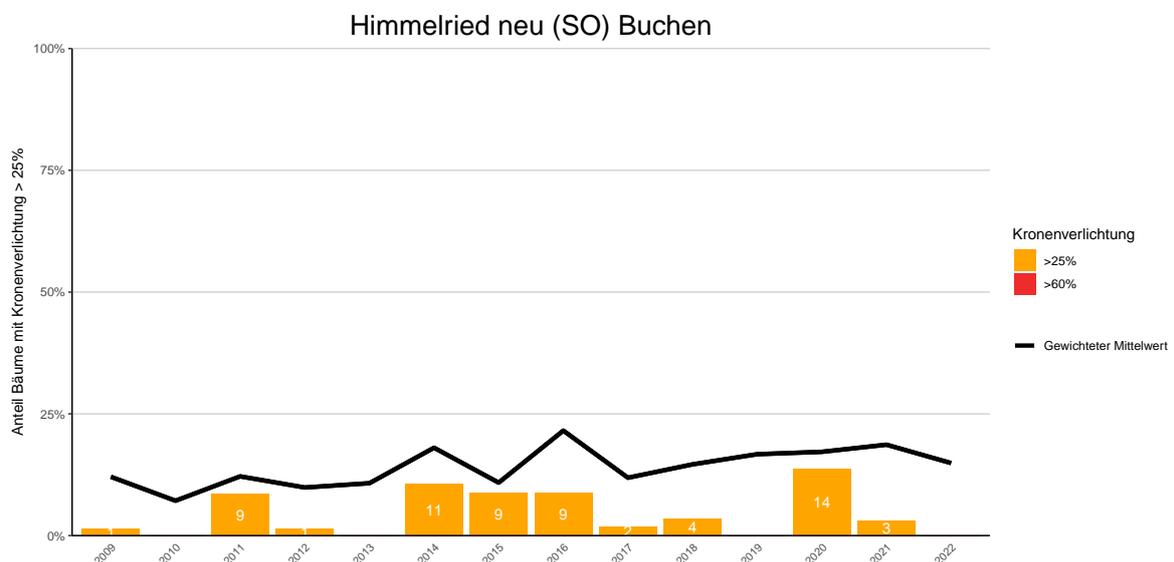
**Abb. 155.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



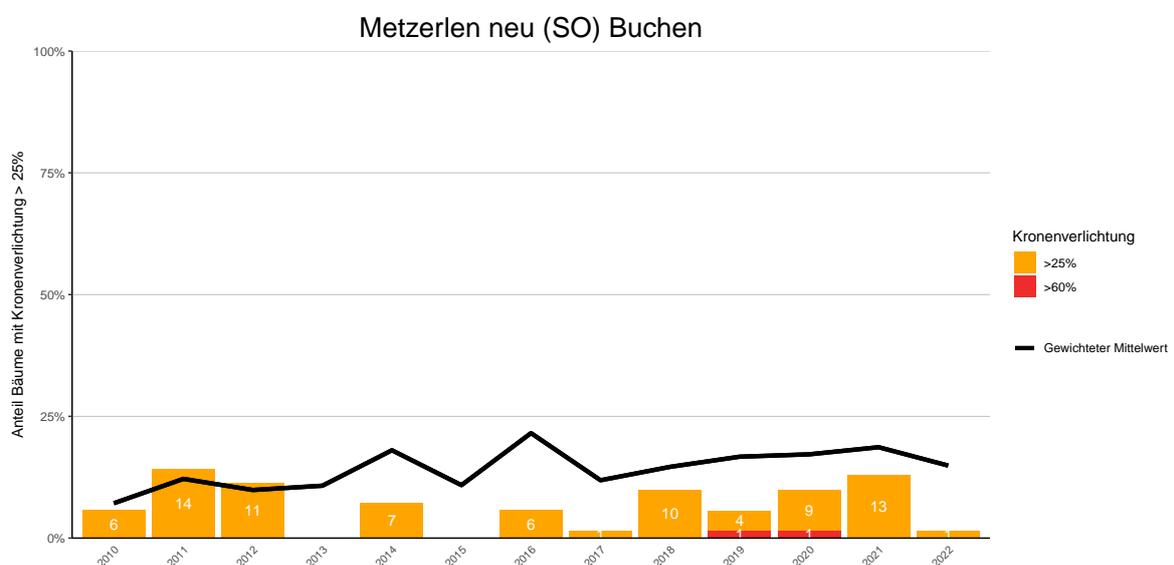
**Abb. 156.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



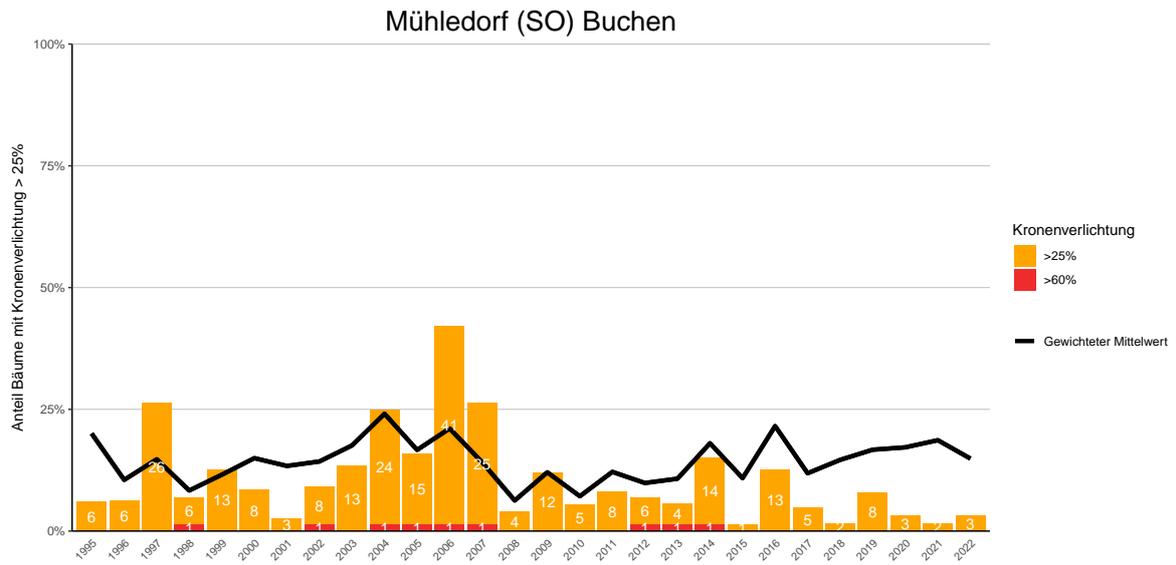
**Abb. 157.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



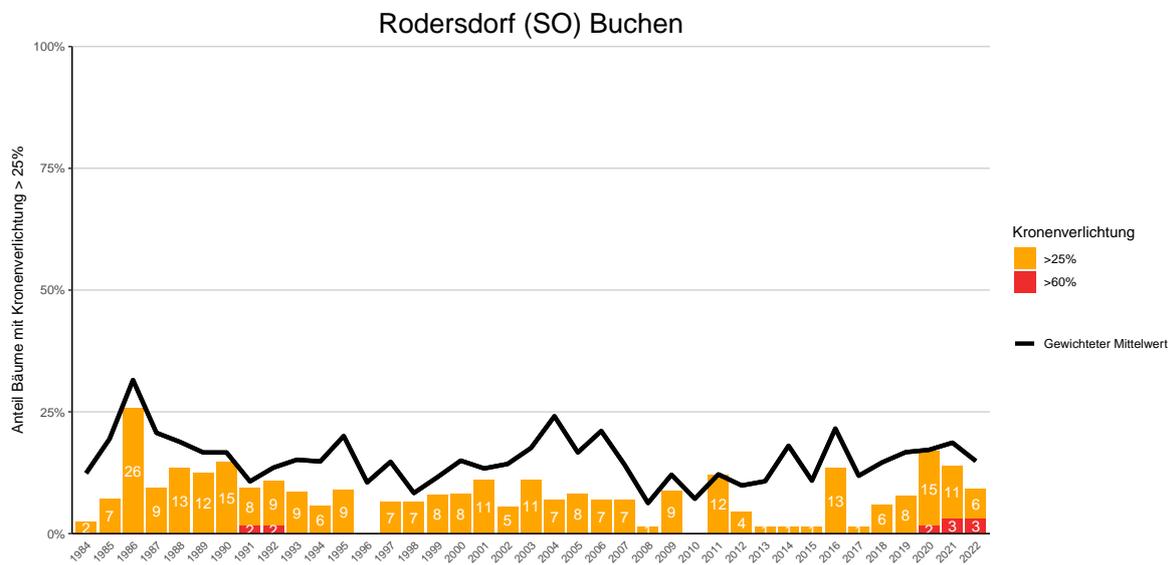
**Abb. 158.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 159.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

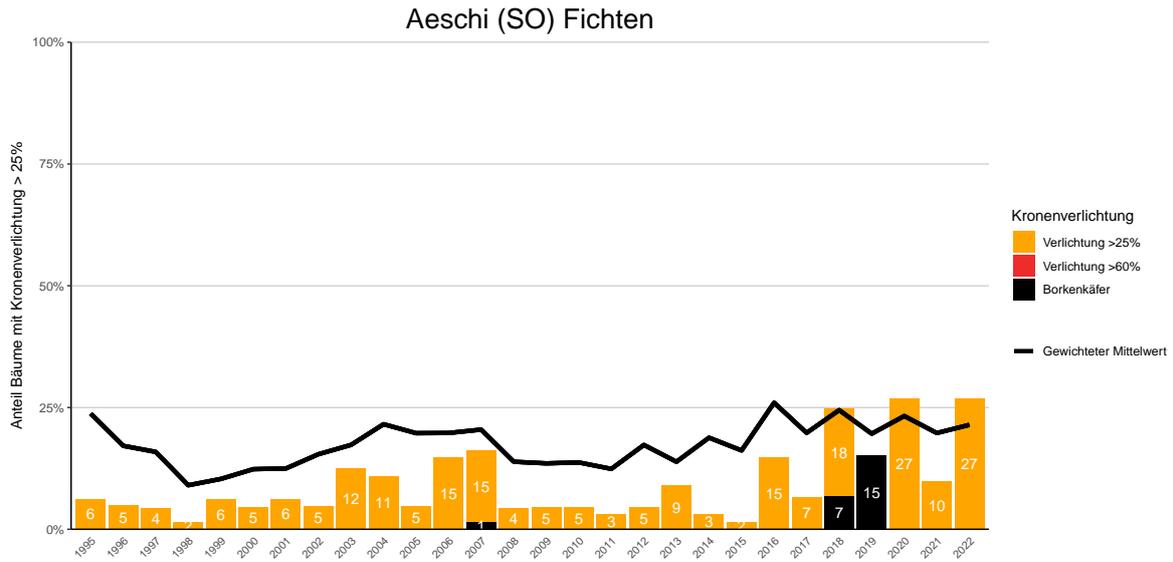


**Abb. 160.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

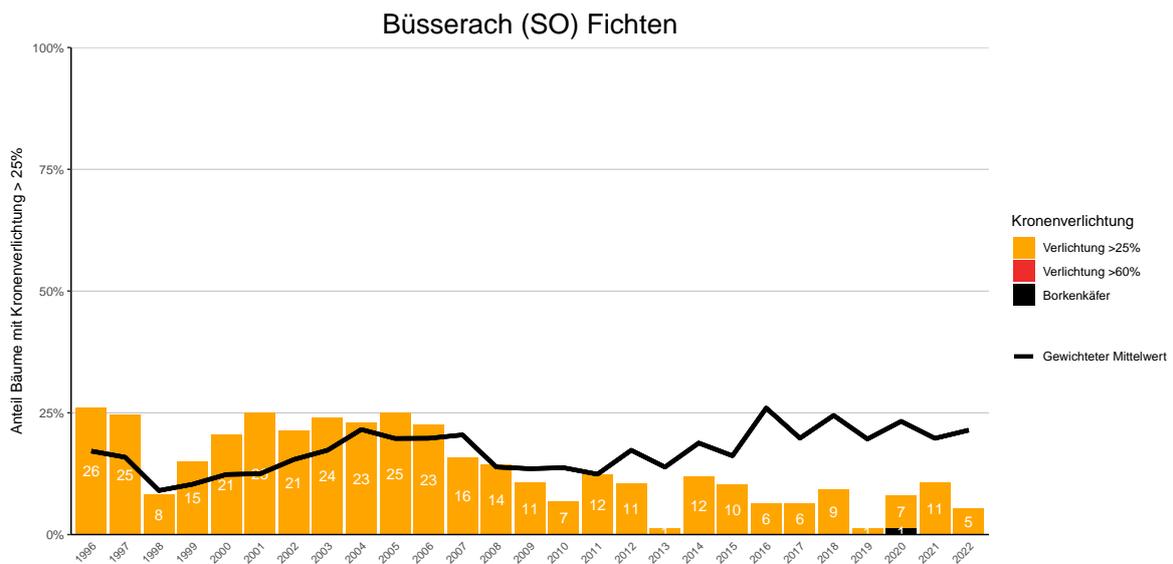


**Abb. 161.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

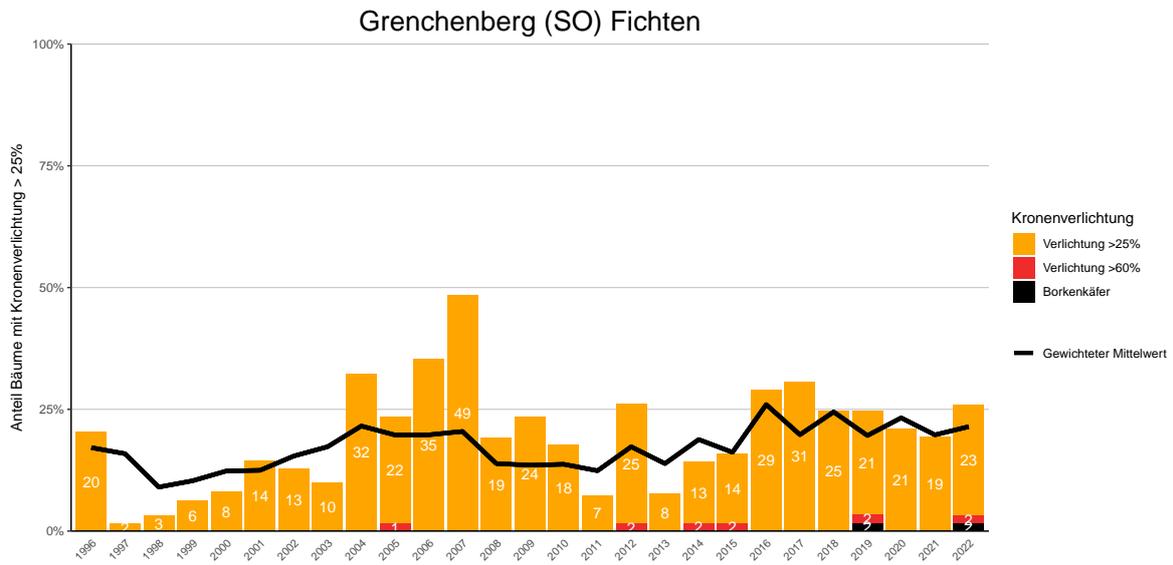
## 14.5.2 Fichten



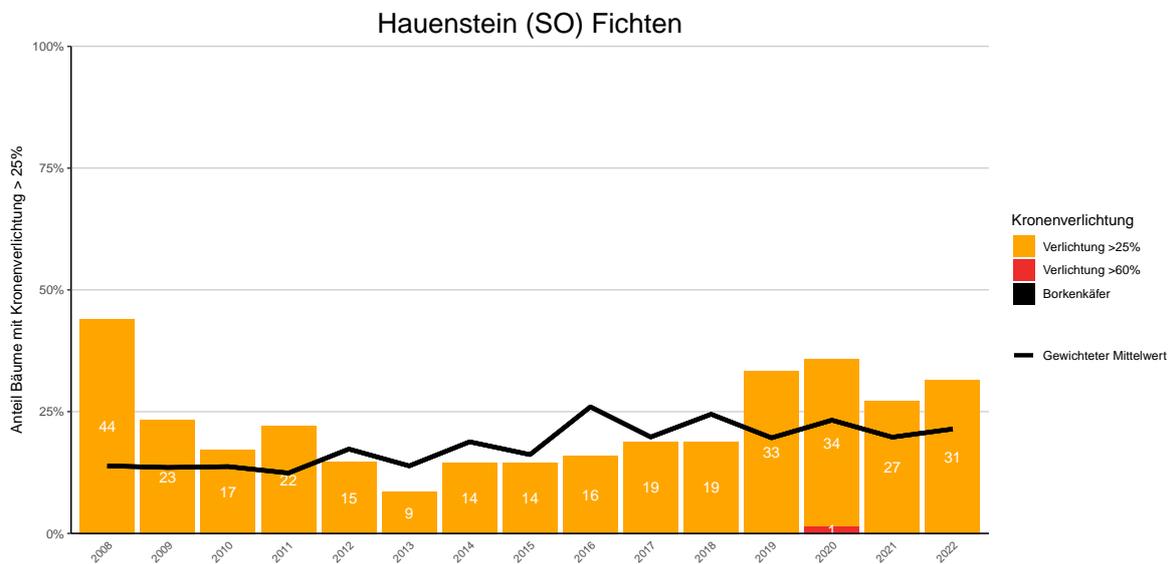
**Abb. 162.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



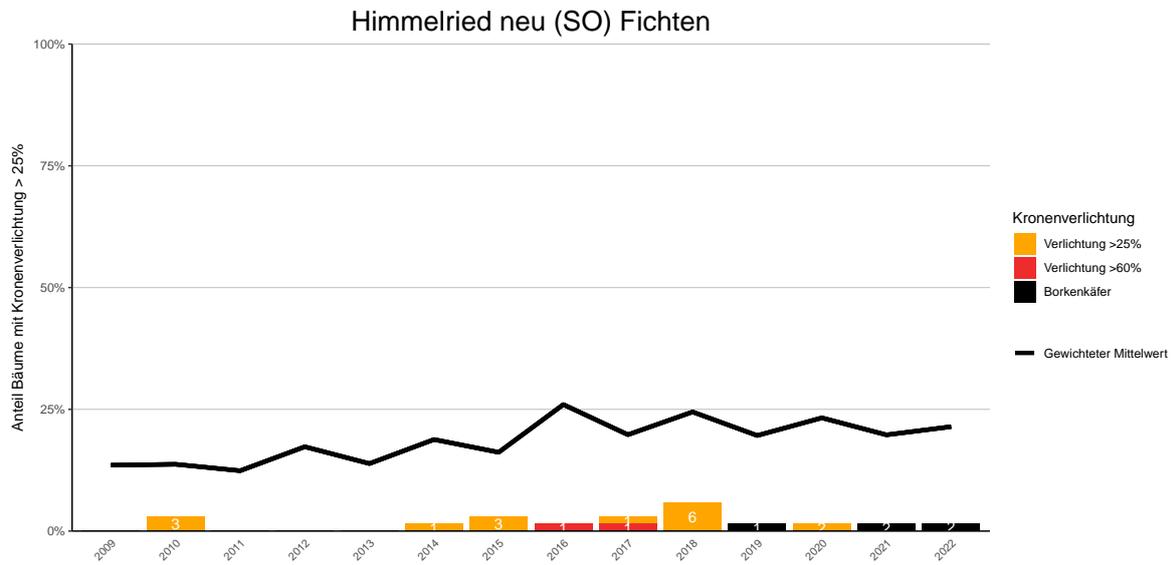
**Abb. 163.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



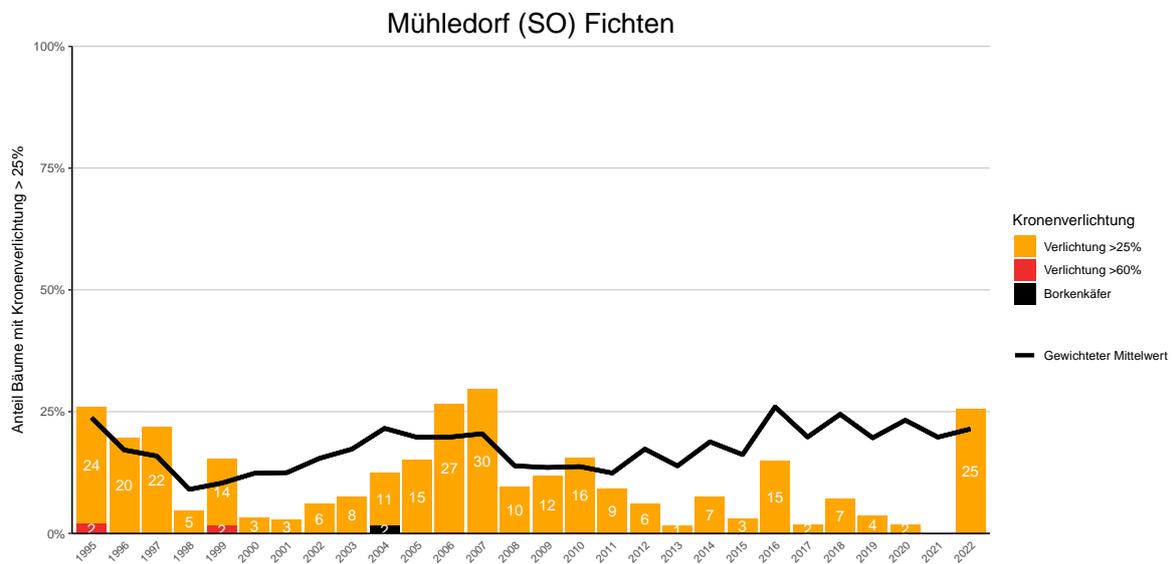
**Abb. 164.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 165.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 166.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 167.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

### 14.5.3 Eichen

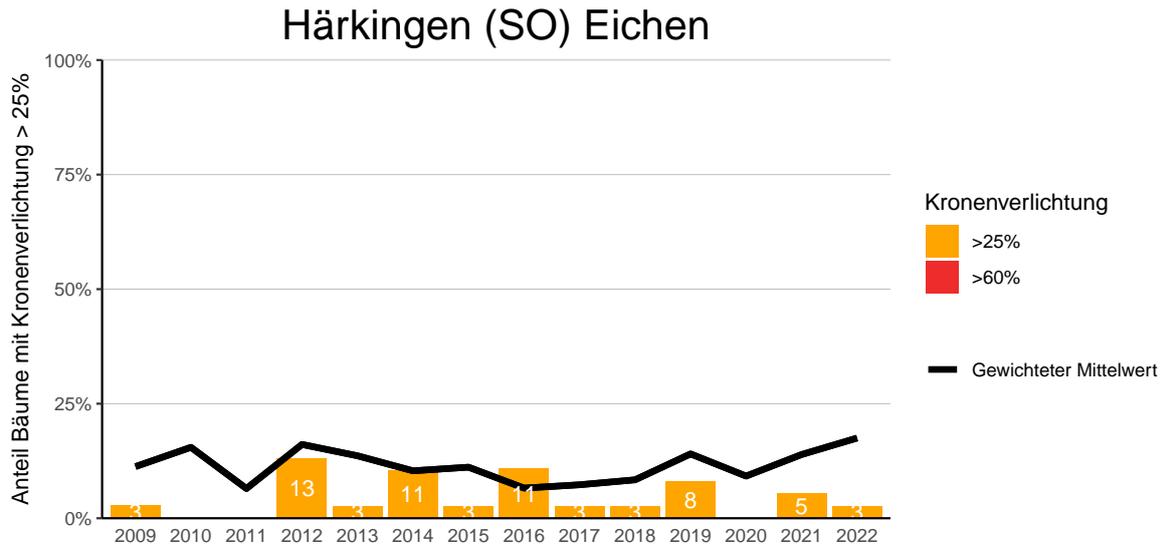


Abb. 168. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

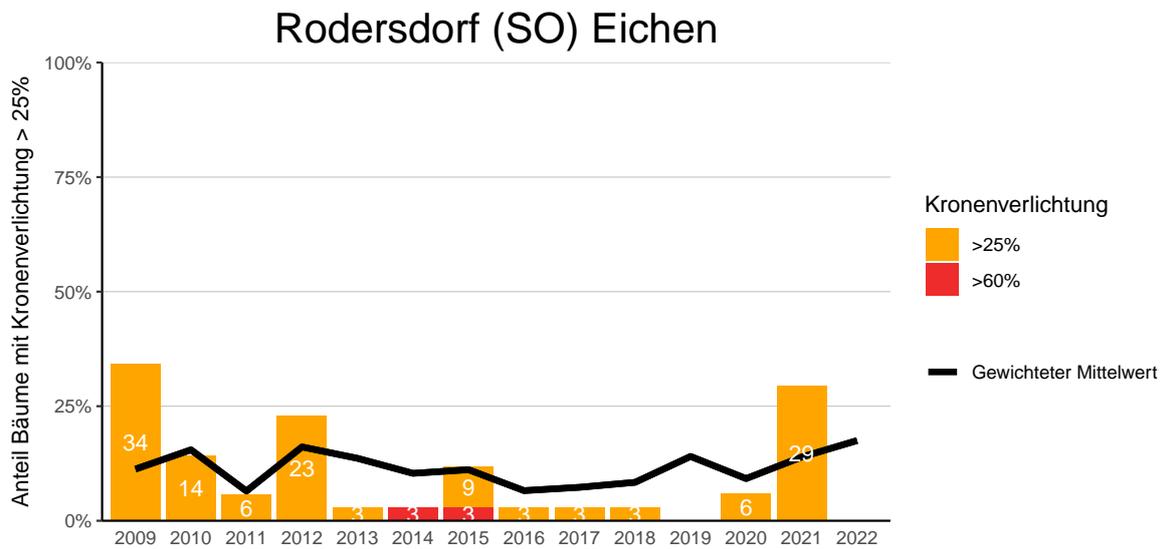
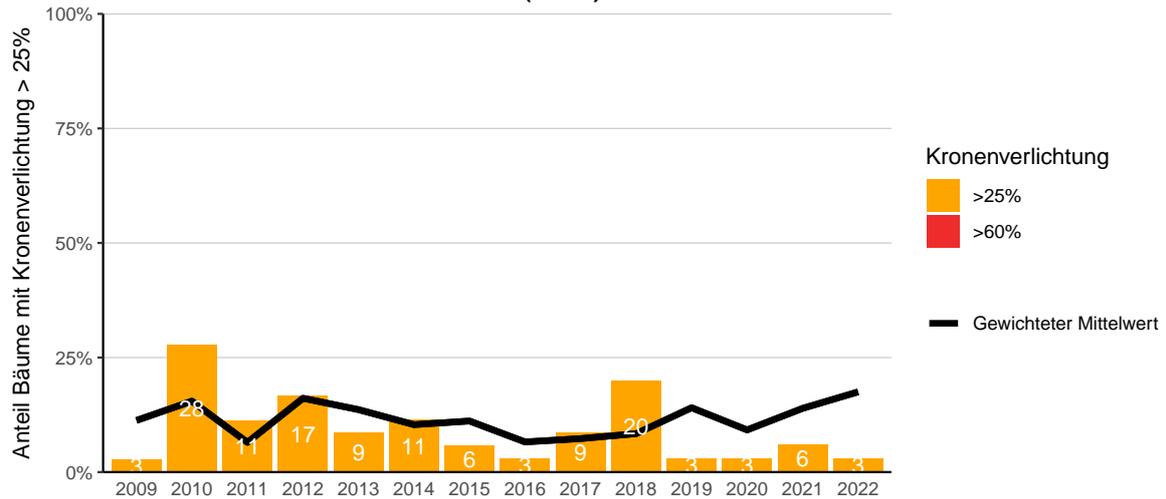


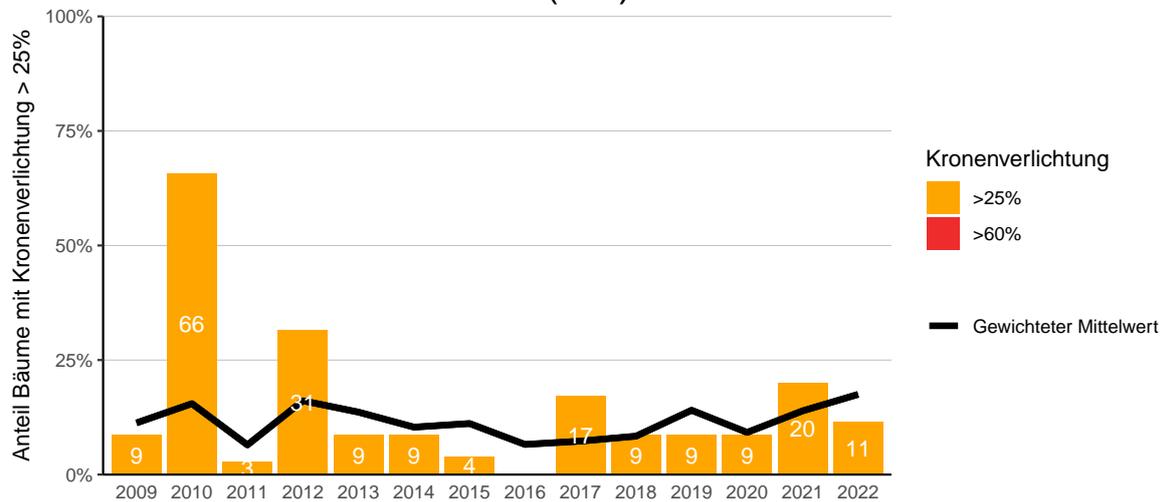
Abb. 169. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Selzach Brüel (SO) Eichen



**Abb. 170.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Selzach Sülsrain (SO) Eichen



**Abb. 171.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## 14.6 Bonitierung Programmkanton TG

### 14.6.1 Buchen

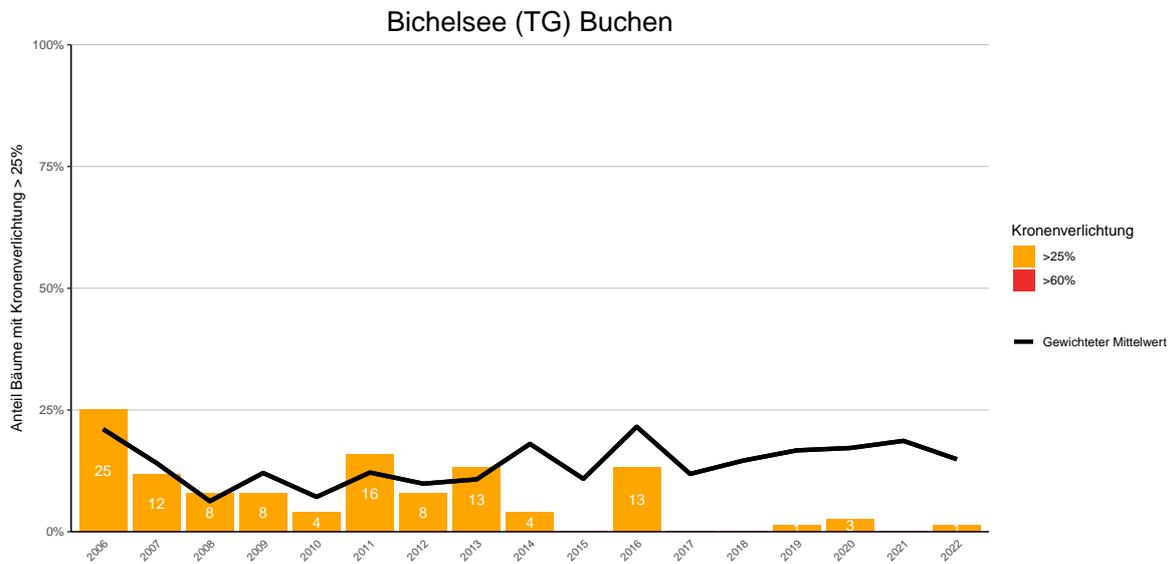


Abb. 172. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

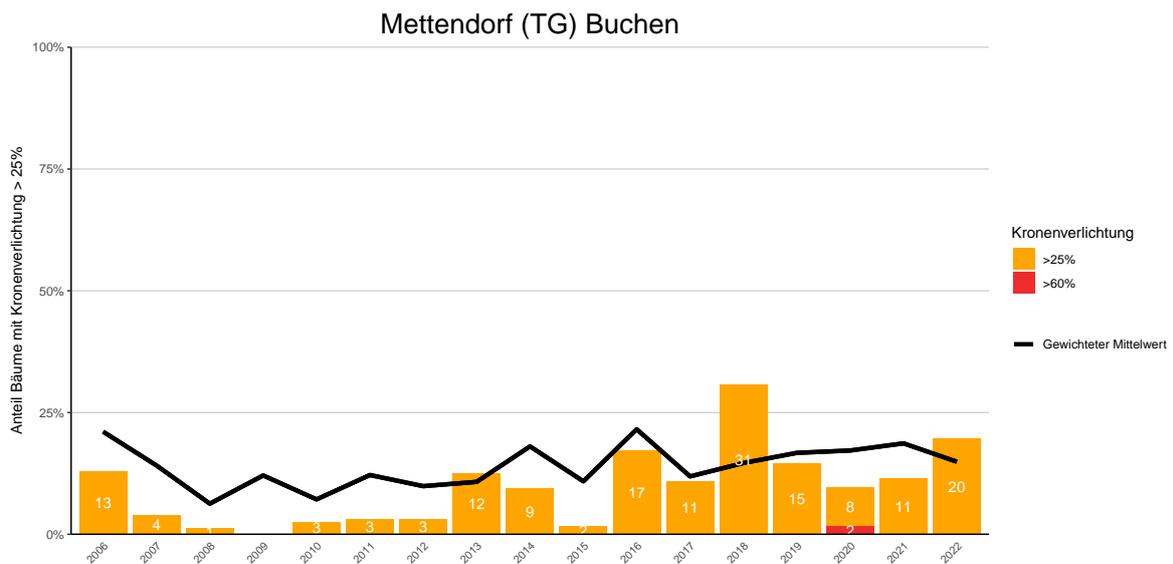
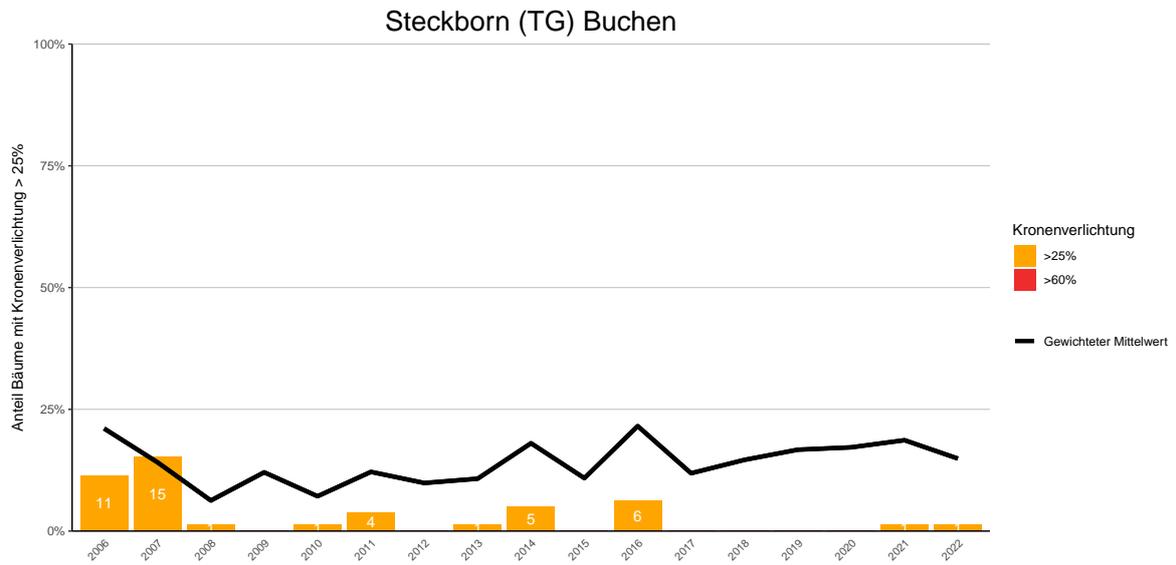
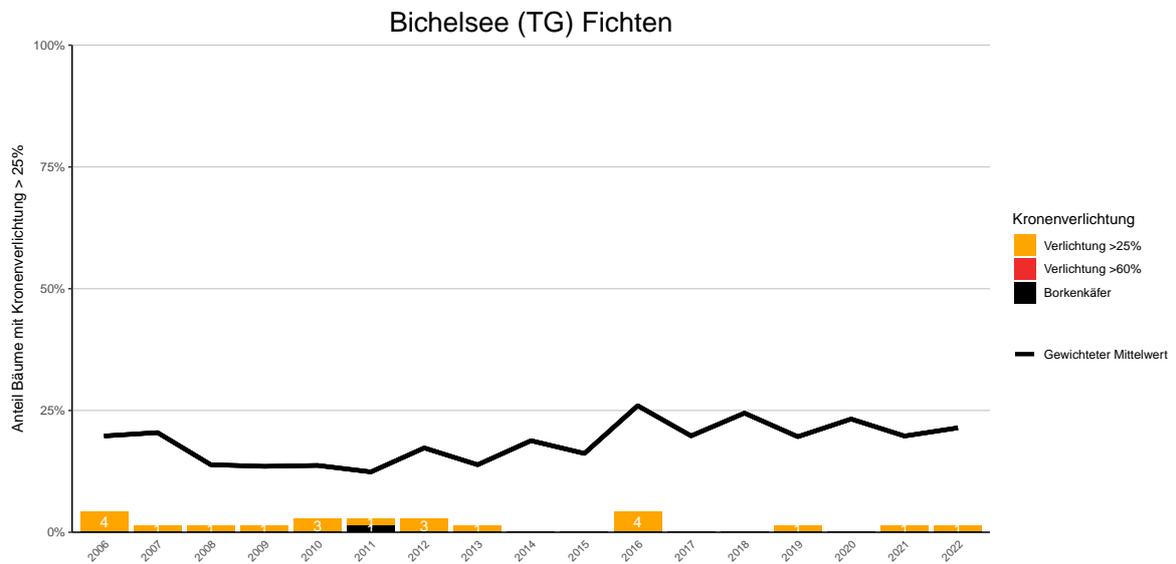


Abb. 173. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

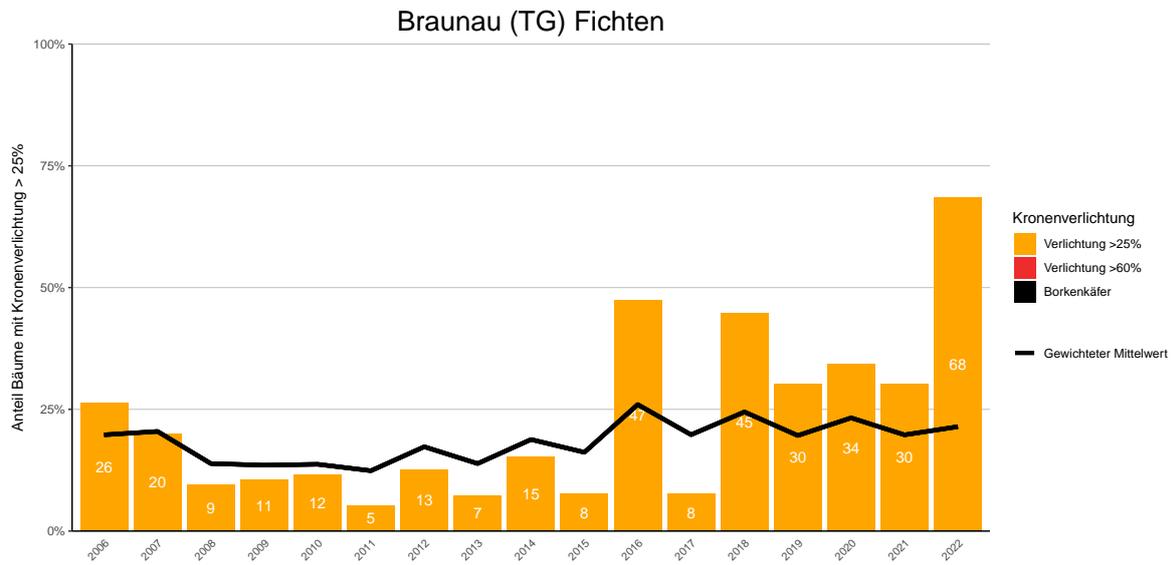


**Abb. 174.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

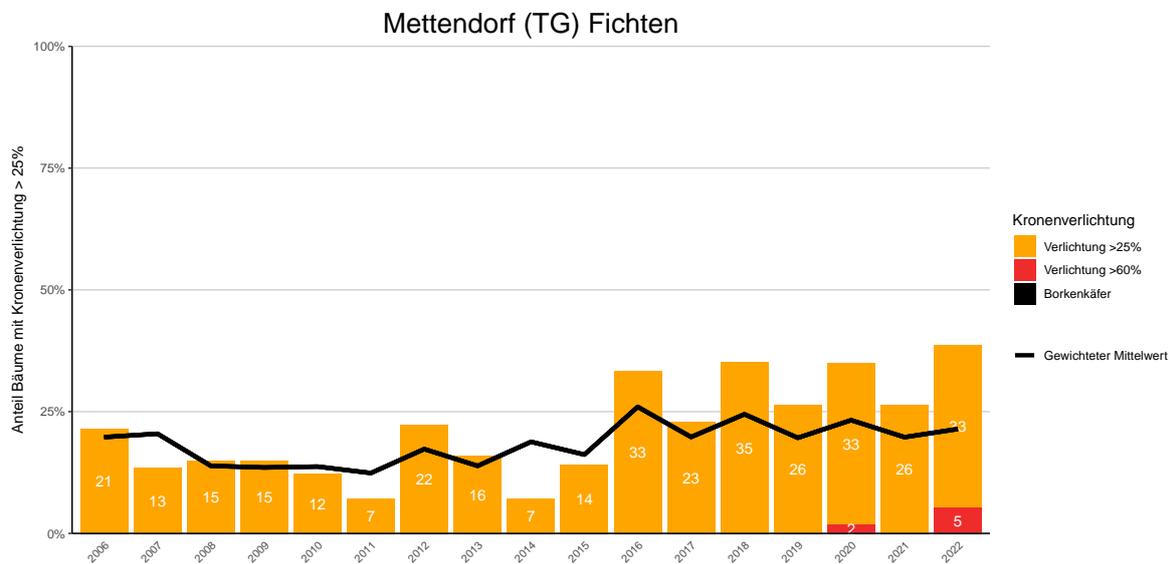
## 14.6.2 Fichten



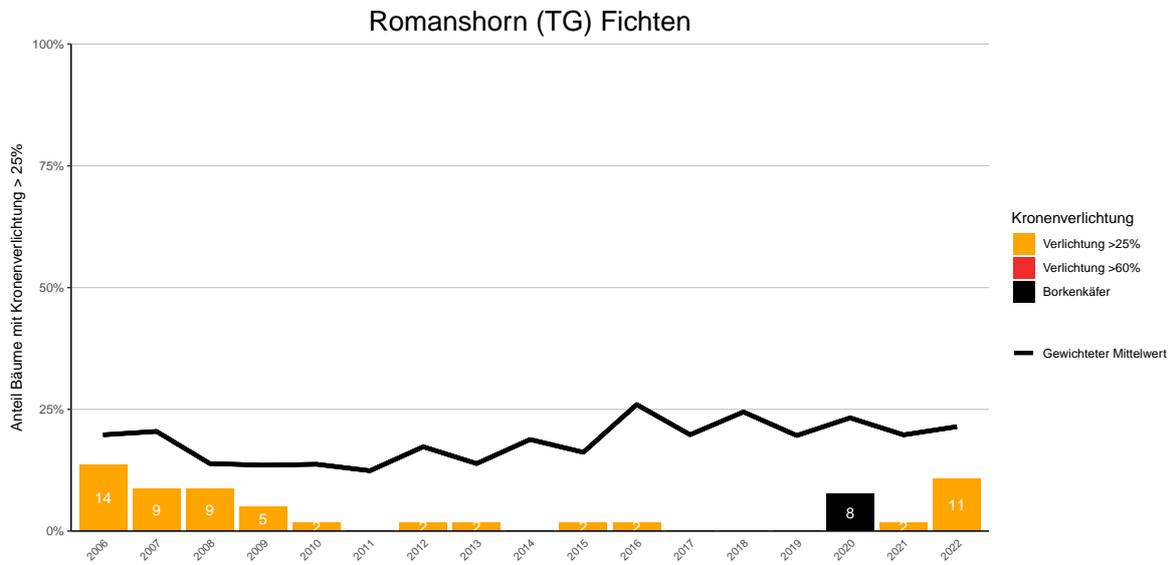
**Abb. 175.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 176.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

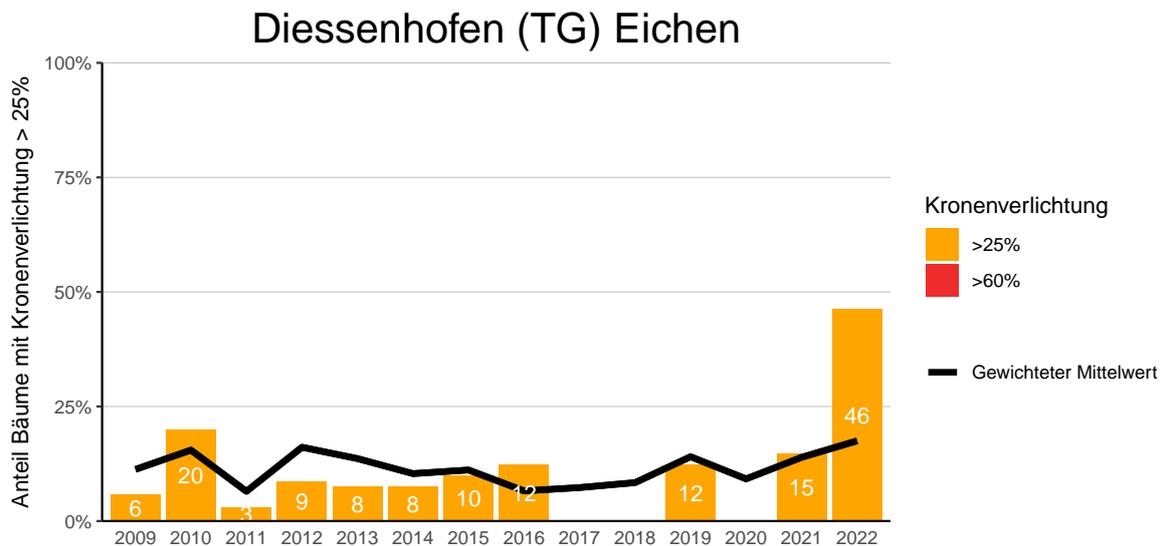


**Abb. 177.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 178.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

### 14.6.3 Eichen



**Abb. 179.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Mettendorf (TG) Eichen

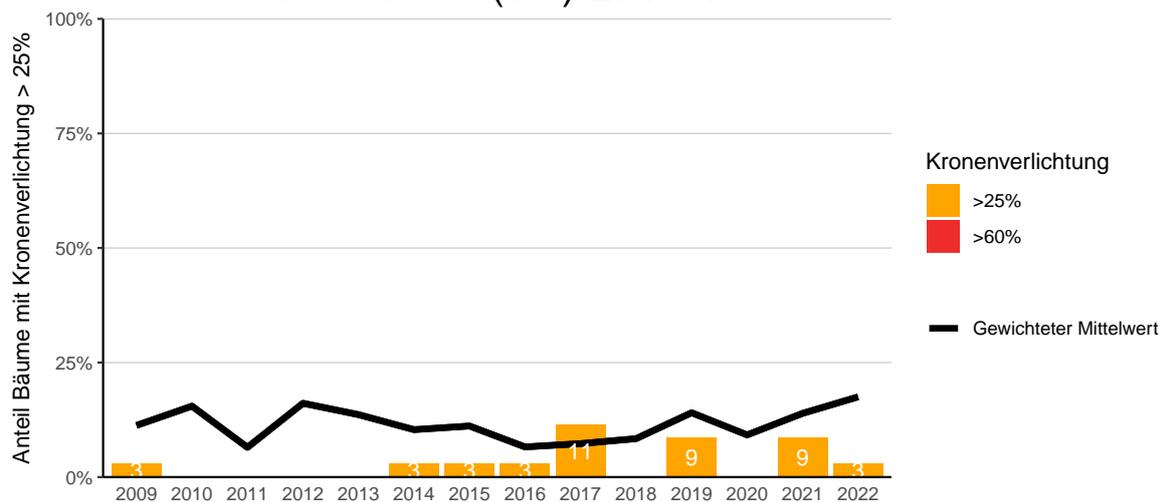


Abb. 180. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Romanshorn (TG) Eichen

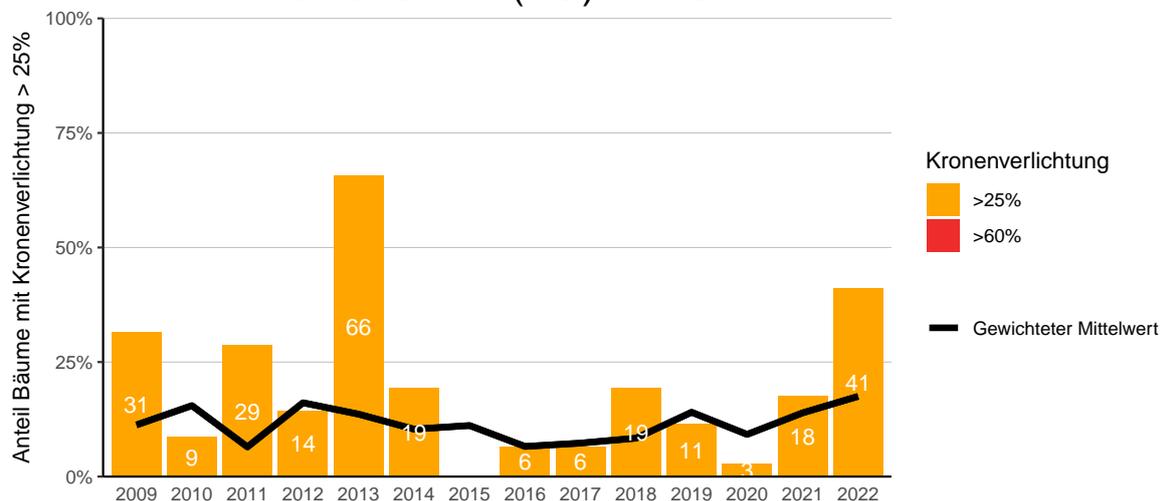


Abb. 181. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## 14.7 Bonitierung Programmkanton ZCH

### 14.7.1 Buchen

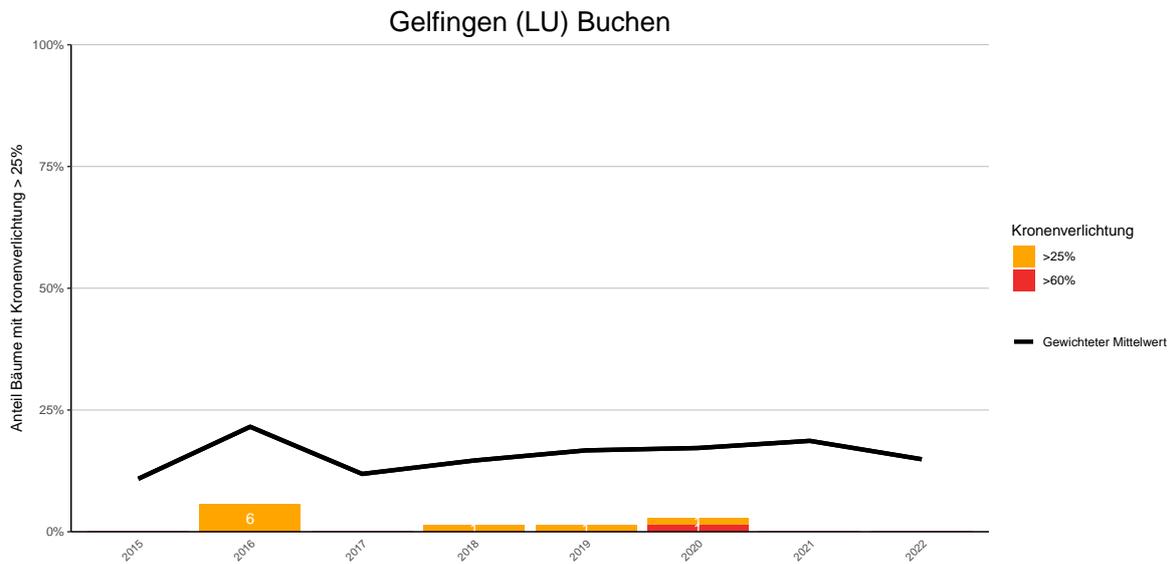


Abb. 182. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

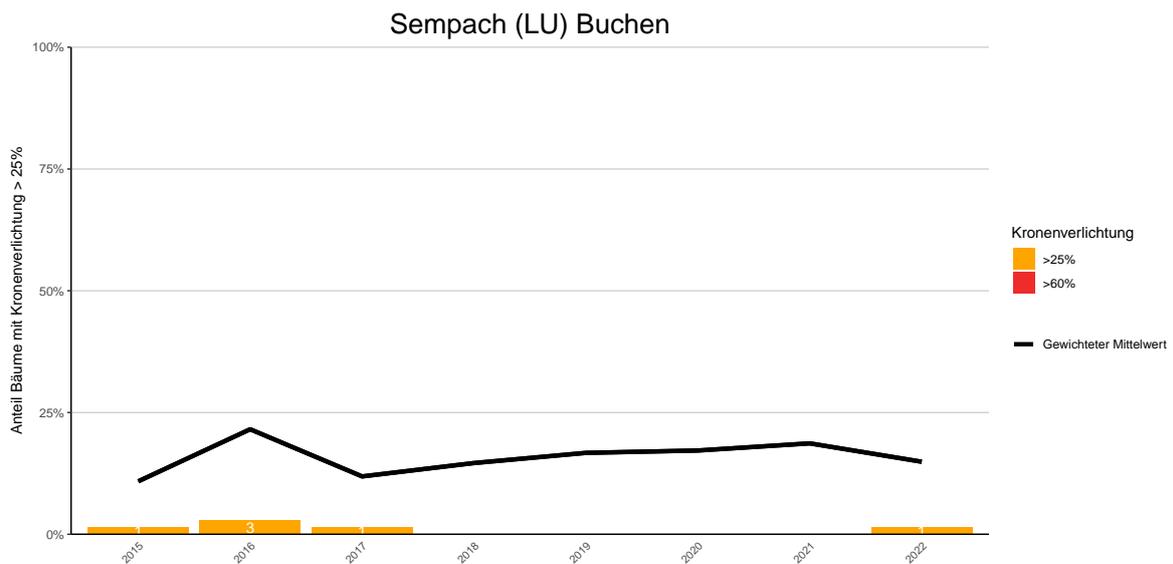
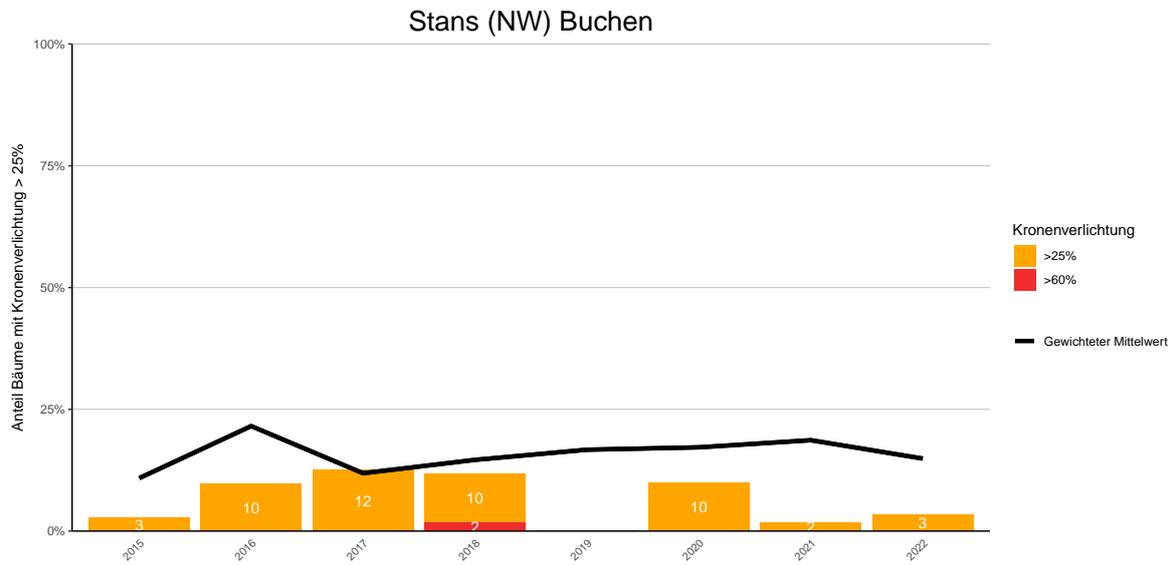
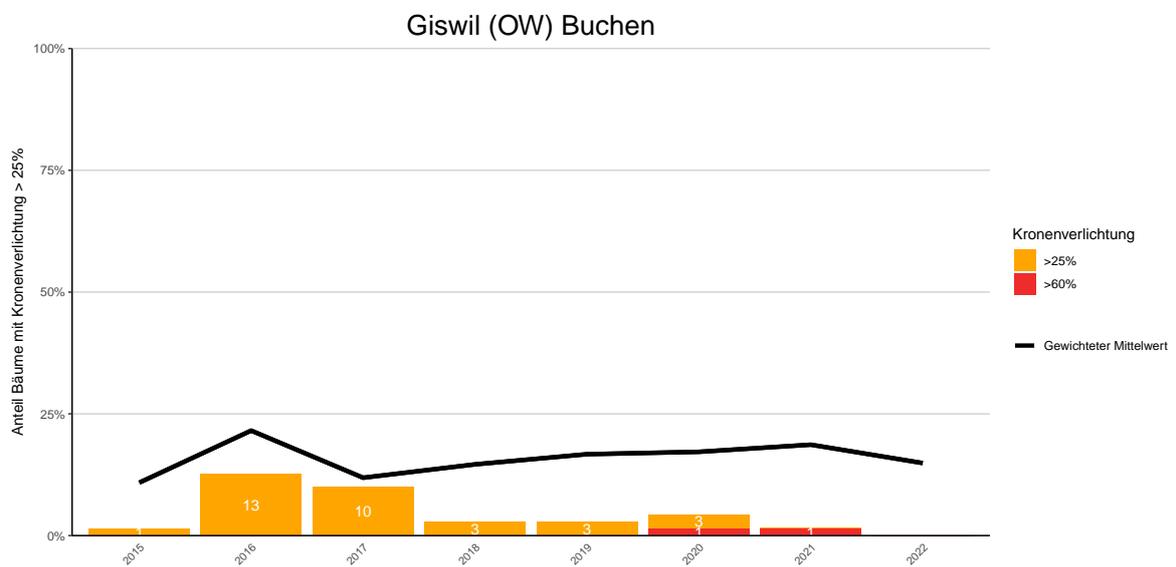


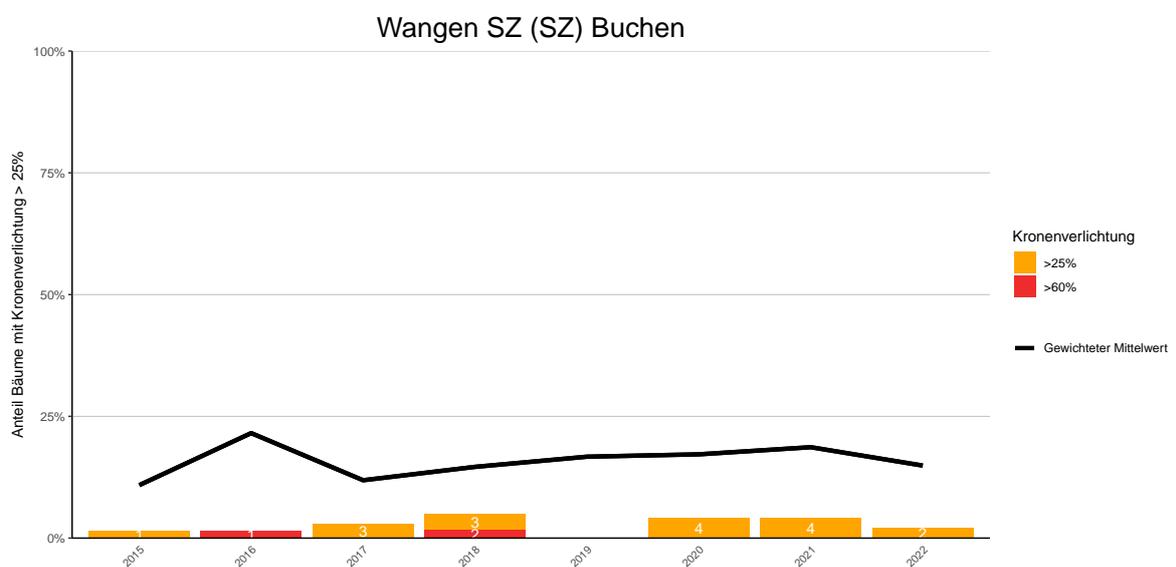
Abb. 183. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 184.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 185.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 186.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Zugerberg Hintergeissboden (ZG) Buchen

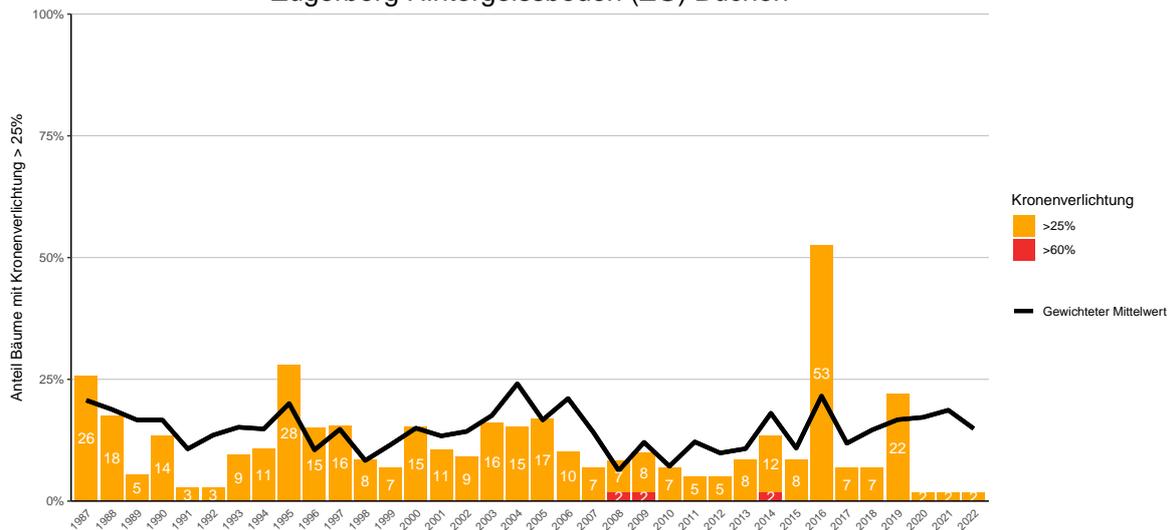


Abb. 187. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Zugerberg Vordergeissboden (ZG) Buchen

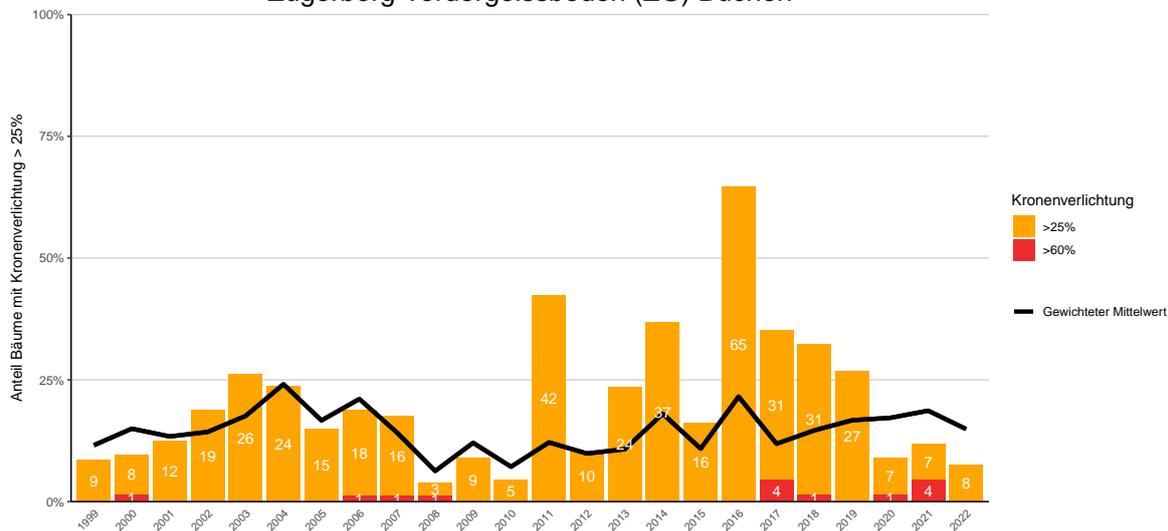
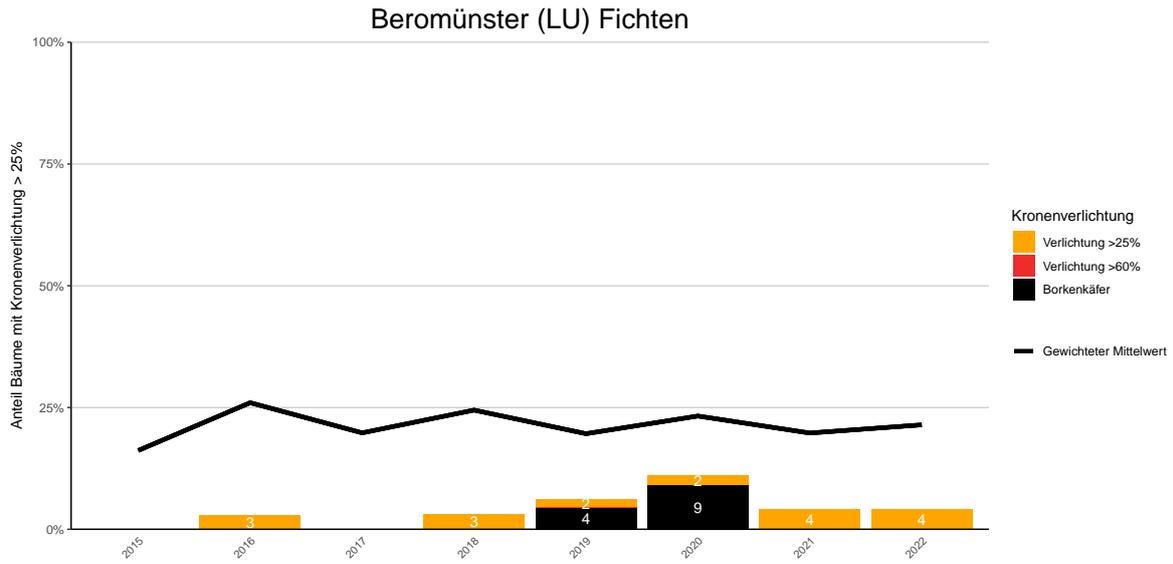
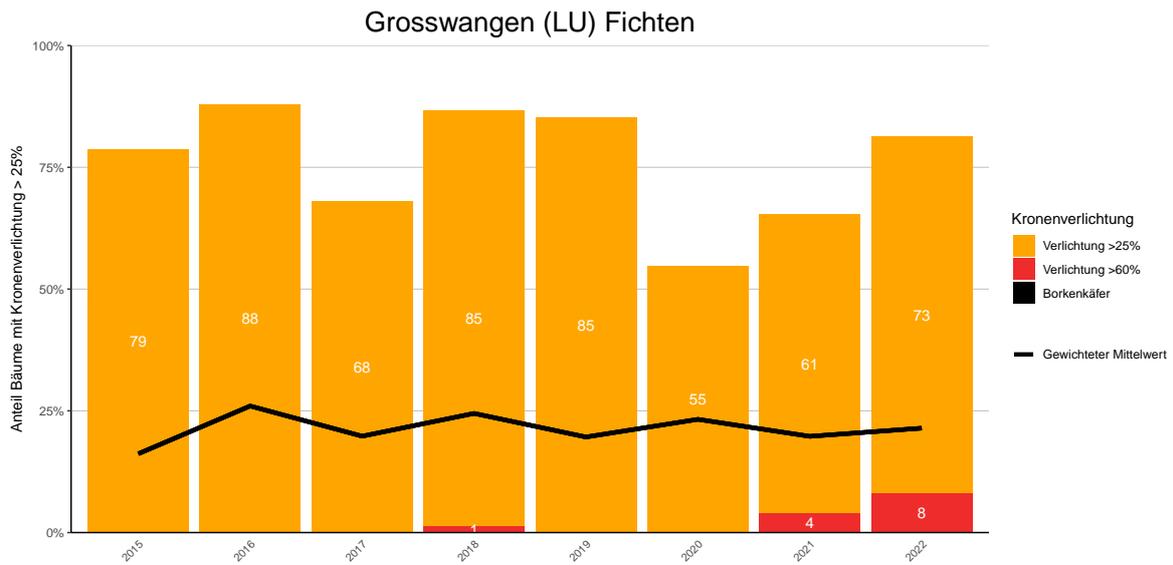


Abb. 188. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

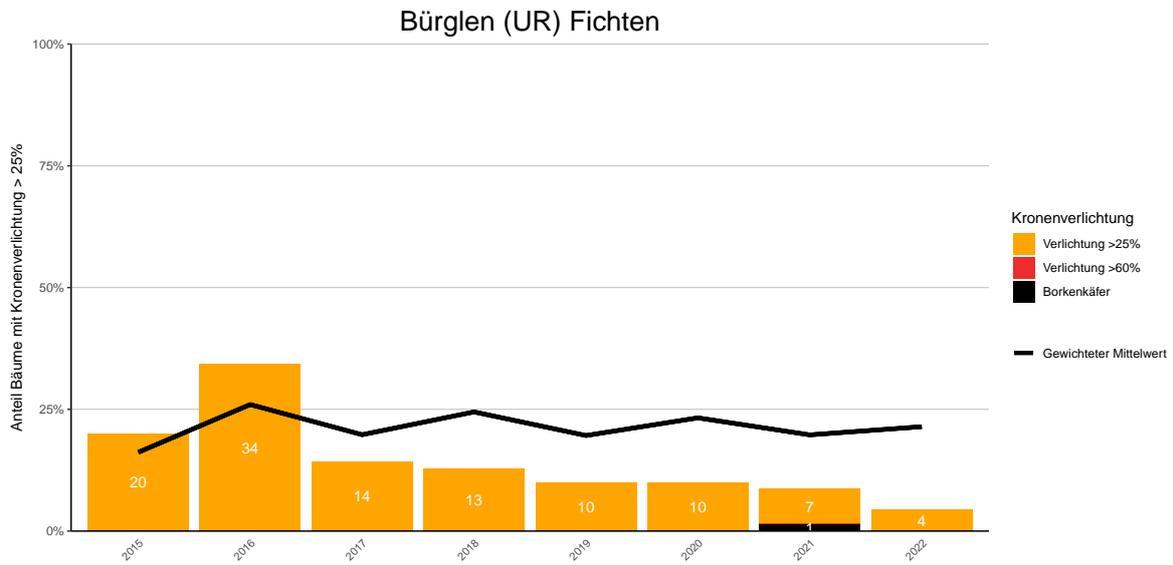
## 14.7.2 Fichten



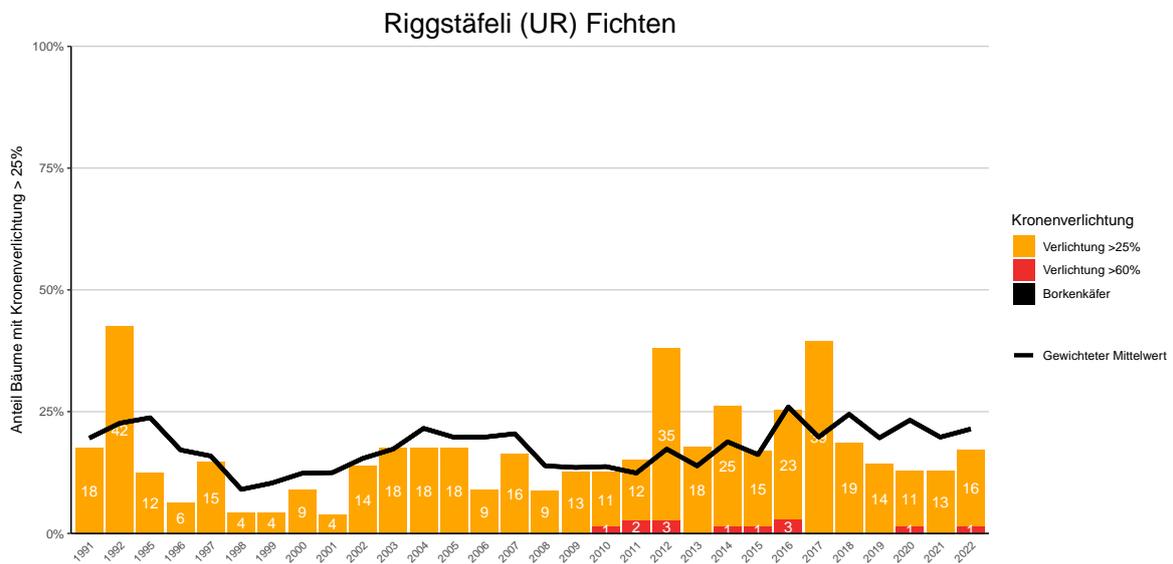
**Abb. 189.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



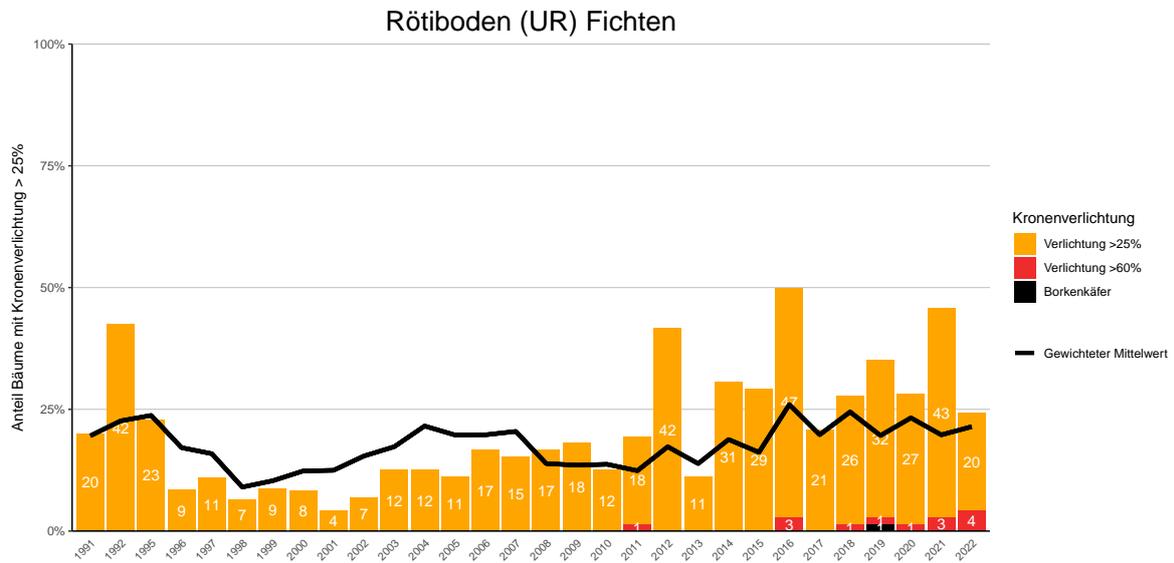
**Abb. 190.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



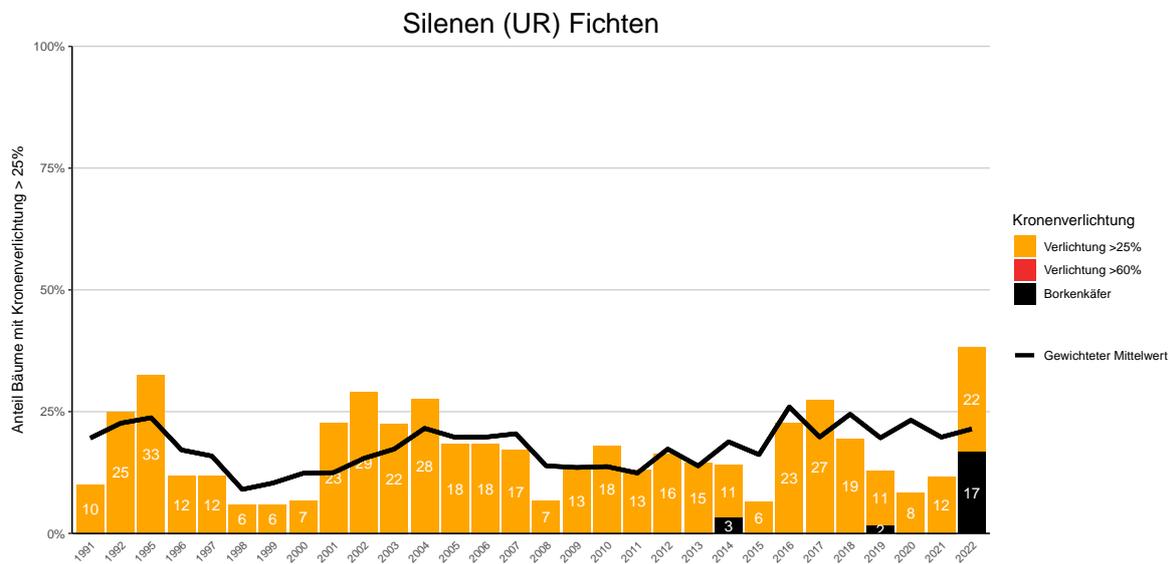
**Abb. 191.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



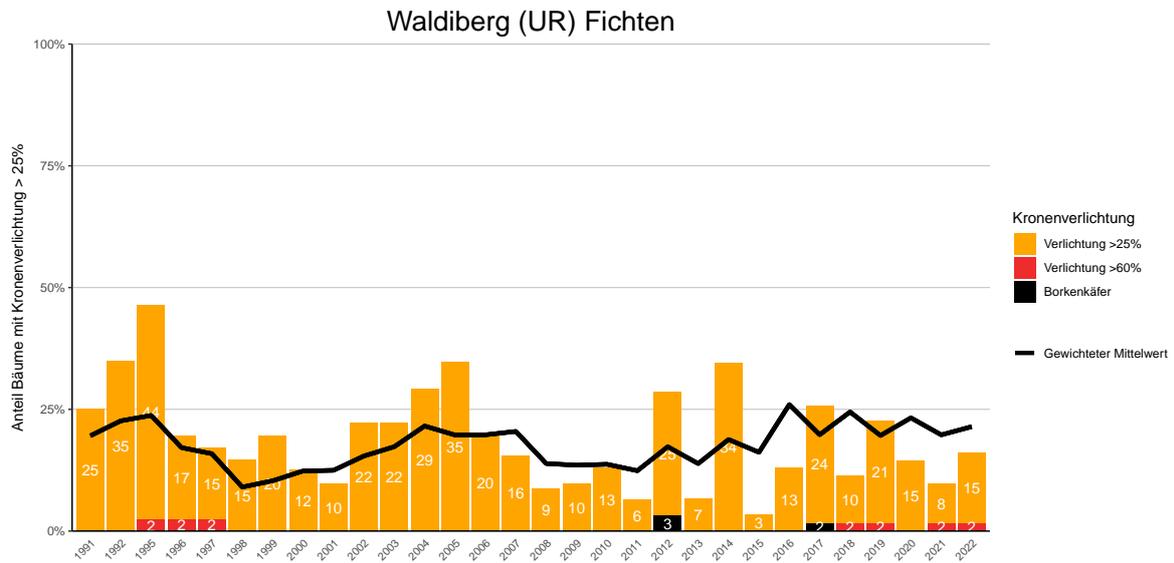
**Abb. 192.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



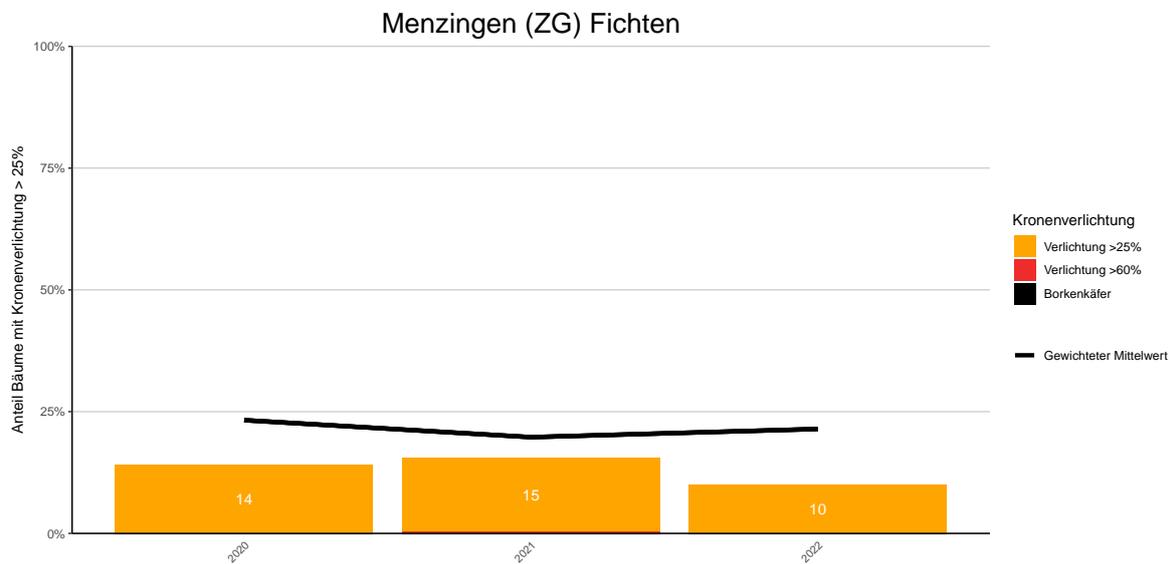
**Abb. 193.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 194.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

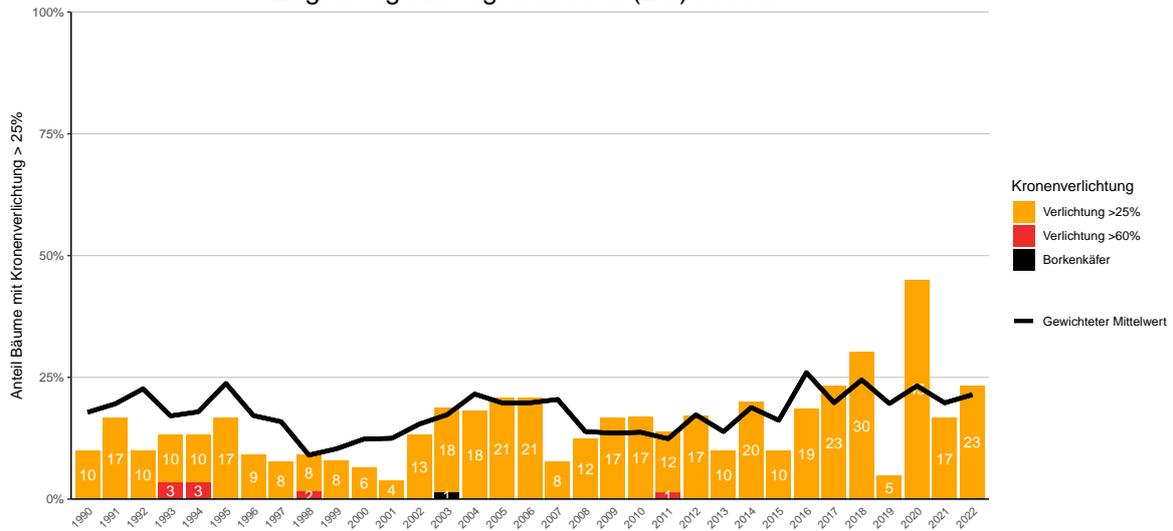


**Abb. 195.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



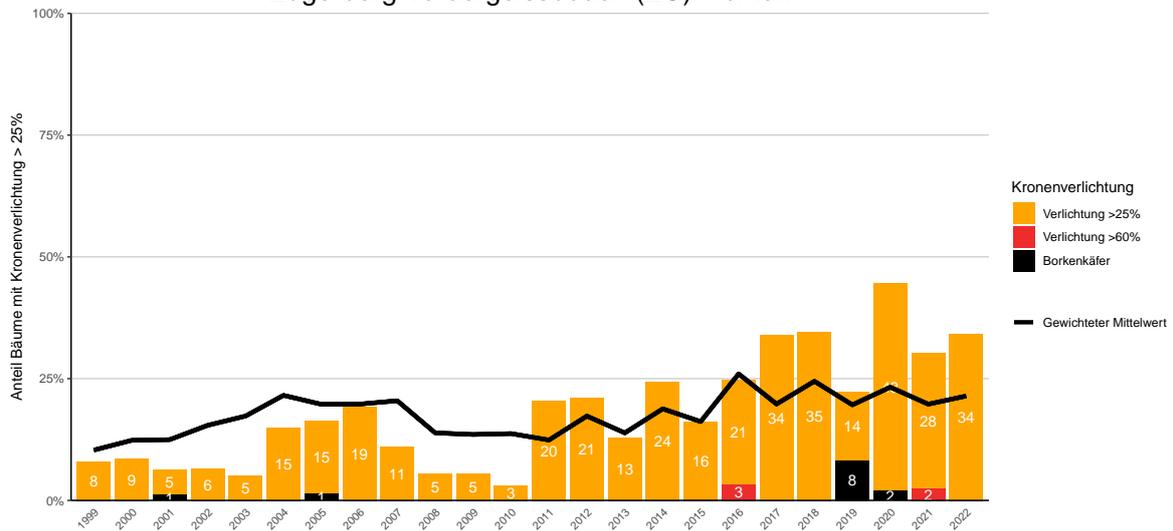
**Abb. 196.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

### Zugerberg Hintergeissboden (ZG) Fichten



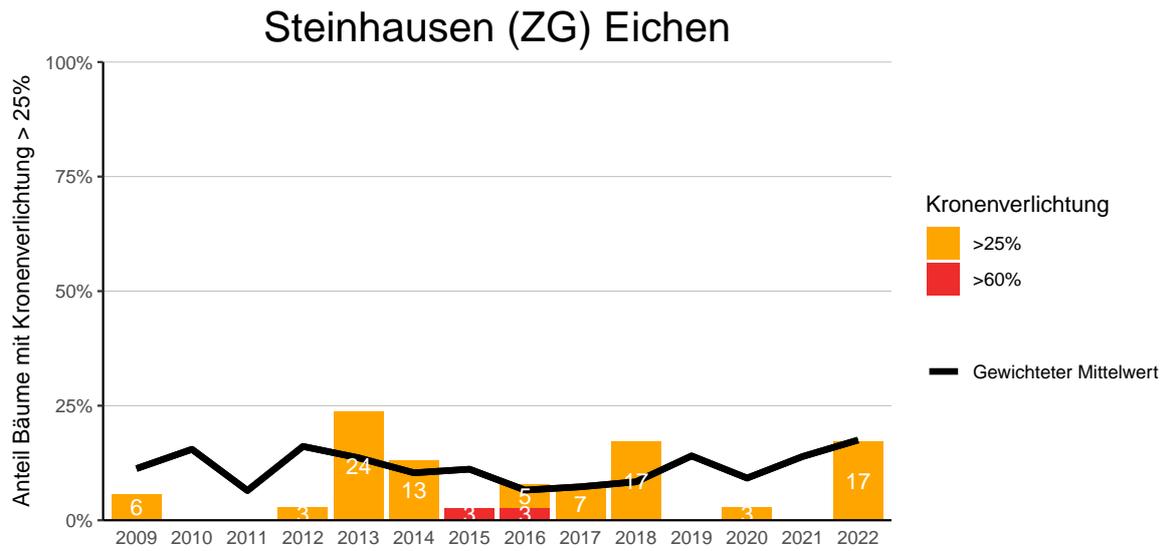
**Abb. 197.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

### Zugerberg Vordergeissboden (ZG) Fichten



**Abb. 198.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

### 14.7.3 Eichen



**Abb. 199.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## 14.8 Bonitierung Programmkanton ZH

### 14.8.1 Buchen

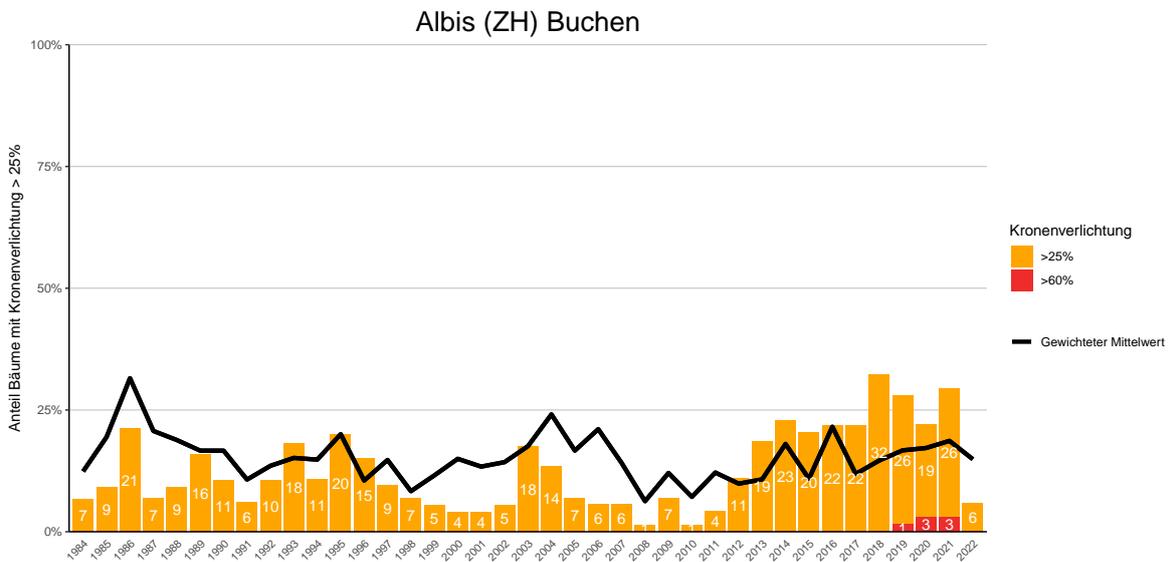


Abb. 200. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

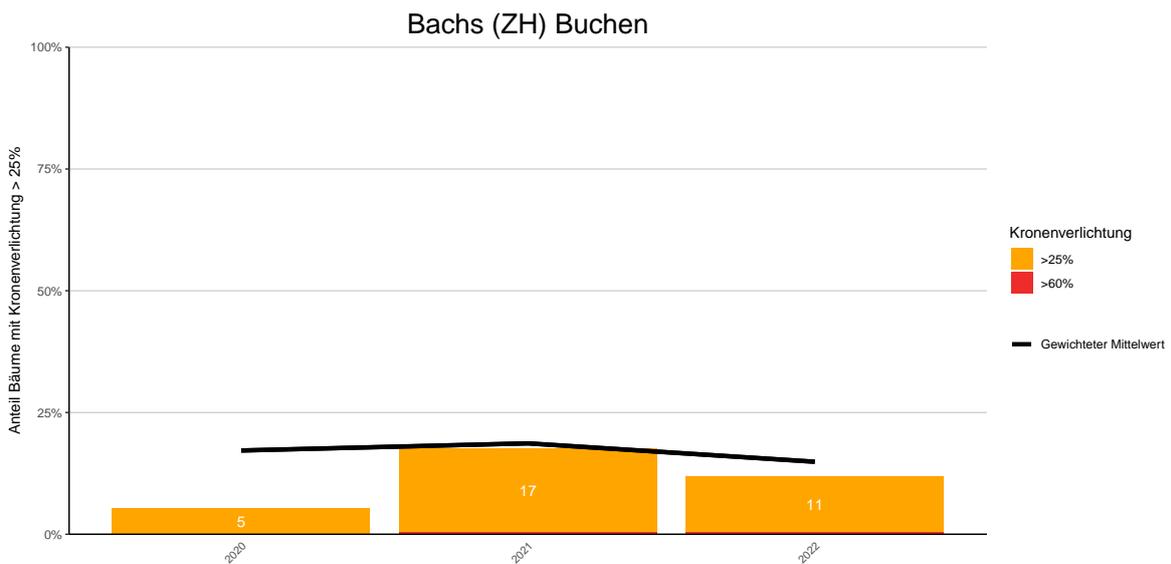
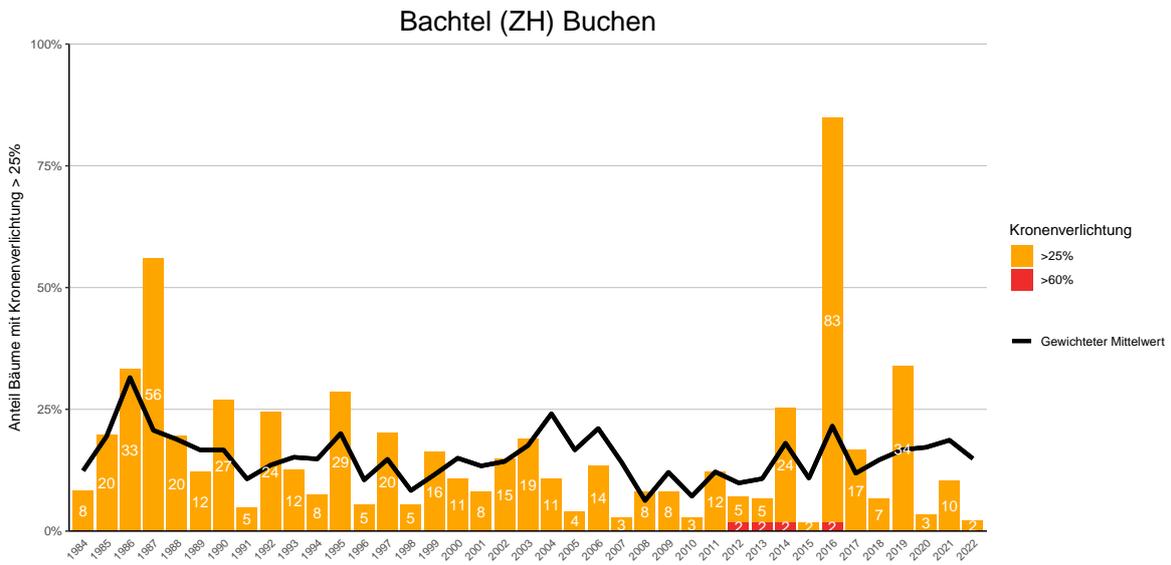
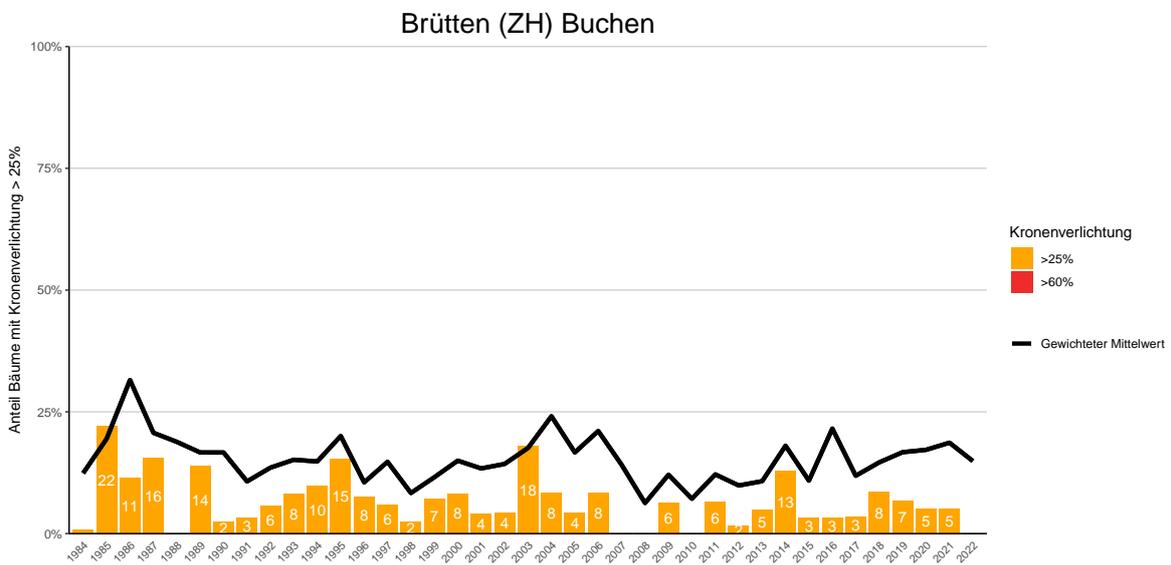


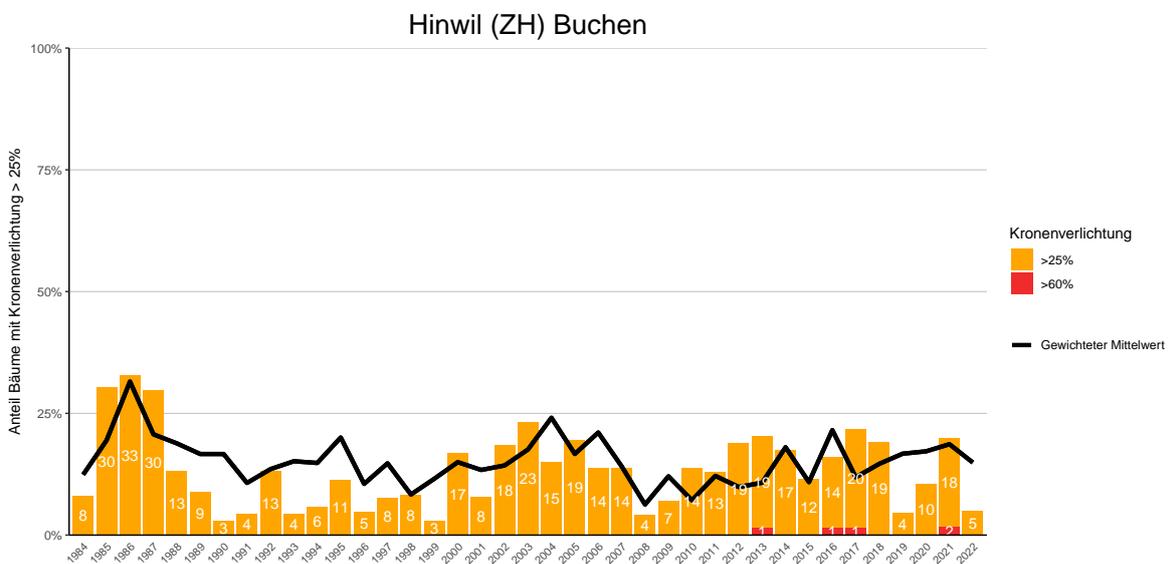
Abb. 201. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



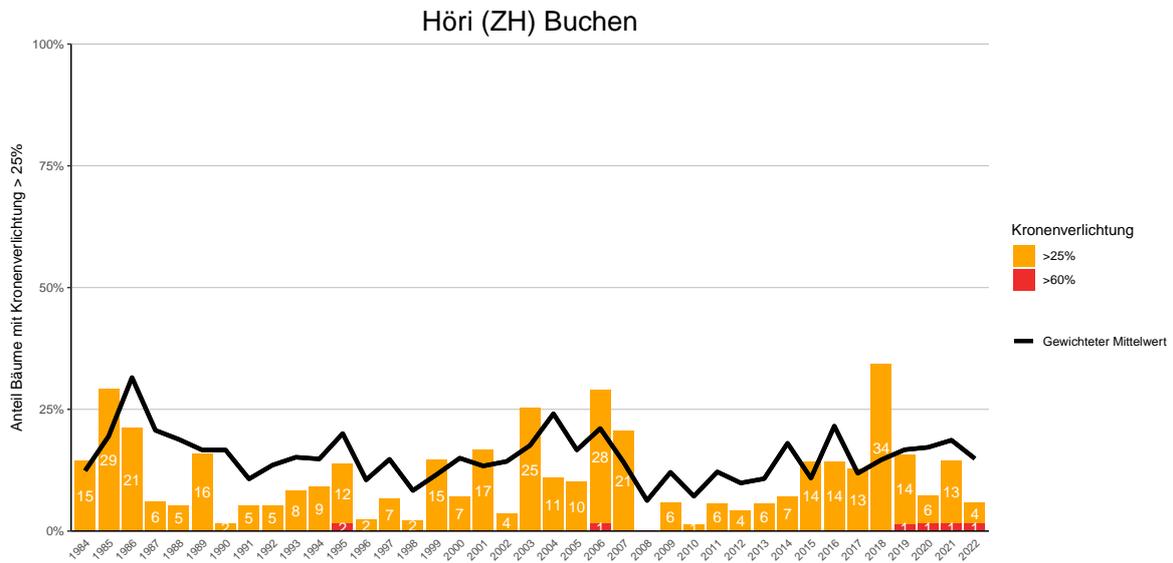
**Abb. 202.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



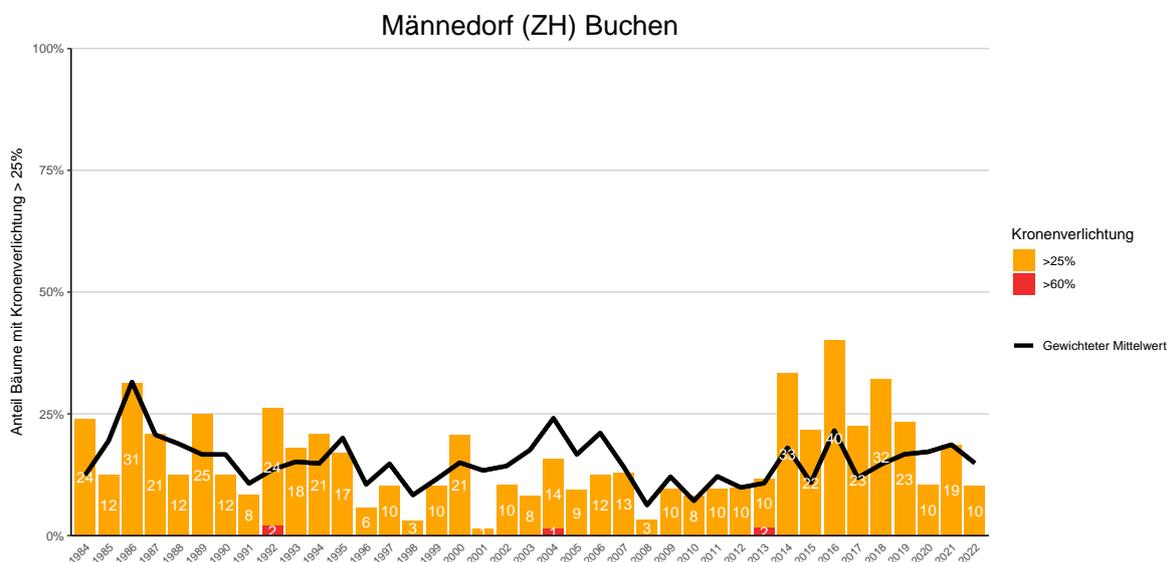
**Abb. 203.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



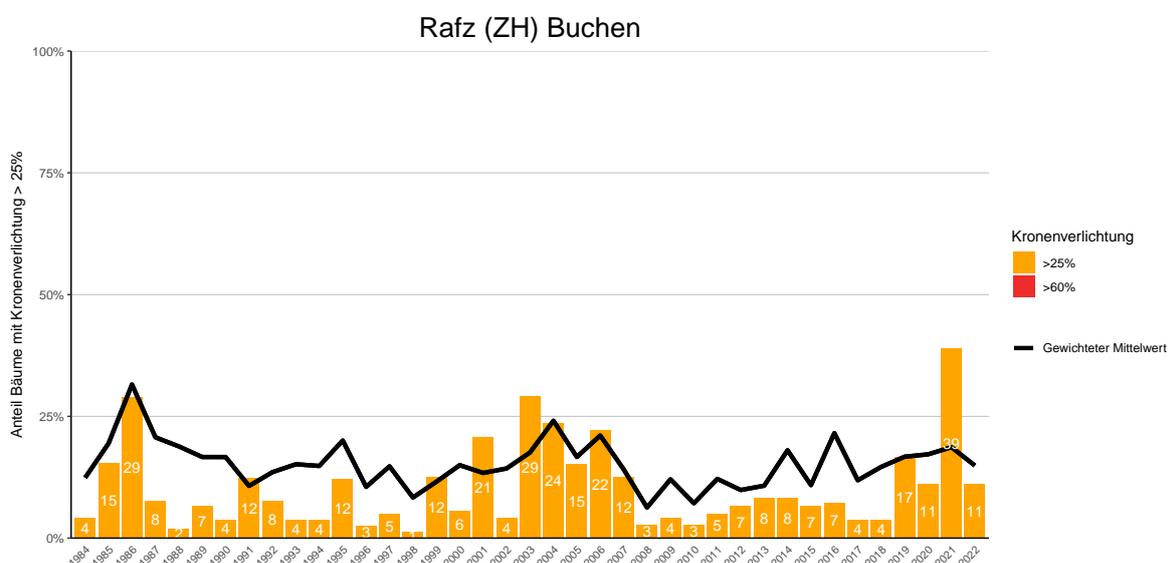
**Abb. 204.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 205.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 206.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 207.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Teufen (ZH) Buchen

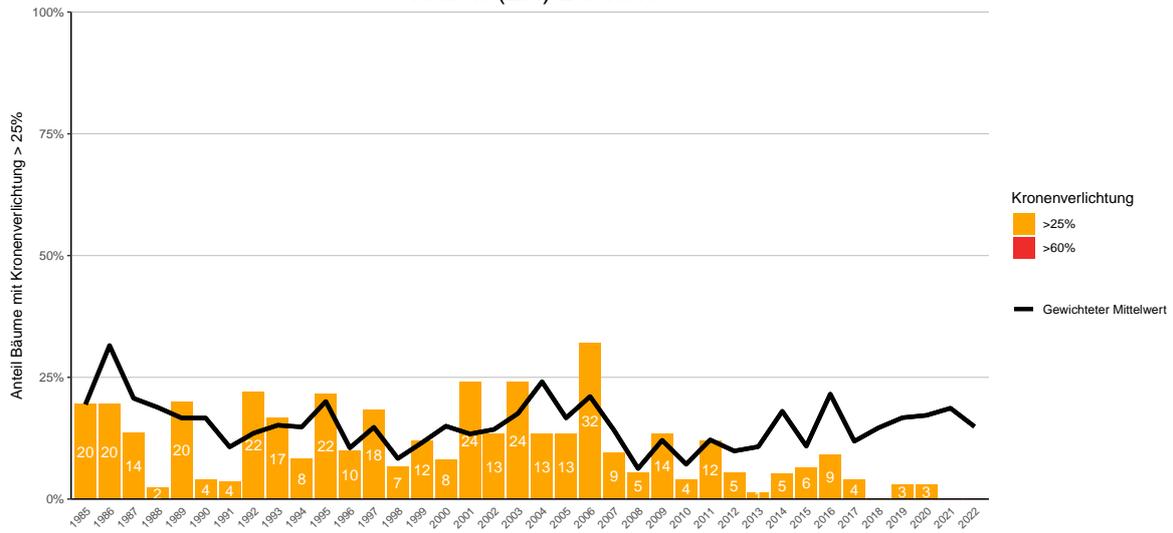


Abb. 208. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Wallisellen (ZH) Buchen

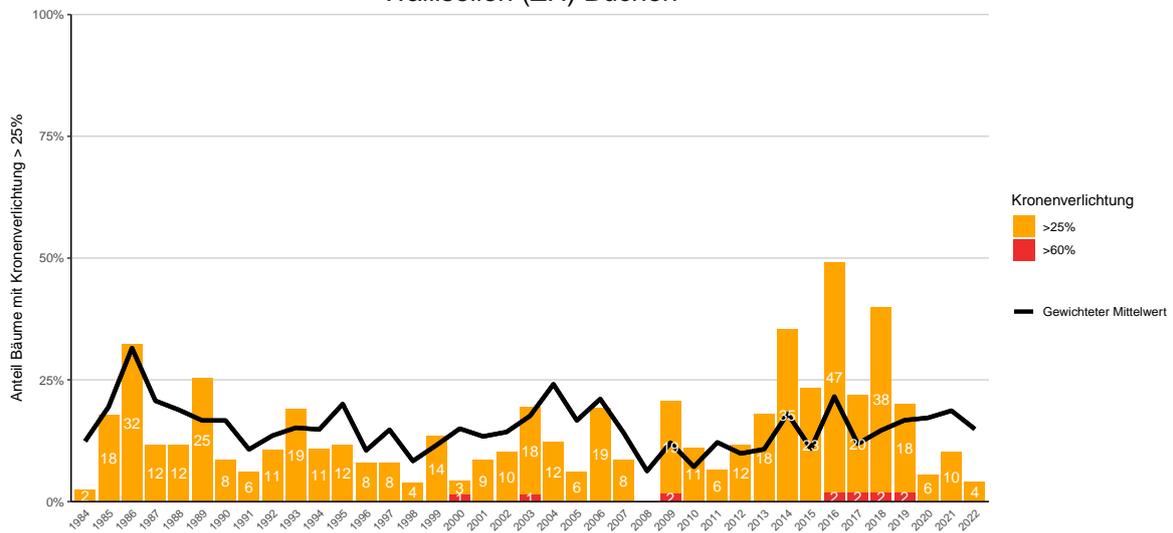


Abb. 209. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Wangen (ZH) Buchen

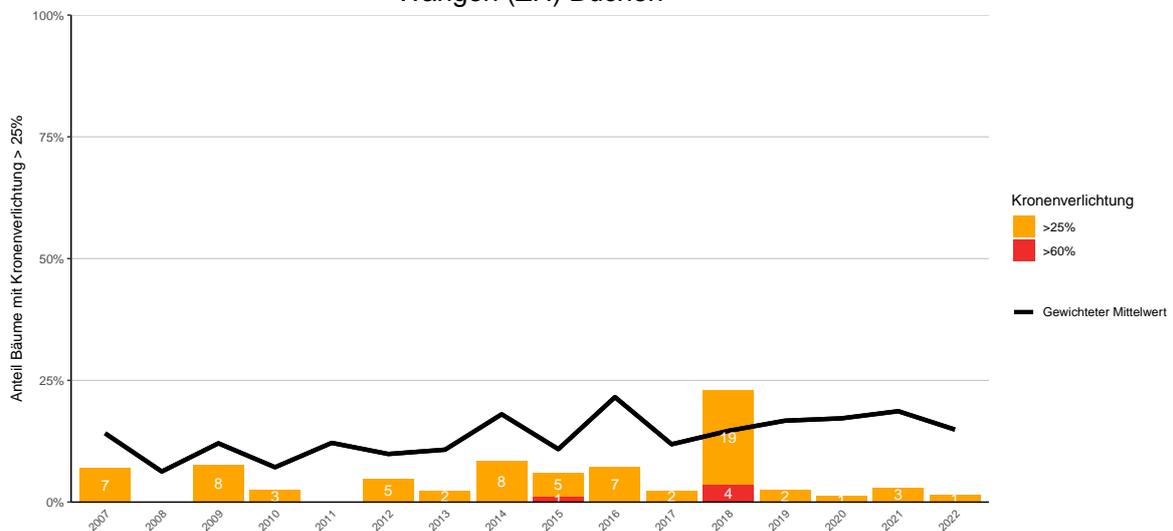
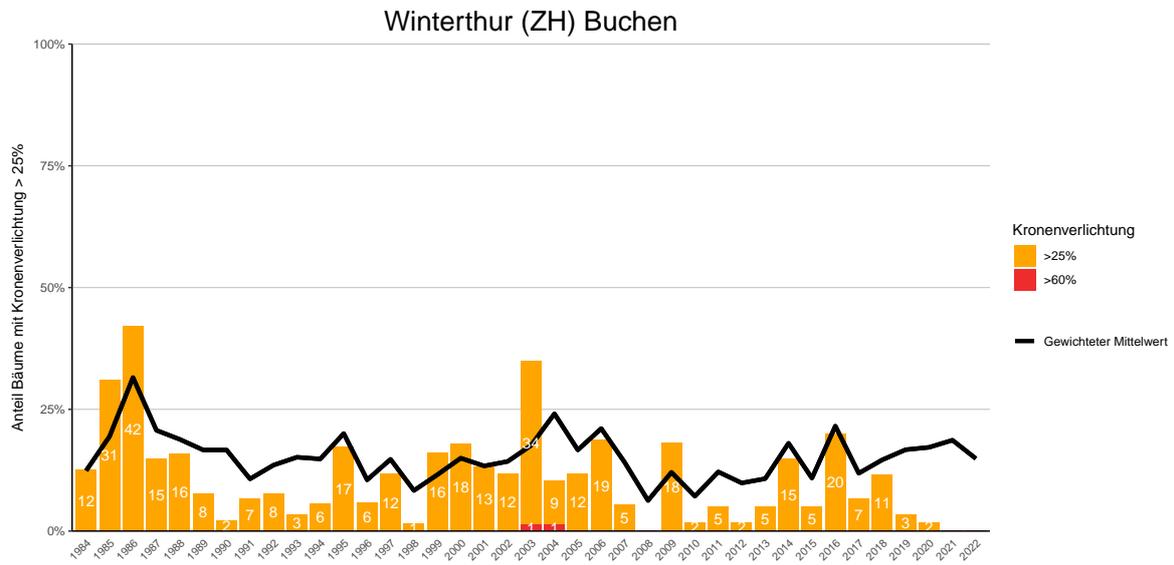
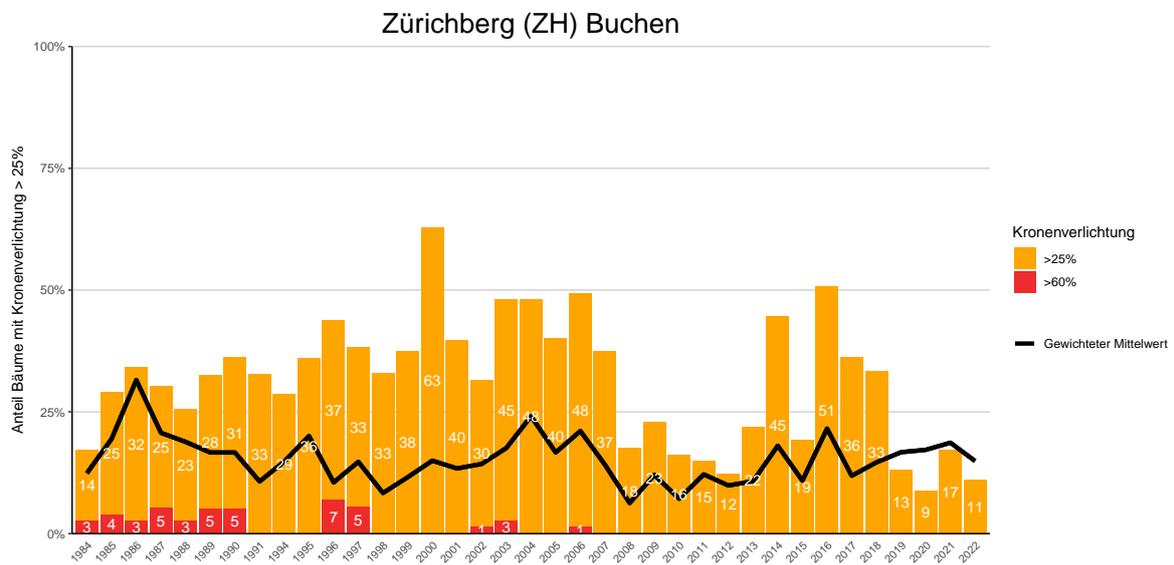


Abb. 210. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

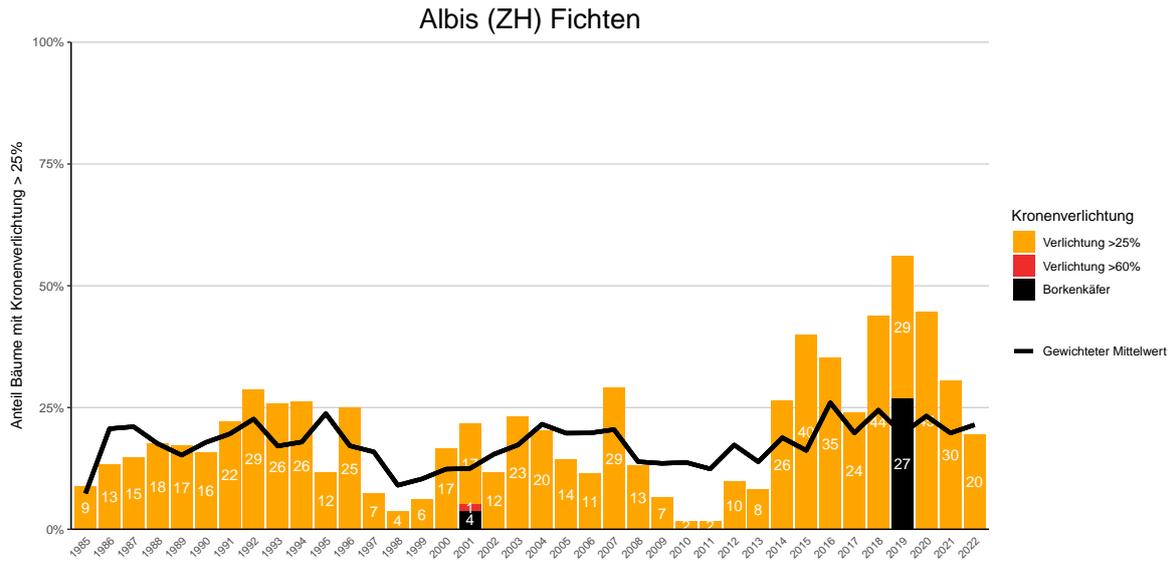


**Abb. 211.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

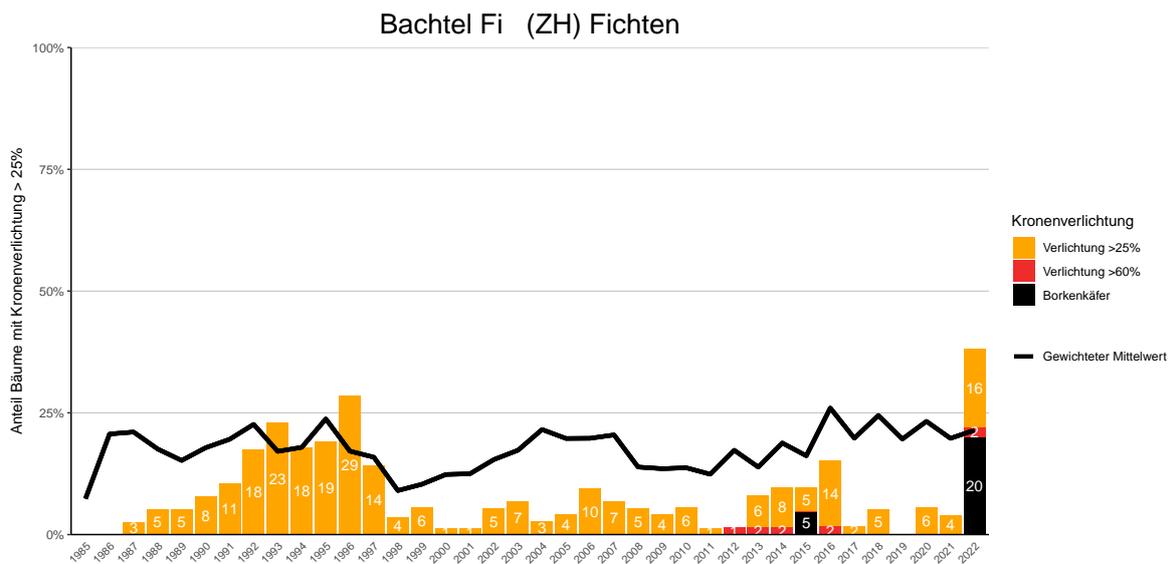


**Abb. 212.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

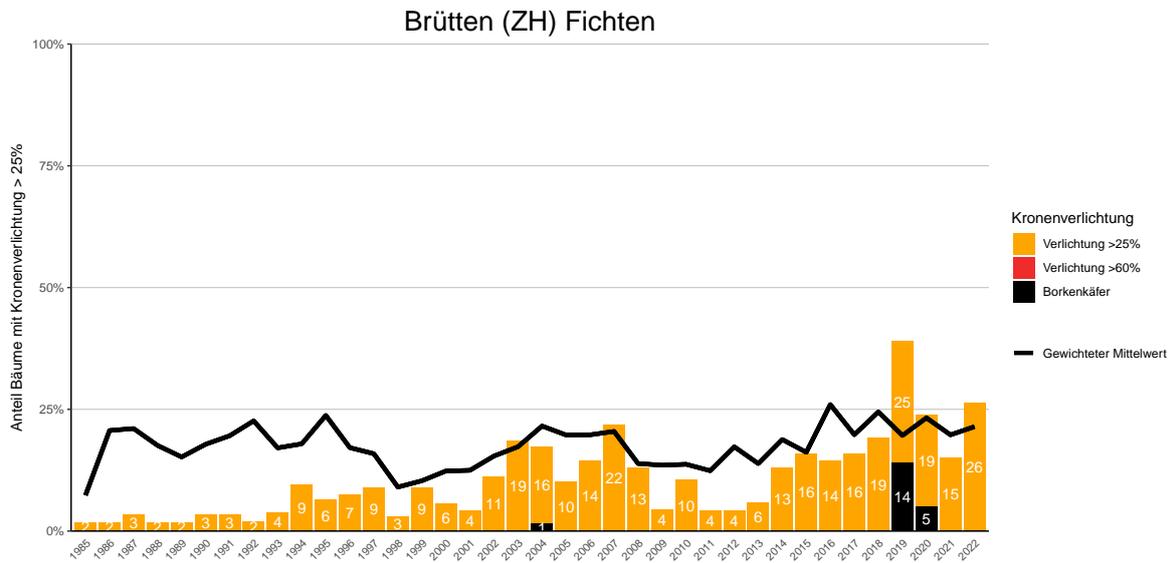
## 14.8.2 Fichten



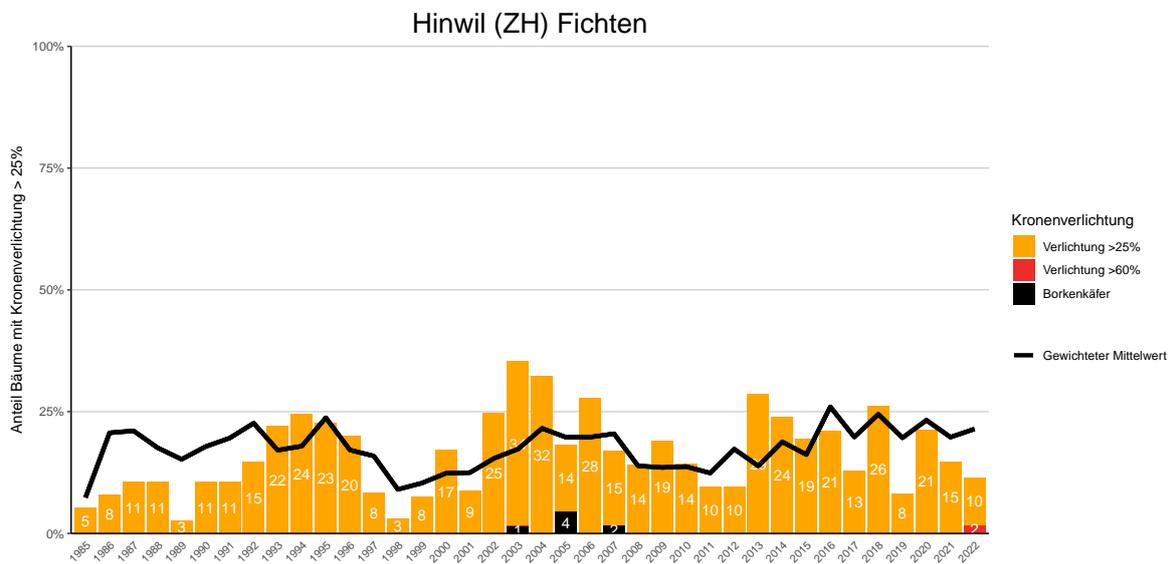
**Abb. 213.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



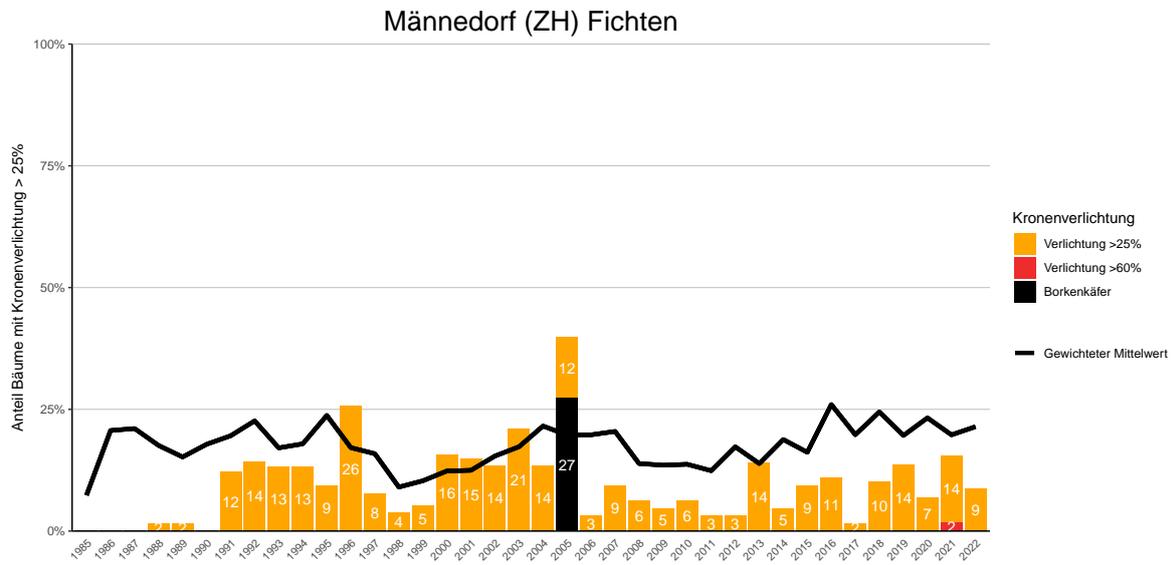
**Abb. 214.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



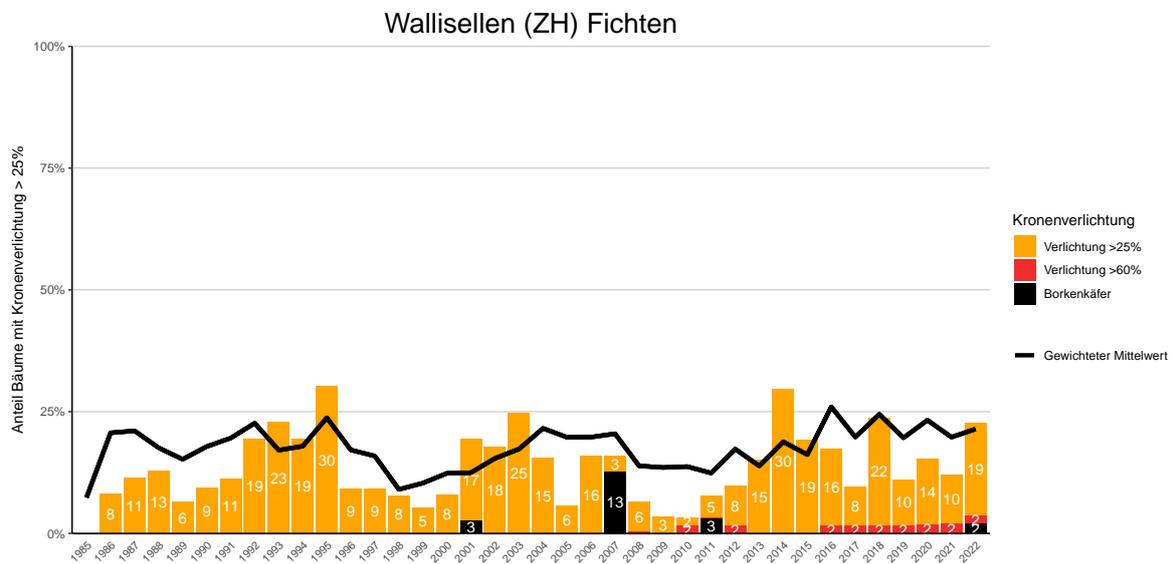
**Abb. 215.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



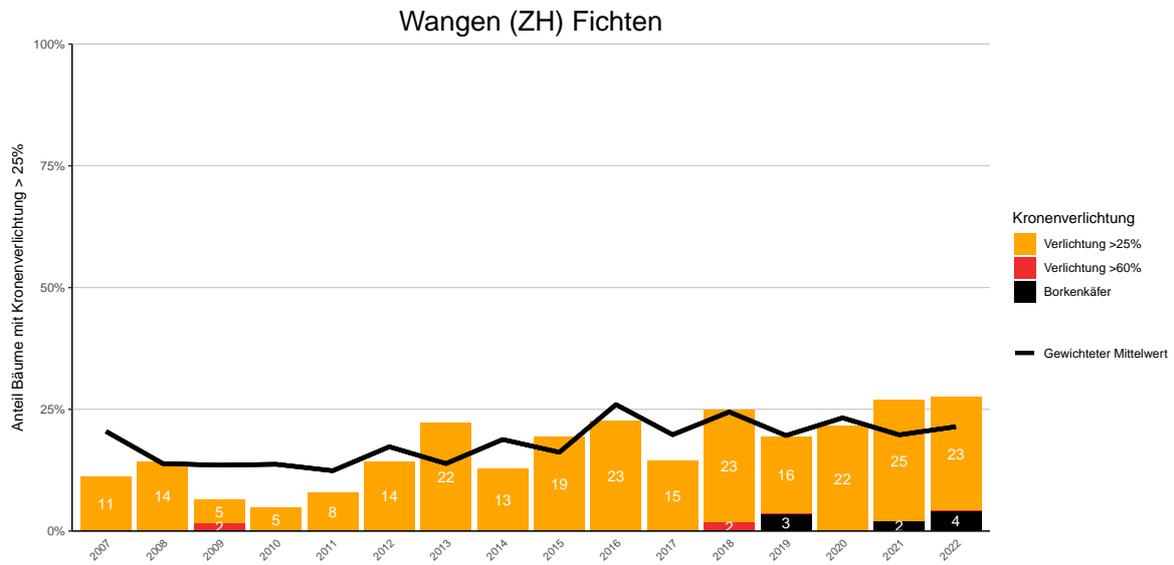
**Abb. 216.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



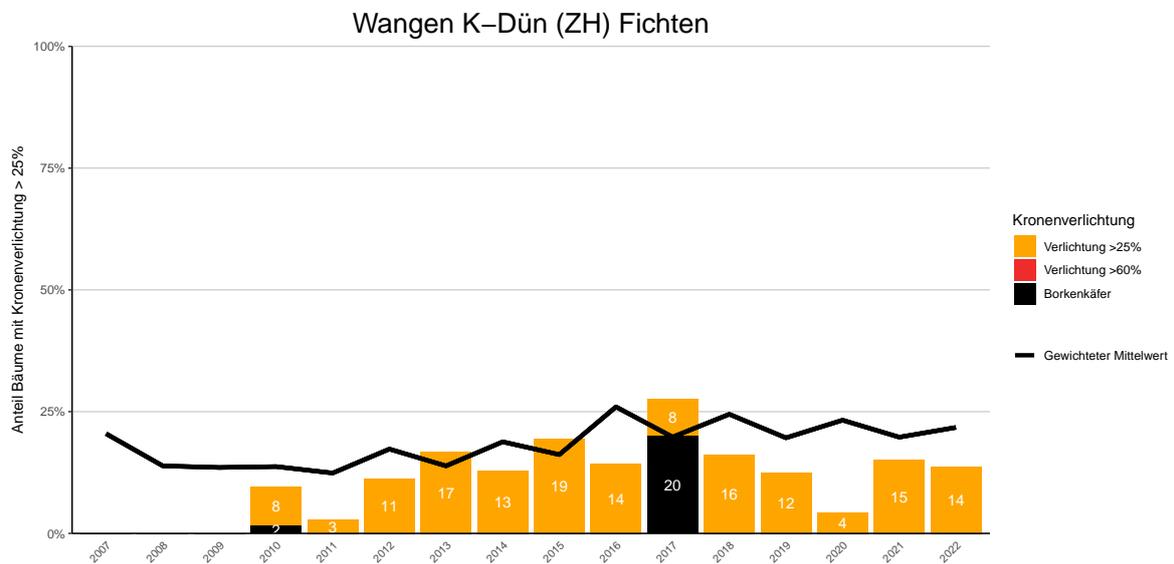
**Abb. 217.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



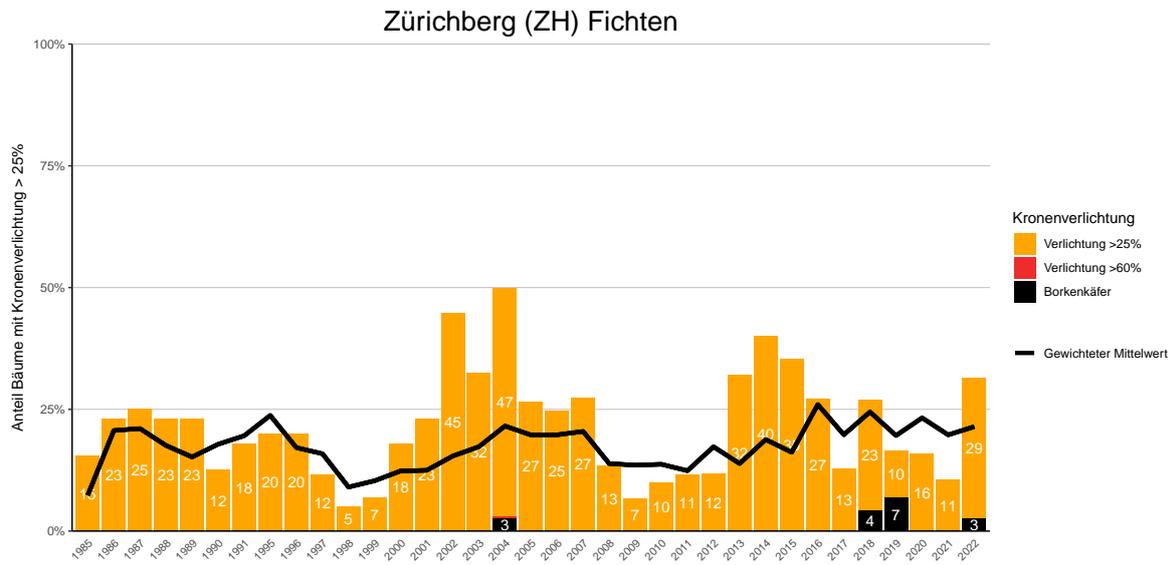
**Abb. 218.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 219.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 220.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 221.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

### 14.8.3 Eichen

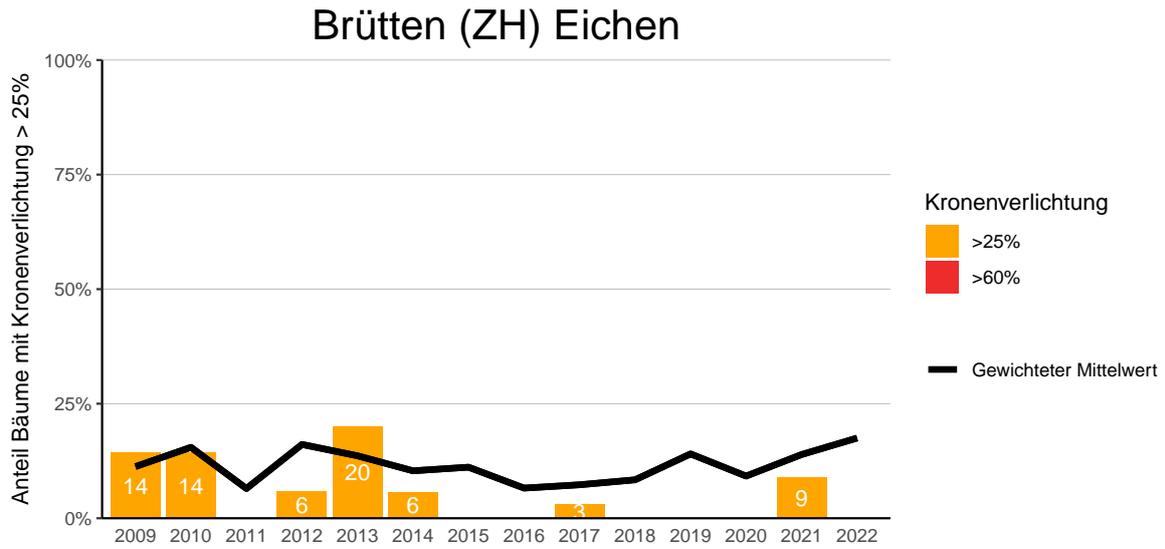


Abb. 222. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

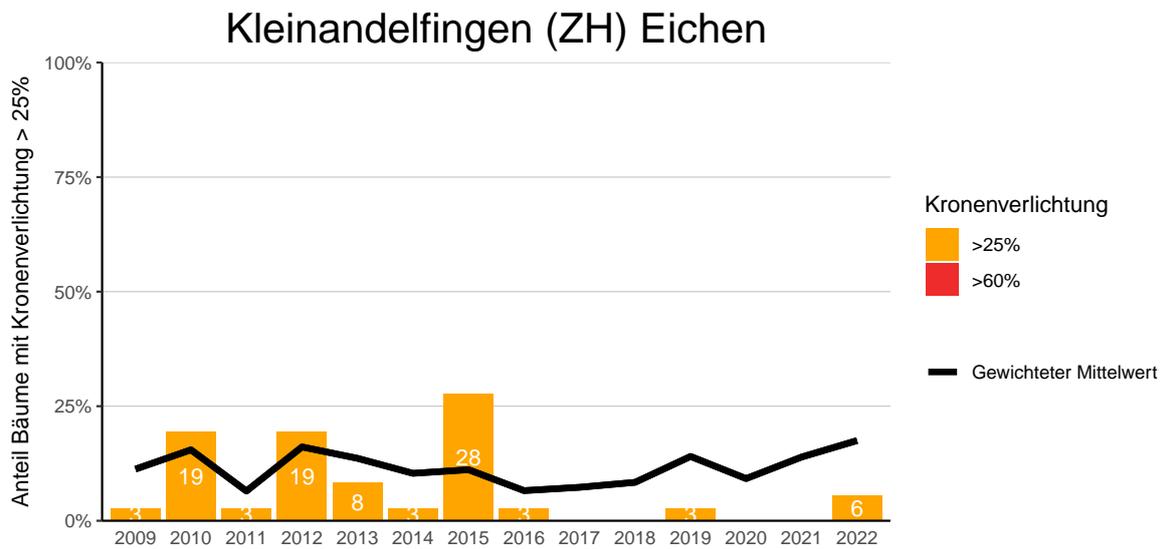


Abb. 223. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Rafz (ZH) Eichen

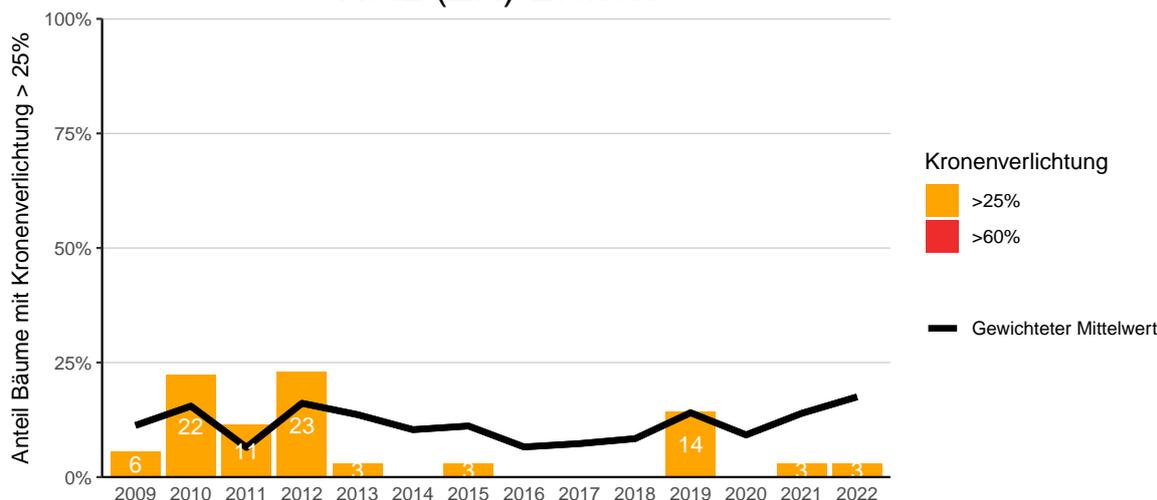


Abb. 224. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Rheinau (ZH) Eichen

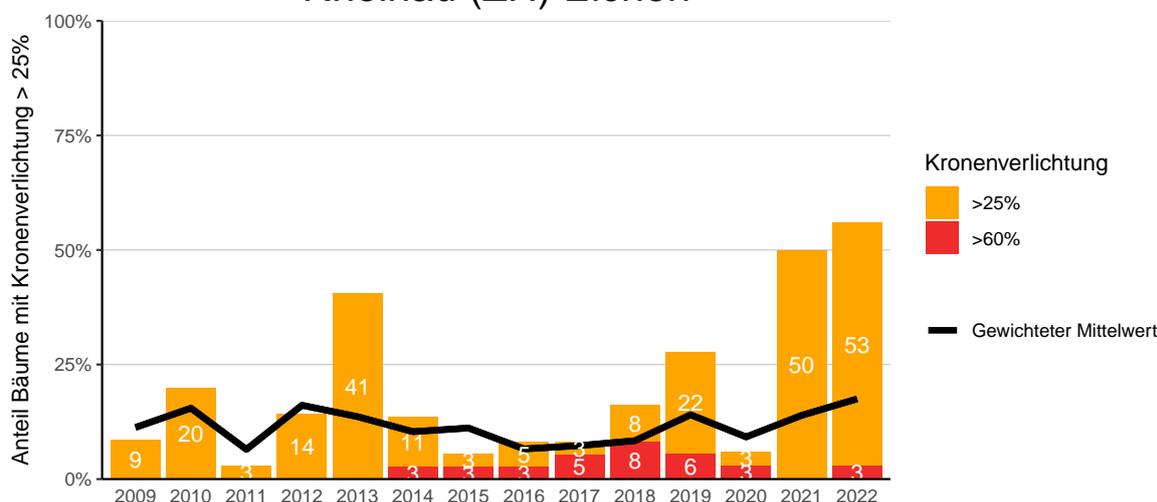


Abb. 225. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Uhwiesen (ZH) Eichen

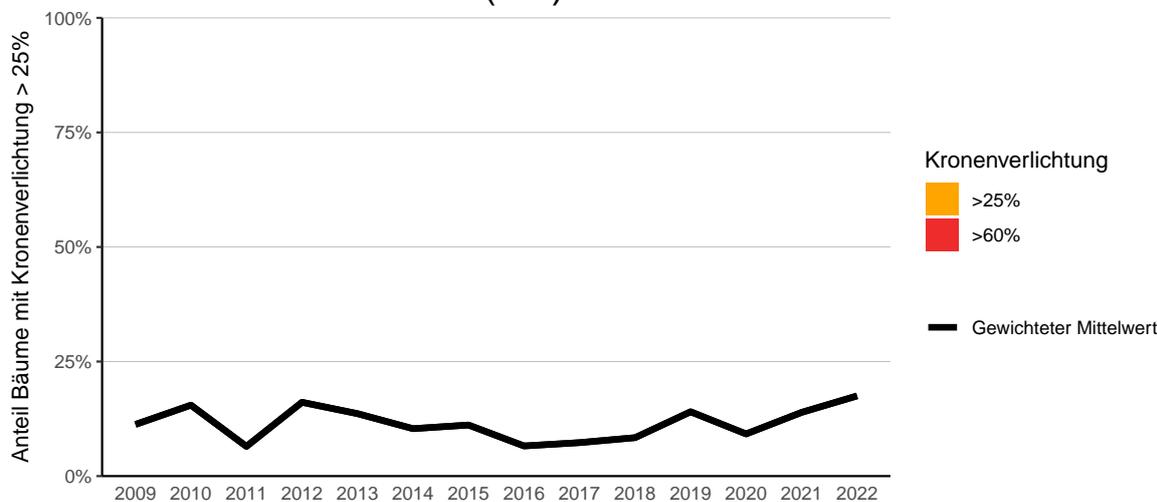


Abb. 226. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## 14.9 Bonitierung Flächenkantone

### 14.9.1 Buchen

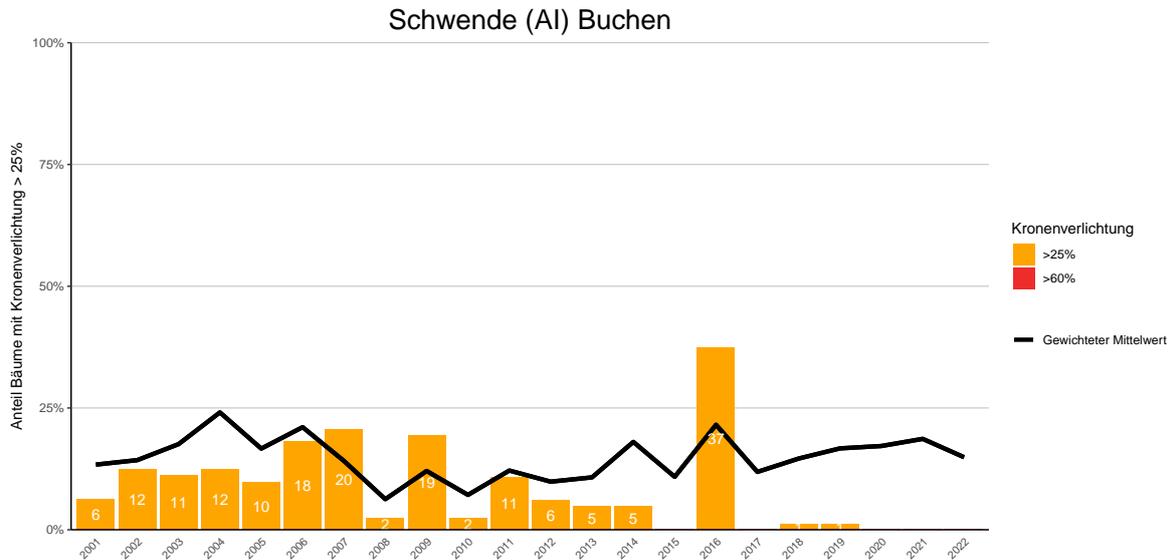


Abb. 227. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

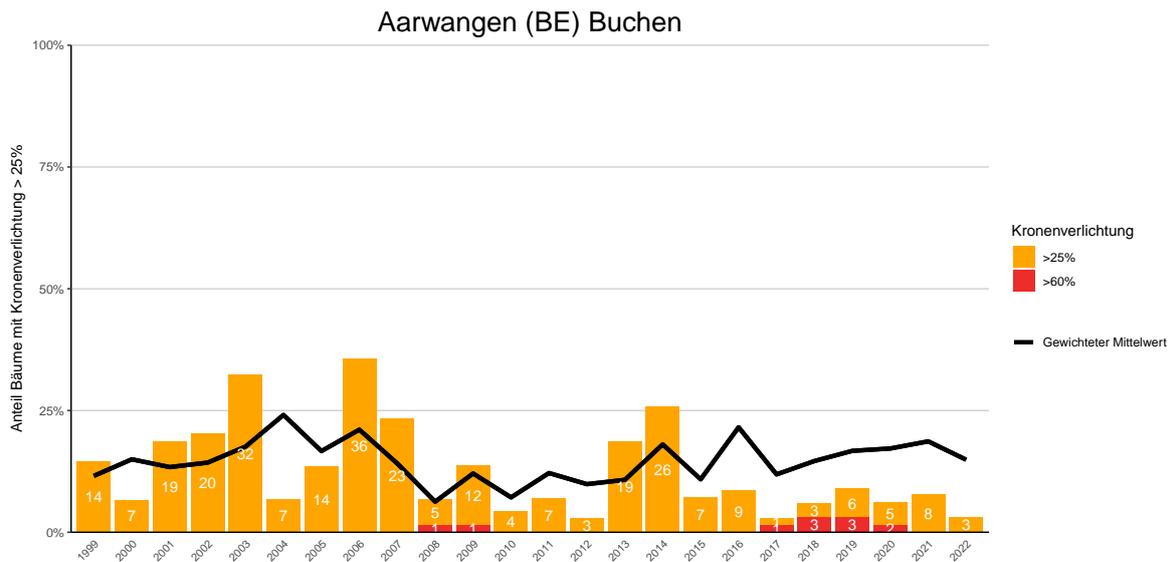
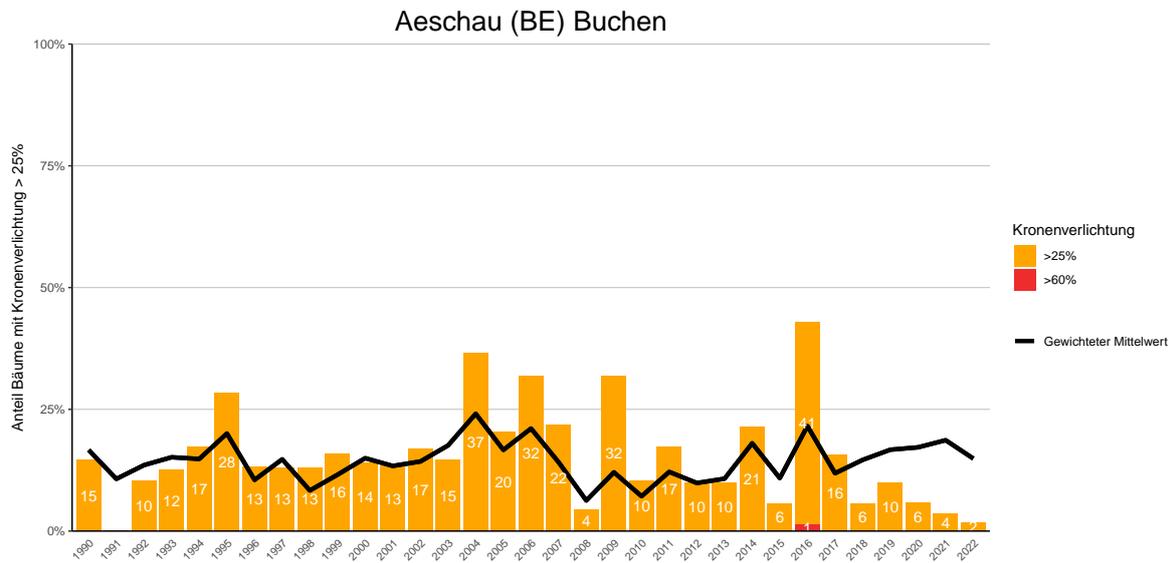
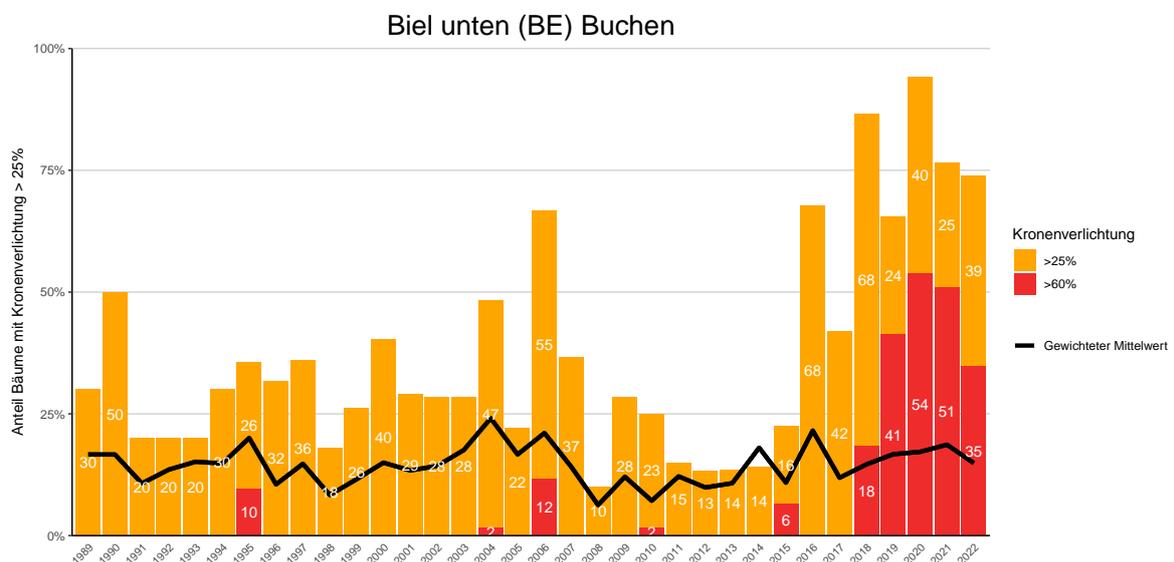


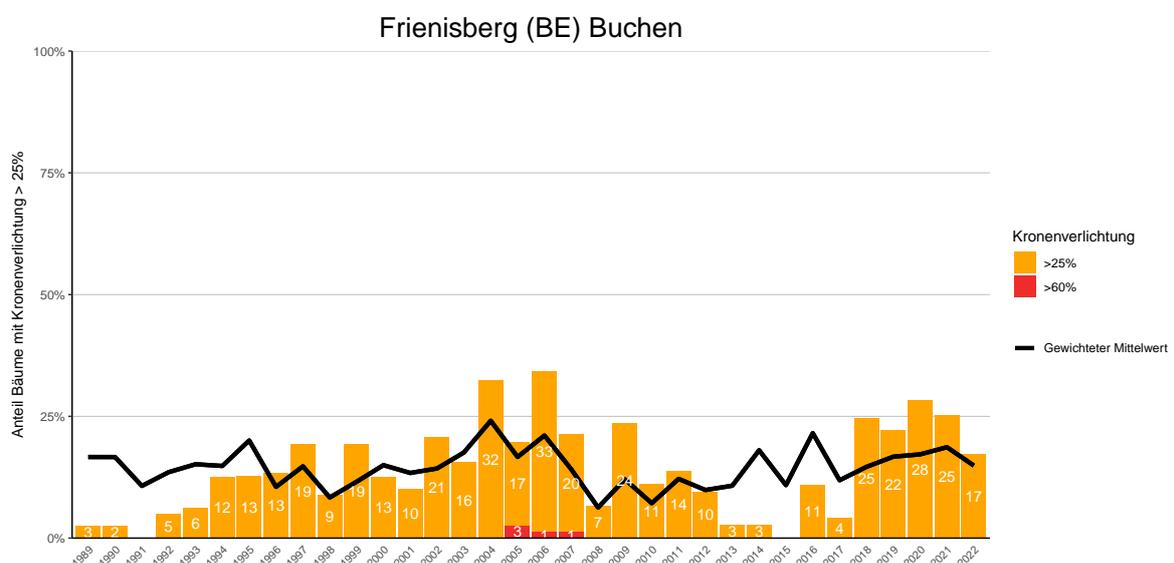
Abb. 228. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



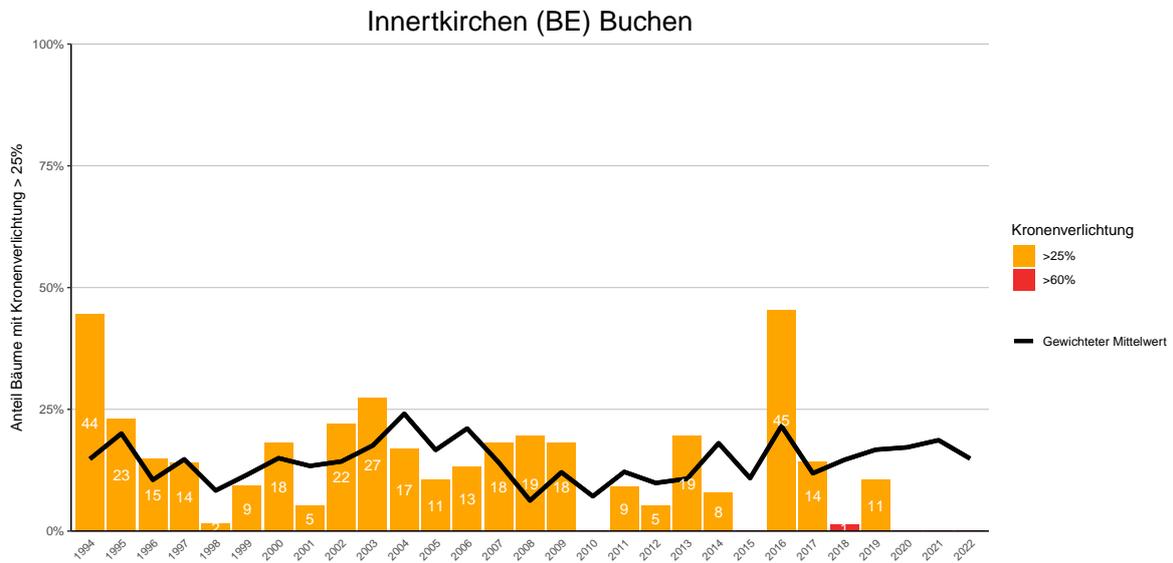
**Abb. 229.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



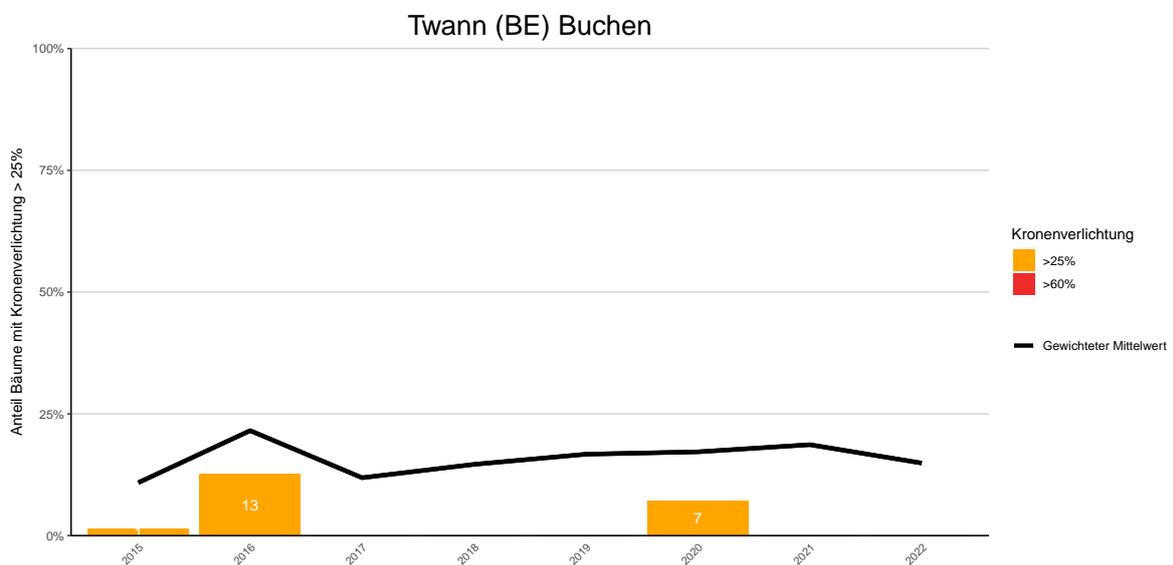
**Abb. 230.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



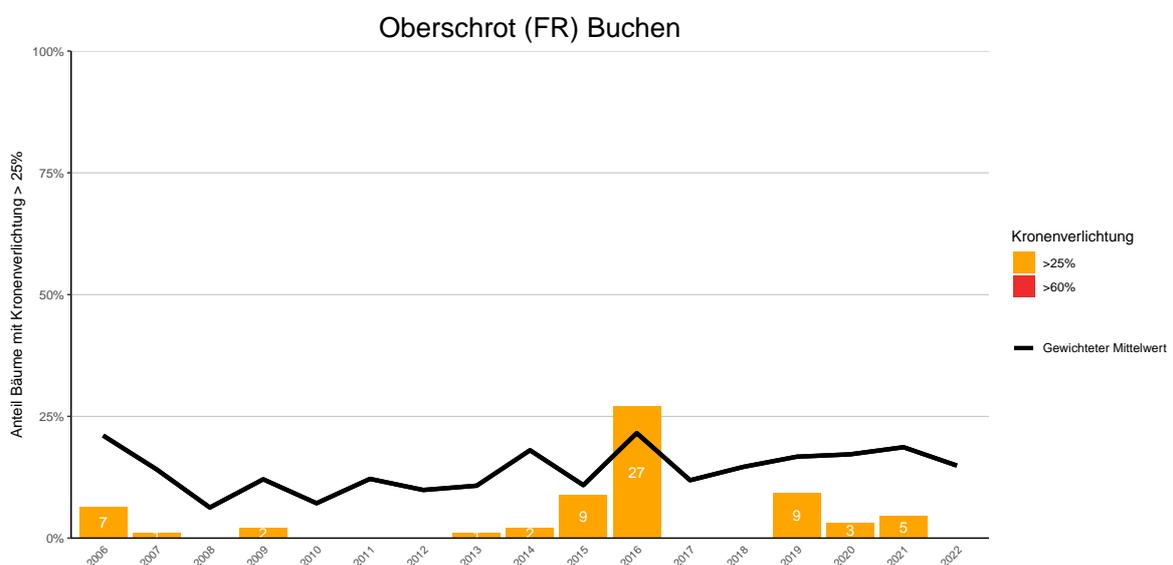
**Abb. 231.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



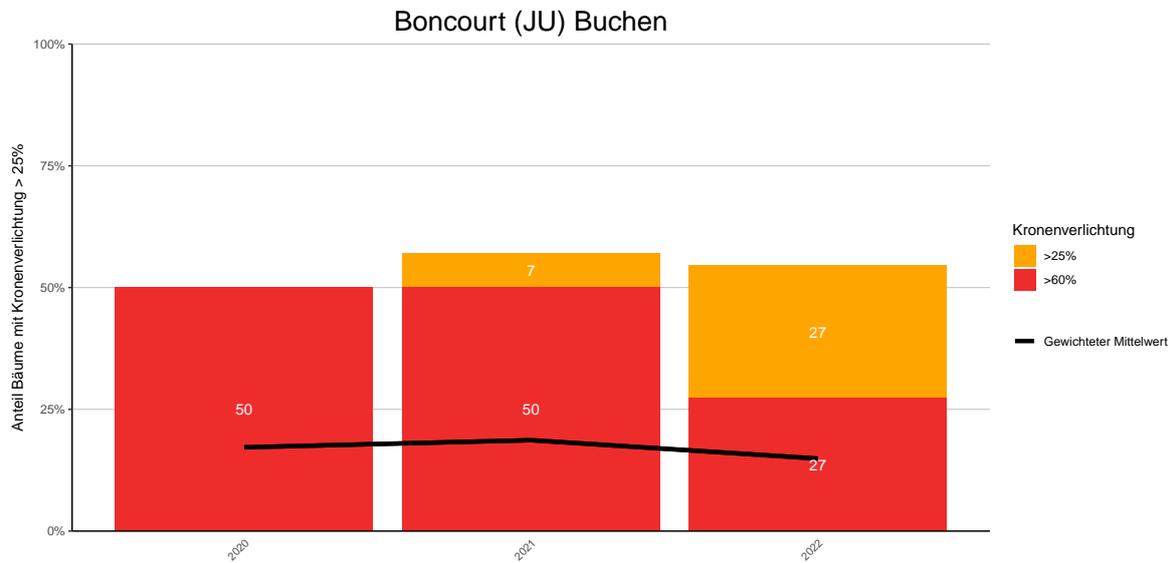
**Abb. 232.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



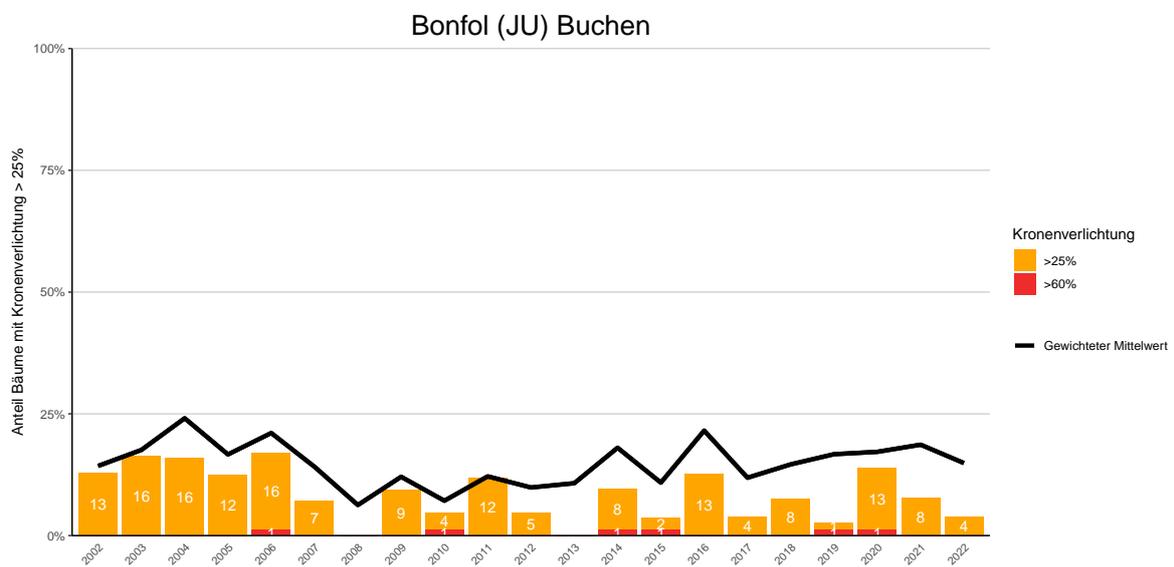
**Abb. 233.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



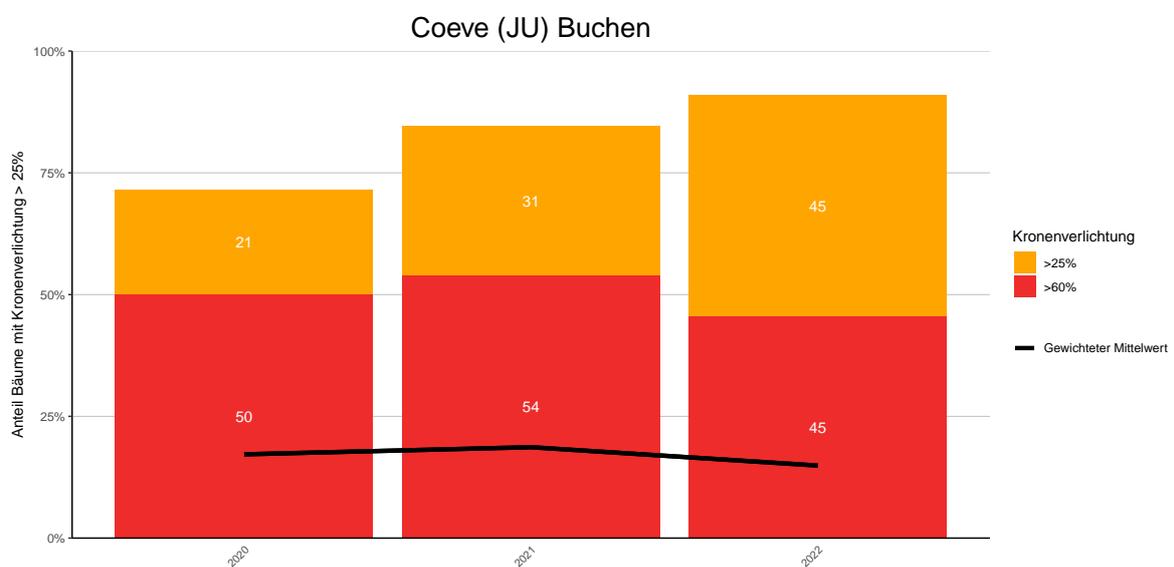
**Abb. 234.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



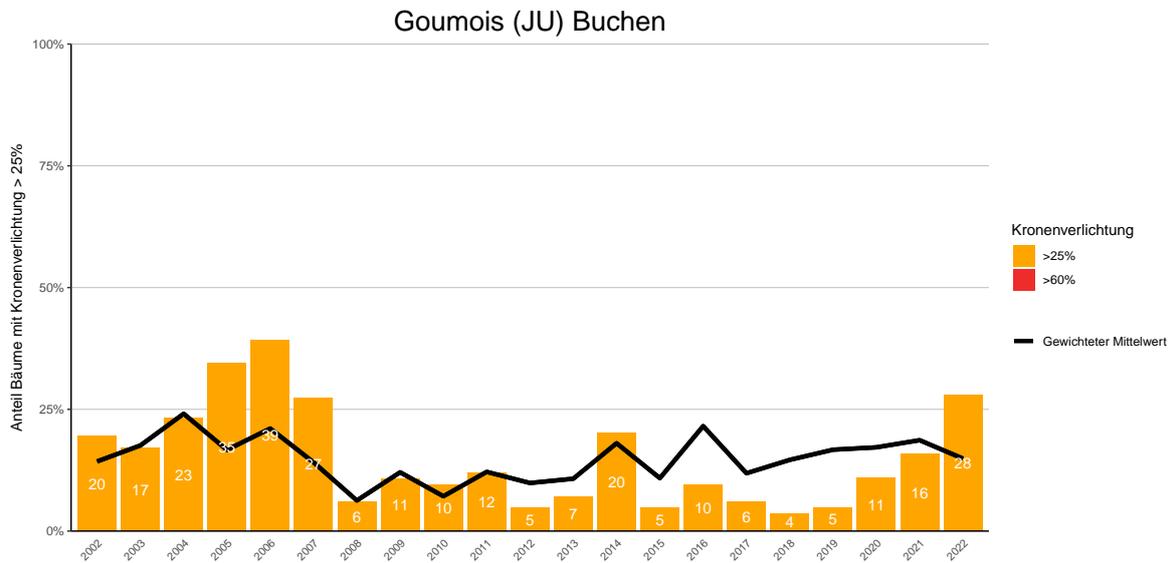
**Abb. 235.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



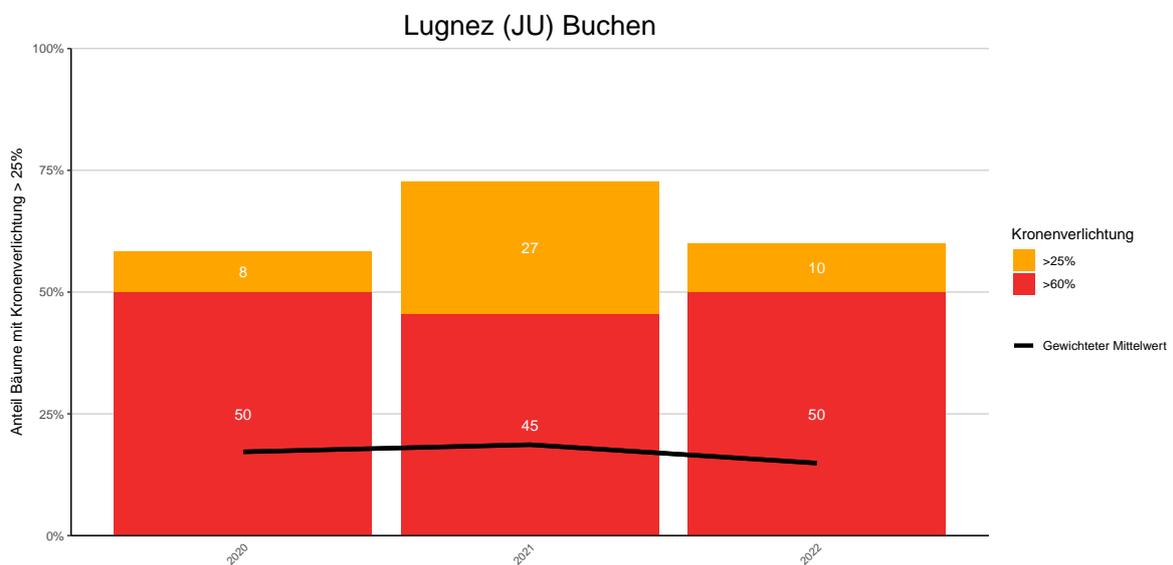
**Abb. 236.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



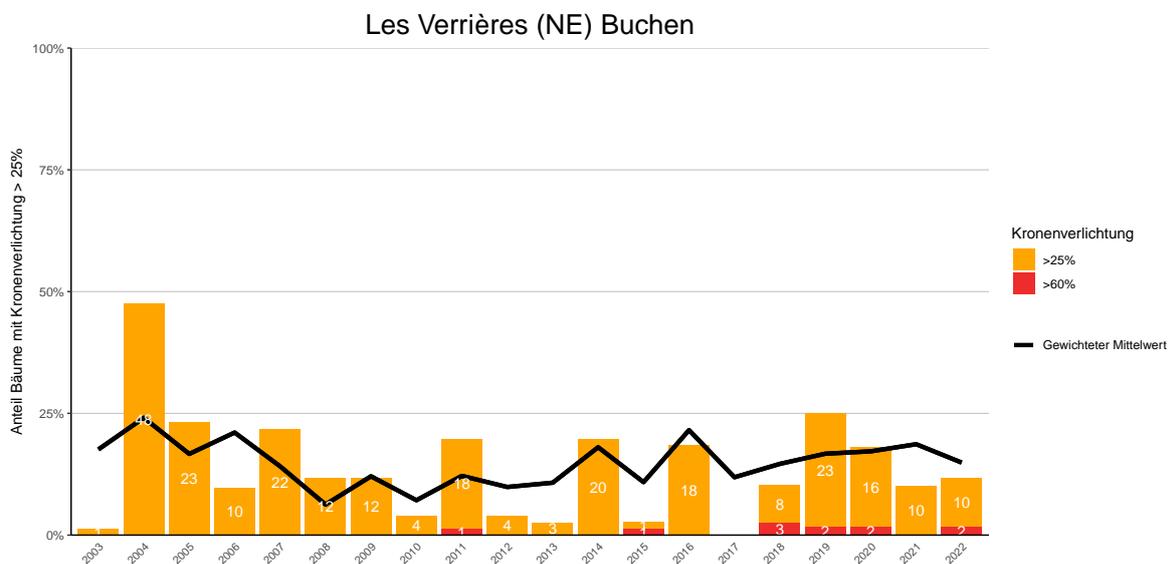
**Abb. 237.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



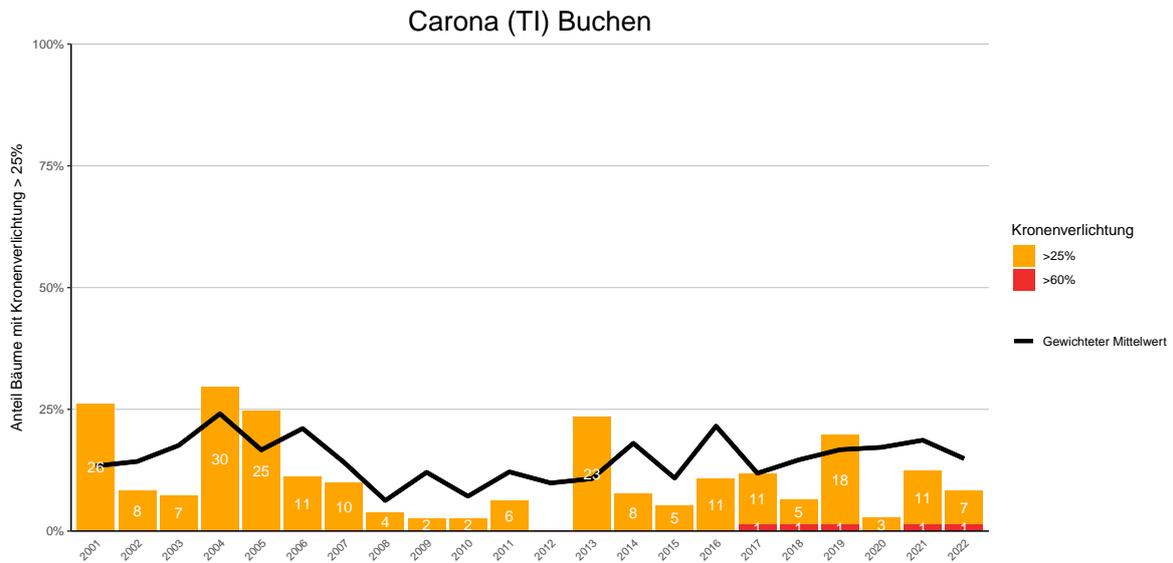
**Abb. 238.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



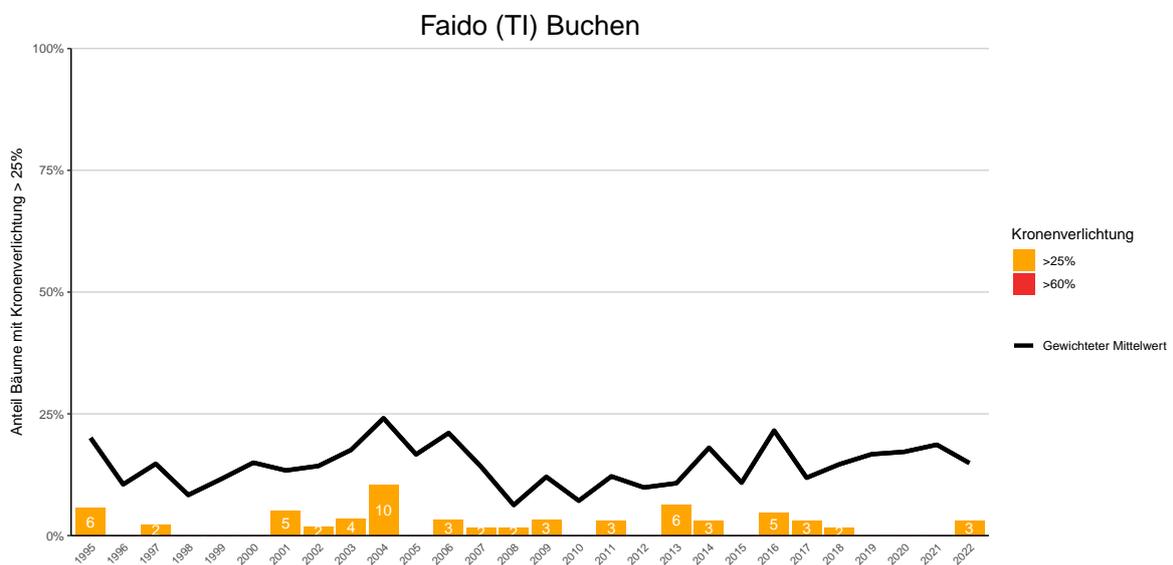
**Abb. 239.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



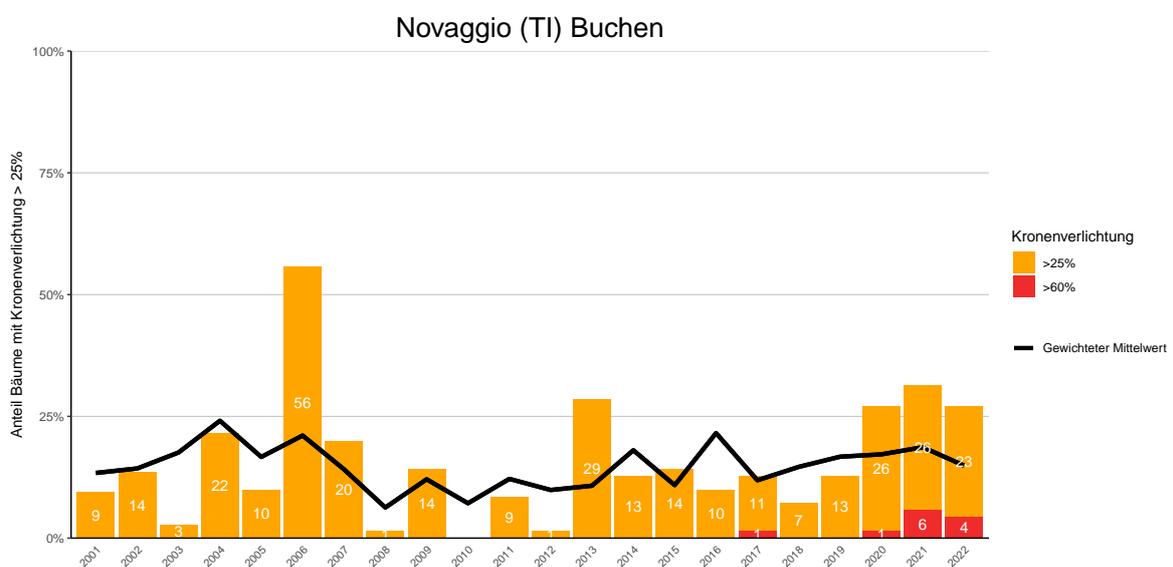
**Abb. 240.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



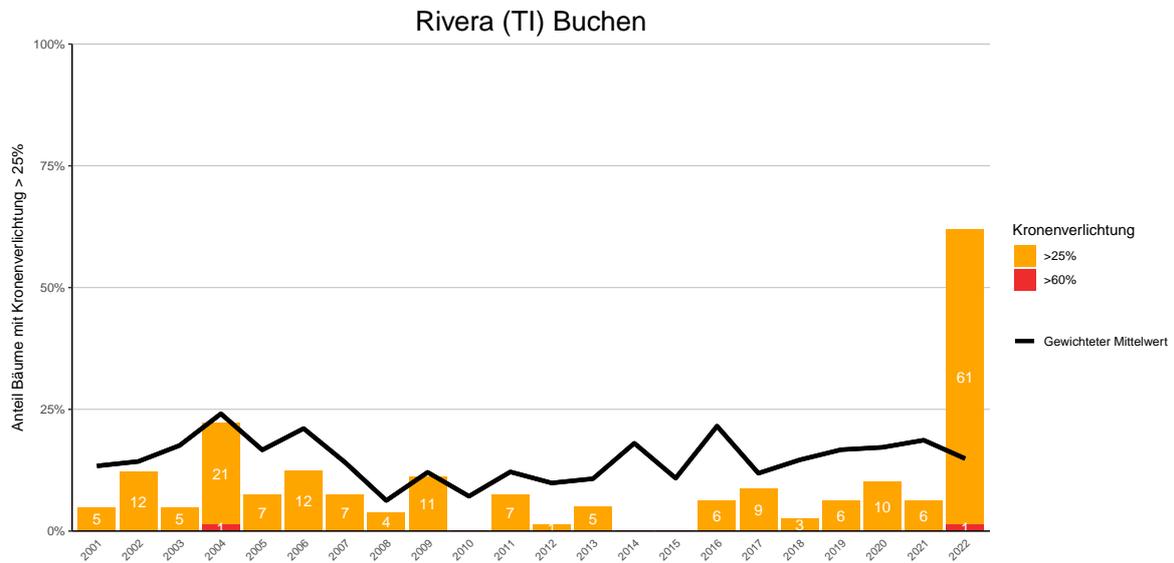
**Abb. 241.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



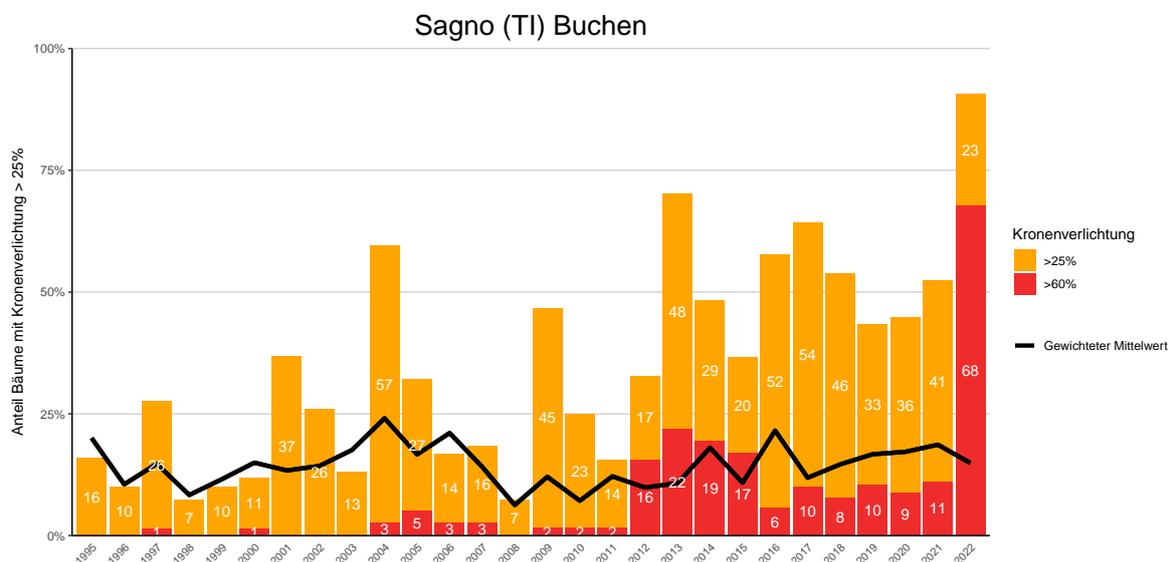
**Abb. 242.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



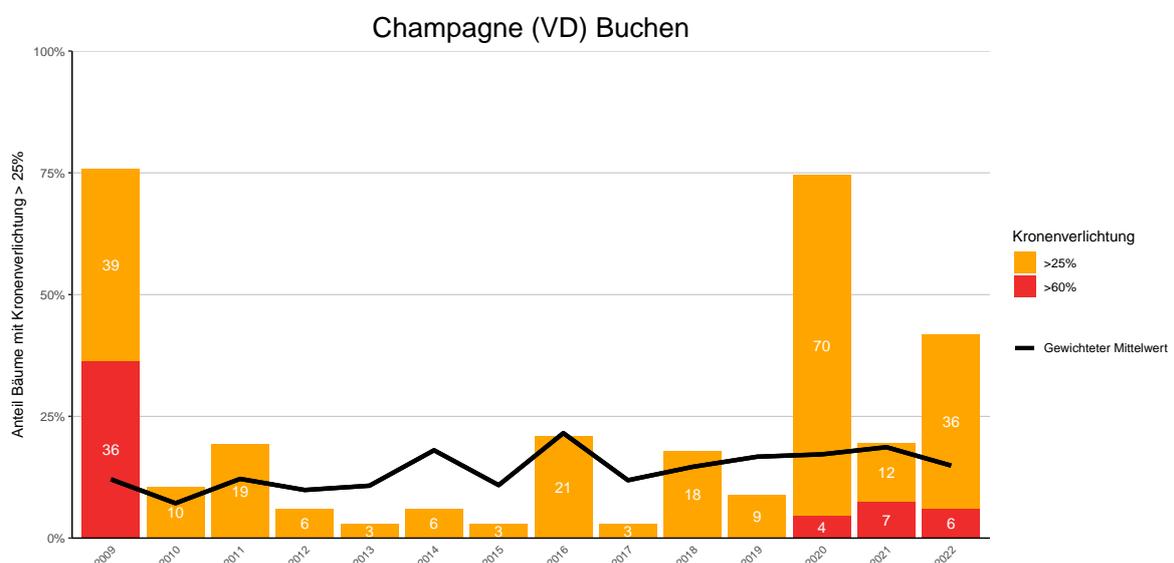
**Abb. 243.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



**Abb. 244.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

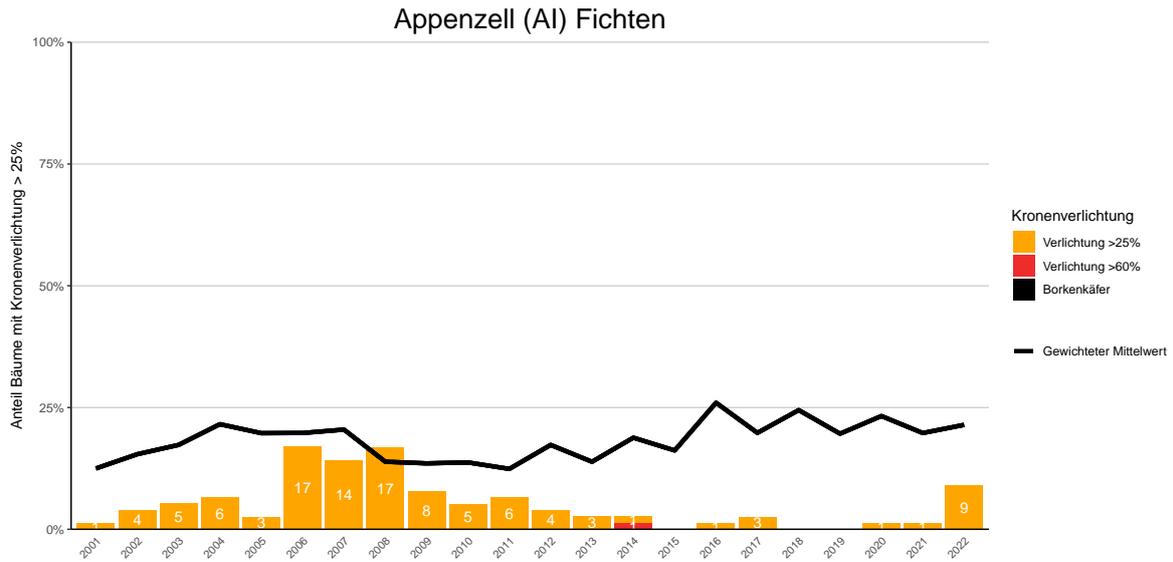


**Abb. 245.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

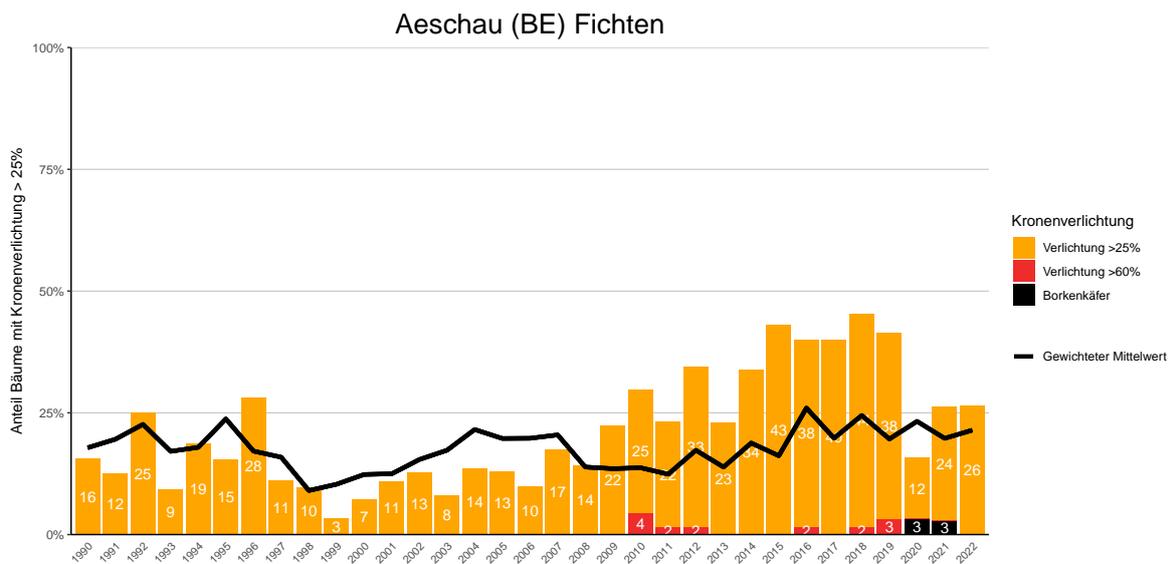


**Abb. 246.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

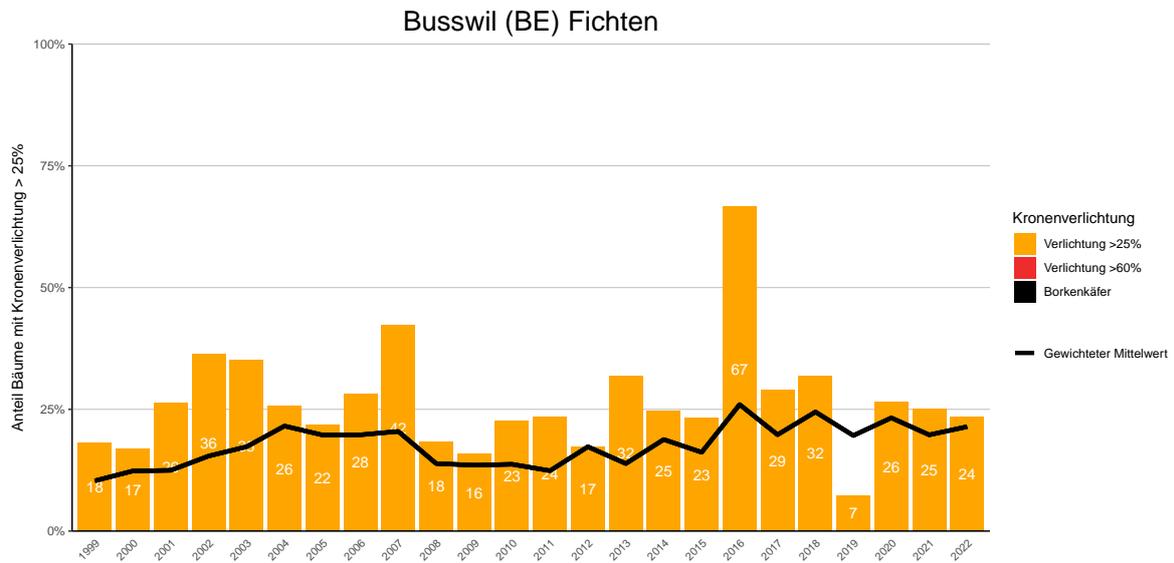
## 14.9.2 Fichten



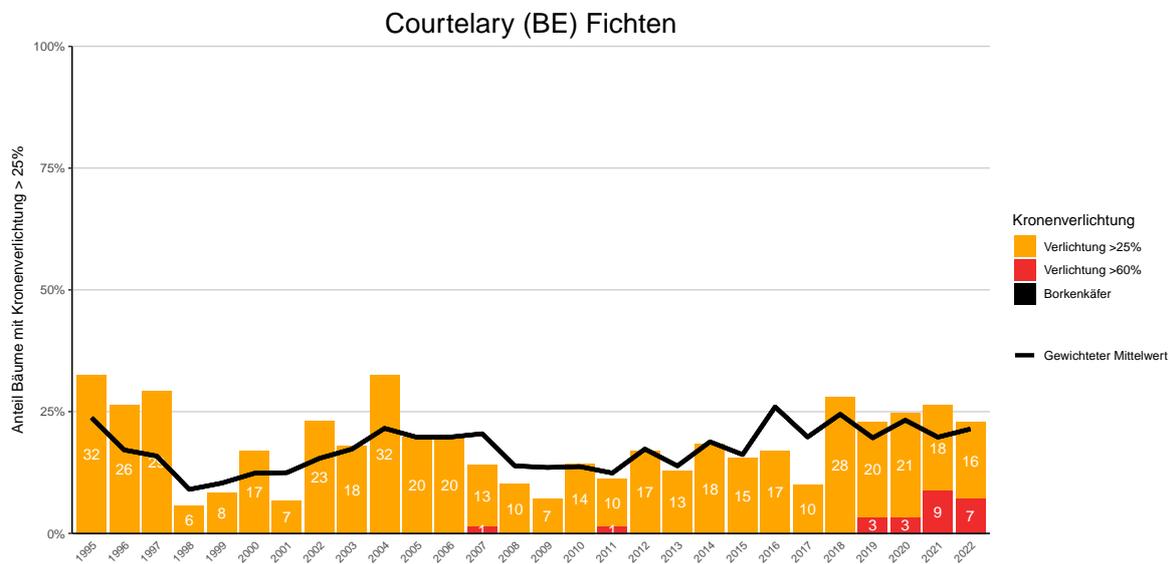
**Abb. 247.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



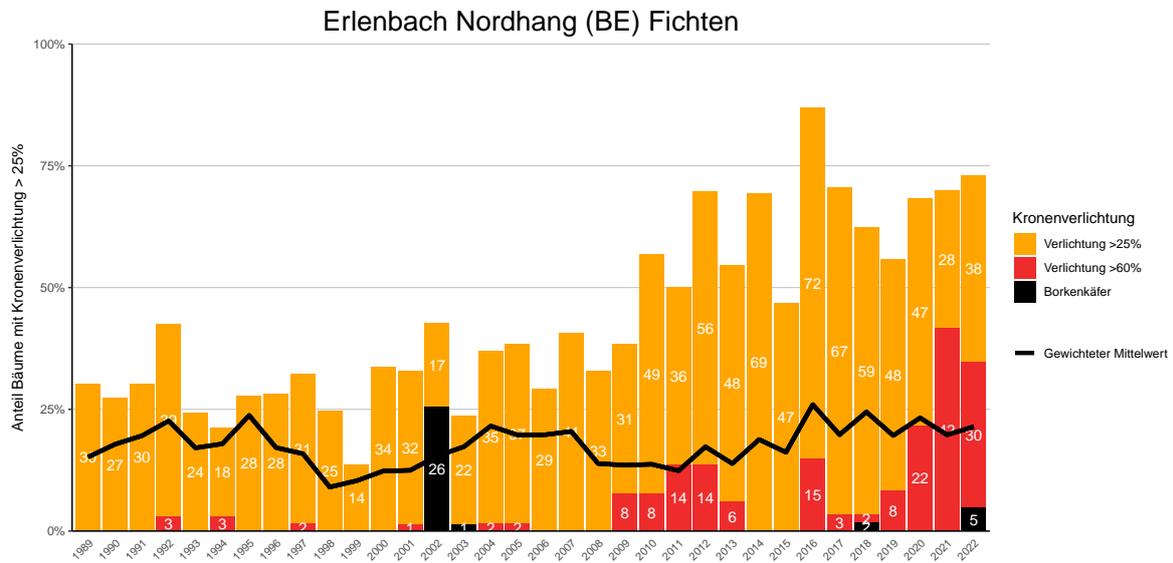
**Abb. 248.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



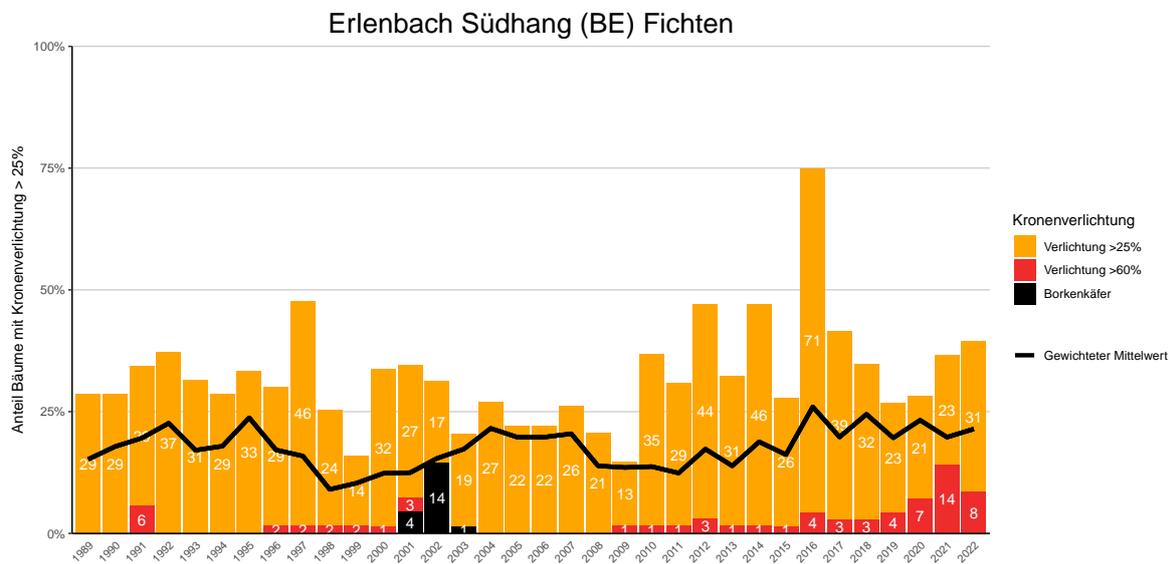
**Abb. 249.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



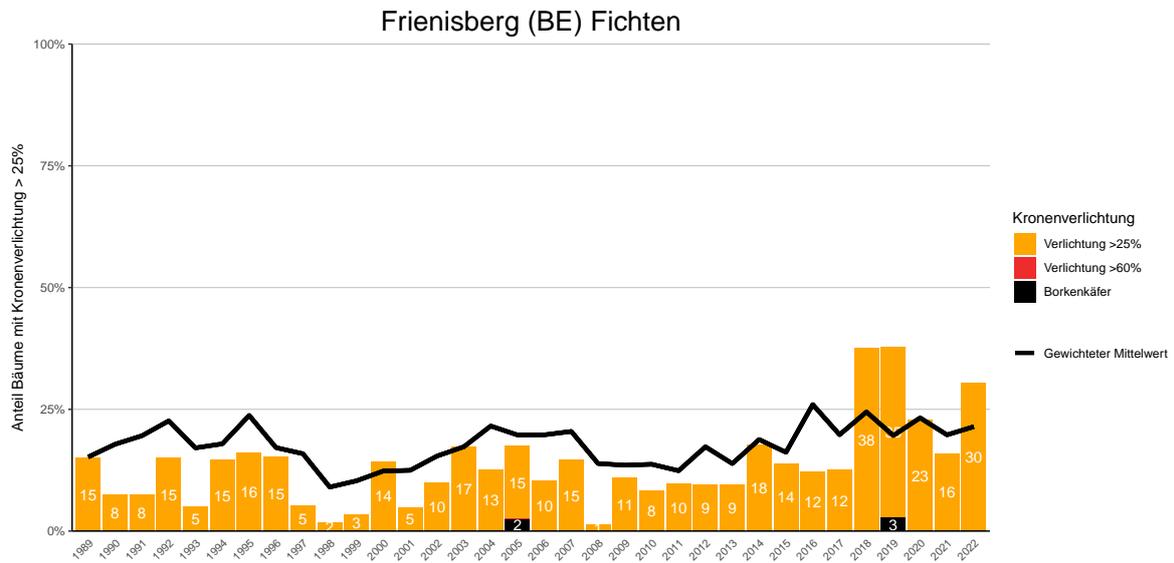
**Abb. 250.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



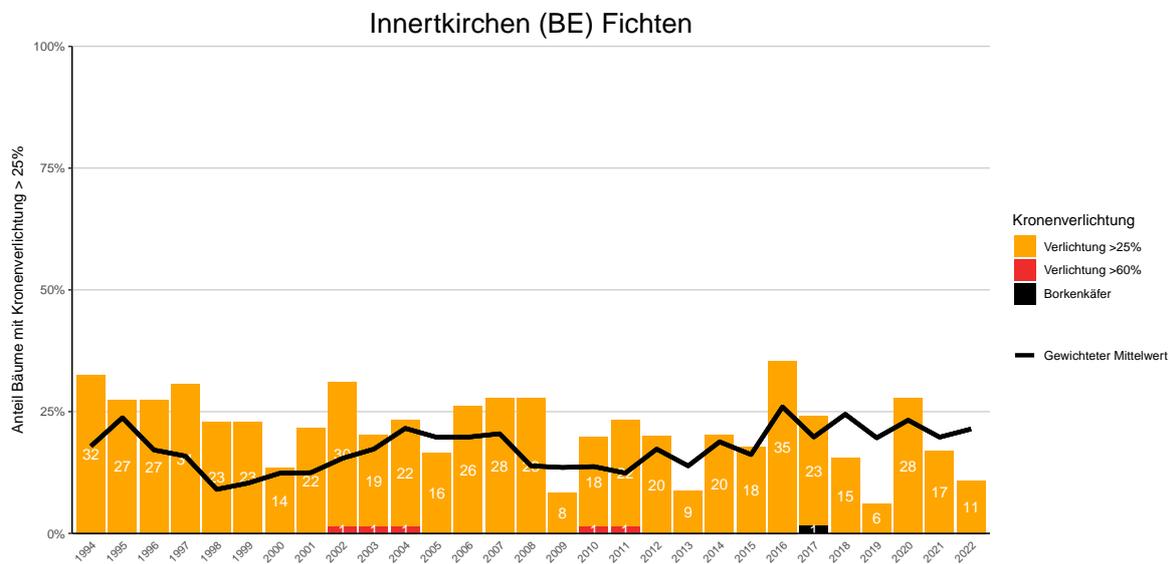
**Abb. 251.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



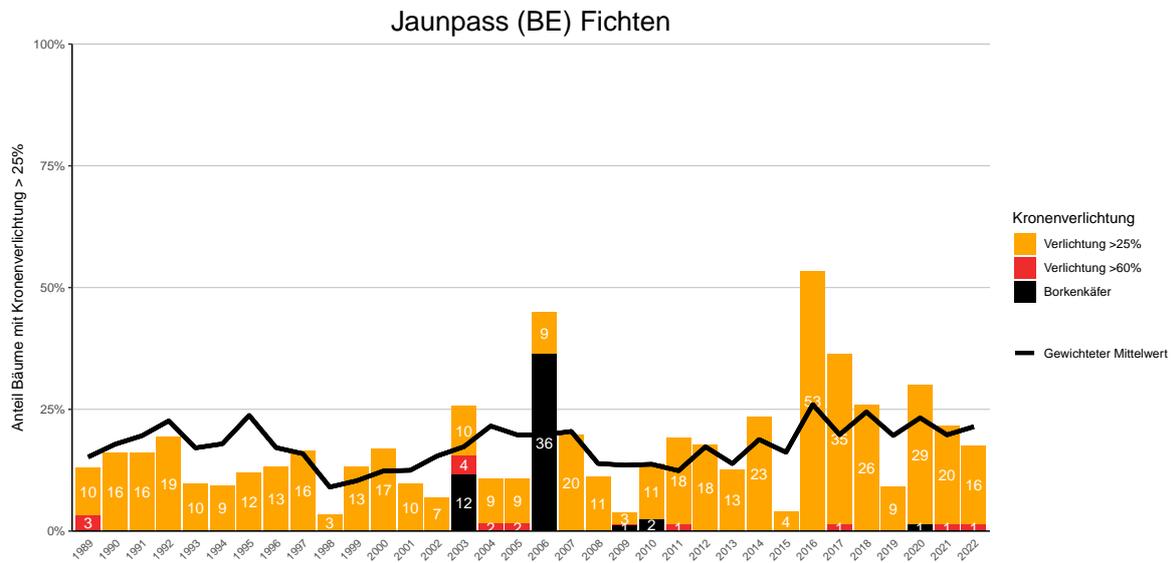
**Abb. 252.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



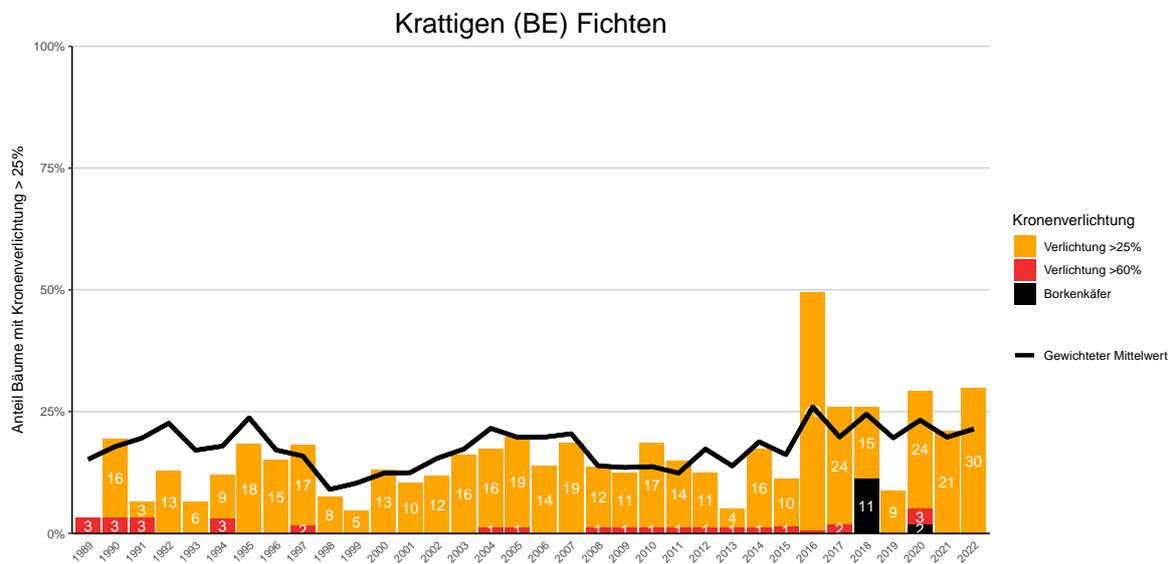
**Abb. 253.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



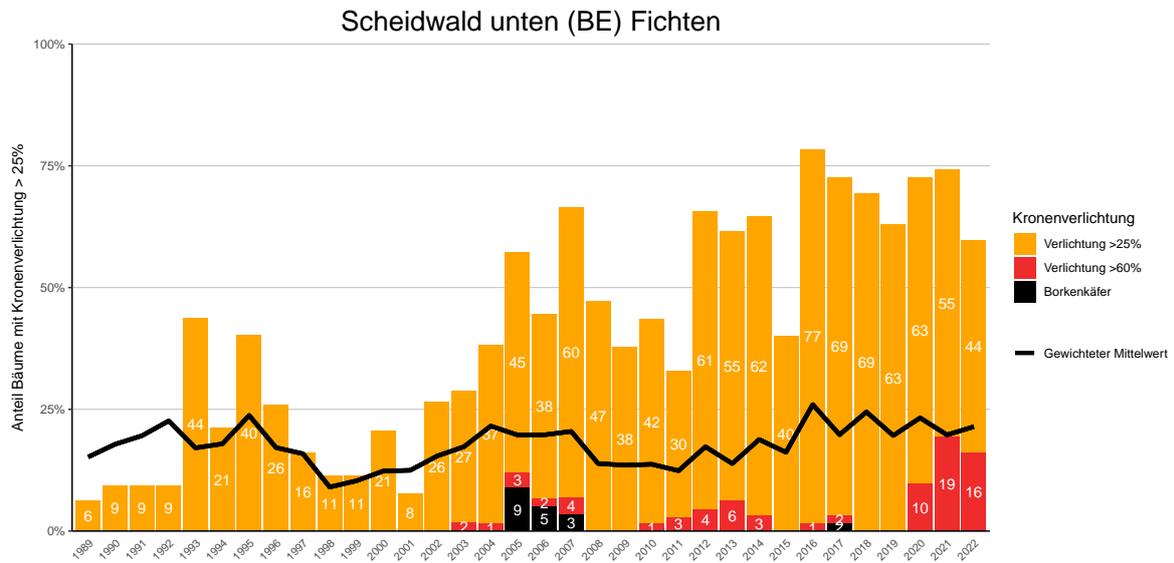
**Abb. 254.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



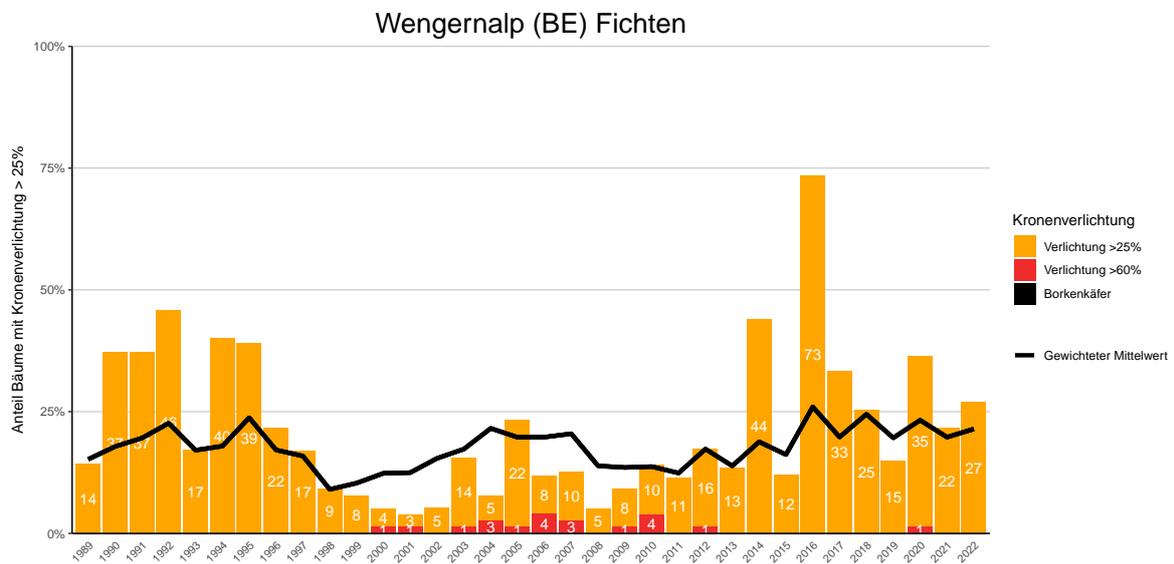
**Abb. 255.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



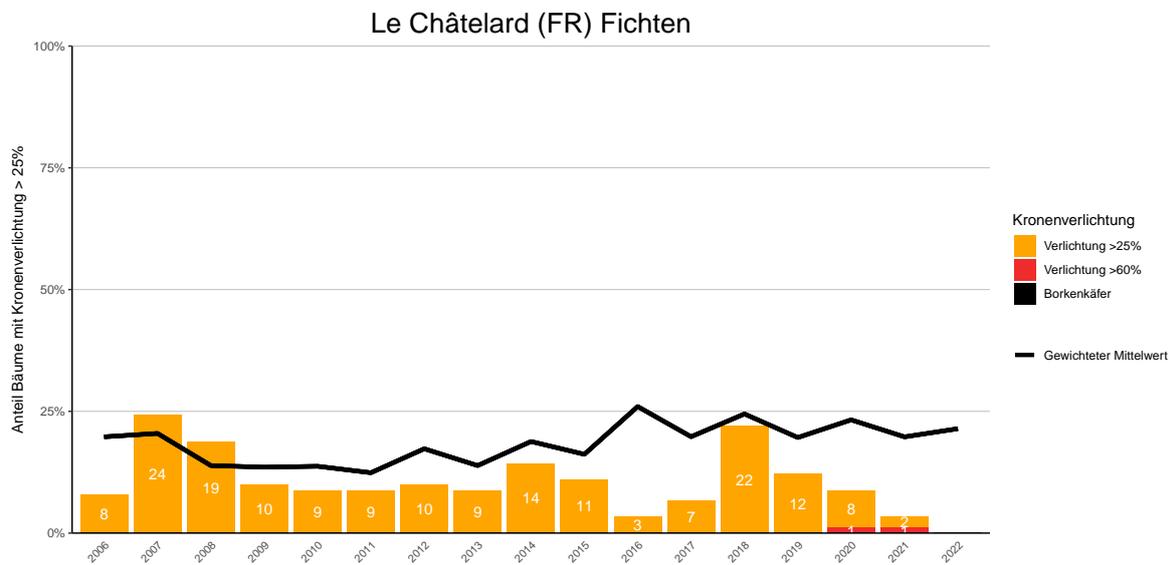
**Abb. 256.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



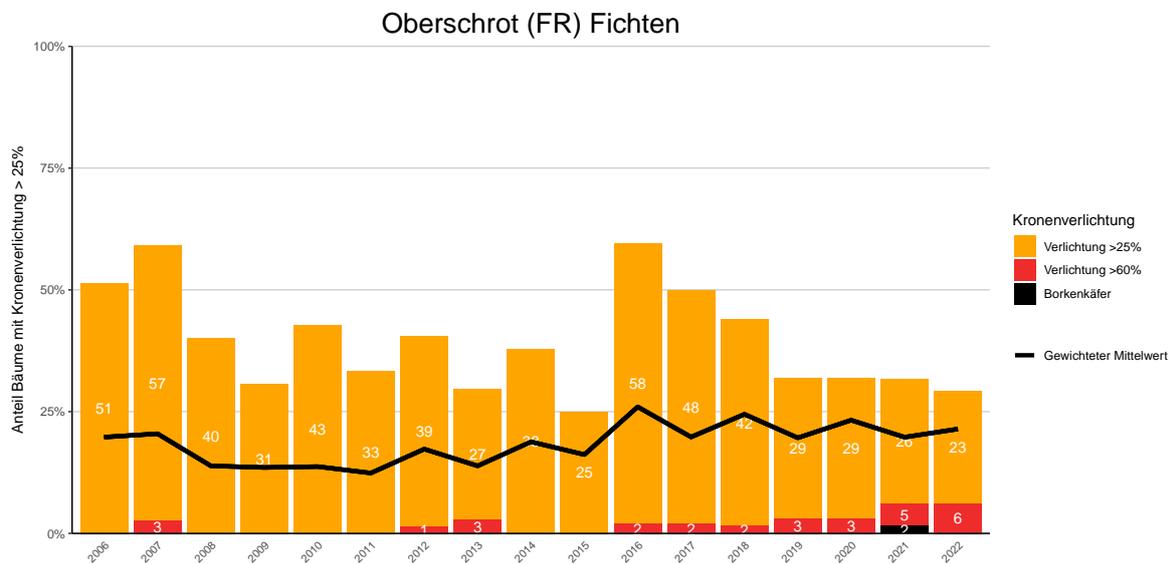
**Abb. 257.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



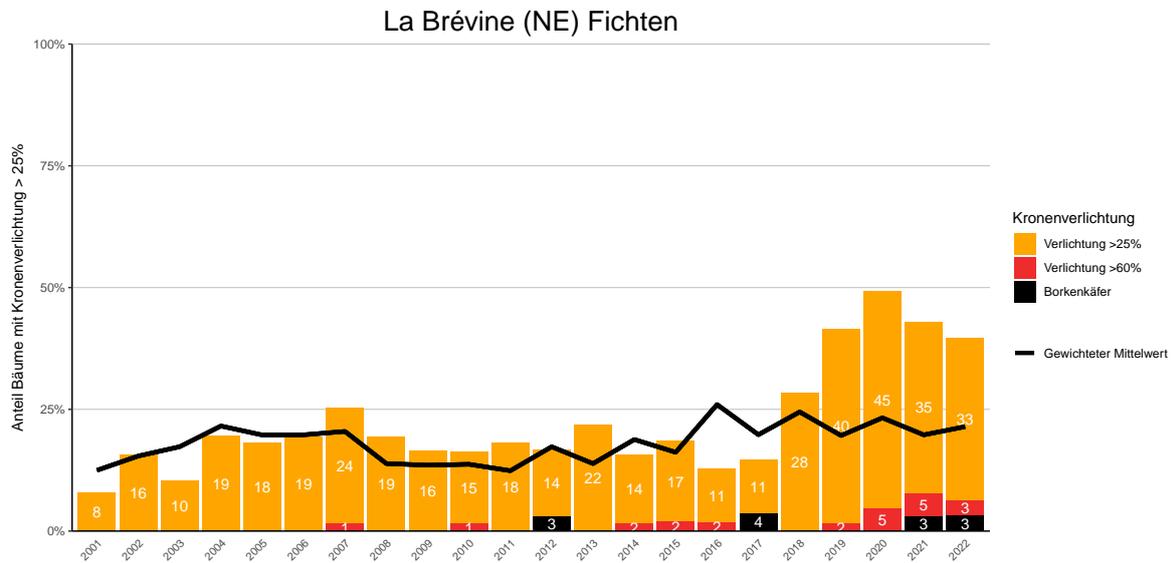
**Abb. 258.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



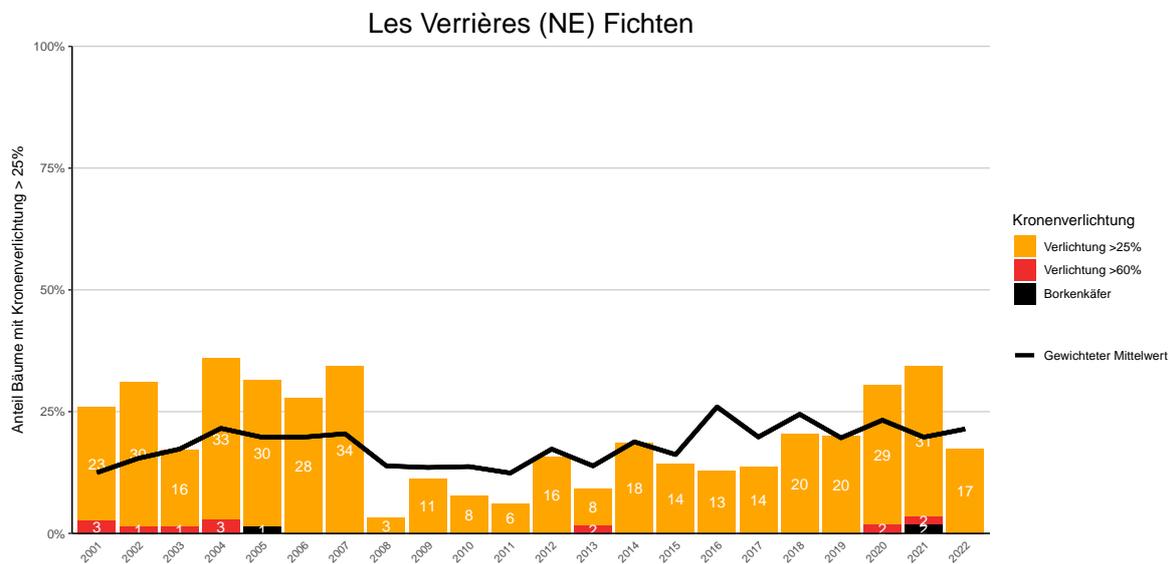
**Abb. 259.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



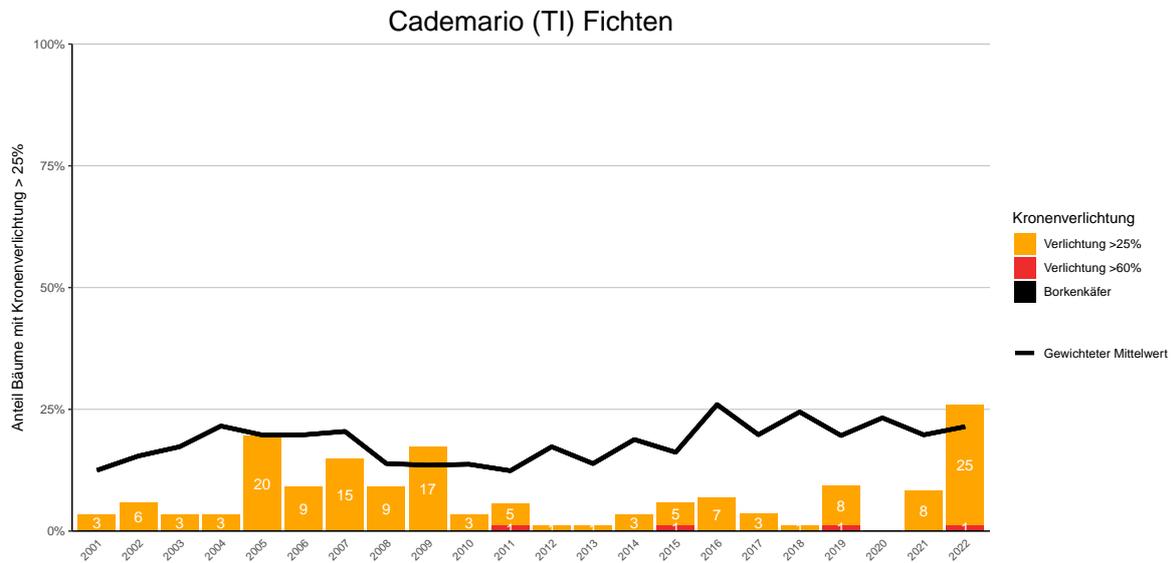
**Abb. 260.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



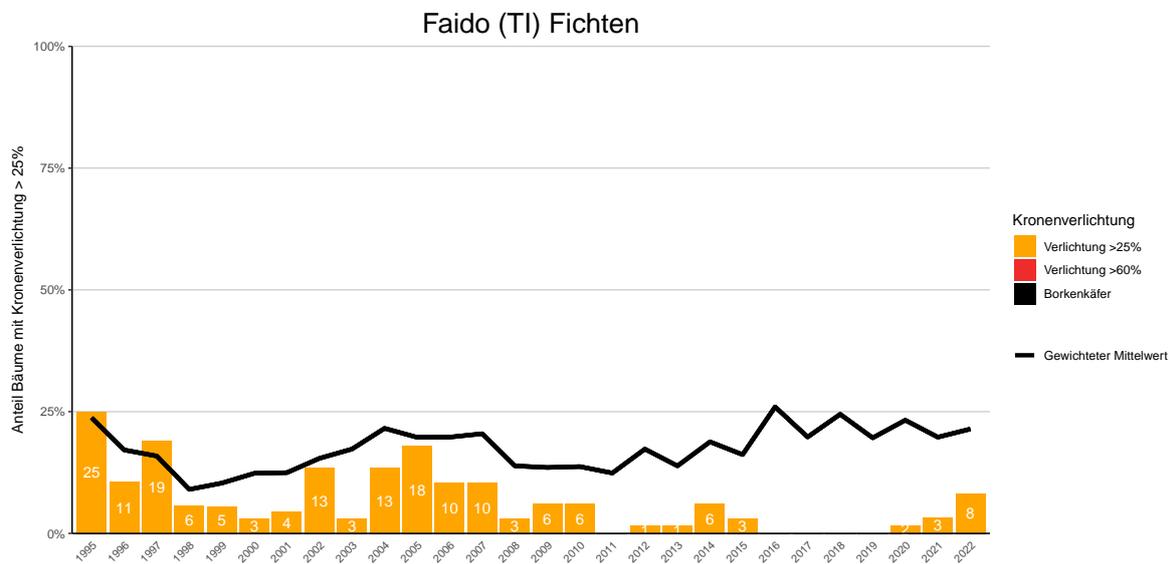
**Abb. 261.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



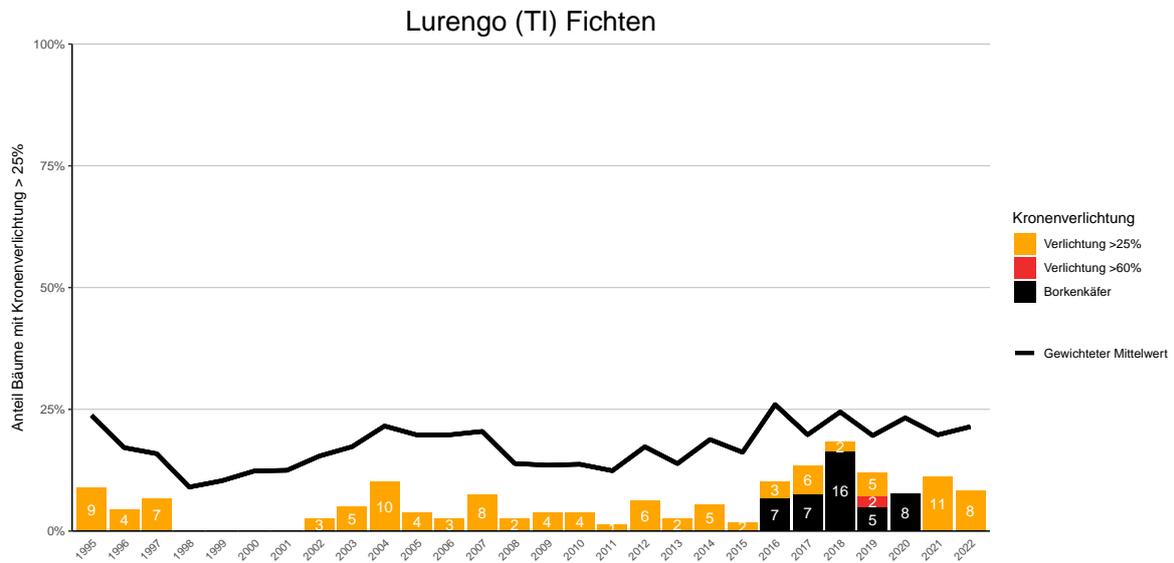
**Abb. 262.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



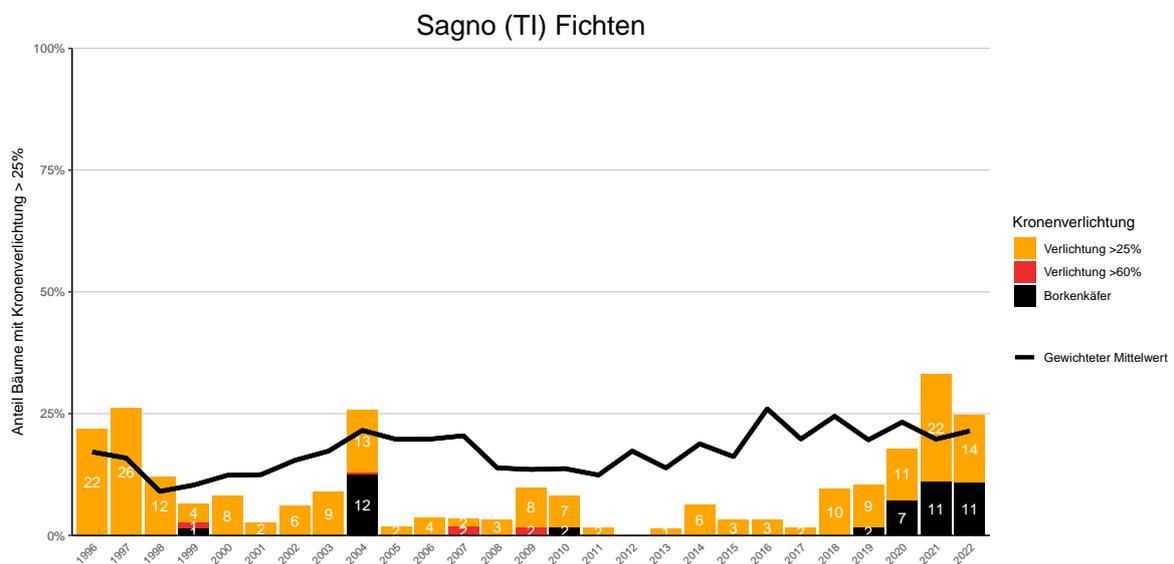
**Abb. 263.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



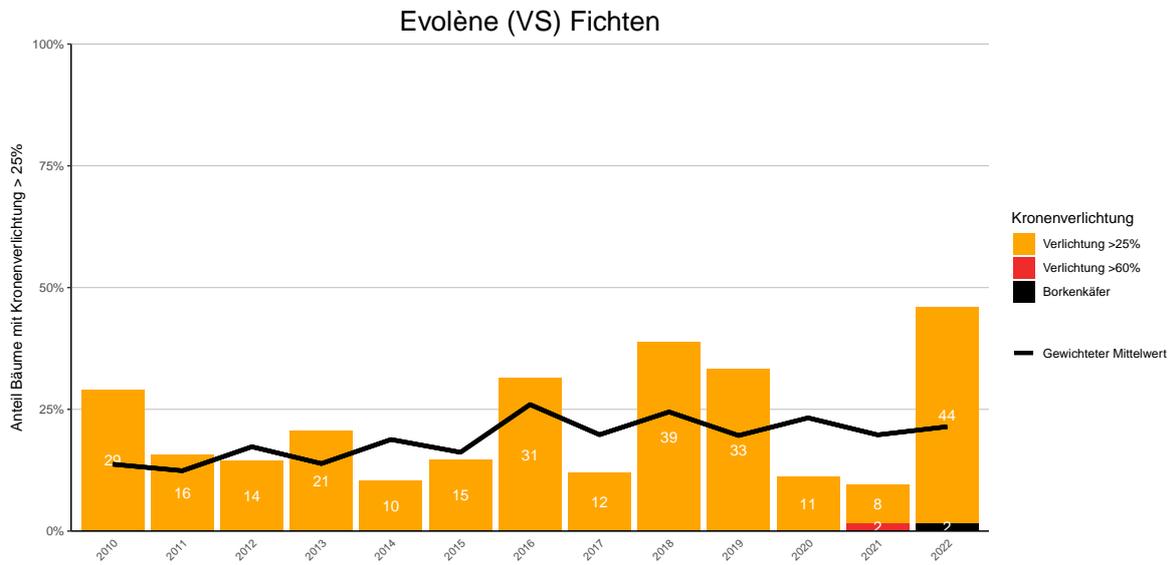
**Abb. 264.** Entwicklungen in der Kronverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 265.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

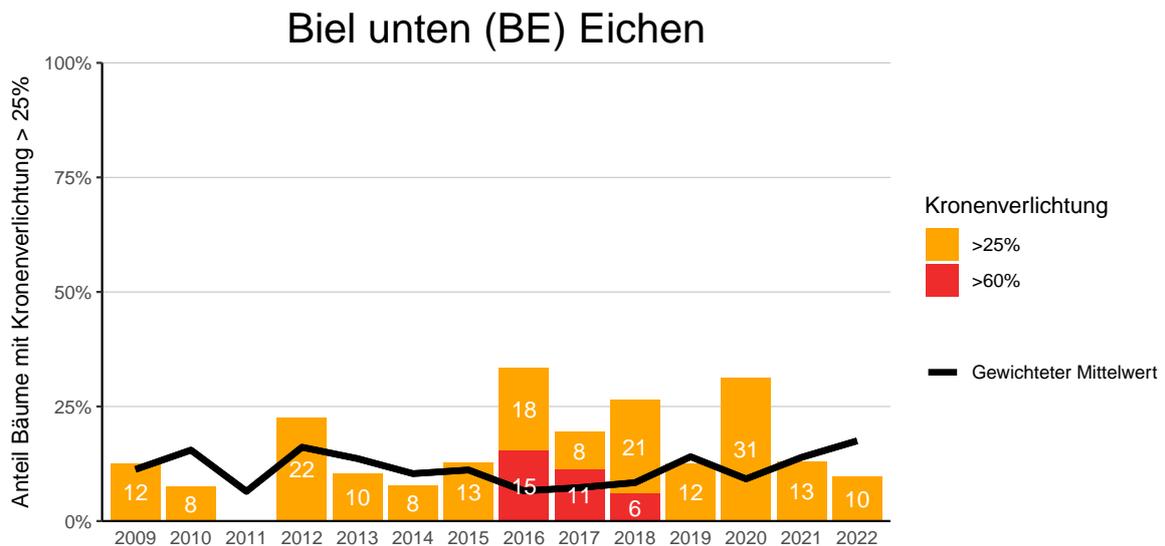


**Abb. 266.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.



**Abb. 267.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt) sowie Mortalität wegen Borkenkäferbefall.

### 14.9.3 Eichen



**Abb. 268.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

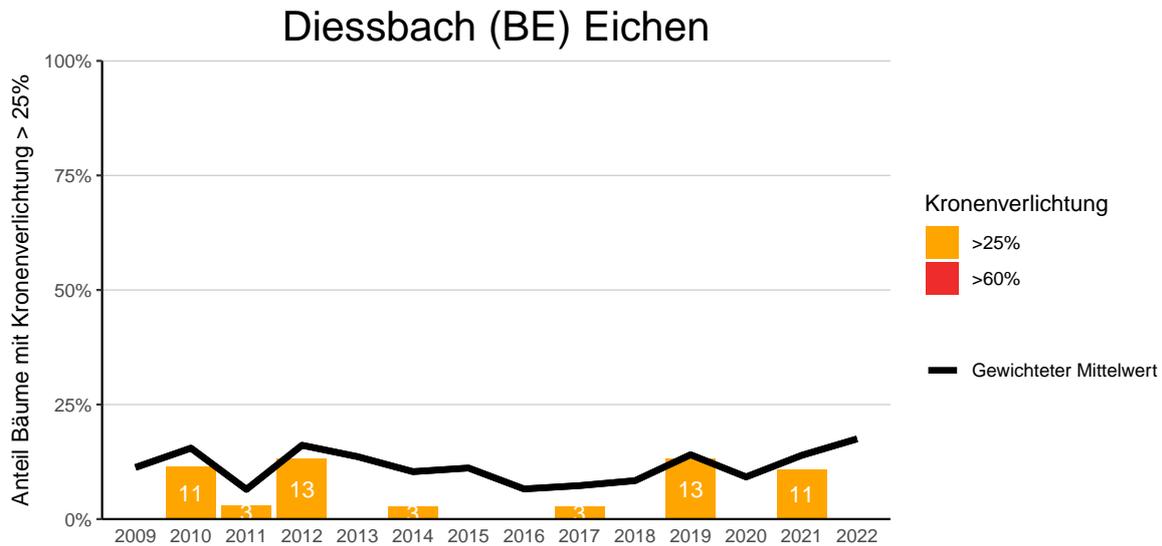


Abb. 269. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

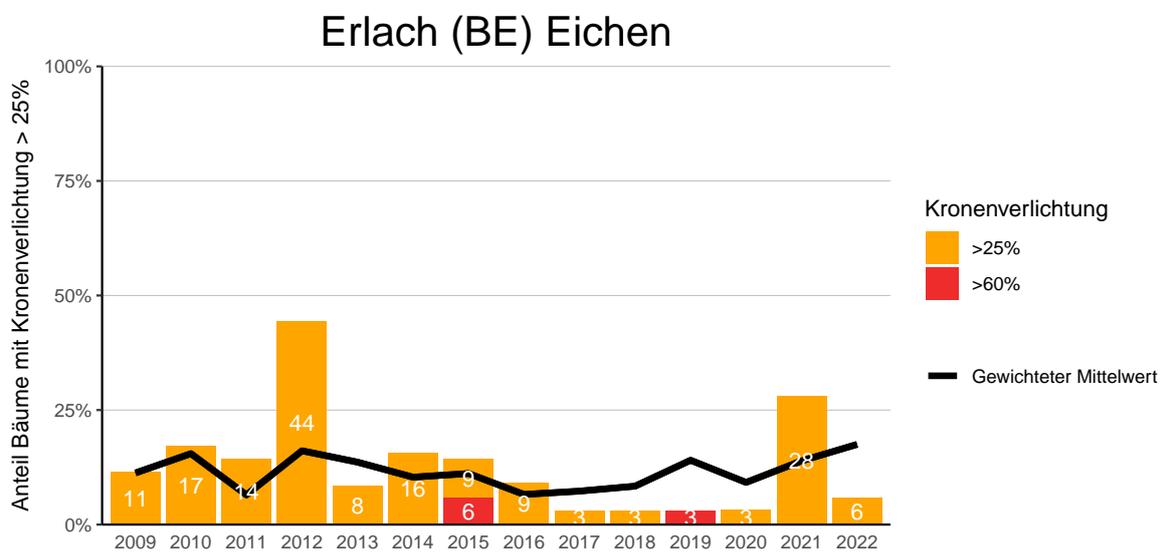


Abb. 270. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

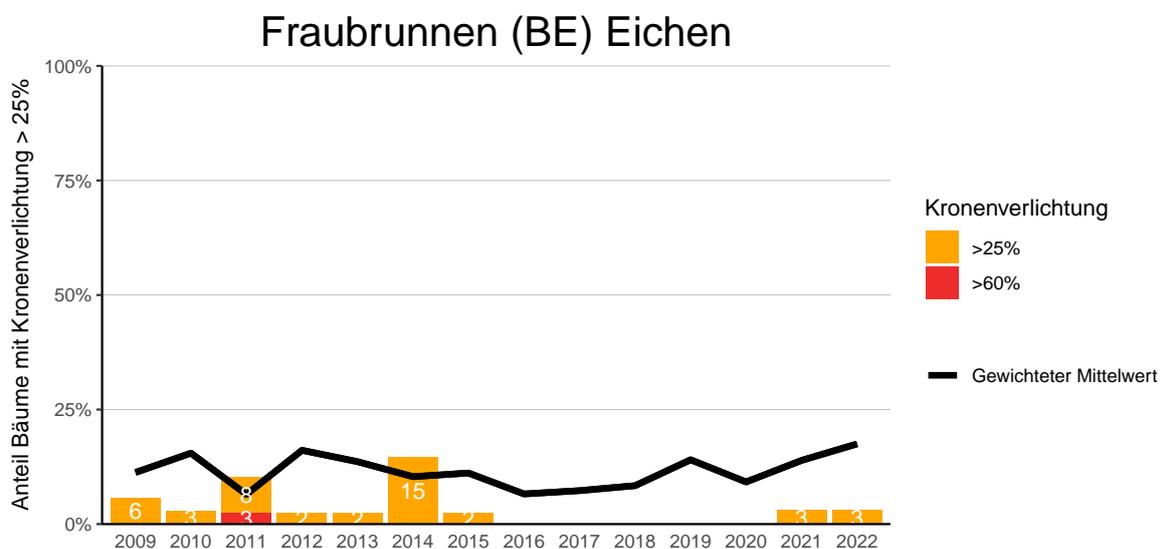


Abb. 271. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Kriechenwil (BE) Eichen

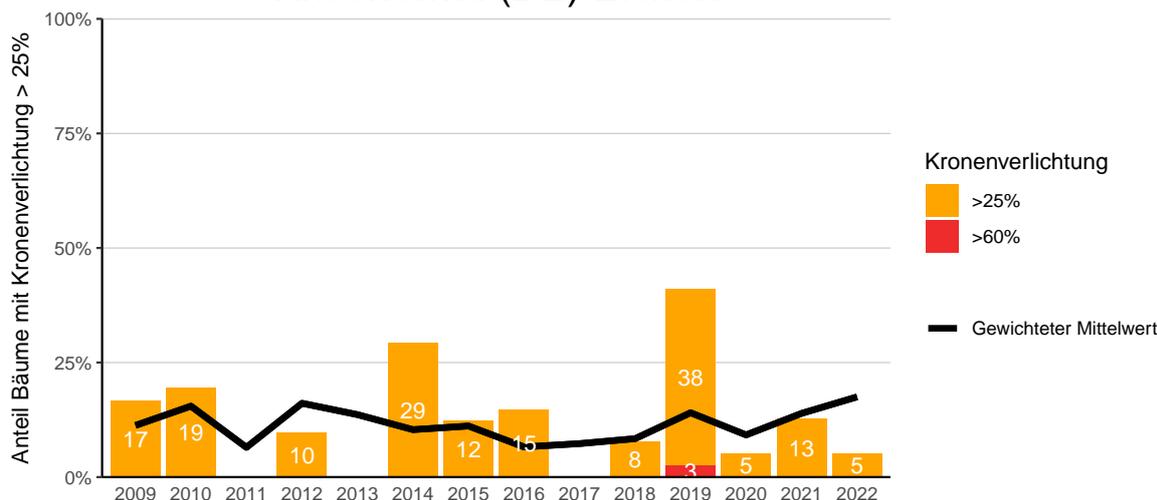


Abb. 272. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Galm (FR) Eichen



Abb. 273. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Plan-les-Ouates (GE) Eichen

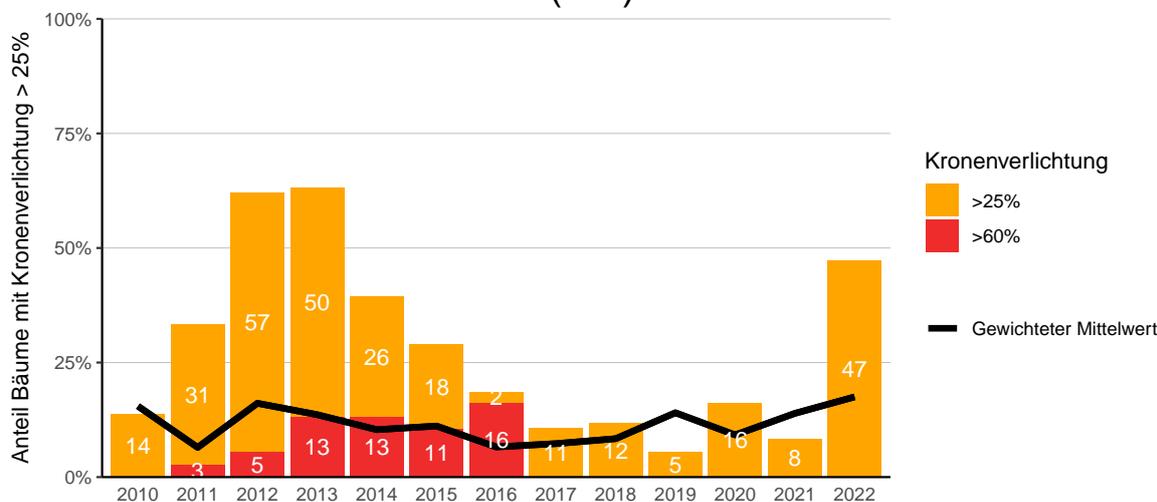


Abb. 274. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Satigny (GE) Eichen

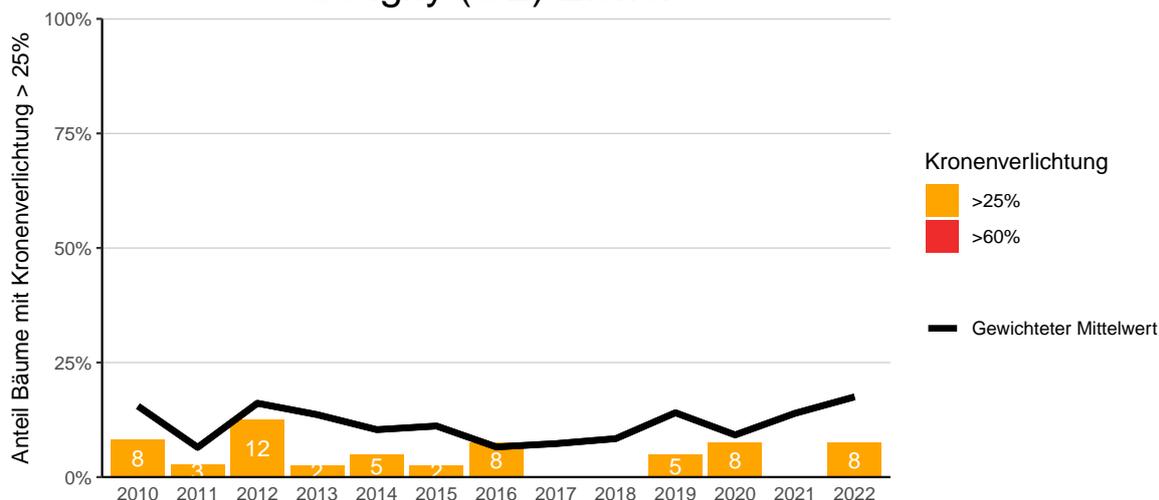


Abb. 275. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Bonfol (JU) Eichen

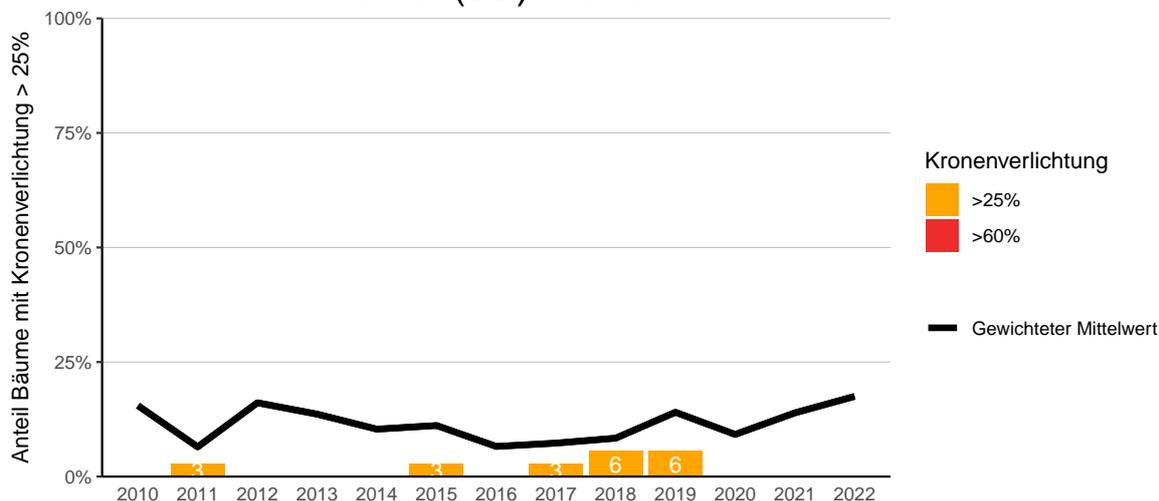


Abb. 276. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Bevaix oben (NE) Eichen

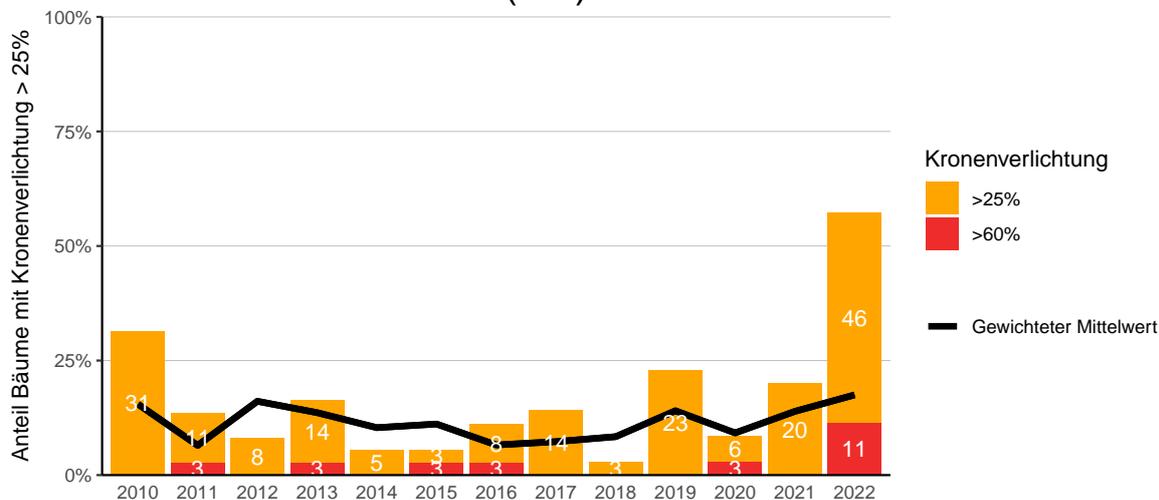


Abb. 277. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Bevaix unten (NE) Eichen

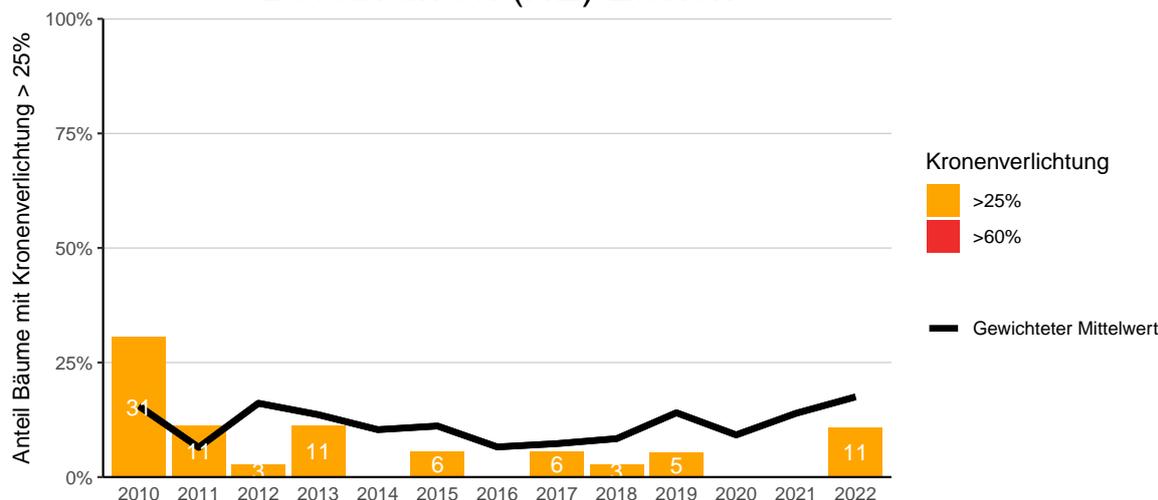


Abb. 278. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Merishausen (SH) Eichen

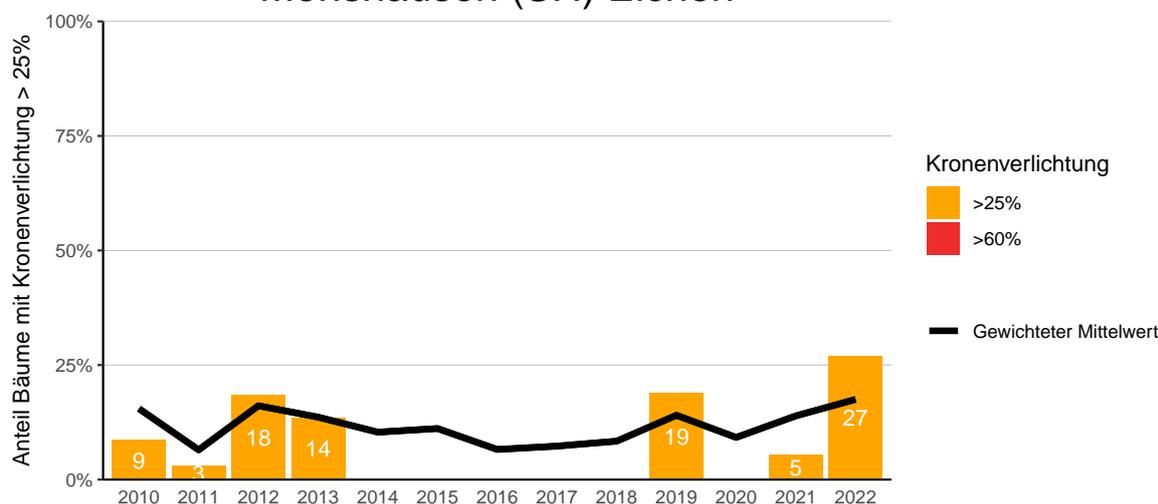


Abb. 279. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Wilchingen (SH) Eichen

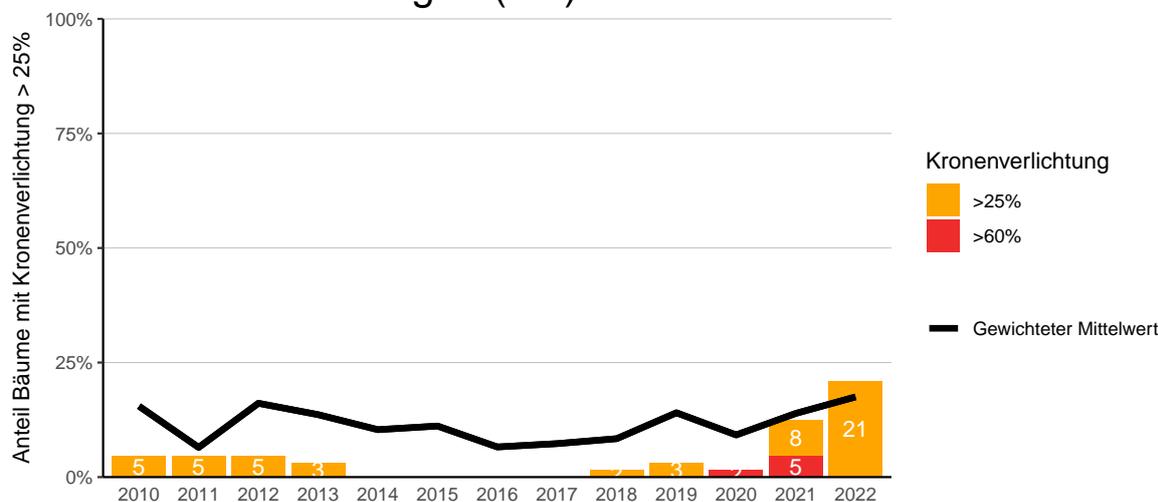


Abb. 280. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Caslano (TI) Eichen

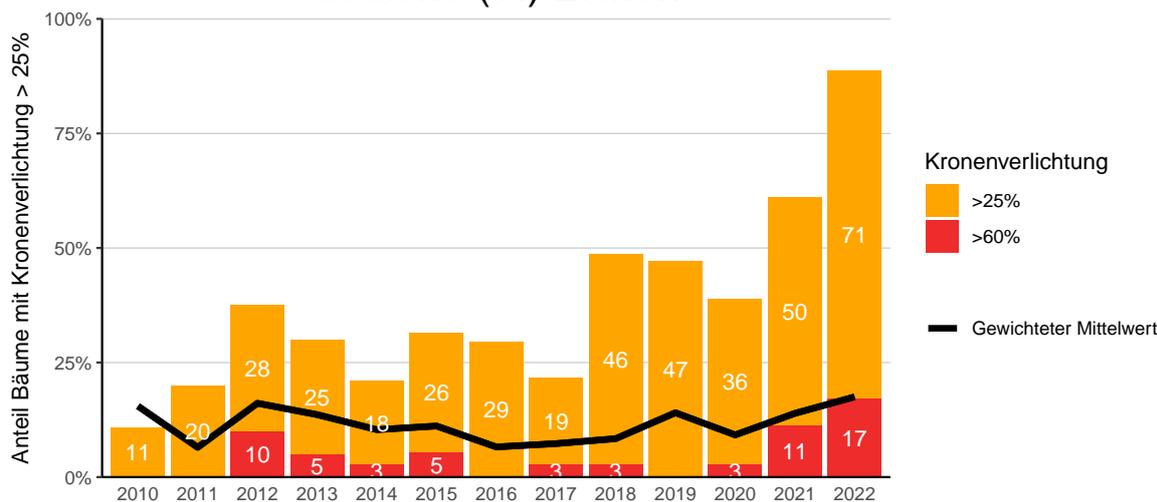


Abb. 281. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Cavergno (TI) Eichen

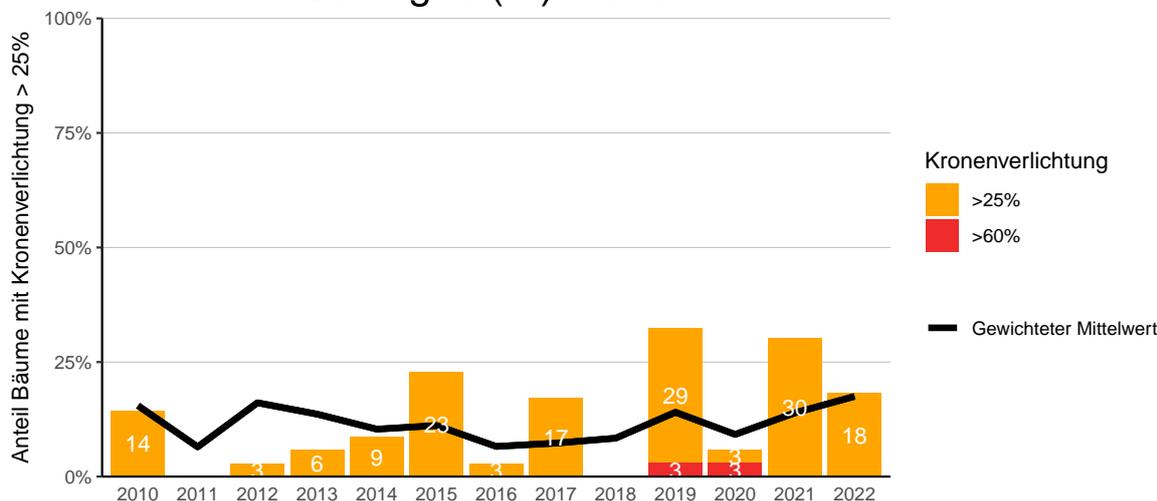


Abb. 282. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

### Bonvillars (VD) Eichen

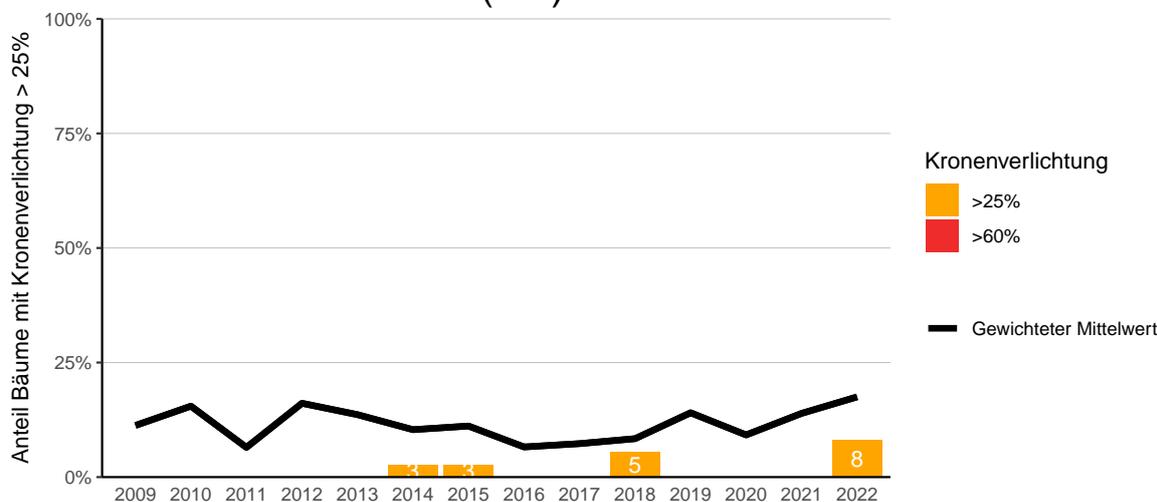


Abb. 283. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Champagne (VD) Eichen



Abb. 284. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## La Sarraz (VD) Eichen

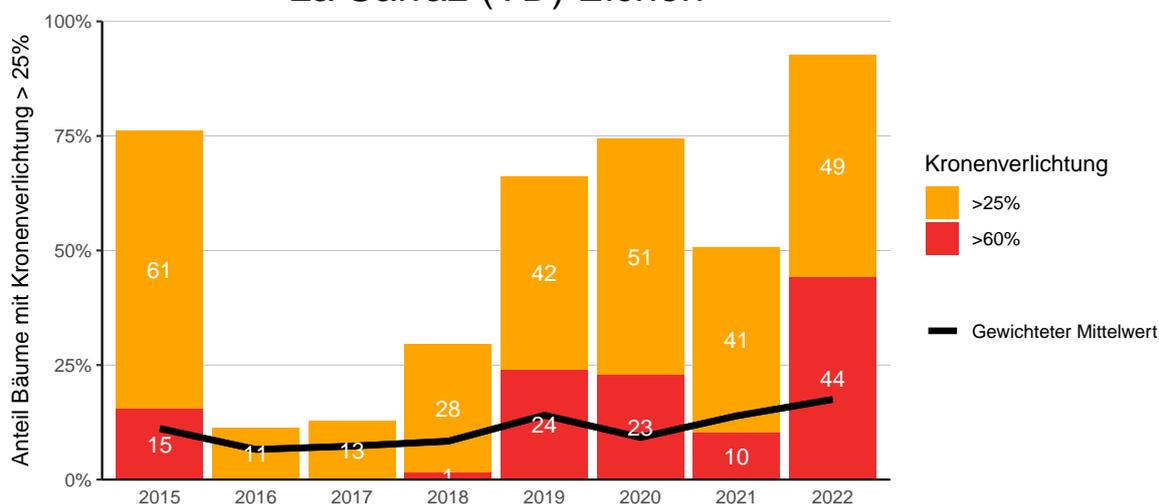


Abb. 285. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Pampigny (VD) Eichen

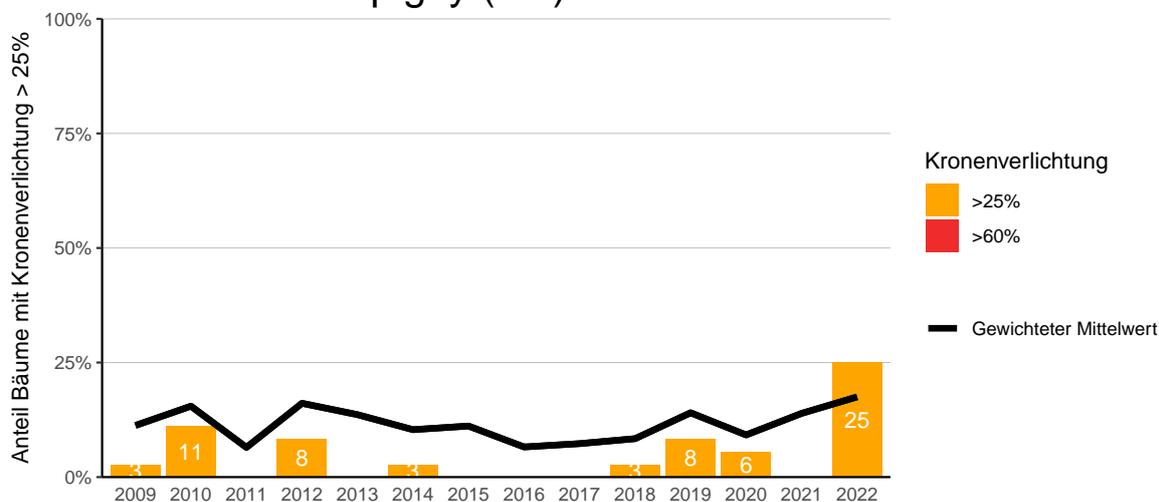
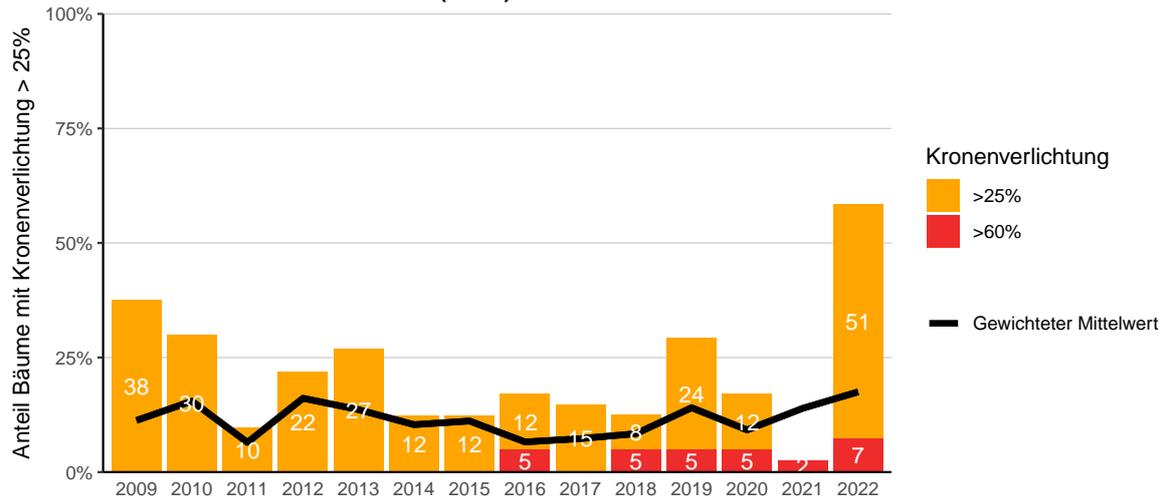


Abb. 286. Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).

## Sion (VS) Eichen



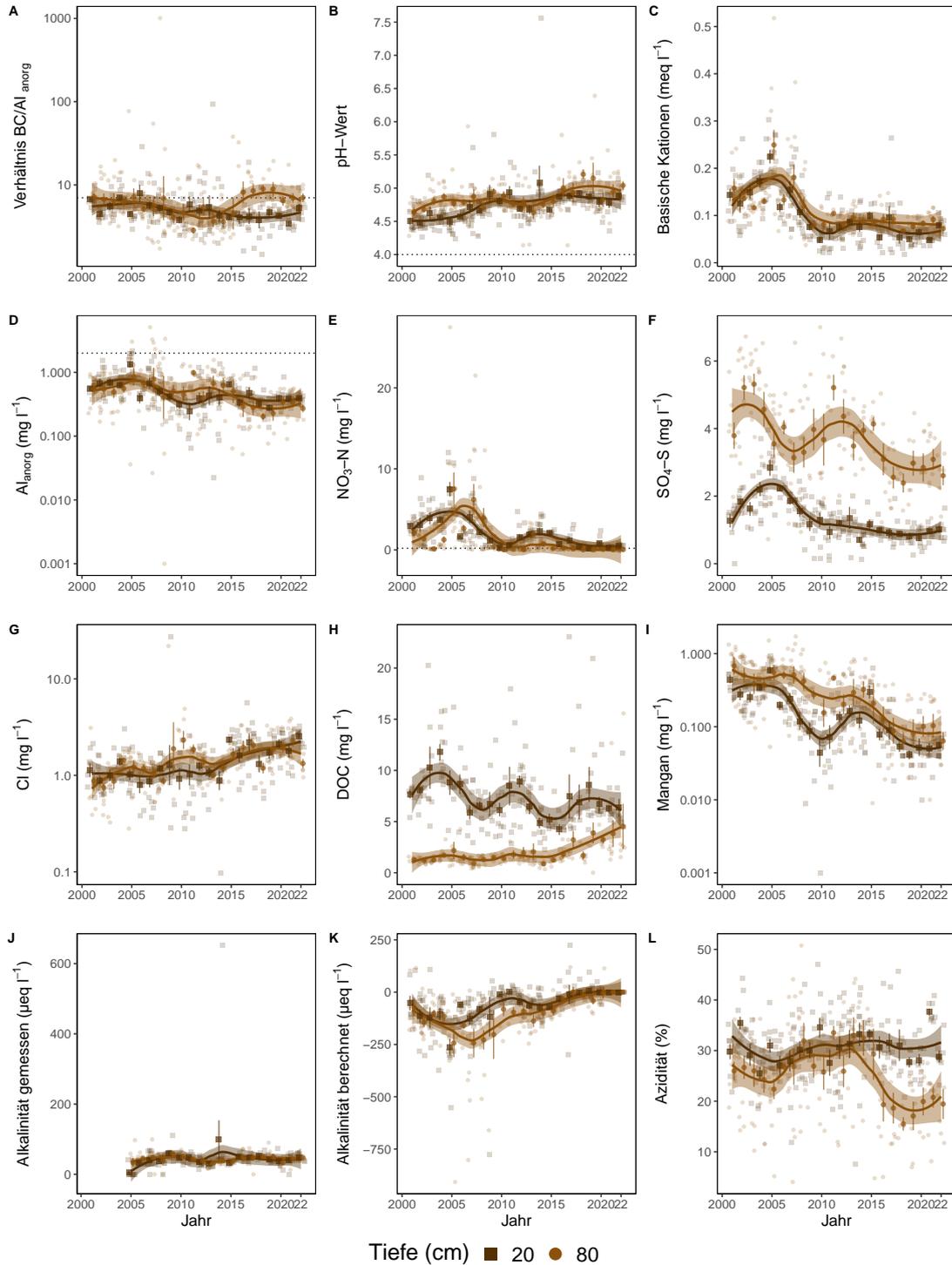
**Abb. 287.** Entwicklungen in der Kronenverlichtung nach Schadstufen >25% (geschädigt) und >60% (stark geschädigt).



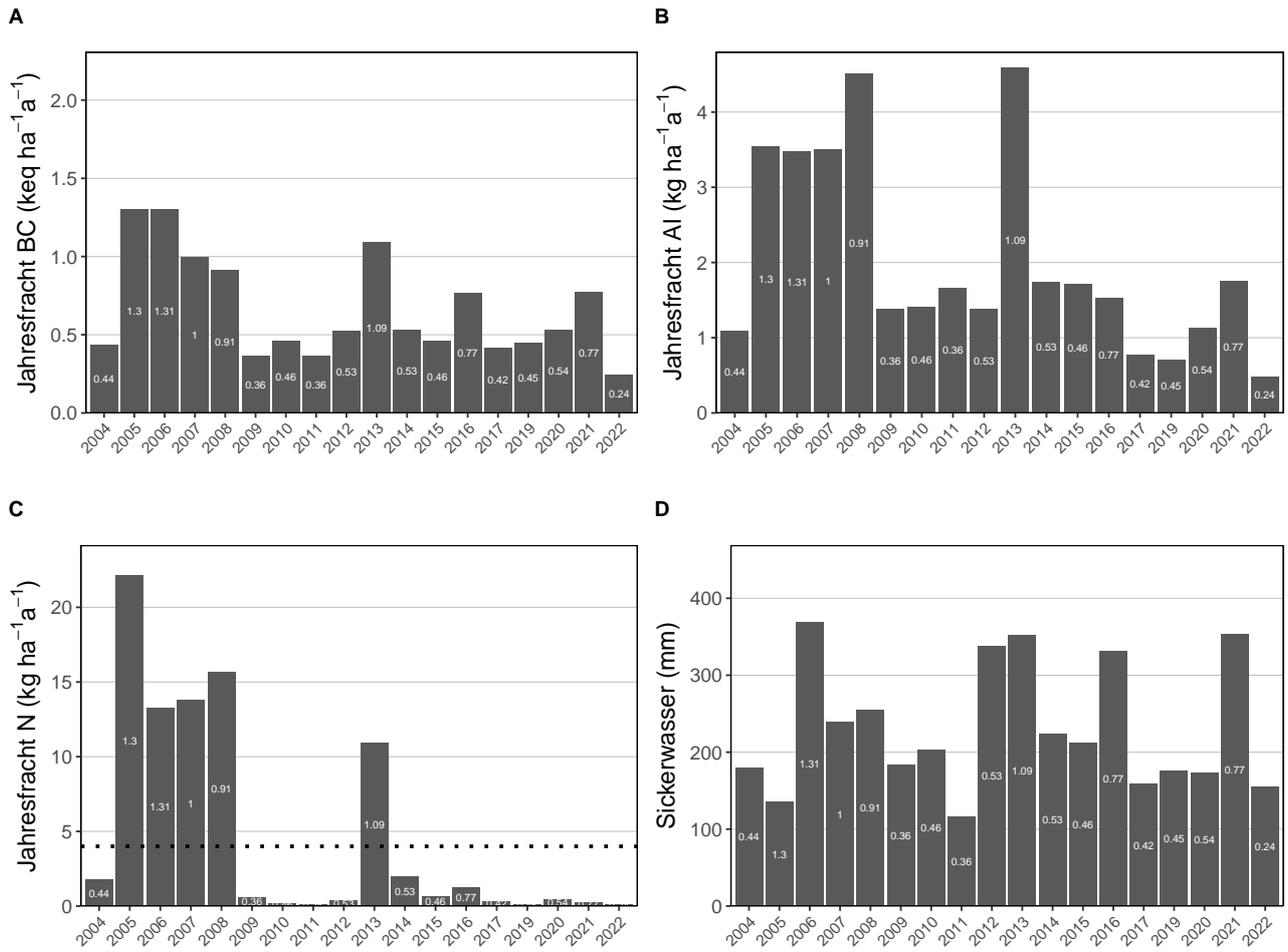
# 15 | Bodenkunde Einzelstandorte

## 15.1 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton AG

### 15.1.1 Habsburg (AG) Lotharfläche Kontrolle Buchen

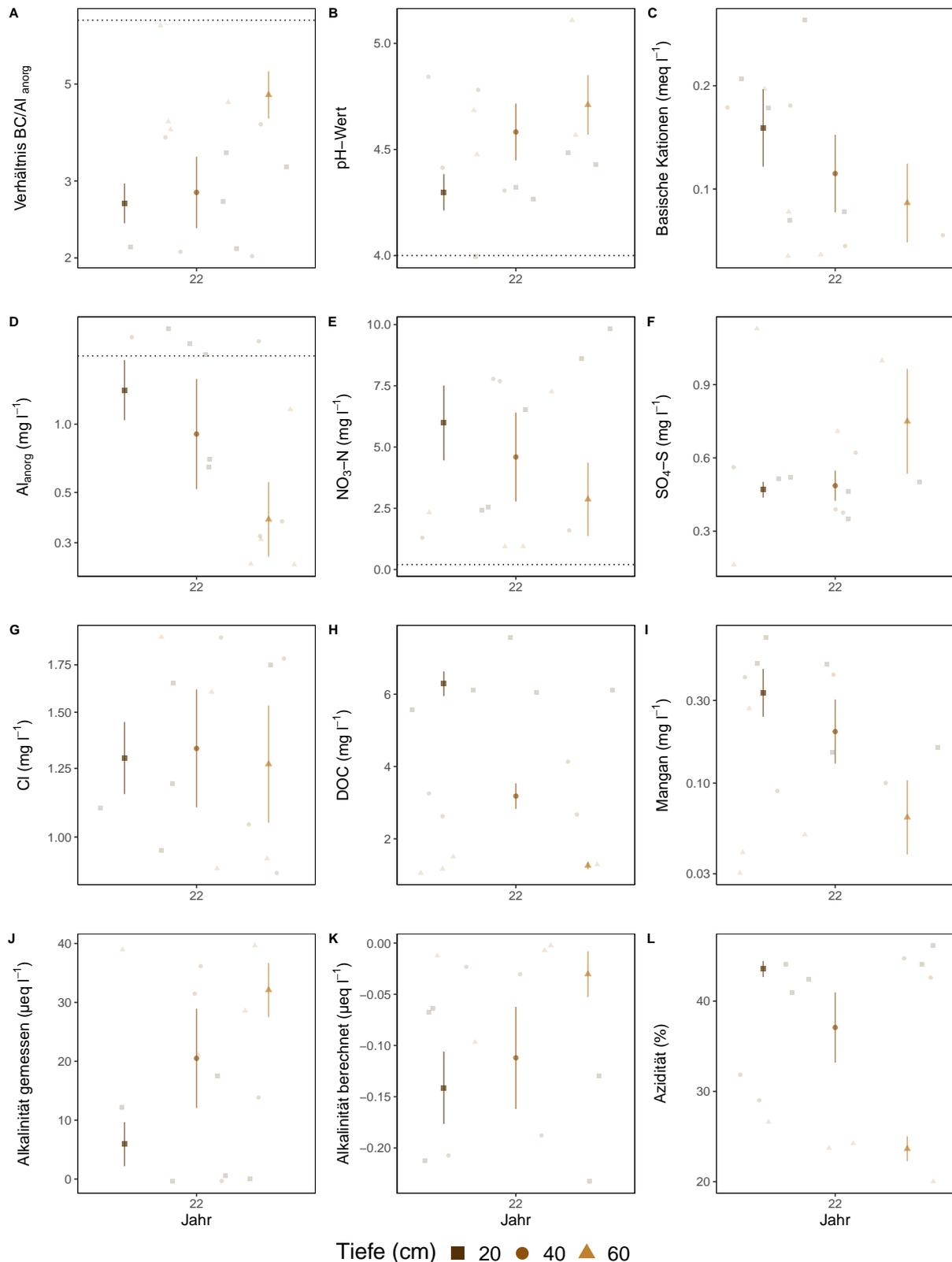


**Abb. 288.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Habsburg (AG) Lotharfläche Kontrolle Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

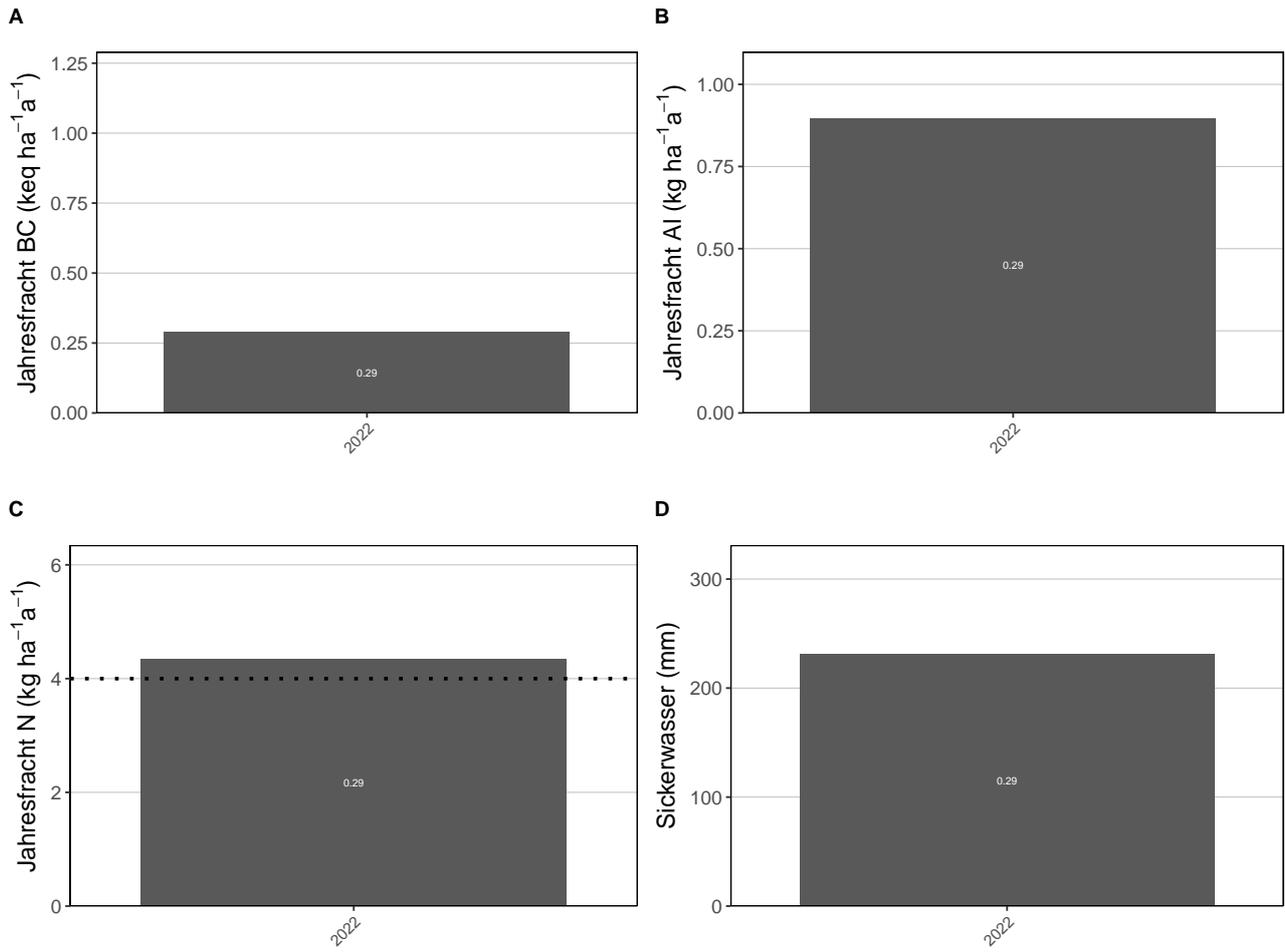


**Abb. 289.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Habsburg (AG) Lotharfläche Kontrolle Buchen in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4\text{-}2\text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.1.2 Möhlin (AG) Buchen

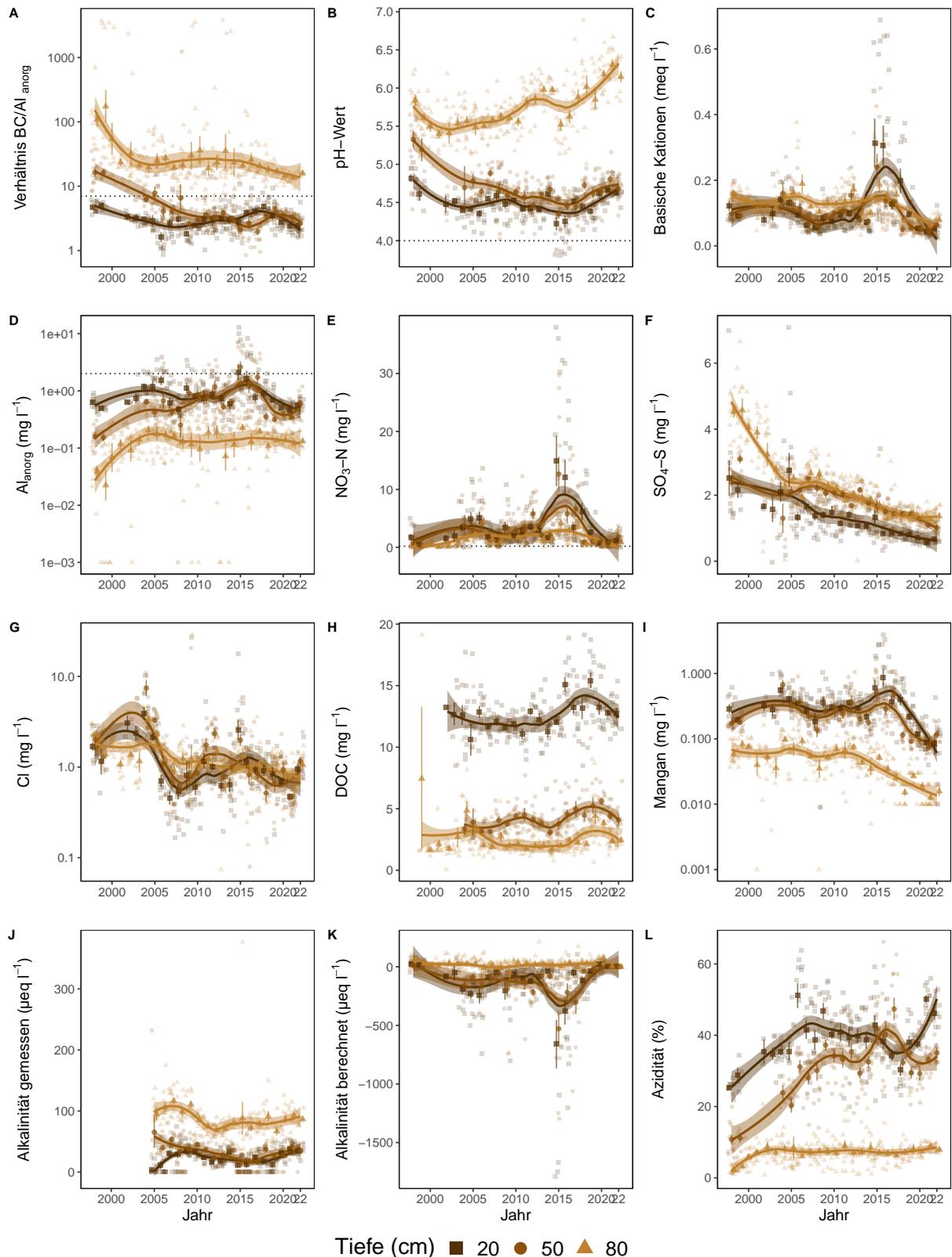


**Abb. 290.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Möhlin Buchen (AG). **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

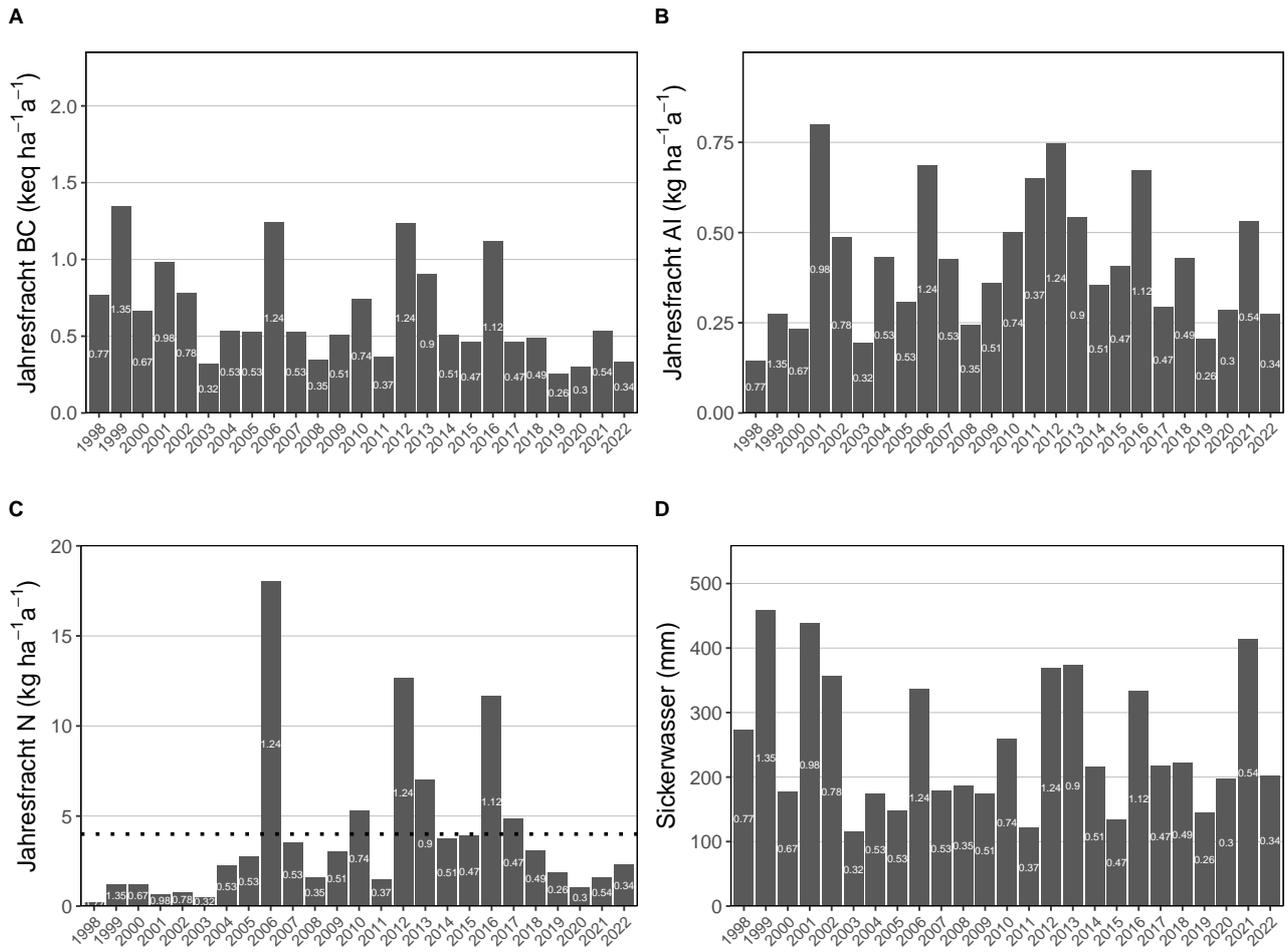


**Abb. 291.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Möhlin Buchen (AG) in 60 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.1.3 Möhlin (AG) Fichten

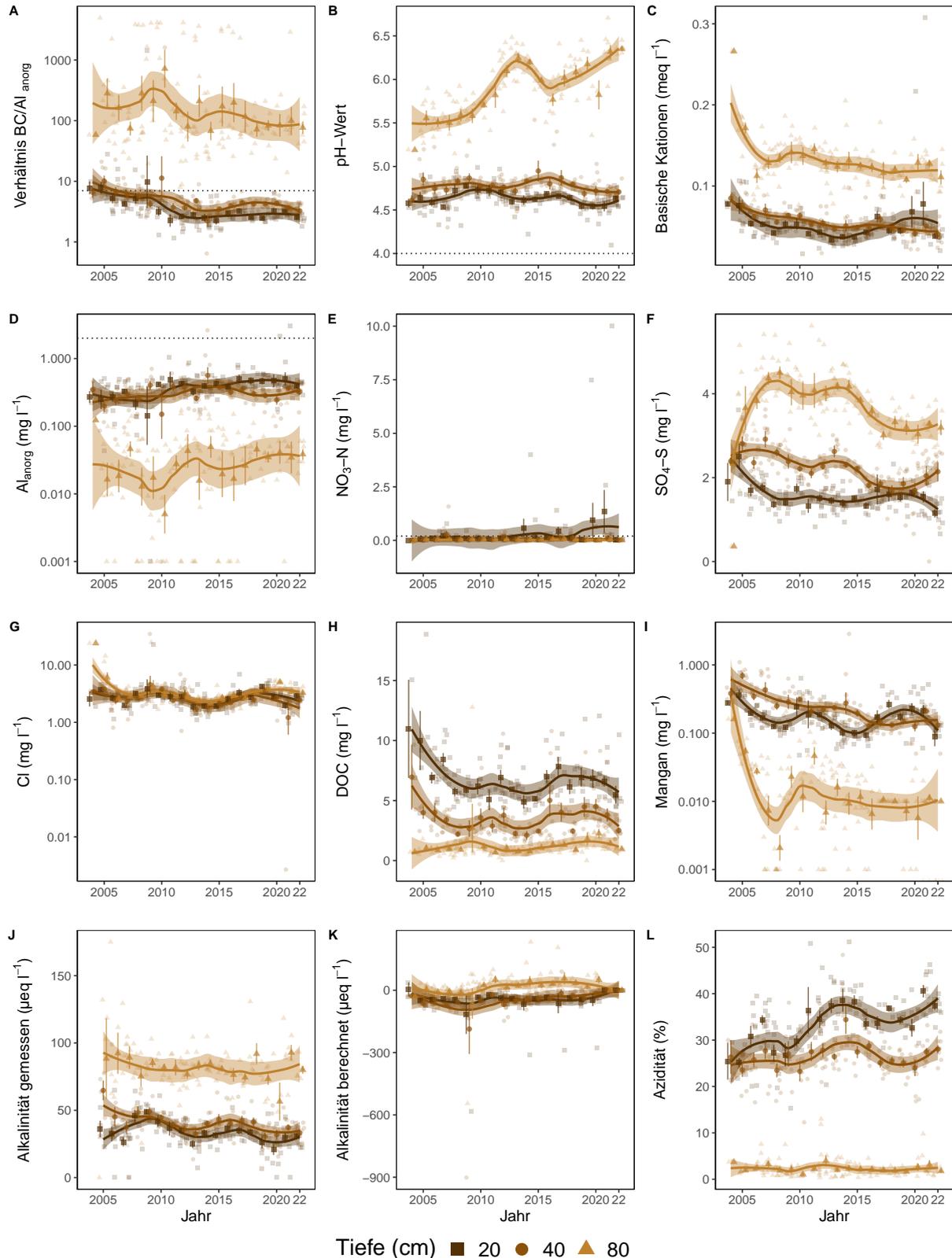


**Abb. 292.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Möhlin (AG) n. **A**) BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B**) pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C**) basische Kationen (BC), **D**) Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E**) Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F**) Sulfatschwefel, **G**) Chloridkonzentration, **H**) gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I**) Mangankonzentration, **J**) gemessene Alkalinität, **K**) berechnete Alkalinität (ANC) **L**) Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

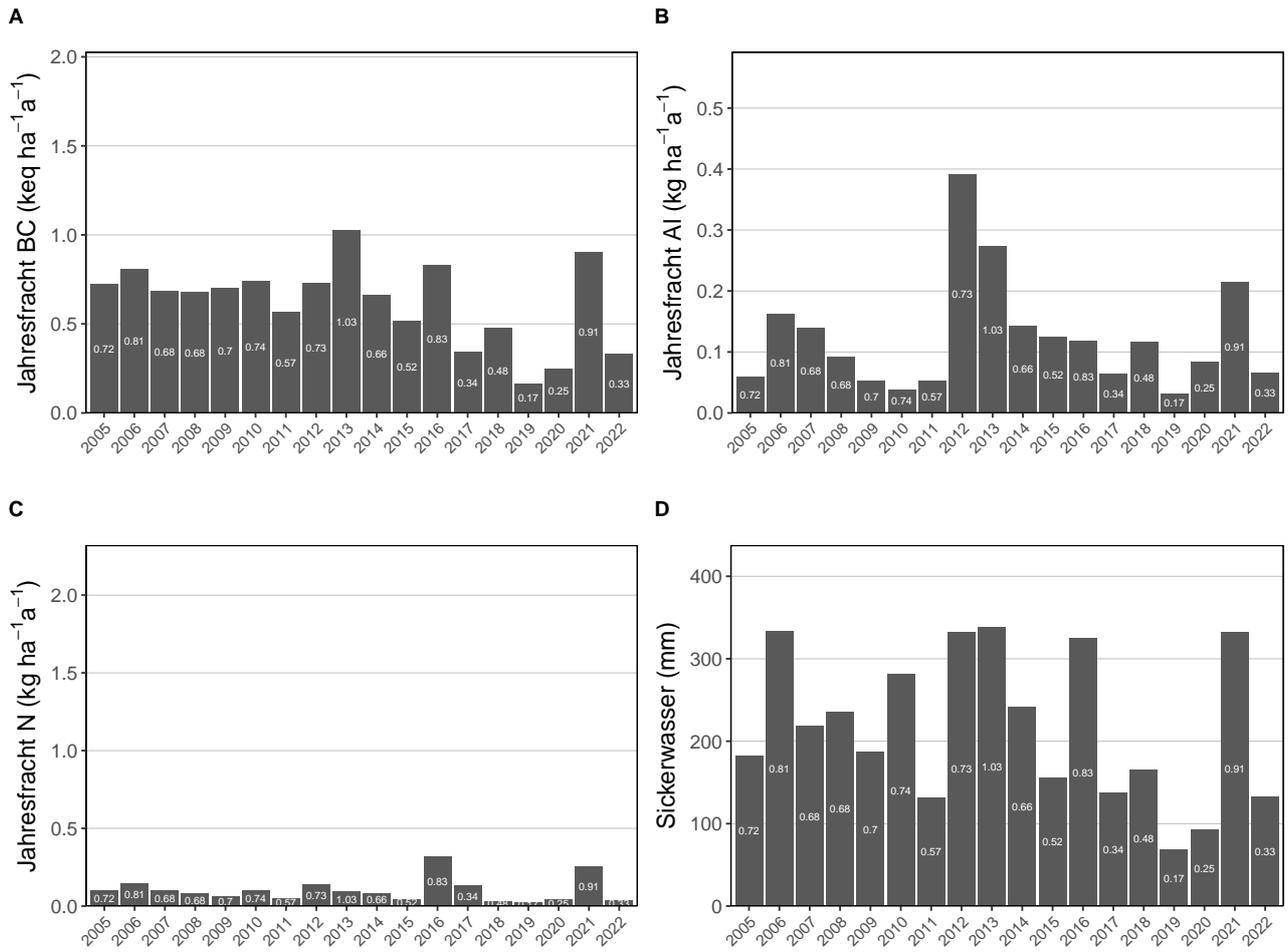


**Abb. 293.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Möhlin (AG) n in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.1.4 Olsberg (AG) Buchen

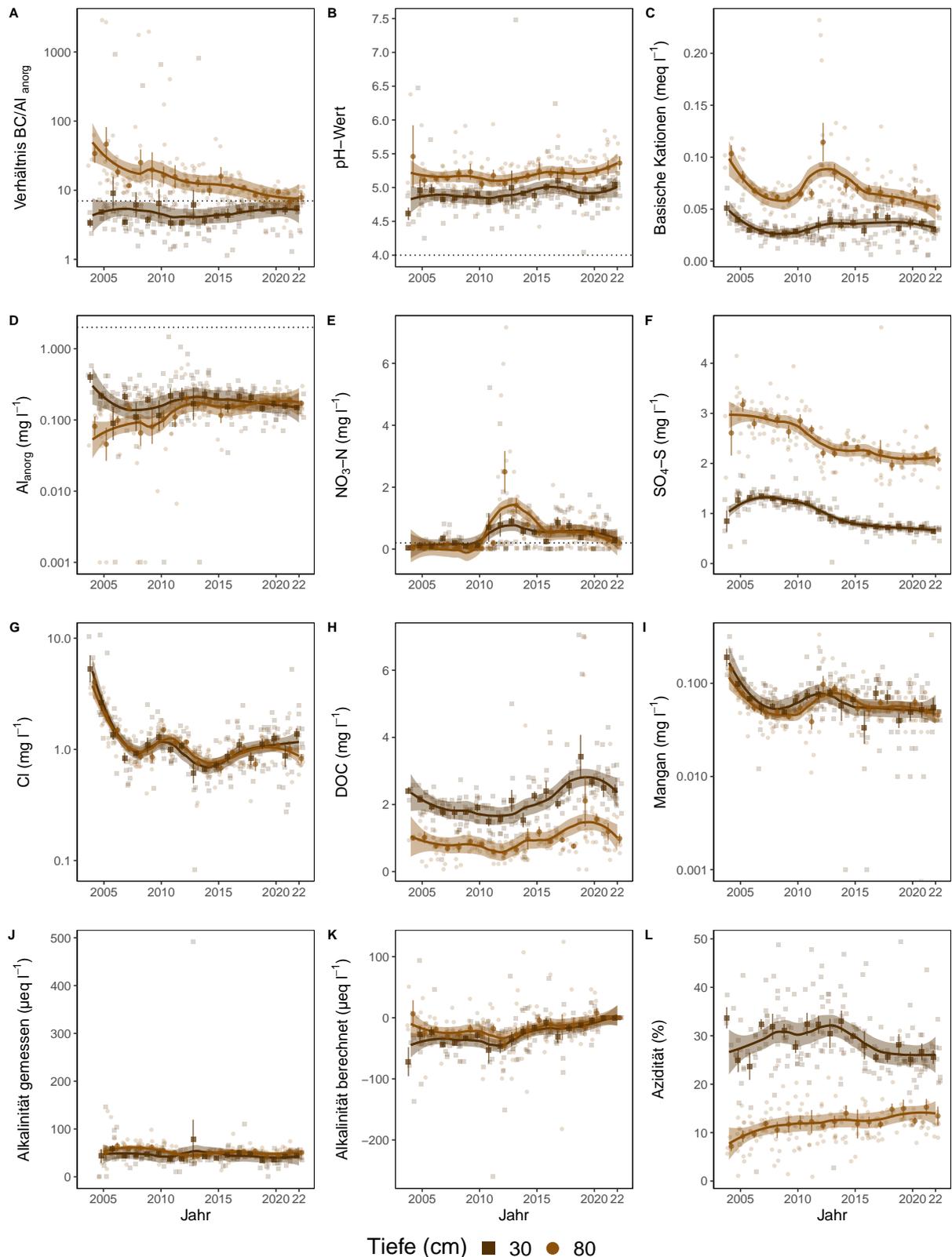


**Abb. 294.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Olsberg (AG) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

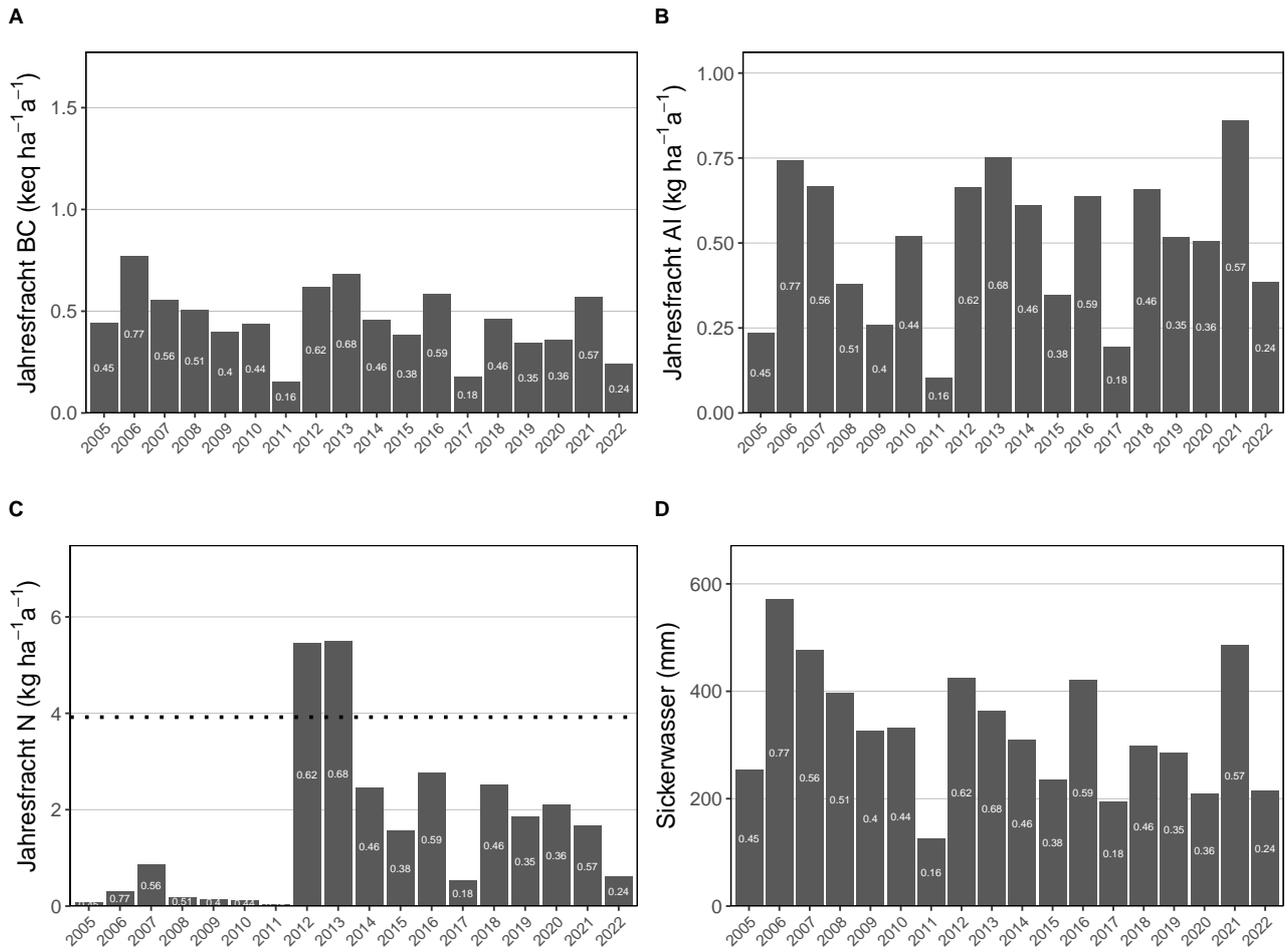


**Abb. 295.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Olsberg (AG) Buchen in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.1.5 Zofingen (AG) Mischbestand Buchen & Fichten



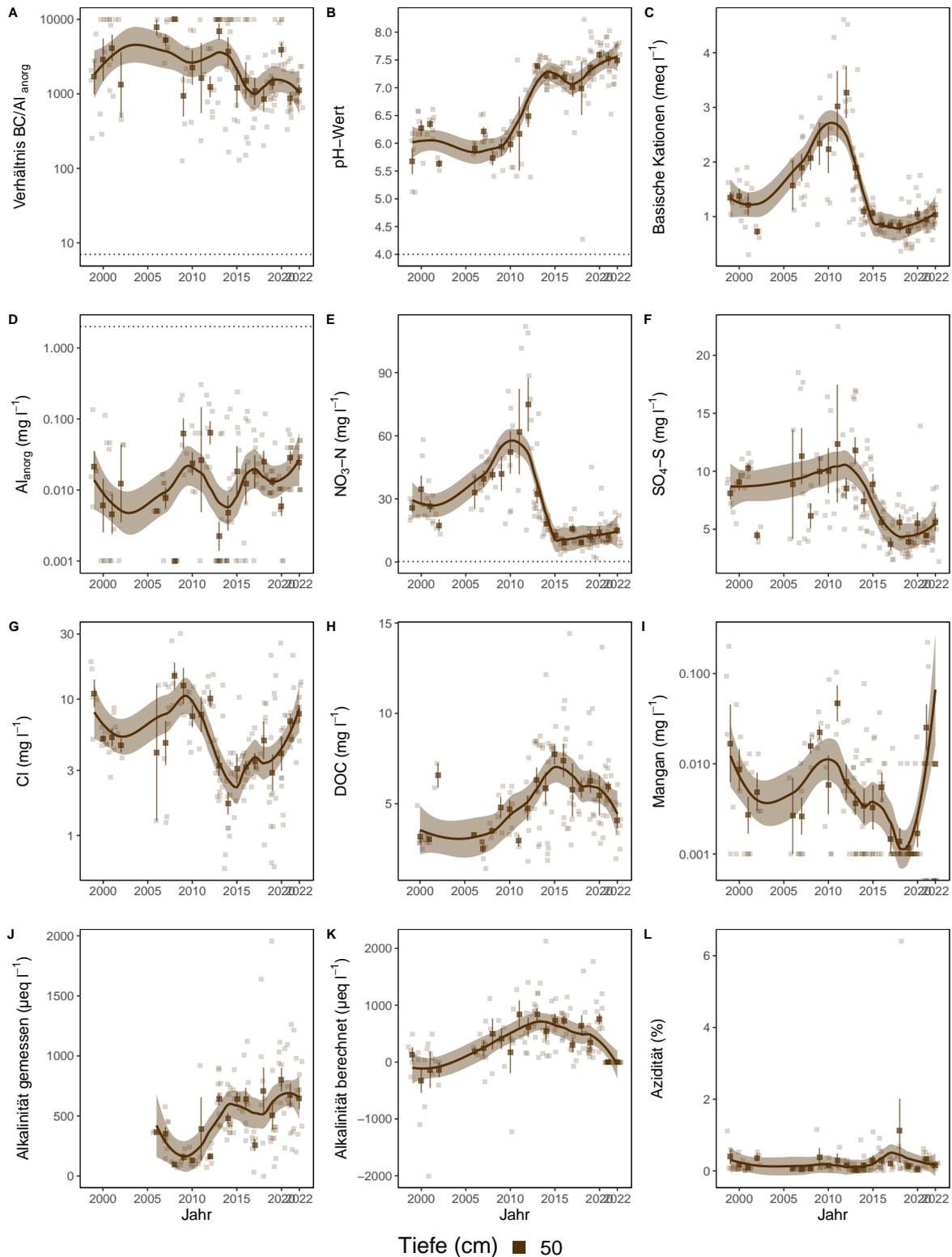
**Abb. 296.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Zofingen (AG) Mischbestand Buchen & Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.



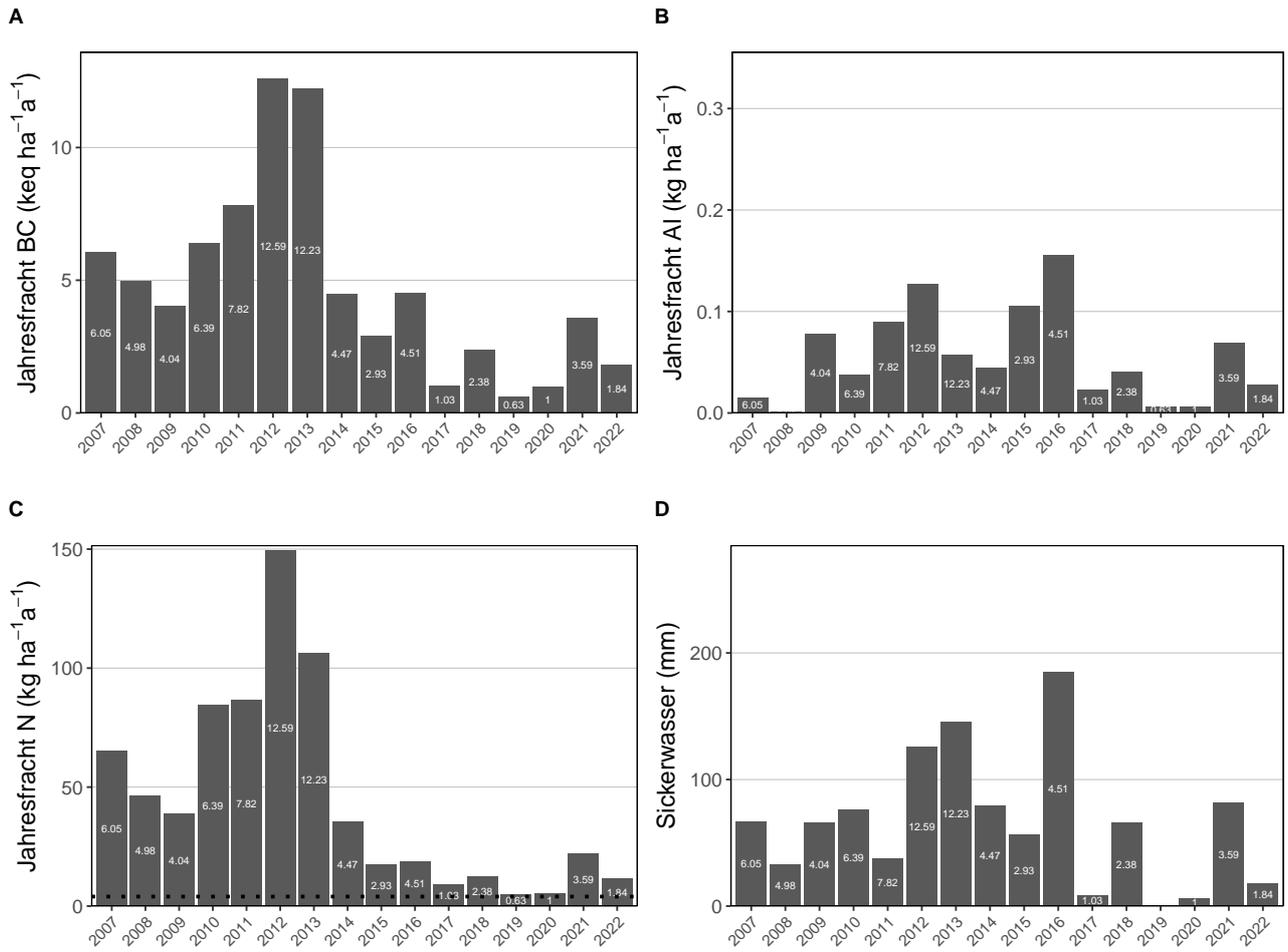
**Abb. 297.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Zofingen (AG) Mischbestand Buchen & Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

## 15.2 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton BL

### 15.2.1 Allschwil (BL) Fichten

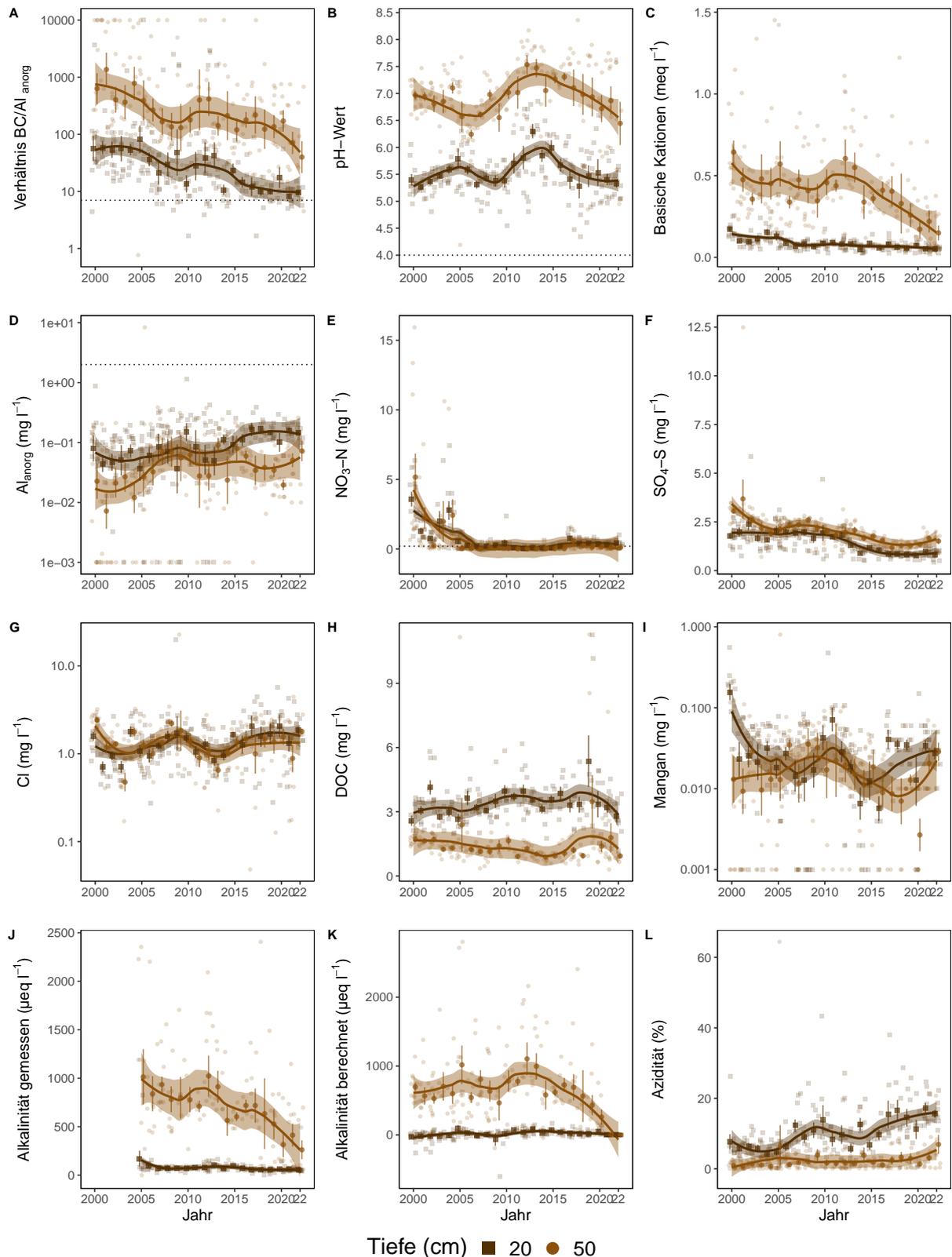


**Abb. 298.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Allschwil (BL) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

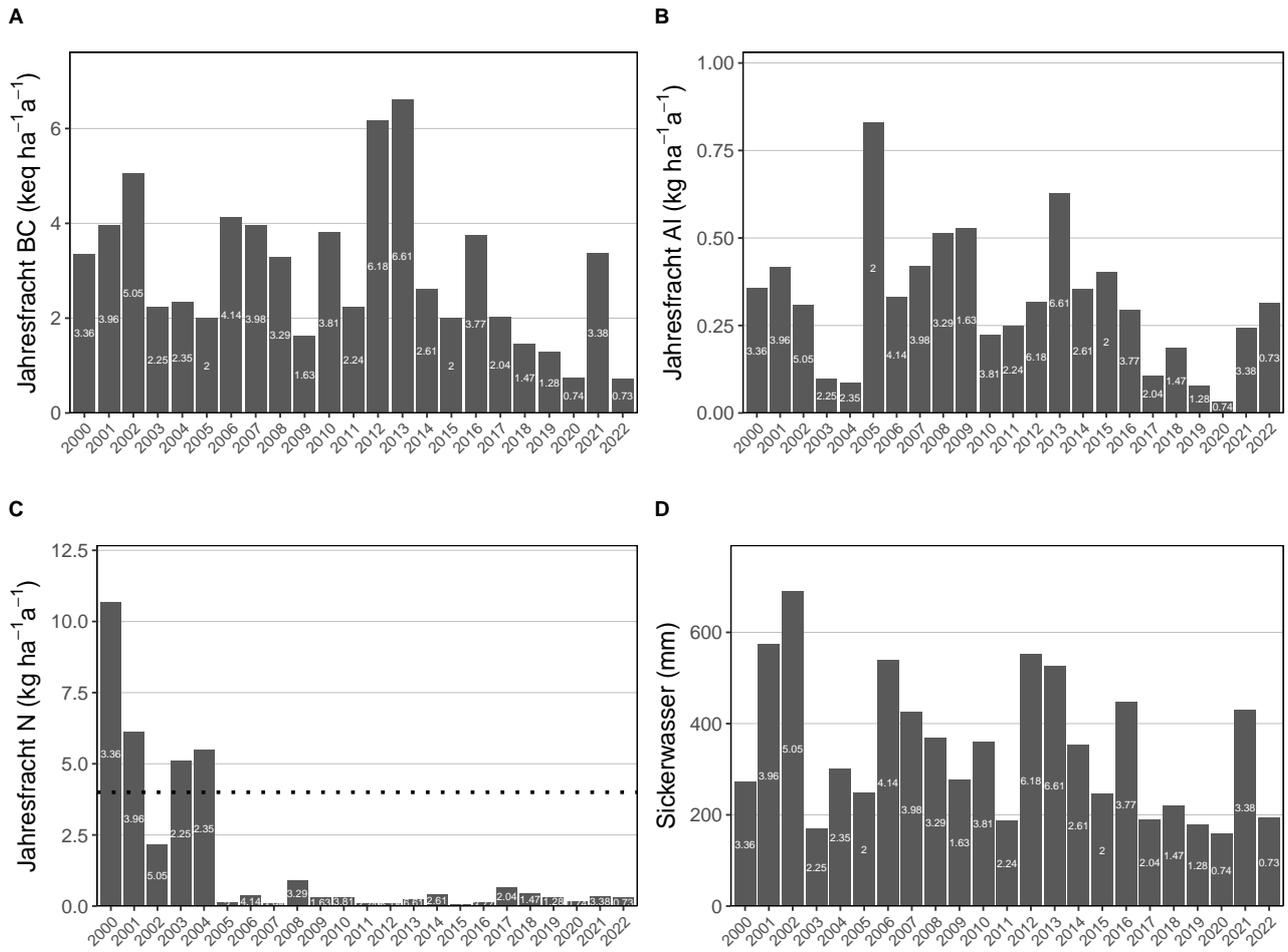


**Abb. 299.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Allschwil (BL) Fichten in 50 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.2.2 Brislach (BL) Buchen

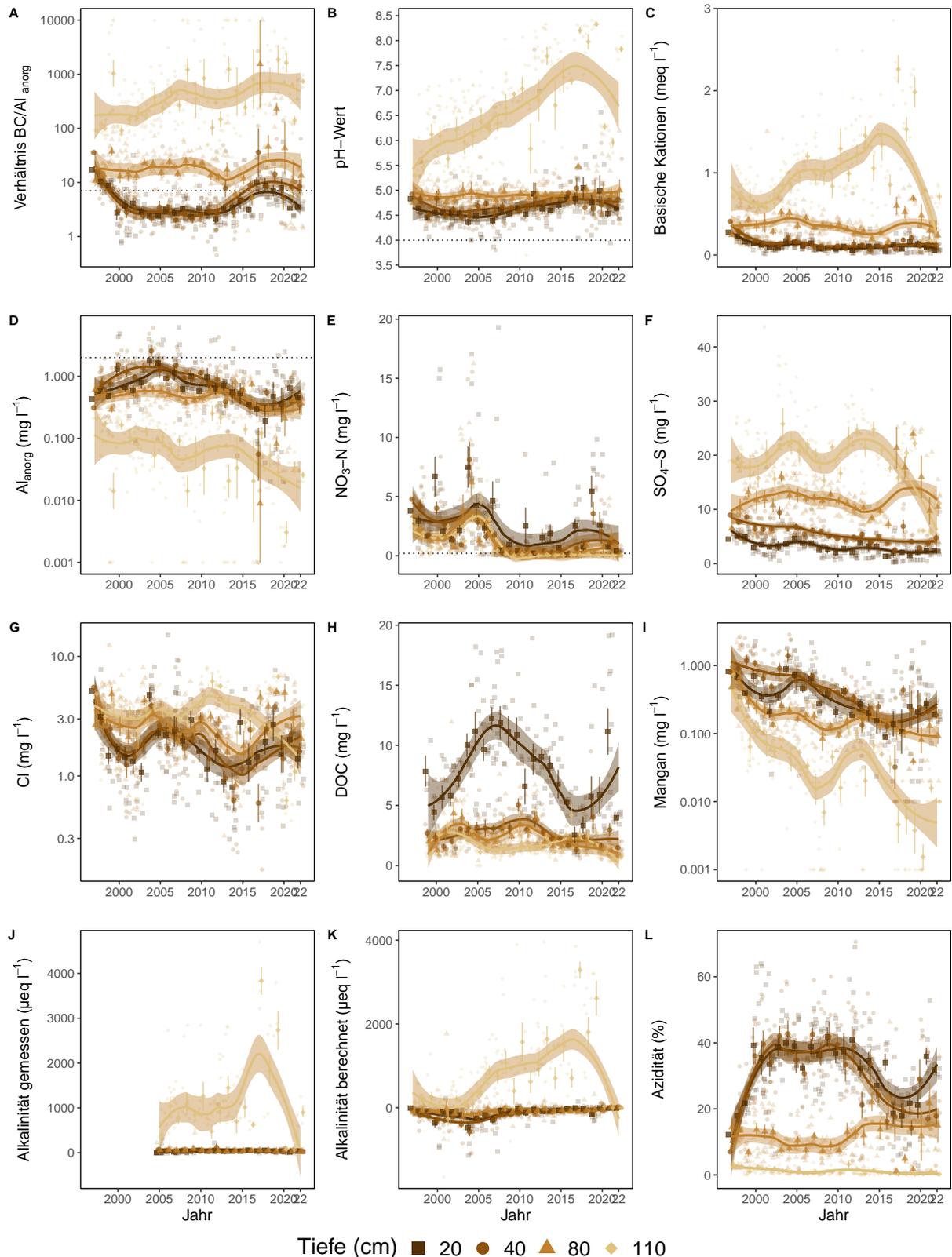


**Abb. 300.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Brislach (BL) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

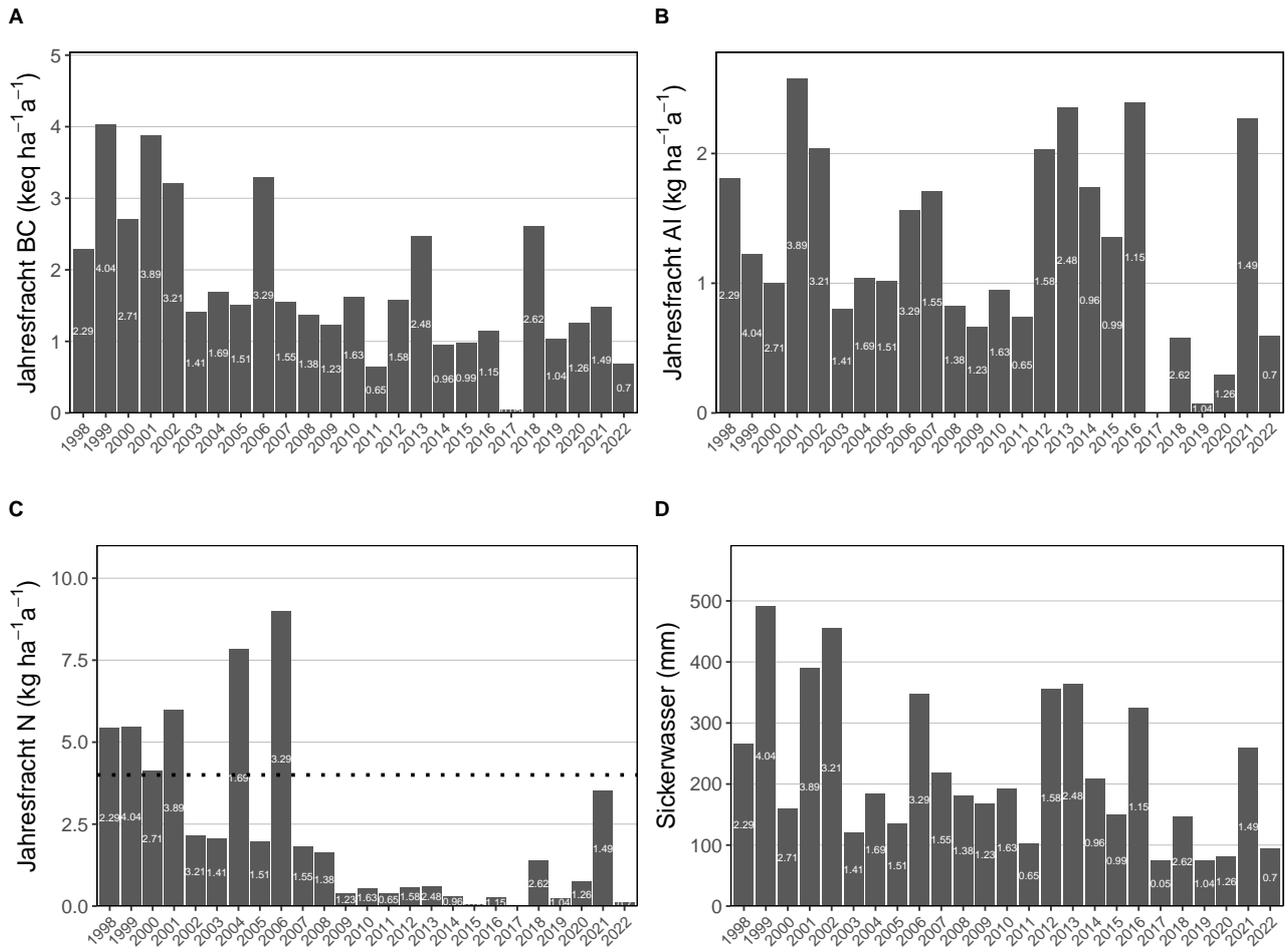


**Abb. 301.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Brislach (BL) Buchen in 50 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.2.3 Brislach (BL) Fichten

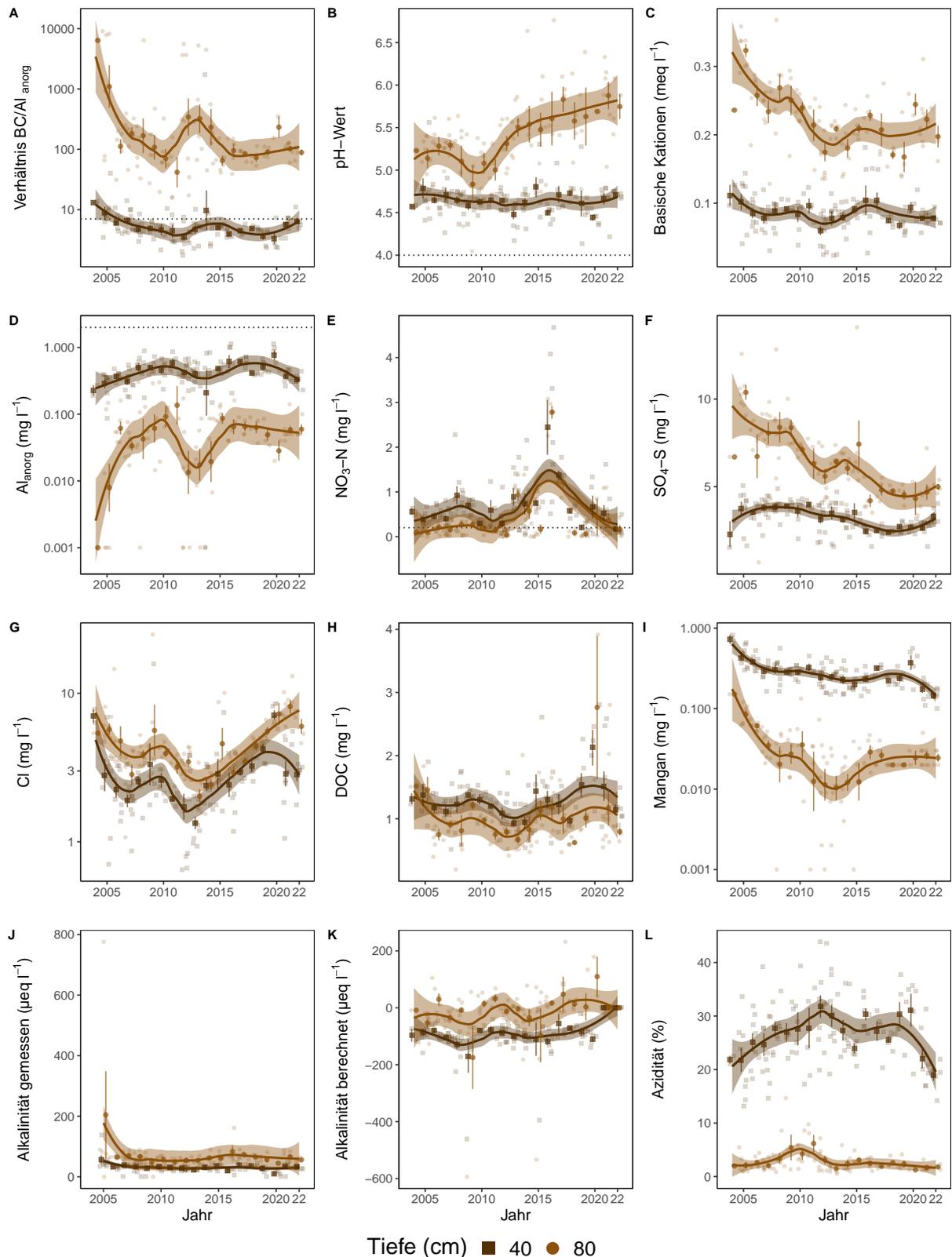


**Abb. 302.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Brislach (BL) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

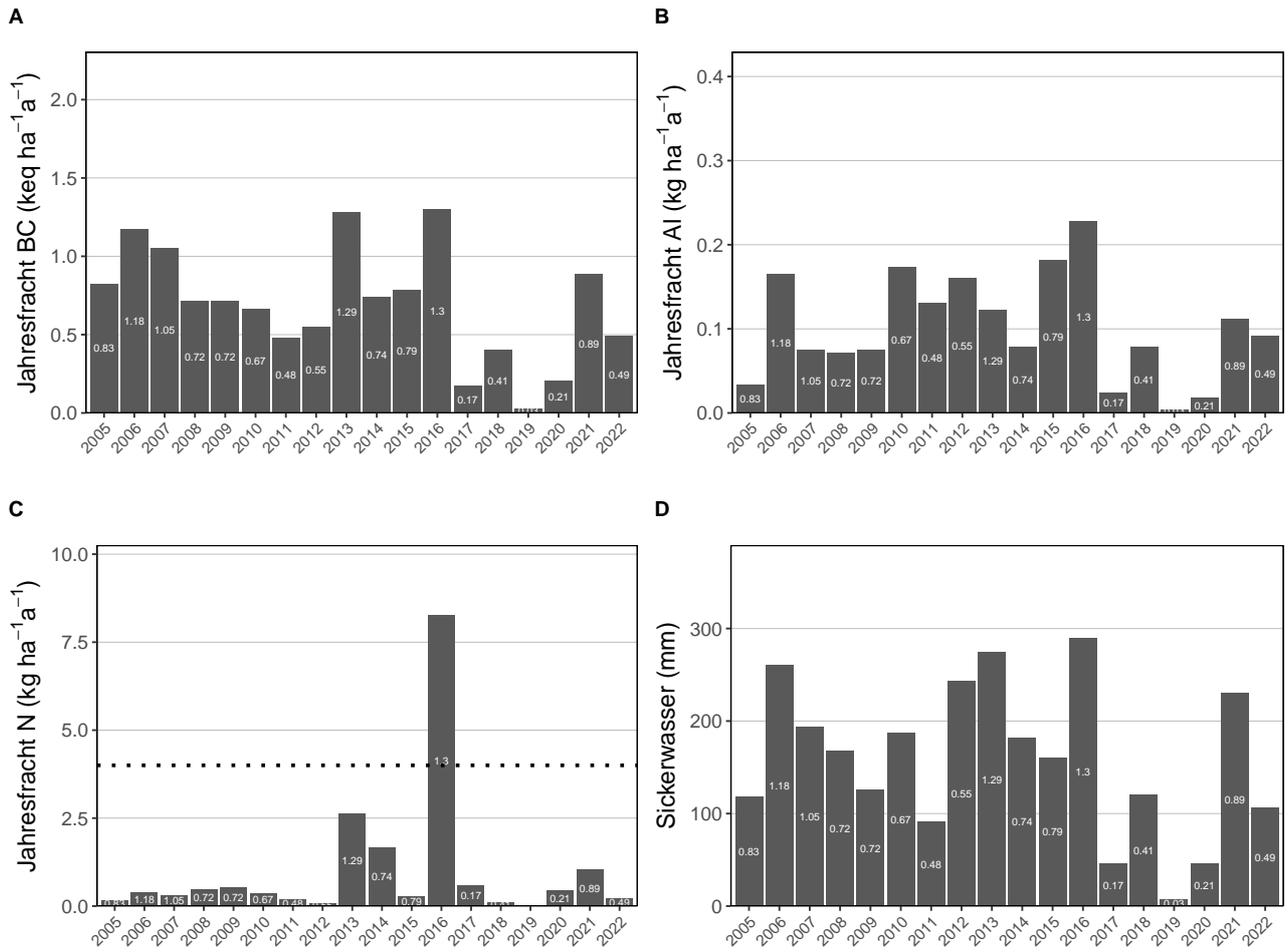


**Abb. 303.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Brislach (BL) Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ), **D)** Sickerwassermenge.

### 15.2.4 Mutterz (BL) Buchen

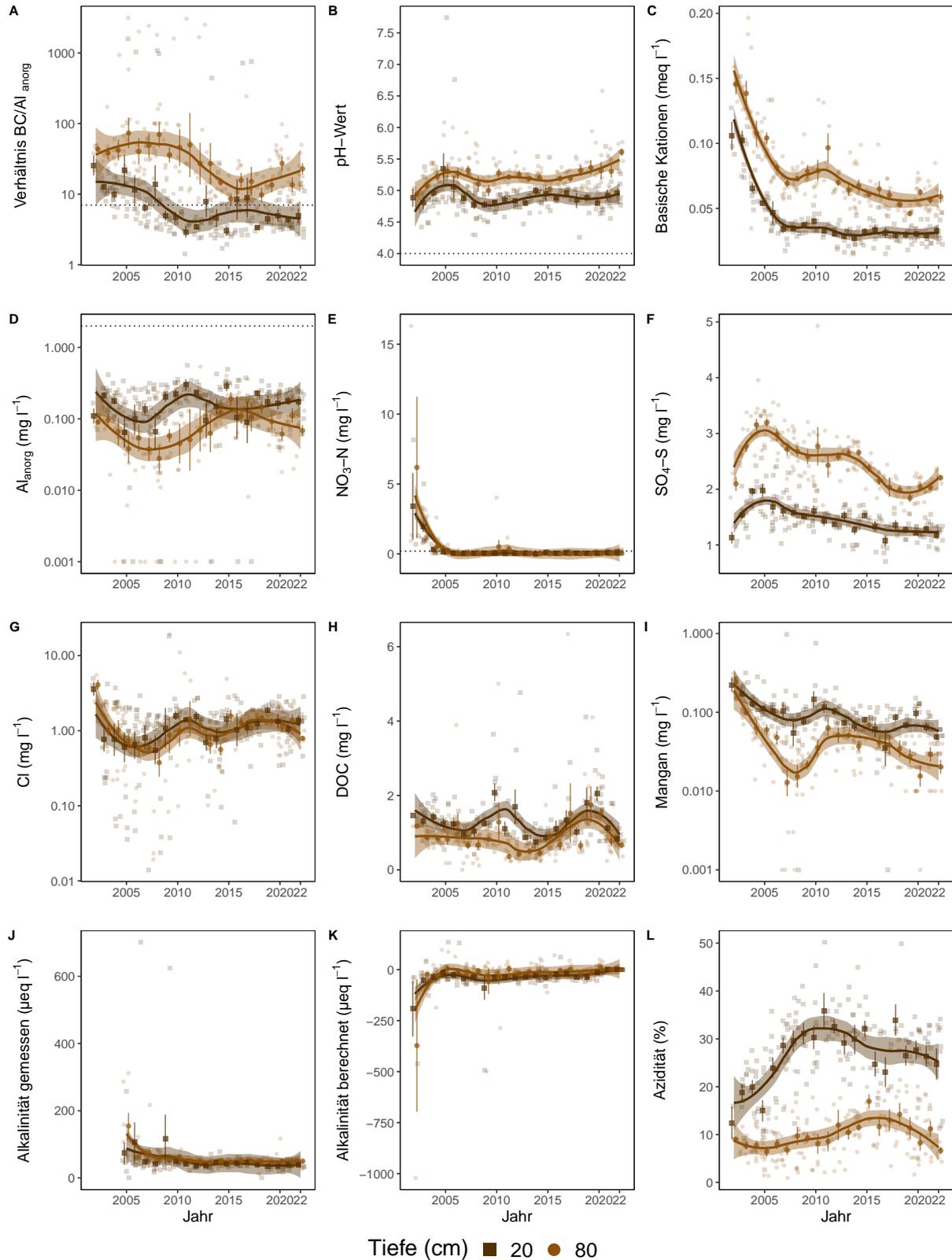


**Abb. 304.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Mutterz (BL) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

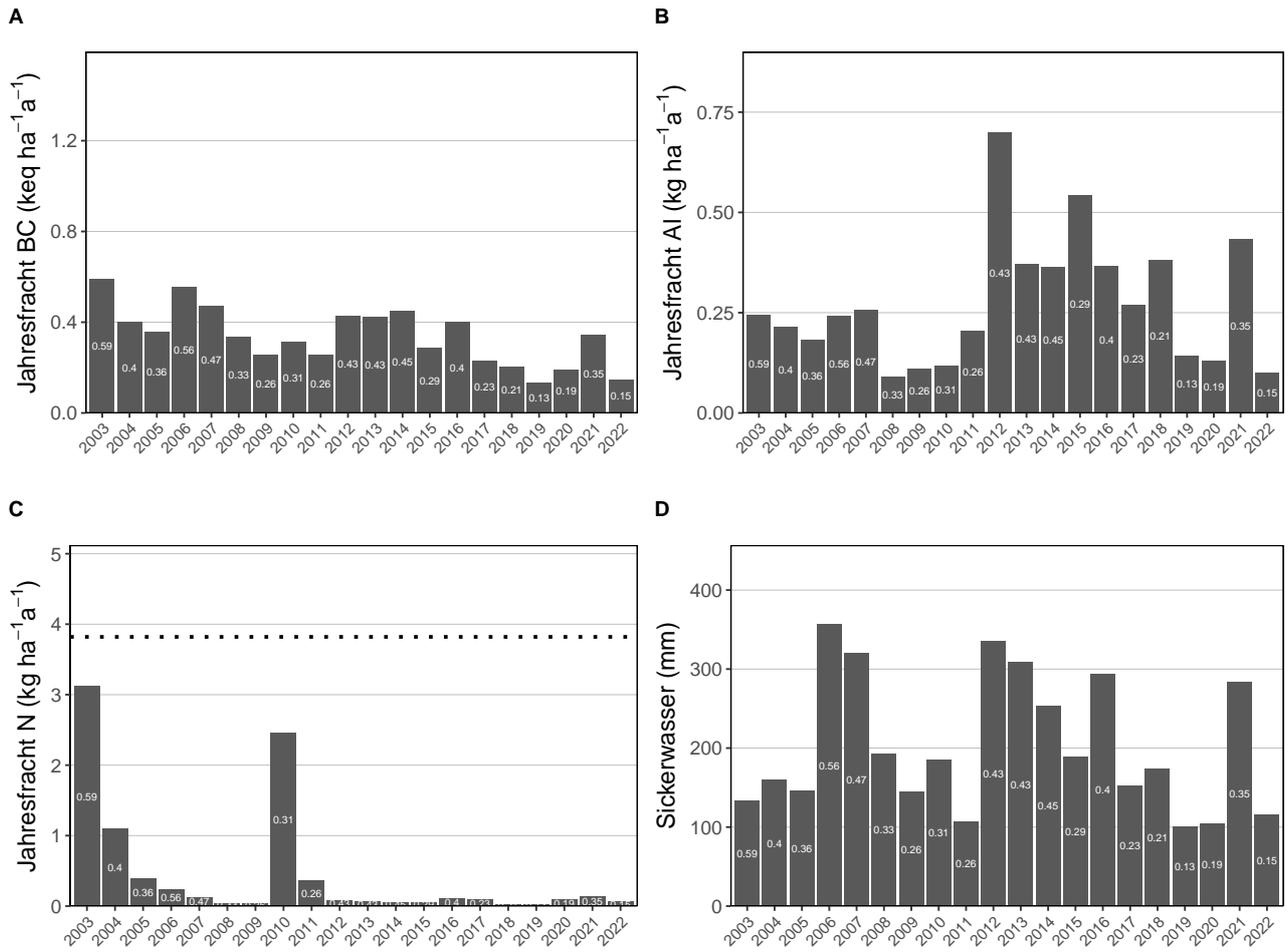


**Abb. 305.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Muttenz (BL) Buchen in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.2.5 Rünenberg (BL) Buchen



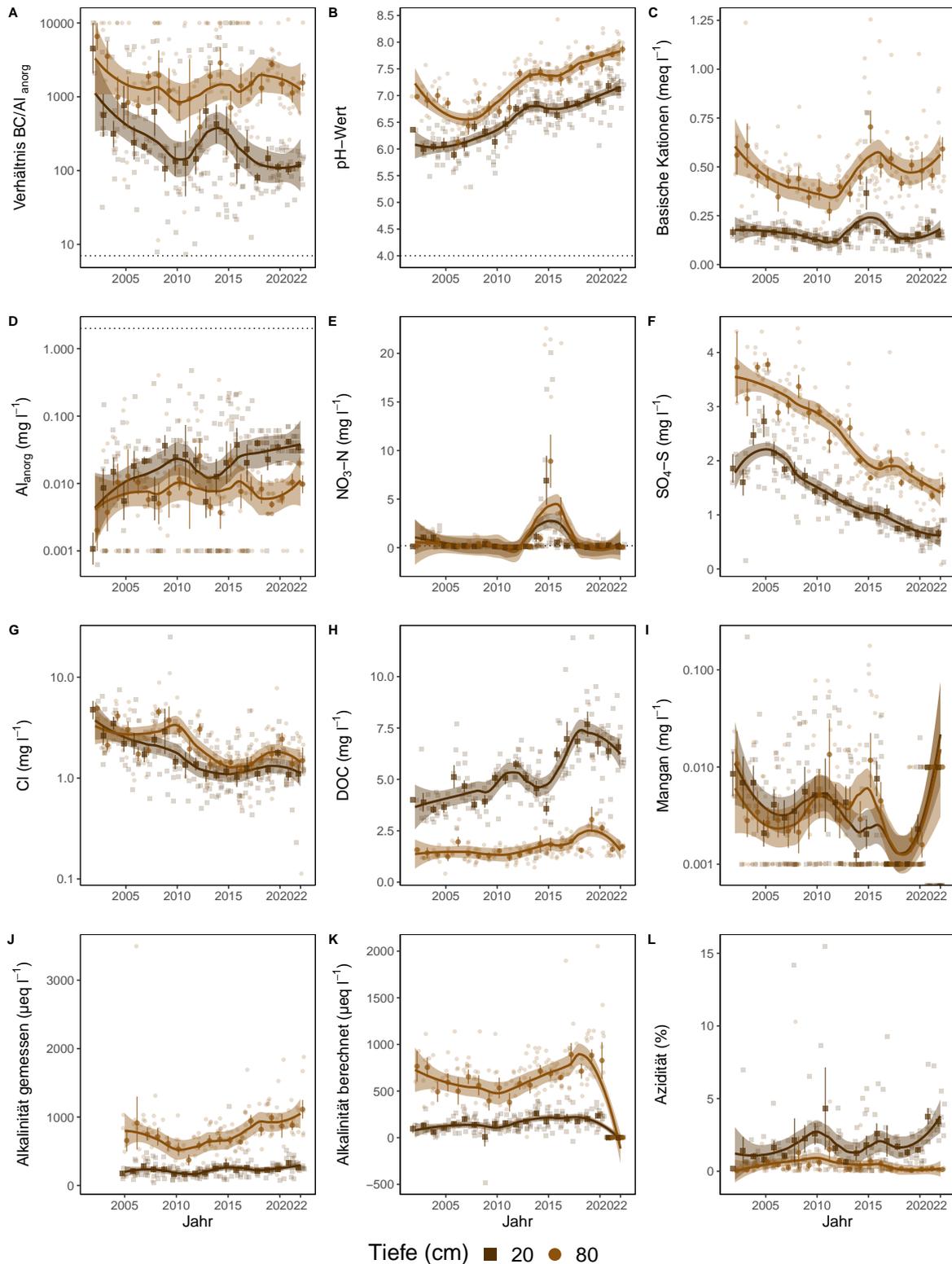
**Abb. 306.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Rünenberg (BL) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.



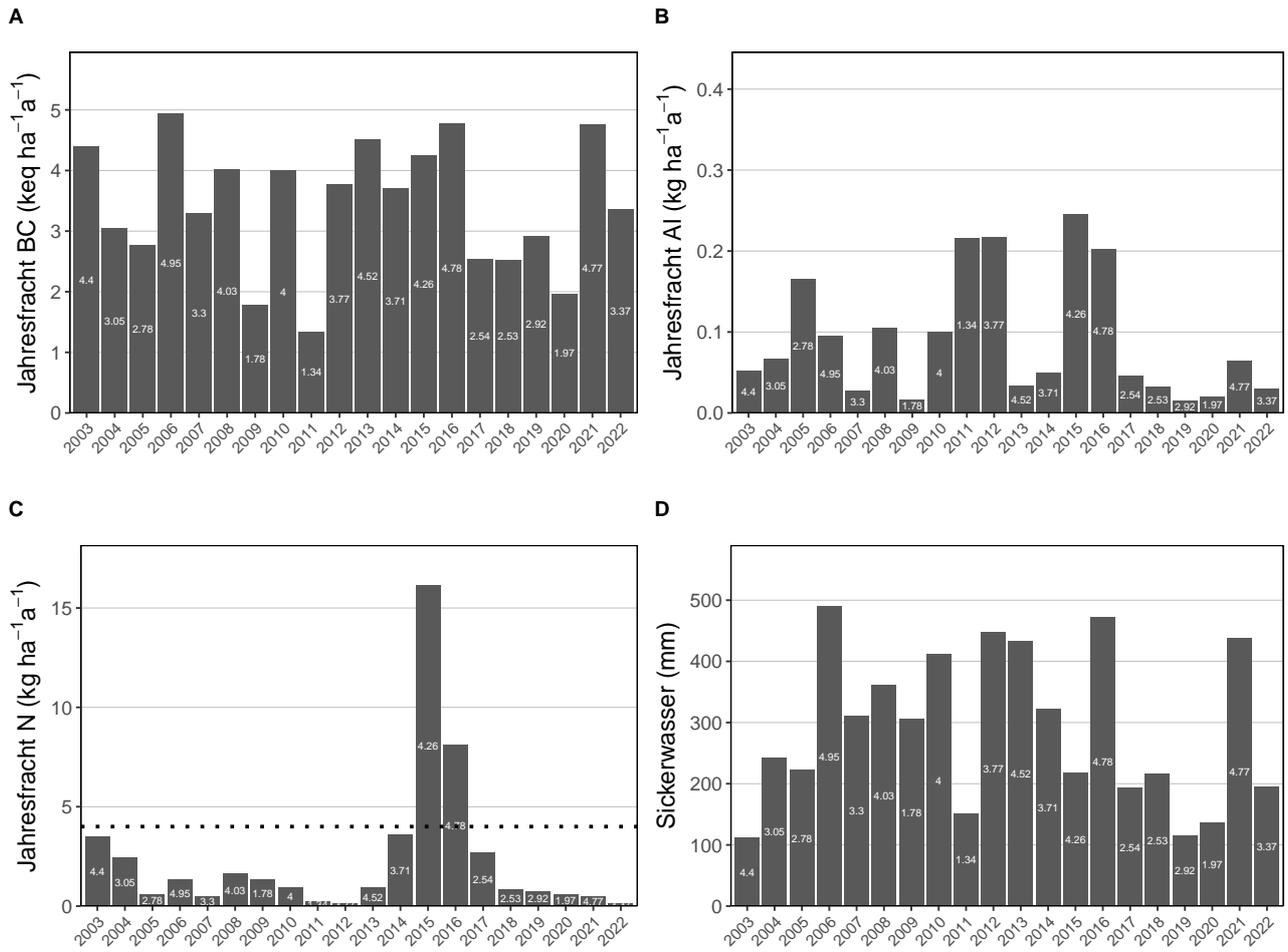
**Abb. 307.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Rünenberg (BL) Buchen in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

## 15.3 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton BS

### 15.3.1 Riehen Mittelberg (BS) Buchen



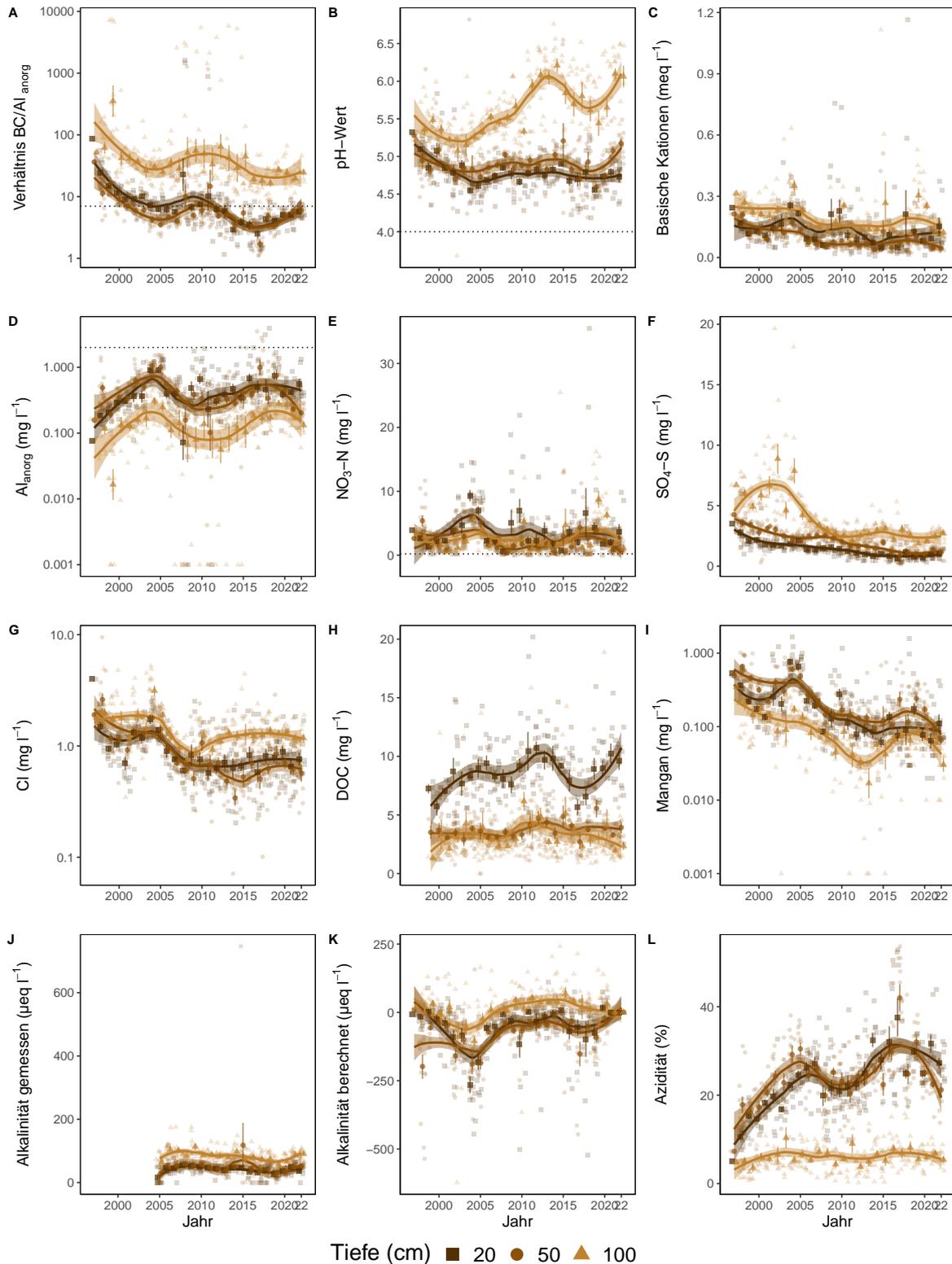
**Abb. 308.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Riehen Mittelberg (BS) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.



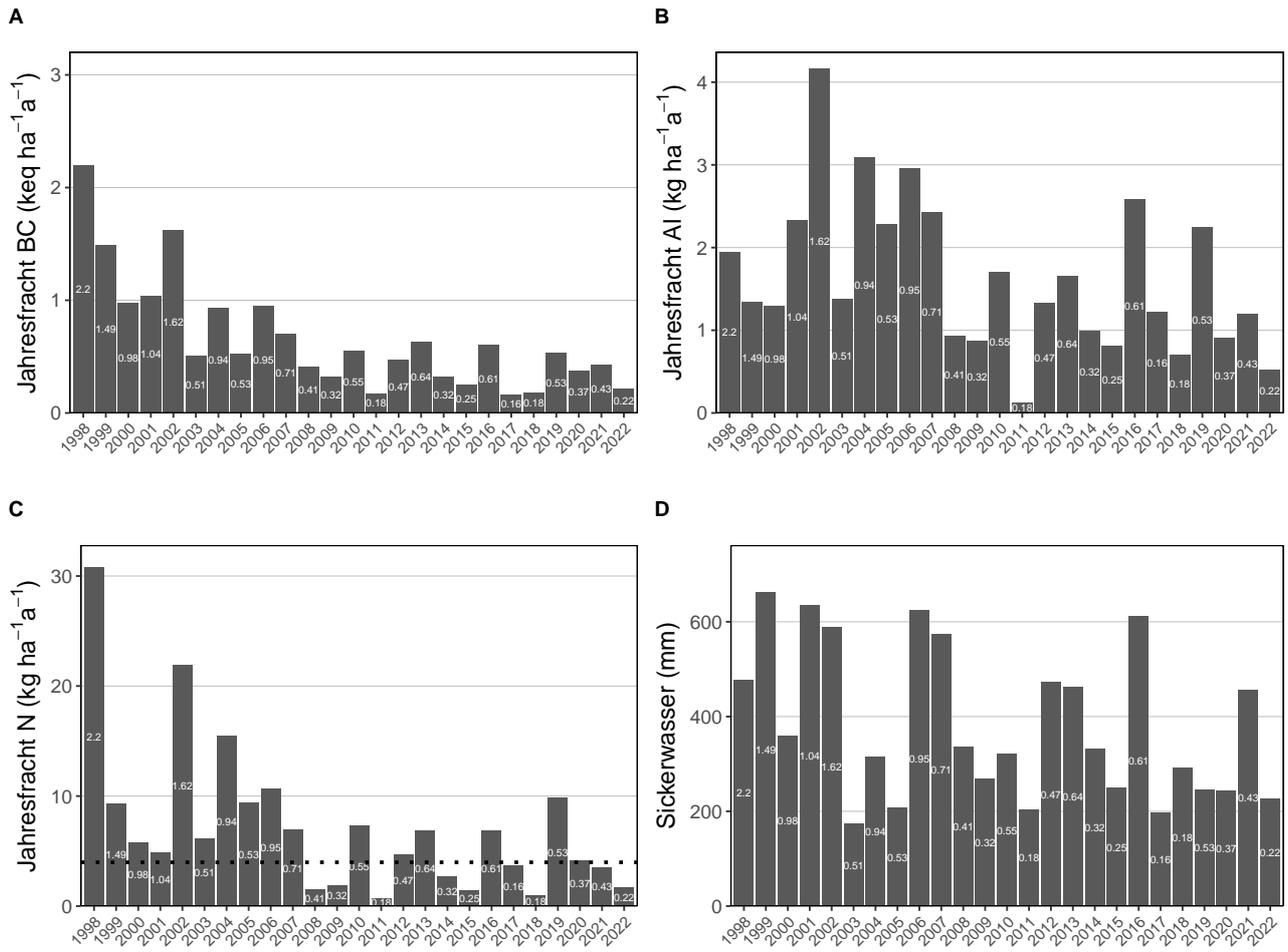
**Abb. 309.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Riehen Mittelberg (BS) Buchen in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

## 15.4 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton SO

### 15.4.1 Aeschi (SO) Mischbestand Buchen & Fichten

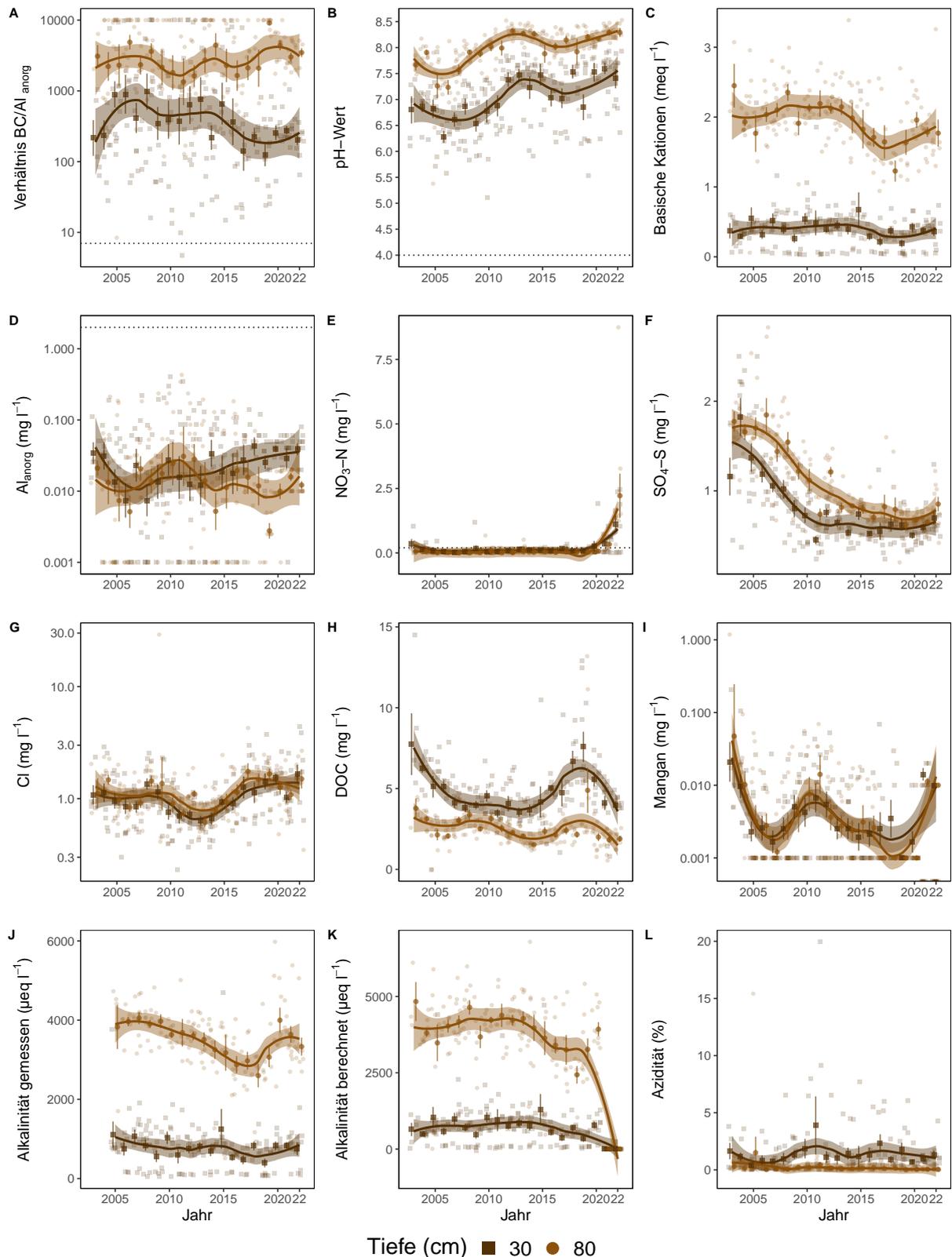


**Abb. 310.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Aeschi (SO) Mischbestand Buchen & Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2$  mg l<sup>-1</sup>, **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2$  mg l<sup>-1</sup>, **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

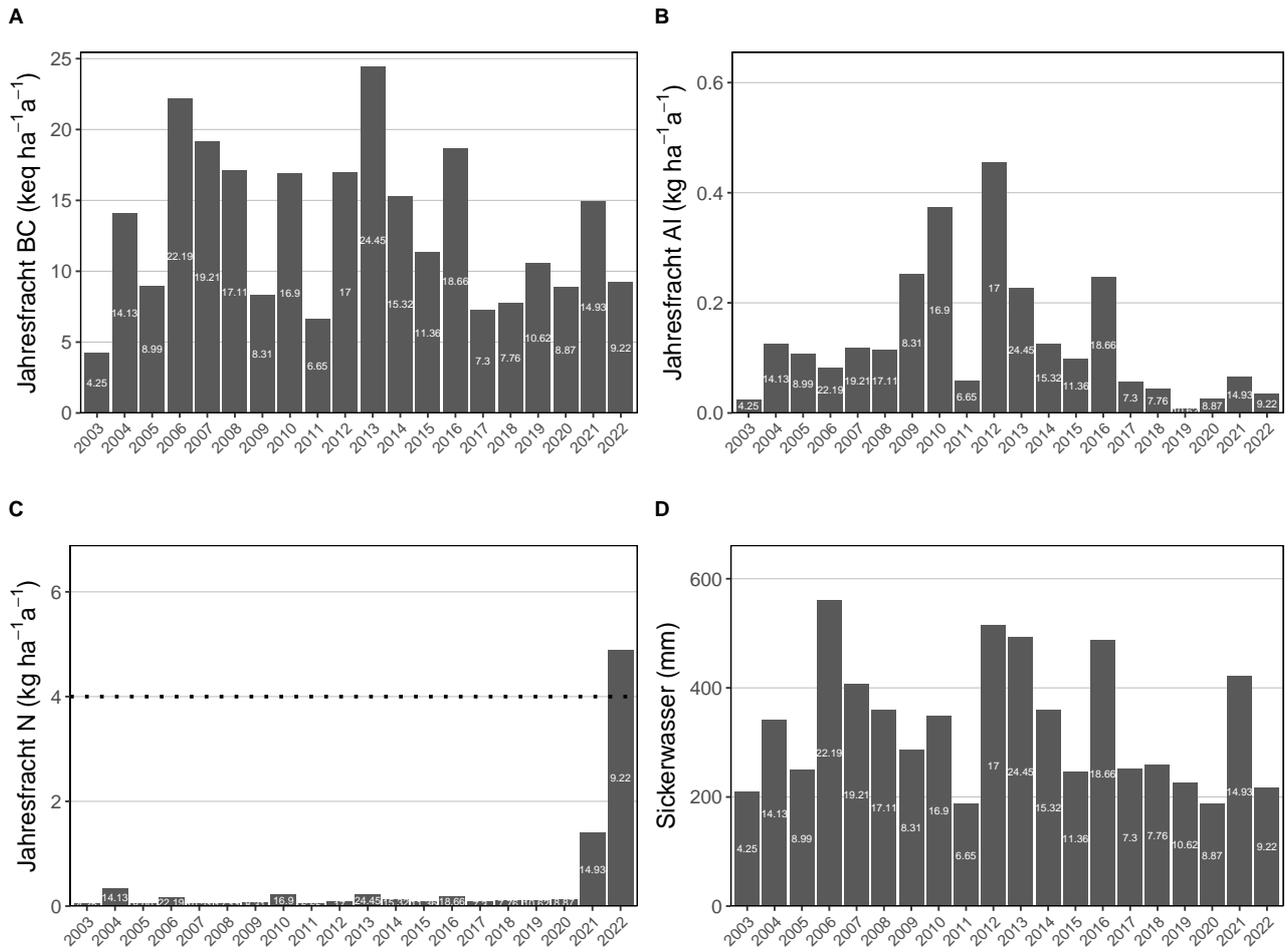


**Abb. 311.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Aeschi (SO) Mischbestand Buchen & Fichten in 70 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.4.2 Breitenbach (SO) Buchen

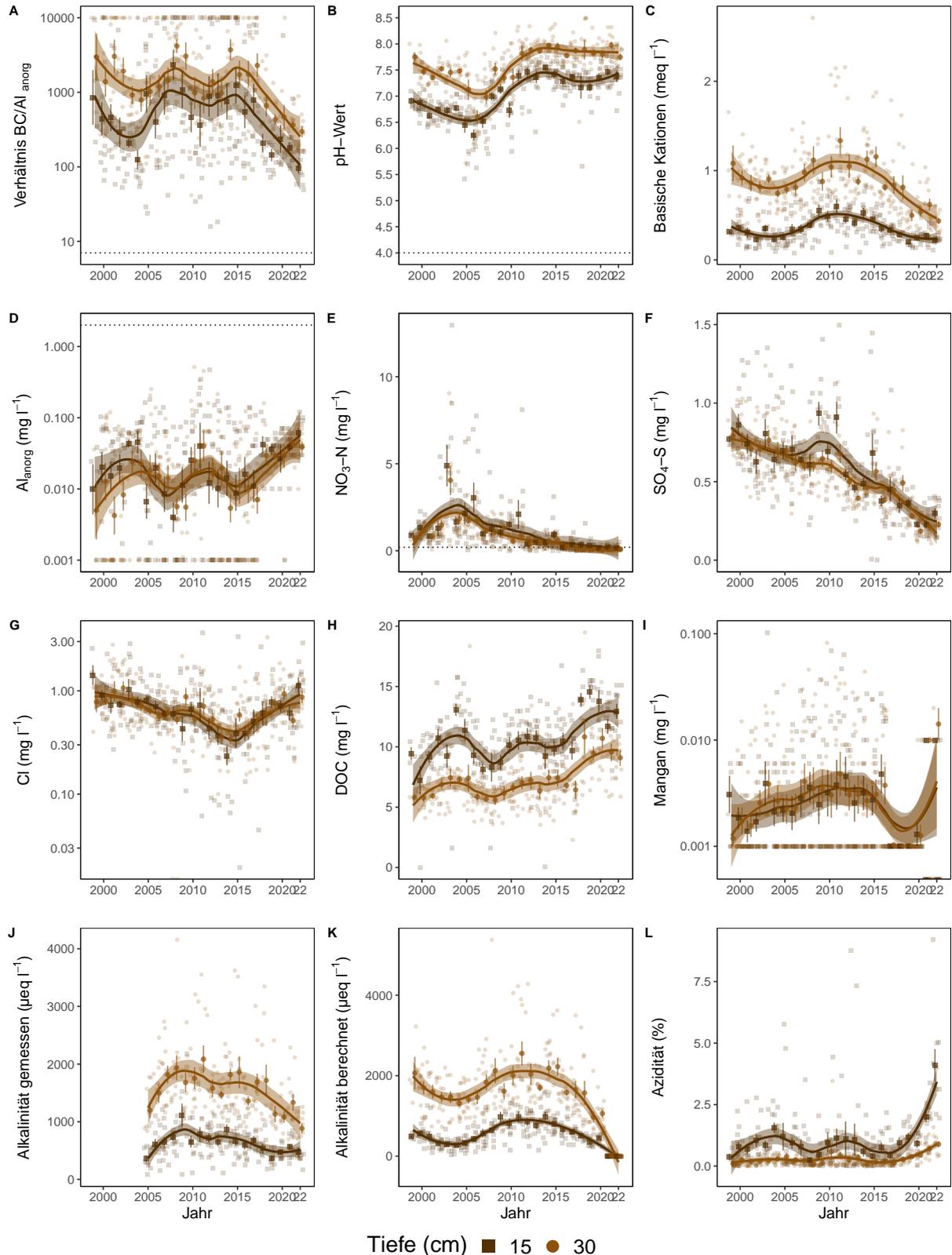


**Abb. 312.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Breitenbach (SO) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

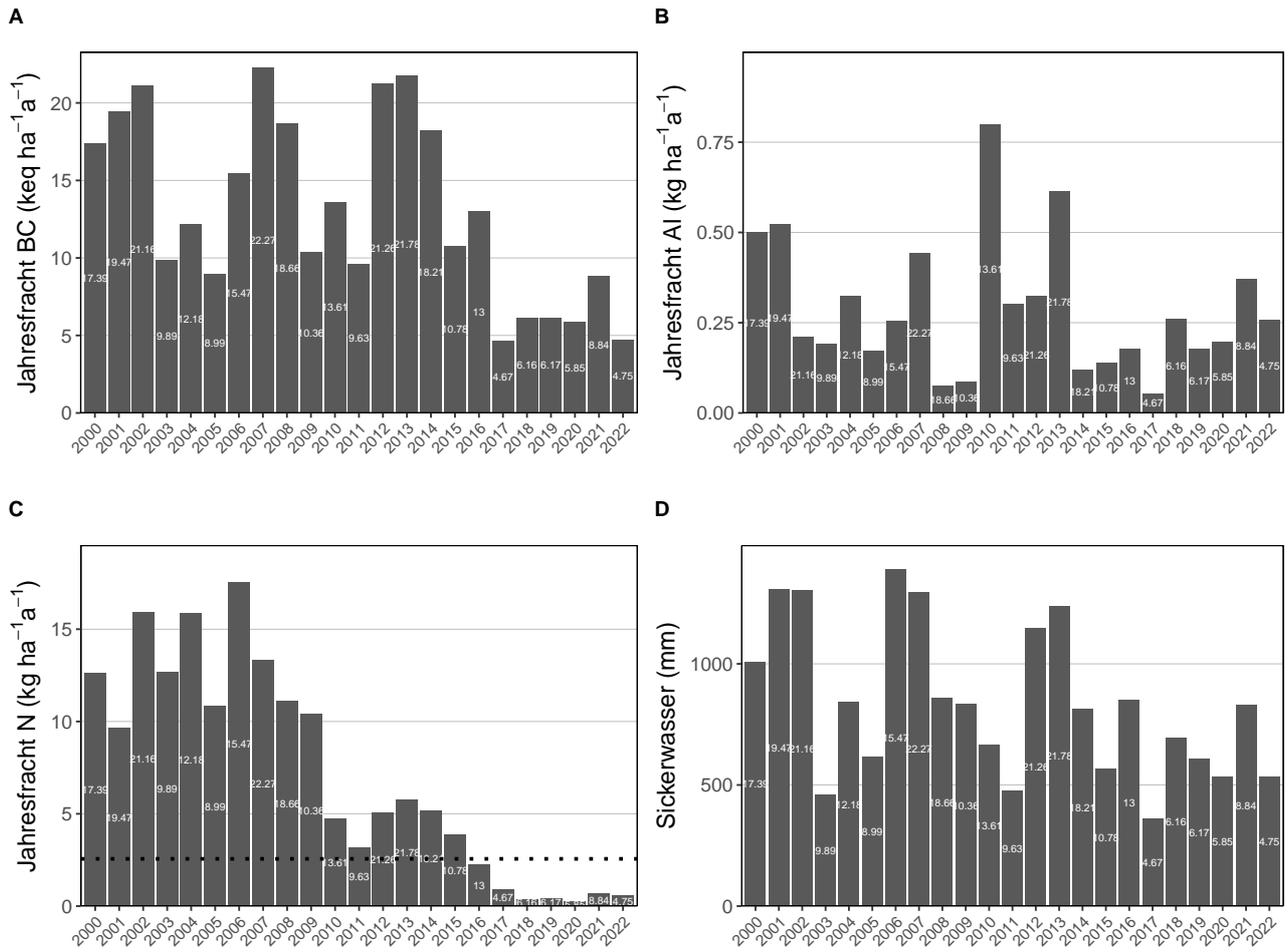


**Abb. 313.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Breitenbach (SO) Buchen in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.4.3 Grenchenberg (SO) Mischbestand Buchen & Fichten



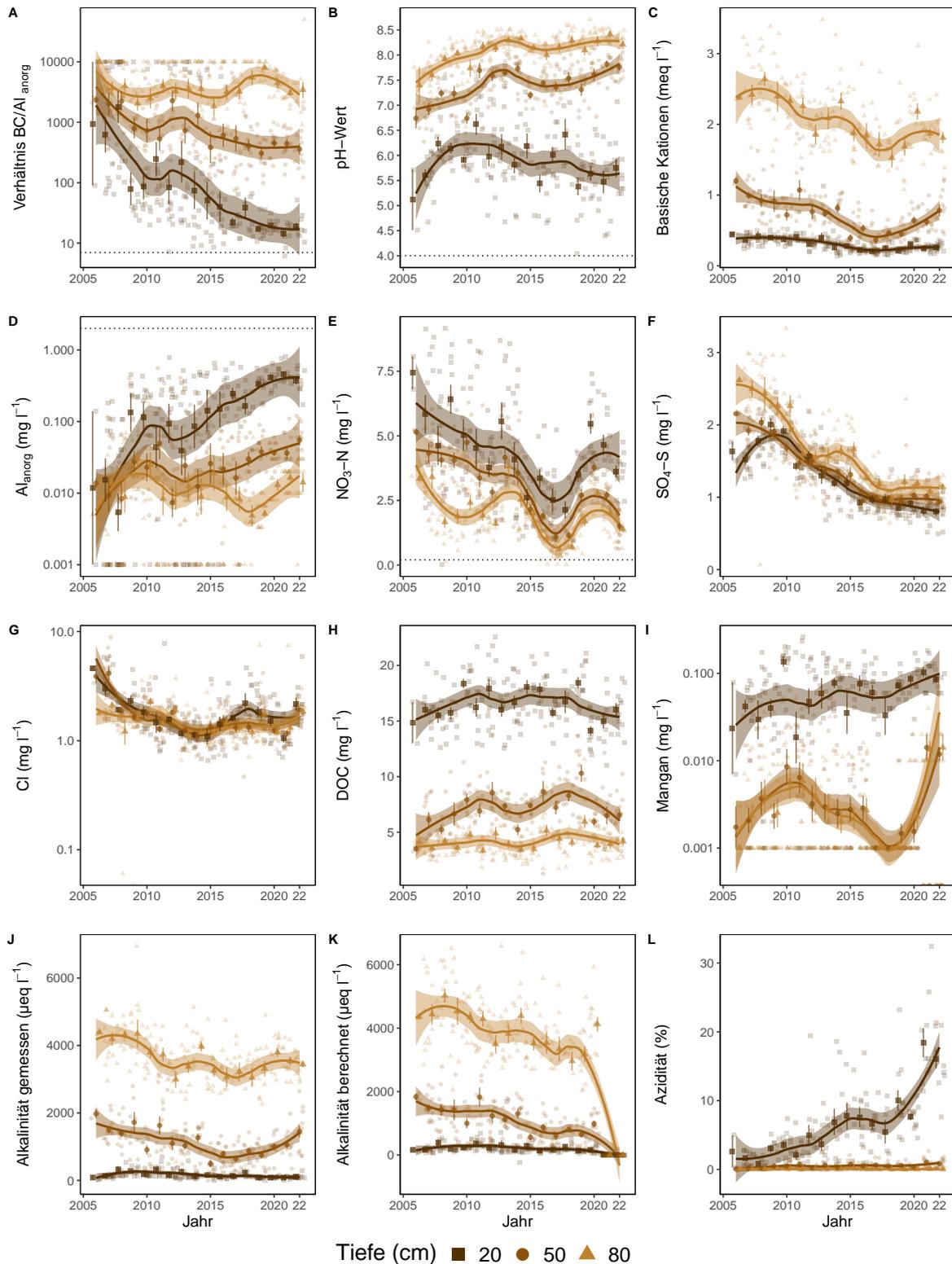
**Abb. 314.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Grenchenberg (SO) Mischbestand Buchen & Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 mg \Gamma^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 mg \Gamma^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.



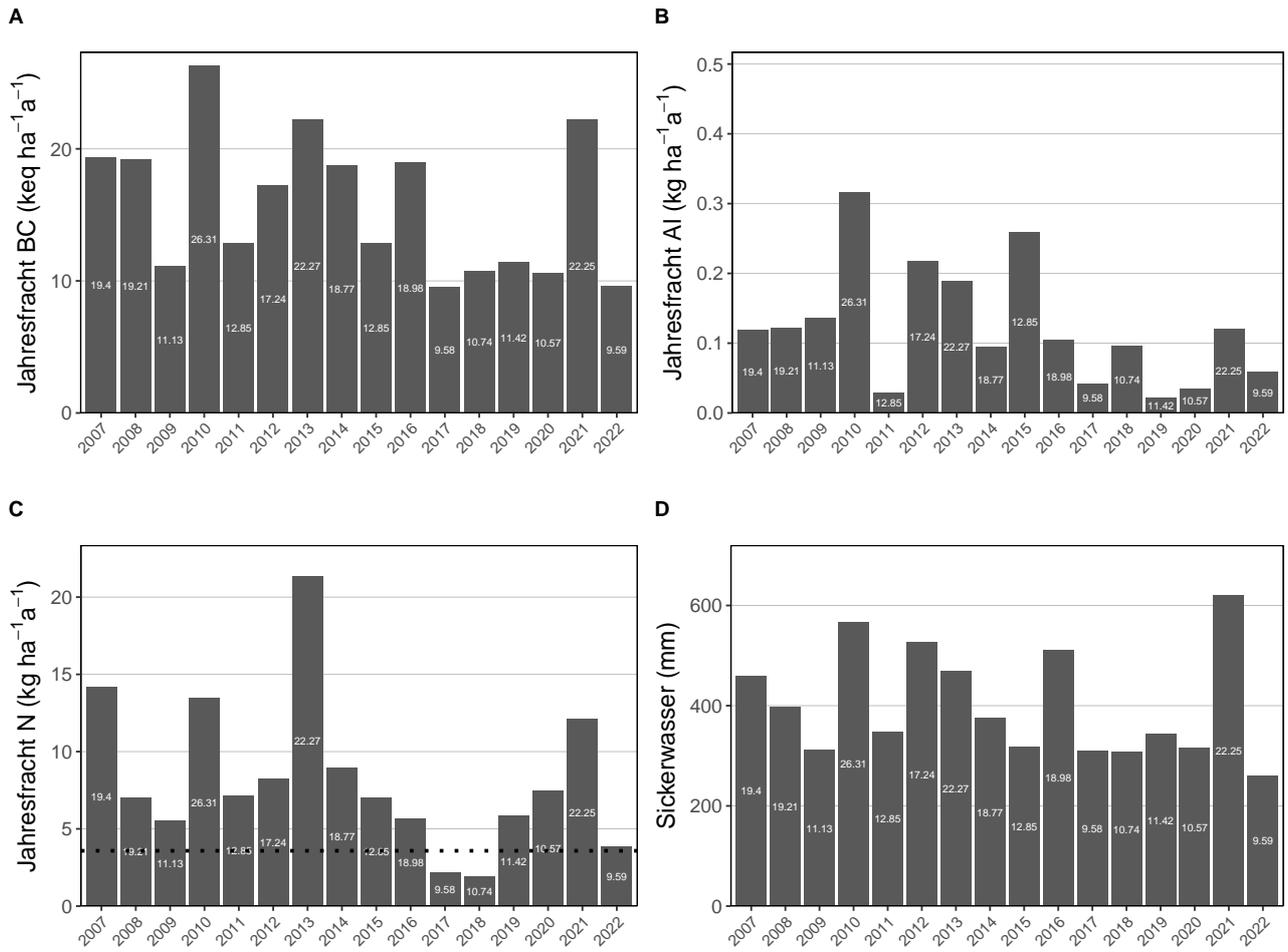
**Abb. 315.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Grenchenberg (SO) Mischbestand Buchen & Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4\text{-}2\text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

## 15.5 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton TG

### 15.5.1 Braunau (TG) Fichten



**Abb. 316.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Braunau (TG) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

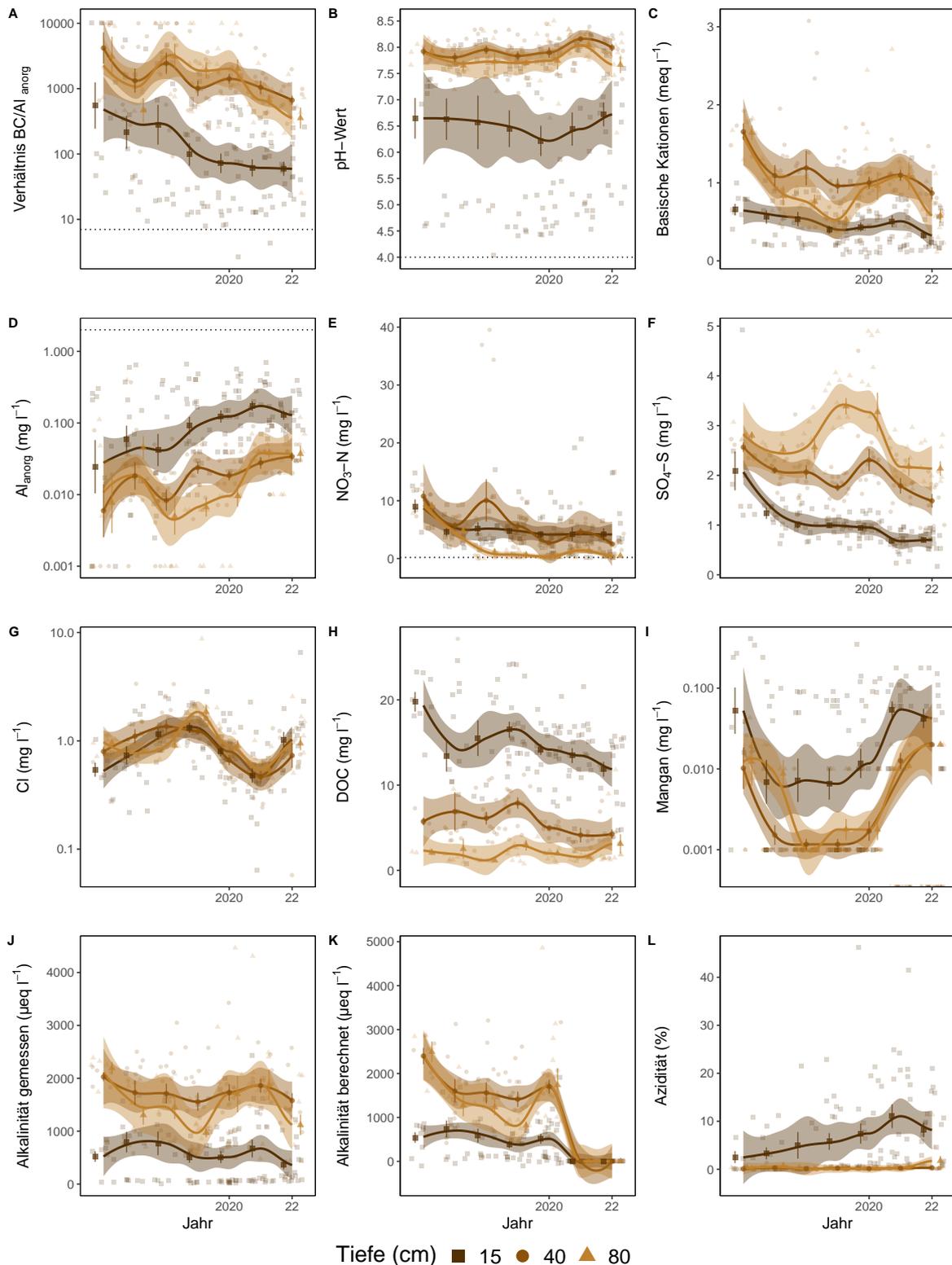


**Abb. 317.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Braunau (TG) Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

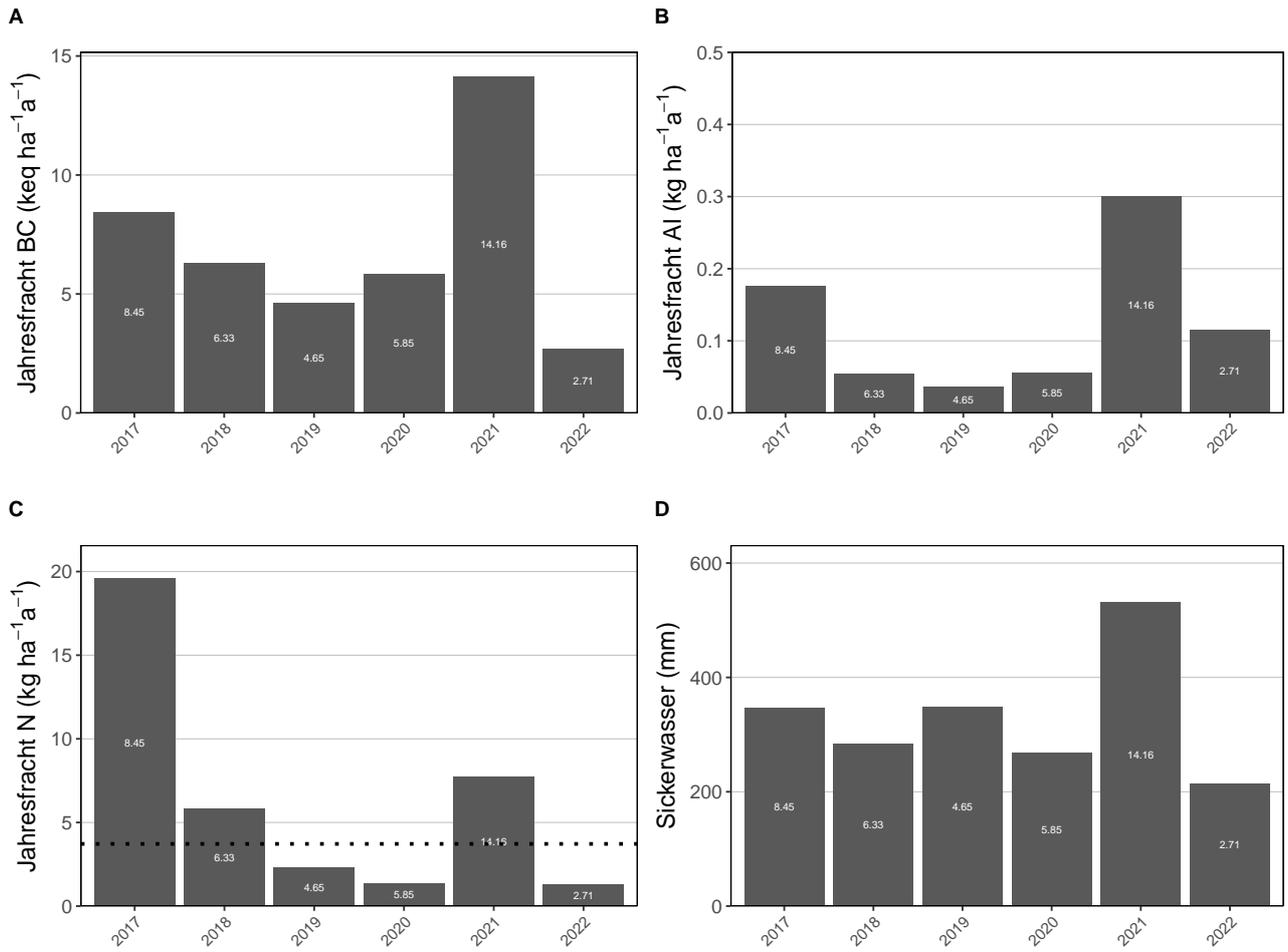


## 15.6 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkantone ZCH

### 15.6.1 Beromünster (LU) Fichten

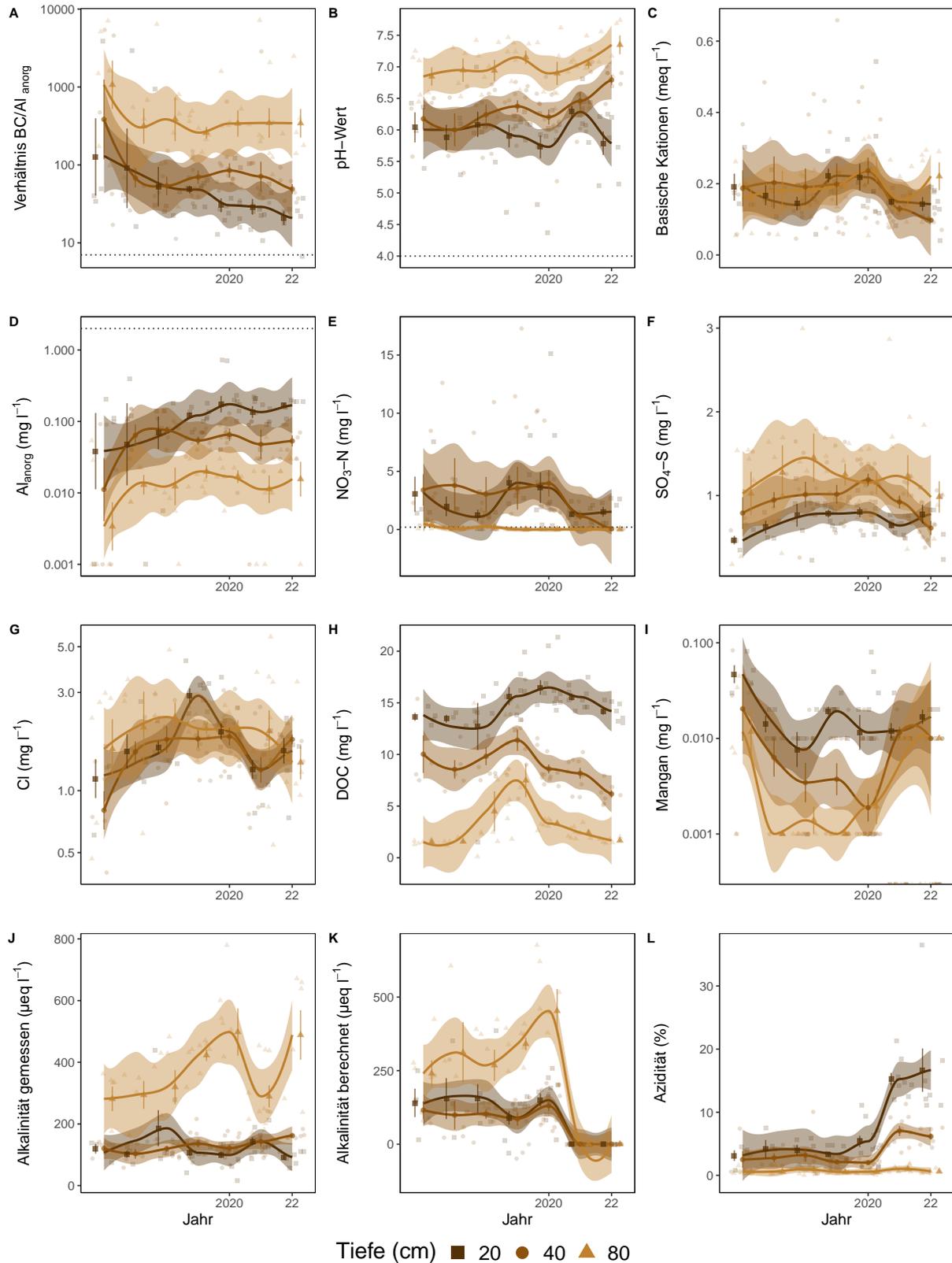


**Abb. 318.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Beromünster (LU) Subplot 1 Fichten. Auf Grund der grossen räumlichen Heterogenität der Bodenlösungswerte wurden die obersten Lysimeter in 15 cm Tiefe in zwei Subplots aufgeteilt. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

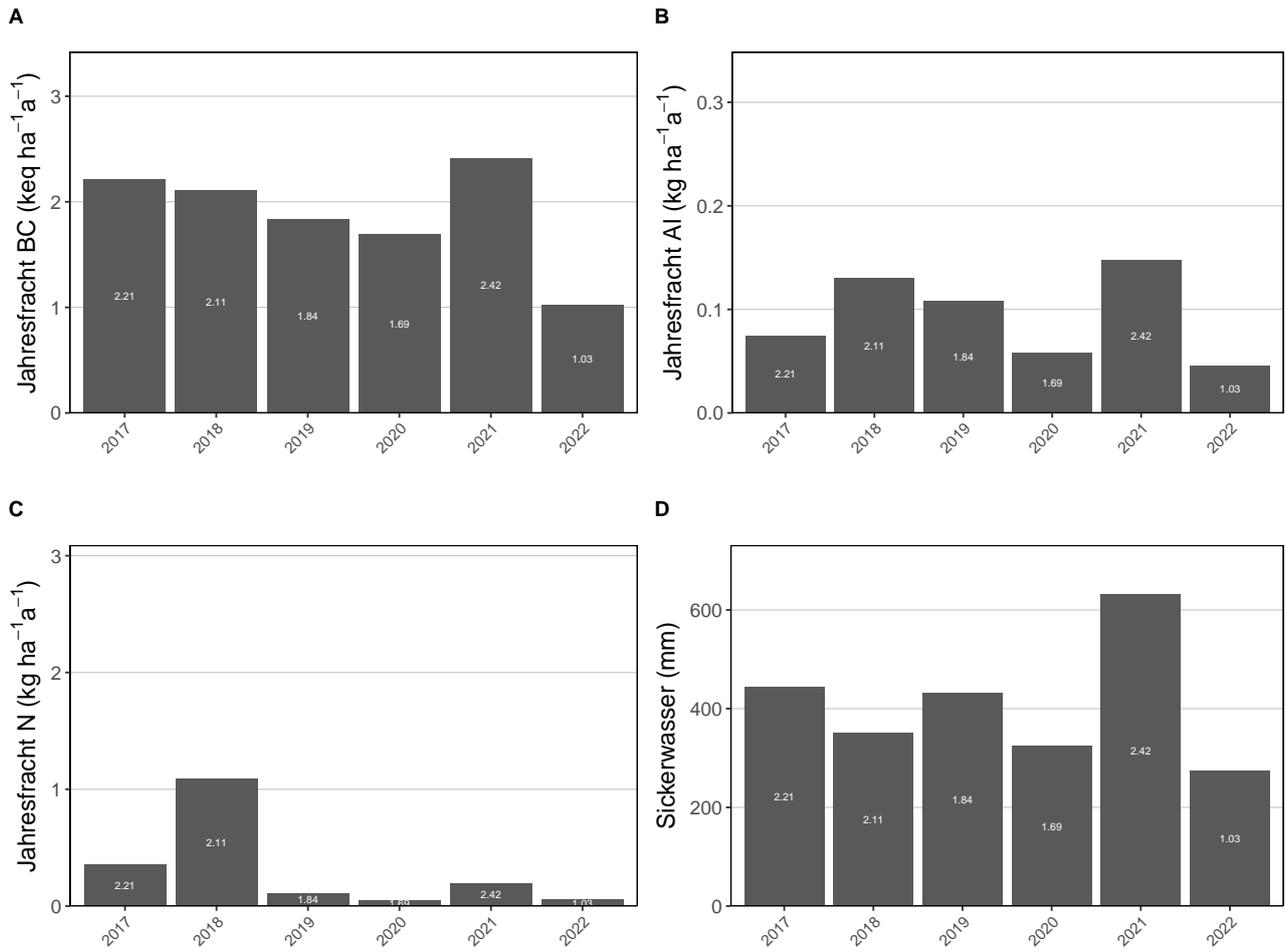


**Abb. 319.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Beromünster (LU) Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

## 15.6.2 Gelfingen (LU) Buchen

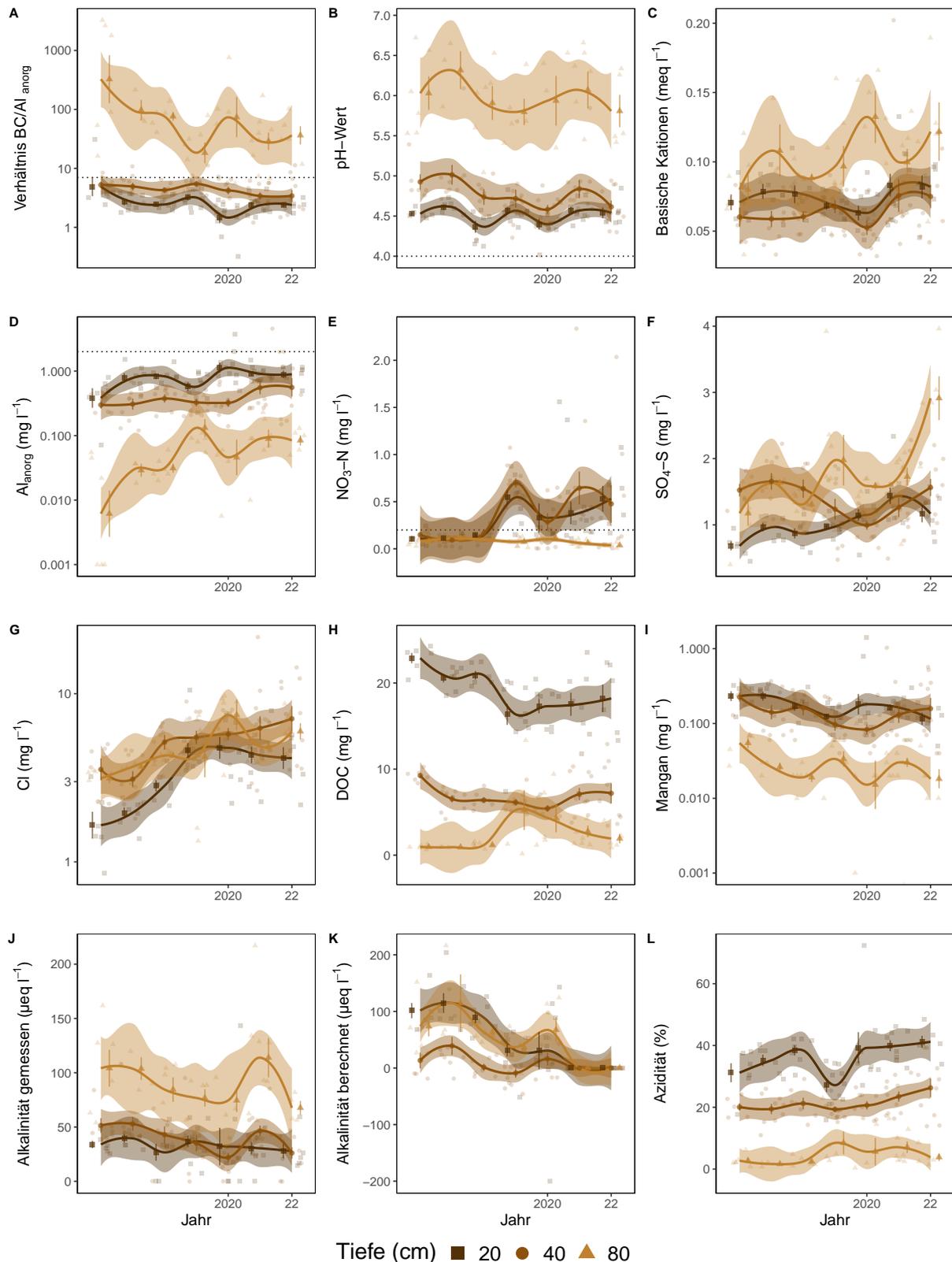


**Abb. 320.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Gelfingen (LU) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

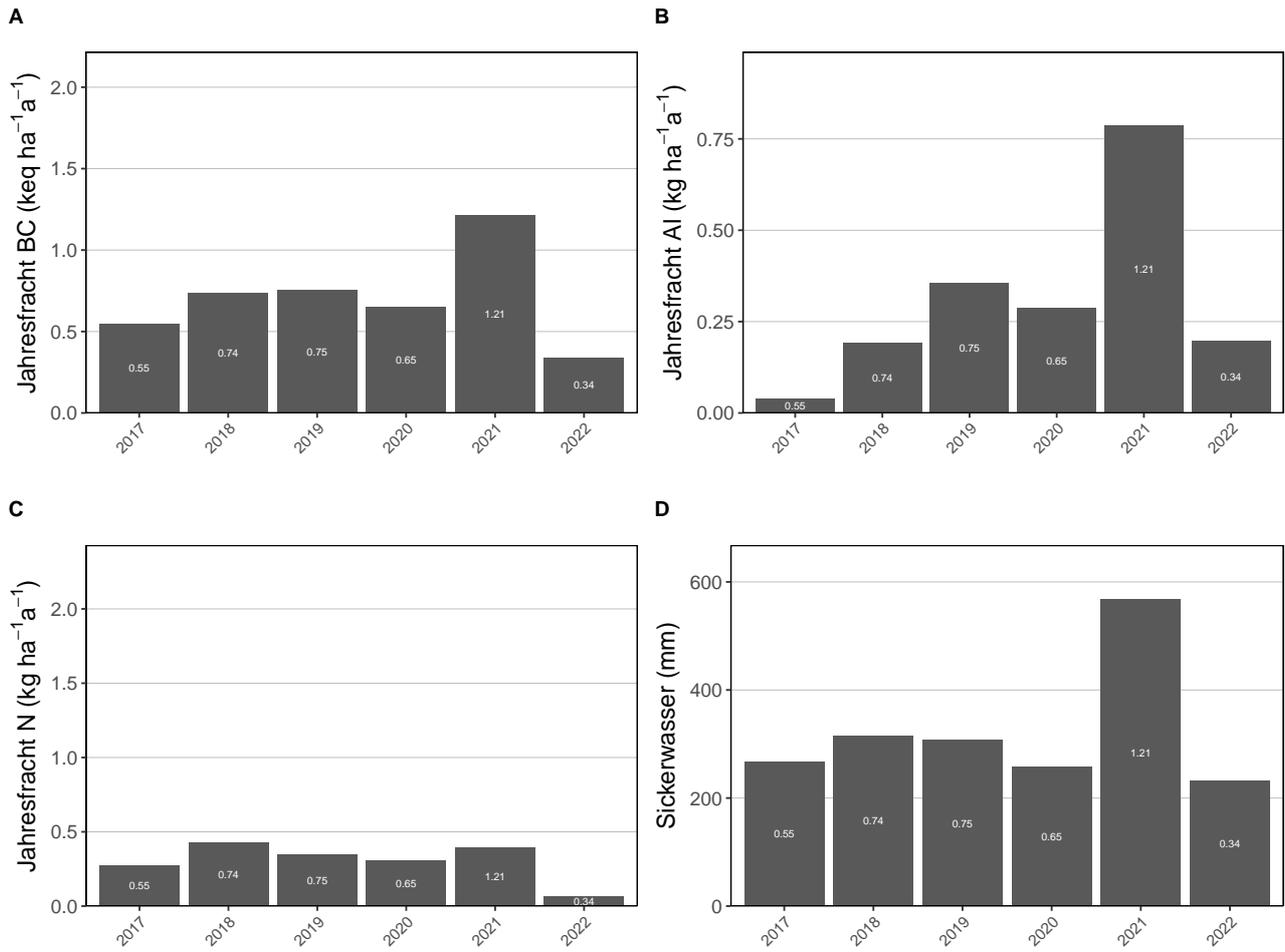


**Abb. 321.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Gelfingen (LU) Buchen in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.6.3 Grosswangen (LU) Fichten

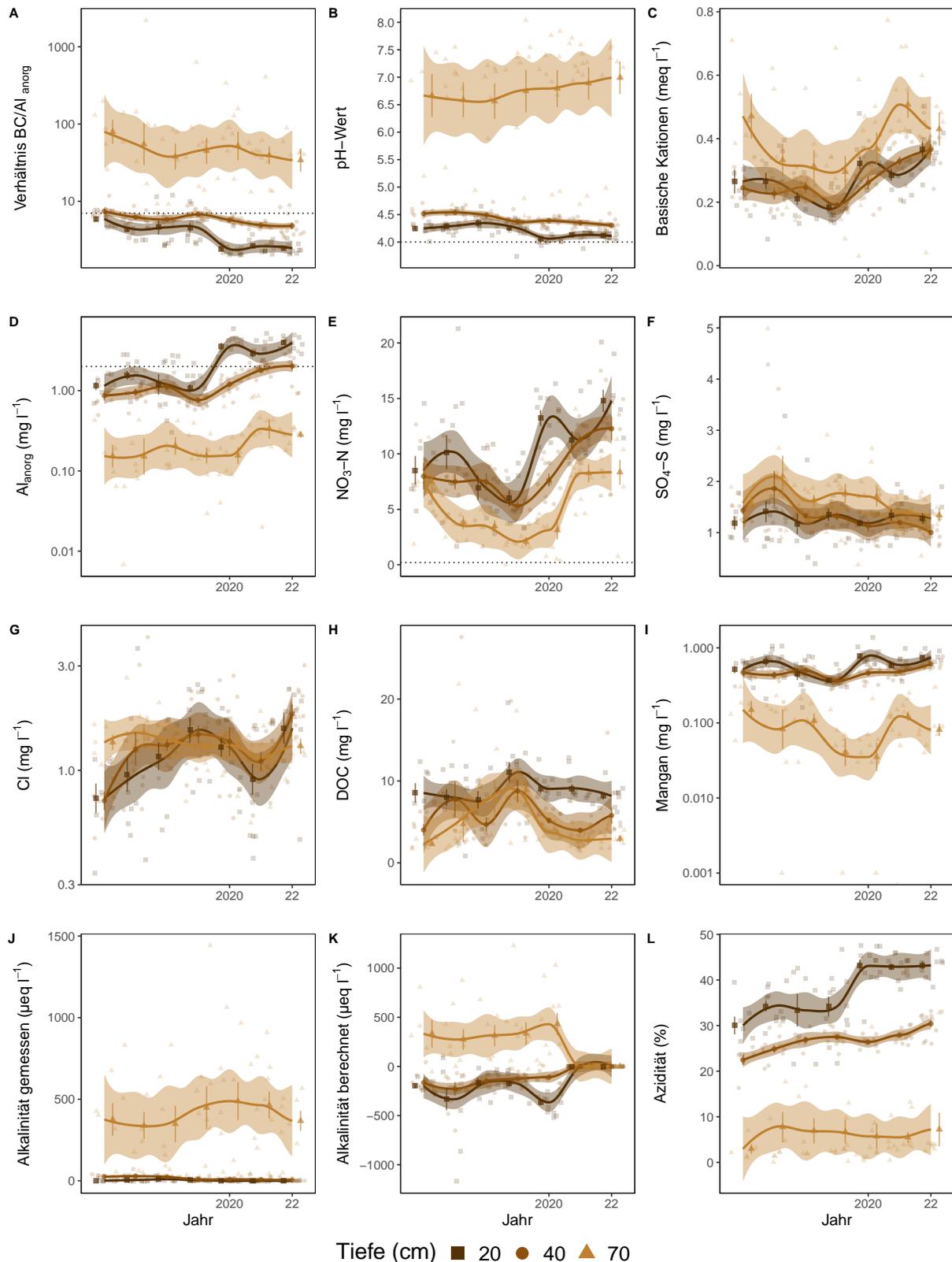


**Abb. 322.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Grosswangen (LU) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

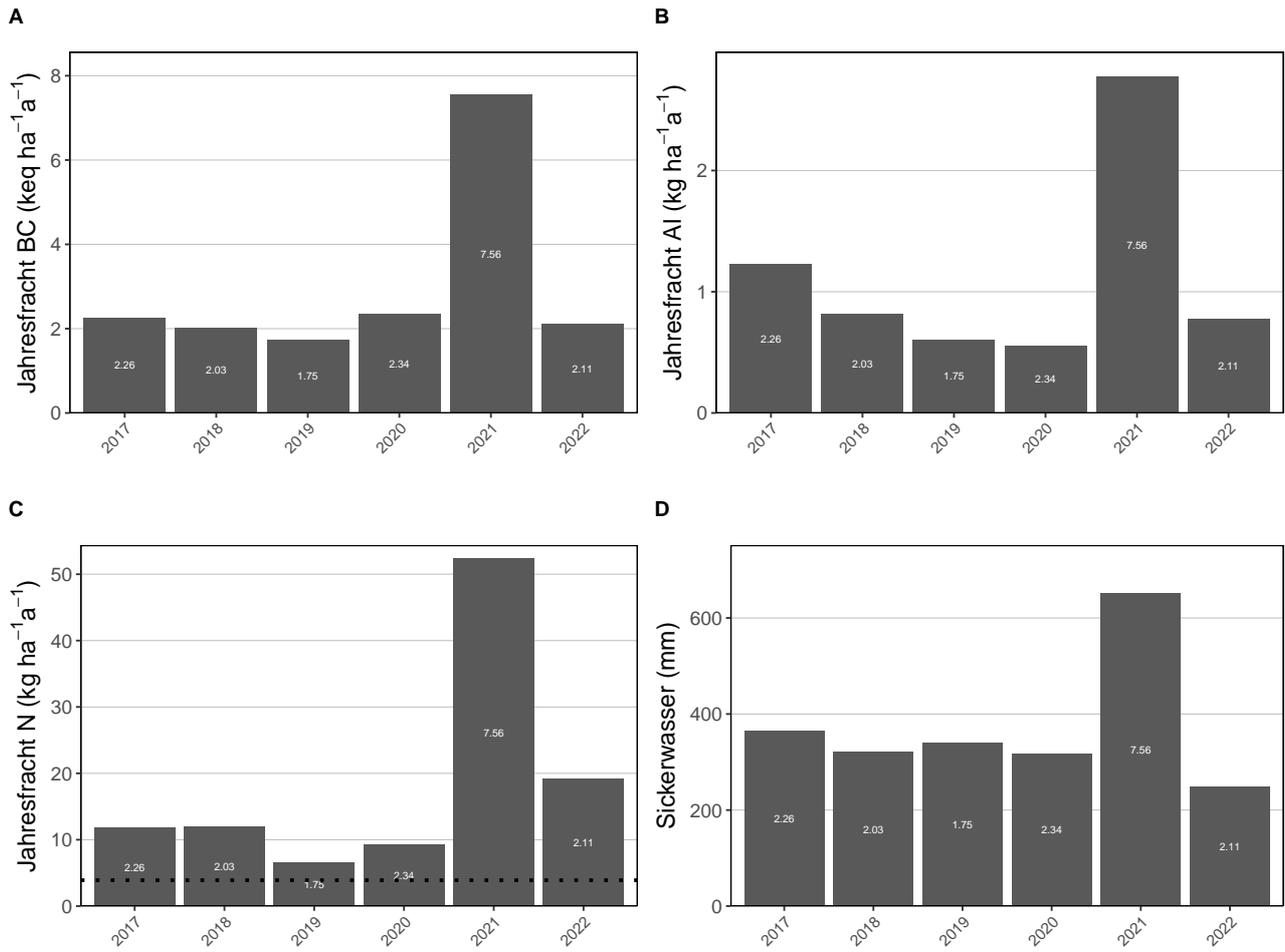


**Abb. 323.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Grosswangen (LU) Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.6.4 Sempach (LU) Buchen

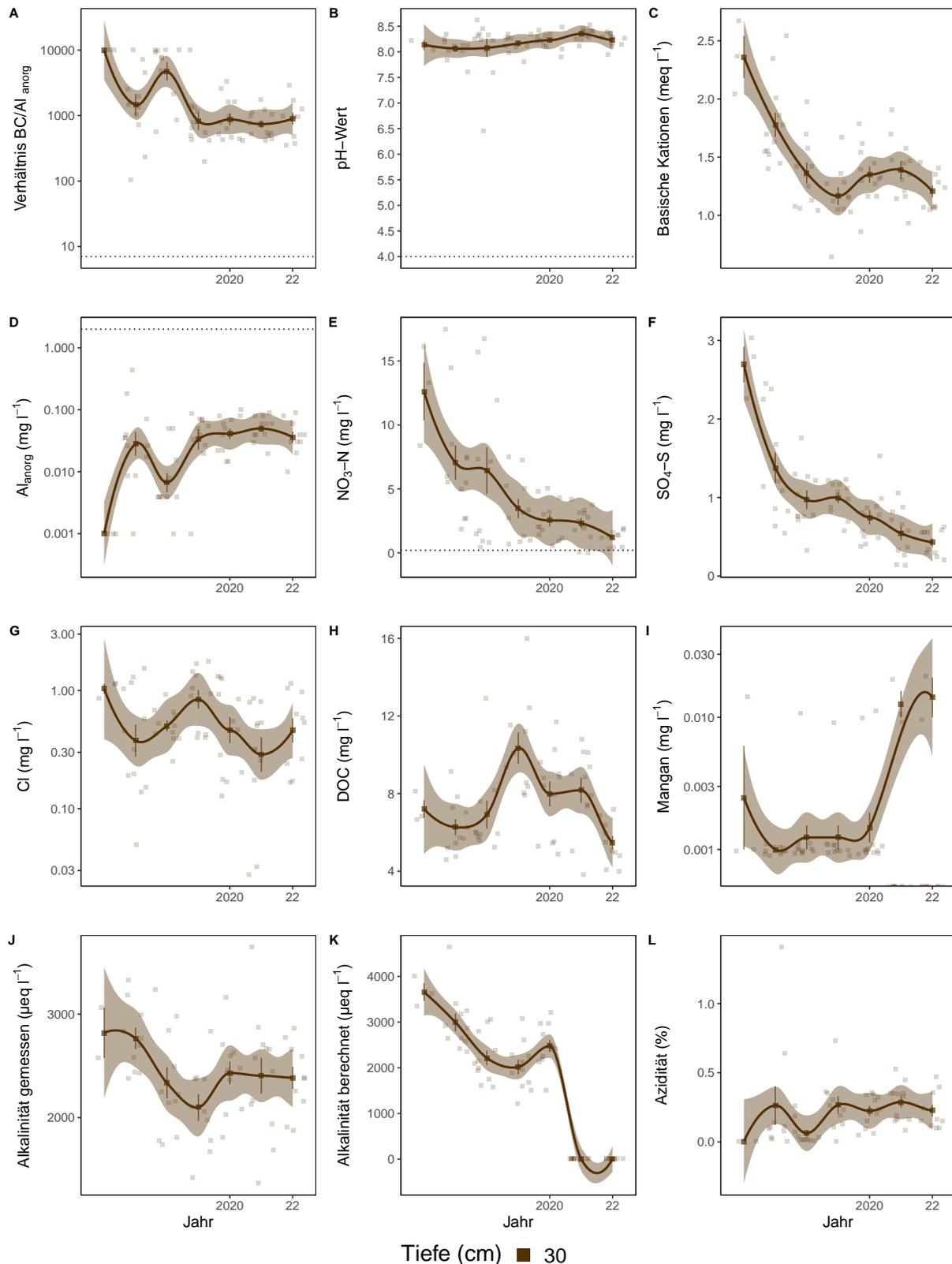


**Abb. 324.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Sempach (LU) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

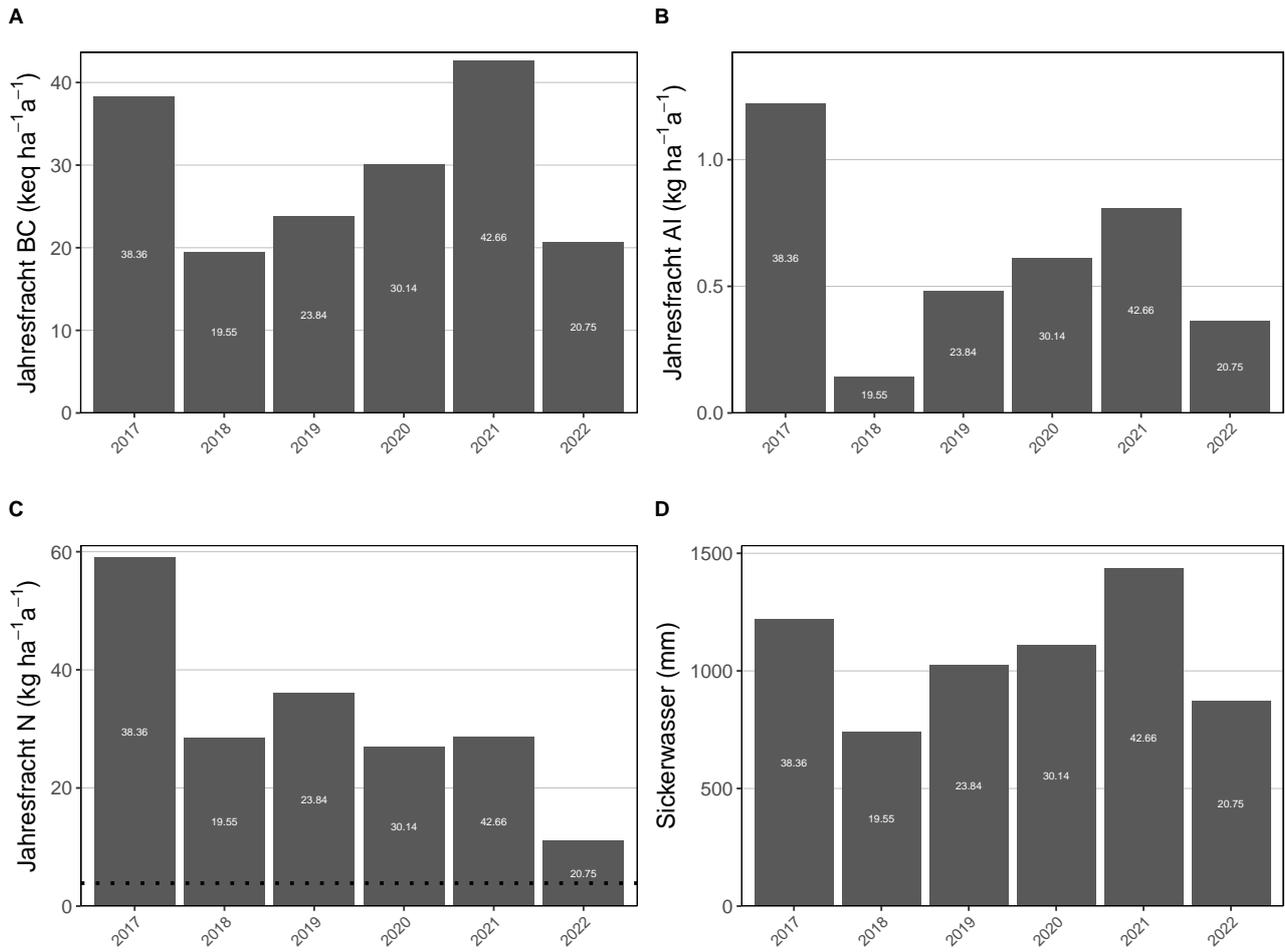


**Abb. 325.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Sempach (LU) Buchen in 70 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.6.5 Stans (NW) Buchen

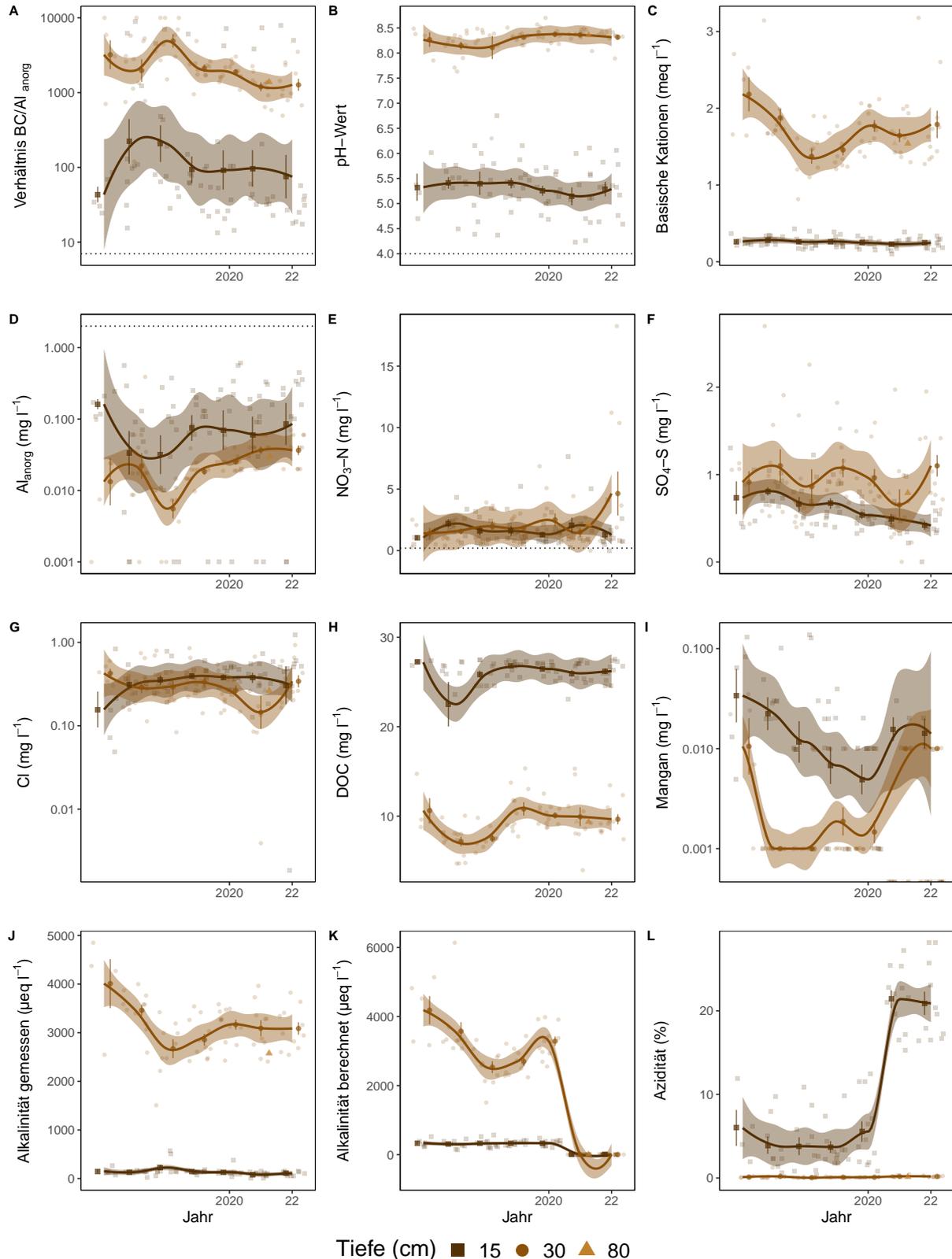


**Abb. 326.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Stans (NW) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

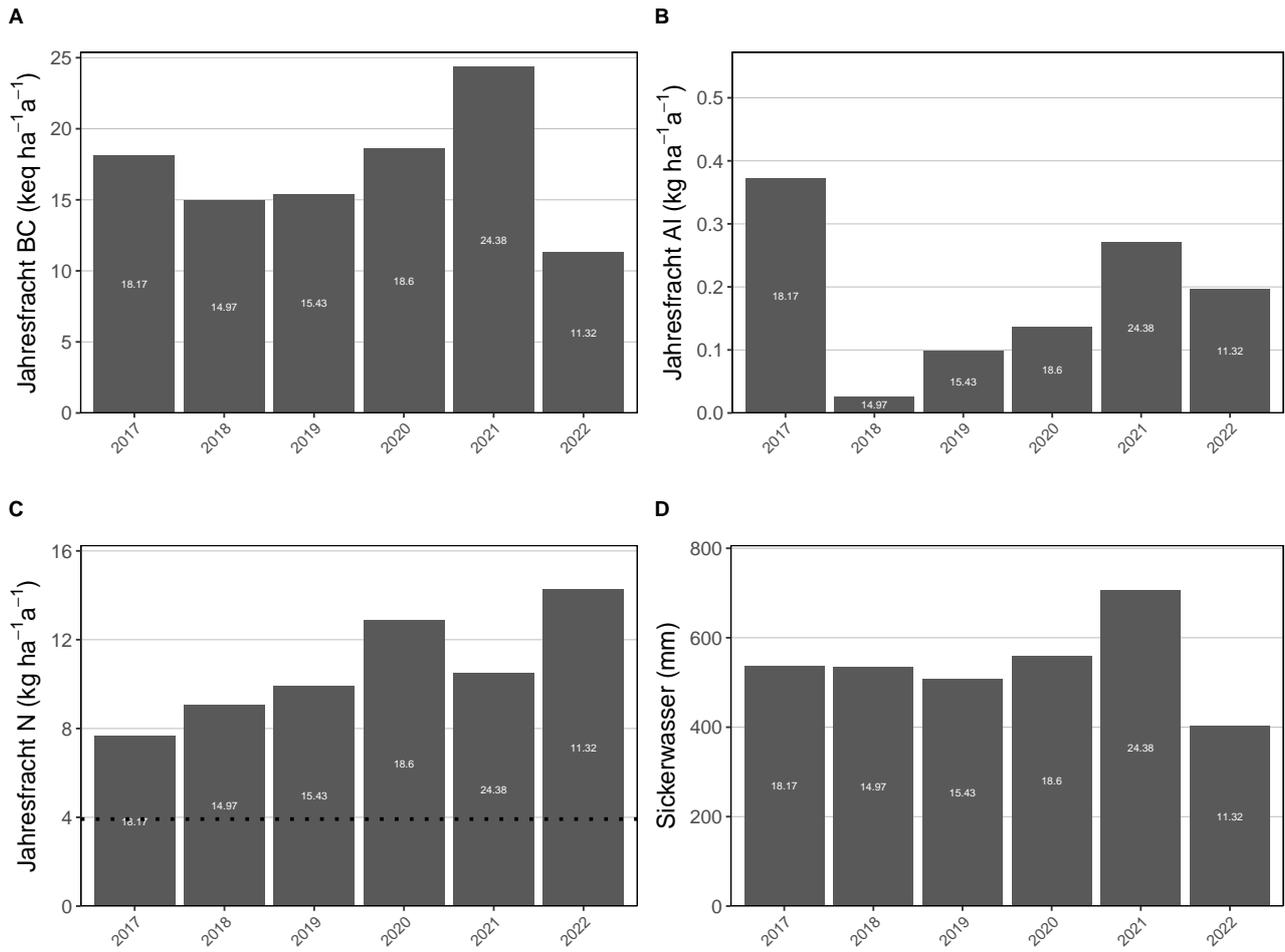


**Abb. 327.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Stans (NW) Buchen in 30 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.6.6 Giswil (OW) Buchen

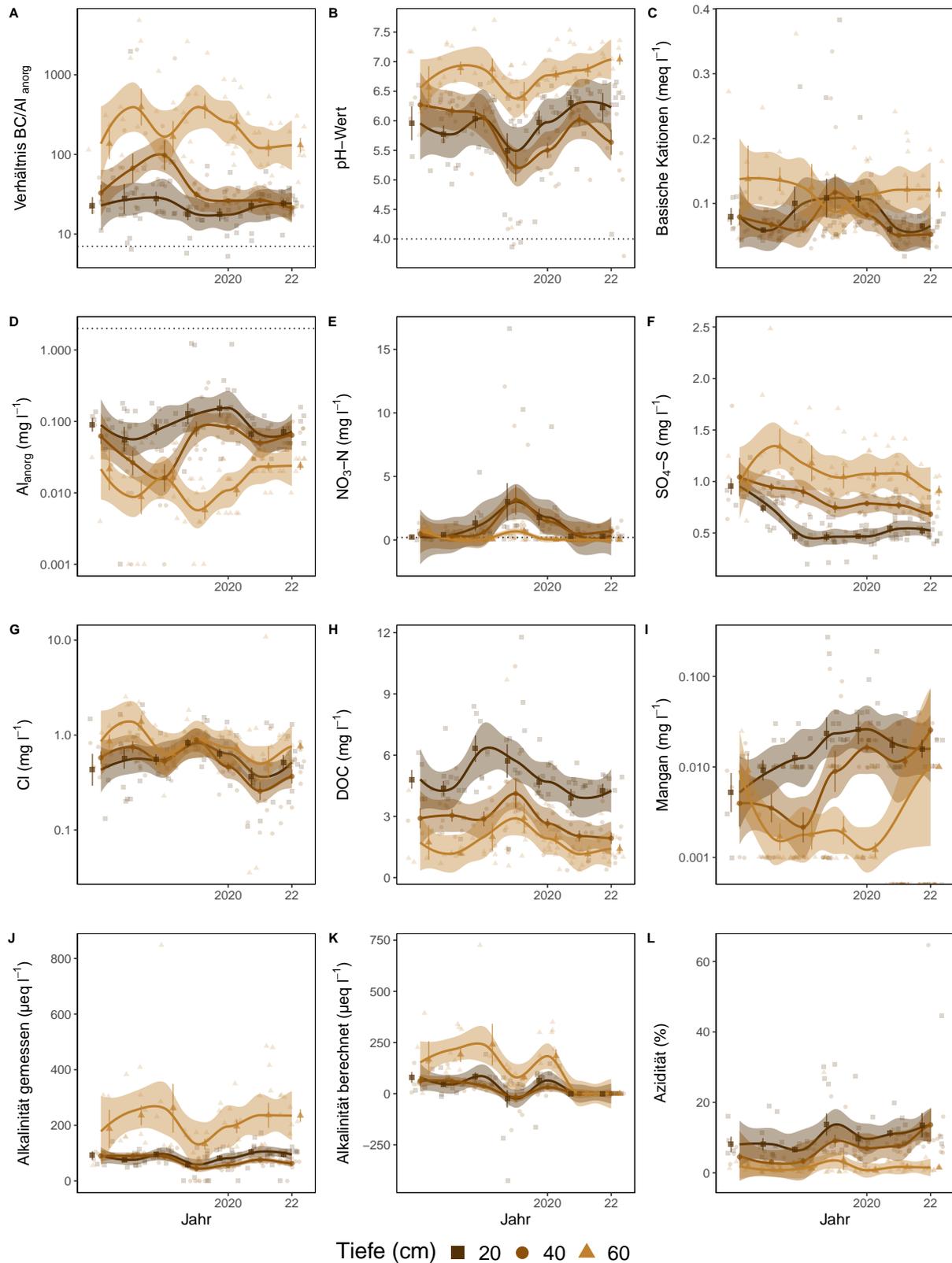


**Abb. 328.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Giswil (OW) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(\text{BC}/\text{Al})_{\text{crit}} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

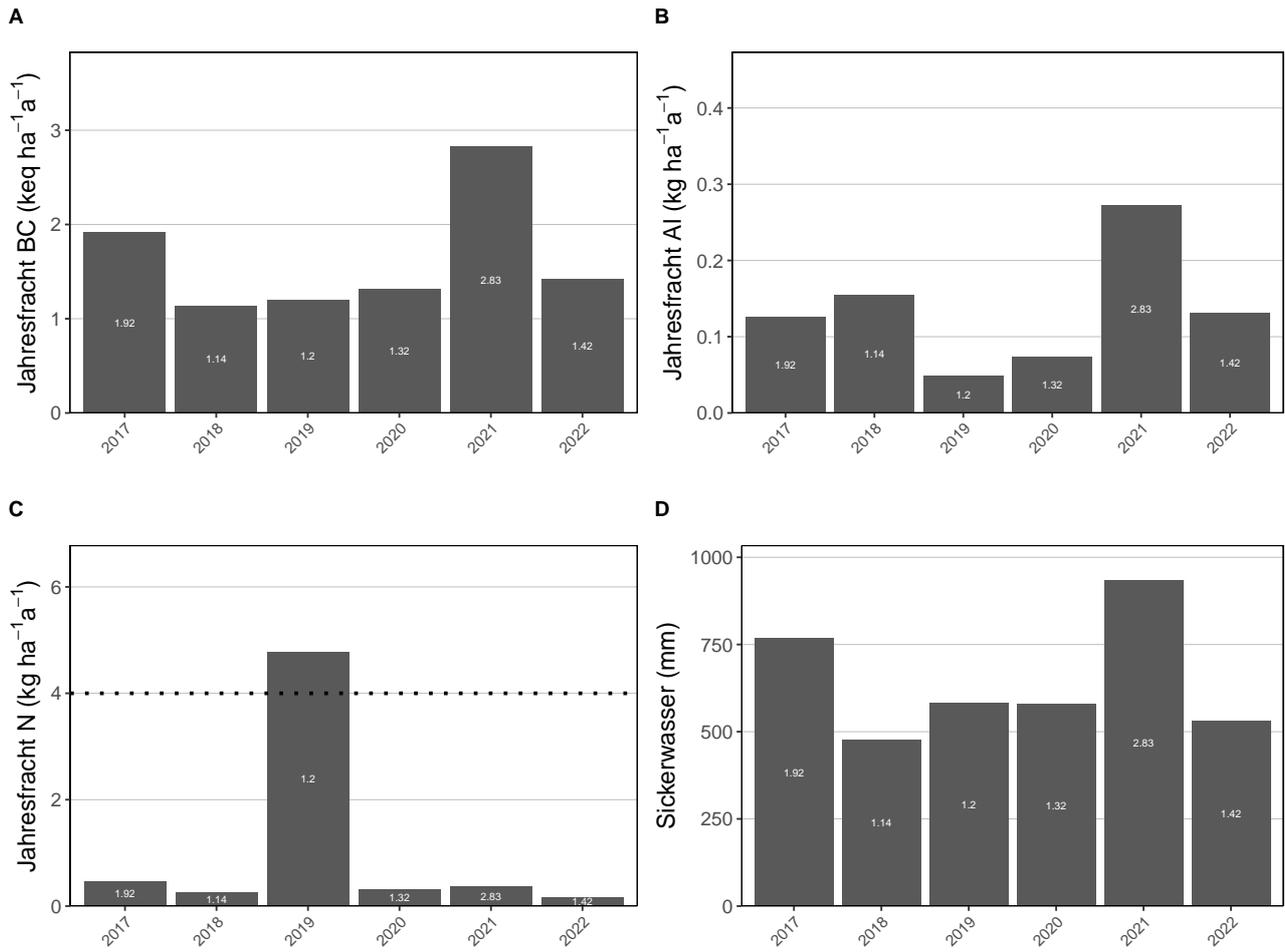


**Abb. 329.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Giswil (OW) Buchen in 30 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.6.7 Wangen (SZ) Buchen

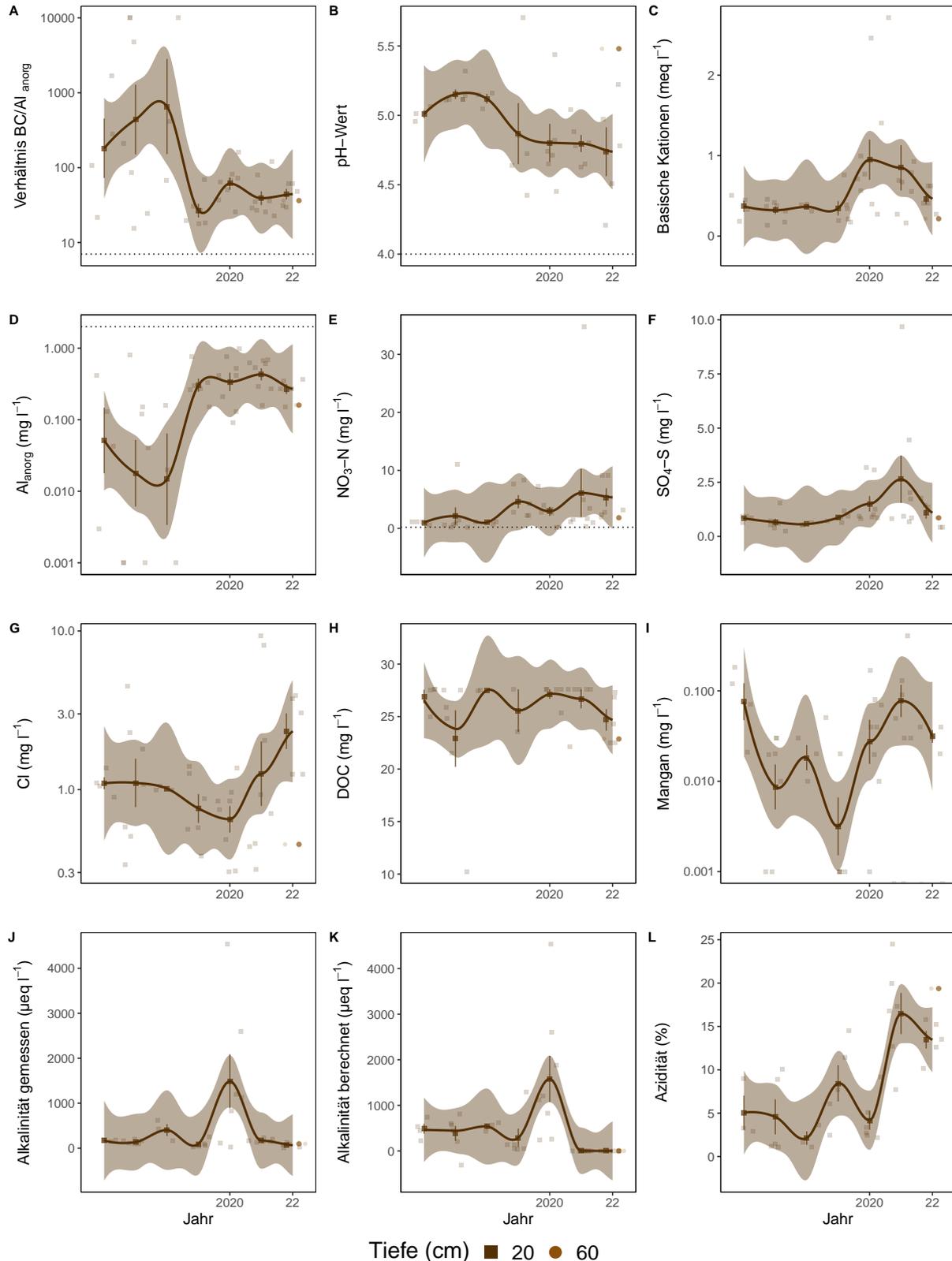


**Abb. 330.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Wangen (SZ) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

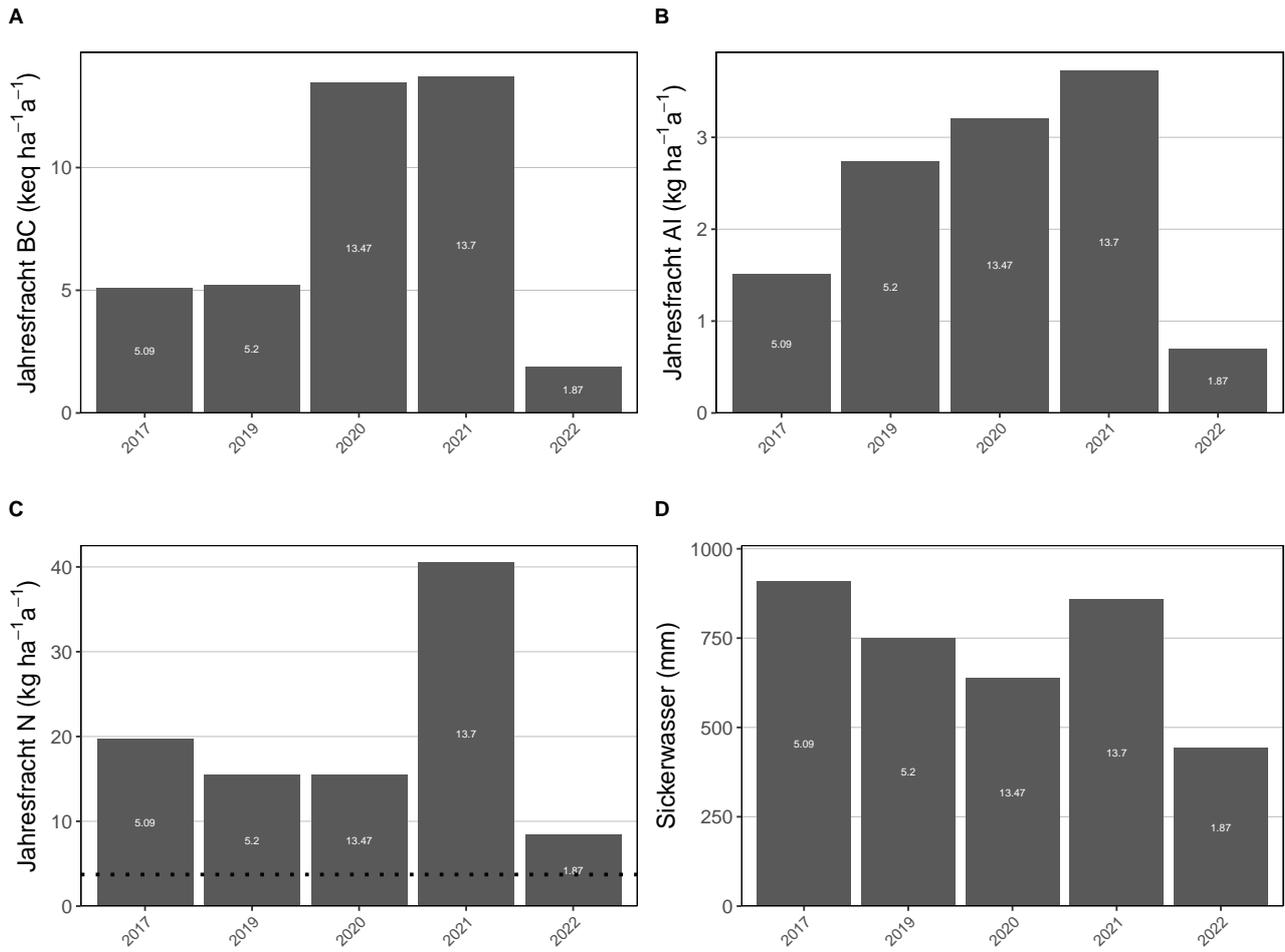


**Abb. 331.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Wangen (SZ) Buchen in 60 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.6.8 Bürglen (UR) Fichten

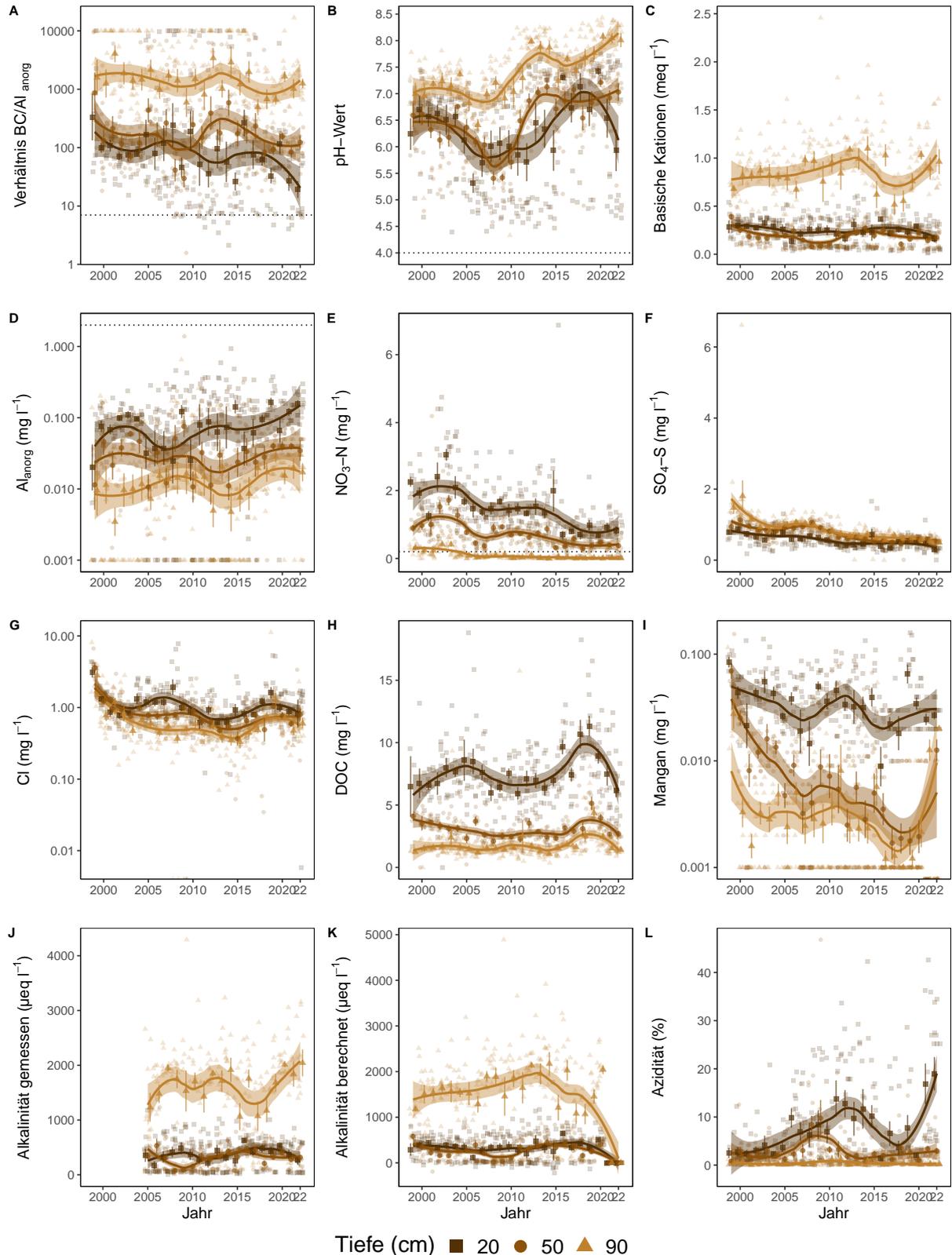


**Abb. 332.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Bürglen (UR) Fichten. **A)**  $BC/Al$ -Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2\ mg\ l^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2\ mg\ l^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

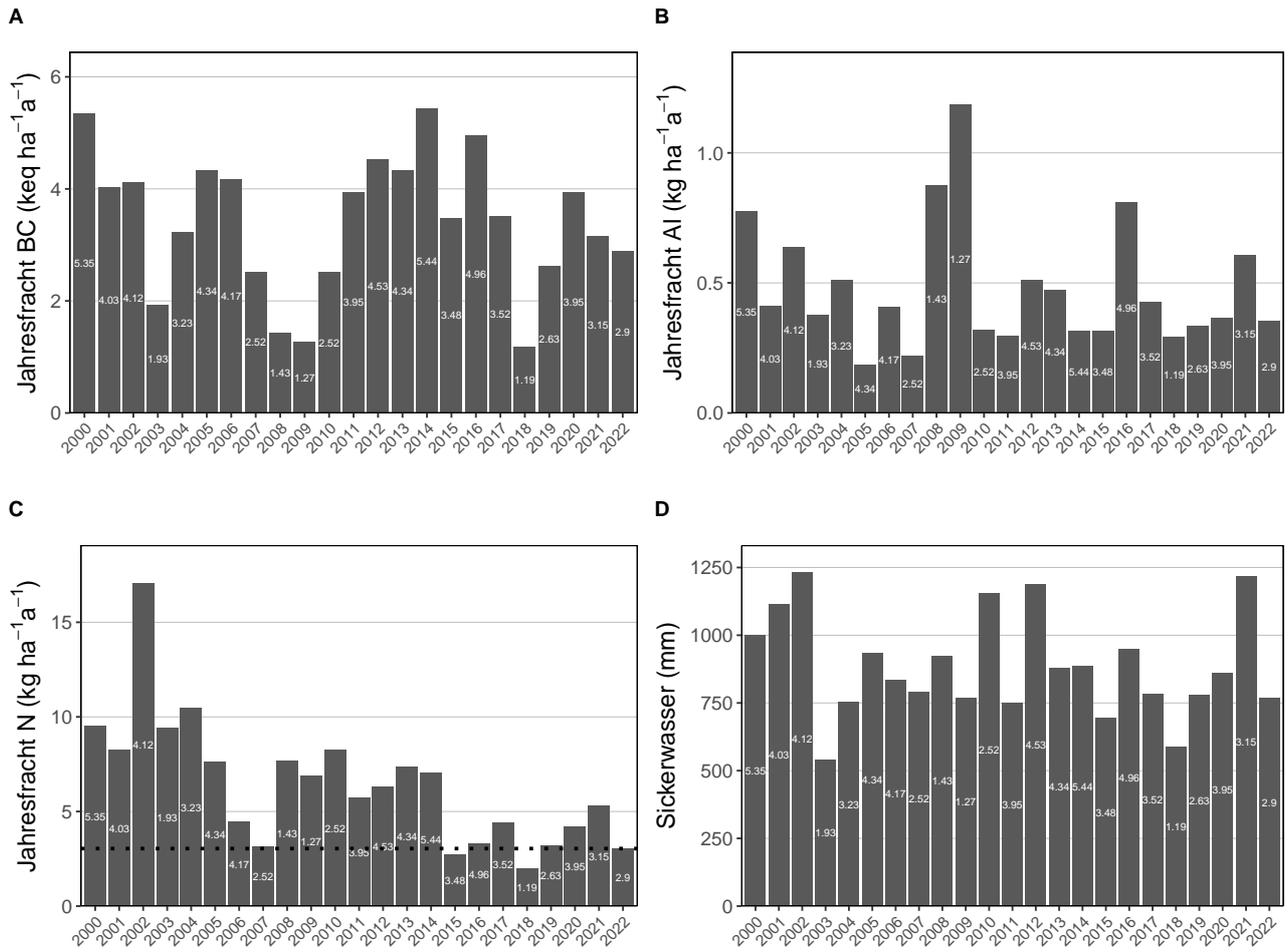


**Abb. 333.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Bürglen Fichten in 20 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge. Für das Jahr 2018 konnten keine Frachten berechnet werden da wegen der Trockenheit zu wenig Proben gesammelt werden konnten.

### 15.6.9 Zugerberg Hintergeissboden (ZG) Mischbestand Buchen & Fichten

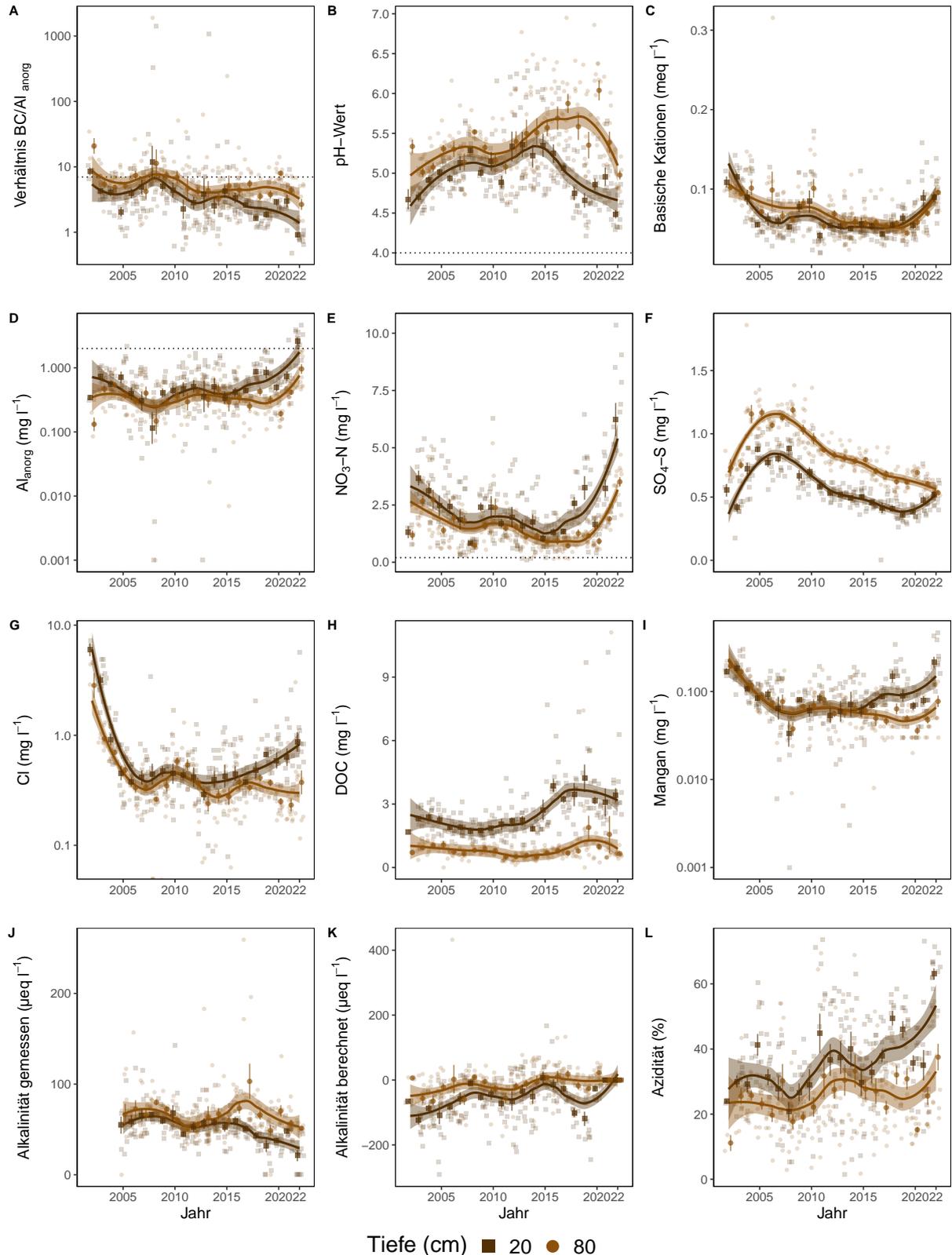


**Abb. 334.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Zugerberg Hintergeissboden (ZG) Mischbestand Buchen & Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

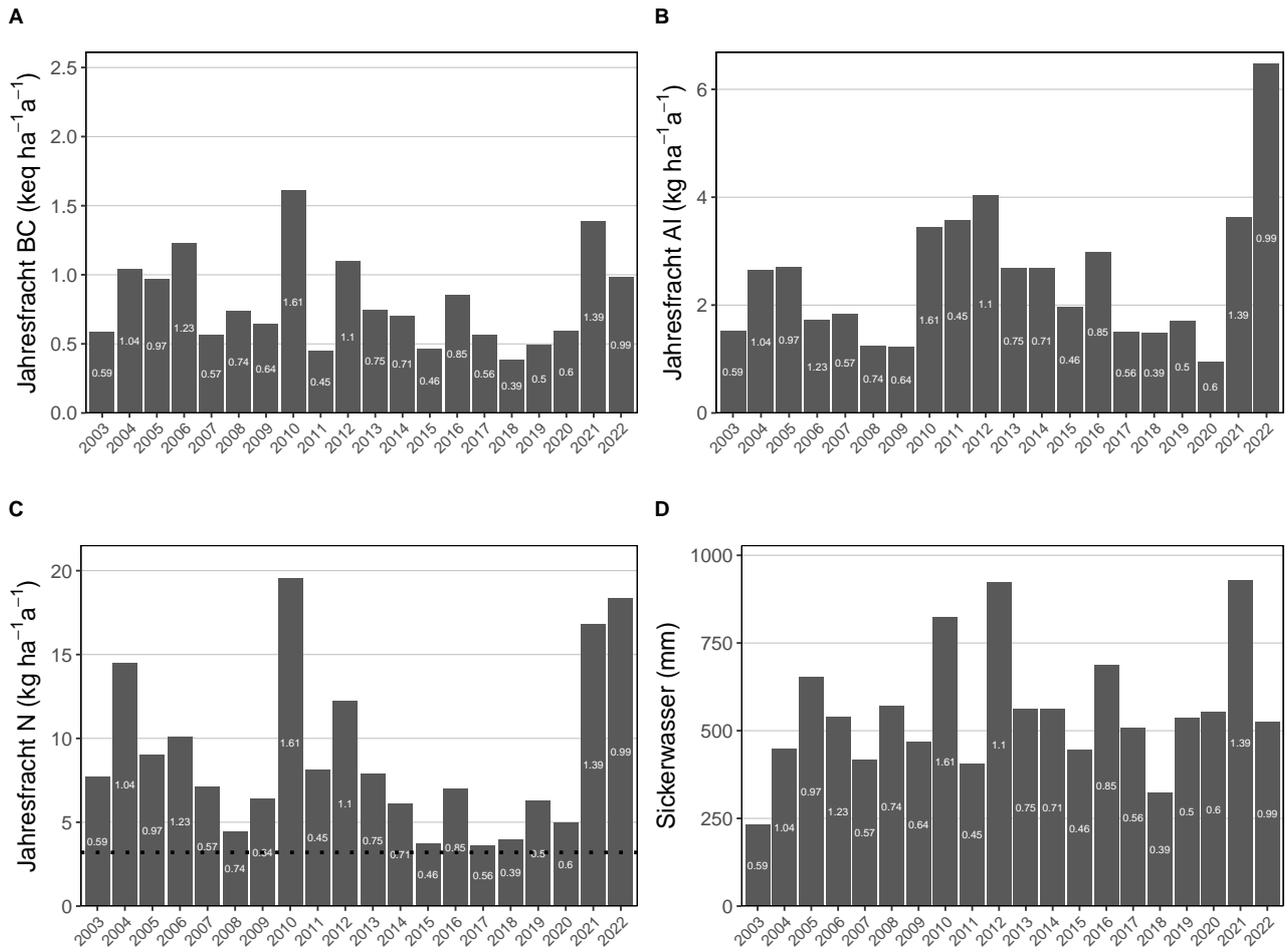


**Abb. 335.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Zugerberg Hintergeißboden (ZG) Mischbestand Buchen & Fichten in 90 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4\text{-}2\text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.6.10 Zugerberg Vordergeissboden (ZG) Fichten



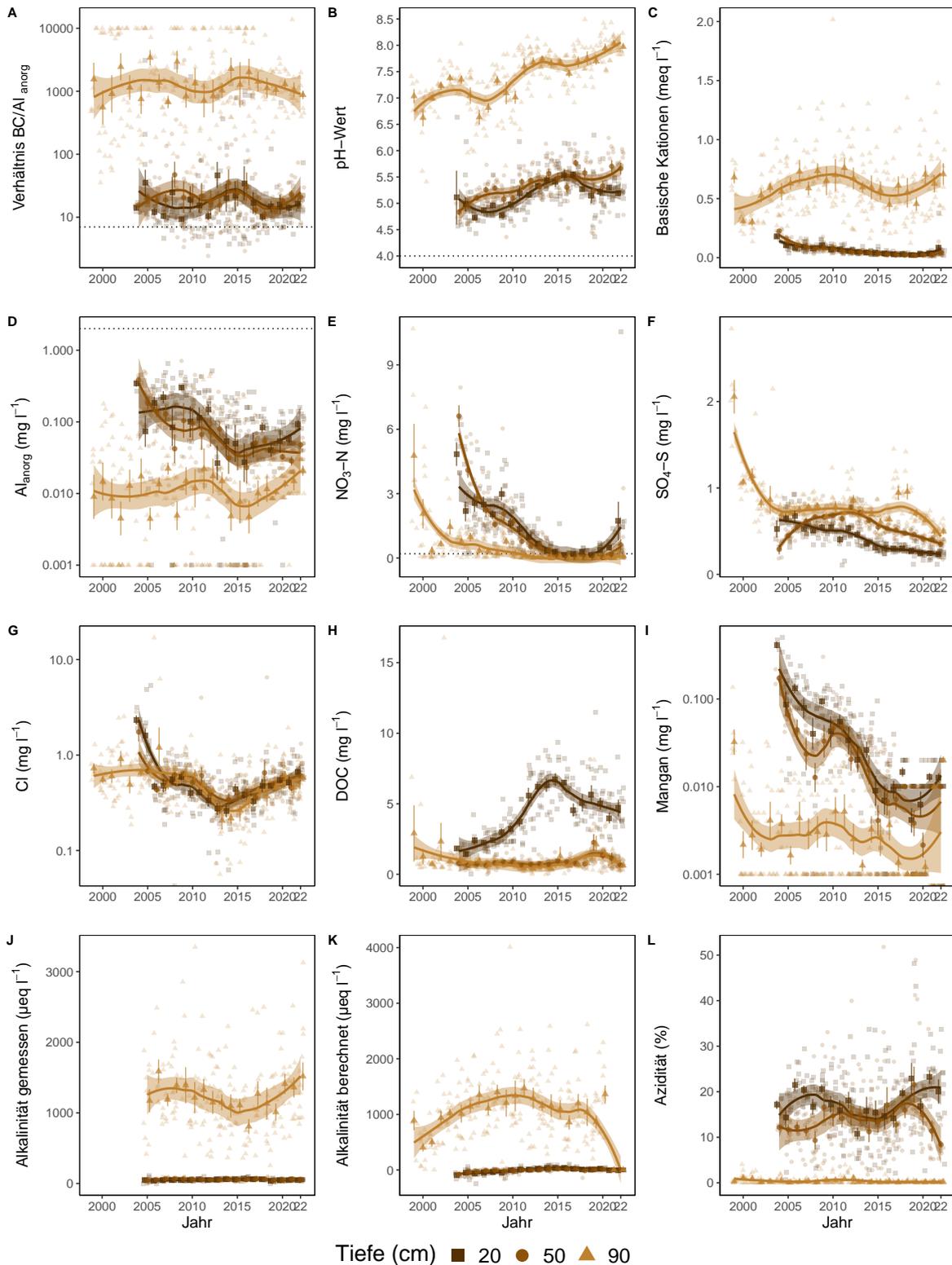
**Abb. 336.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Zugerberg Vordergeissboden (ZG) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.



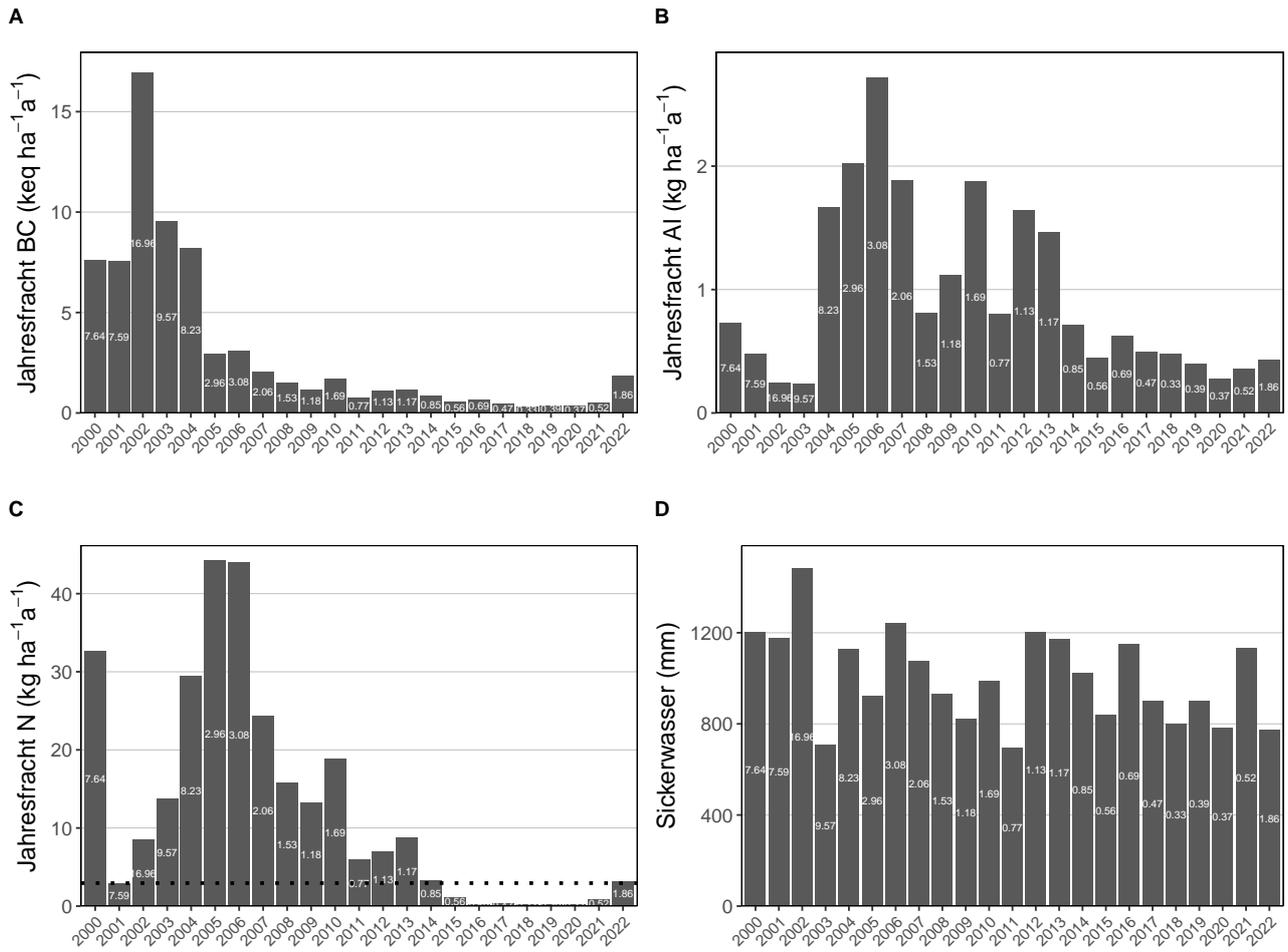
**Abb. 337.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Zugerberg Vordergeissboden (ZG) Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4\text{-}2\text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

## 15.7 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Programmkanton ZH

### 15.7.1 Bachtel (ZH) Buchen

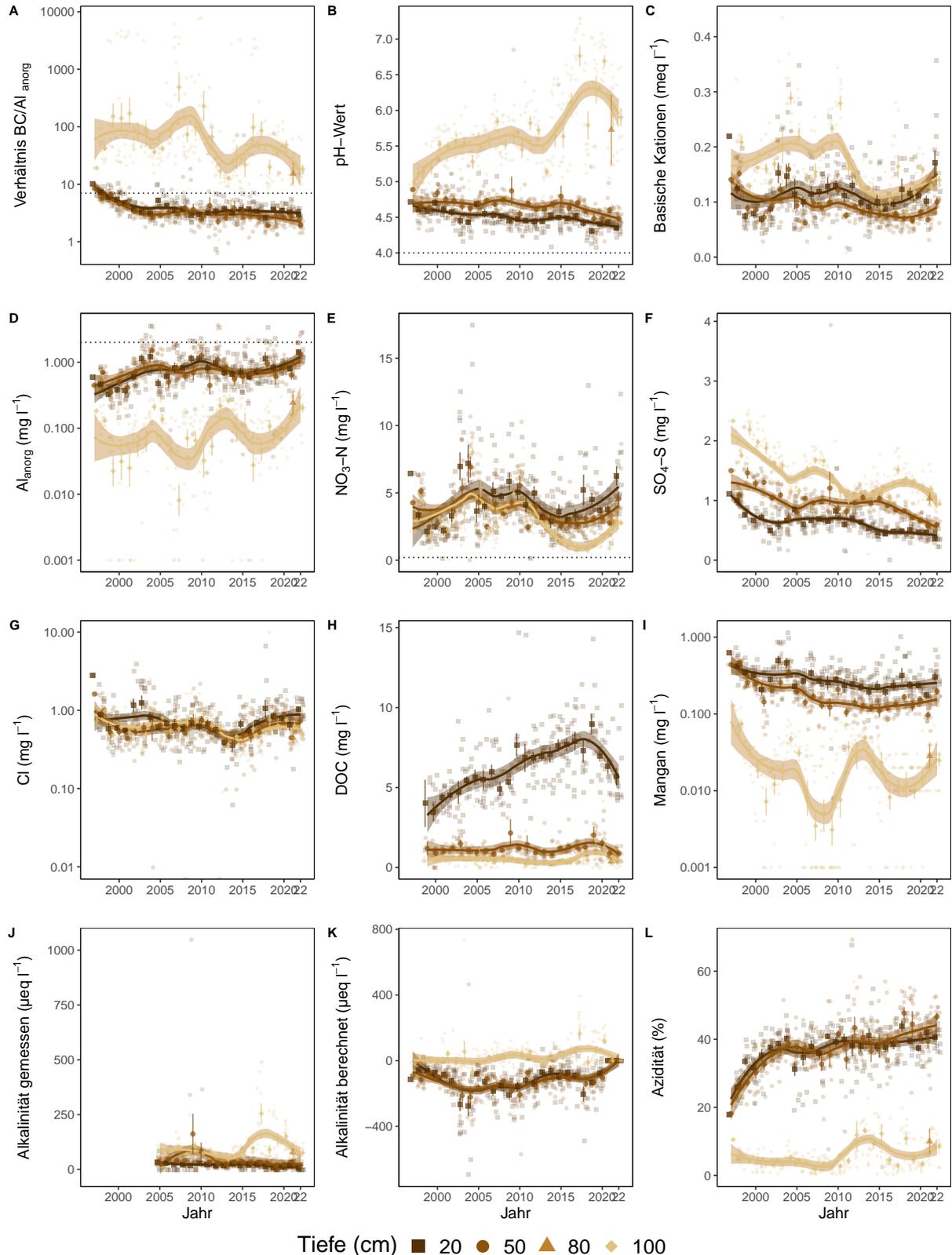


**Abb. 338.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Bachtel (ZH) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

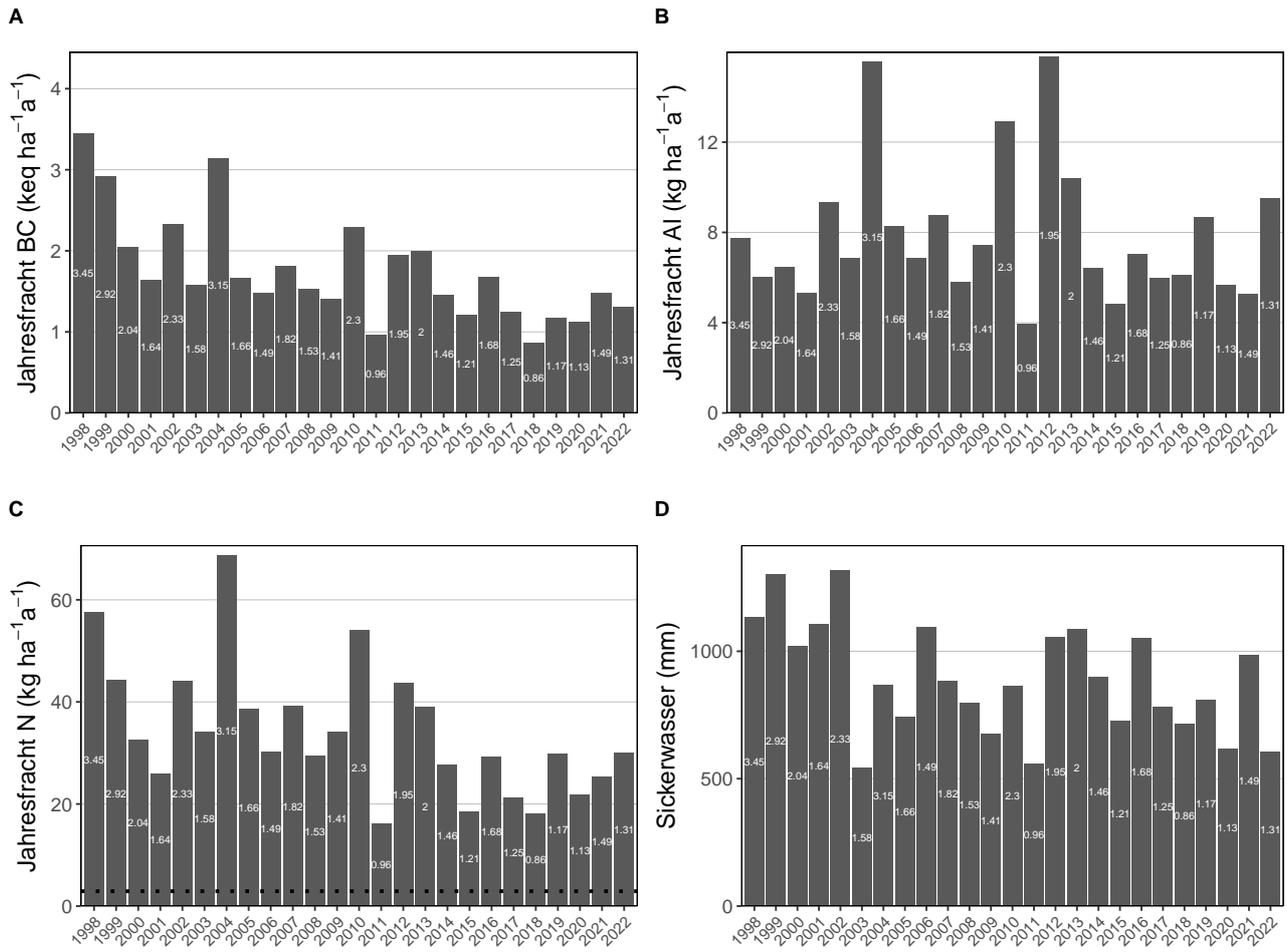


**Abb. 339.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Bachtel (ZH) Buchen in 90 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

## 15.7.2 Bachtel (ZH) Fichten

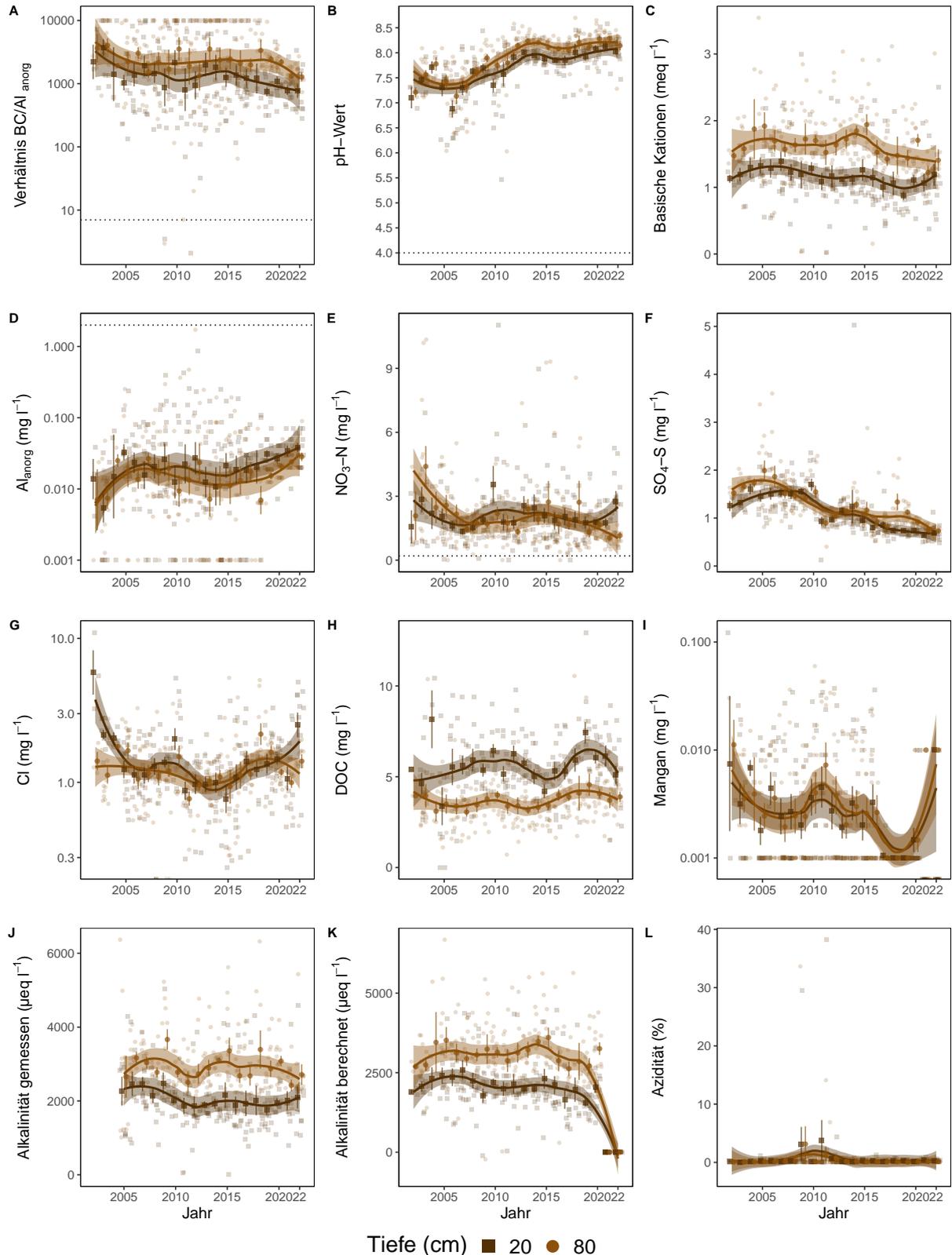


**Abb. 340.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Bachtel (ZH) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

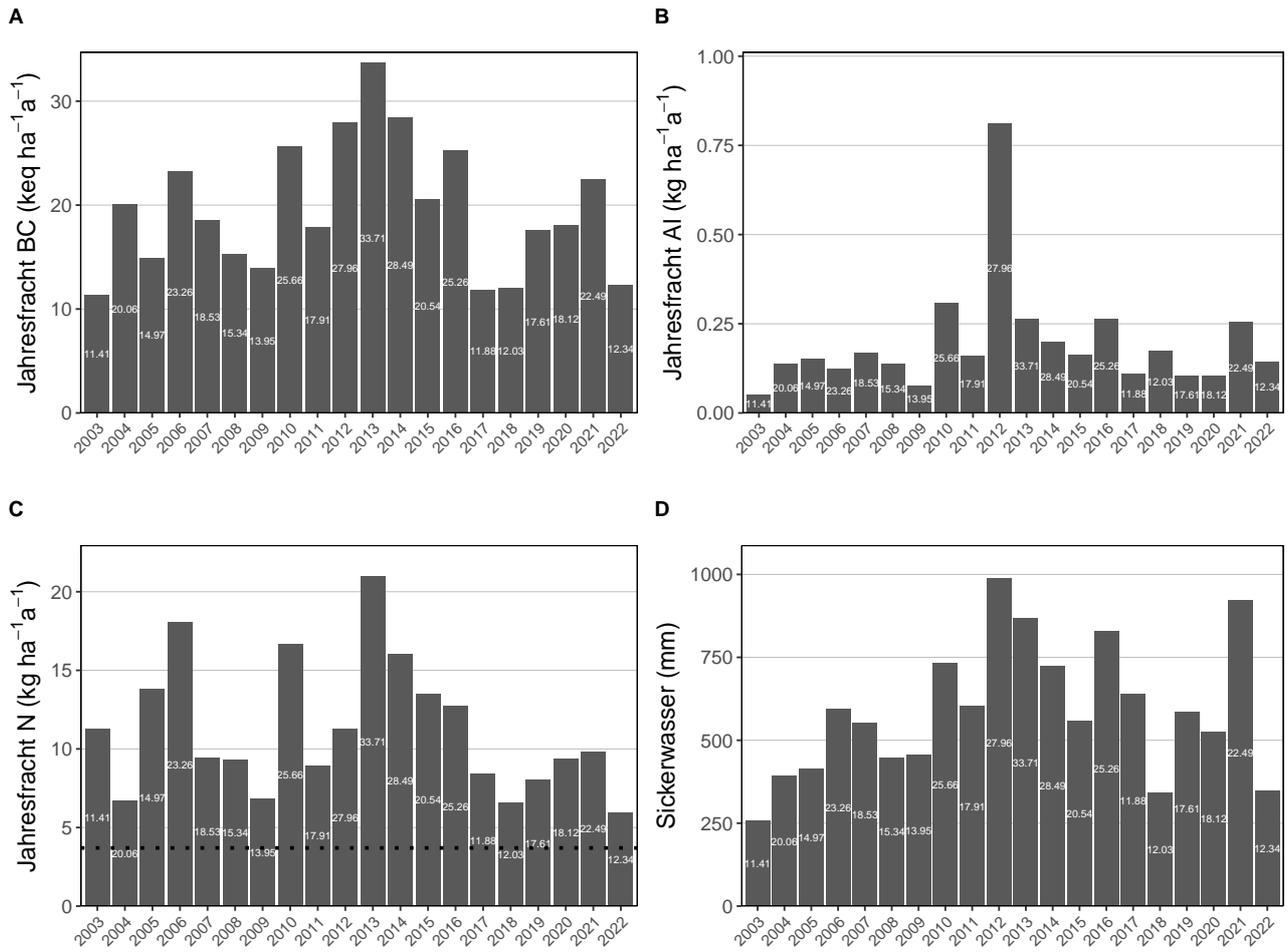


**Abb. 341.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Bachtel (ZH) Fichten in 100 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.7.3 Hinwil (ZH) Fichten

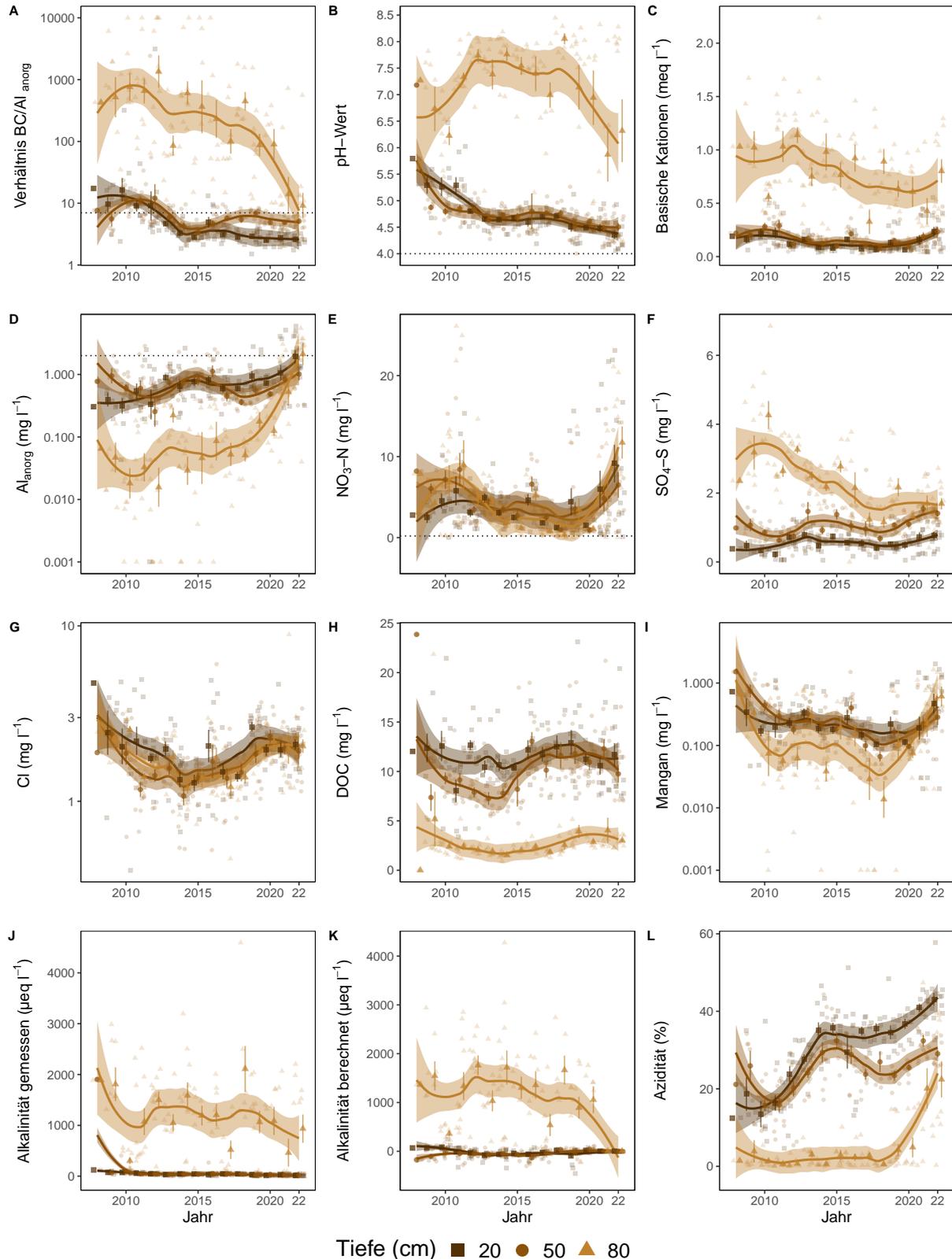


**Abb. 342.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Hinwil (ZH) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

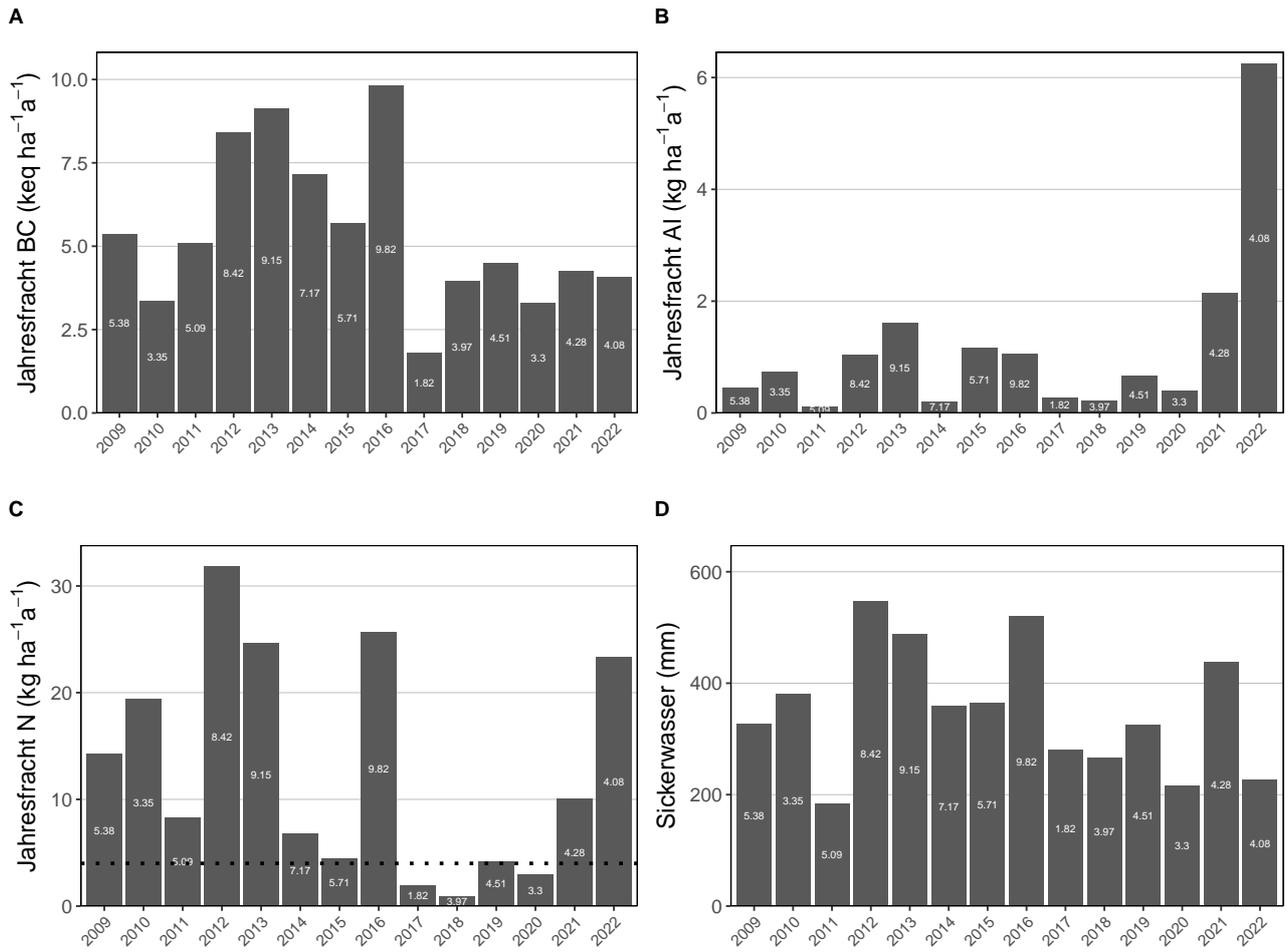


**Abb. 343.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Hinwil (ZH) Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.7.4 Wangen (ZH) Mischbestand Buchen & Fichten



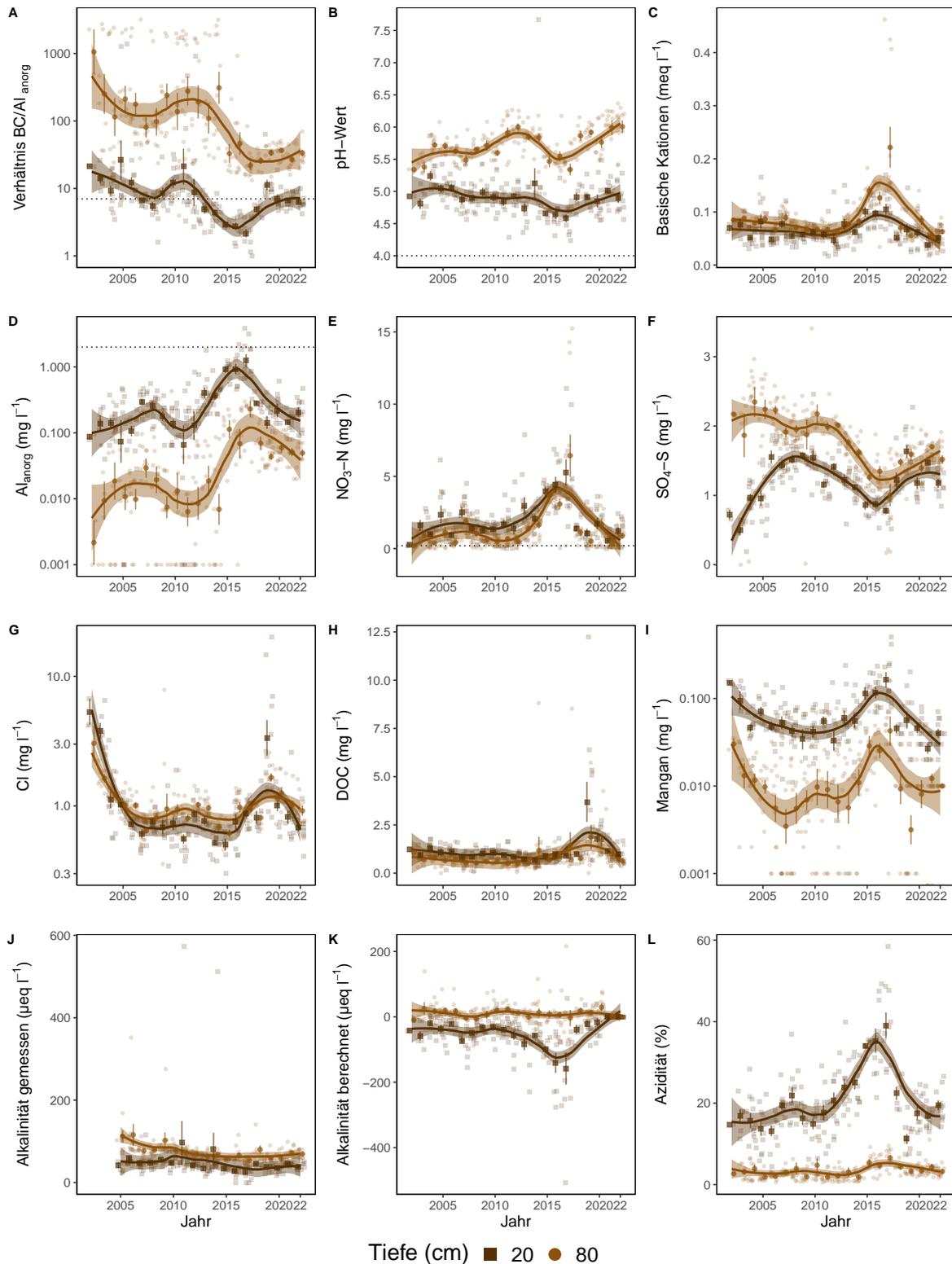
**Abb. 344.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Wangen (ZH) Mischbestand Buchen & Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.



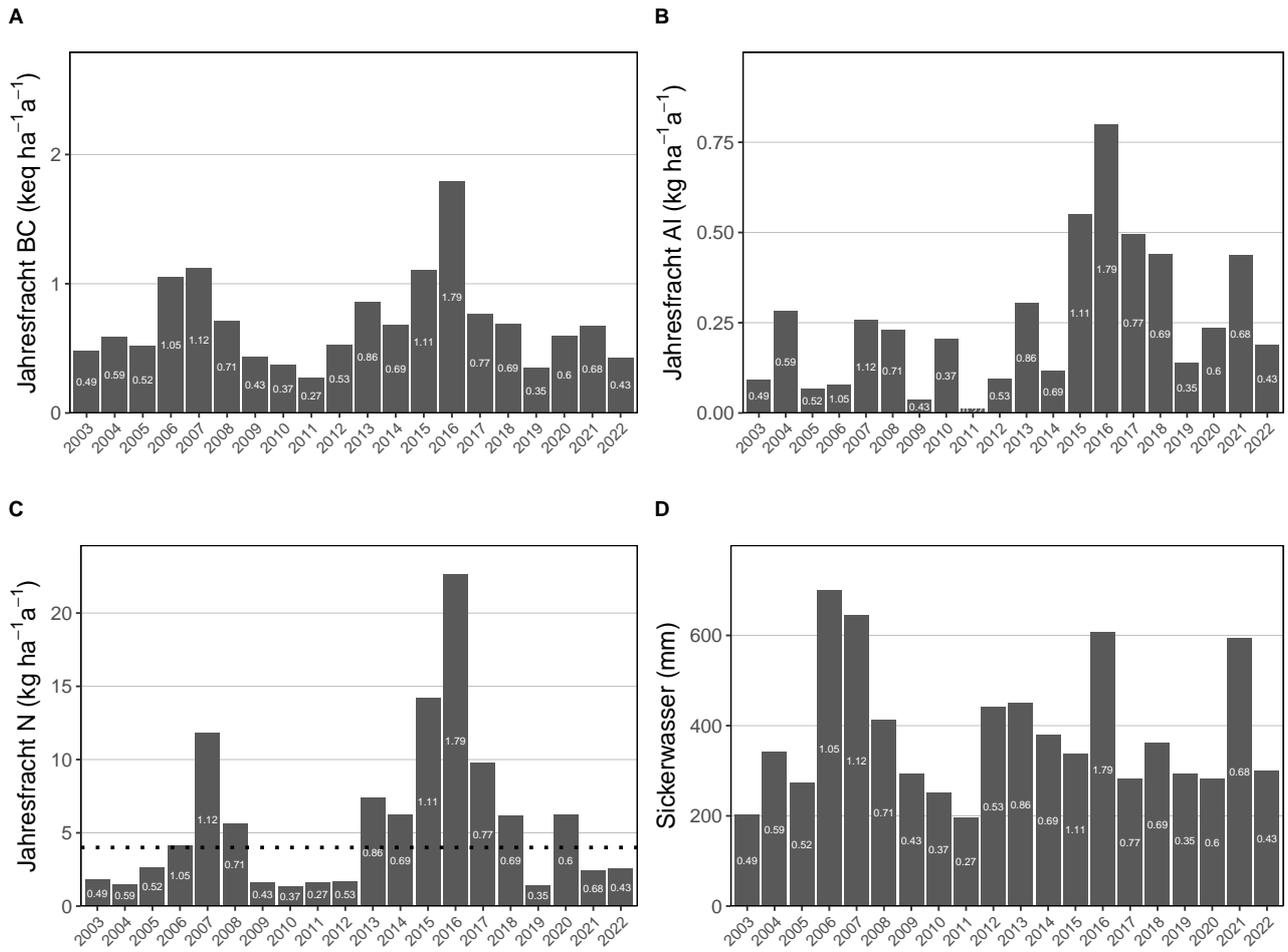
**Abb. 345.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Wangen (ZH) Mischbestand Buchen & Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4\text{-}2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

## 15.8 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Flächenkantone

### 15.8.1 Aarwangen (BE) Buchen

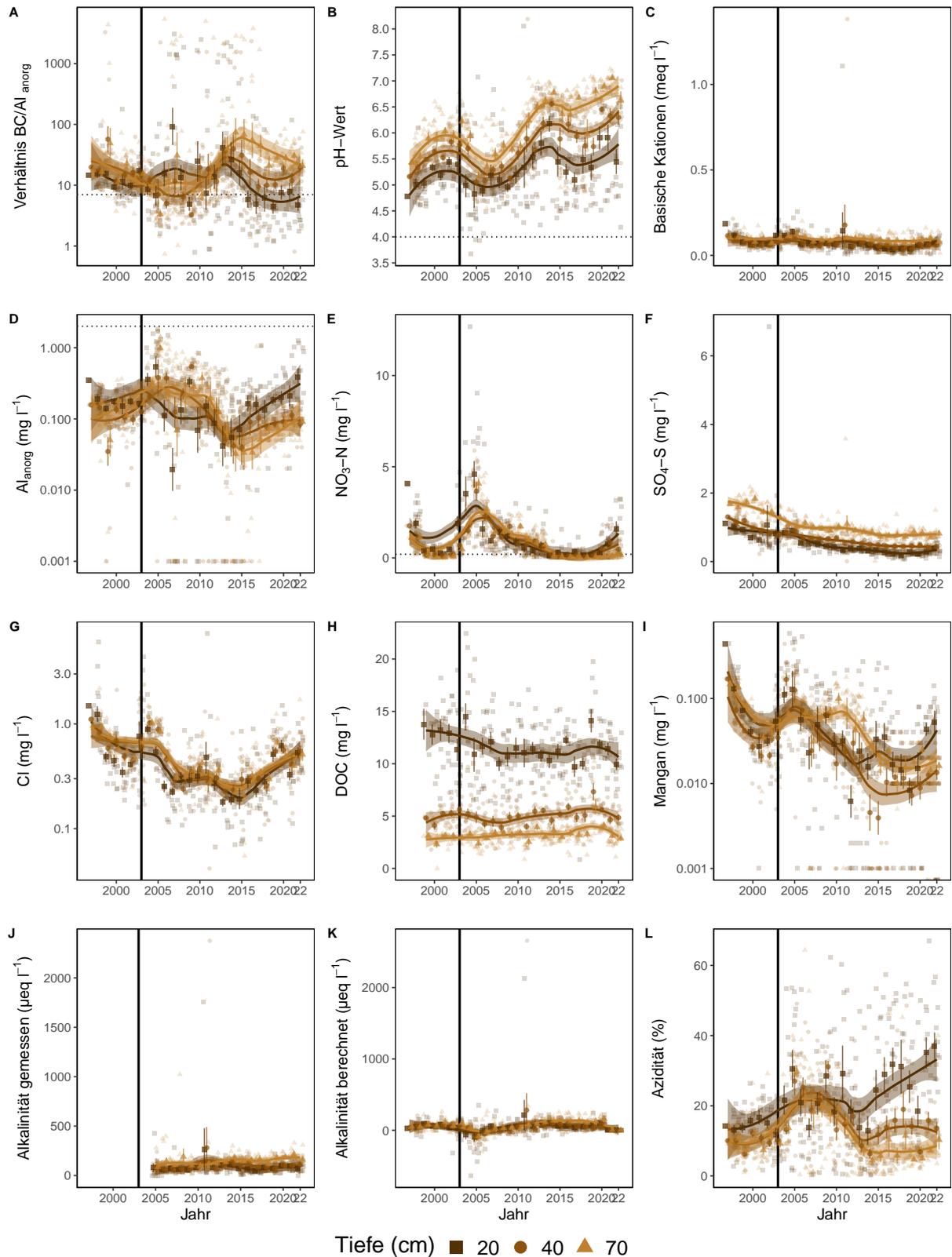


**Abb. 346.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Aarwangen (BE) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

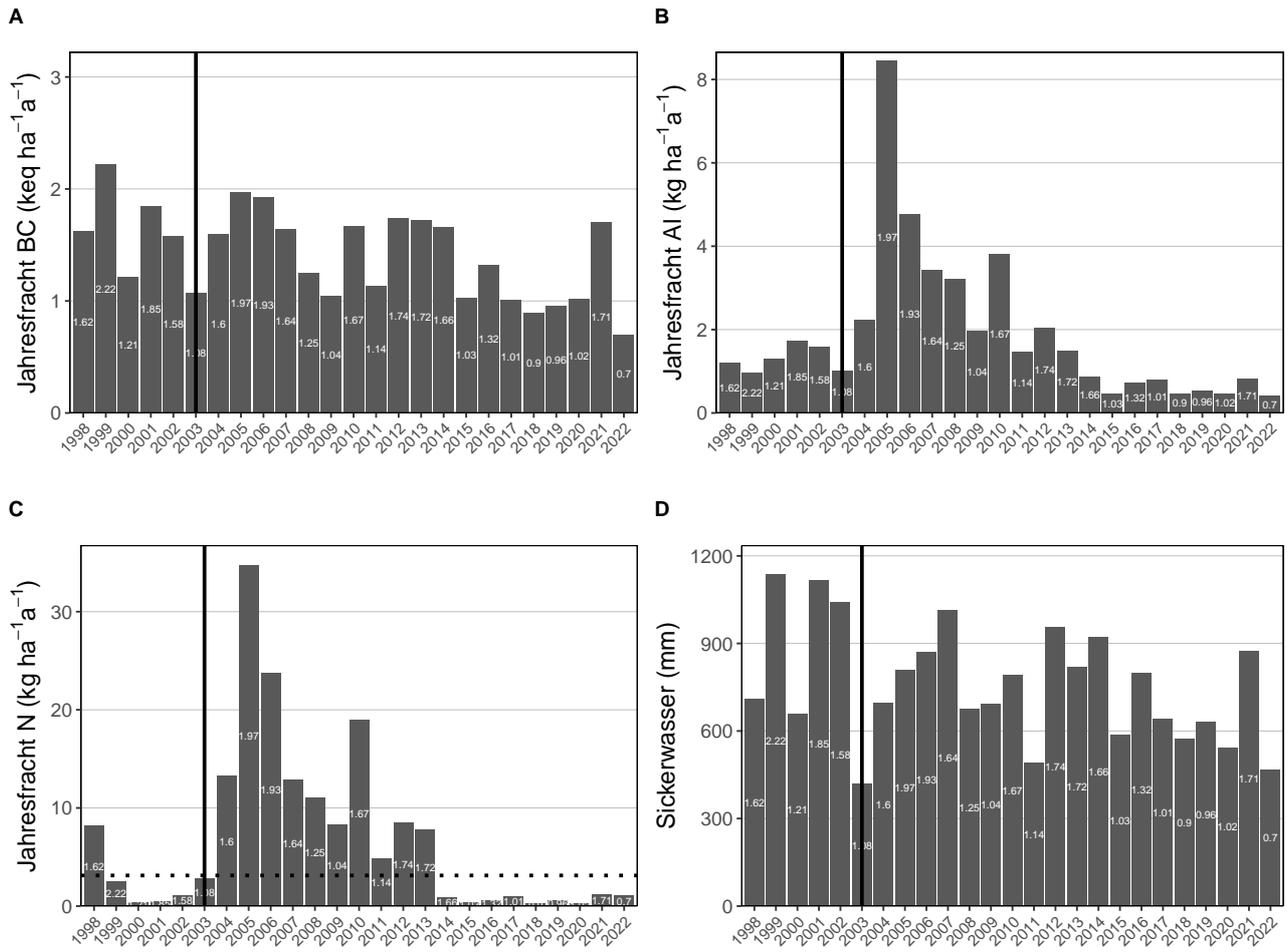


**Abb. 347.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Aarwangen (BE) Buchen in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.8.2 Aeschau (BE) Mischbestand Tannen, Fichten & Buchen

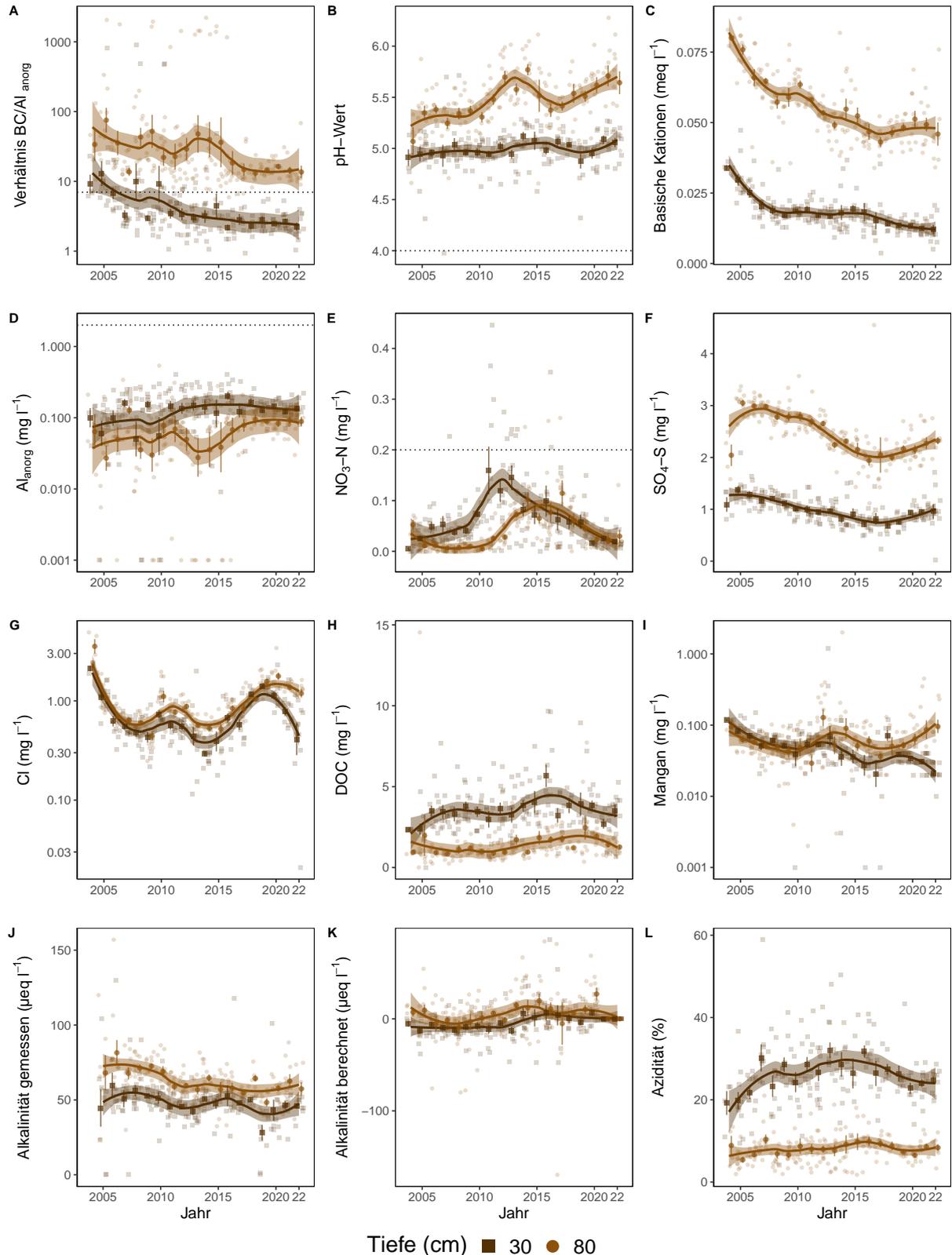


**Abb. 348.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Aeschau (BE) Mischbestand Tannen, Fichten & Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt. Die durchgezogene Linie symbolisiert die Durchforstung im Jahr 2003.

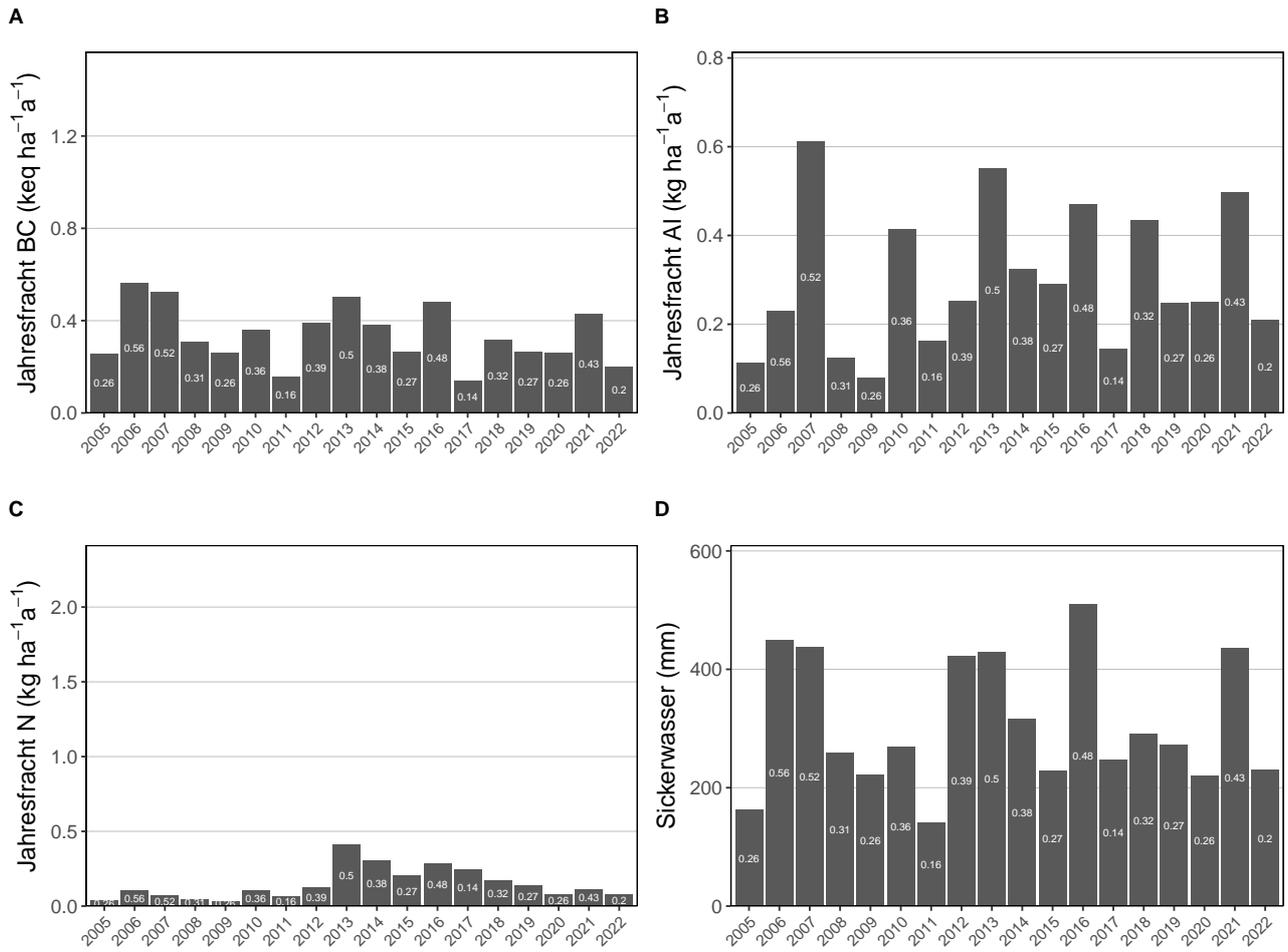


**Abb. 349.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Aeschau (BE) Mischbestand Tannen, Fichten & Buchen in 70 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge. Die durchgezogene Linie symbolisiert die Durchforstung im Jahr 2003.

### 15.8.3 Busswil (BE) Fichten

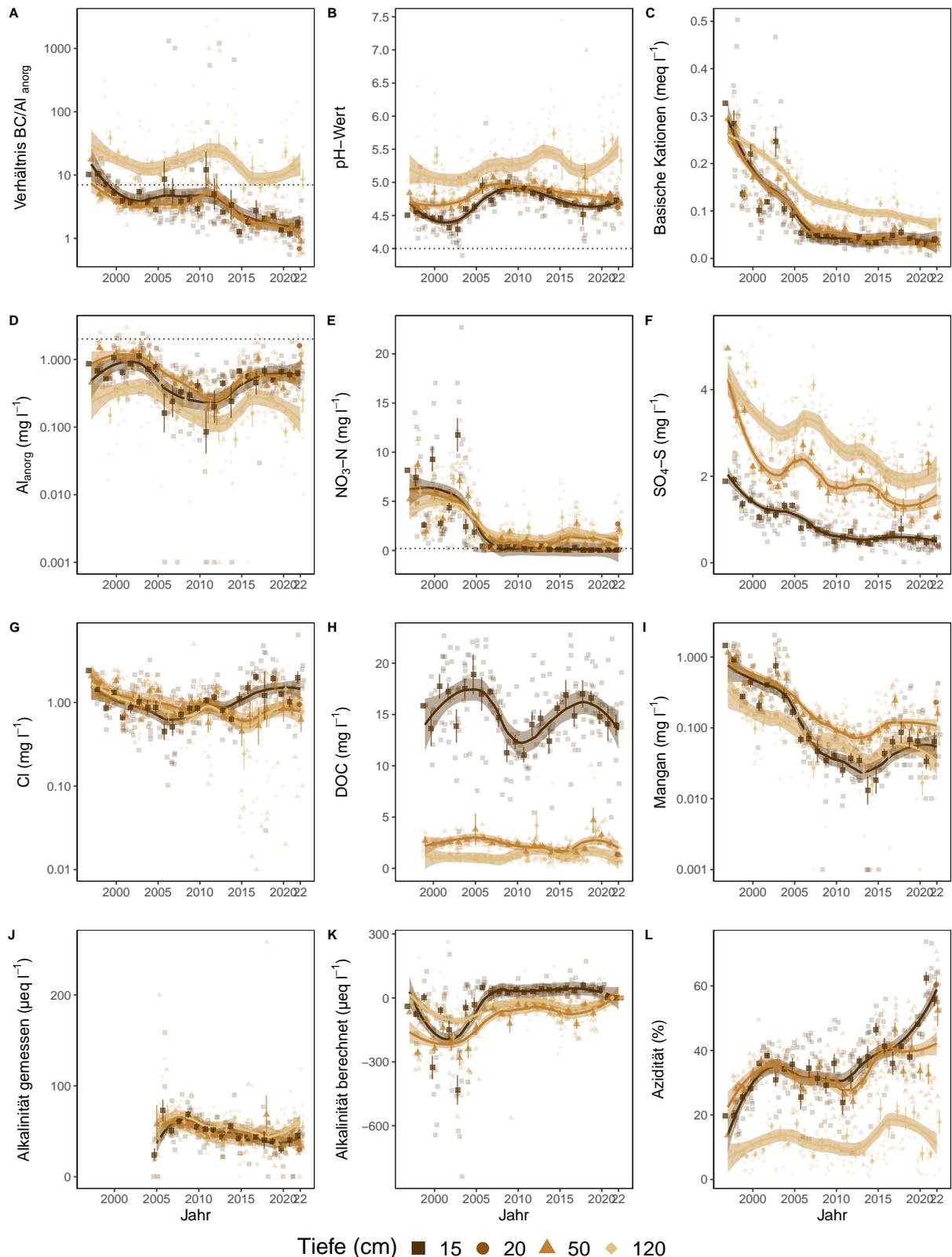


**Abb. 350.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Busswil (BE) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

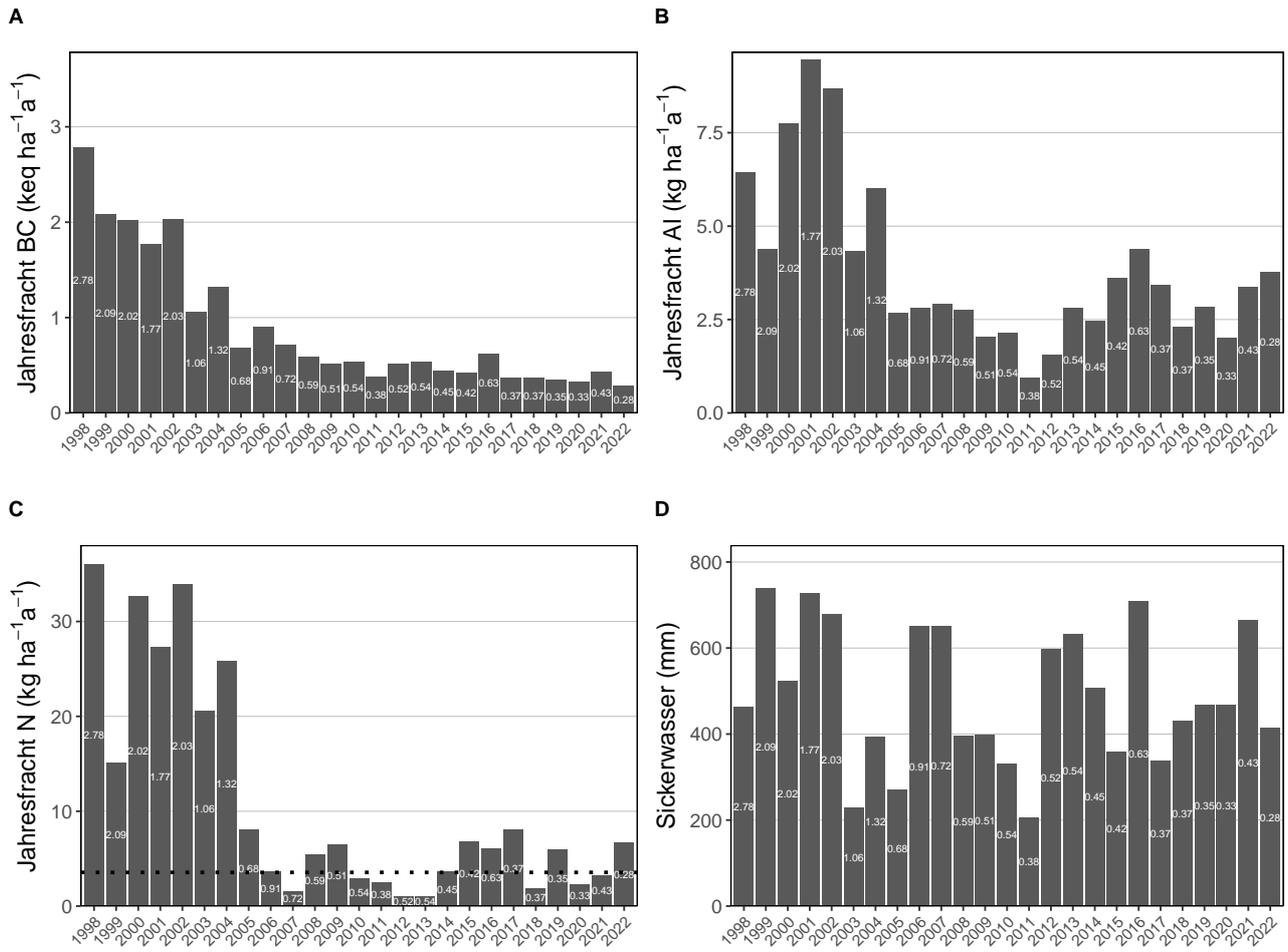


**Abb. 351.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Busswil (BE) Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2\text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.8.4 Frienisberg (BE) Mischbestand Buchen & Fichten

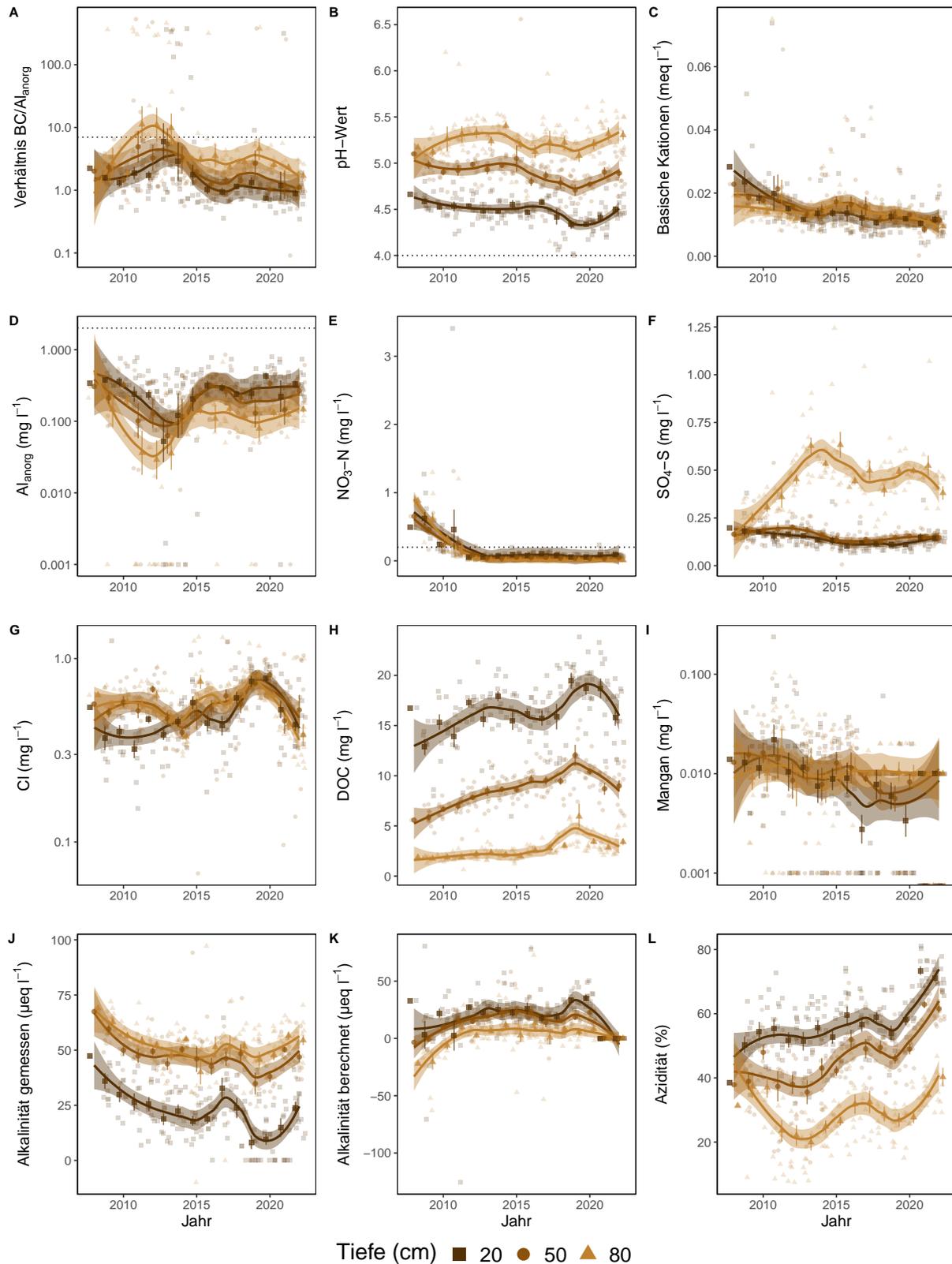


**Abb. 352.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Frienisberg (BE) Mischbestand Buchen & Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

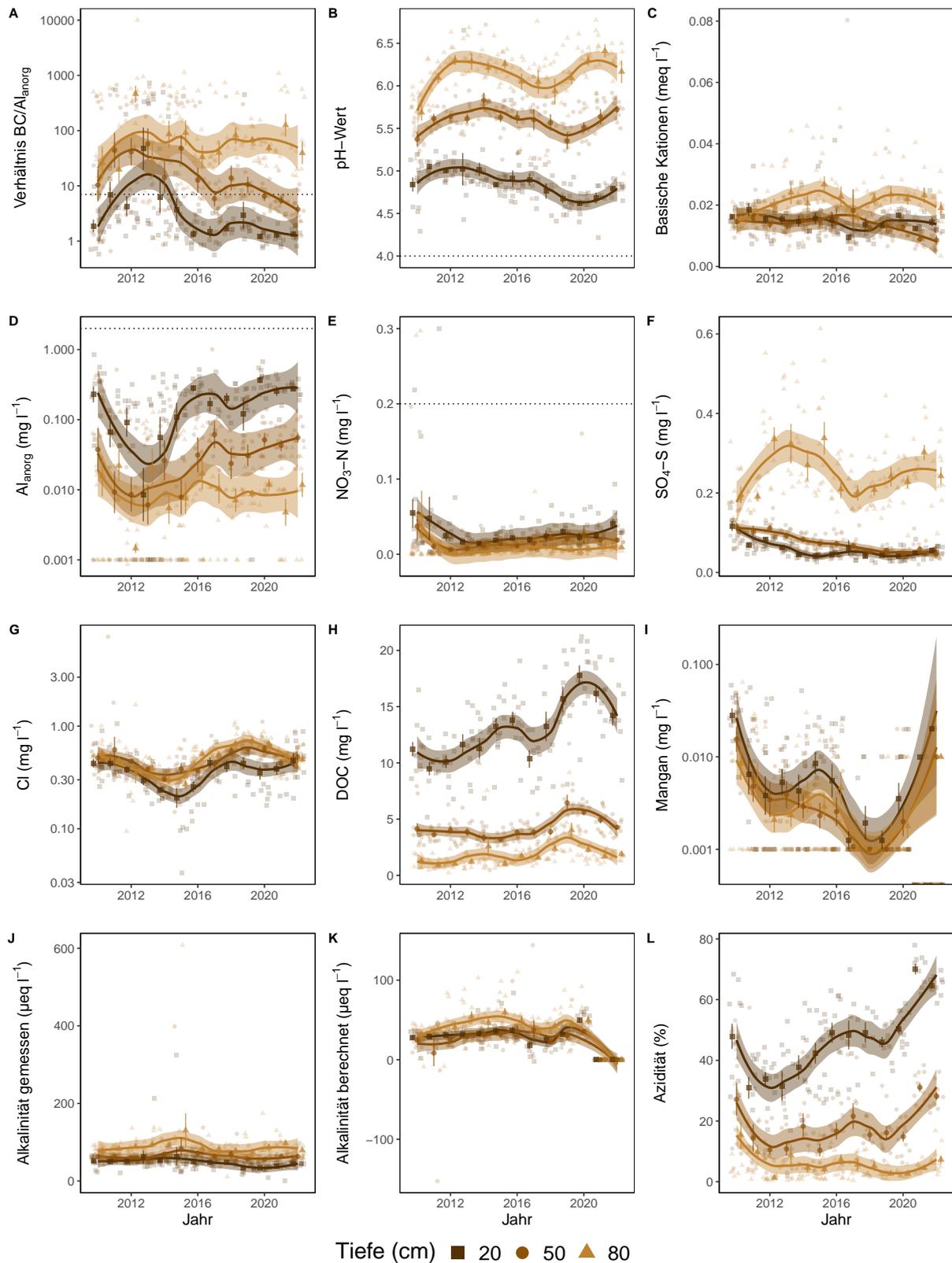


**Abb. 353.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Frienisberg (BE) Mischbestand Buchen & Fichten in 120 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4\text{-}2\text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

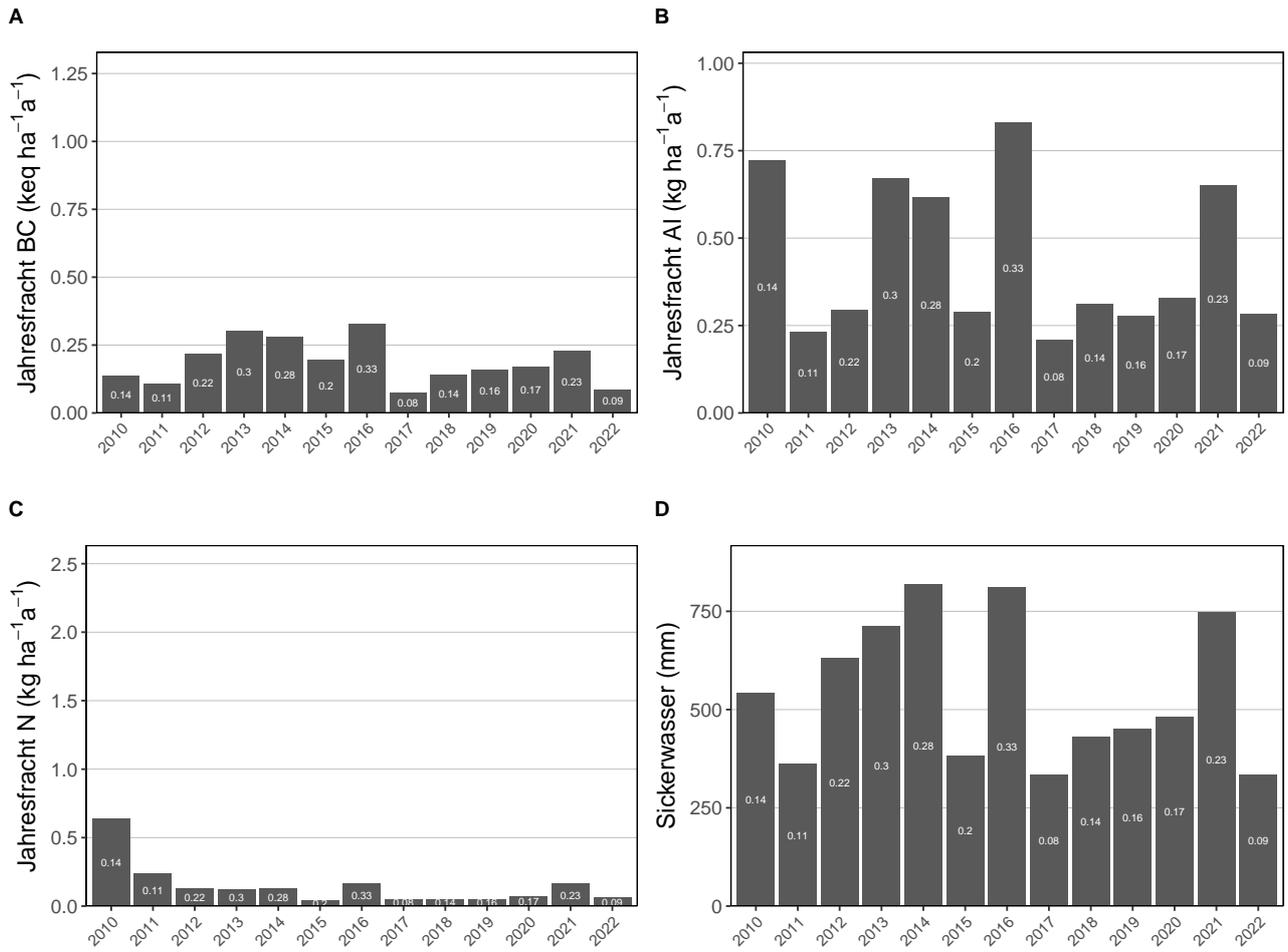
### 15.8.5 Scheidwald (BE) Fichten



**Abb. 354.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Scheidwald (BE) Subplot 1 (SW) Fichten. Auf Grund der grossen räumlichen Heterogenität der Bodenlösungswerte wurde diese Fläche in zwei Subplots aufgeteilt. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

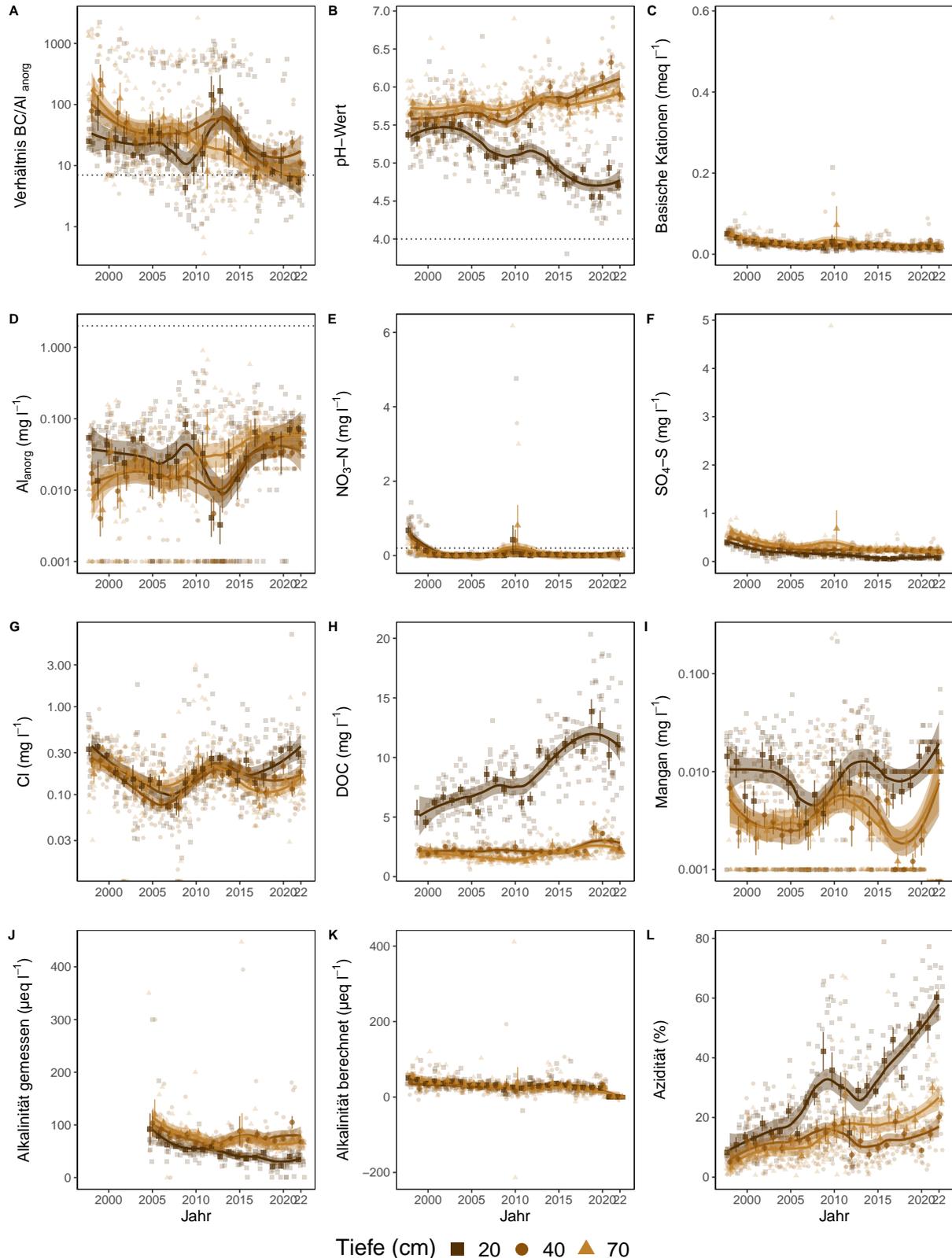


**Abb. 355.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Scheidwald (BE) Subplot 2 (SWN) Fichten. Auf Grund der grossen räumlichen Heterogenität der Bodenlösungswerte wurde diese Fläche in zwei Subplots aufgeteilt. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

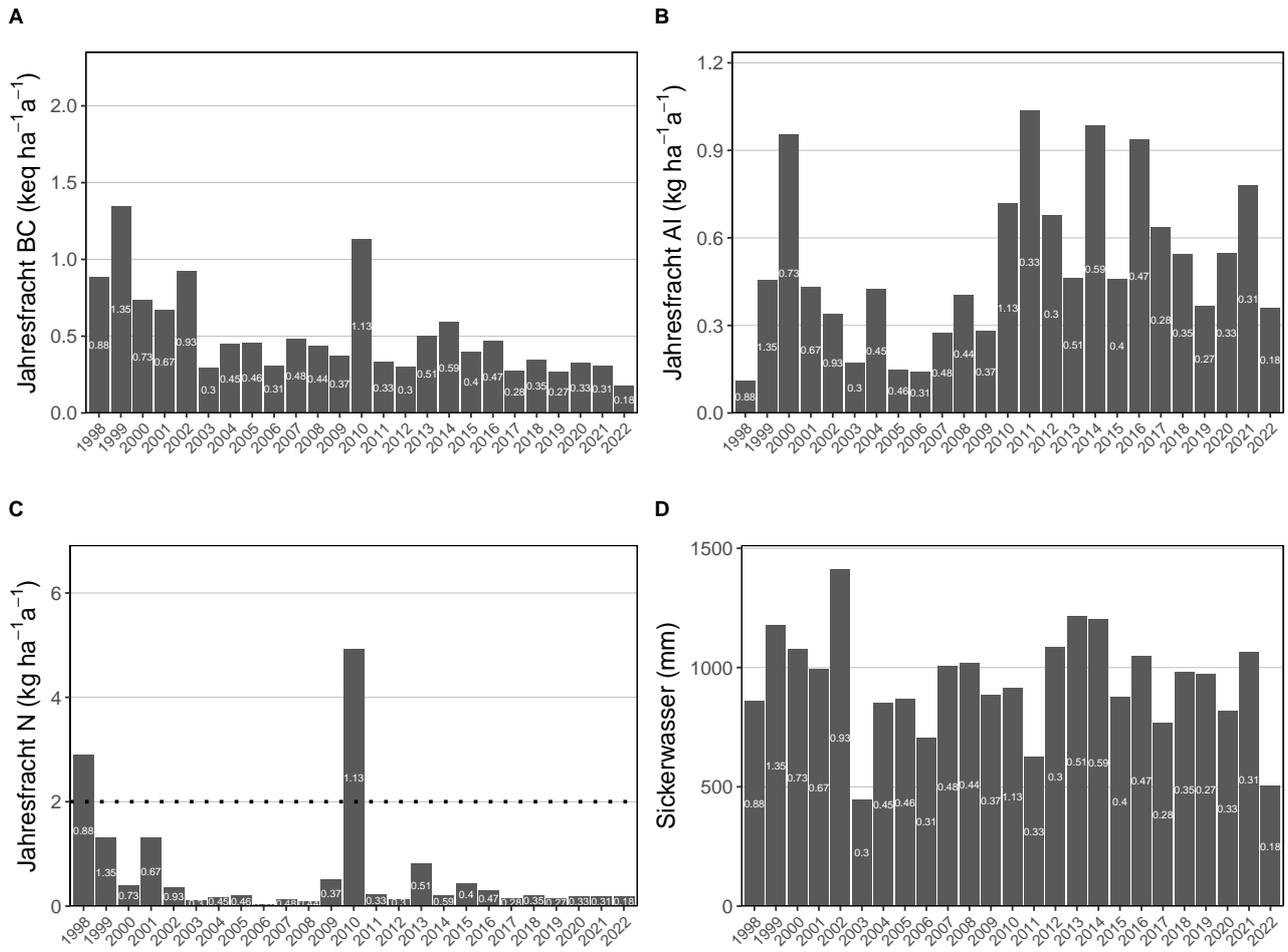


**Abb. 356.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Scheidwald (BE) Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.8.6 Wengernalp (BE) Fichten

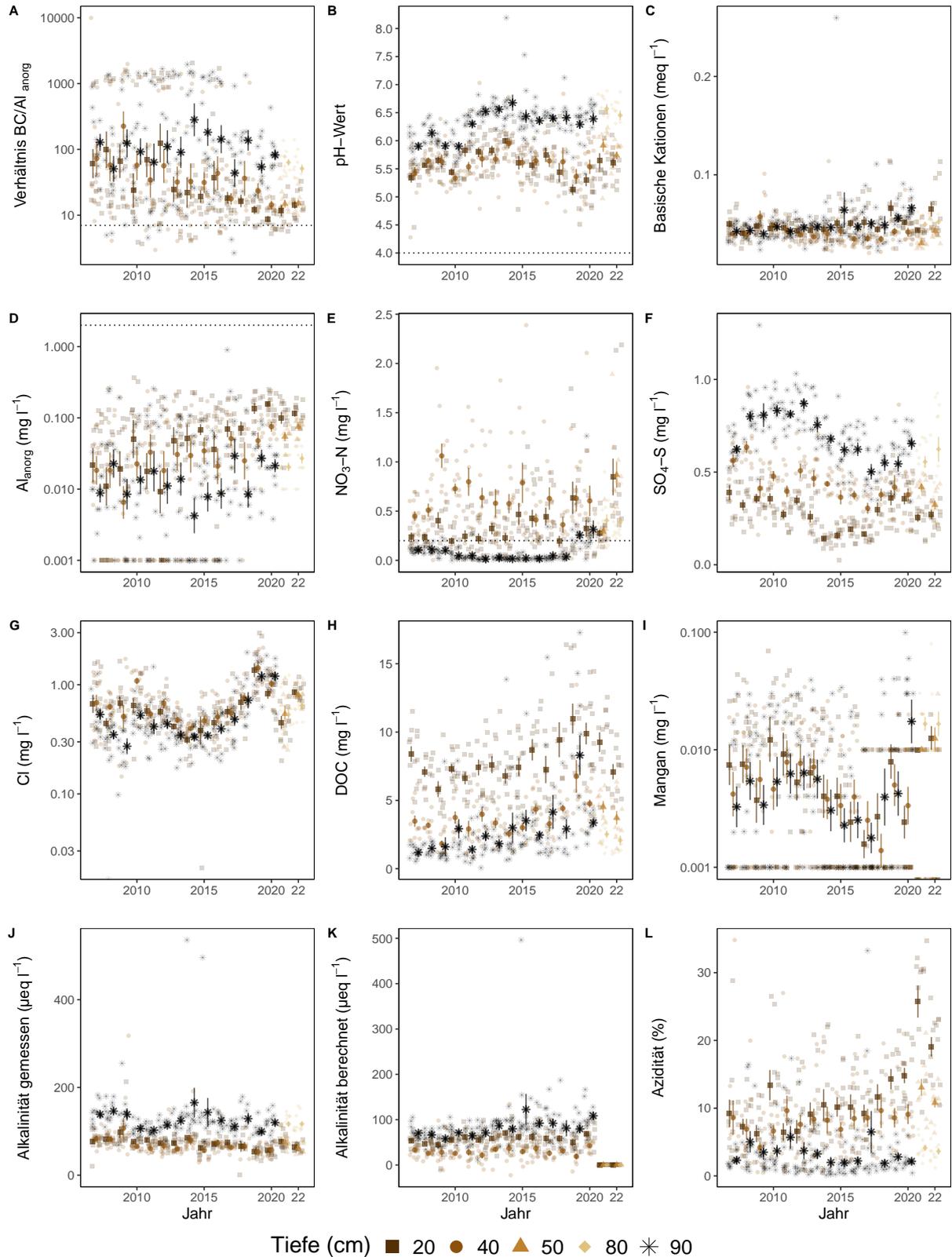


**Abb. 357.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Wengernalp (BE) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

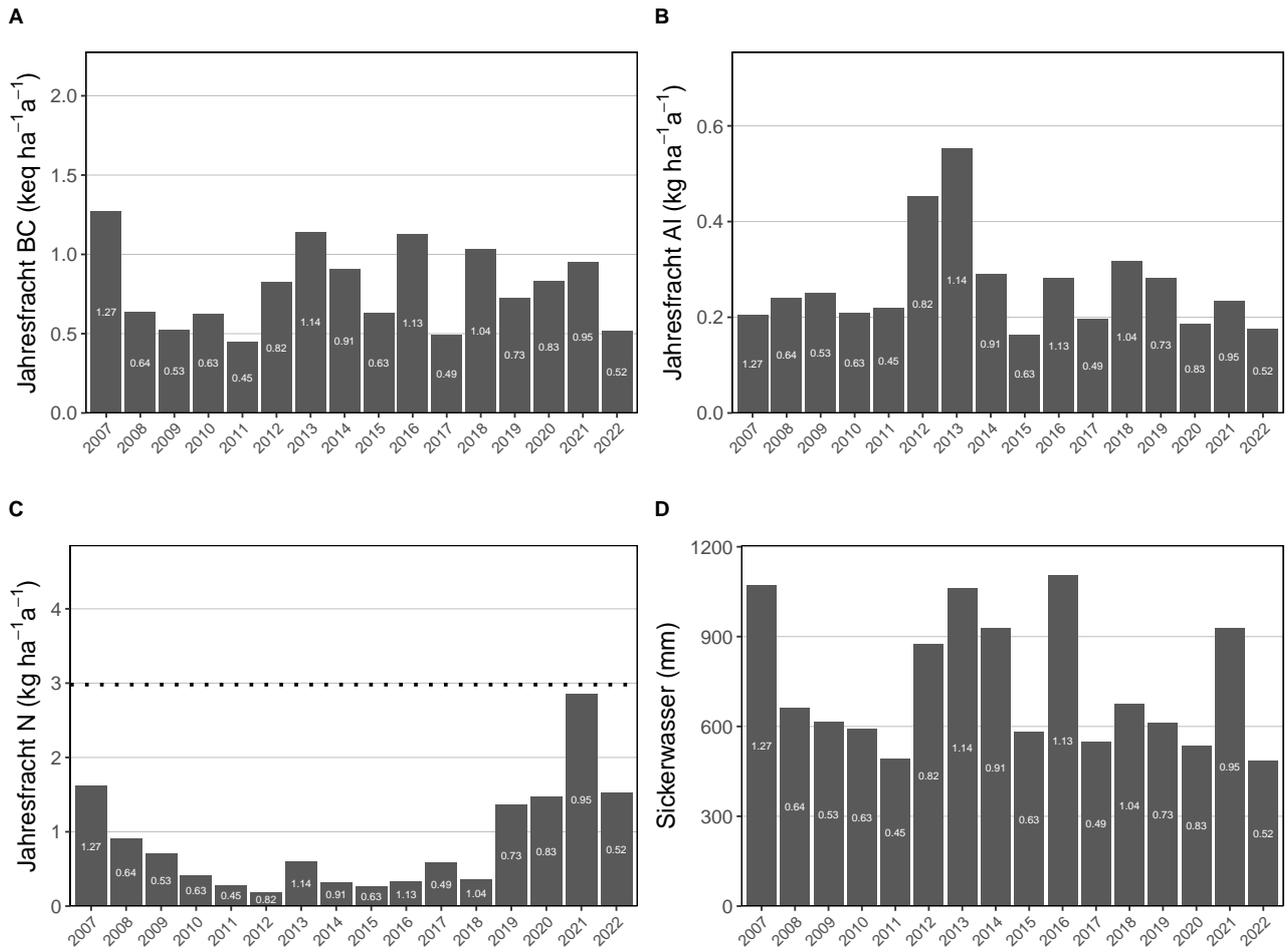


**Abb. 358.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Wengernalp (BE) Fichten in 70 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.8.7 Le Châtelard (FR) Fichten

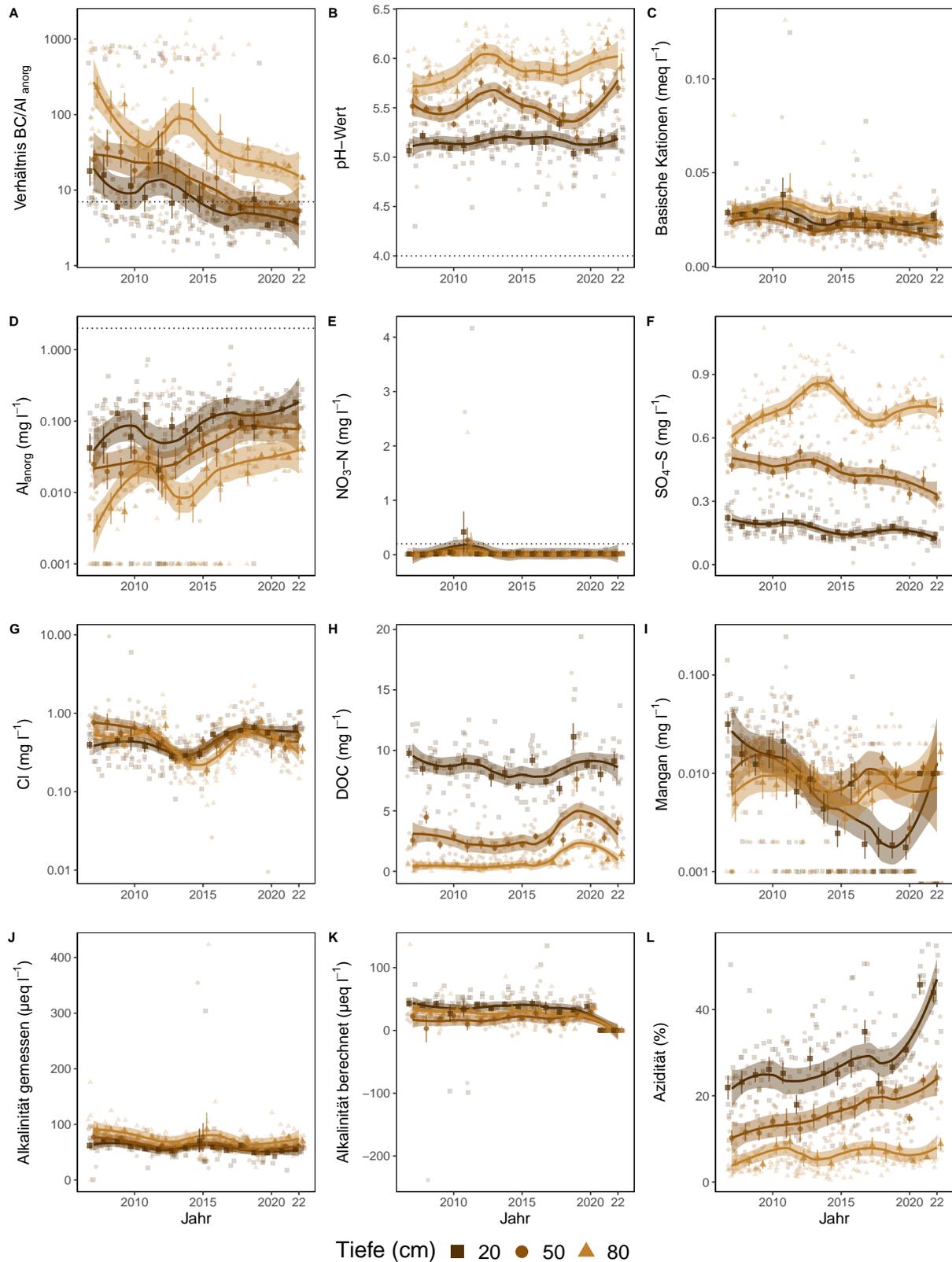


**Abb. 359.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Le Châtelard (FR) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

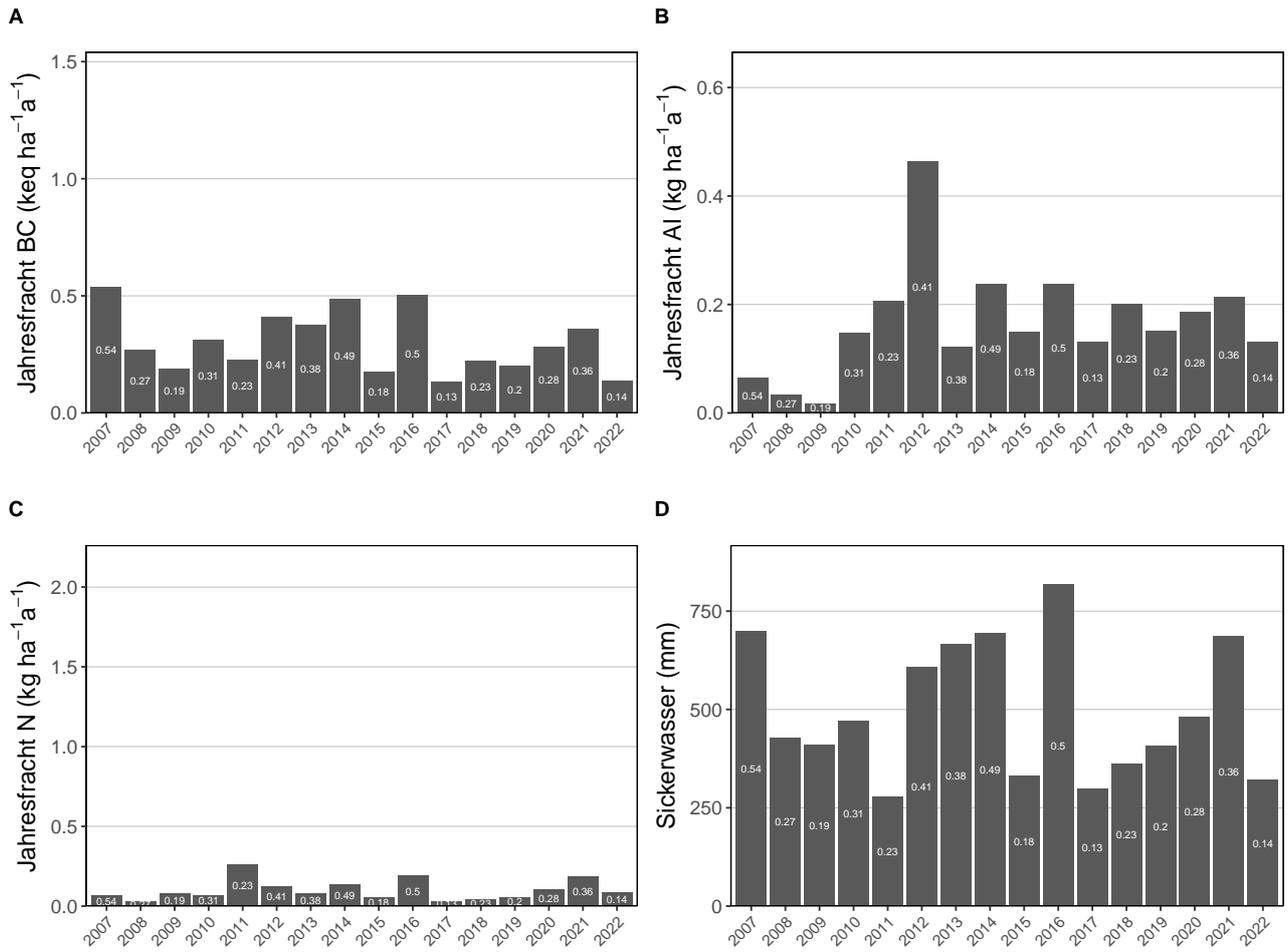


**Abb. 360.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Le Châtelard (FR) Fichten in 90 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.8.8 Oberschrot (FR) Mischbestand Buchen & Fichten

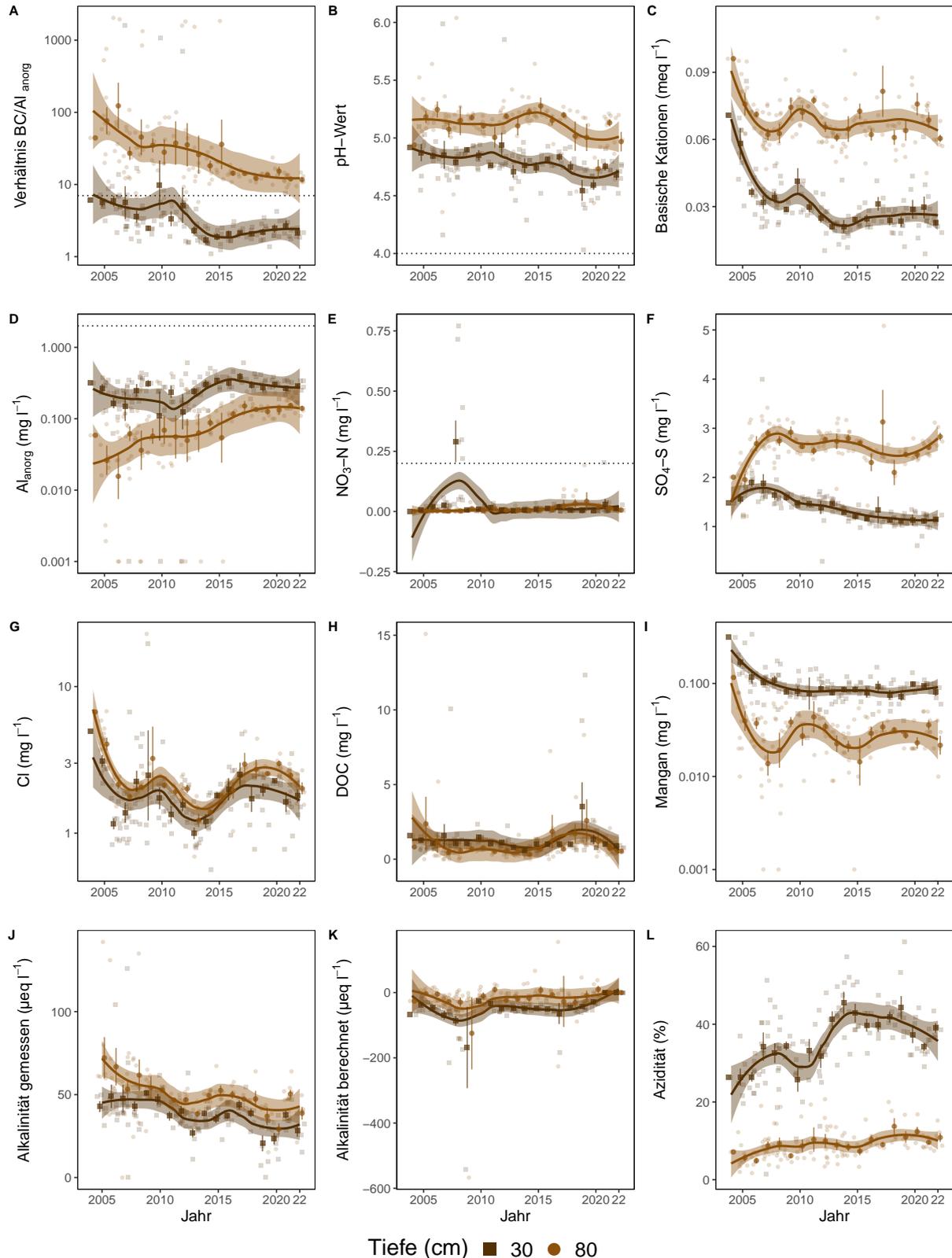


**Abb. 361.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Oberschrot (FR) Mischbestand Buchen & Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

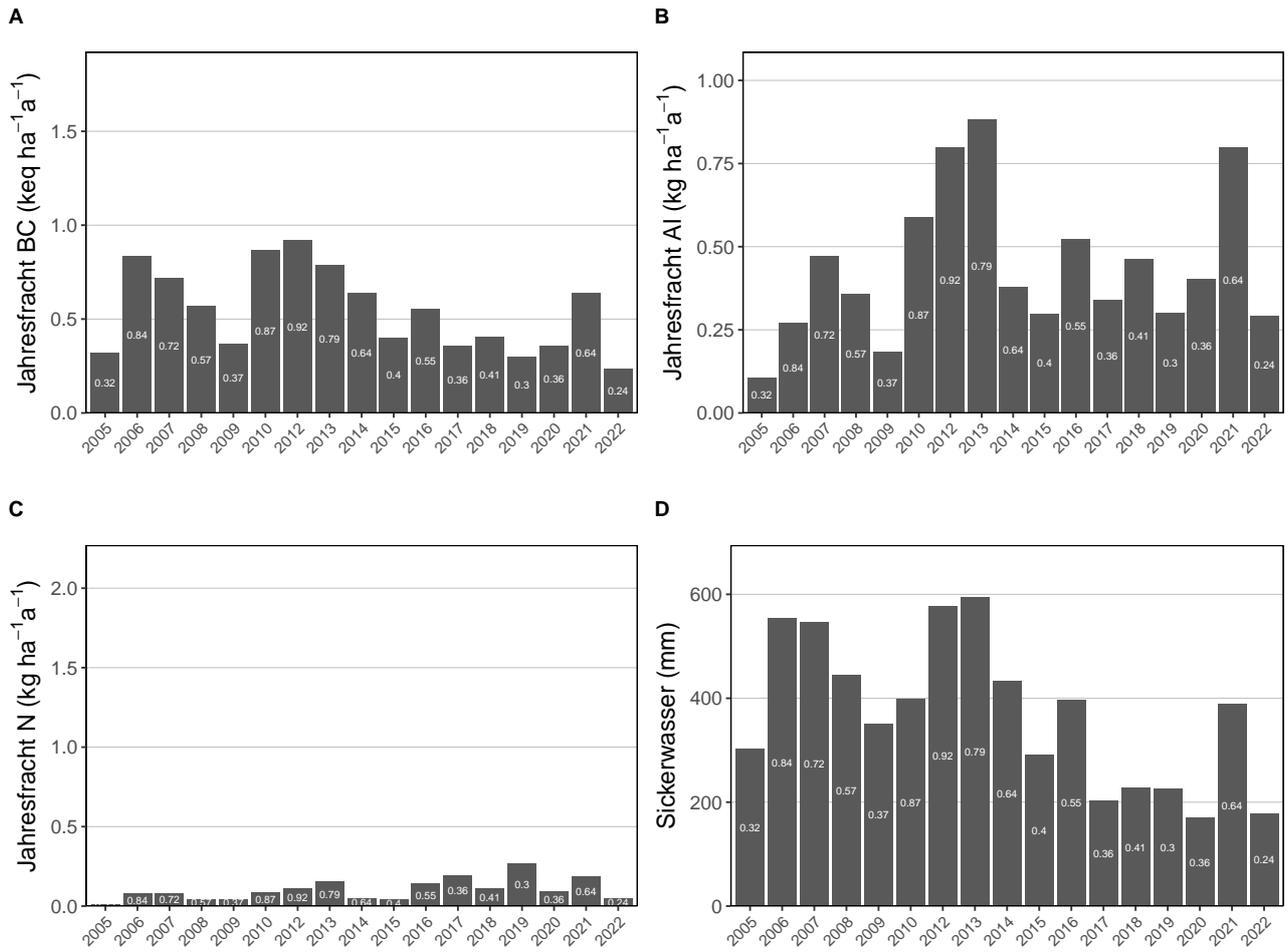


**Abb. 362.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Oberschrot (FR) Mischbestand Buchen & Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.8.9 Bonfol (JU) Buchen

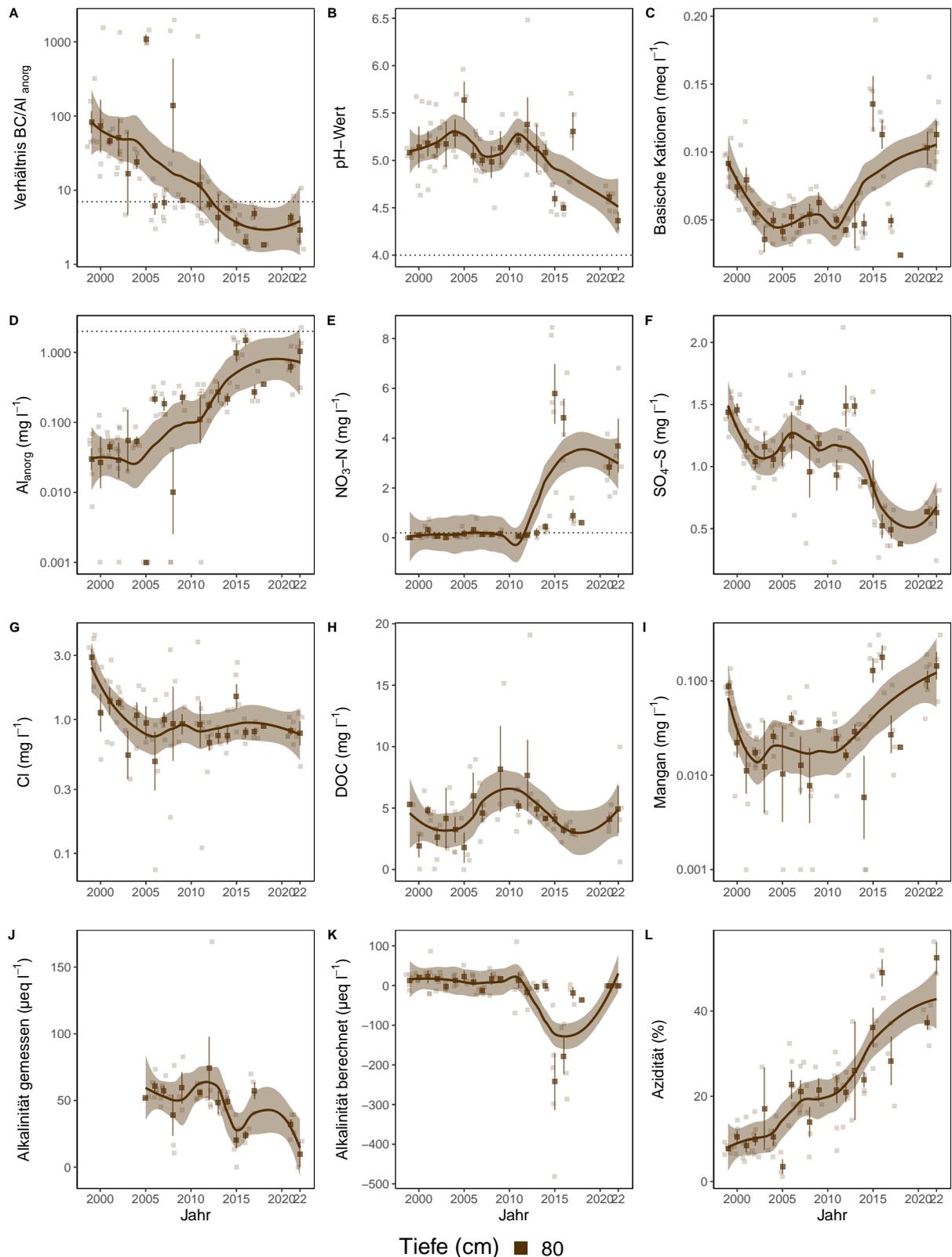


**Abb. 363.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Bonfol (JU) Buchen. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

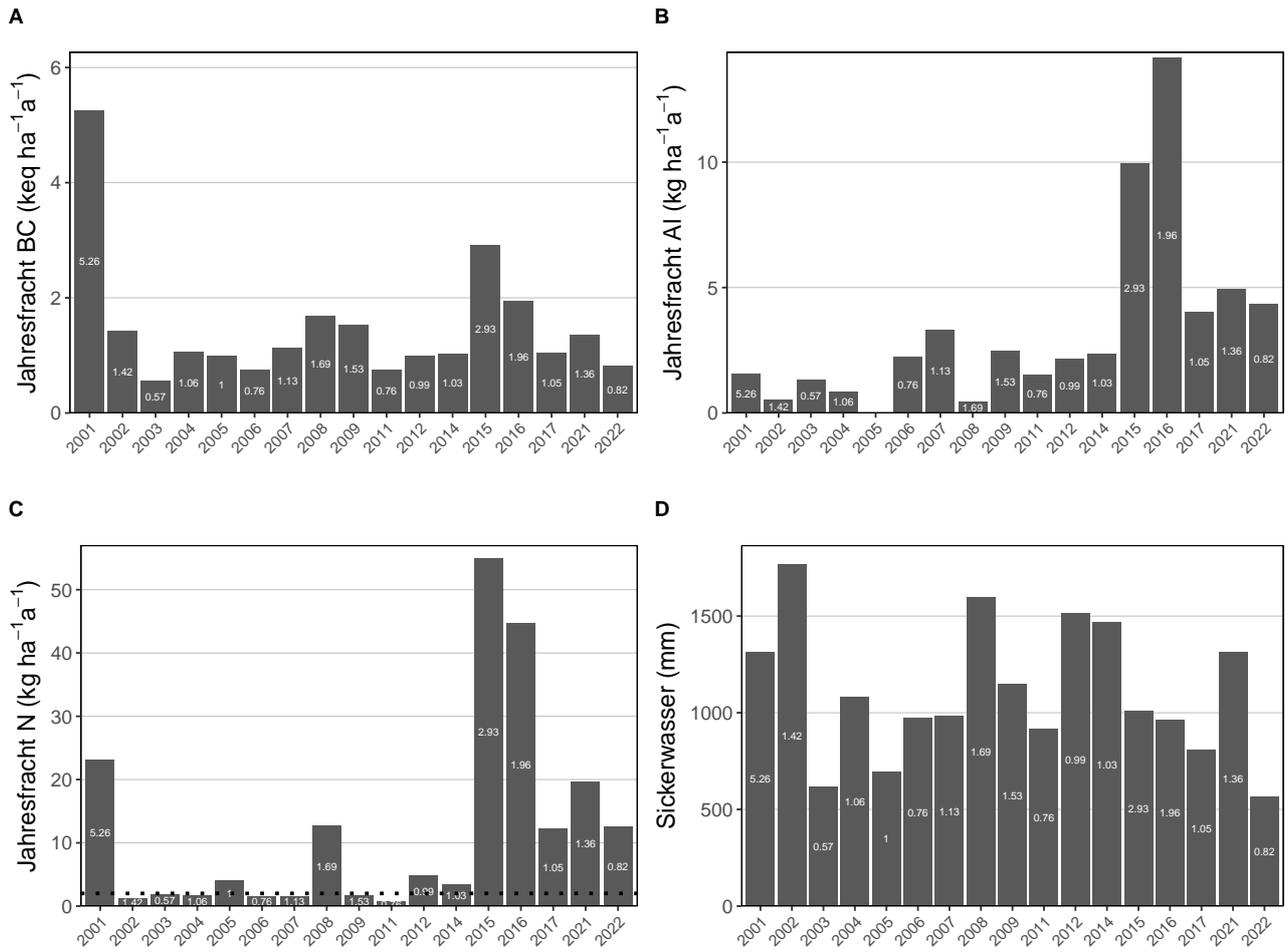


**Abb. 364.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Bonfol (JU) Buchen in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.8.10 Lurengo (TI) Fichten

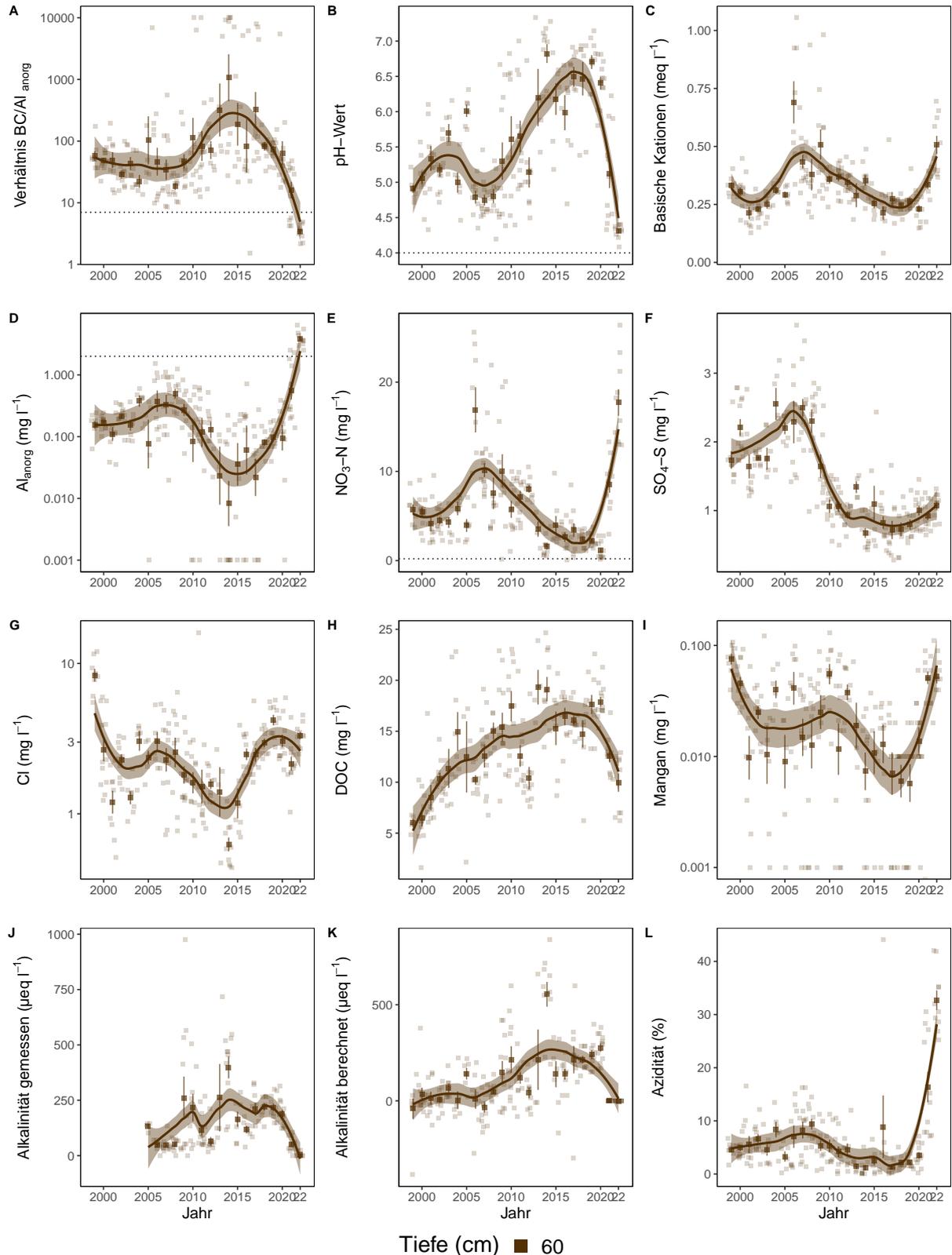


**Abb. 365.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Lurengo (TI) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

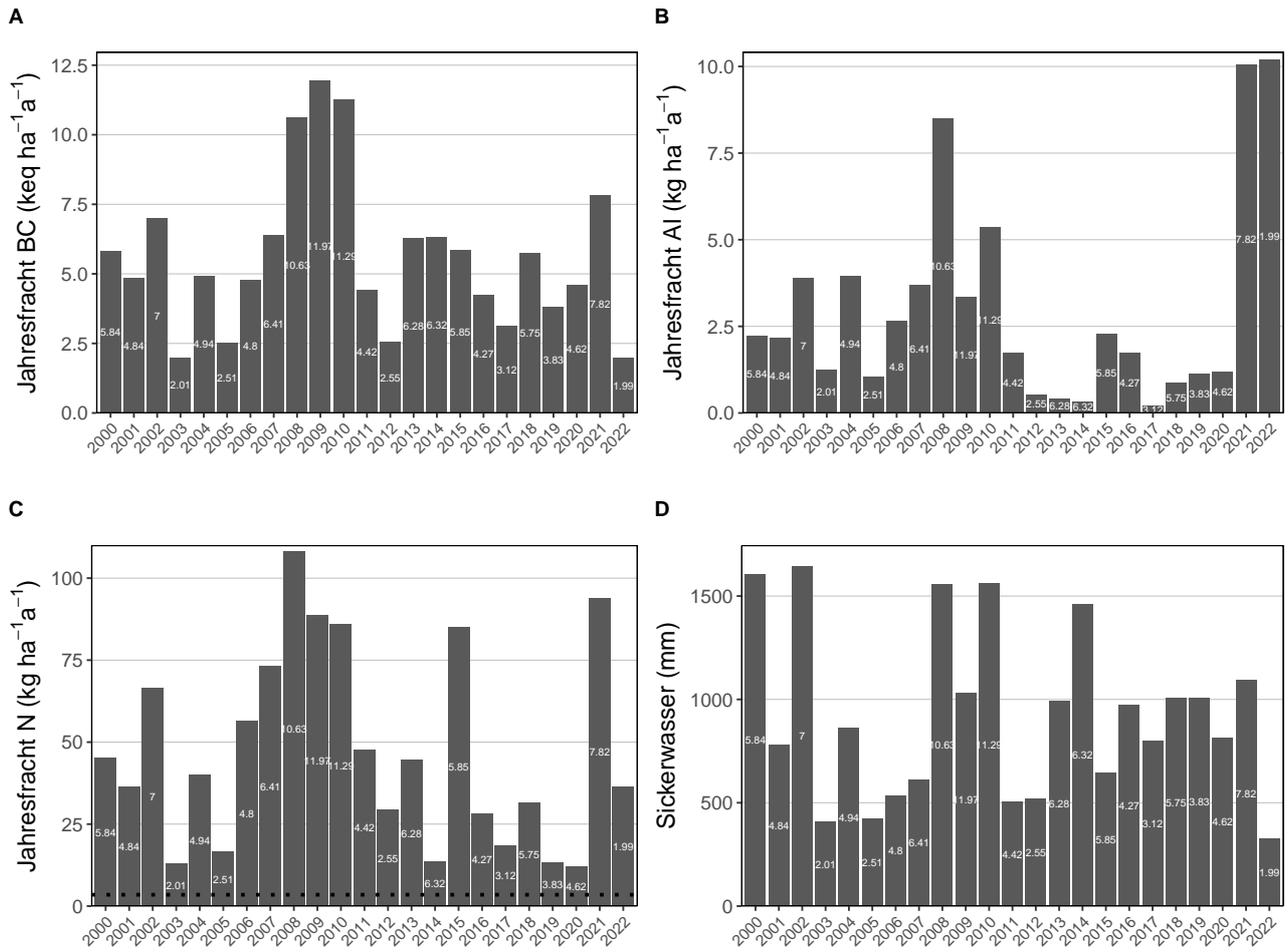


**Abb. 366.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Lurengo (TI) Fichten in 80 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

### 15.8.11 Sagno (TI) Fichten



**Abb. 367.** Entwicklungen in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Sagno (TI) Fichten. **A)** BC/Al-Verhältnis mit Grenzwert als Punktlinie ( $(BC/Al)_{crit} \leq 7$ ), **B)** pH-Wert mit Grenzwert  $\leq 4$ , **C)** basische Kationen (BC), **D)** Aluminium anorganisch mit kritischer Konzentration  $\geq 2 \text{ mg l}^{-1}$ , **E)** Nitratstickstoff mit Grenzwert für Vegetationsveränderungen  $\geq 0.2 \text{ mg l}^{-1}$ , **F)** Sulfatschwefel, **G)** Chloridkonzentration, **H)** gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), **I)** Mangankonzentration, **J)** gemessene Alkalinität, **K)** berechnete Alkalinität (ANC) **L)** Azidität. Dargestellt sind die monatlichen Messungen und Jahresmittelwerte mit Standardfehler als Linie. Der zeitliche Trend ist mit einer local polynomial regression fitting (Loess,  $\alpha=0.5$ ) Funktion dargestellt.

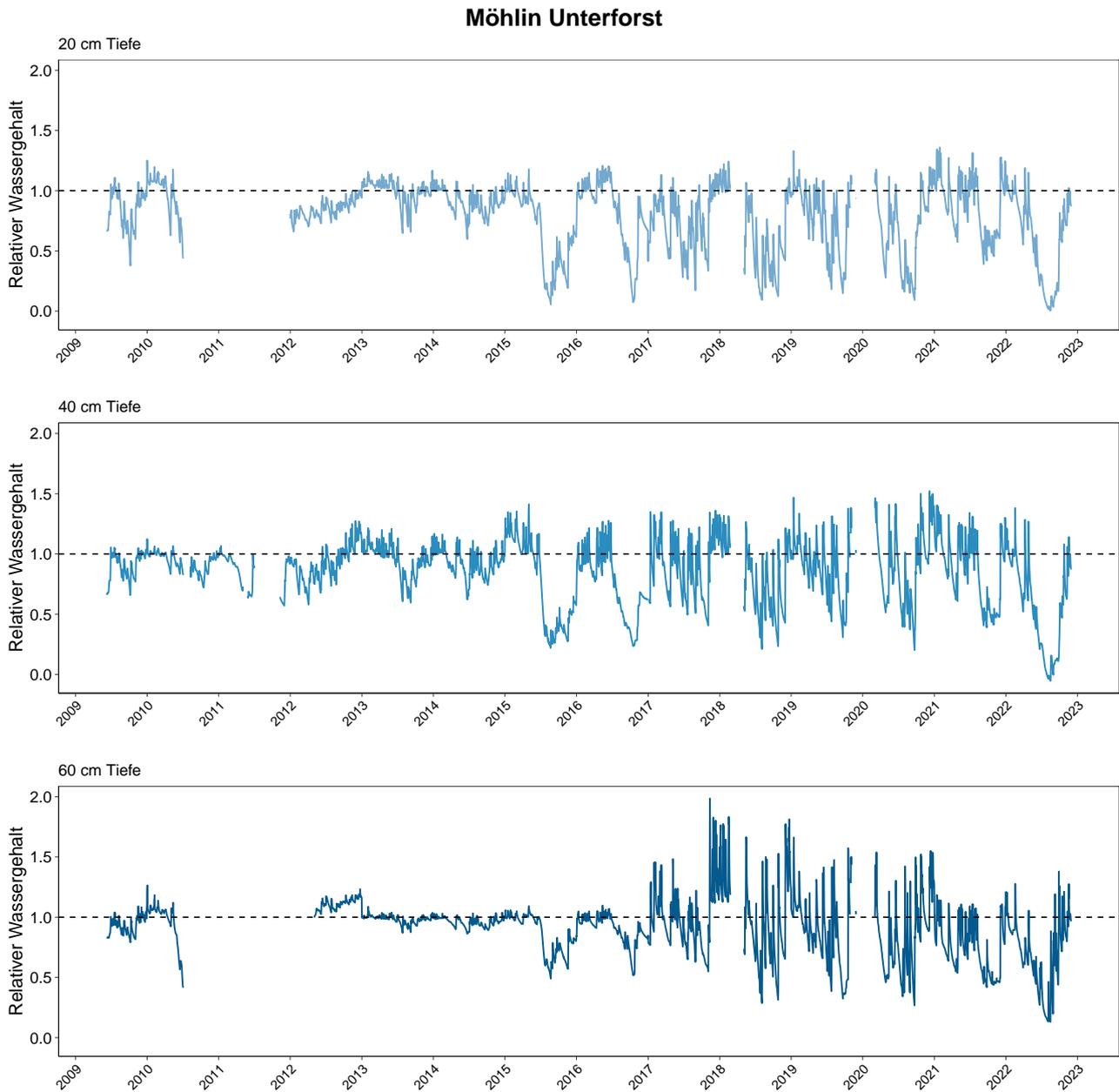


**Abb. 368.** Jährliche Frachten in der Bodenlösung der Beobachtungsfläche Sagno (TI) Fichten in 60 cm Tiefe. **A)** basische Kationen **B)** Aluminium, **C)** N-Fracht mit dem Grenzwert für N-Auswaschung als Punktlinie ( $\leq 500\text{m}=4$ ,  $\geq 1500\text{m}=2$ , dazwischen mit linearem Gradienten von  $4-2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , **D)** Sickerwassermenge.

# 16 | Bodenwasser Einzelstandorte

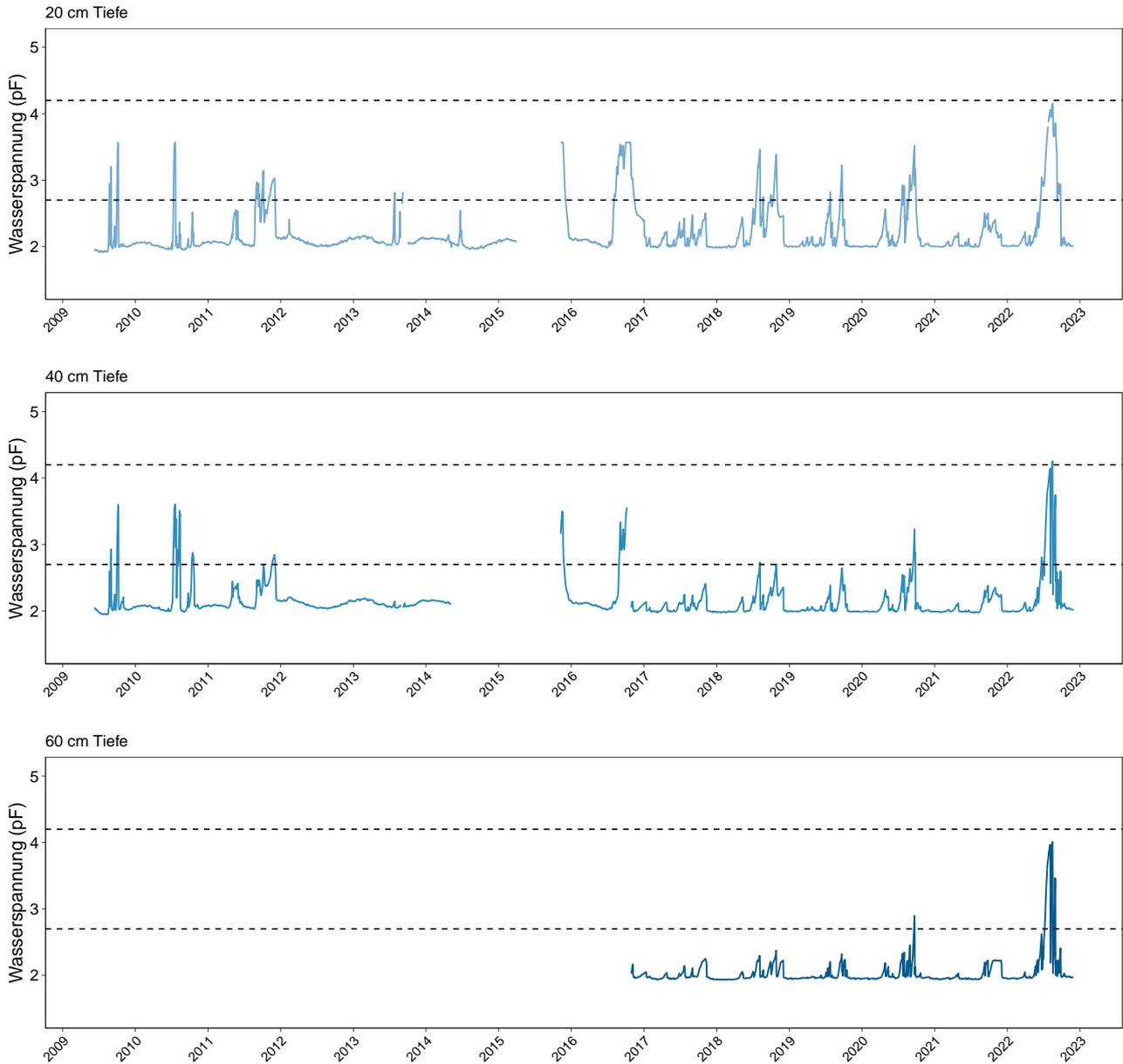
## 16.1 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton AG

### 16.1.1 Möhlin Unterforst (AG)



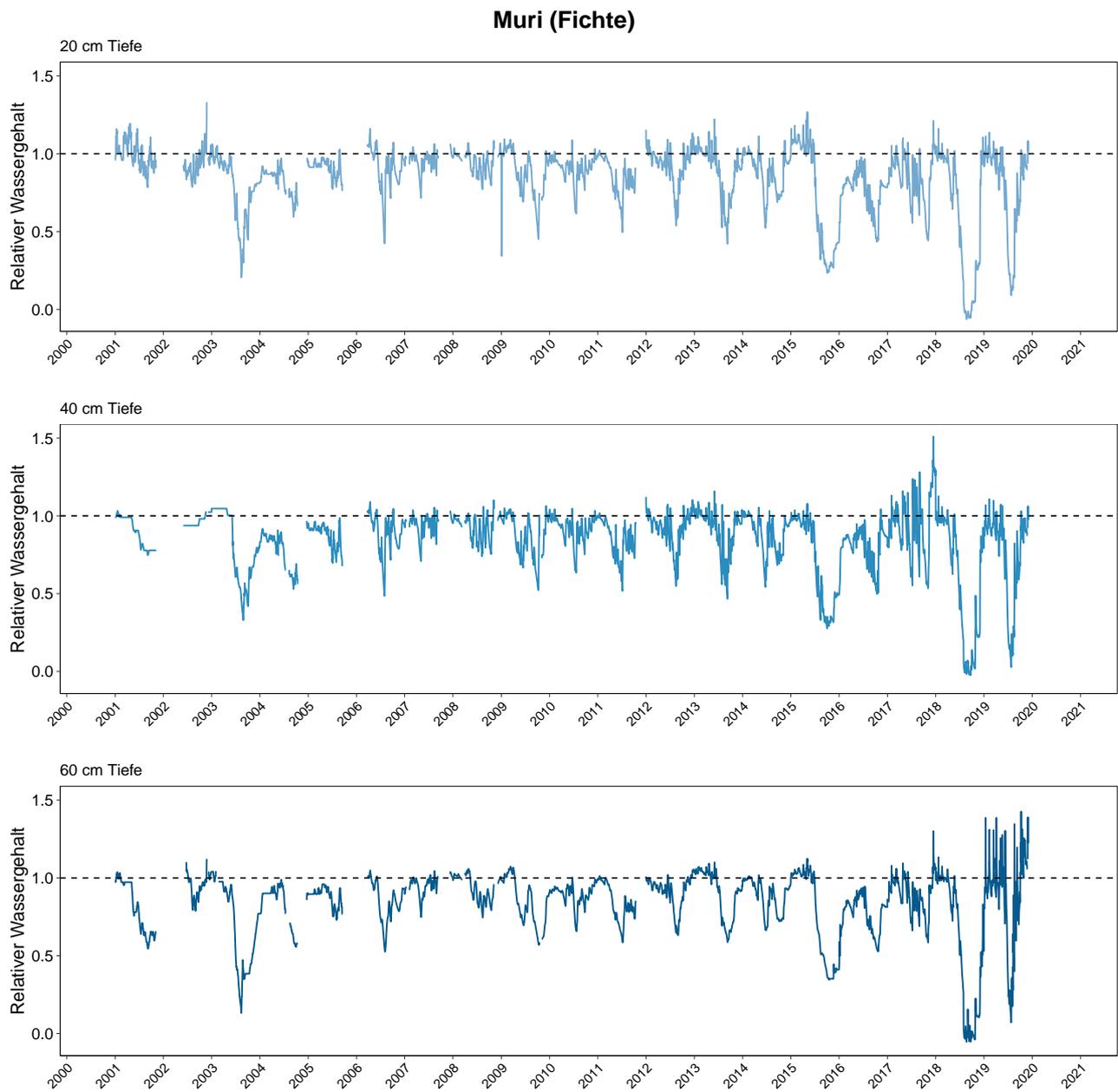
**Abb. 369.** Relativer Bodenwassergehalt in Möhlin. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

## Möhlin Unterforst

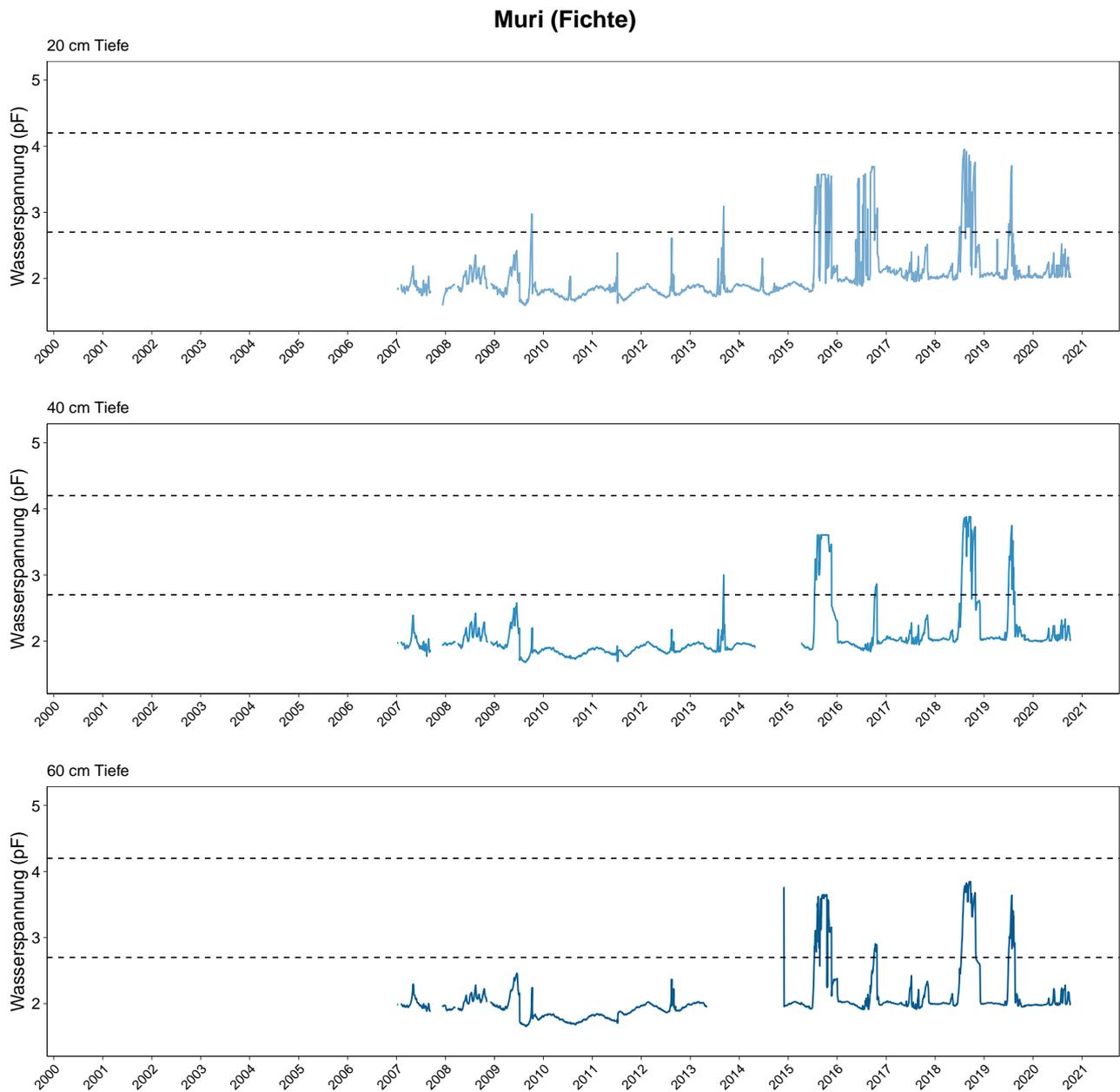


**Abb. 370.** Bodenwasserspannung in Möhlin in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.1.2 Muri (AG)

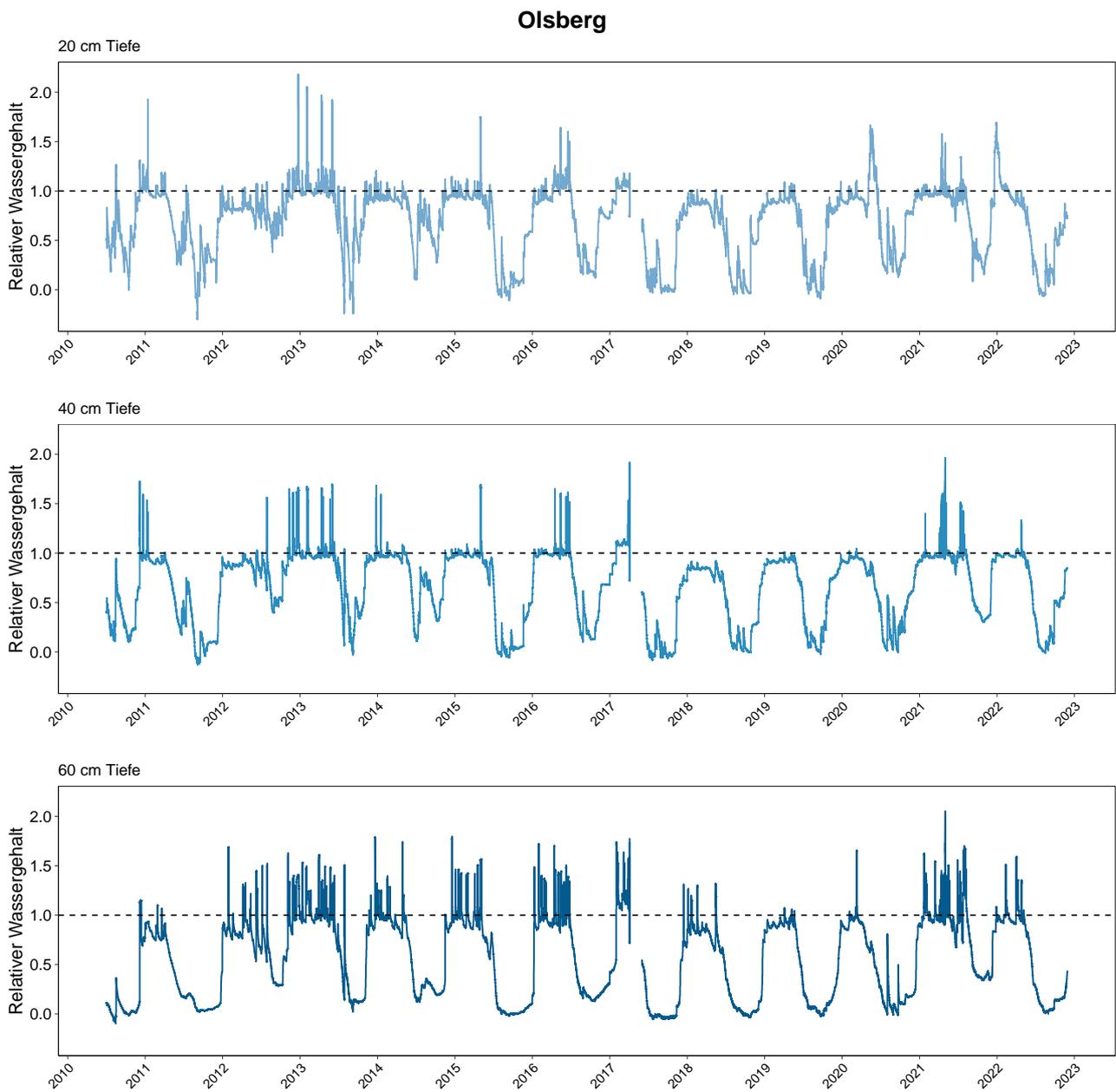


**Abb. 371.** Relativer Bodenwassergehalt in Muri. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin. Die Fläche musste 2022 wegen Totalausfalls durch Borkenkäfer und Sturm aufgegeben werden.

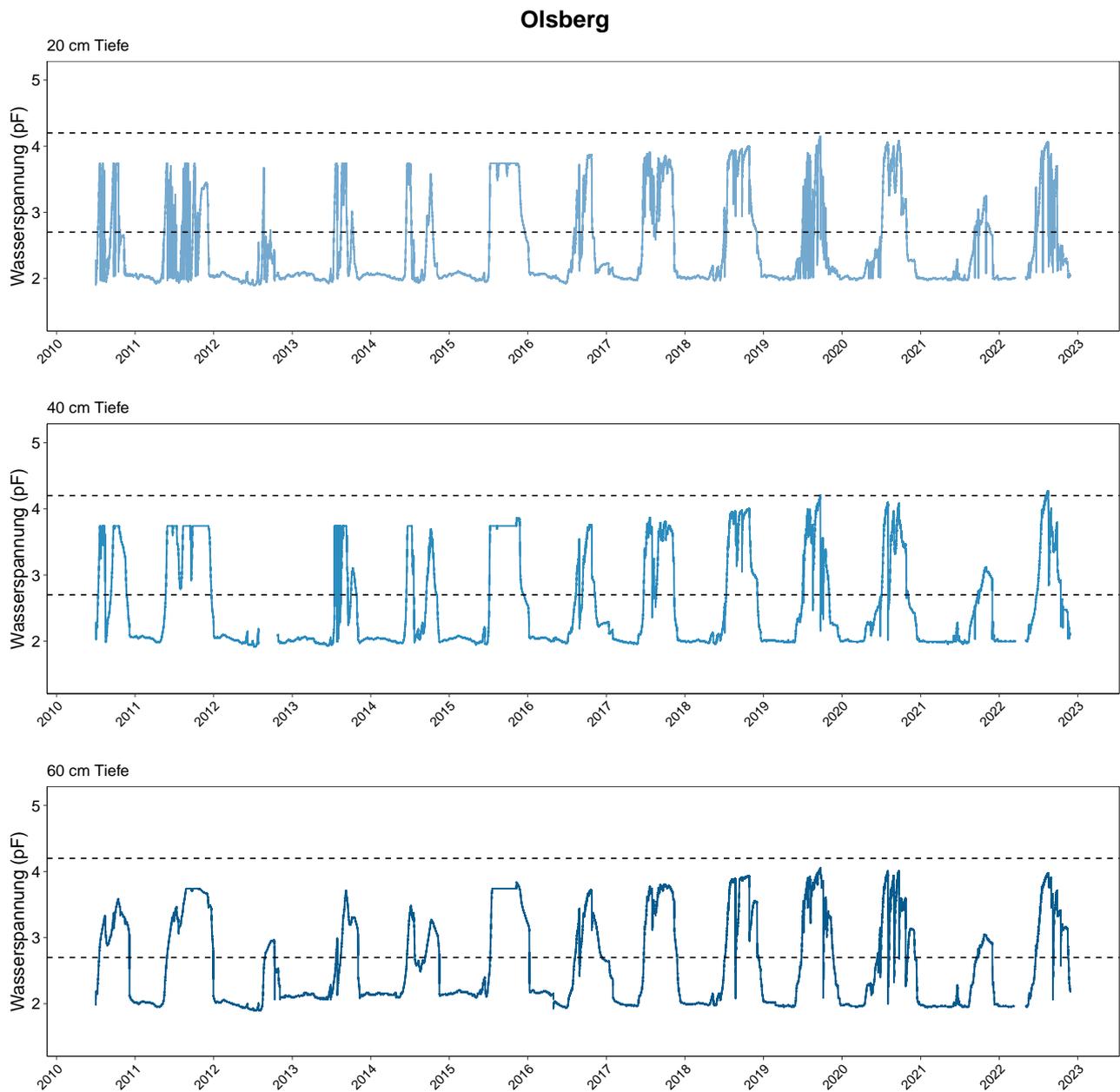


**Abb. 372.** Bodenwasserspannung in Muri in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

### 16.1.3 Olsberg (AG)



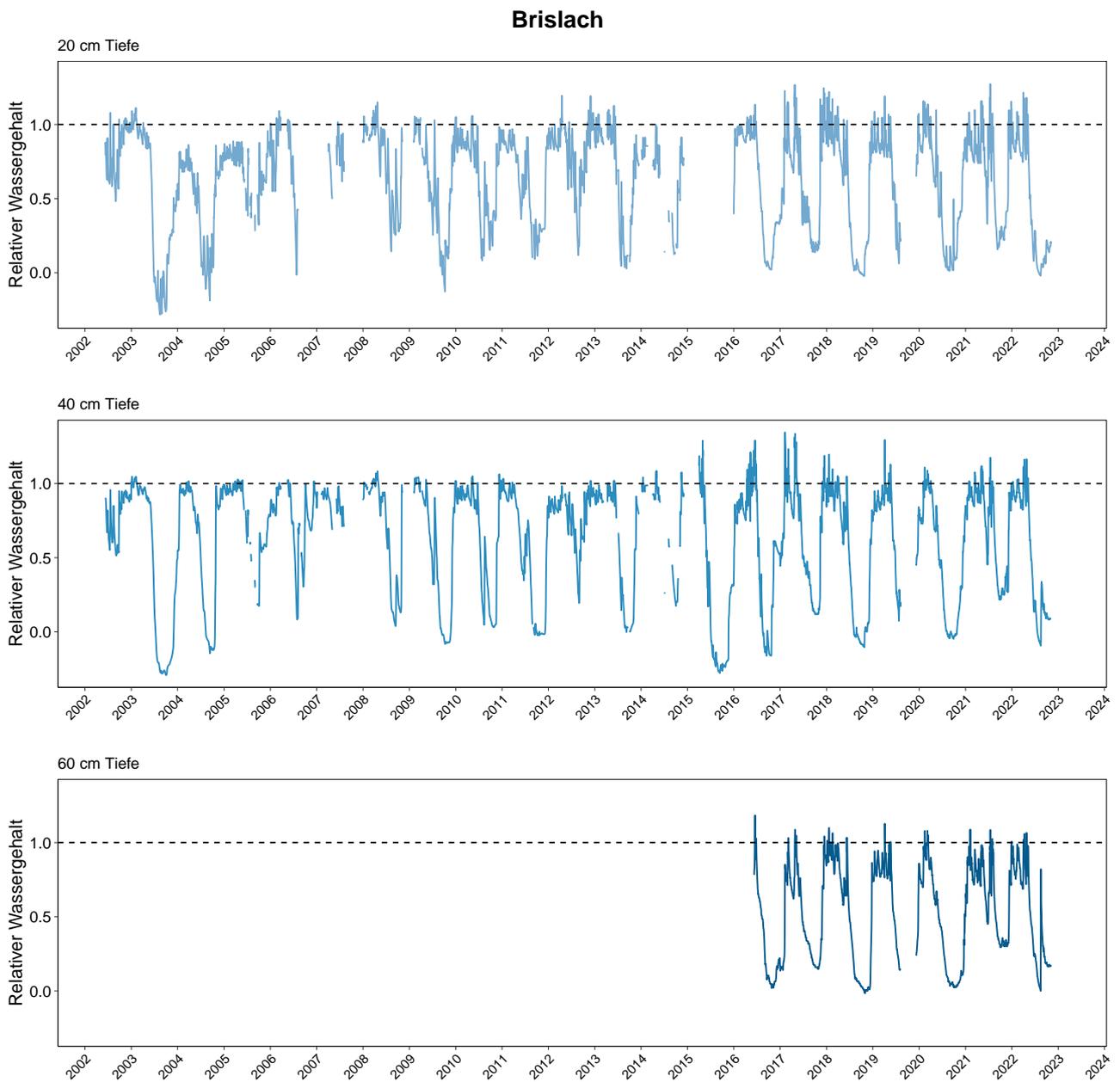
**Abb. 373.** Relativer Bodenwassergehalt in Olsberg. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



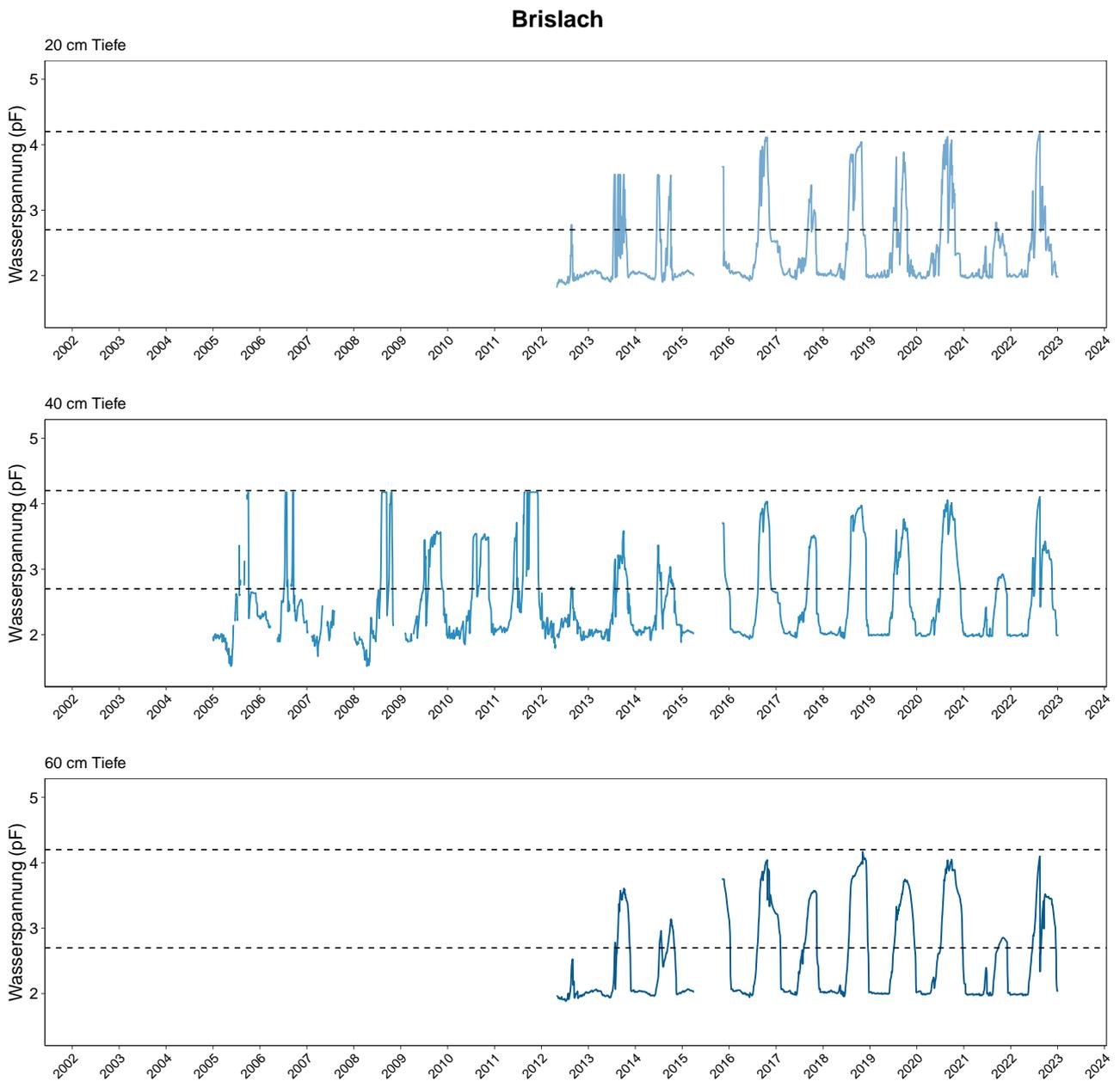
**Abb. 374.** Bodenwasserspannung in Olsberg in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.2 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton BL

### 16.2.1 Brislach (BL)

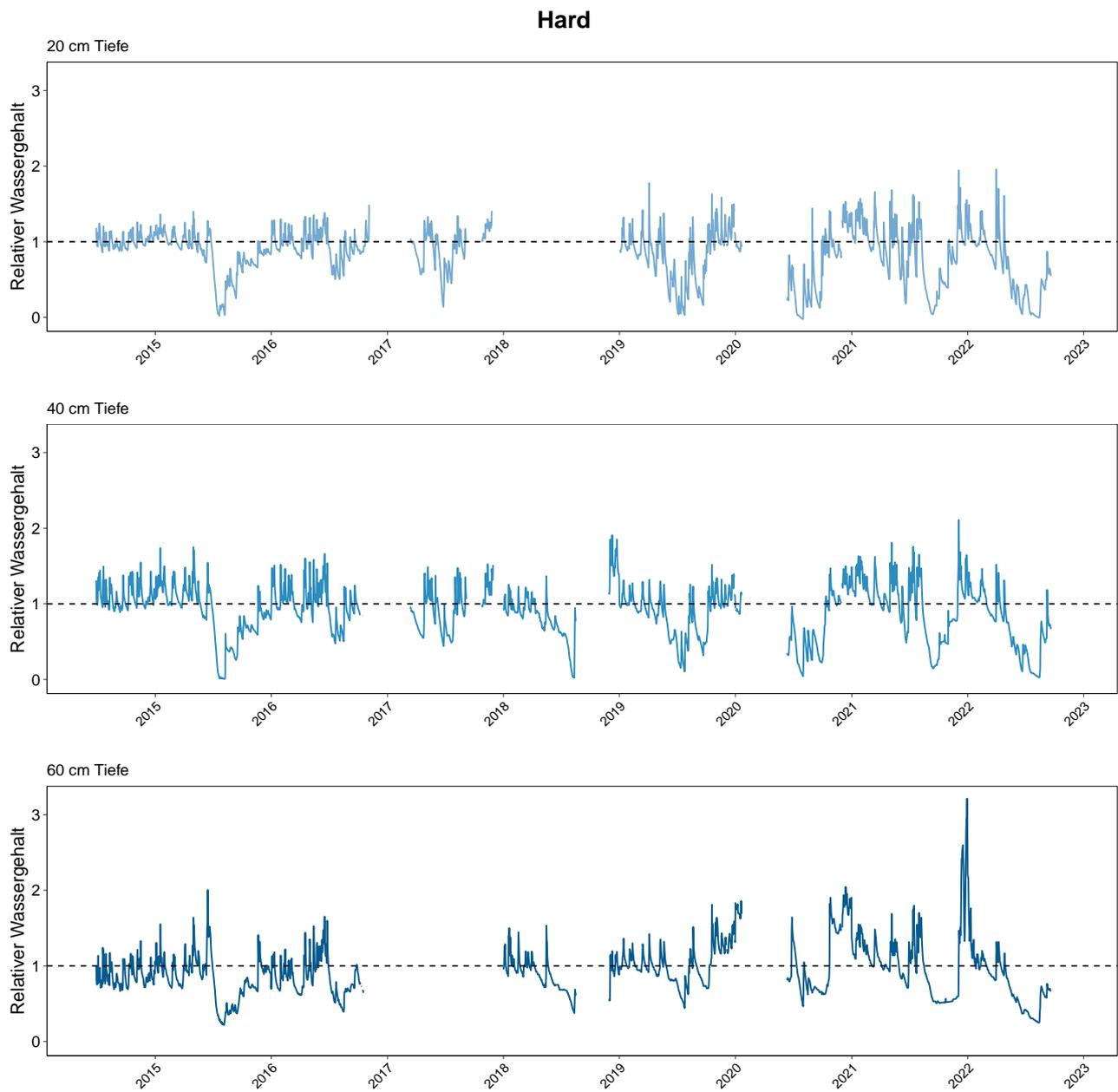


**Abb. 375.** Relativer Bodenwassergehalt in Brislach. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

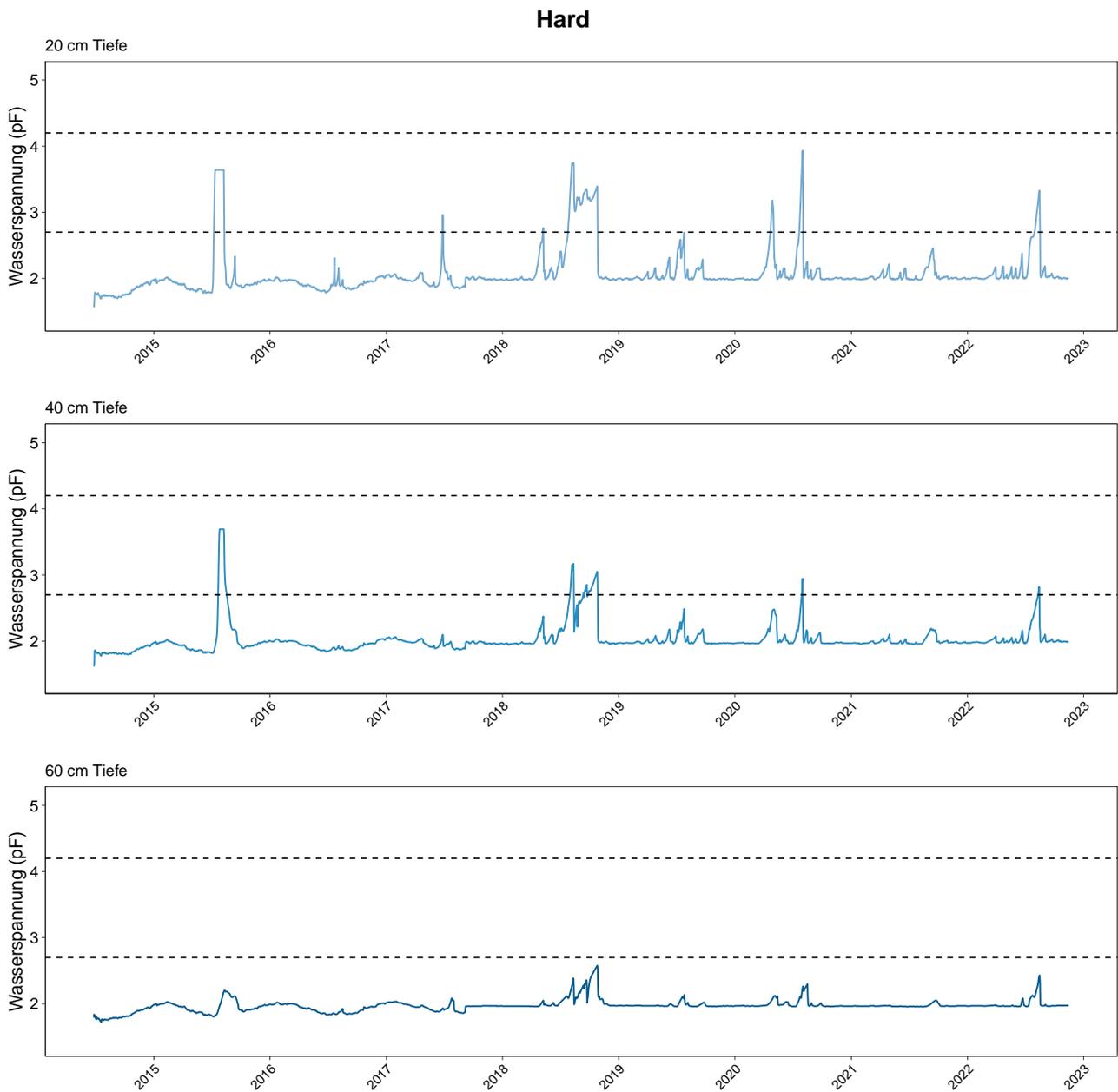


**Abb. 376.** Bodenwasserspannung in Brislach in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.2.2 Hard Muttenz (BL) Provenienzfläche

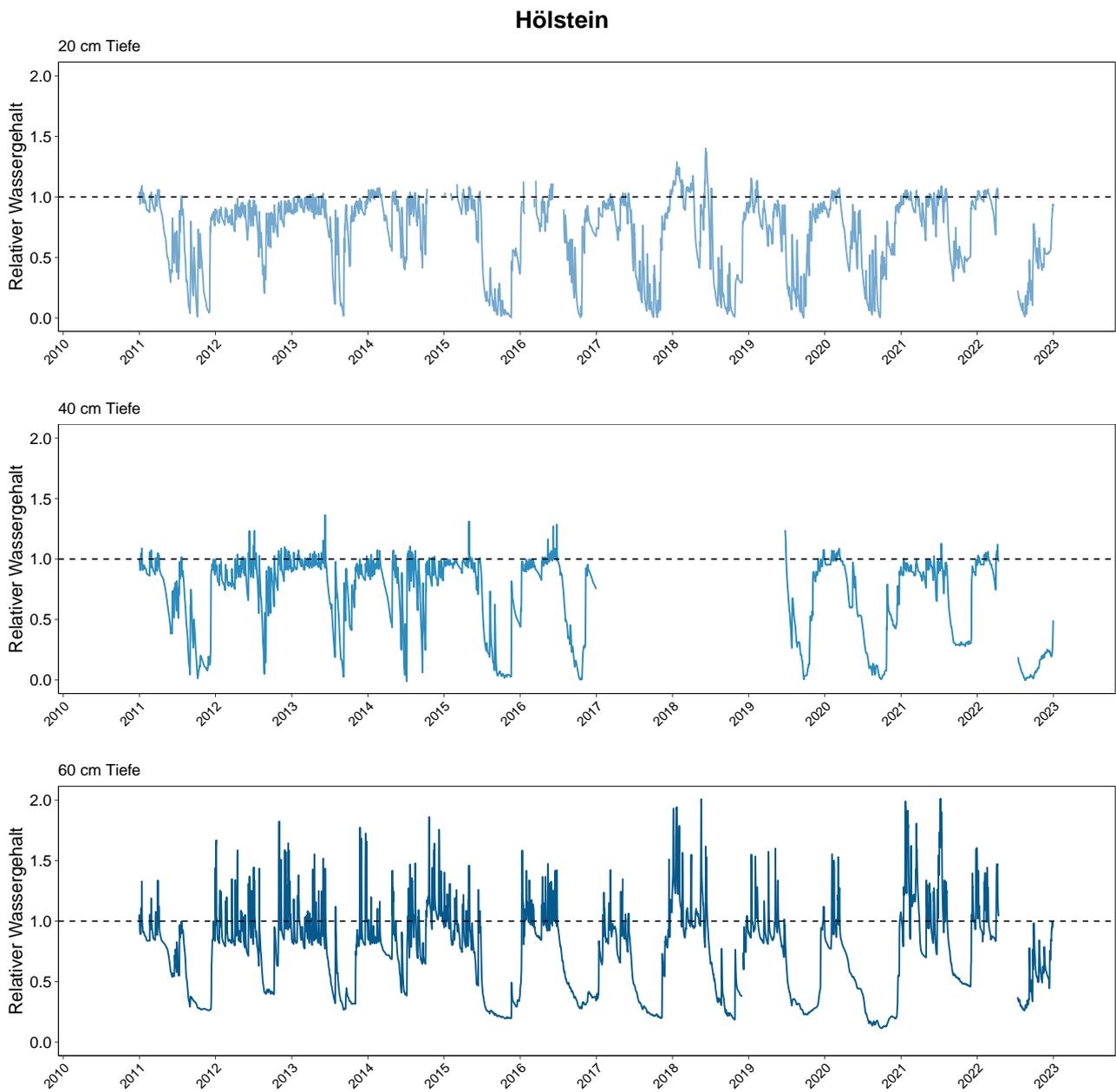


**Abb. 377.** Relativer Bodenwassergehalt in der Provenienzfläche Muttenz Hard. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

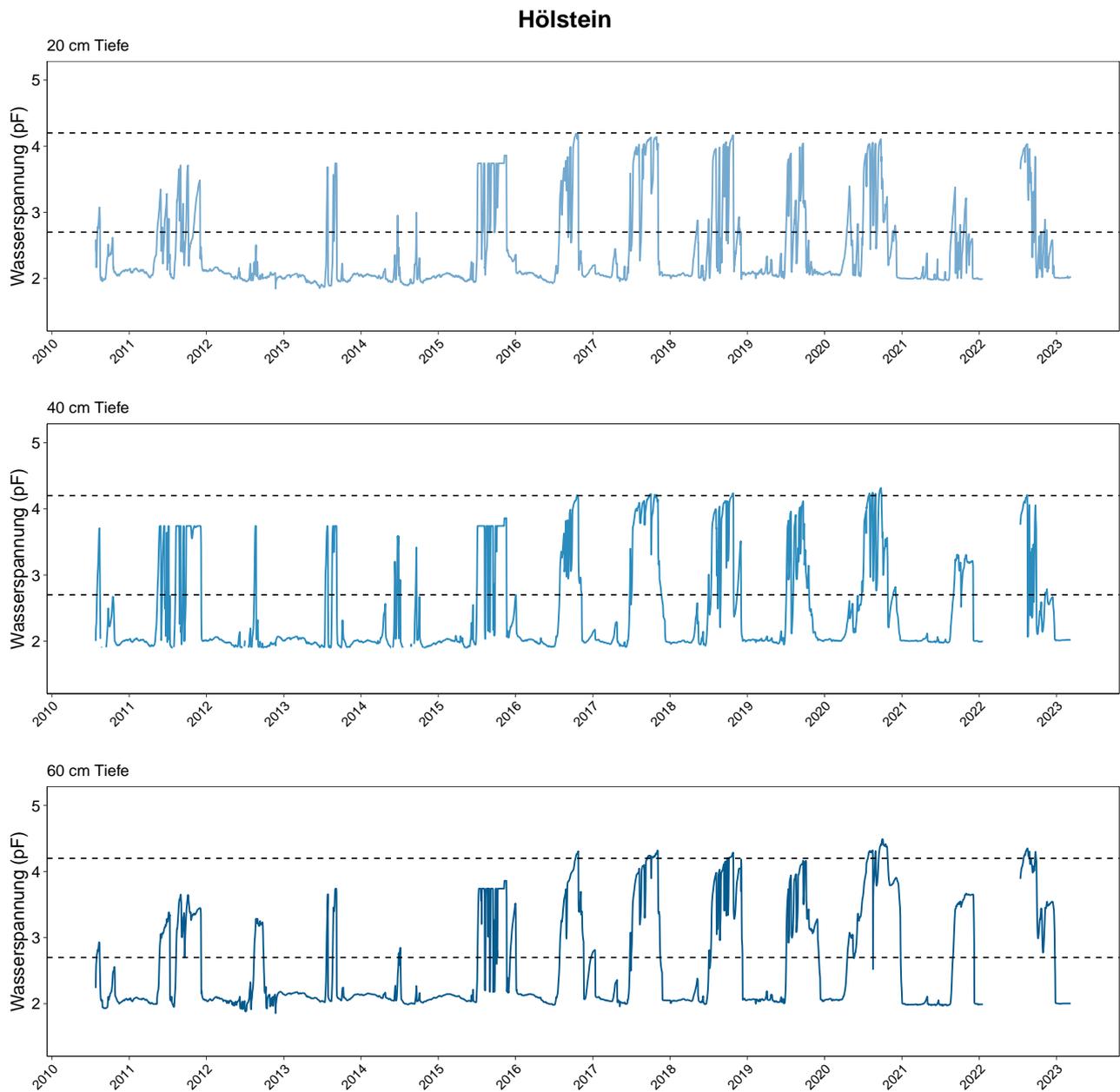


**Abb. 378.** Bodenwasserspannung in der Provenienzfläche Muttentz Hard in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

### 16.2.3 Hölstein (BL)

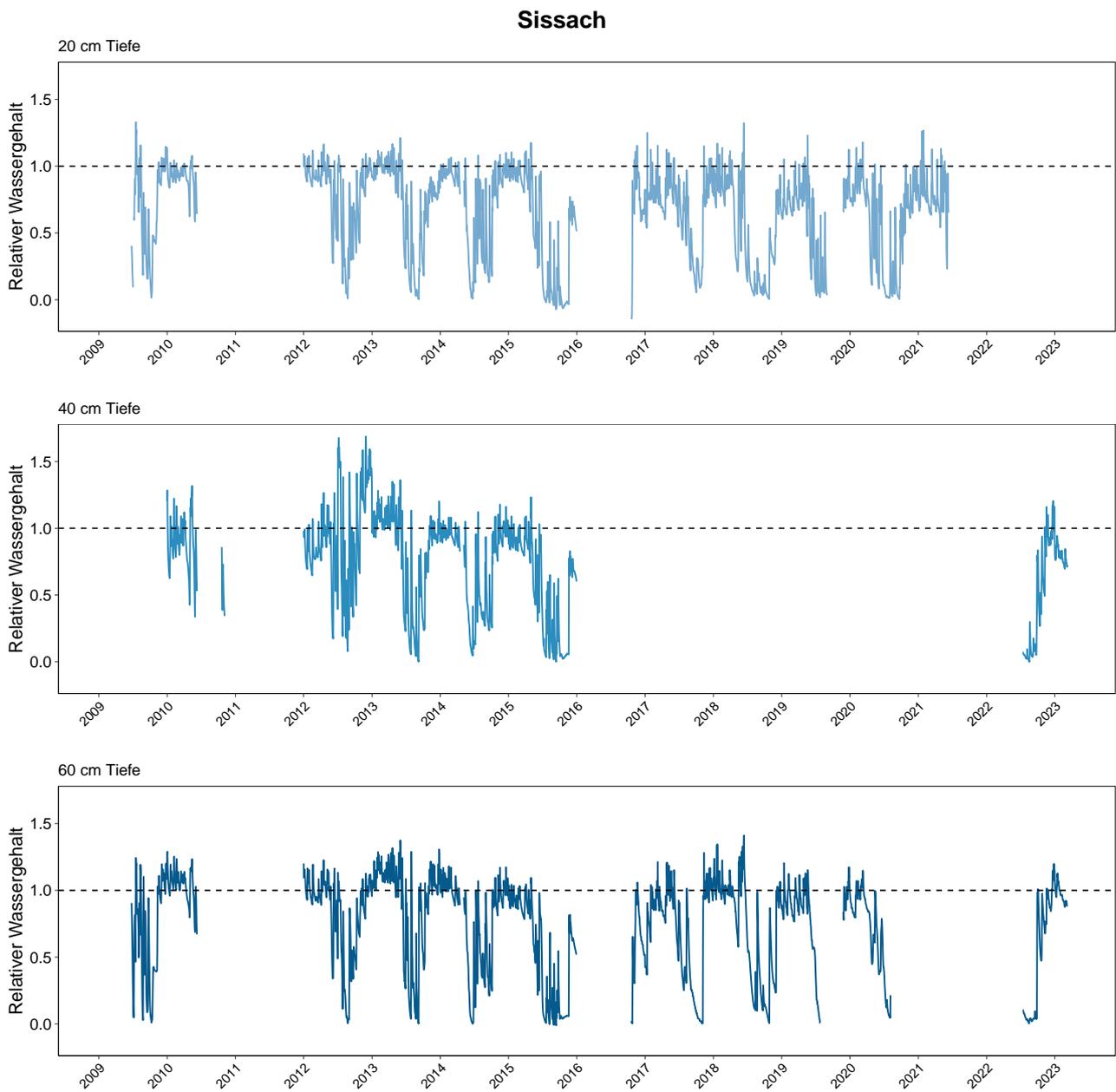


**Abb. 379.** Relativer Bodenwassergehalt in der Eichenbeobachtungsfläche Hölstein. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



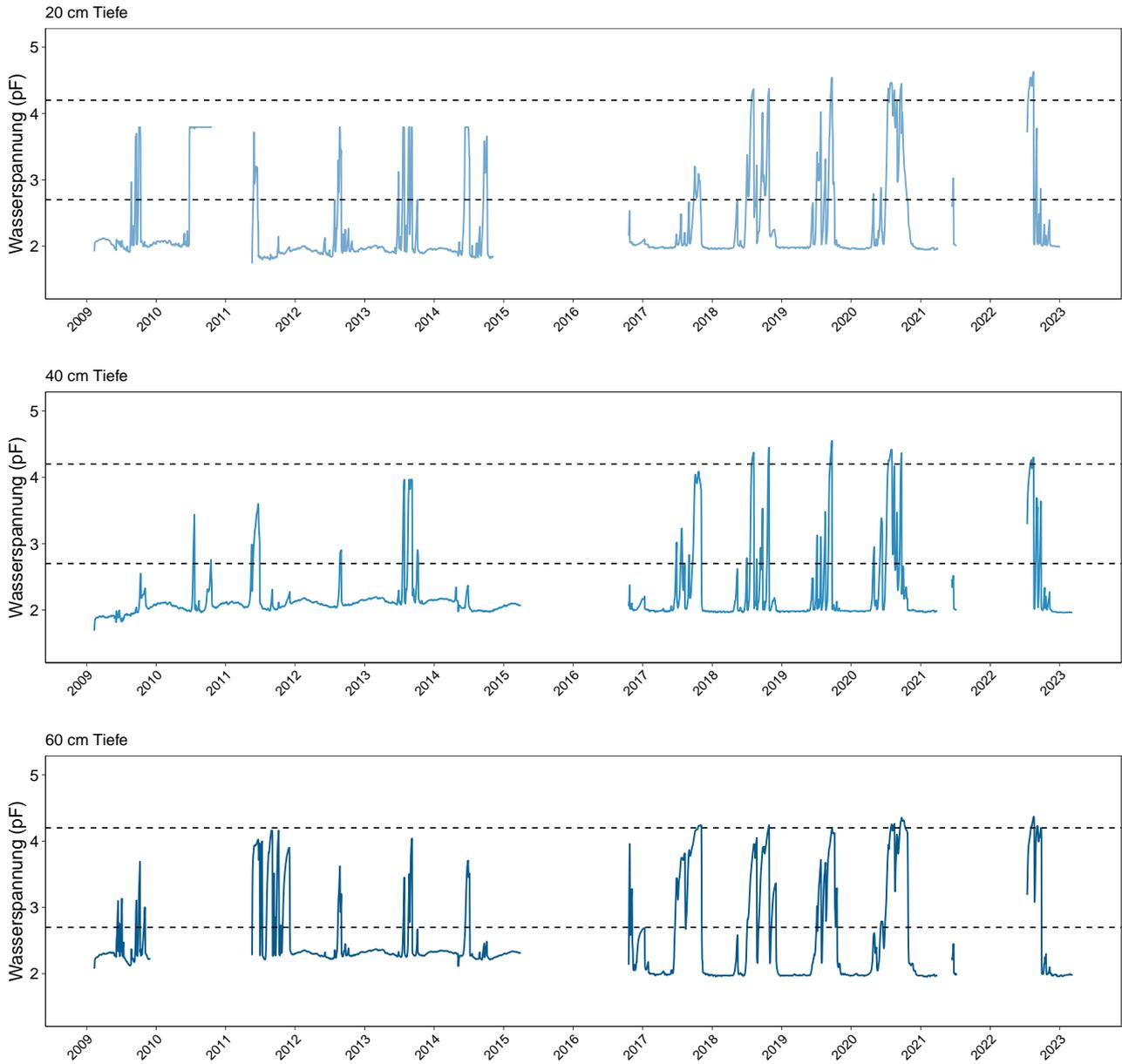
**Abb. 380.** Bodenwasserspannung in der Eichenbeobachtungsfläche Hölstein in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.2.4 Sissach (BL)



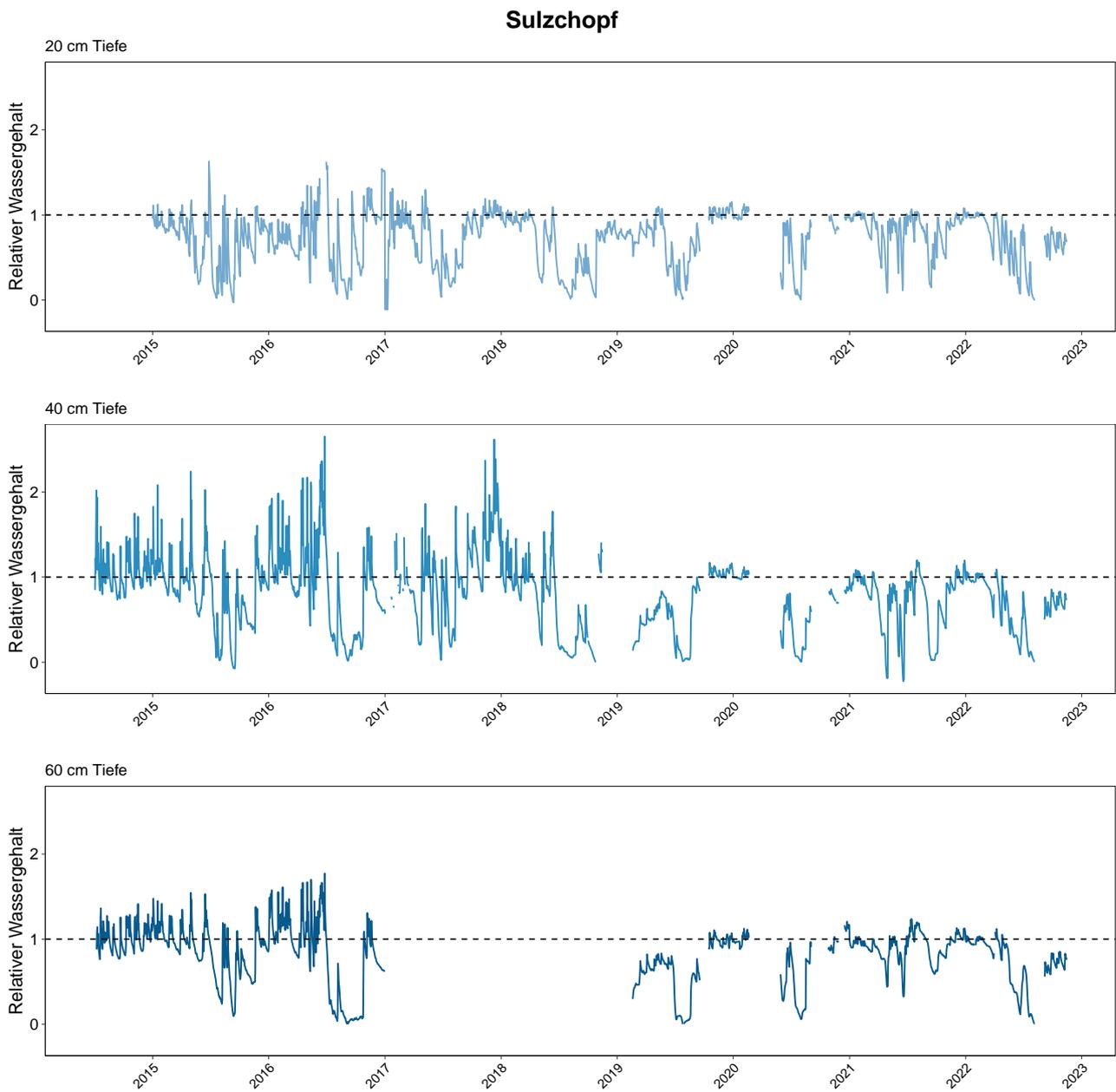
**Abb. 381.** Relativer Bodenwassergehalt in Sissach. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

## Sissach

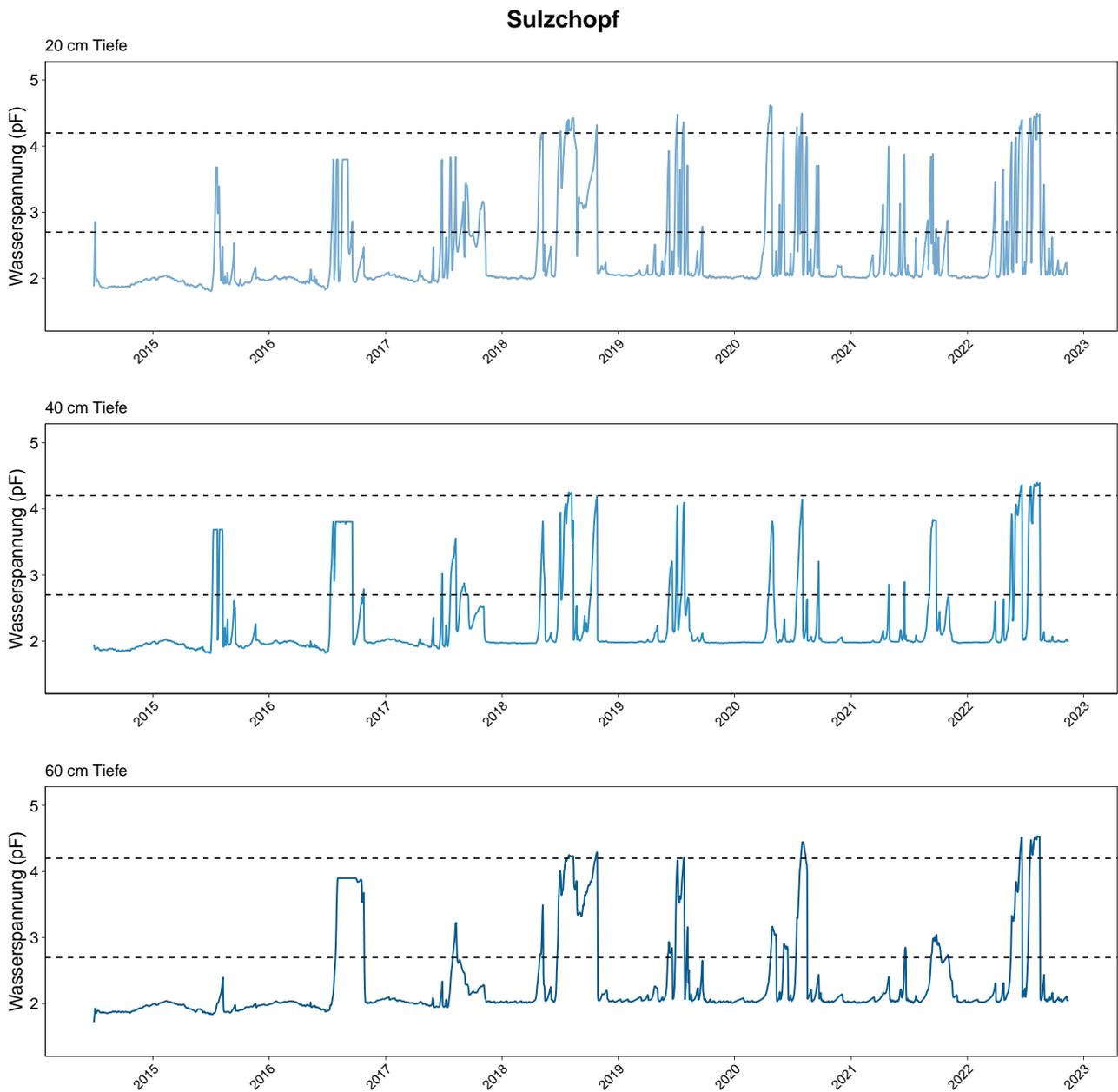


**Abb. 382.** Bodenwasserspannung in Sissach in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.2.5 Pratteln Sulzchopf (BL)



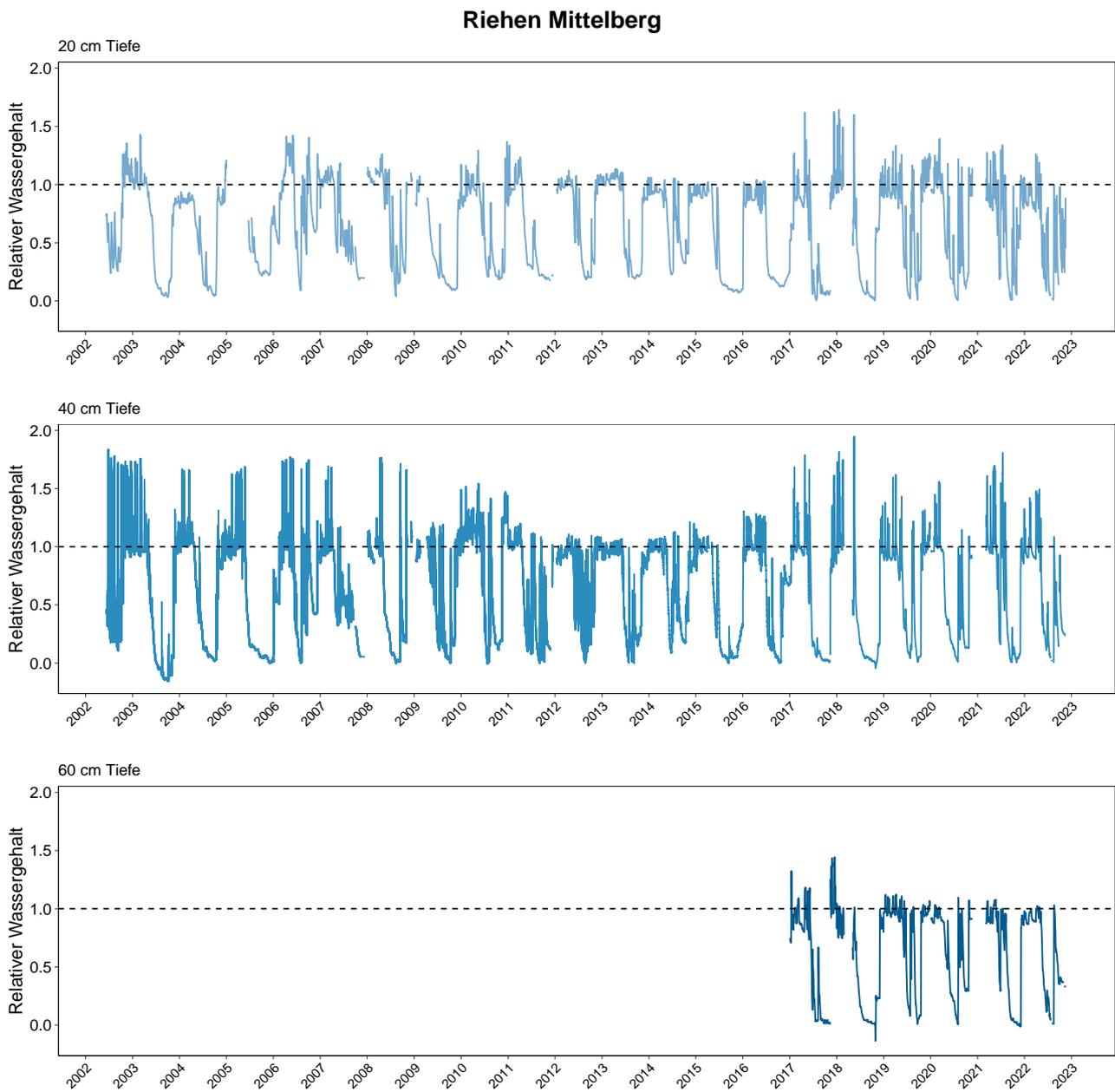
**Abb. 383.** Relativer Bodenwassergehalt in Pratteln Sulzchopf. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



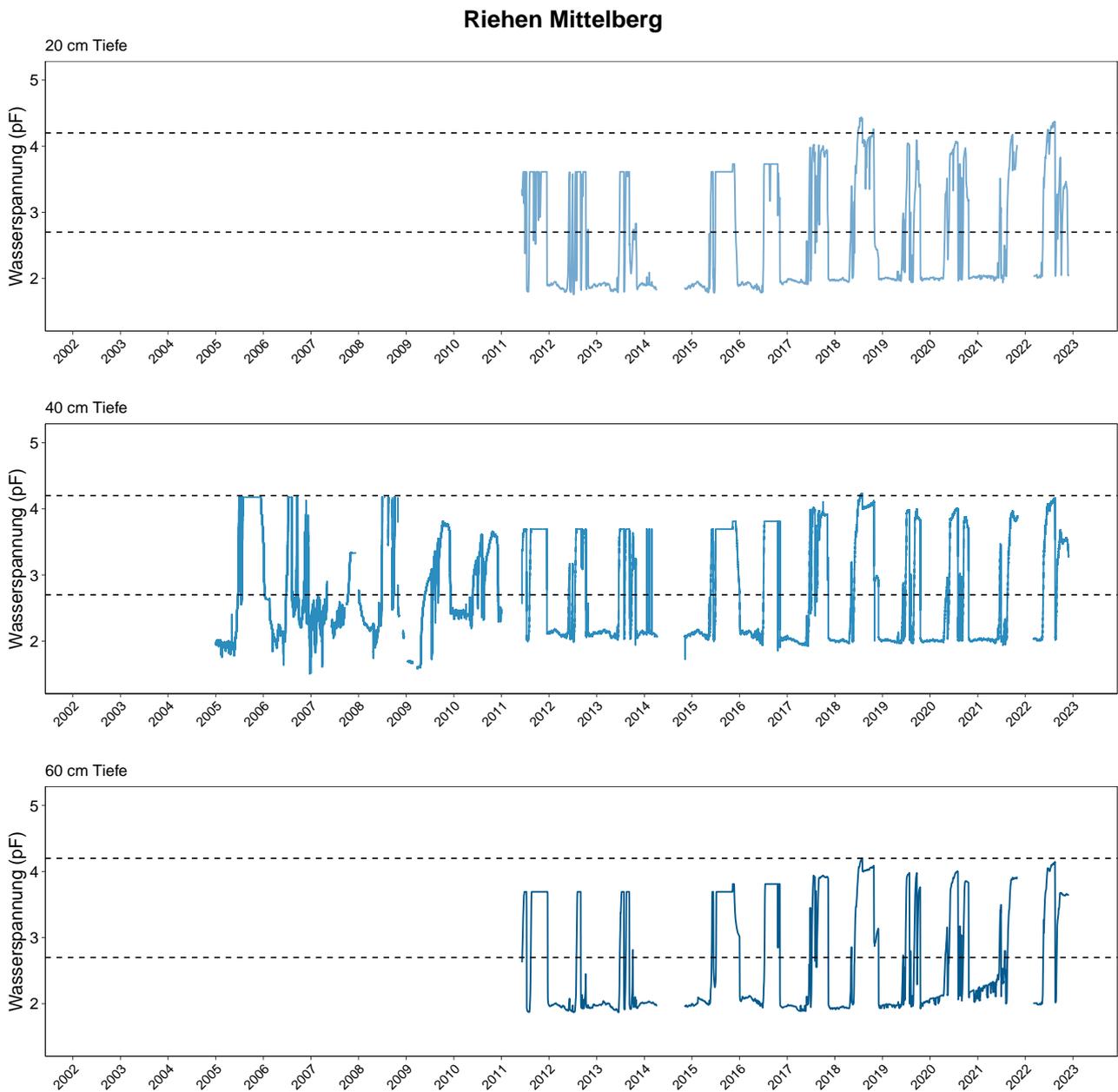
**Abb. 384.** Bodenwasserspannung in Pratteln Sulzchopf in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

### 16.3 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton BS

### 16.3.1 Riehen Mittelberg (BS)



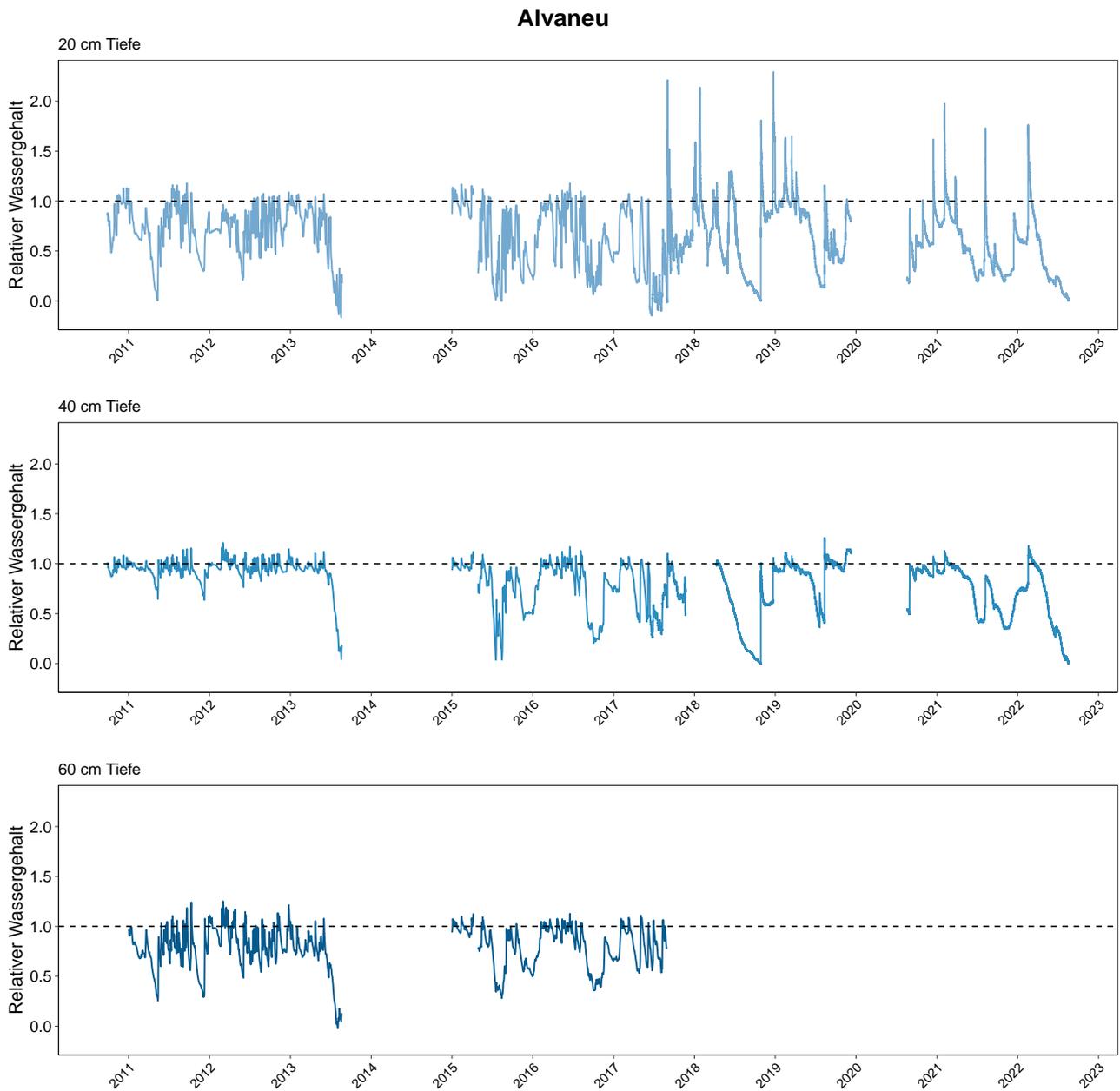
**Abb. 385.** Relativer Bodenwassergehalt in Riehen Mittelberg. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



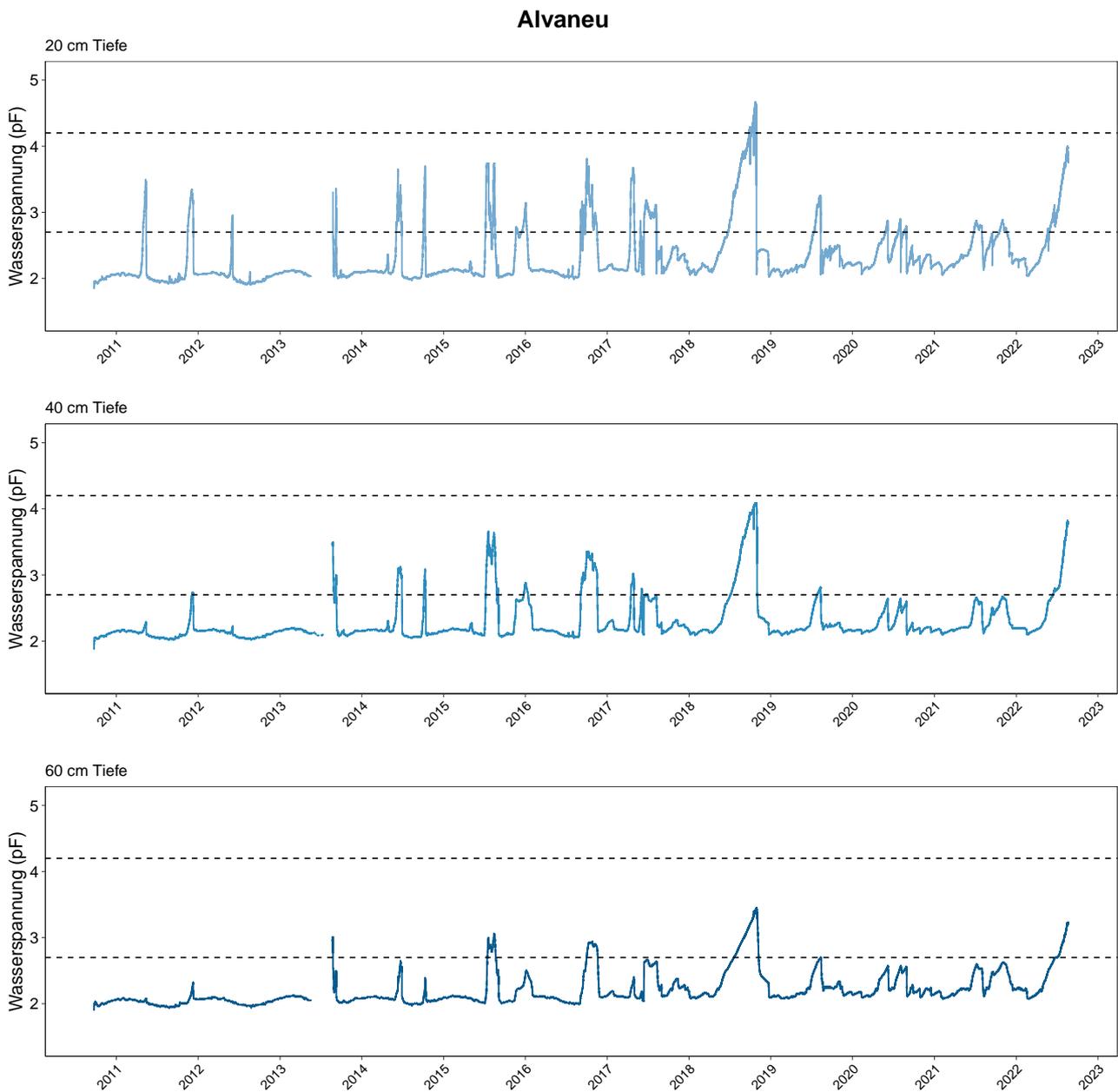
**Abb. 386.** Bodenwasserspannung in Riehen Mittelberg in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.4 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton GR

### 16.4.1 Alvaneu (GR)

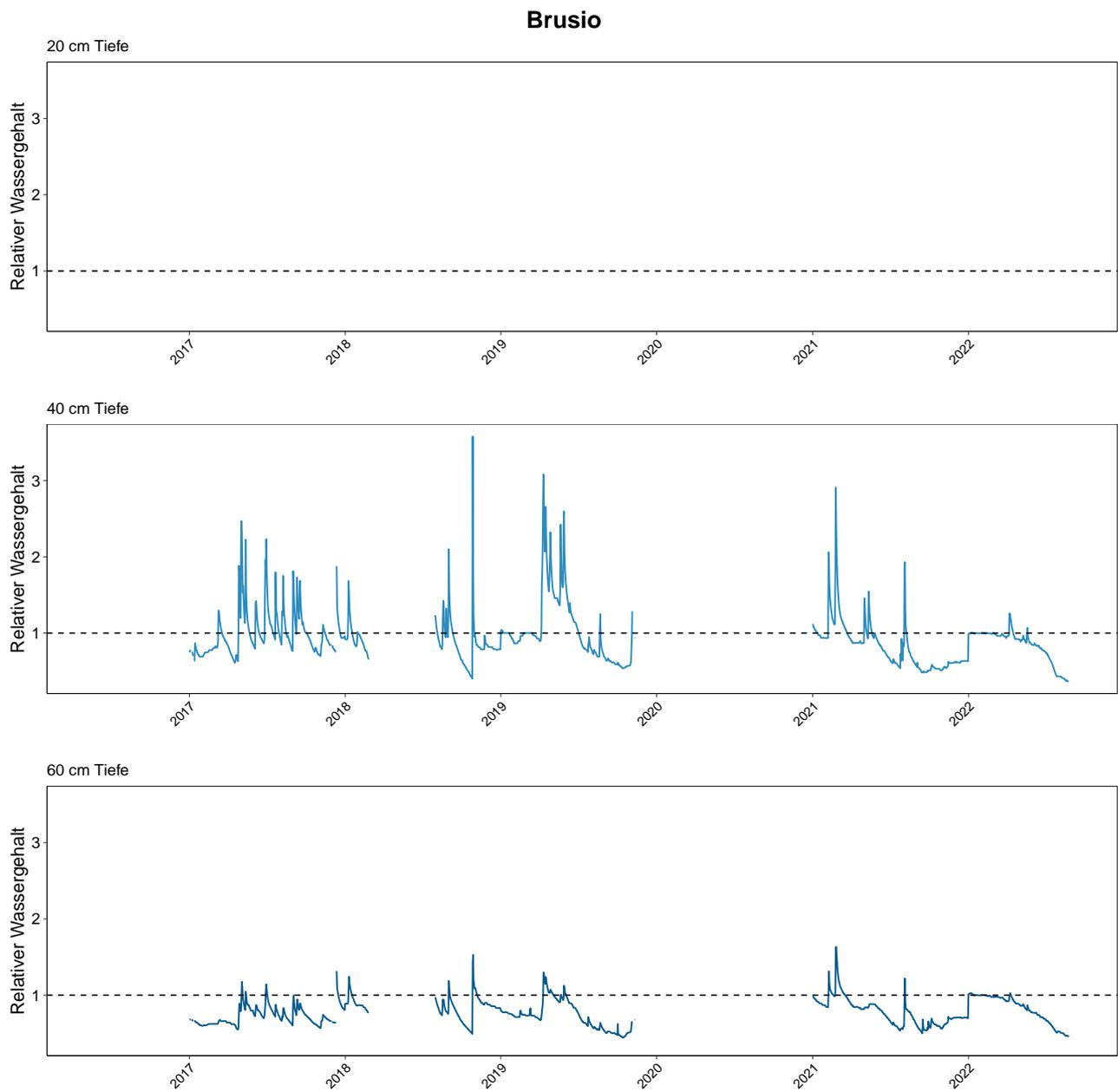


**Abb. 387.** Relativer Bodenwassergehalt in Alvaneu. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

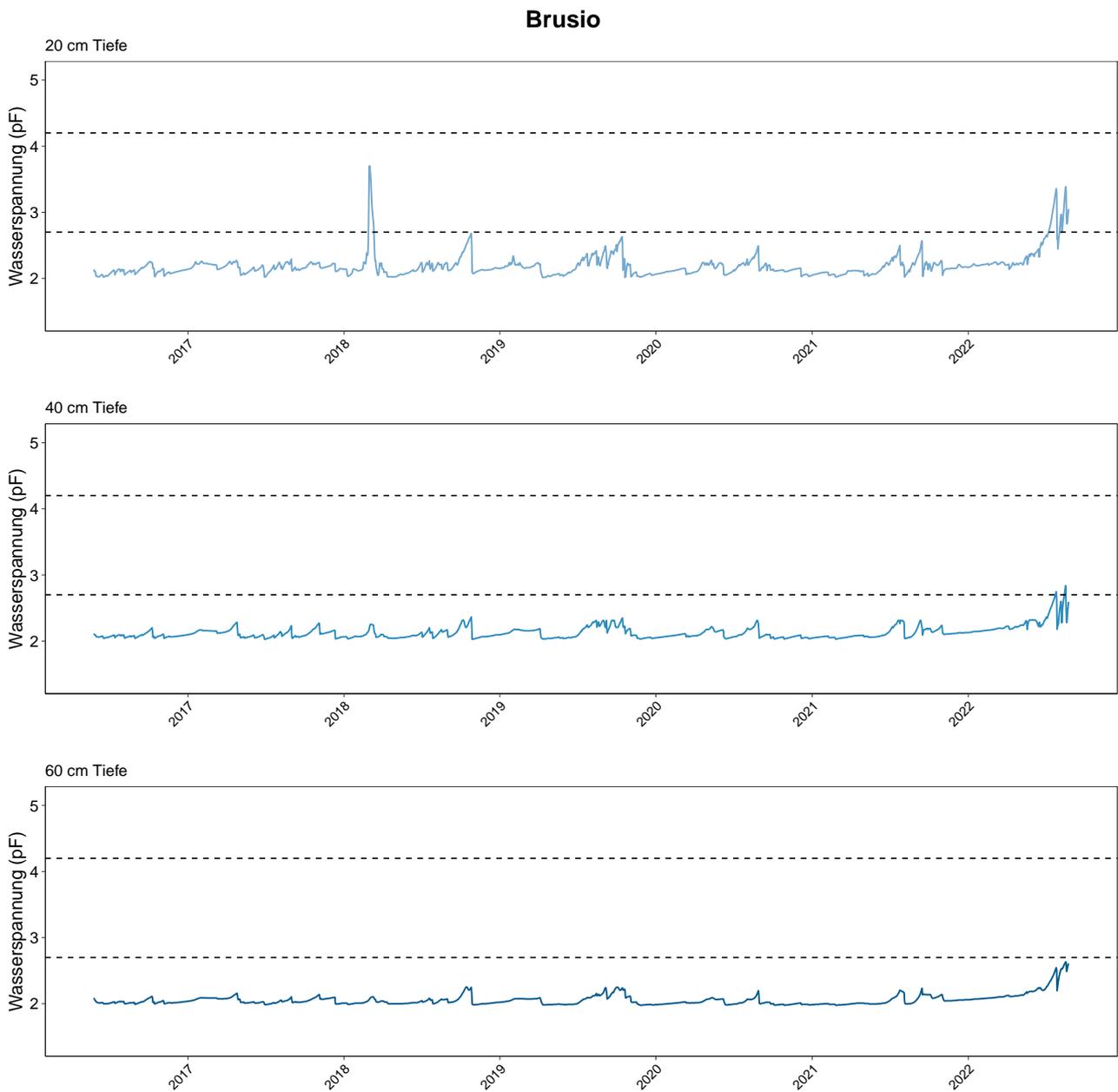


**Abb. 388.** Bodenwasserspannung in Alvaneu in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.4.2 Brusio (GR)

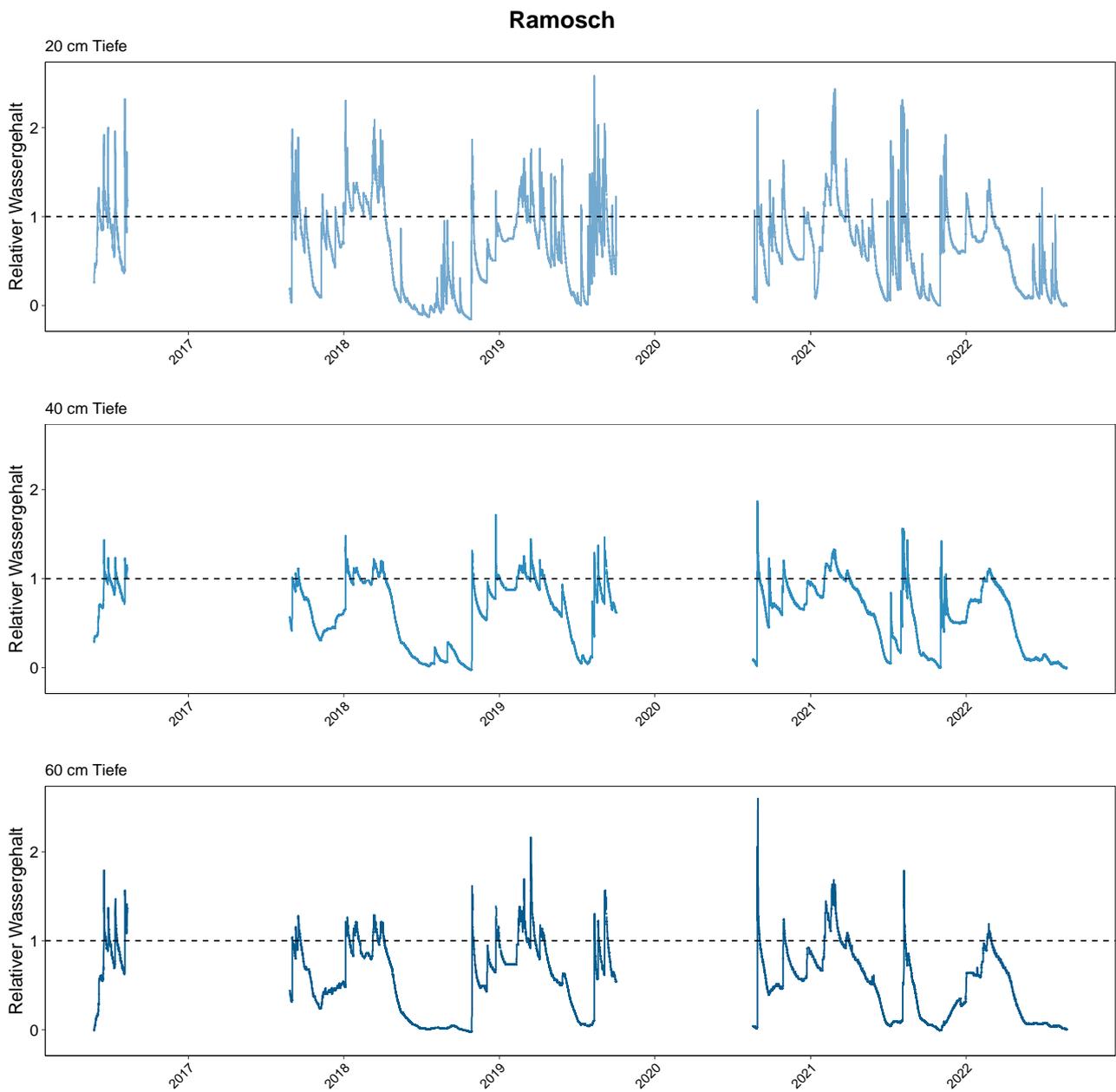


**Abb. 389.** Relativer Bodenwassergehalt in Brusio. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

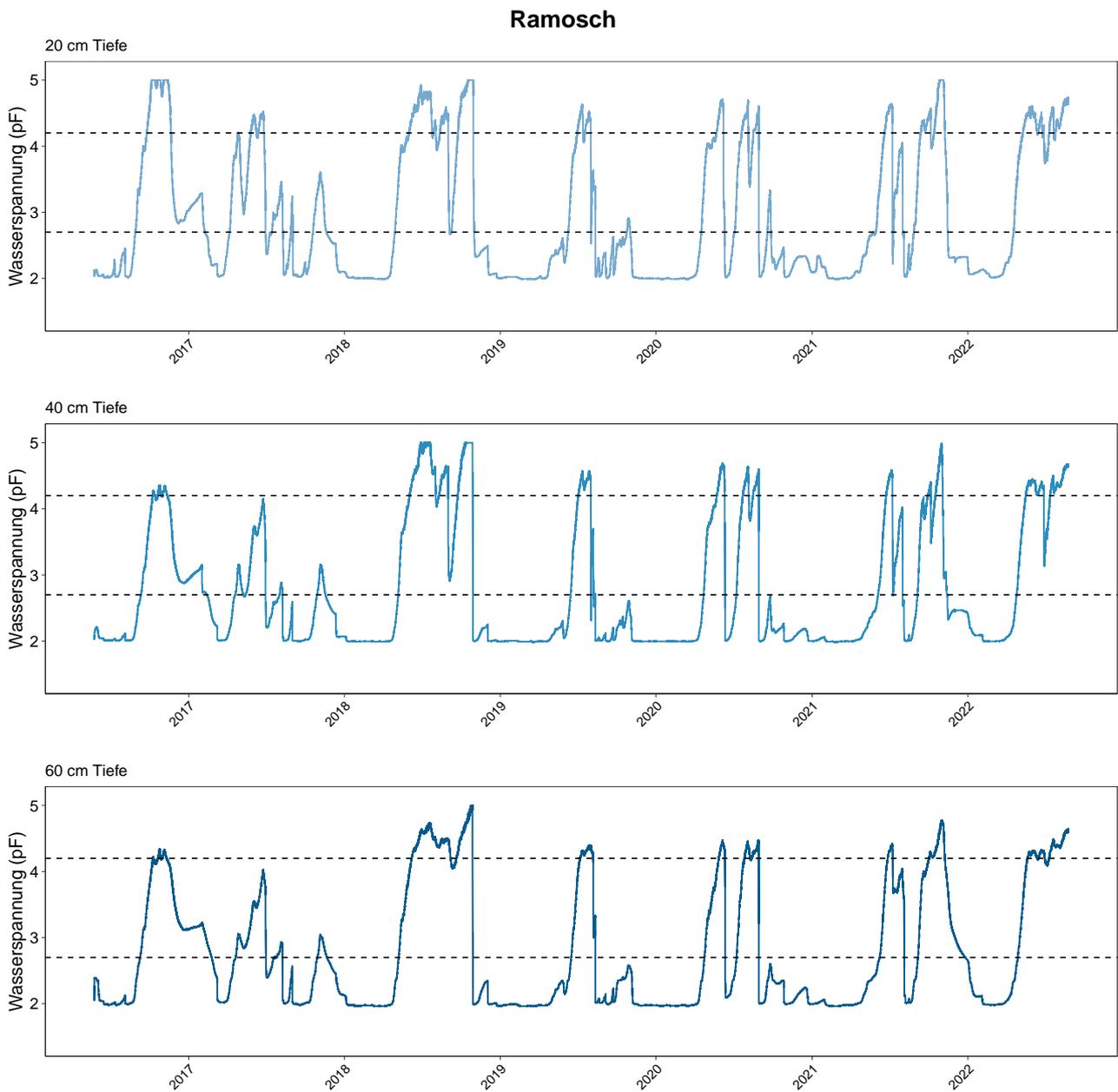


**Abb. 390.** Bodenwasserspannung in Brusio in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

### 16.4.3 Ramosch (GR)

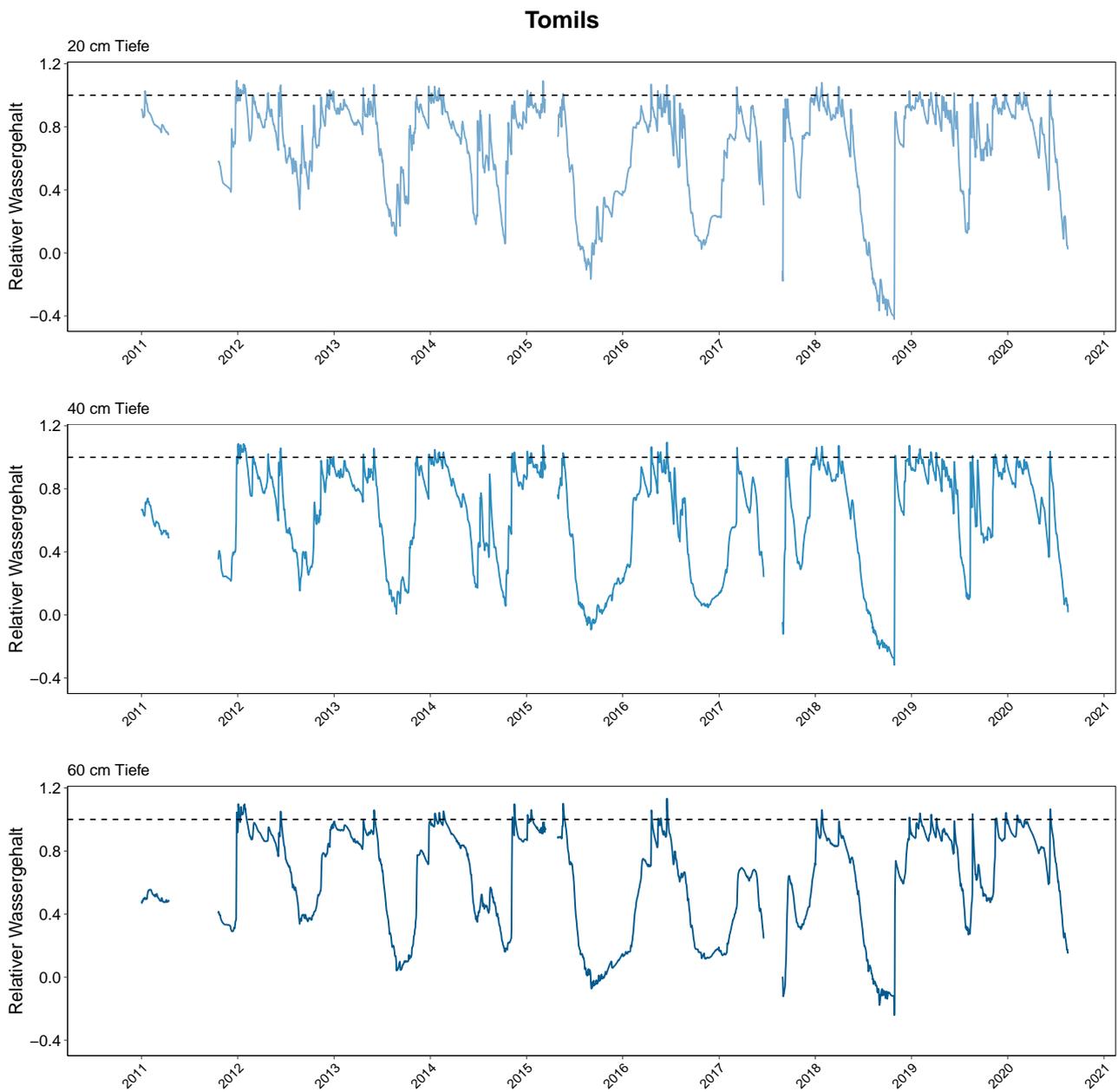


**Abb. 391.** Relativer Bodenwassergehalt in Ramosch. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

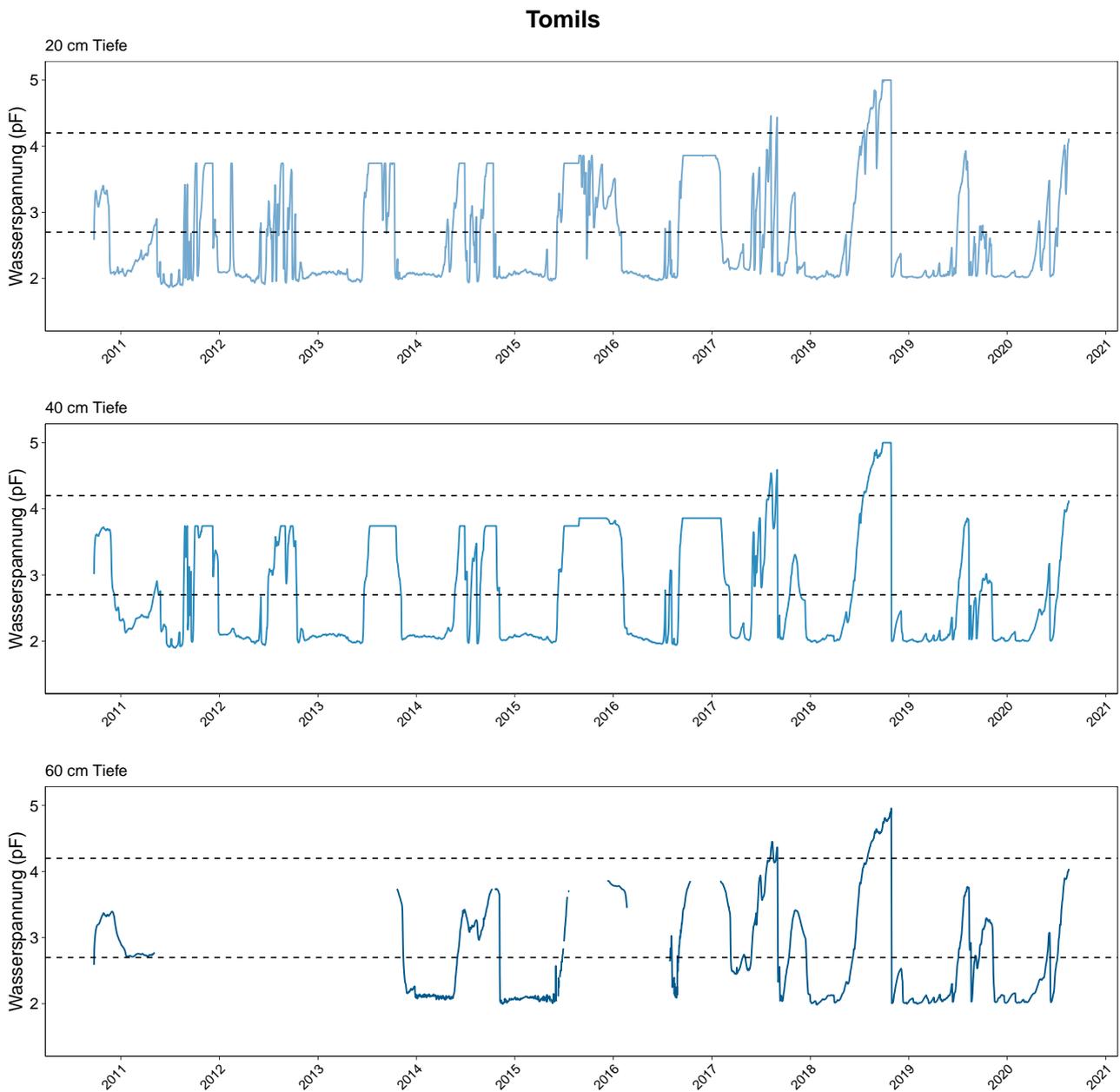


**Abb. 392.** Bodenwasserspannung in Ramosch in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.4.4 Tomils (GR)



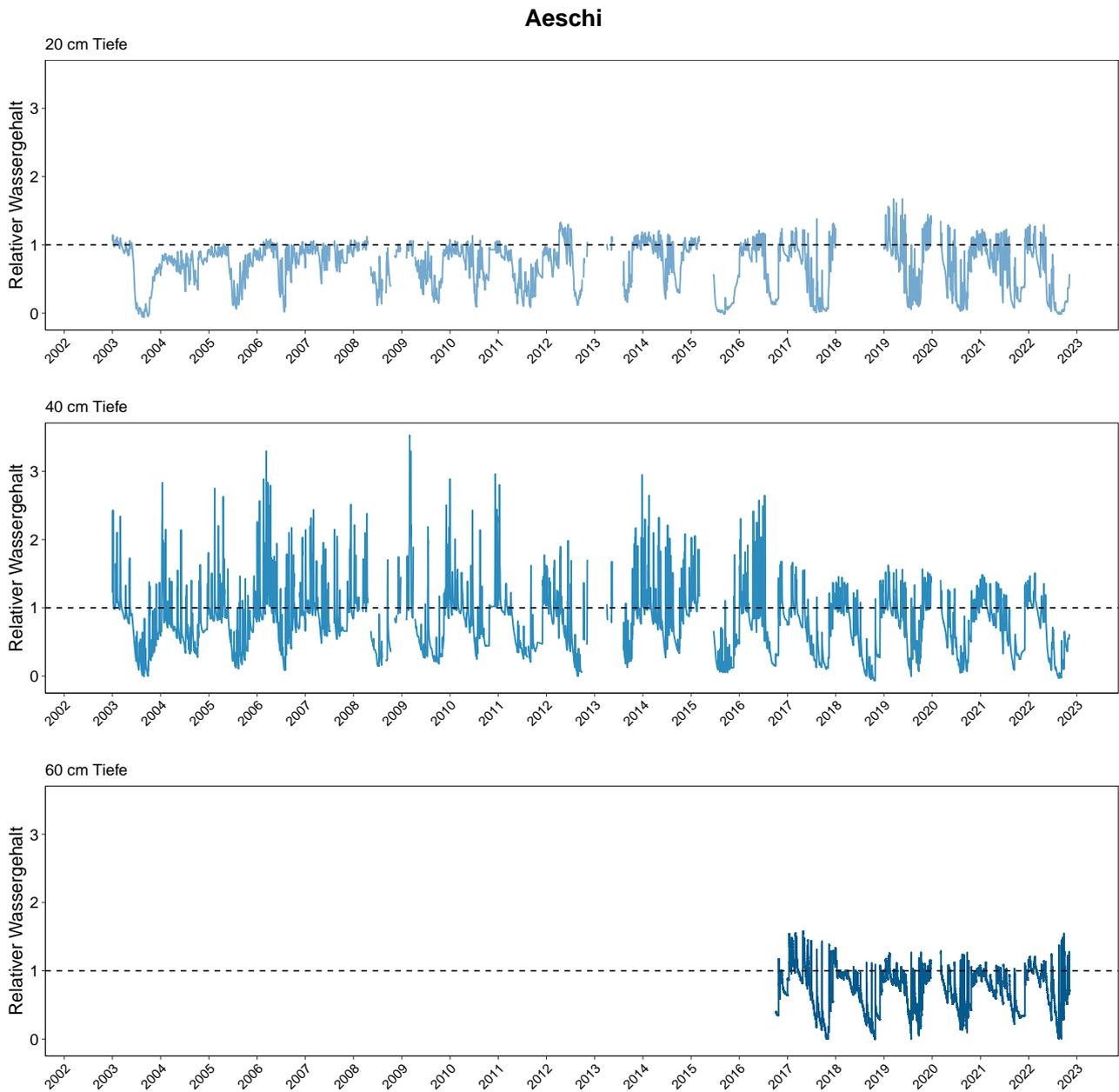
**Abb. 393.** Relativer Bodenwassergehalt in Tomils. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



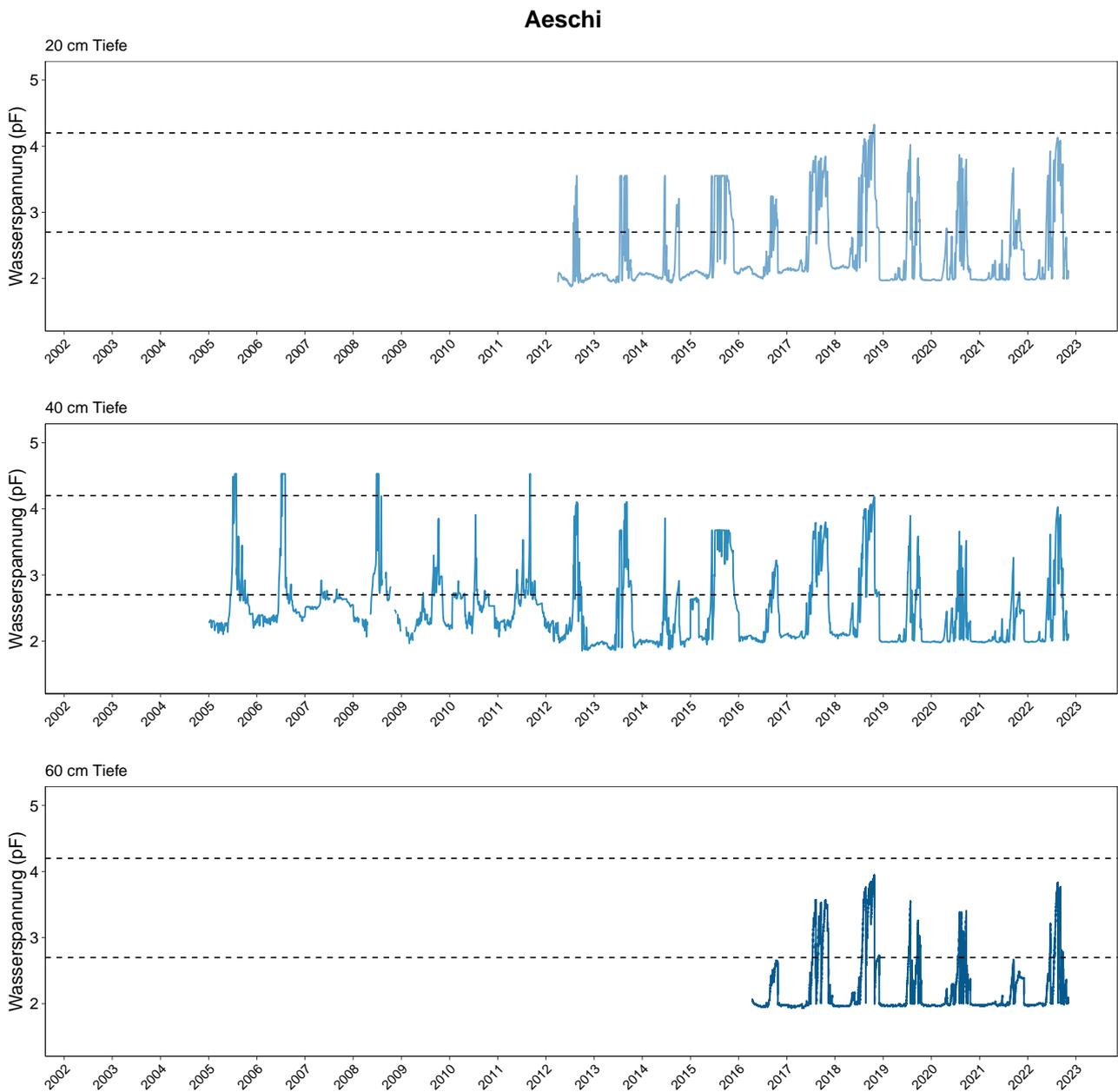
**Abb. 394.** Bodenwasserspannung in Tomils in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.5 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton SO

### 16.5.1 Aeschi (SO)

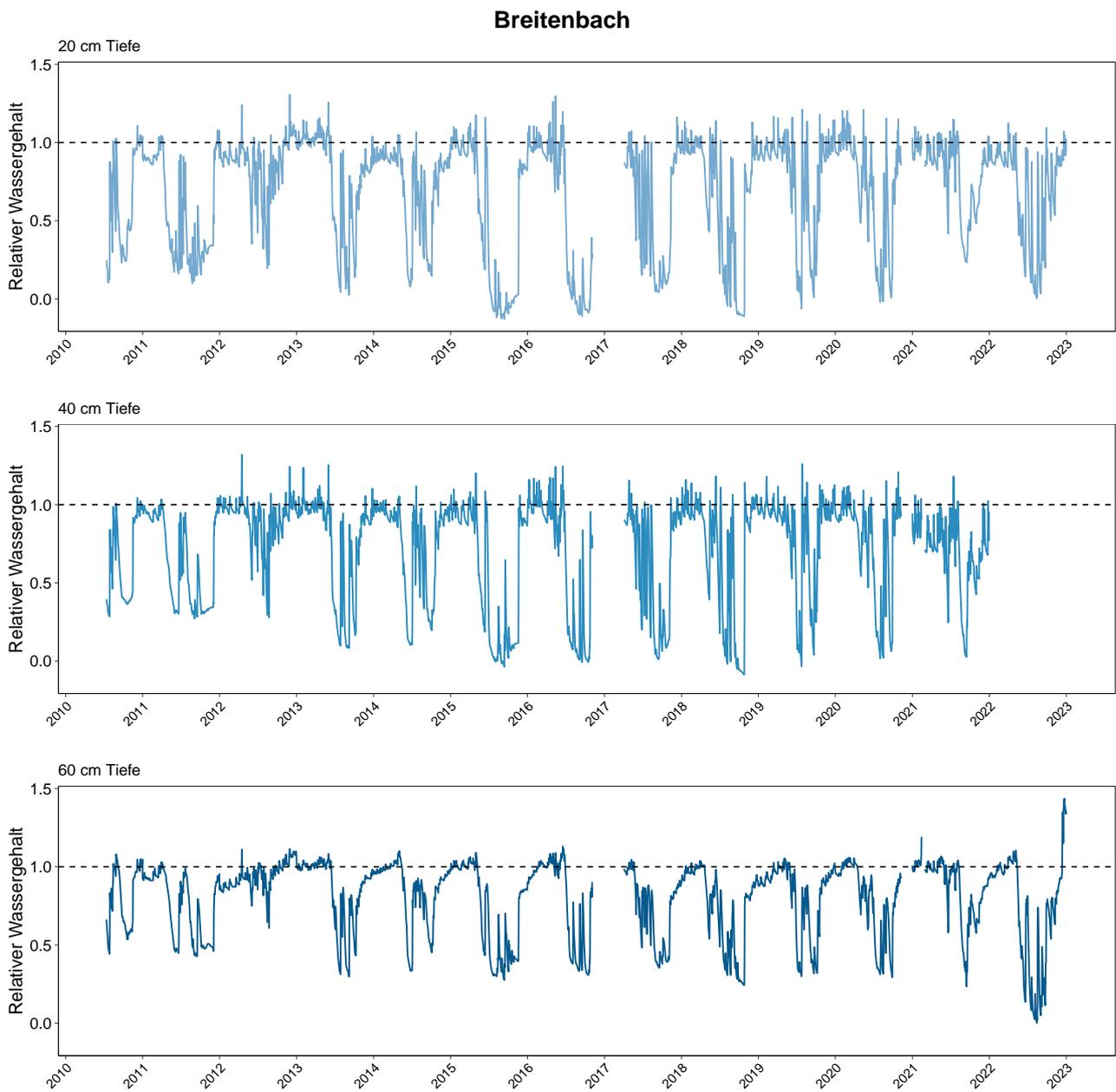


**Abb. 395.** Relativer Bodenwassergehalt in Aeschi. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

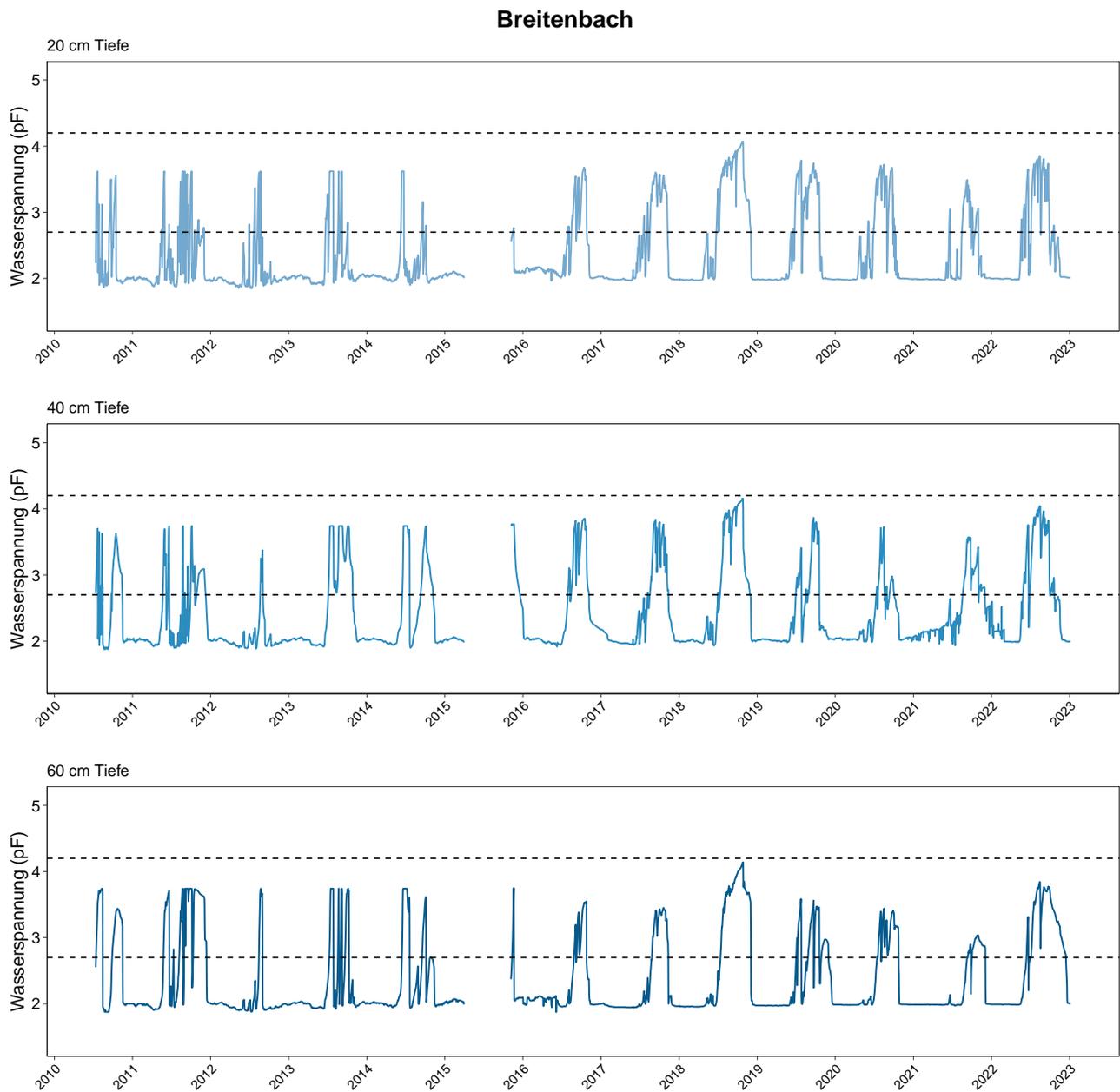


**Abb. 396.** Bodenwasserspannung in Aeschi in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.5.2 Breitenbach (SO)

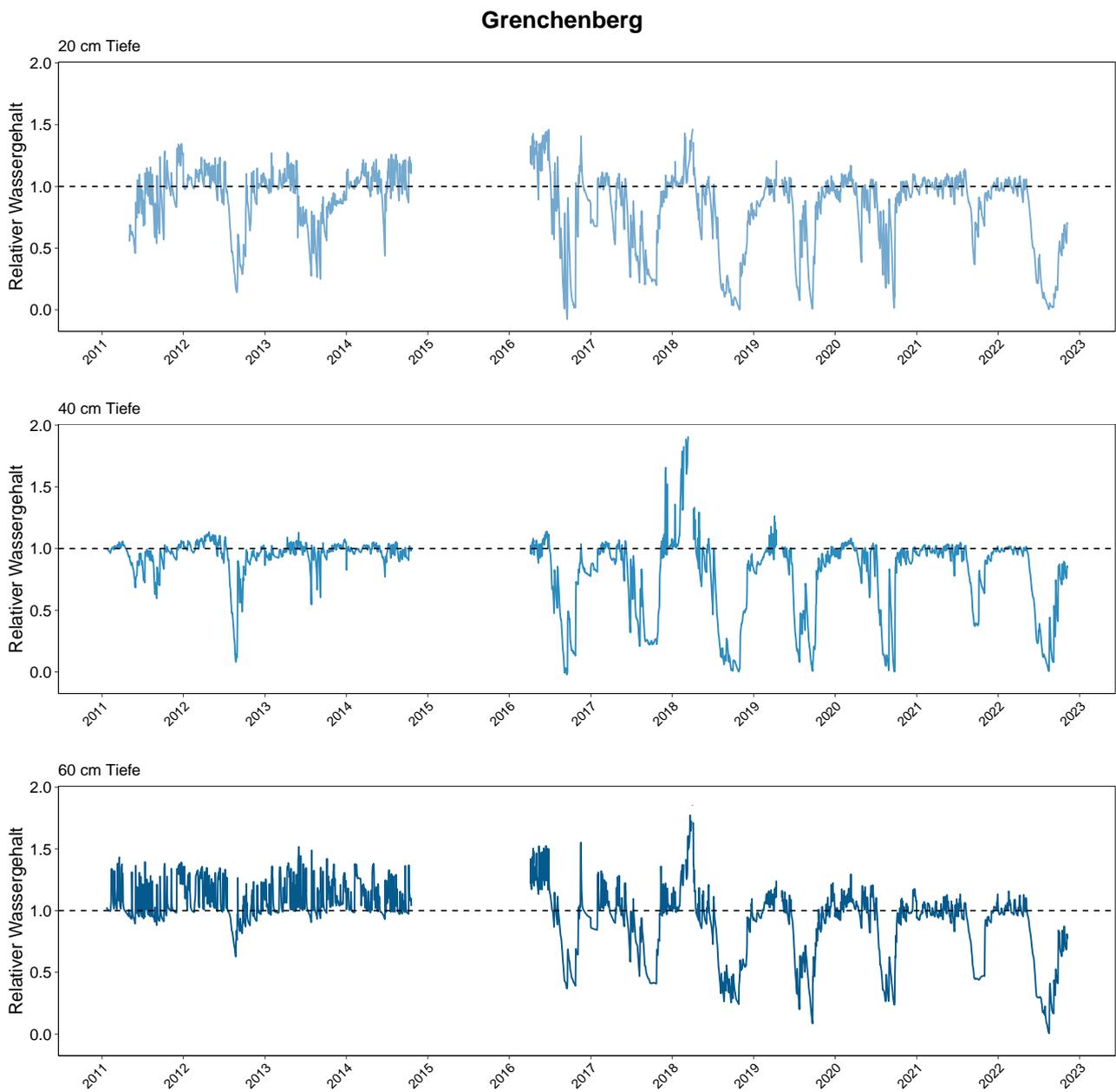


**Abb. 397.** Relativer Bodenwassergehalt in Breitenbach. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

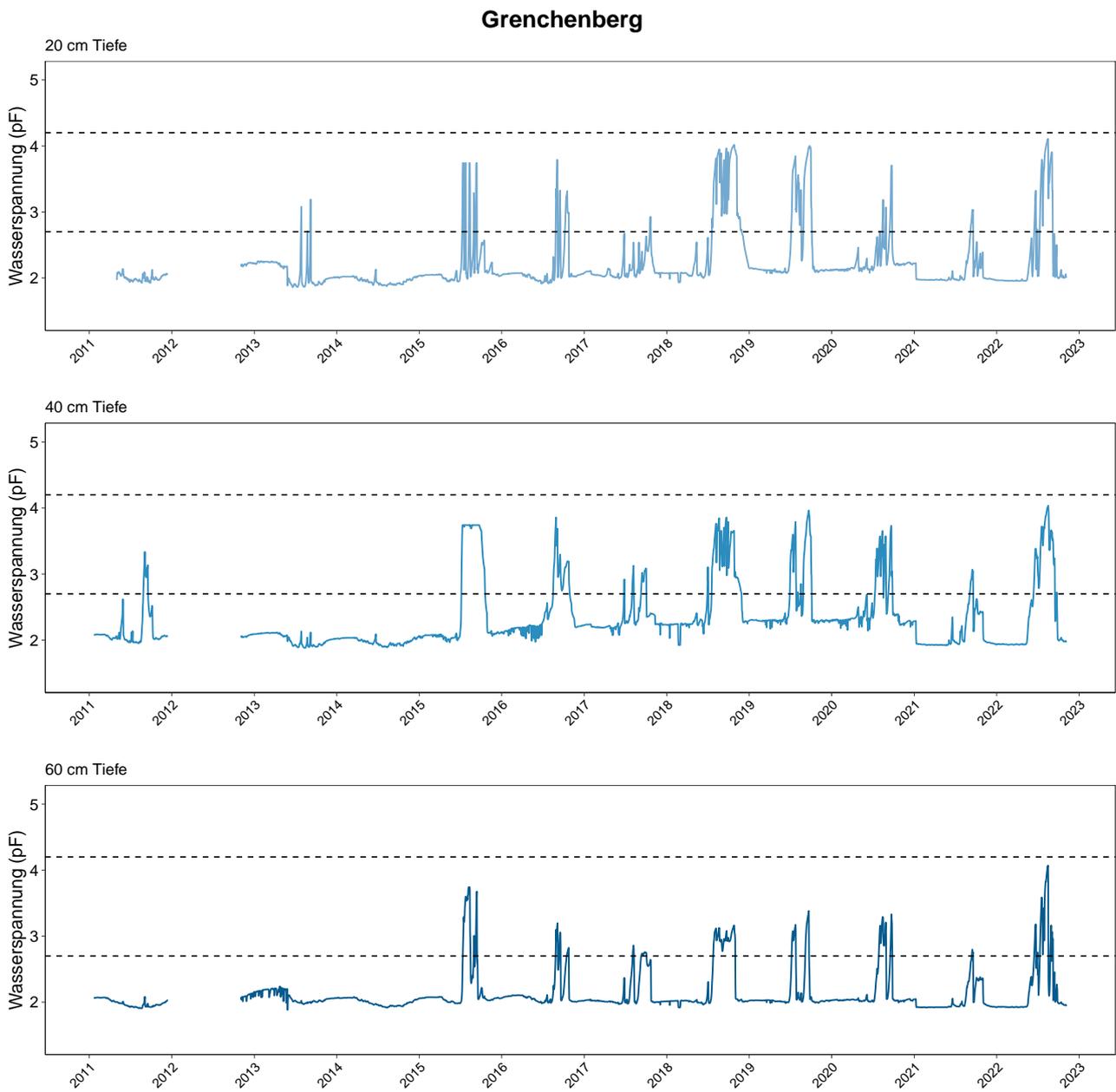


**Abb. 398.** Bodenwasserspannung in Breitenbach in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

### 16.5.3 Grenchenberg (SO)

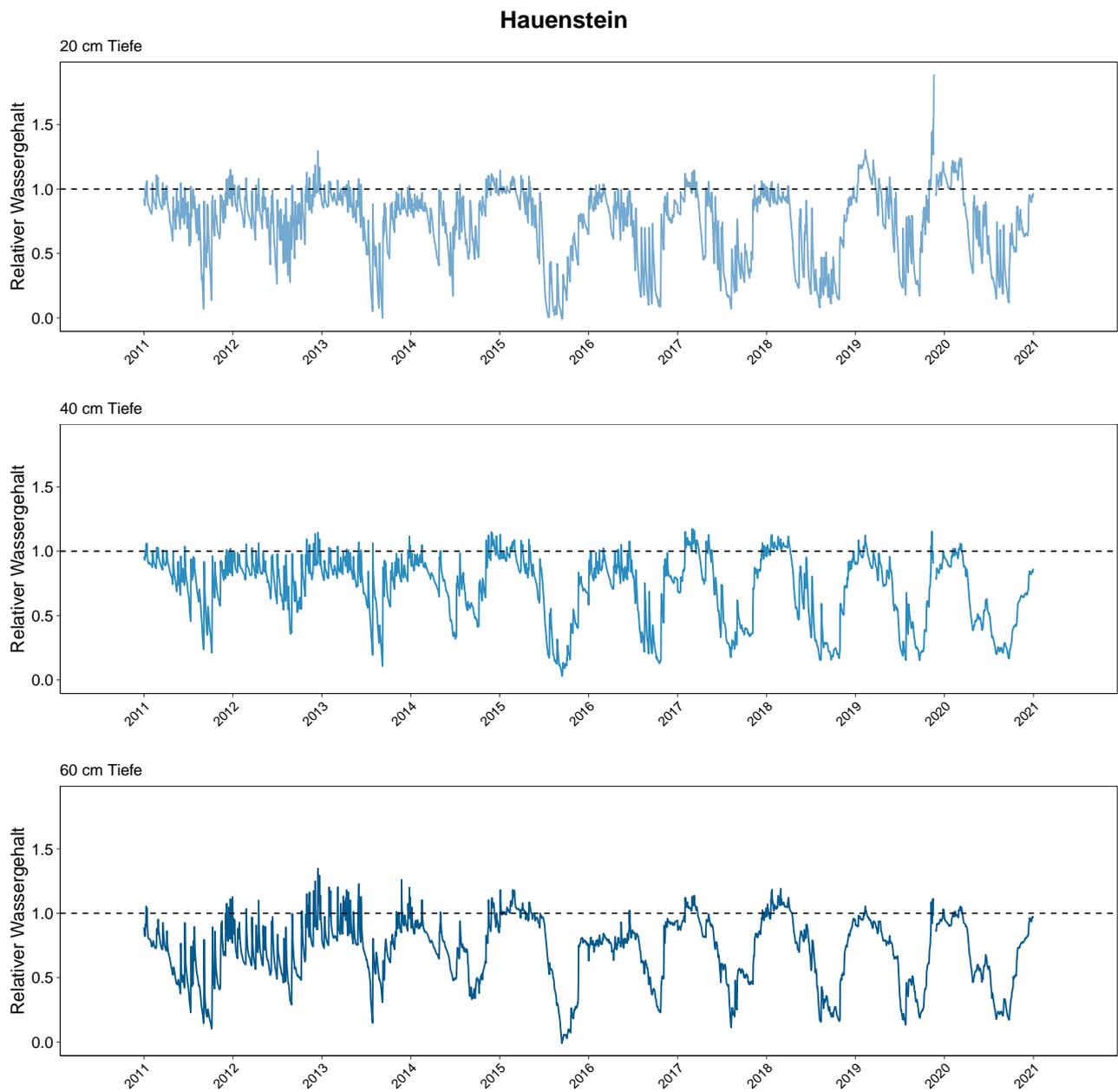


**Abb. 399.** Relativer Bodenwassergehalt auf dem Grenchenberg. 0=Permanentter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

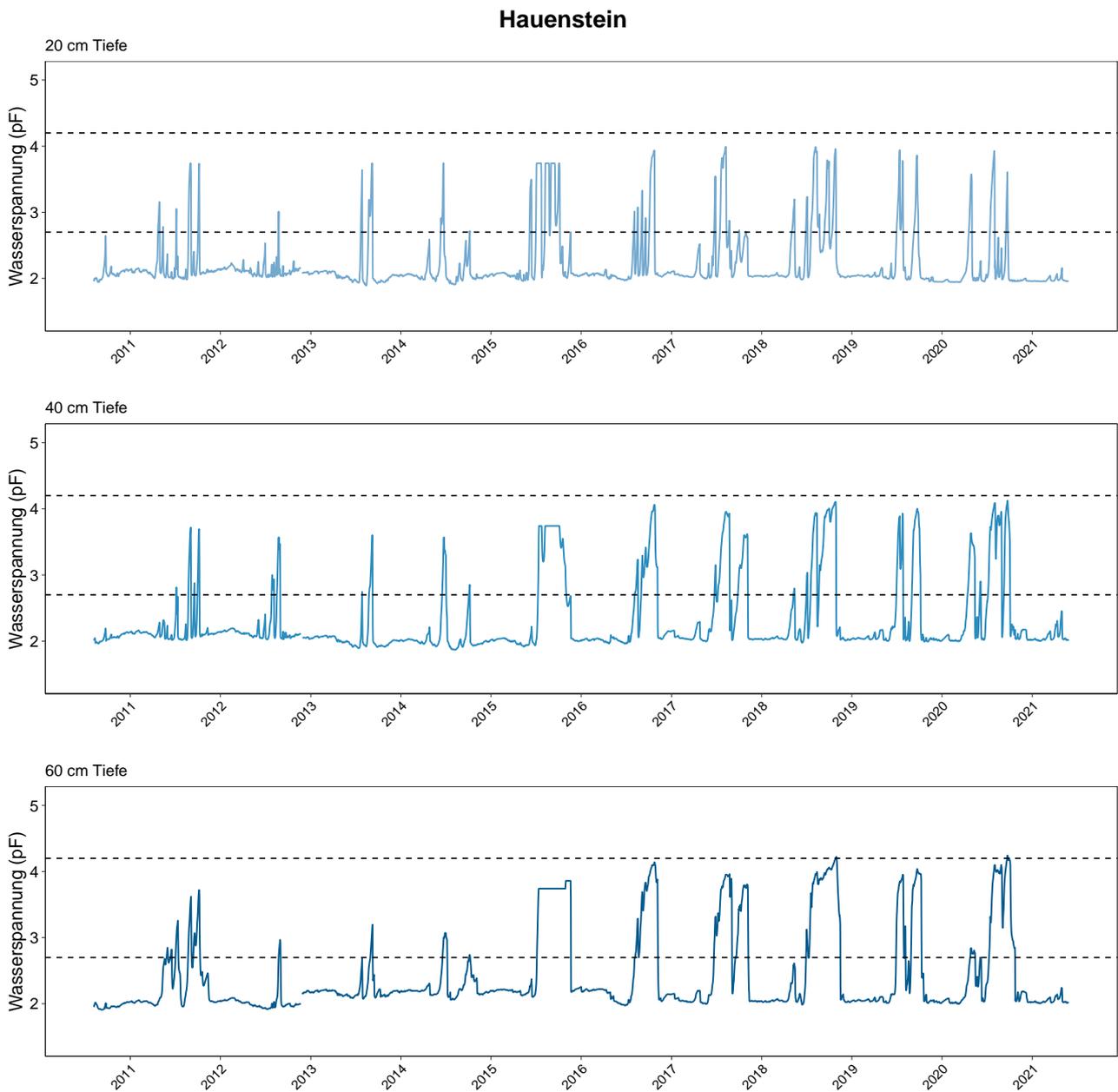


**Abb. 400.** Bodenwasserspannung auf dem Grenchenberg in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.5.4 Hauenstein (SO)

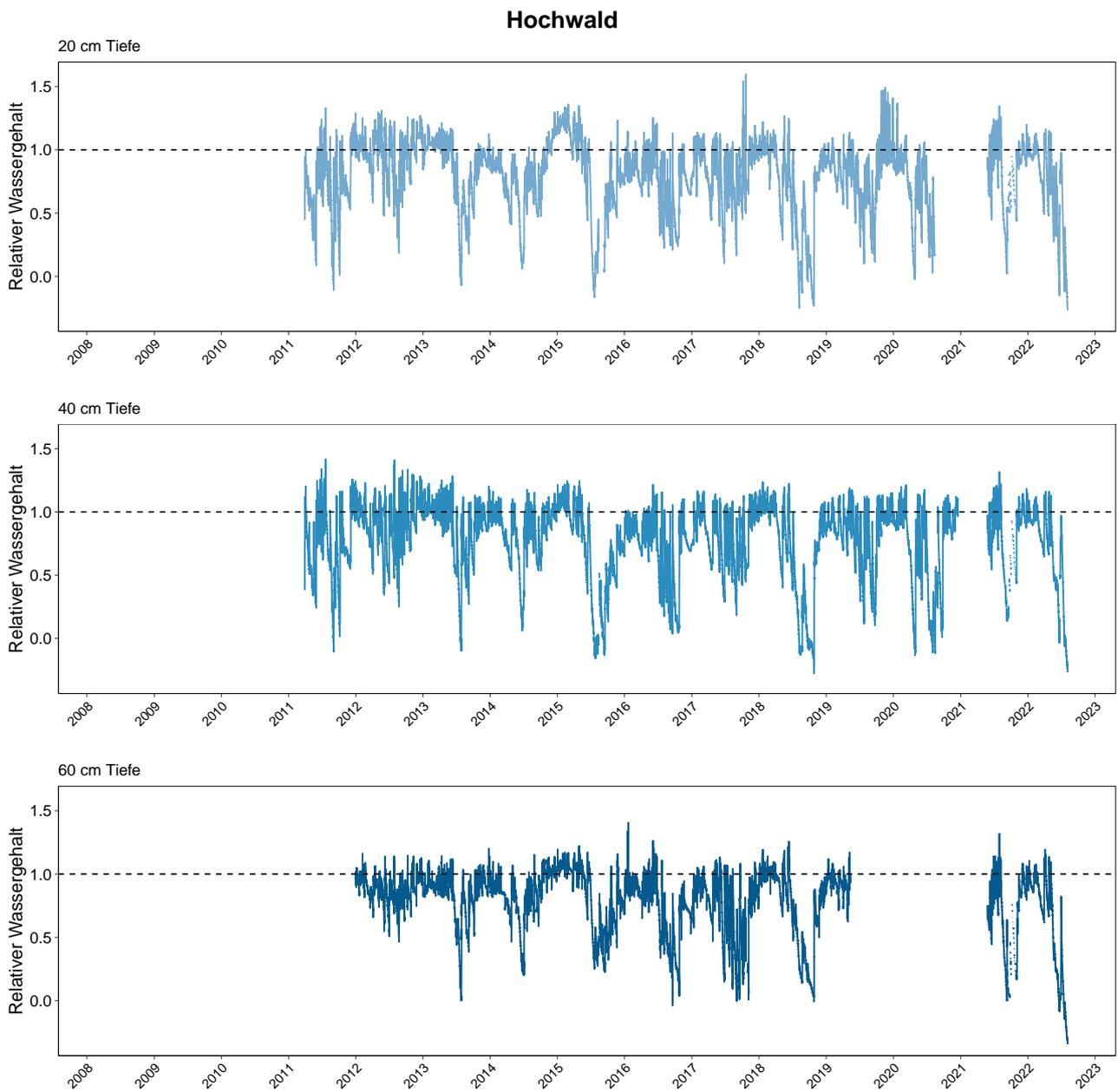


**Abb. 401.** Relativer Bodenwassergehalt auf dem Hauenstein. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

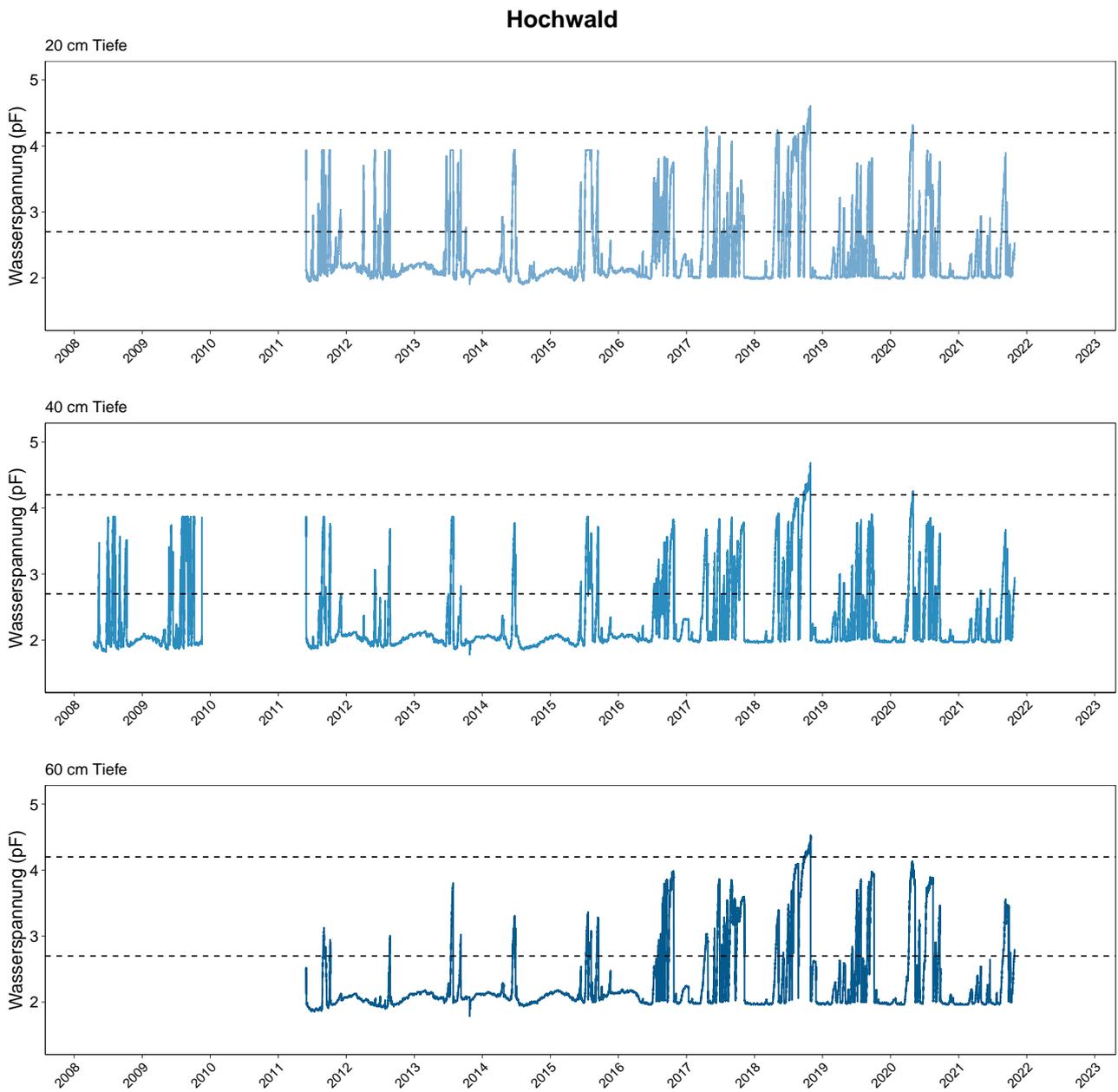


**Abb. 402.** Bodenwasserspannung auf dem Hauenstein in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.5.5 Hochwald N-Versuchsfläche (SO)



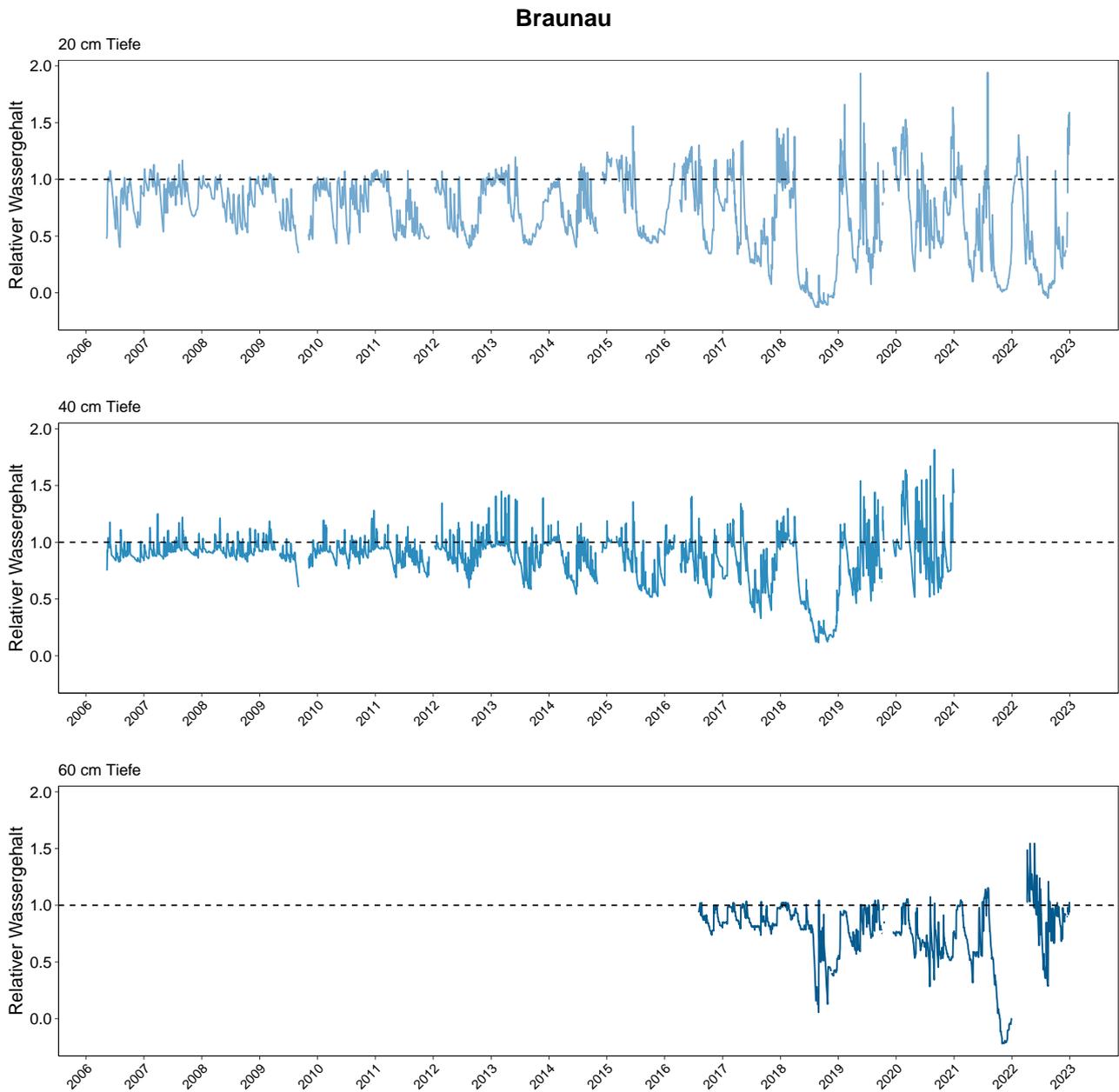
**Abb. 403.** Relativer Bodenwassergehalt in der Stickstoffversuchsfläche Hochwald. 0=Permanenter Welkepunkt, 1=Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



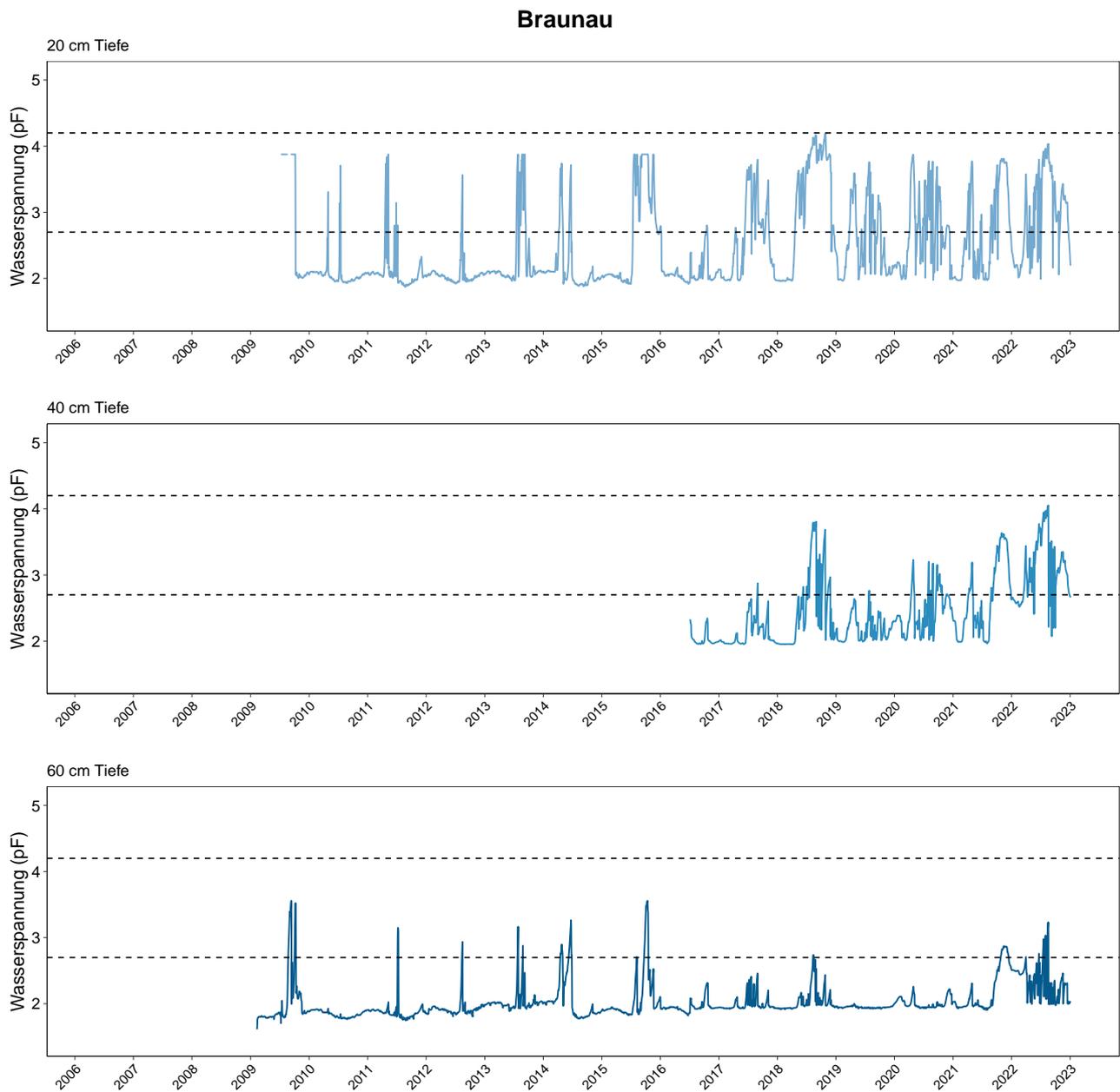
**Abb. 404.** Bodenwasserspannung in der Stickstoffversuchsfläche Hochwald (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.6 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton TG

### 16.6.1 Braunau (TG)

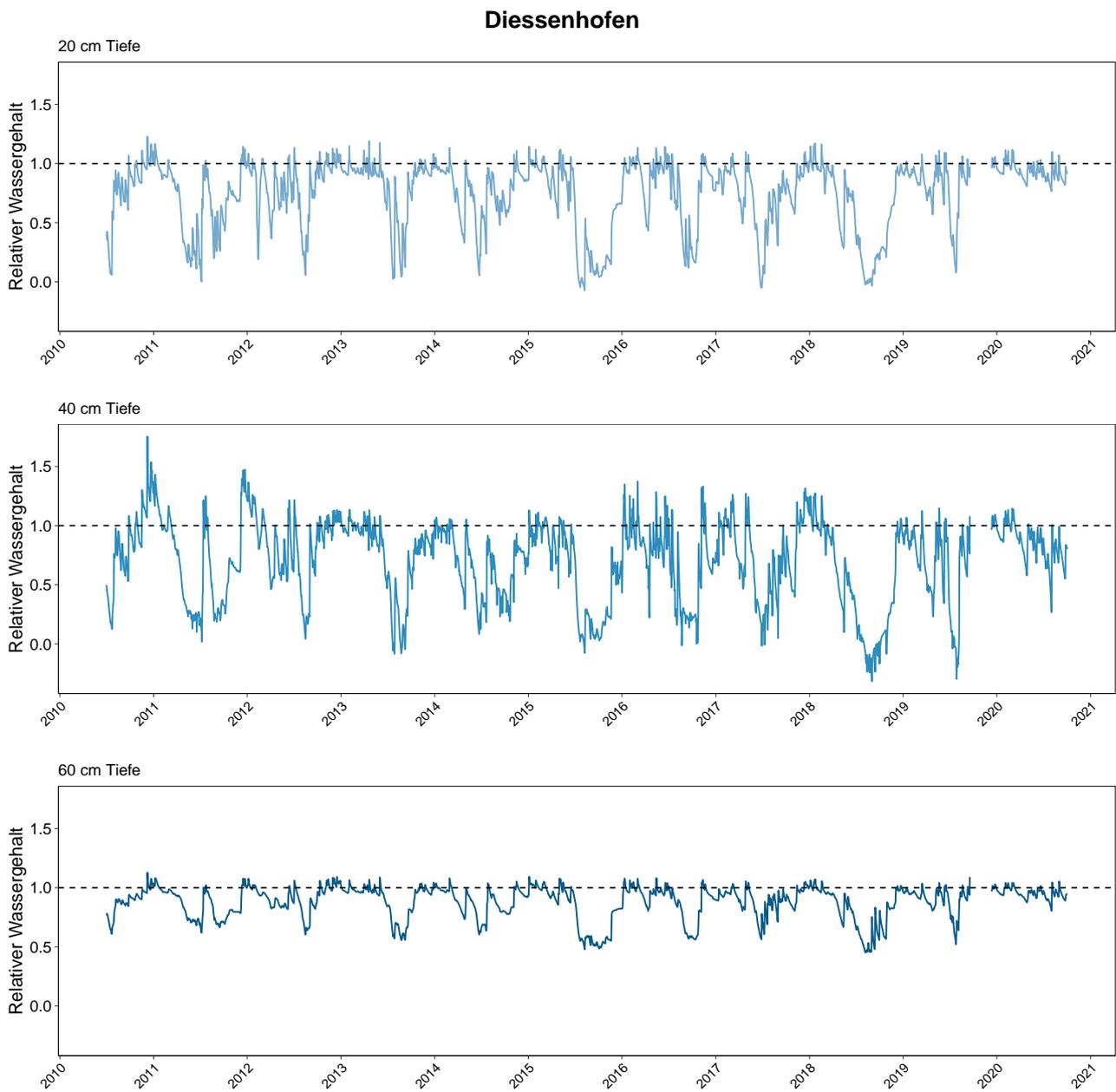


**Abb. 405.** Relativer Bodenwassergehalt in Braunau. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



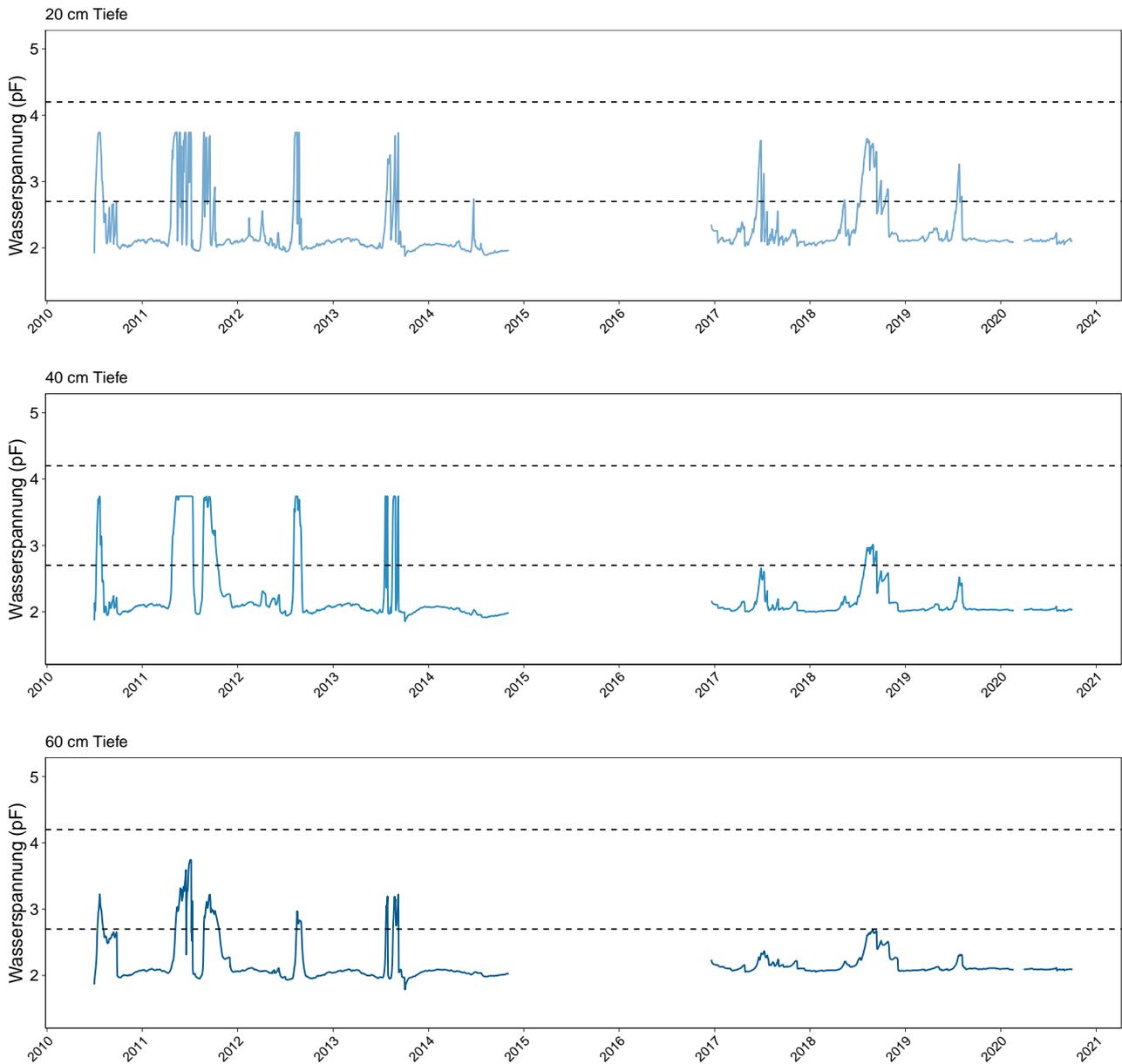
**Abb. 406.** Bodenwasserspannung in Braunau in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.6.2 Diessenhofen (TG)



**Abb. 407.** Relativer Bodenwassergehalt in Diessenhofen. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

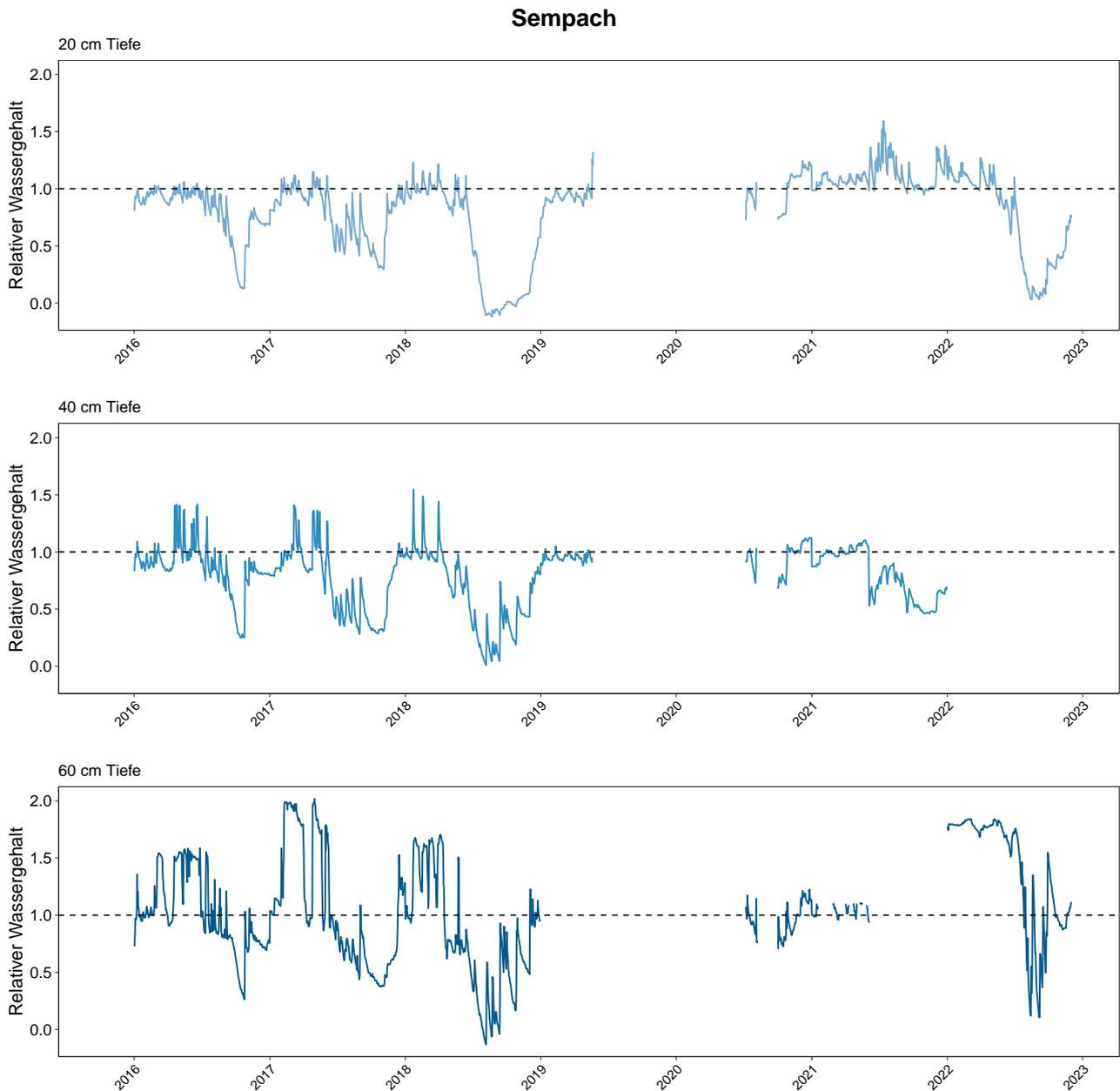
## Diessenhofen



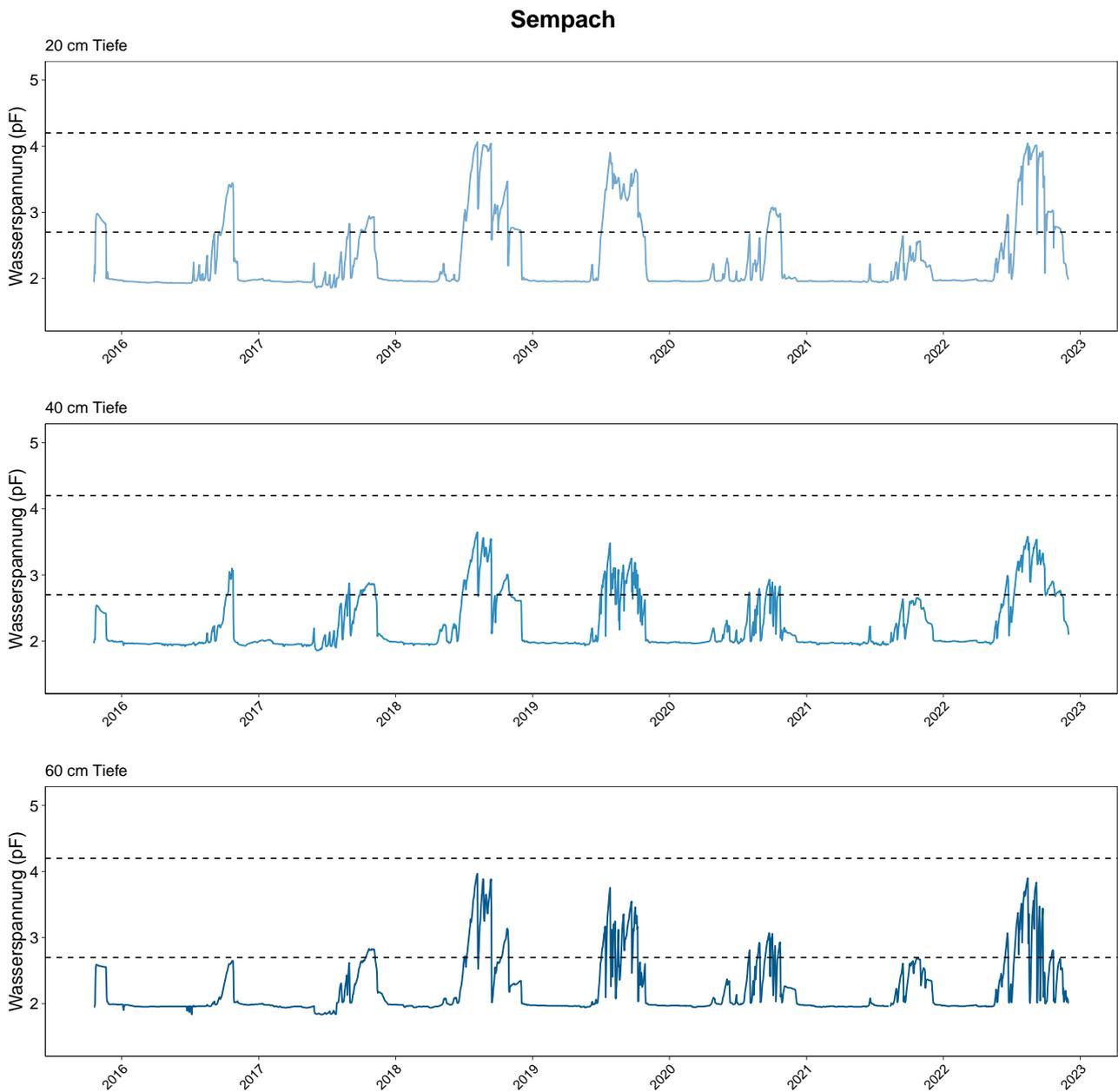
**Abb. 408.** Bodenwasserspannung in Diessenhofen in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.7 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton ZCH

### 16.7.1 Sempach (LU)

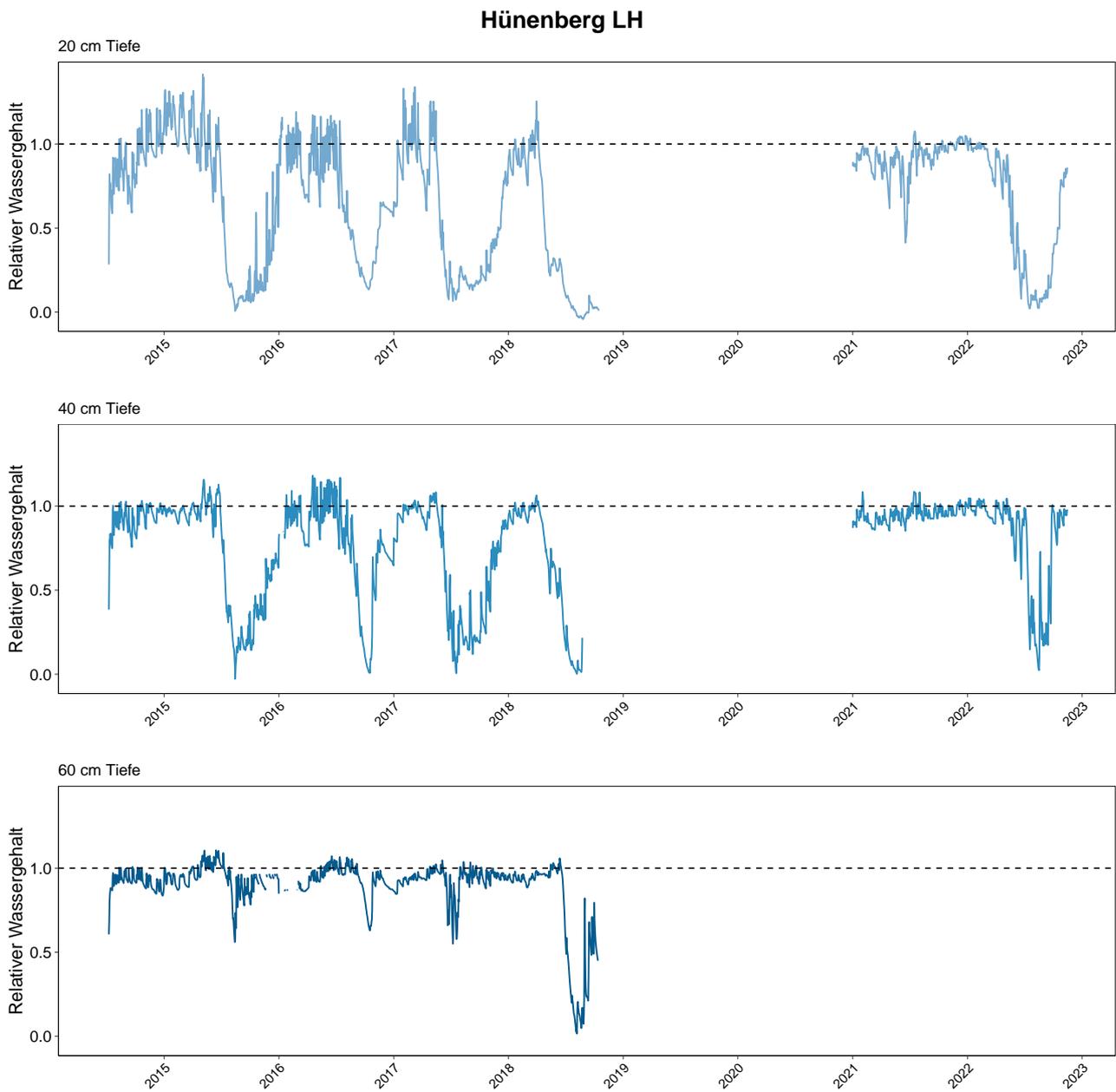


**Abb. 409.** Relativer Bodenwassergehalt in Sempach. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

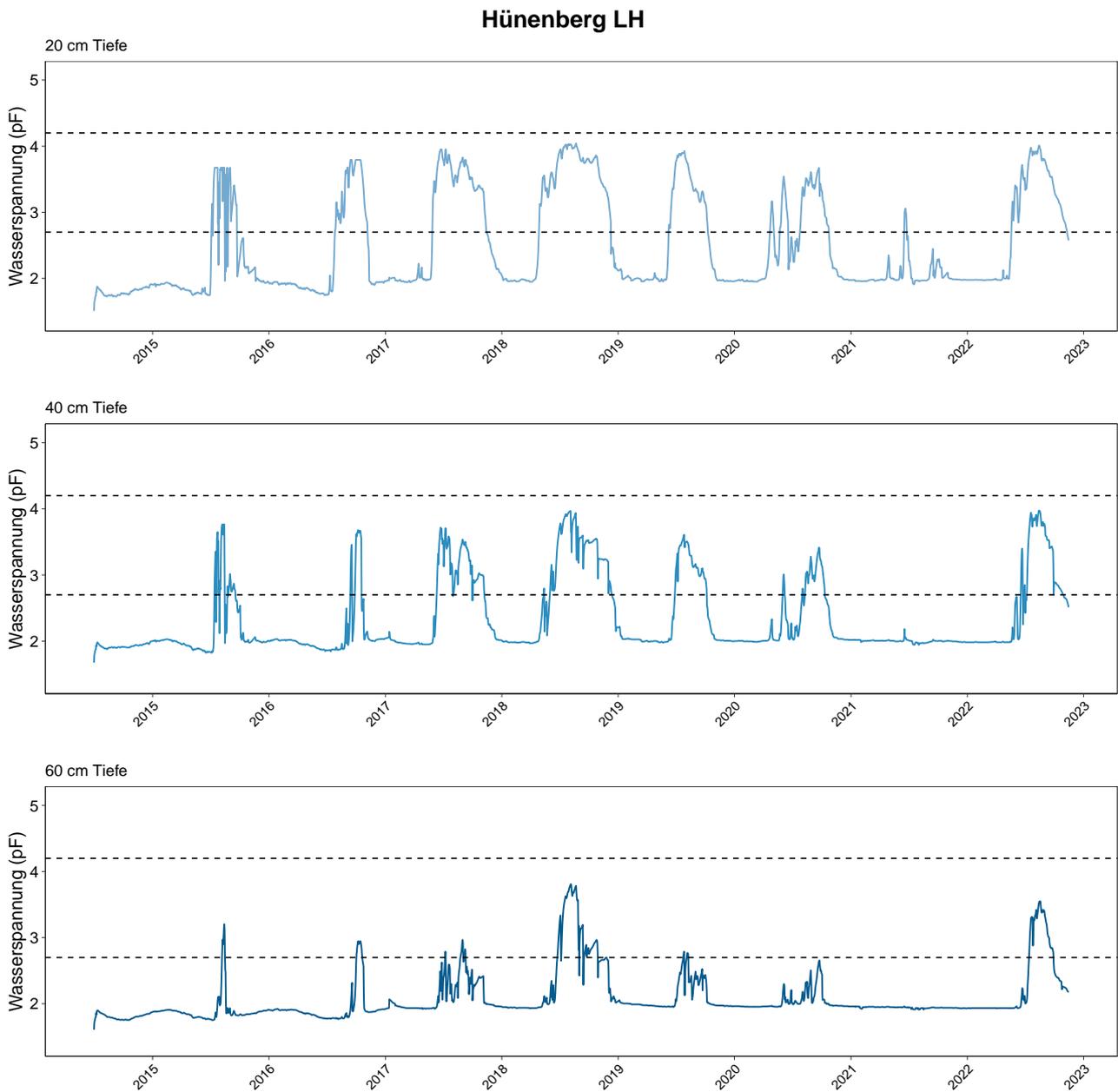


**Abb. 410.** Bodenwasserspannung in Sempach in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.7.2 Hünenberg (ZG) Provenienzfläche Laubholz

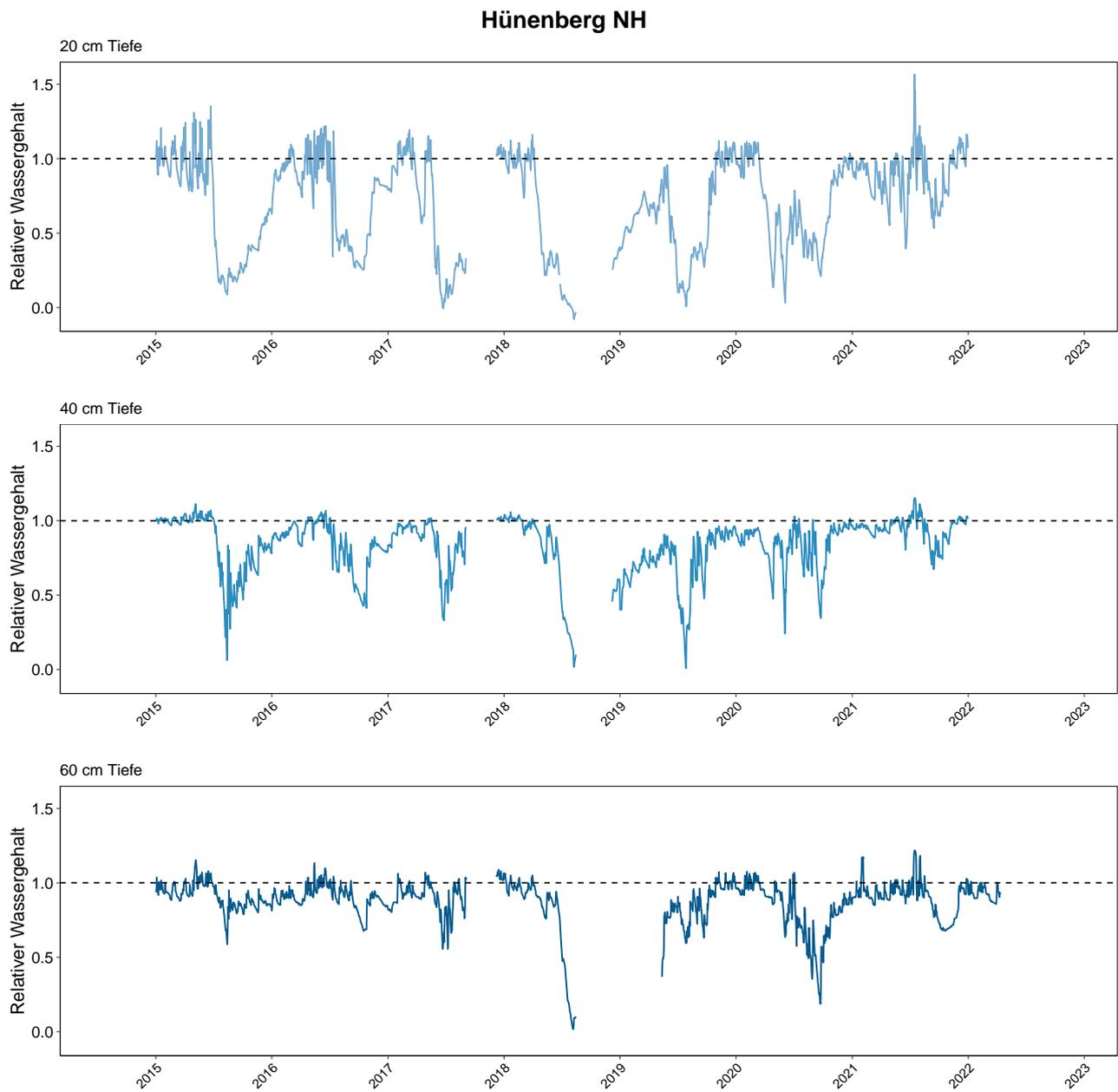


**Abb. 411.** Relativer Bodenwassergehalt in Hünenberg Laubholzfläche. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

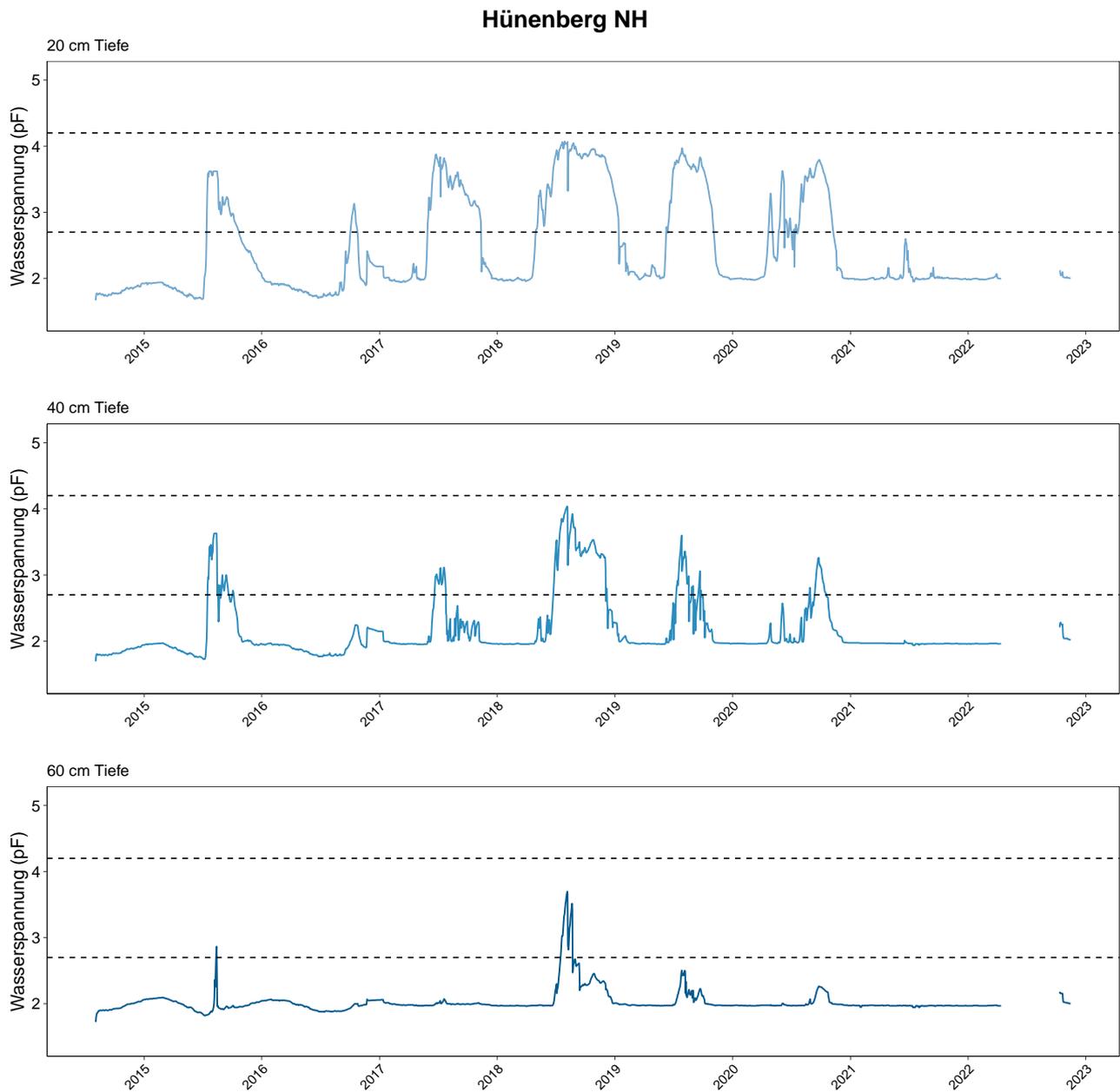


**Abb. 412.** Bodenwasserspannung in Hünenberg Laubholzfläche in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

### 16.7.3 Hünenberg (ZG) Provenienzfläche Nadelholz

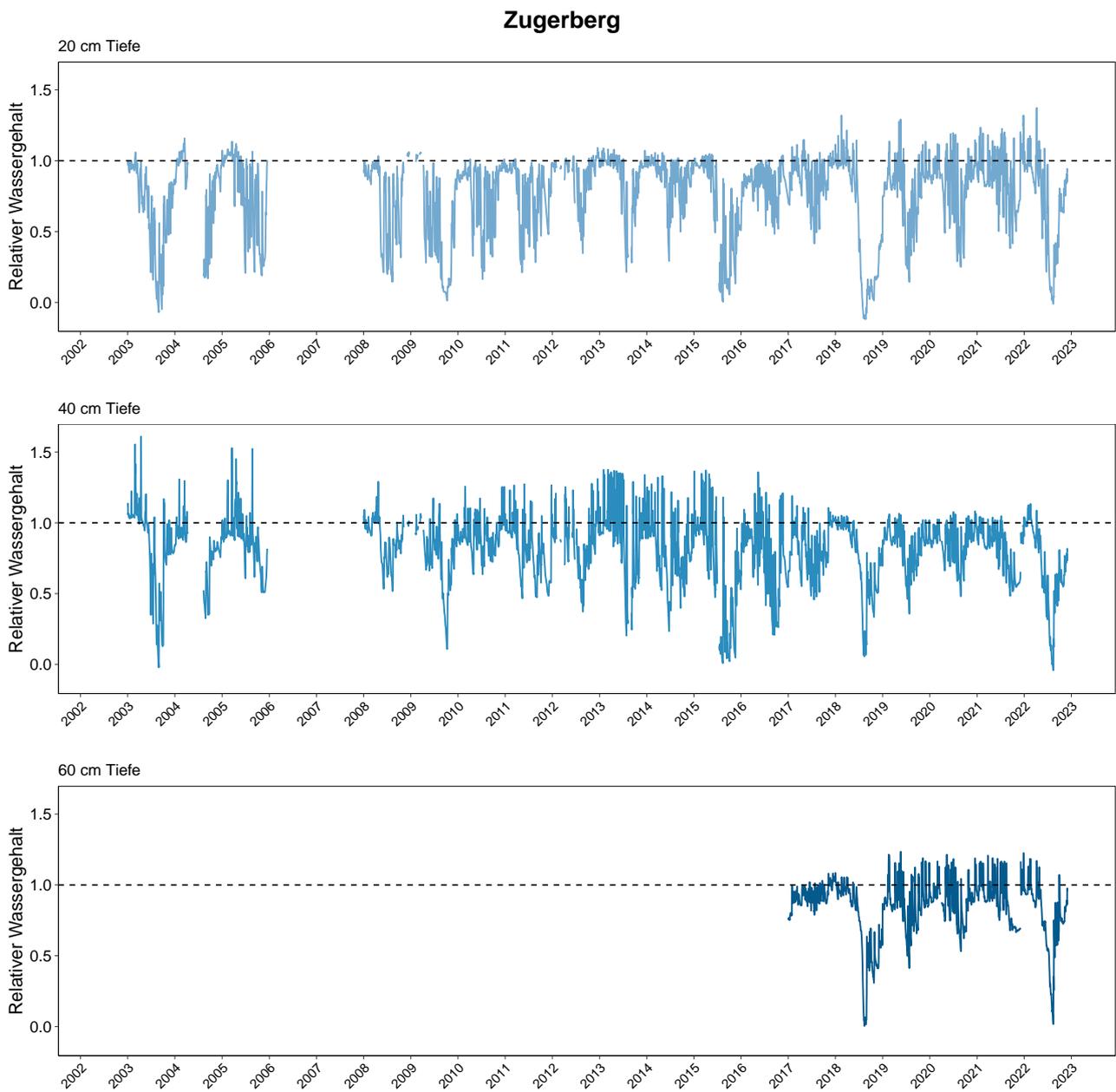


**Abb. 413.** Relativer Bodenwassergehalt in Hünenberg Nadelholzfläche. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

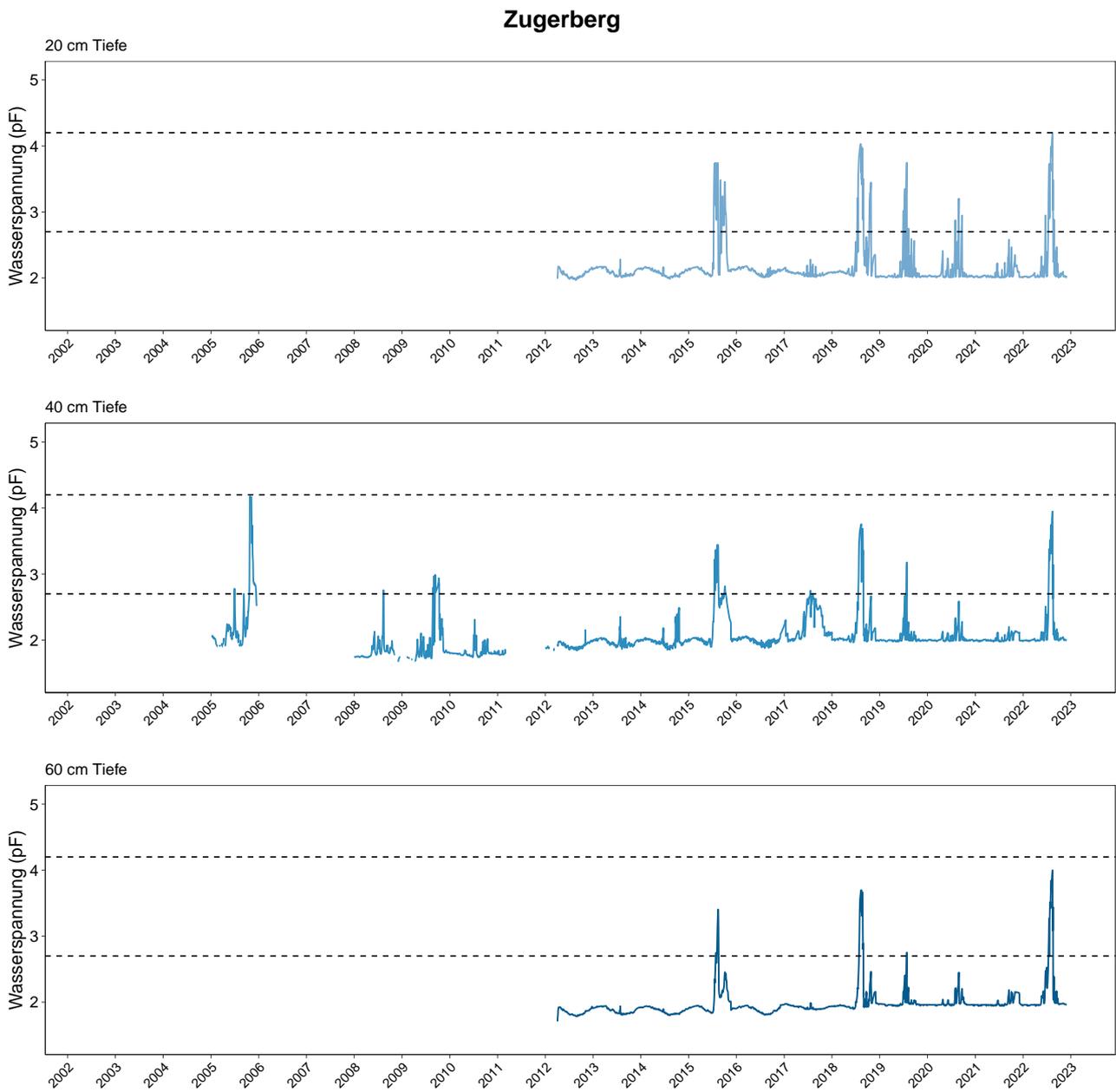


**Abb. 414.** Bodenwasserspannung in Hünenberg Nadelholzfläche in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.7.4 Zugerberg (ZG)



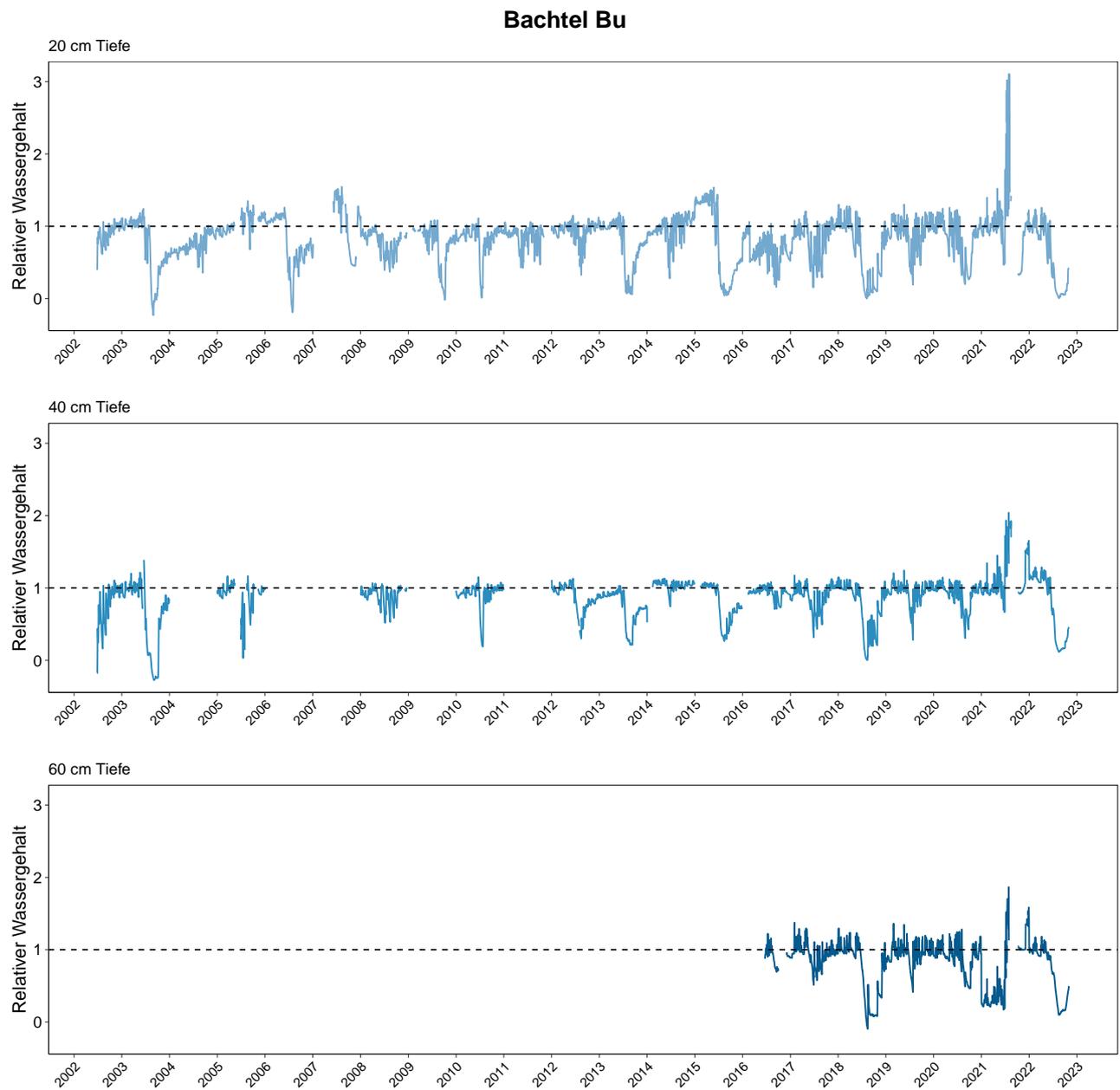
**Abb. 415.** Relativer Bodenwassergehalt auf dem Zugerberg. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



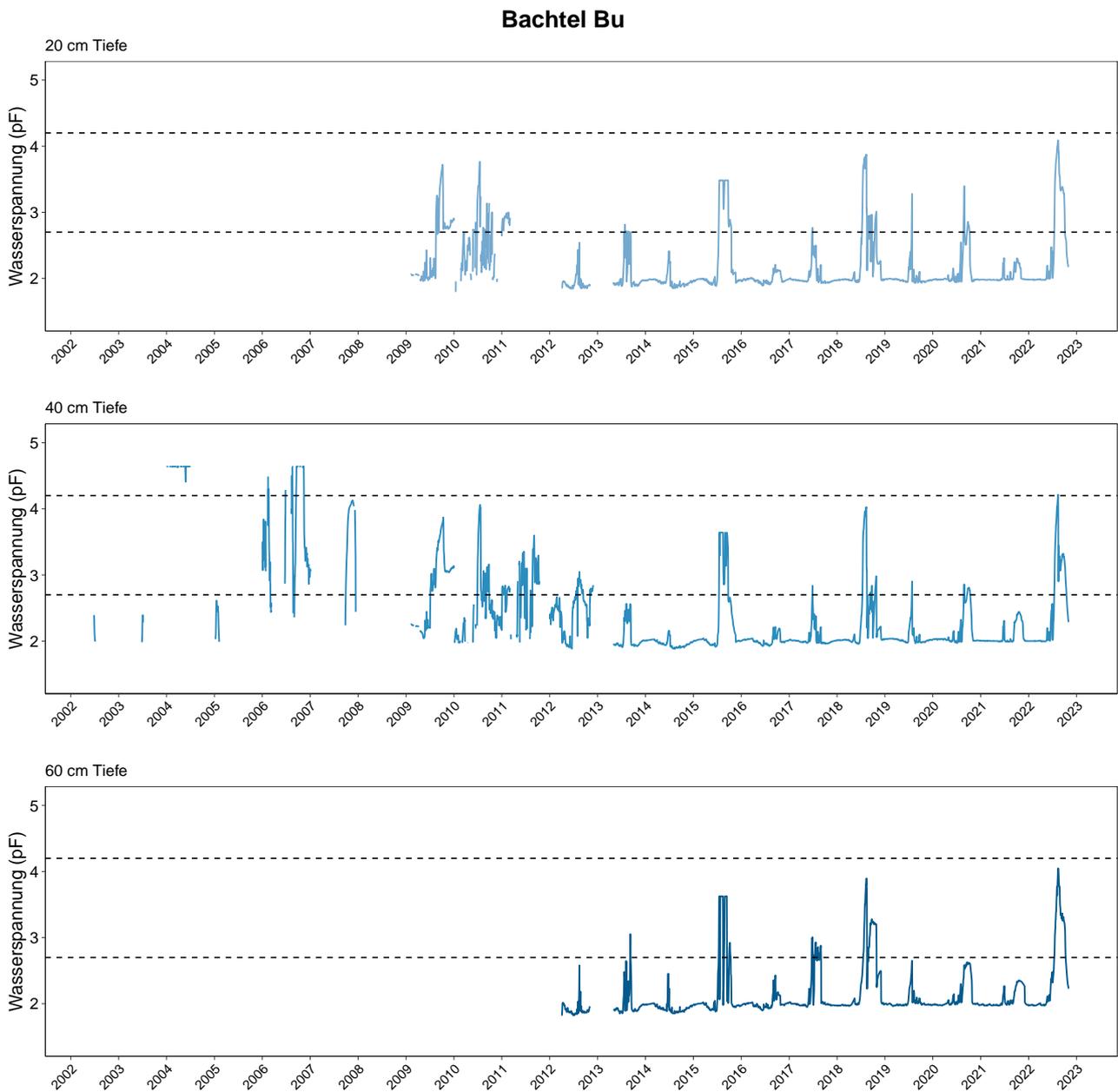
**Abb. 416.** Bodenwasserspannung auf dem Zugerberg) und den permanenten Welkepunkt ( $pF=4.2$ ), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.8 Standorte mit Bodenwassermessungen Programmkanton ZH

### 16.8.1 Bachtel (ZH)

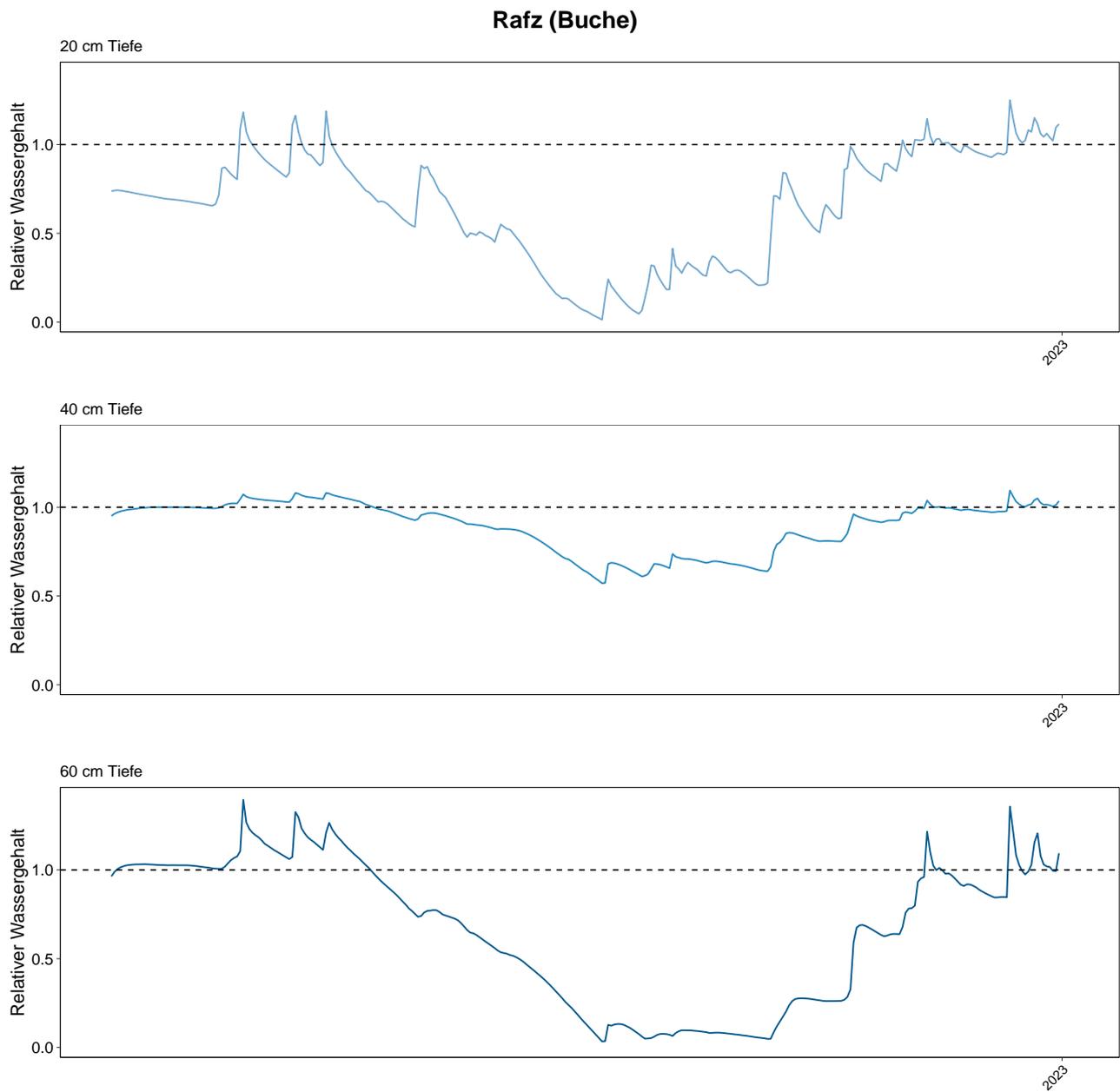


**Abb. 417.** Relativer Bodenwassergehalt auf dem Bachtel. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

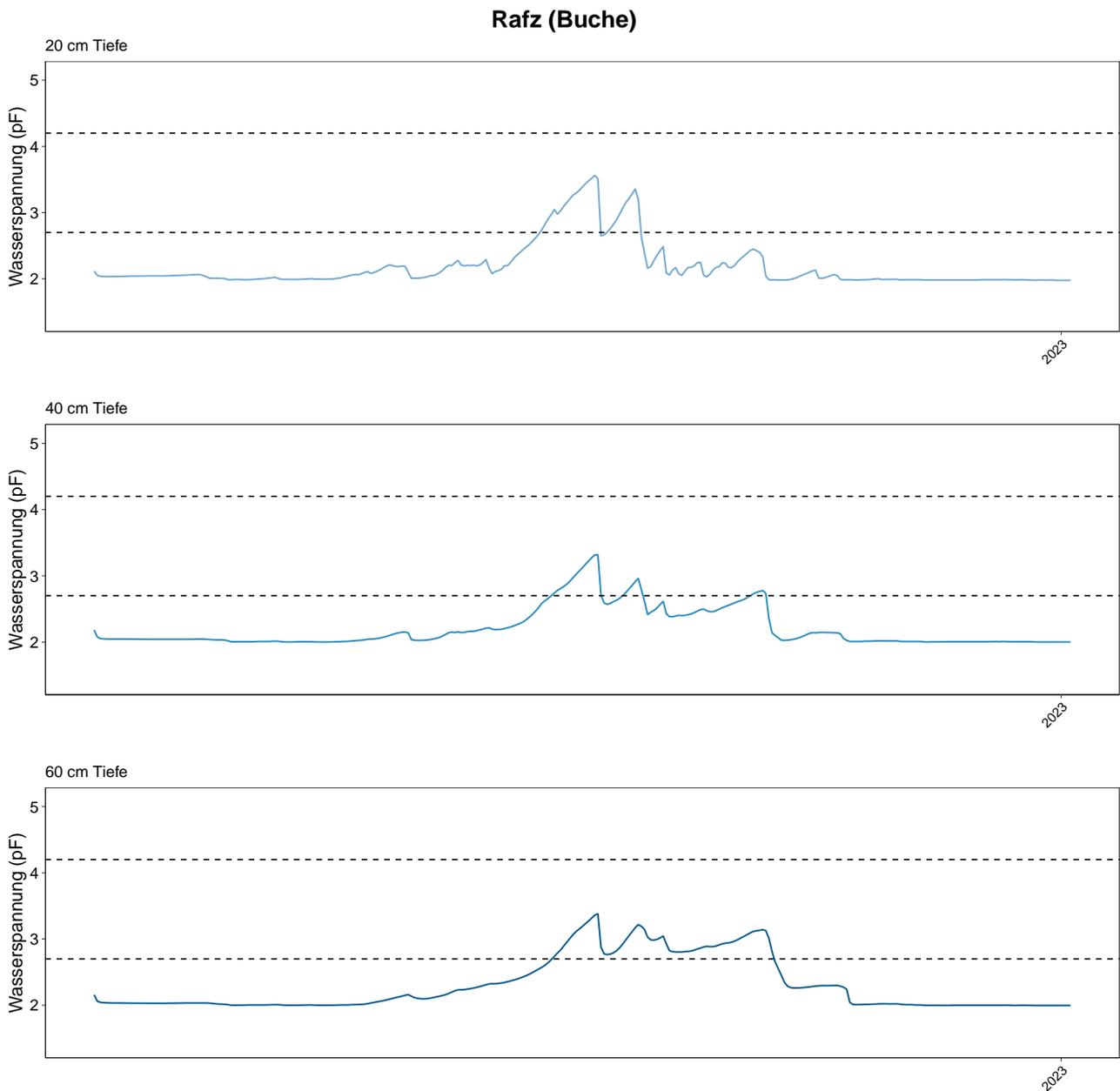


**Abb. 418.** Bodenwasserspannung auf dem Bachtel in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.8.2 Rafz (ZH) Buchenfläche

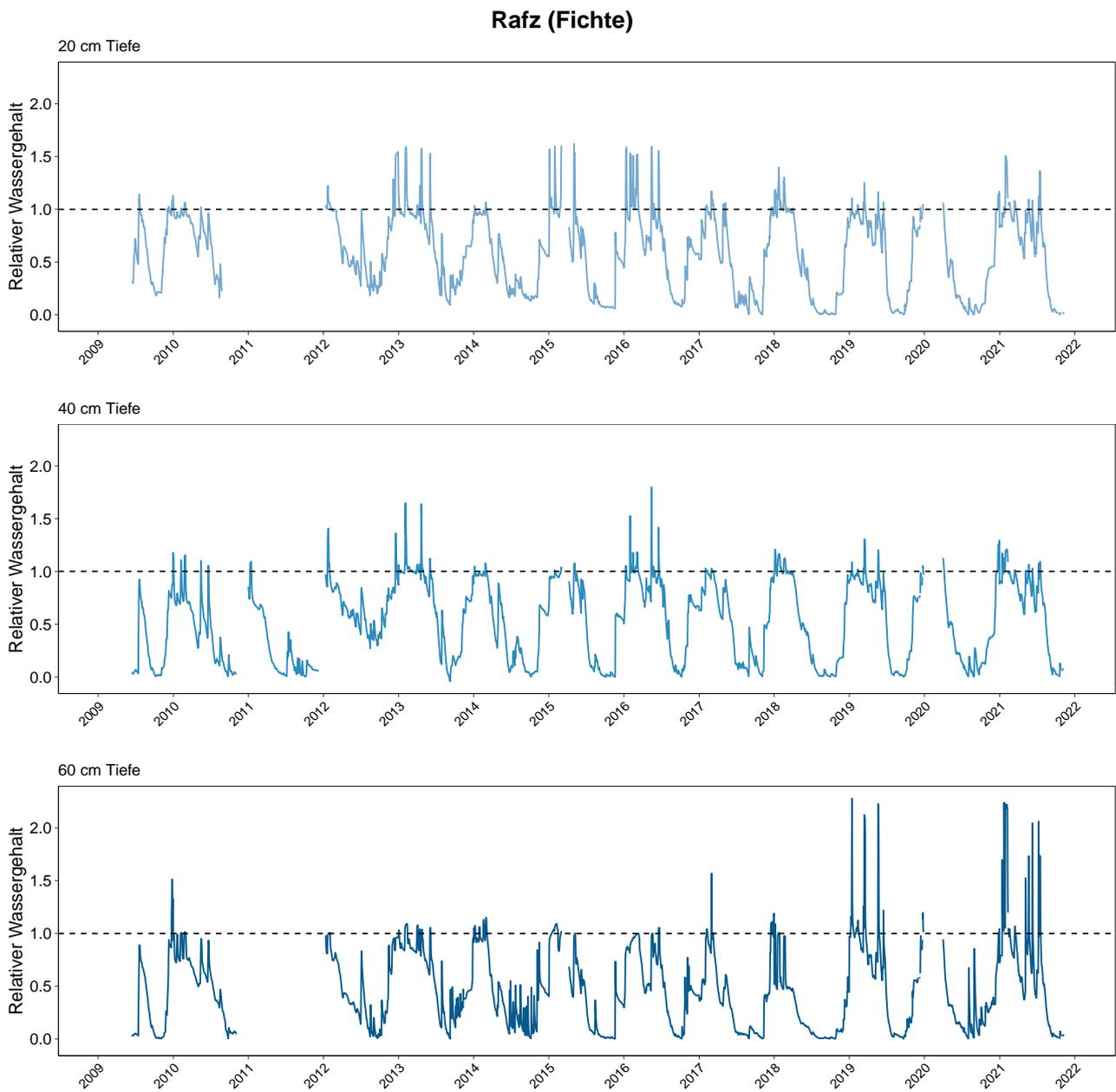


**Abb. 419.** Relativer Bodenwassergehalt in der Buchenfläche Rafz. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

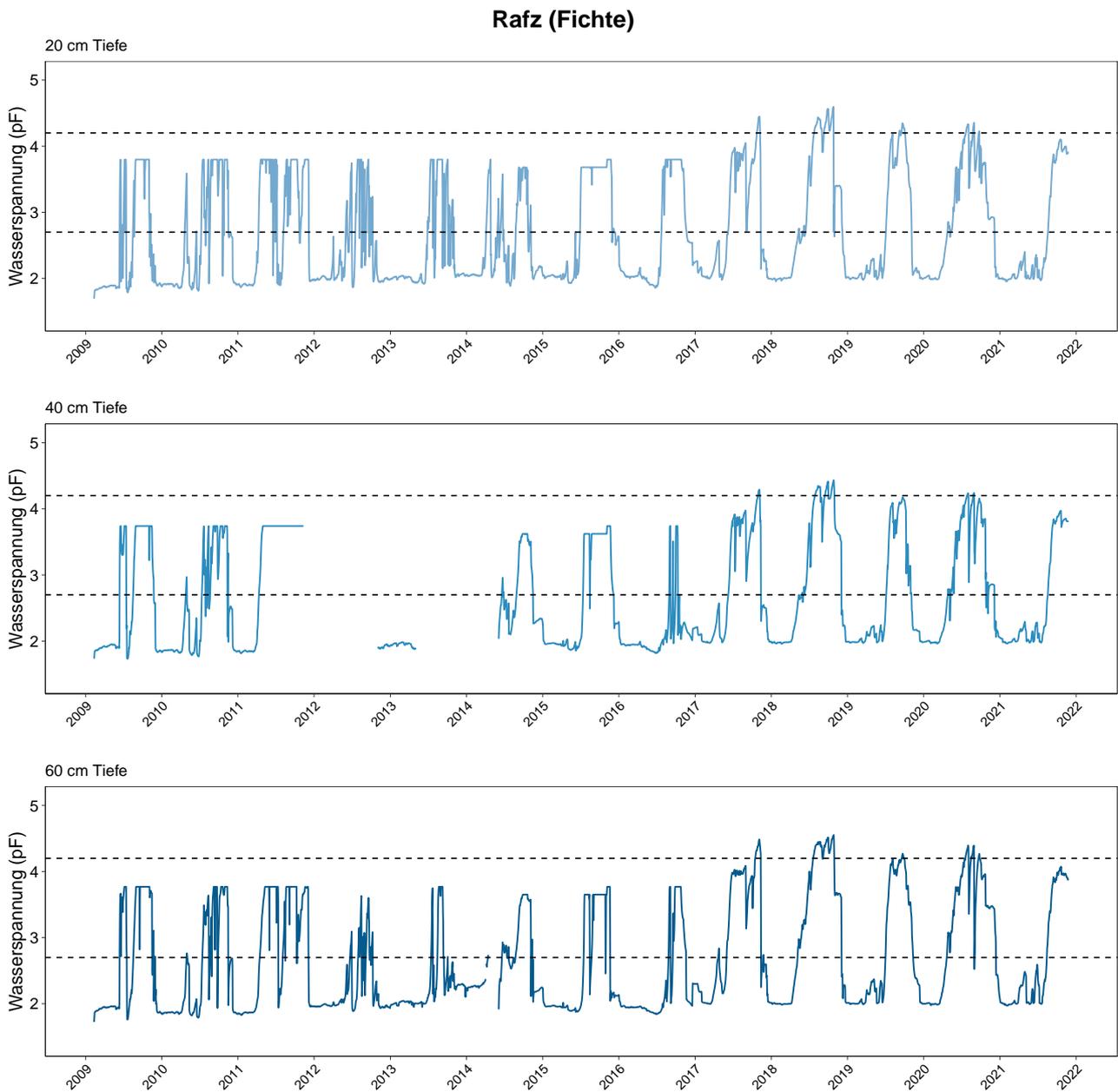


**Abb. 420.** Bodenwasserspannung in der Buchenfläche Rafz in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

### 16.8.3 Rafz (ZH) Fichtenfläche

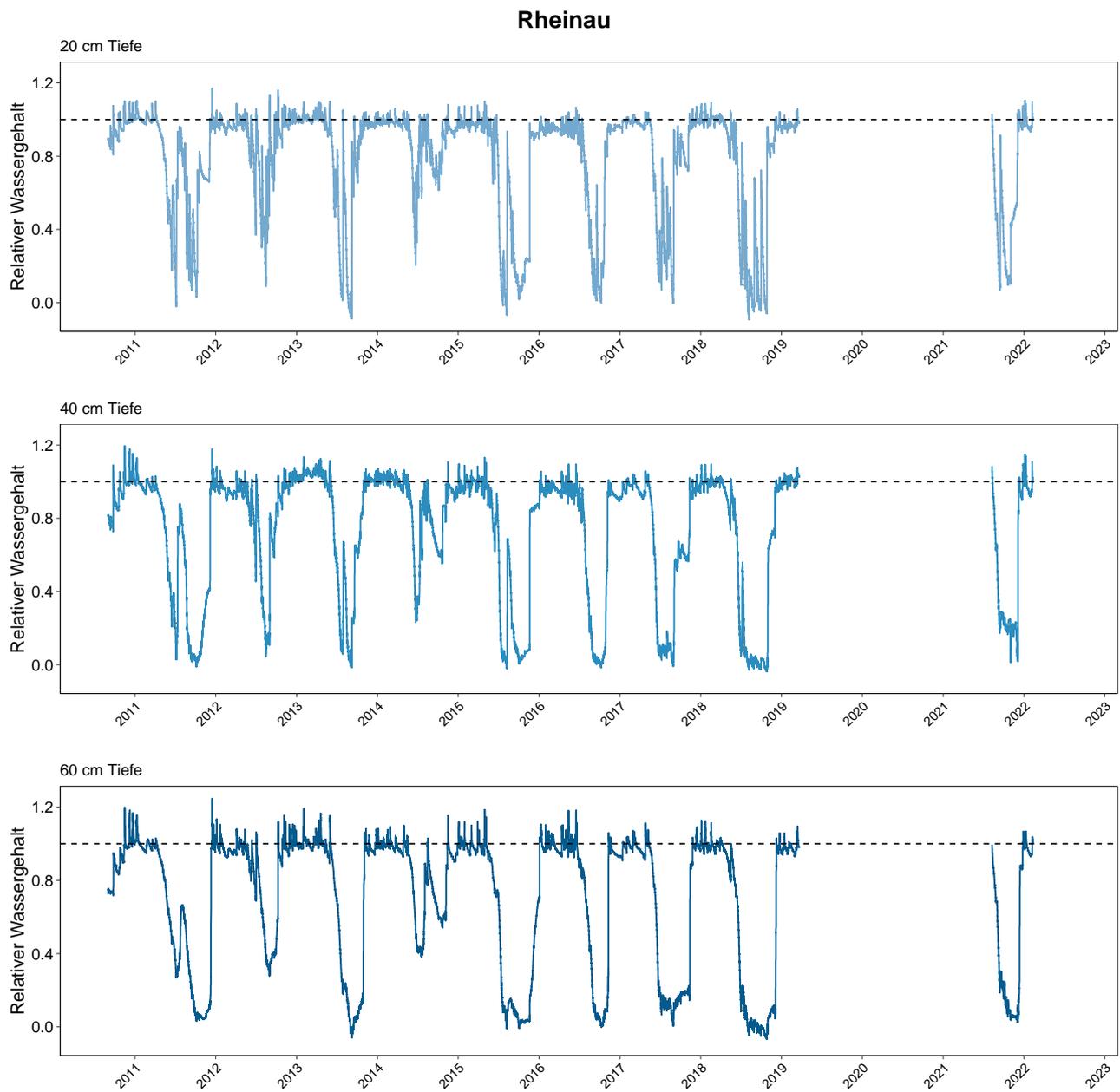


**Abb. 421.** Relativer Bodenwassergehalt in der Fichtenfläche Rafz. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin. Die Fläche wurde 2022 wegen Borkenkäferbefalls geräumt.

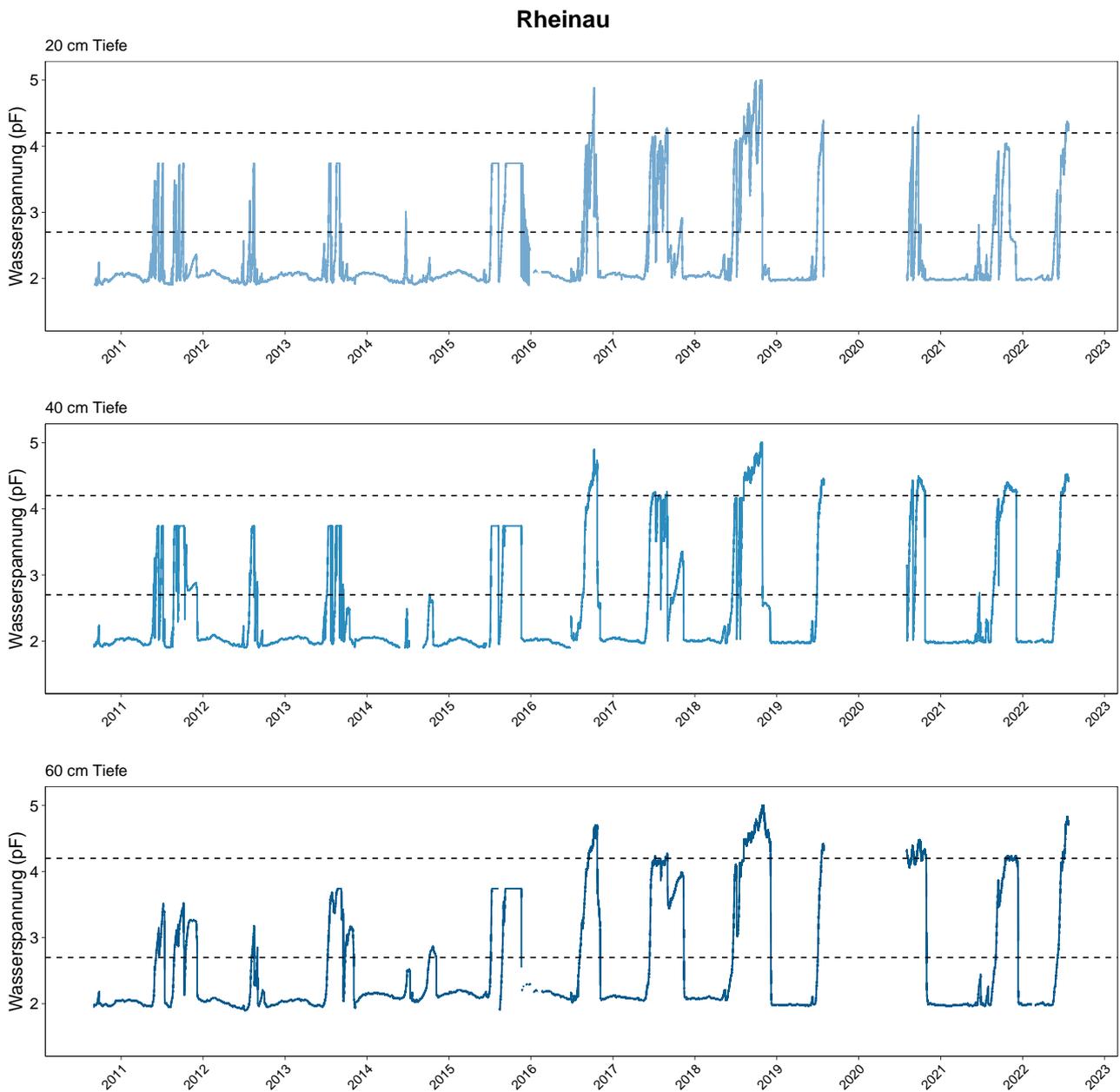


**Abb. 422.** Bodenwasserspannung in der Fichtenfläche Rafz in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.8.4 Rheinau (ZH)

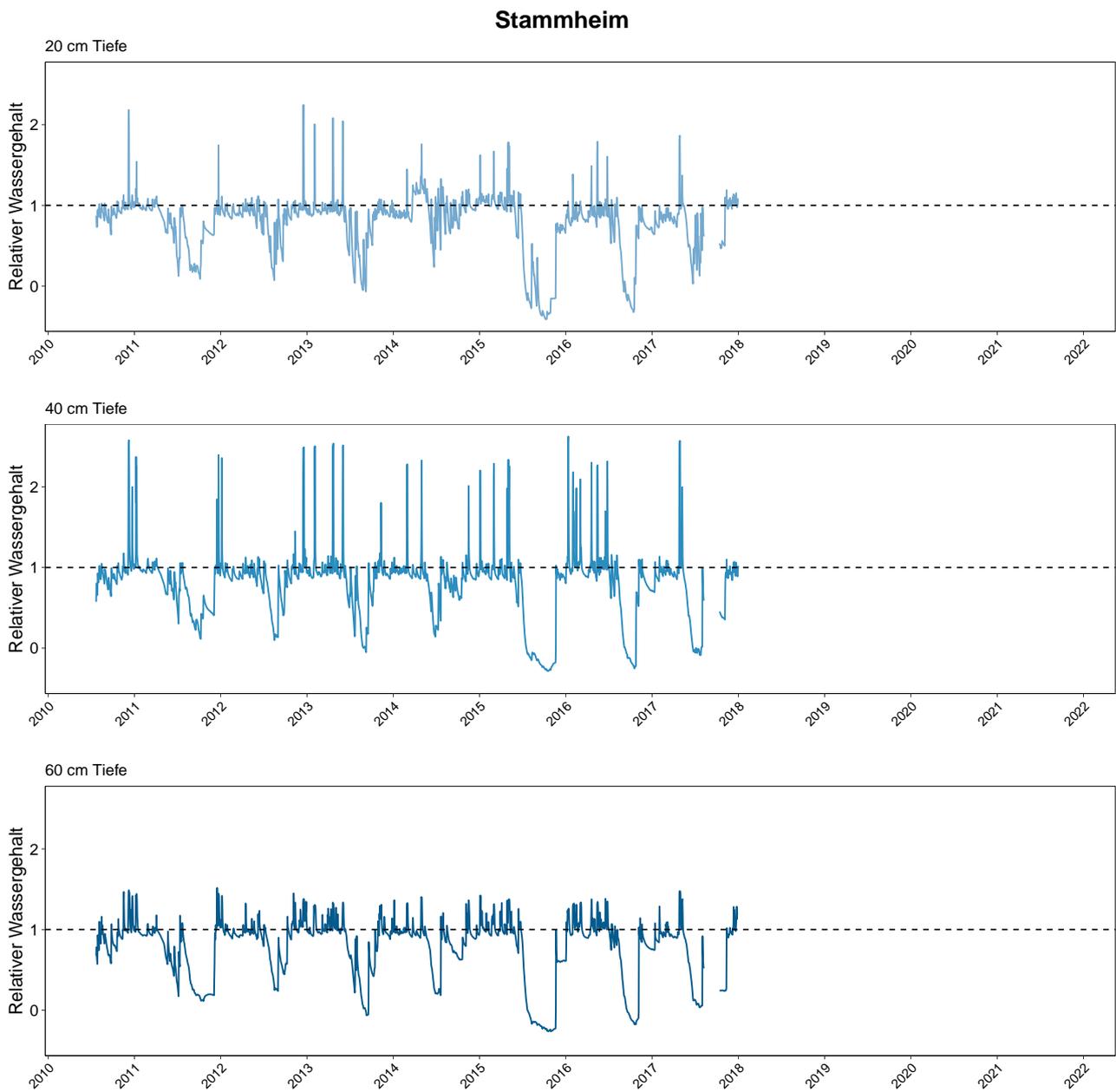


**Abb. 423.** Relativer Bodenwassergehalt in Rheinau. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

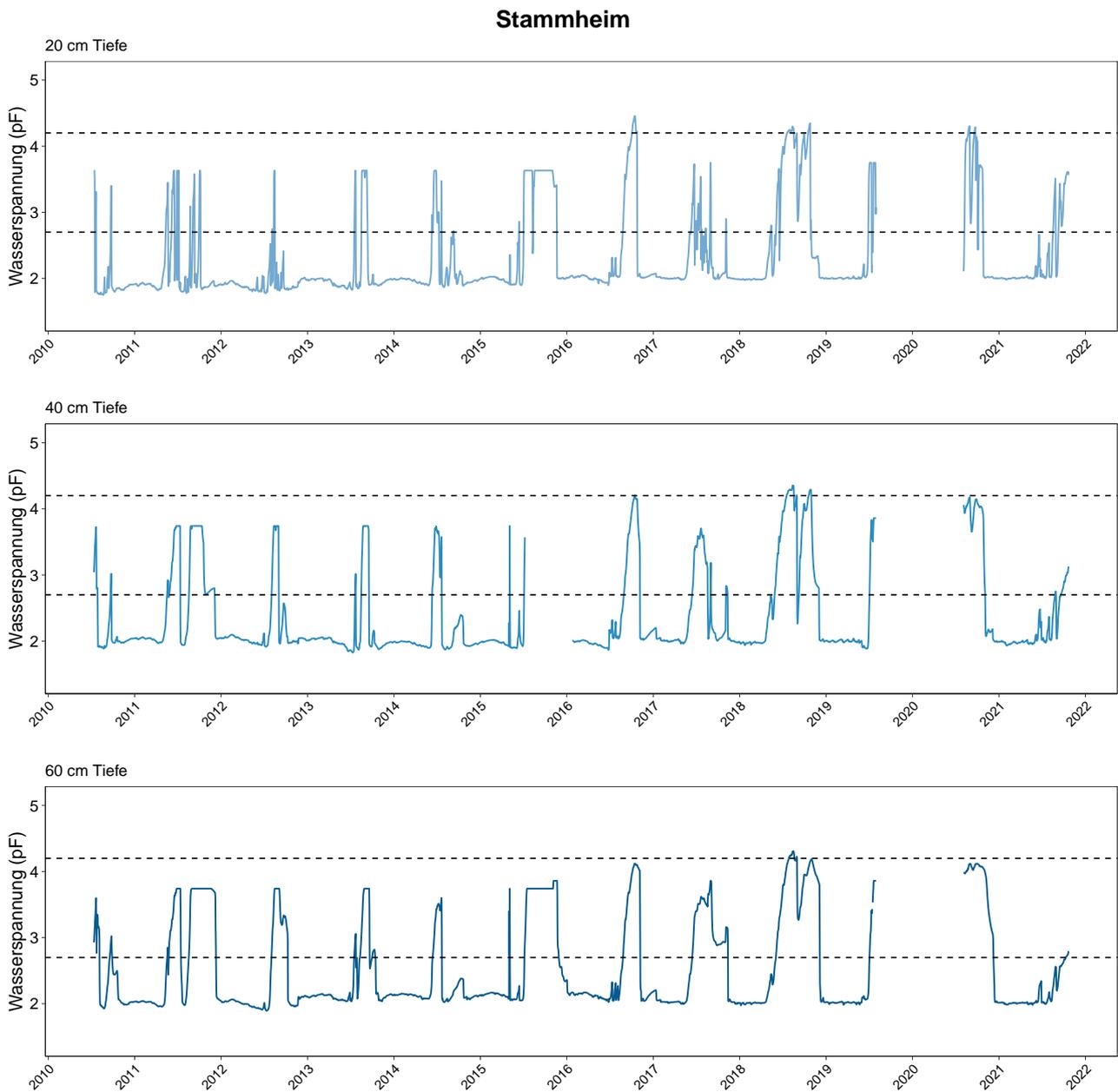


**Abb. 424.** Bodenwasserspannung in Rheinau in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.8.5 Stammheim (ZH)

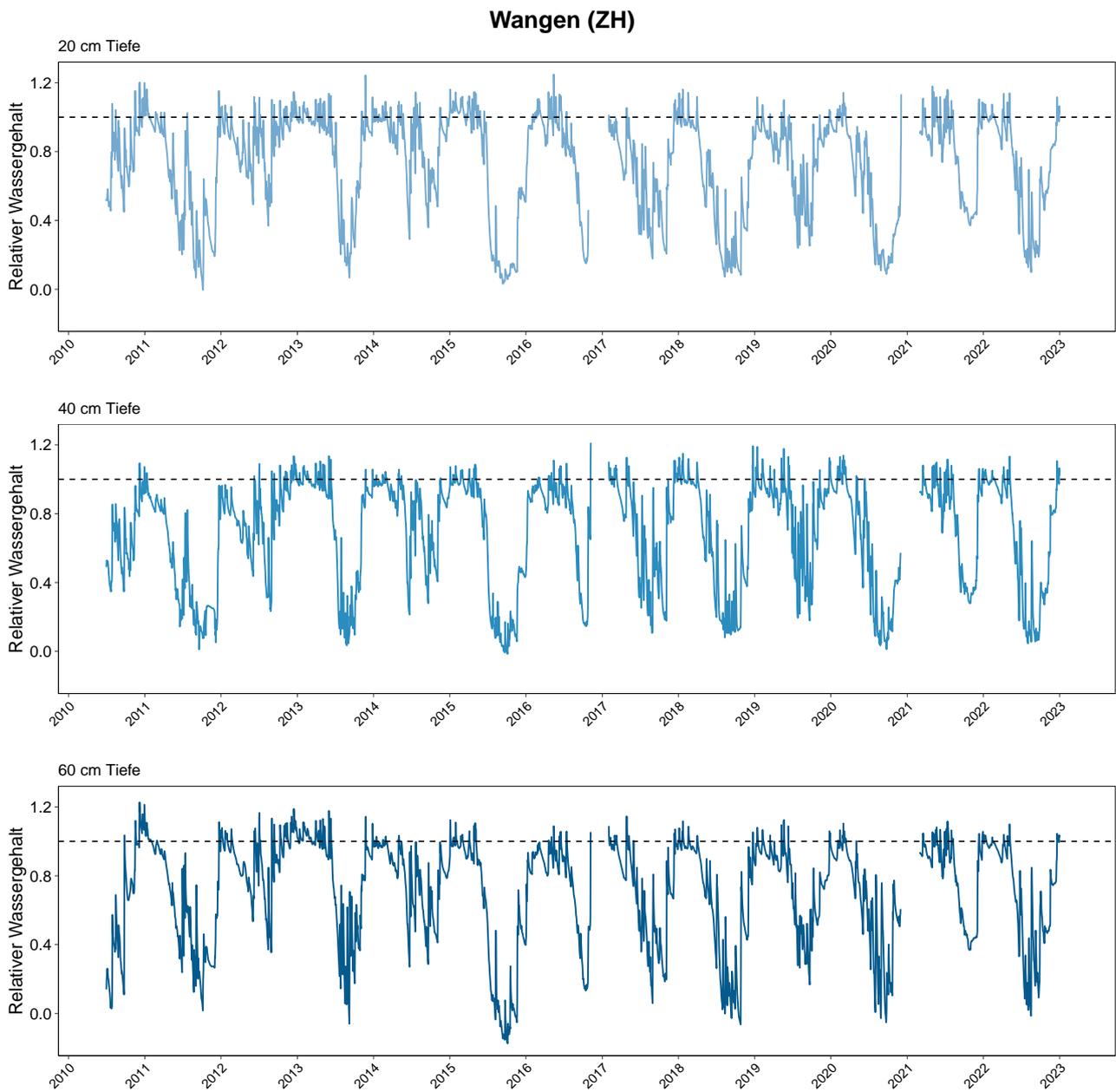


**Abb. 425.** Relativer Bodenwassergehalt in Stammheim. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

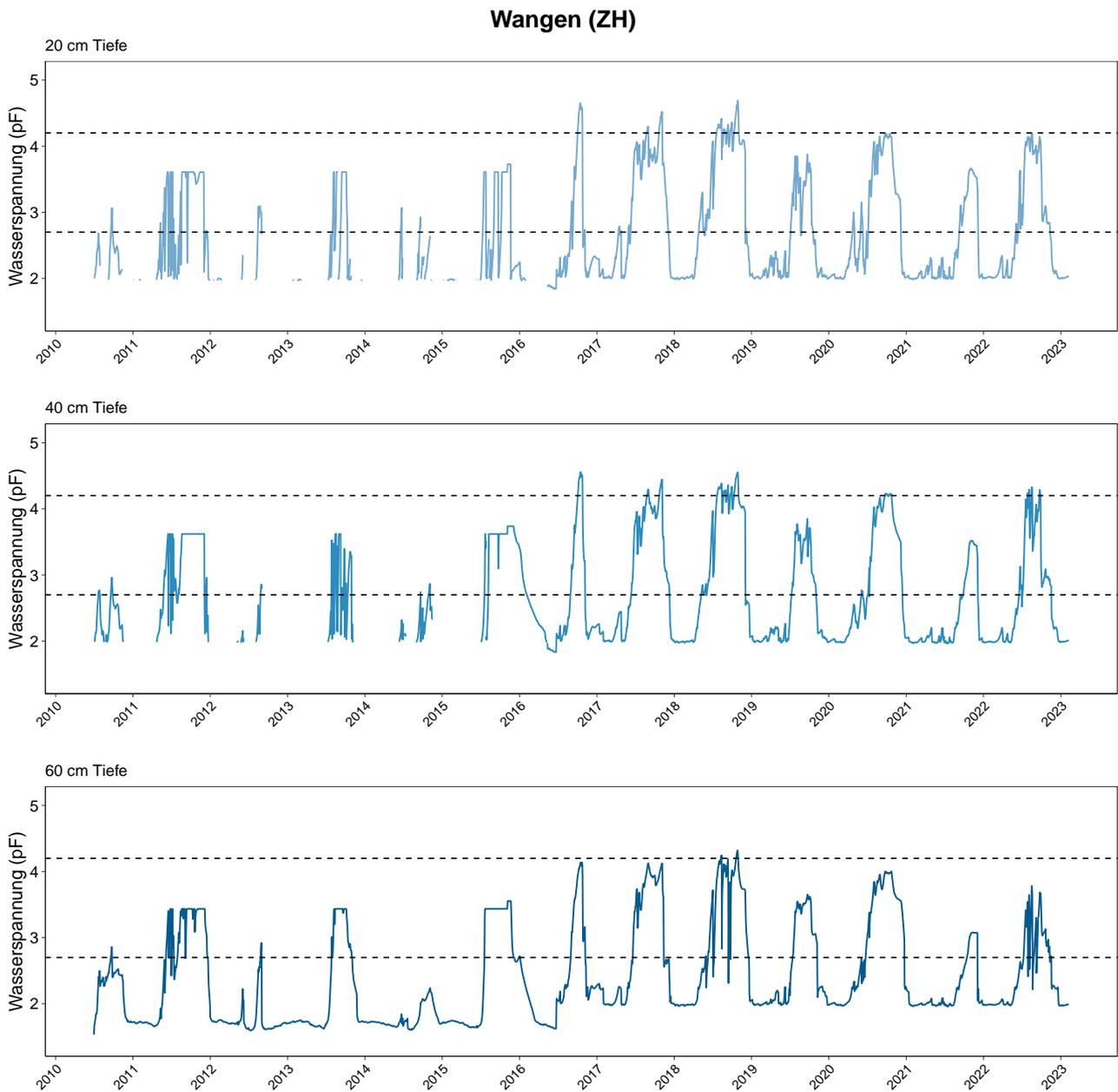


**Abb. 426.** Bodenwasserspannung in Stammheim in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.8.6 Wangen (ZH)



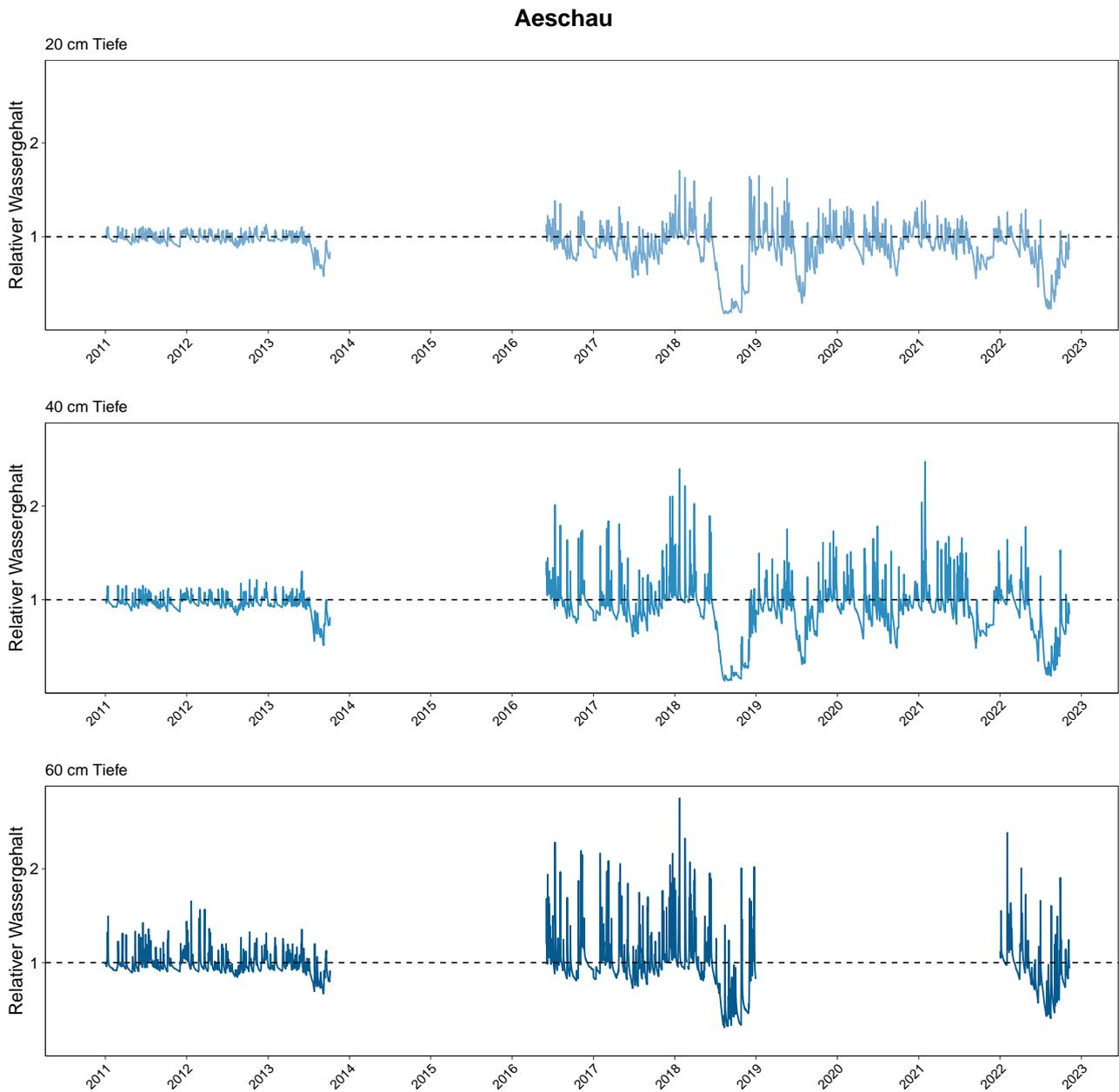
**Abb. 427.** Relativer Bodenwassergehalt in Wangen. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



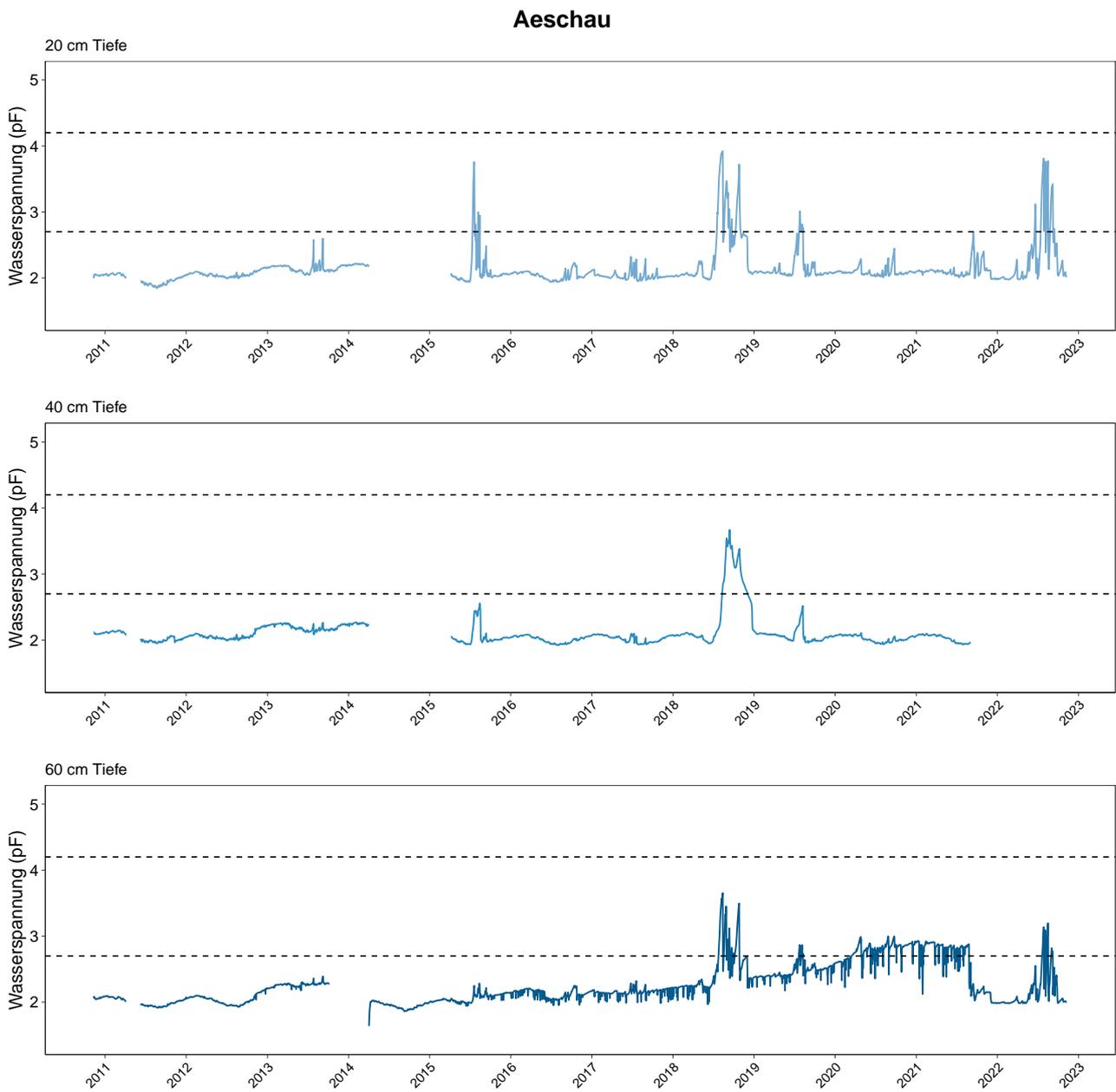
**Abb. 428.** Bodenwasserspannung in Wangen in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9 Standorte mit Bodenlösungsmessungen Flächenkantone

### 16.9.1 Aeschau (BE)

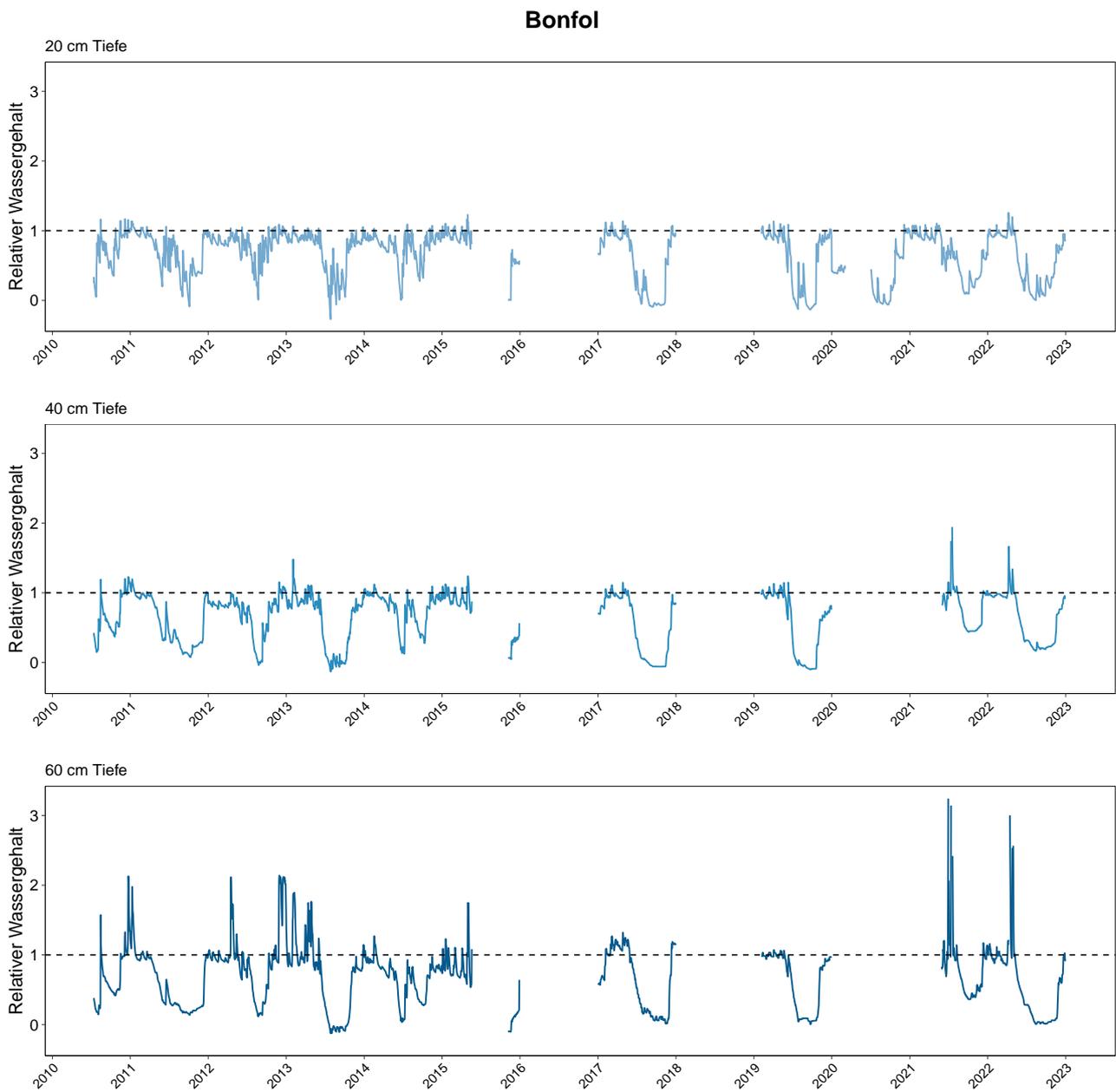


**Abb. 429.** Relativer Bodenwassergehalt in Aeschau. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

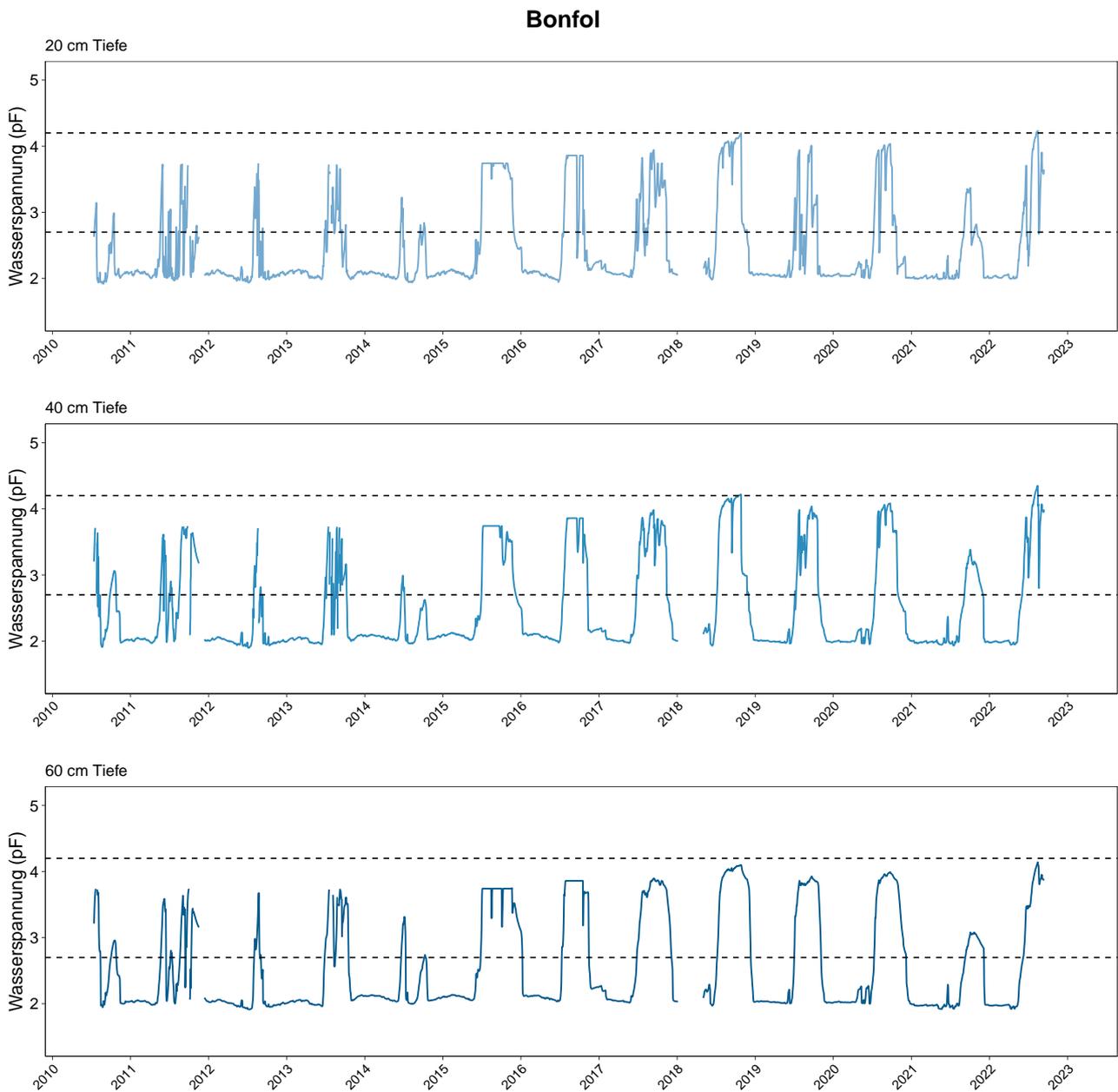


**Abb. 430.** Bodenwasserspannung in Aeschau in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.2 Bonfol (JU)

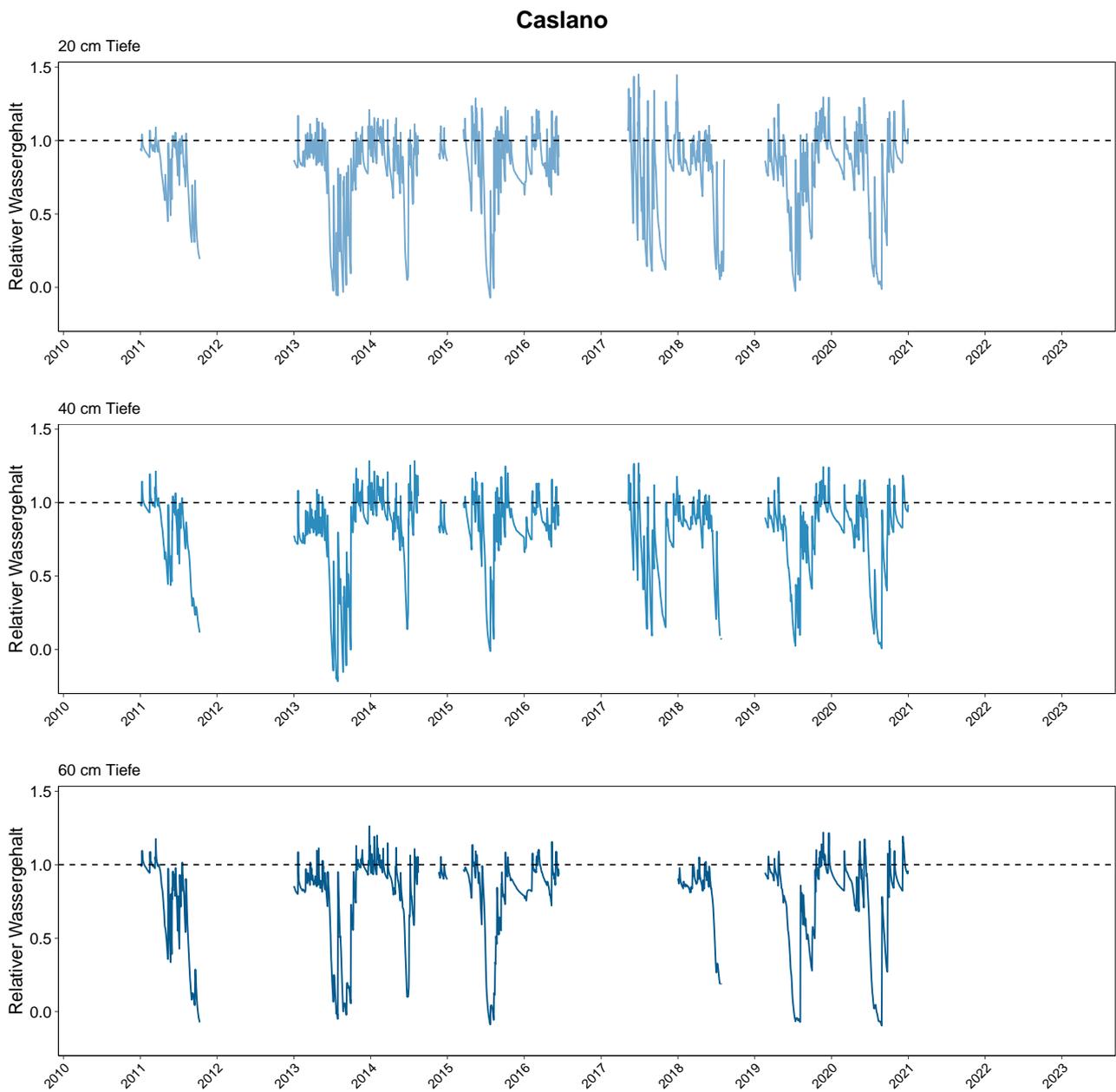


**Abb. 431.** Relativer Bodenwassergehalt in Bonfol. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

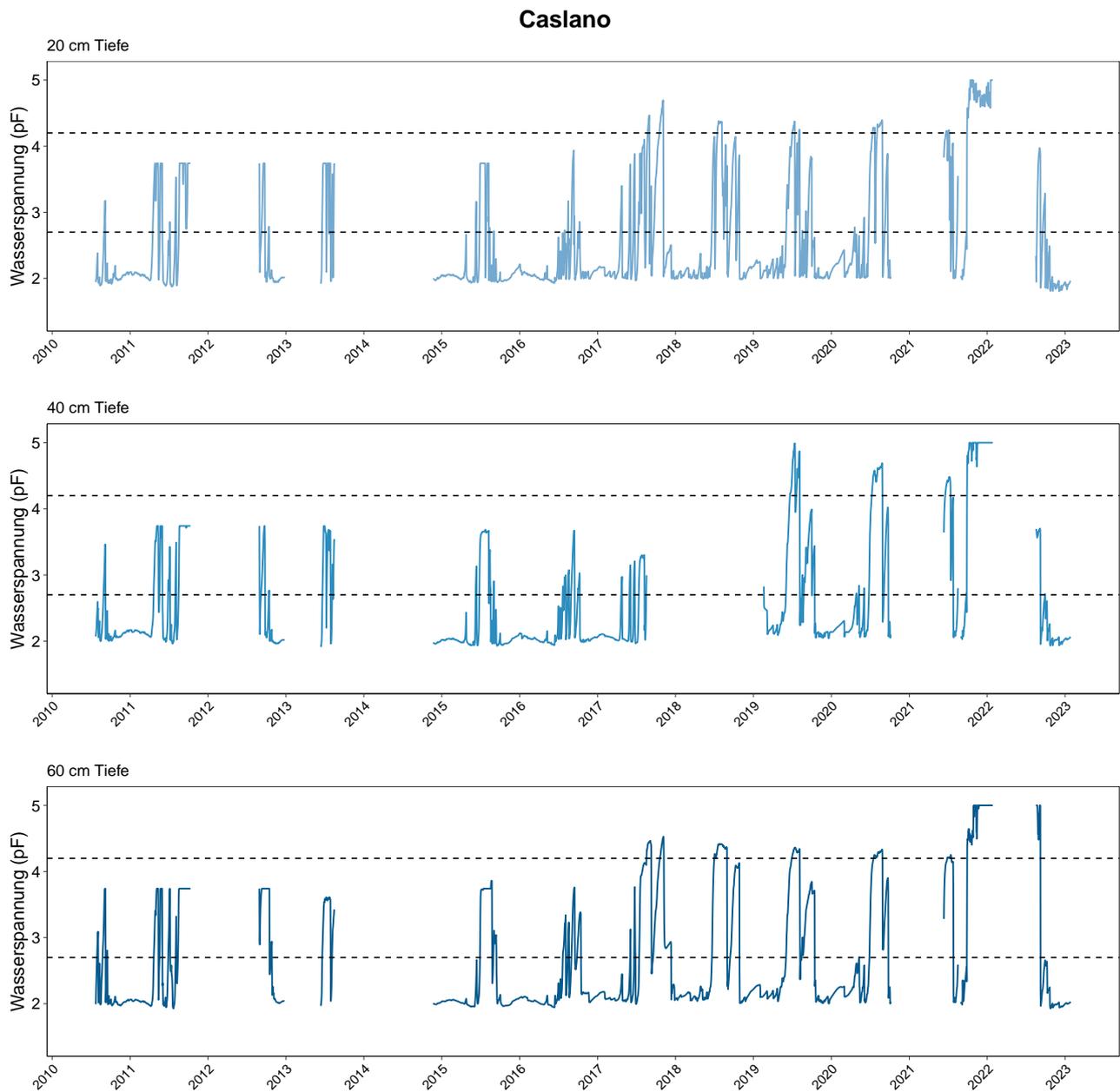


**Abb. 432.** Bodenwasserspannung in Bonfol in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

### 16.9.3 Caslano (TI)

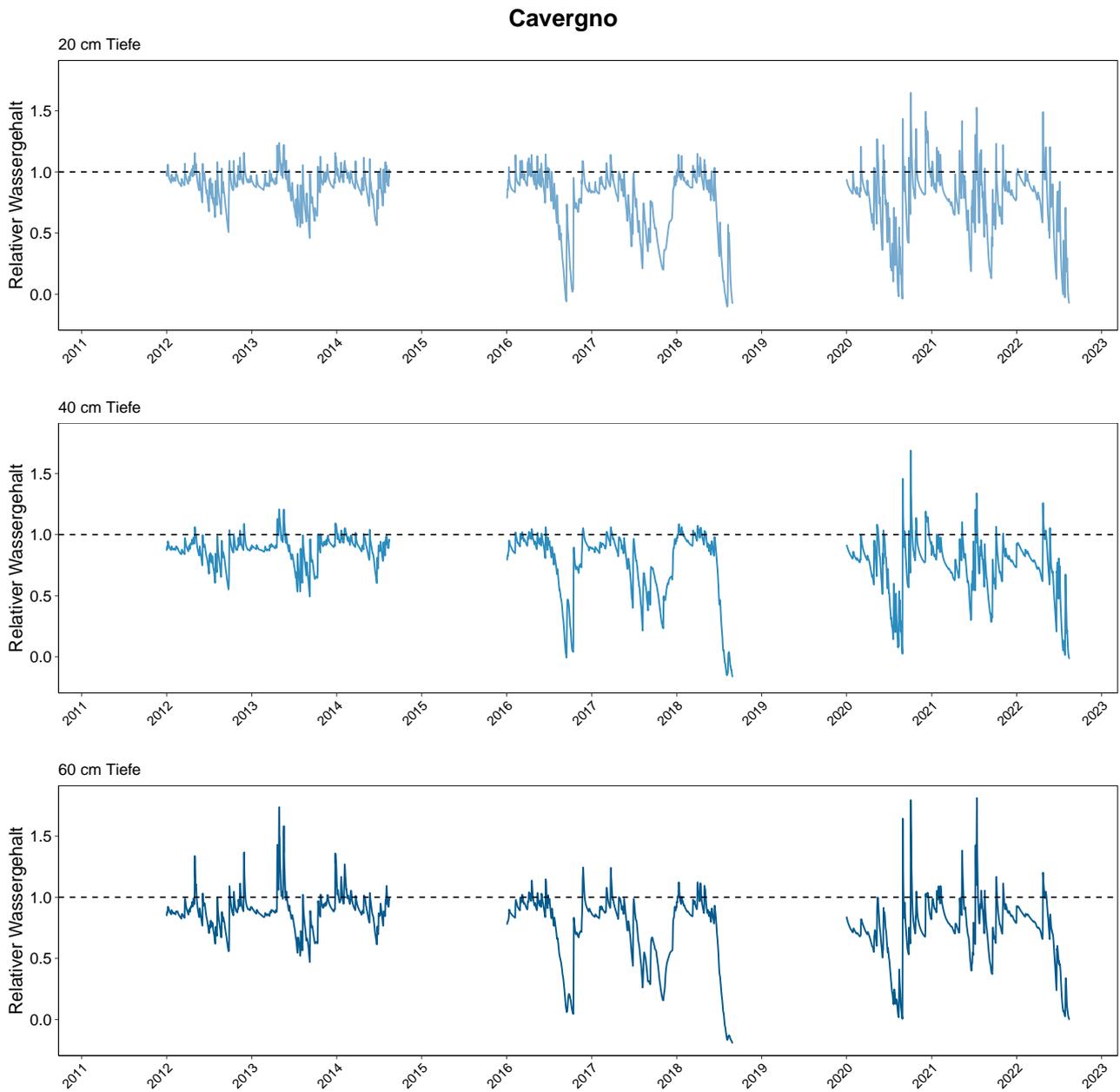


**Abb. 433.** Relativer Bodenwassergehalt in Caslano. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

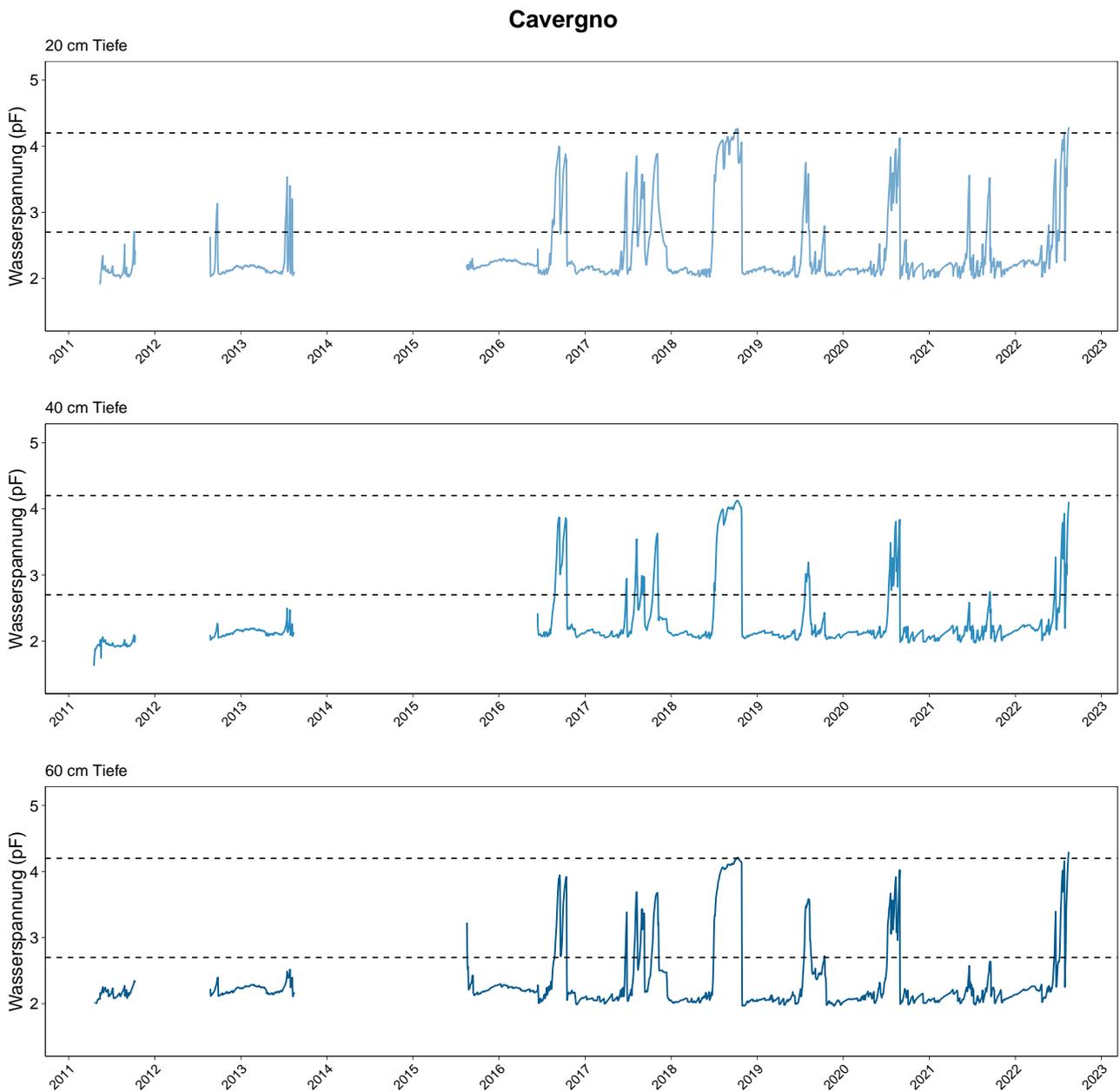


**Abb. 434.** Bodenwasserspannung in Caslano in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.4 Caveragno (TI)

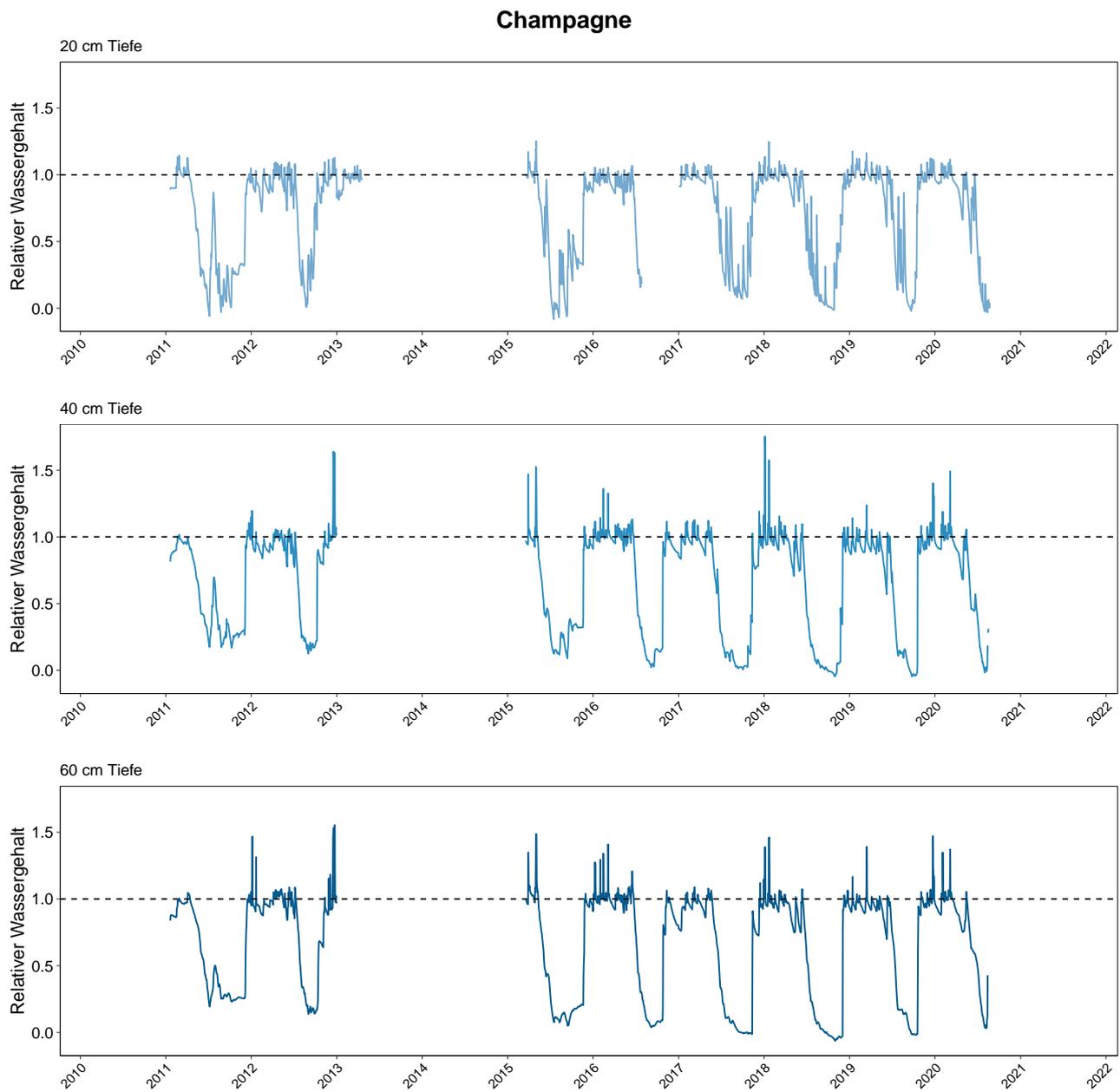


**Abb. 435.** Relativer Bodenwassergehalt in Caveragno. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

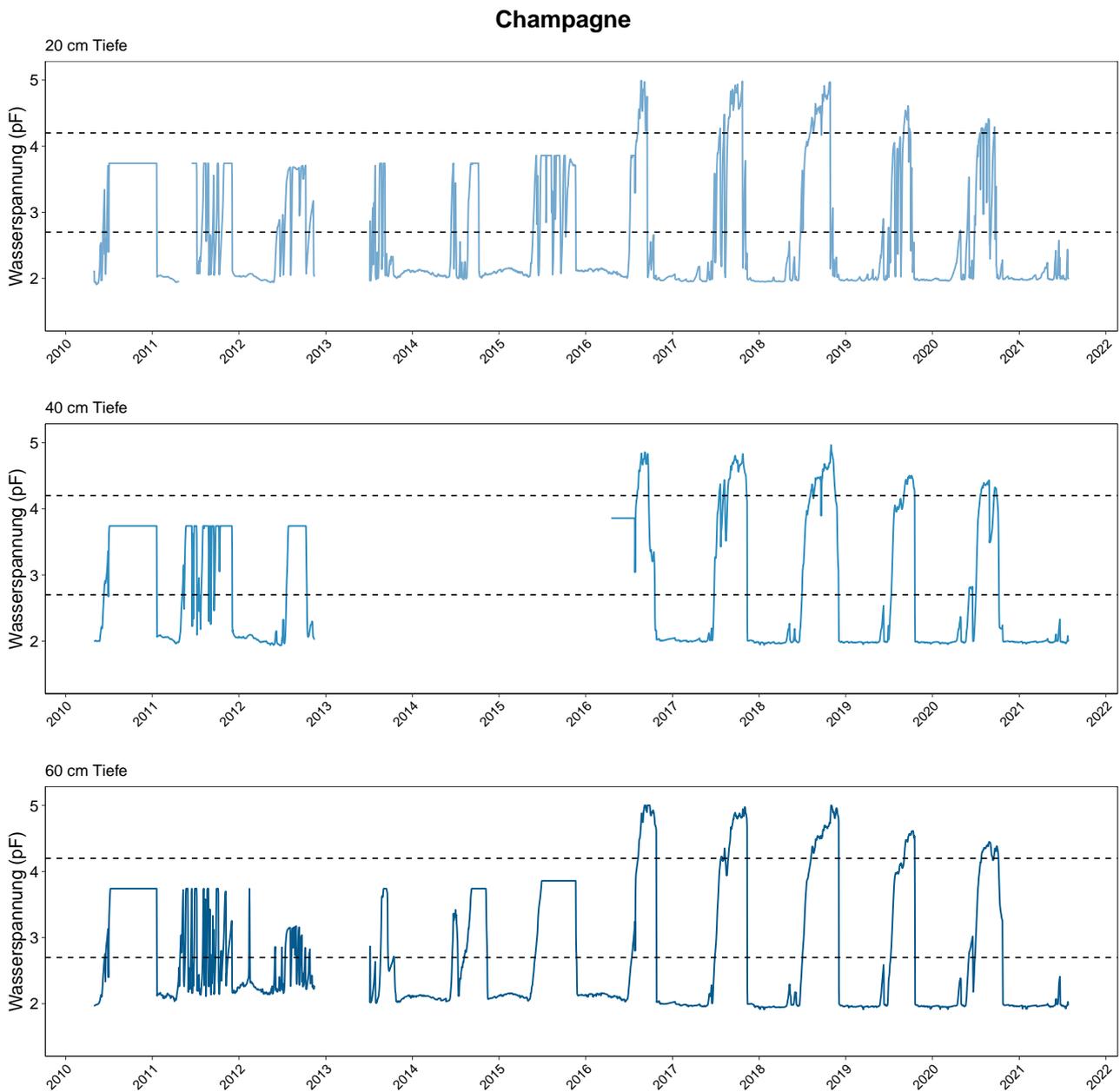


**Abb. 436.** Bodenwasserspannung in Caveragno in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.5 Champagne (VD)

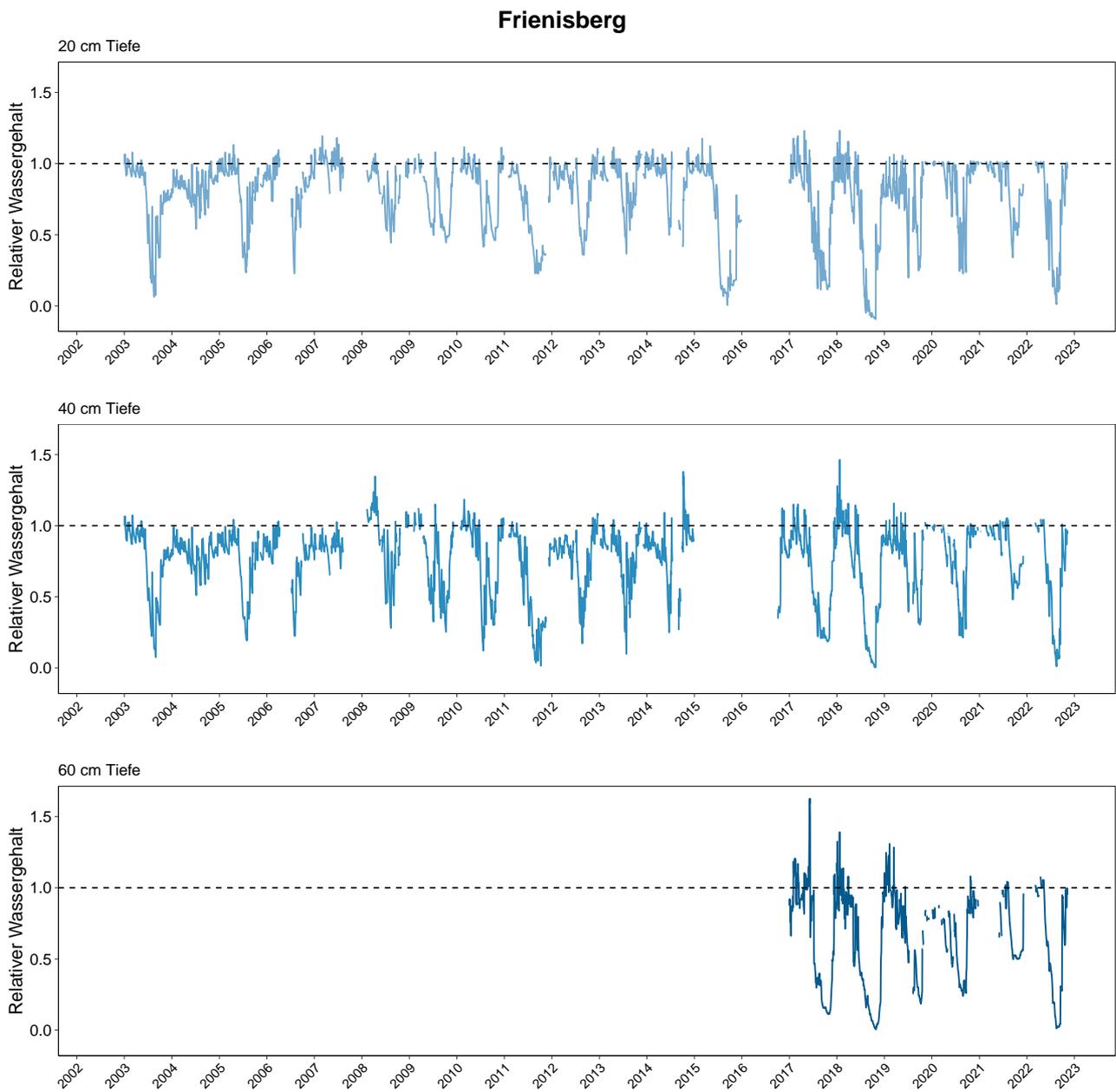


**Abb. 437.** Relativer Bodenwassergehalt in Champagne. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

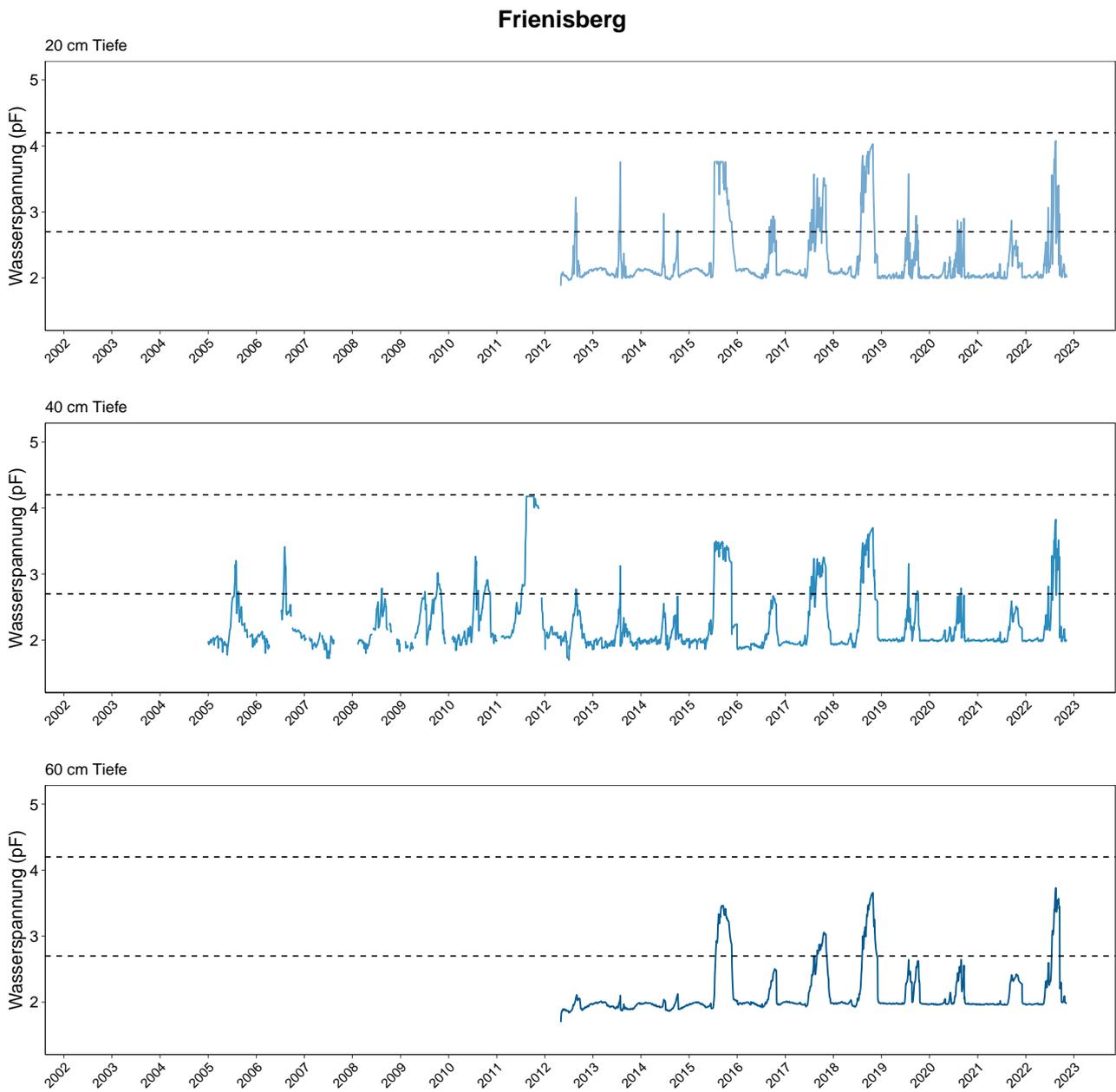


**Abb. 438.** Bodenwasserspannung in Champagne in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.6 Frienisberg (BE)

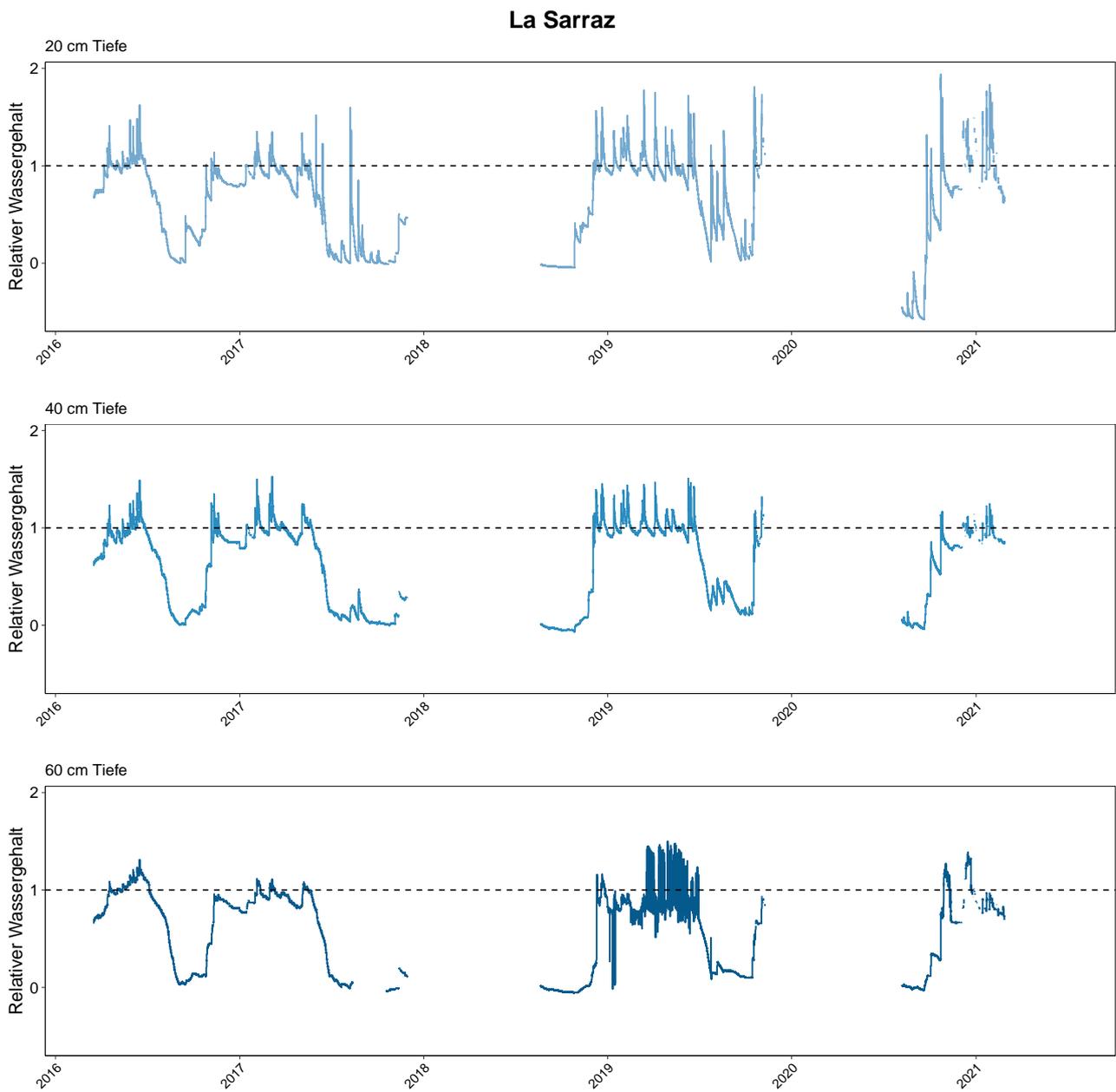


**Abb. 439.** Relativer Bodenwassergehalt in Frienisberg. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

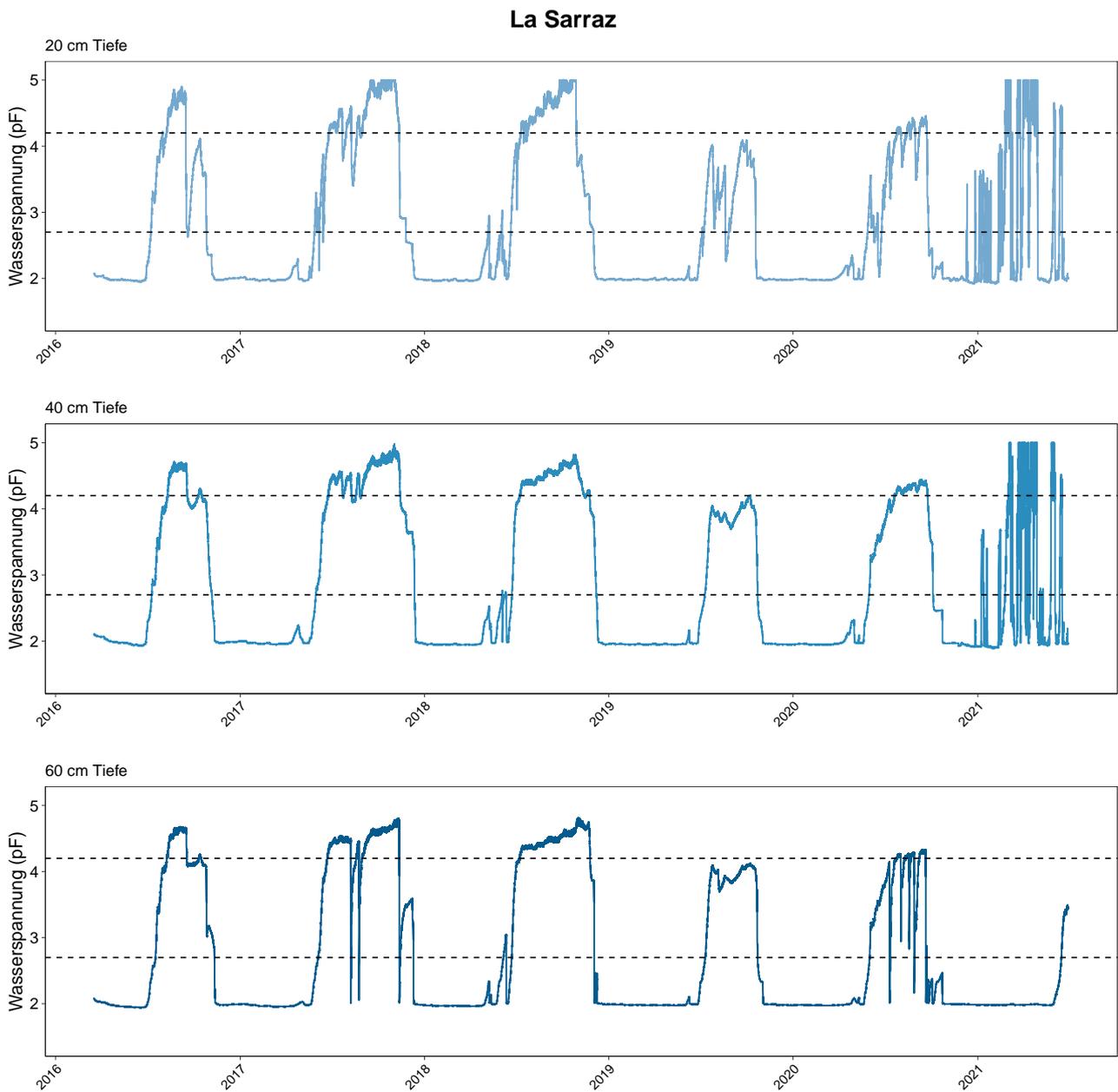


**Abb. 440.** Bodenwasserspannung in Frienisberg in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.7 La Sarraz (VD)

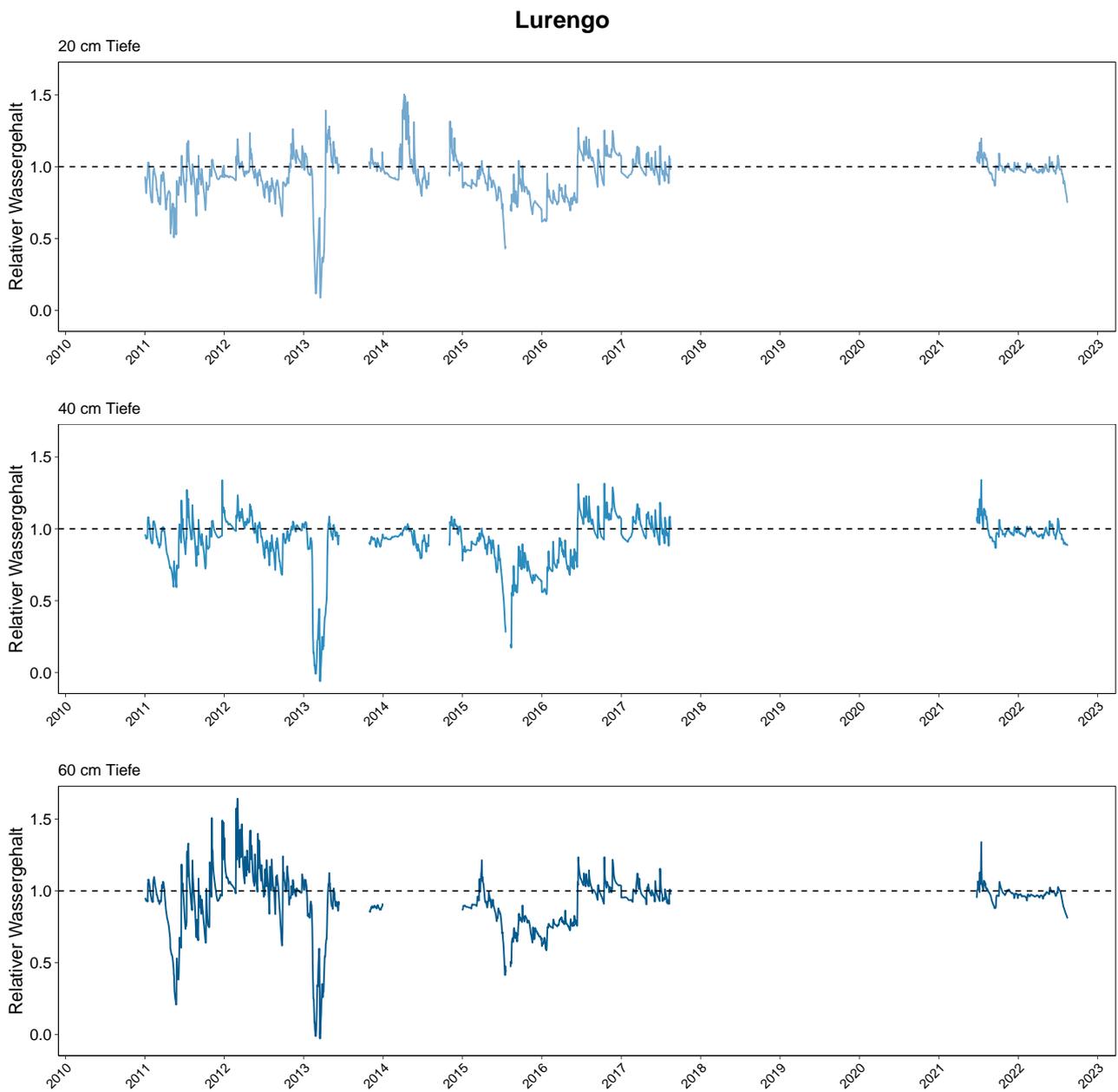


**Abb. 441.** Relativer Bodenwassergehalt in La Sarraz. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

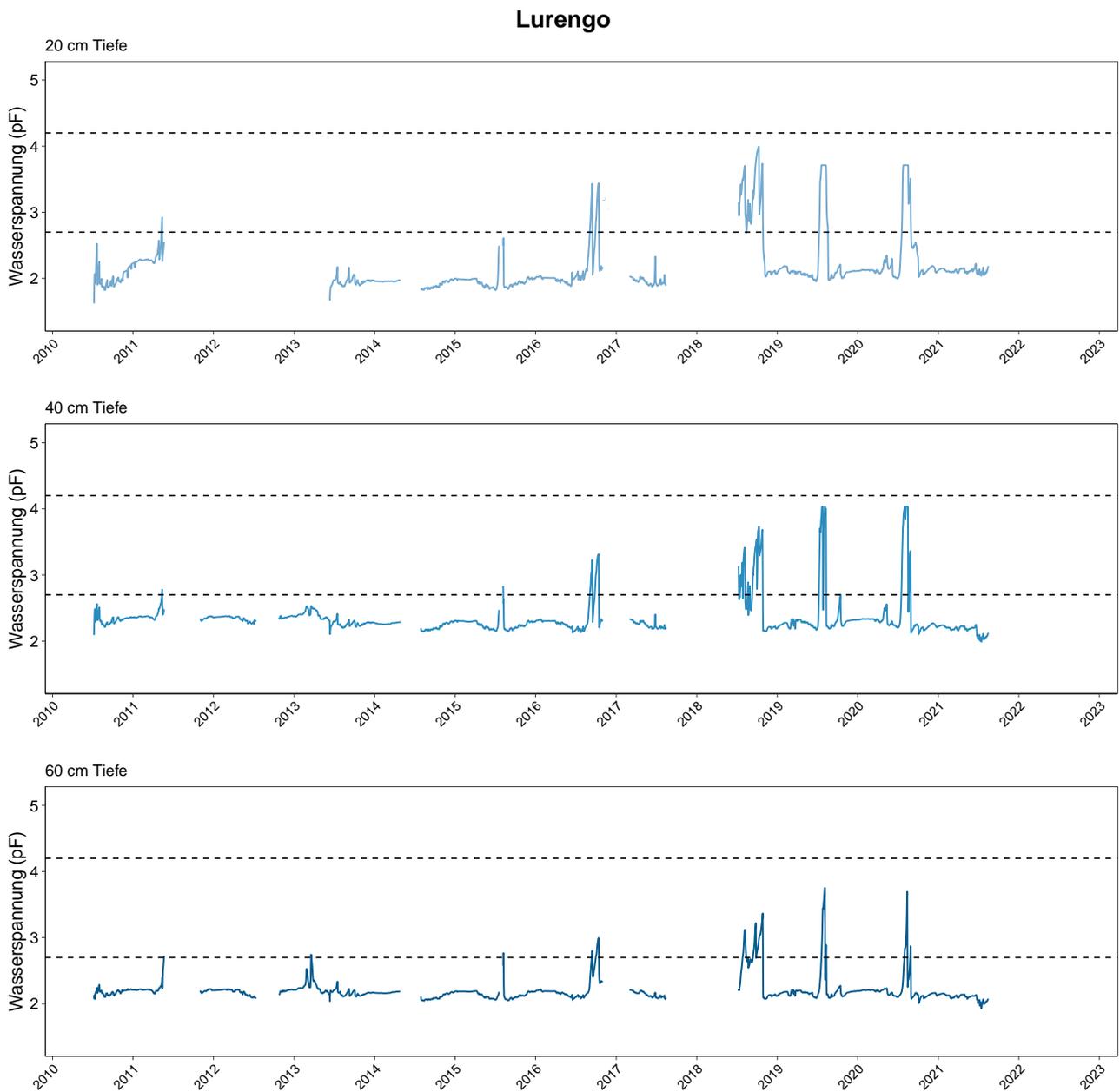


**Abb. 442.** Bodenwasserspannung in La Sarraz in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.8 Lurengo (TI)

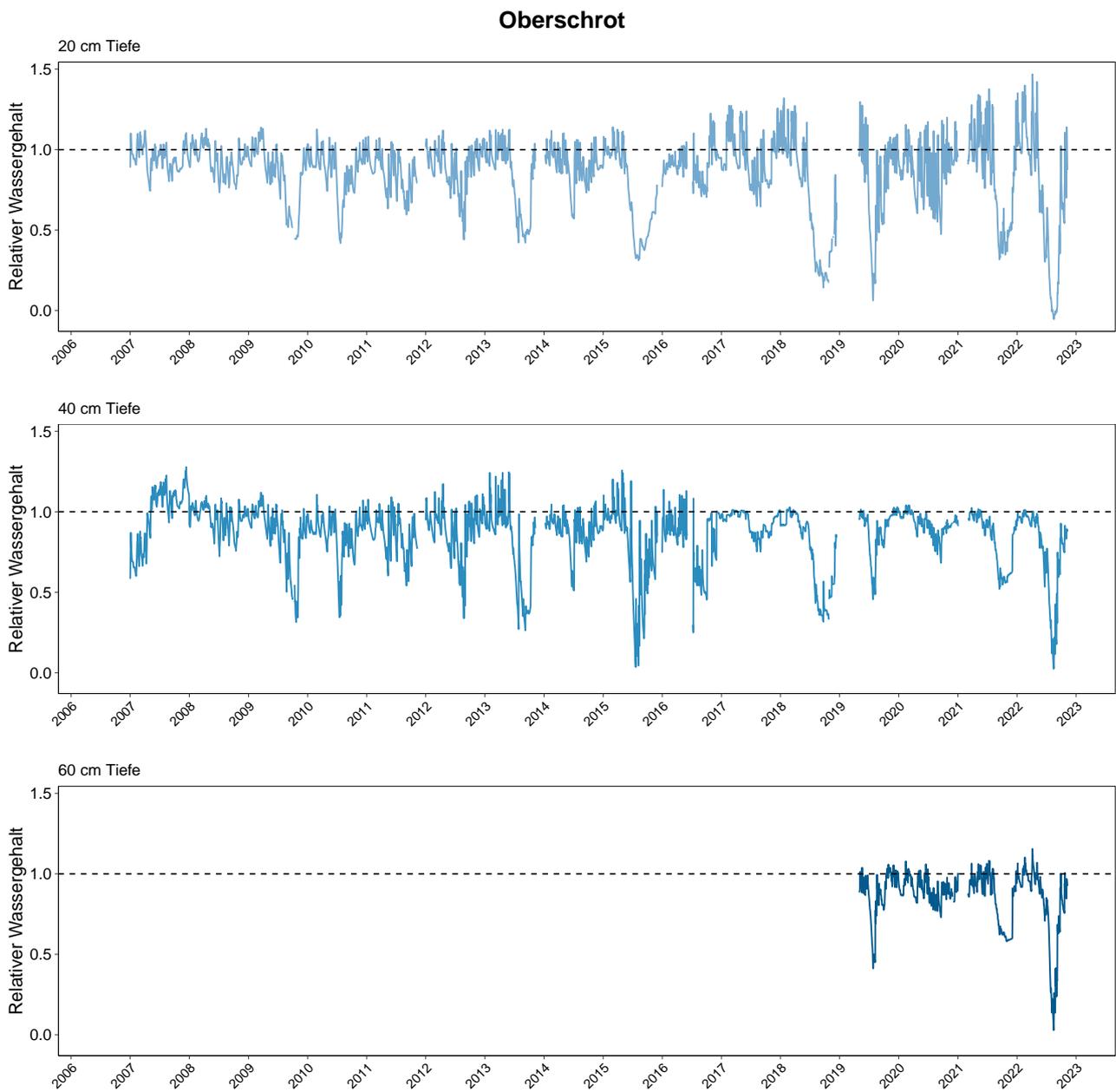


**Abb. 443.** Relativer Bodenwassergehalt in Lurengo. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

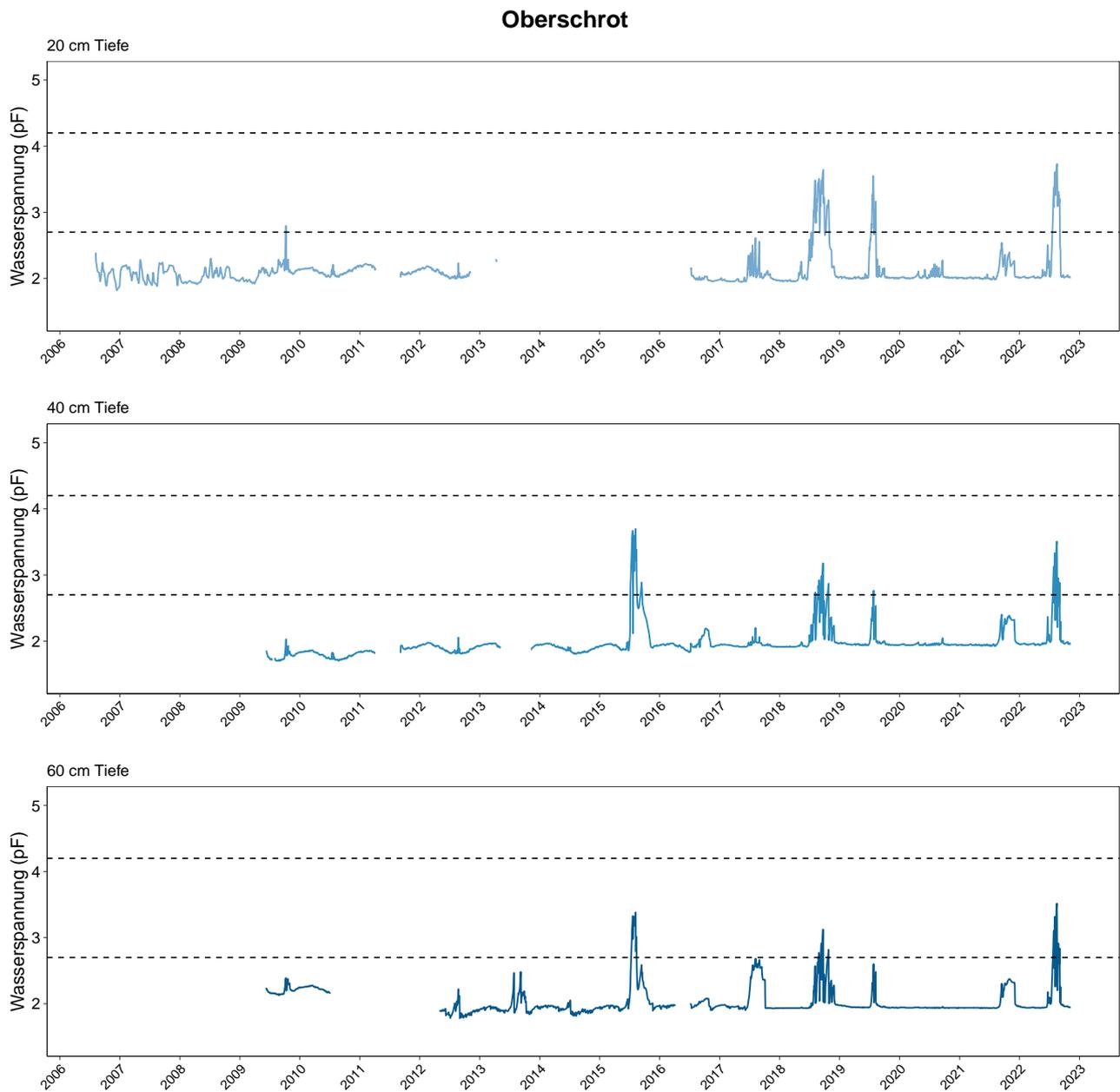


**Abb. 444.** Bodenwasserspannung in Lurengo in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.9 Oberschrot (FR)

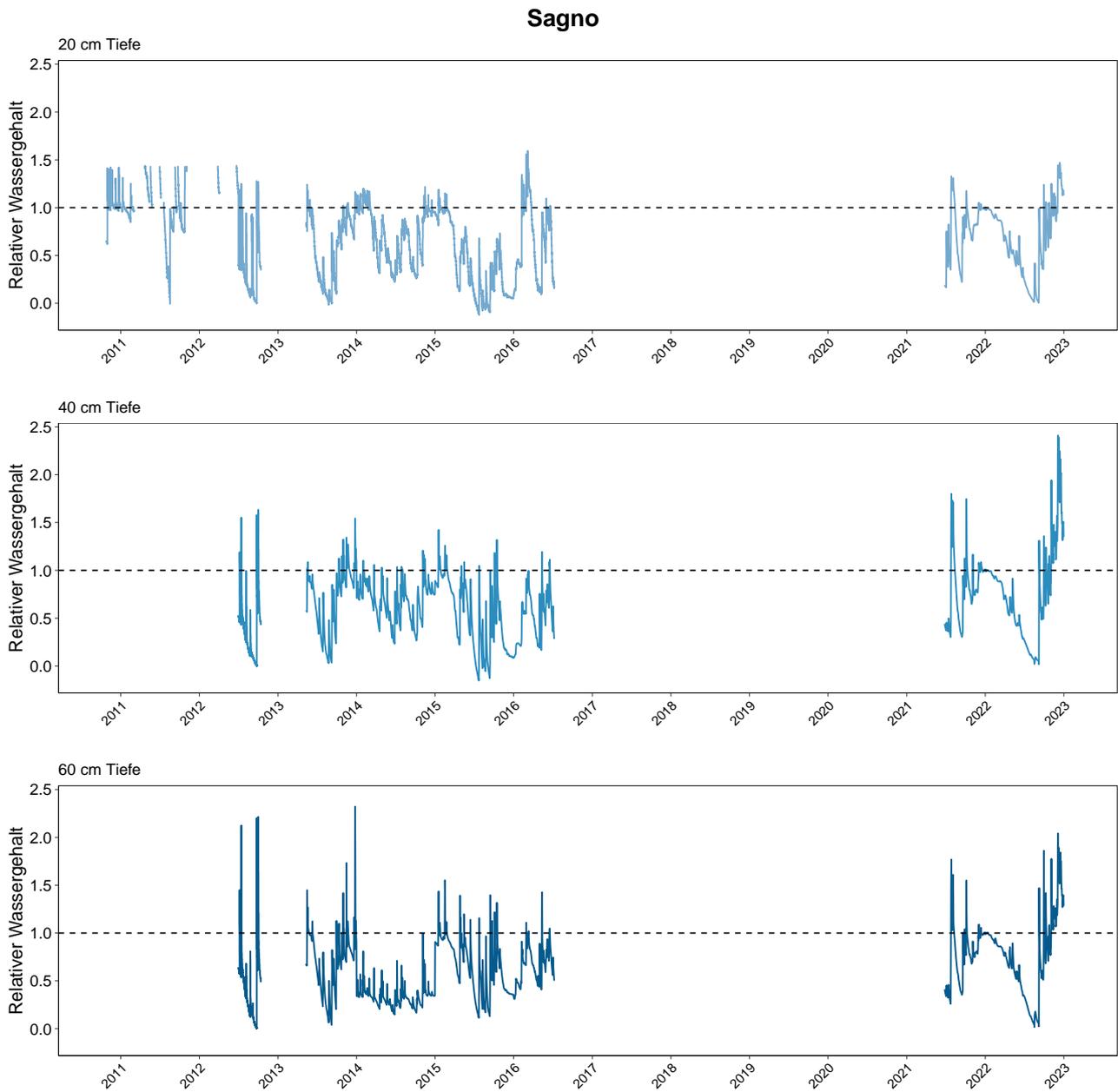


**Abb. 445.** Relativer Bodenwassergehalt in Oberschrot. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



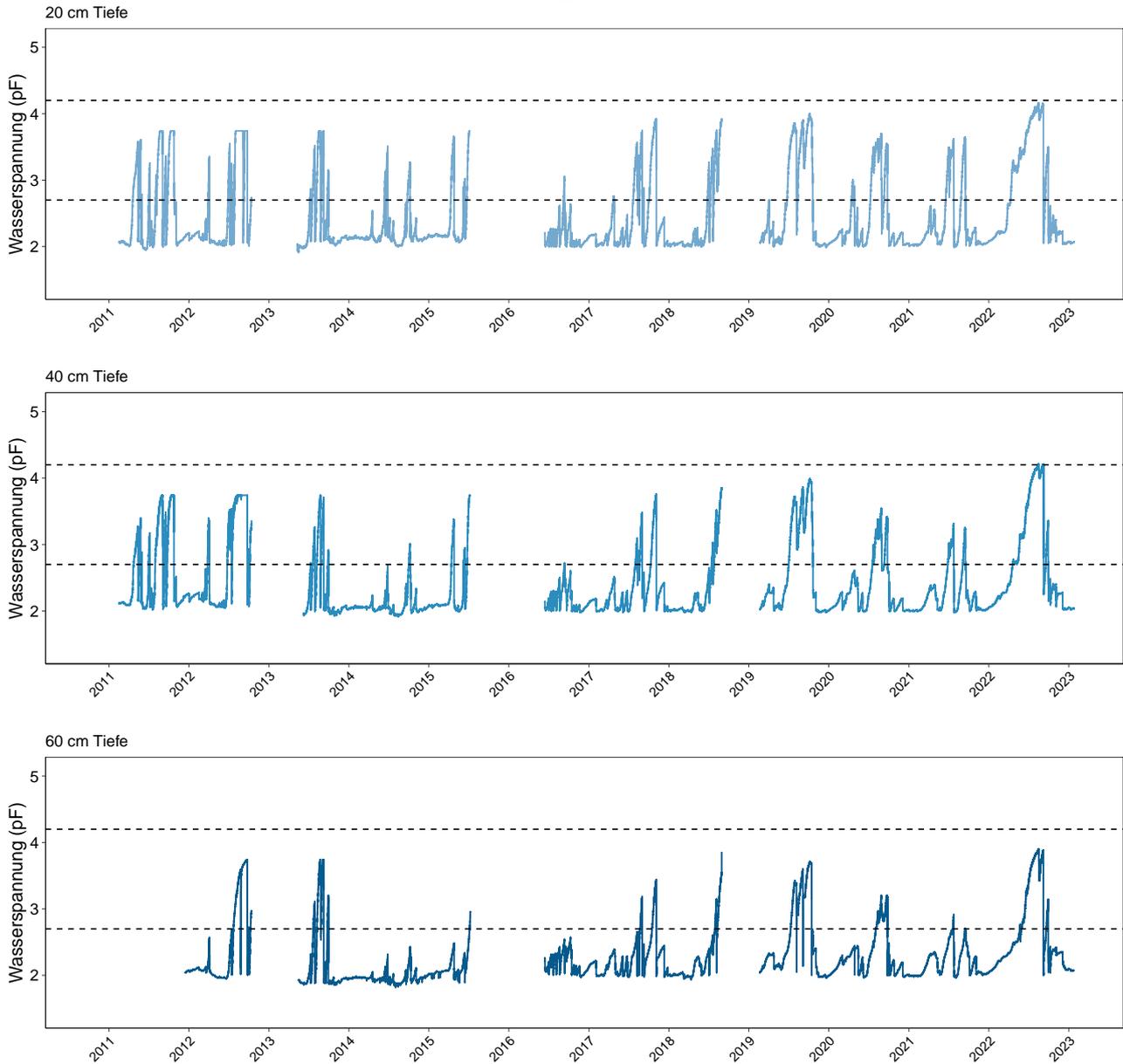
**Abb. 446.** Bodenwasserspannung in Oberschrot in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.10 Sagno (TI)



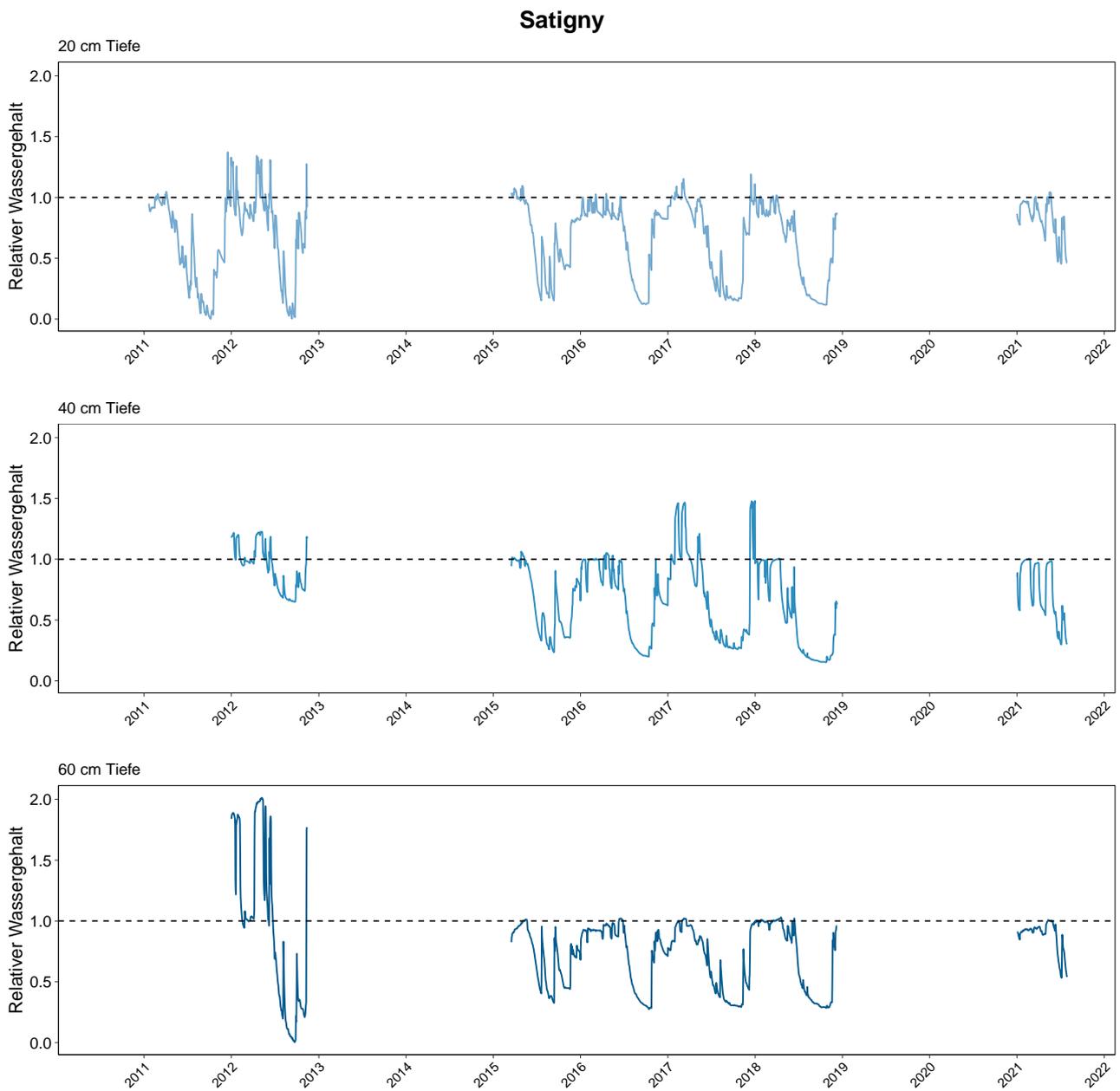
**Abb. 447.** Relativer Bodenwassergehalt in Sagno. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

## Sagno

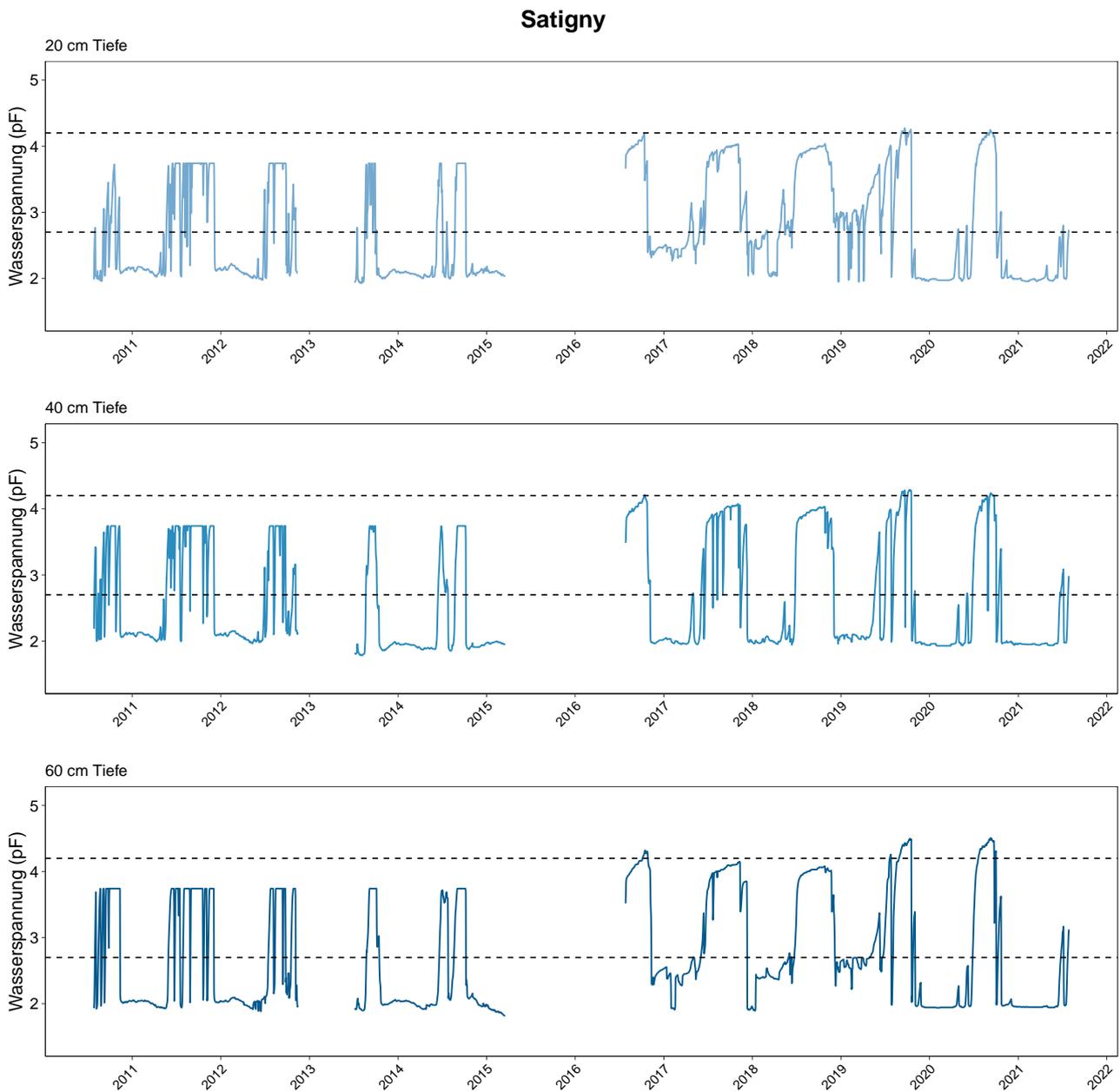


**Abb. 448.** Bodenwasserspannung in Sagno in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.11 Satigny (GE)

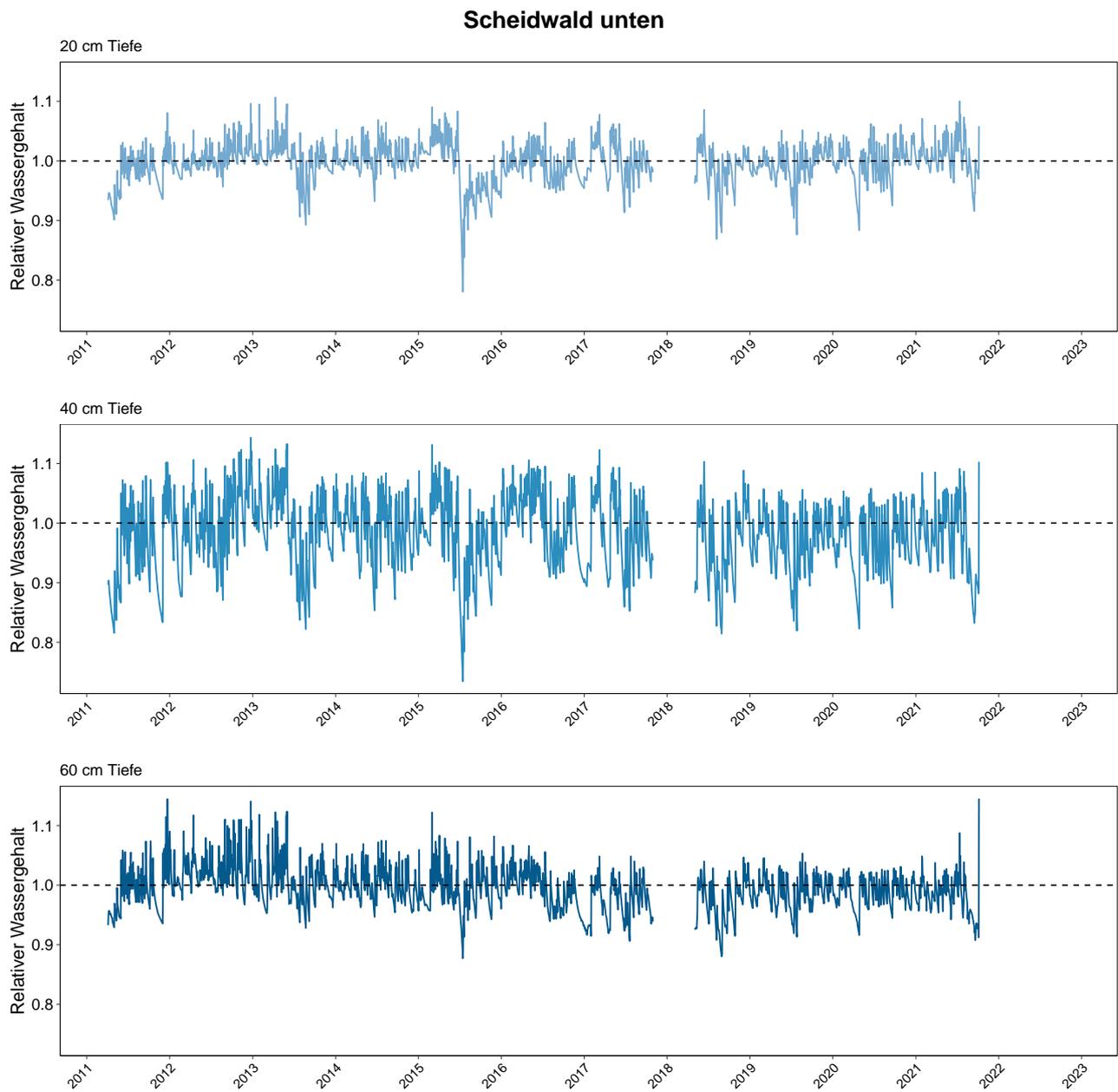


**Abb. 449.** Relativer Bodenwassergehalt in Satigny. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



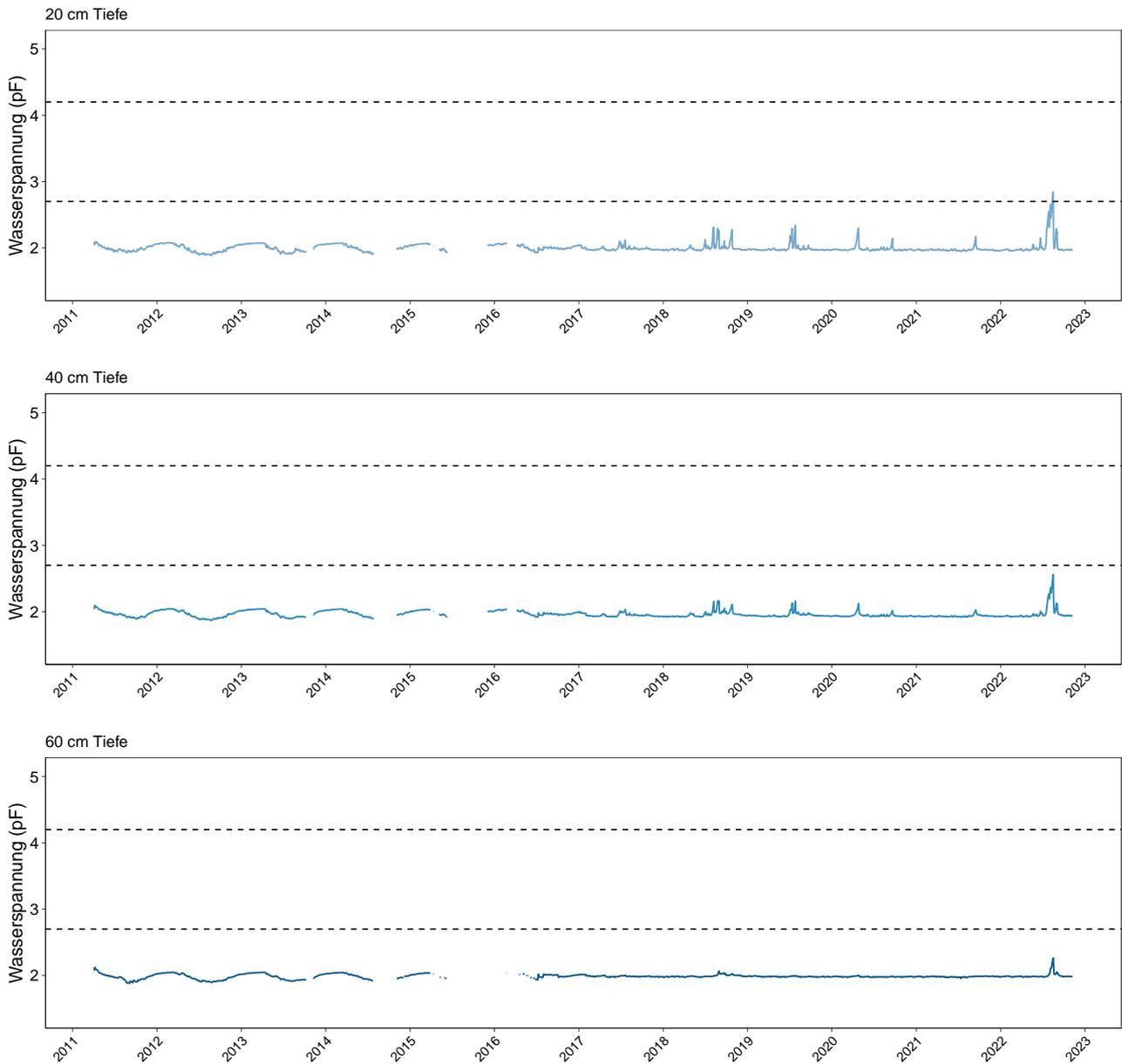
**Abb. 450.** Bodenwasserspannung in Satigny in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.12 Scheidwald (BE)



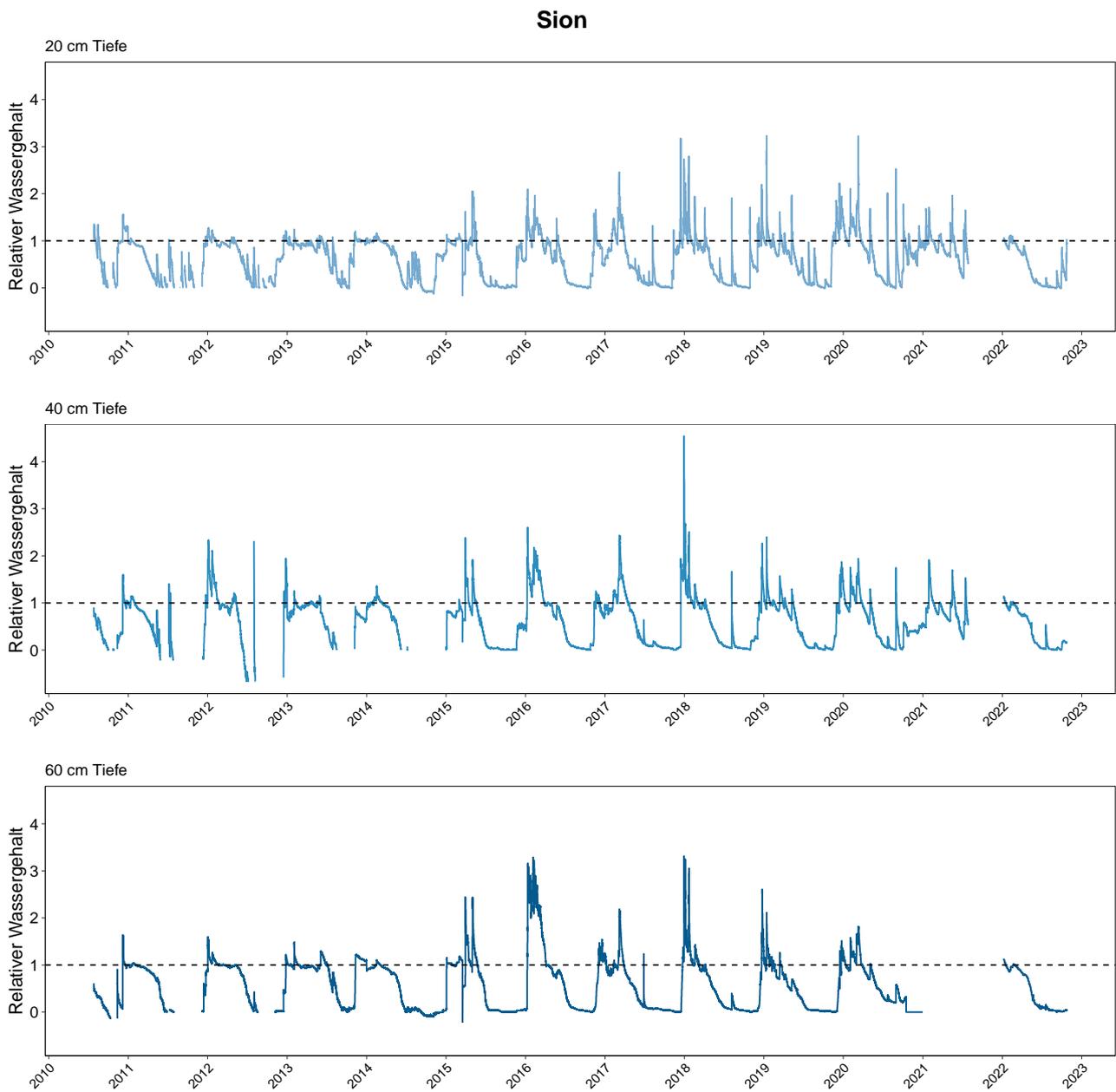
**Abb. 451.** Relativer Bodenwassergehalt in Scheidwald. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

## Scheidwald unten

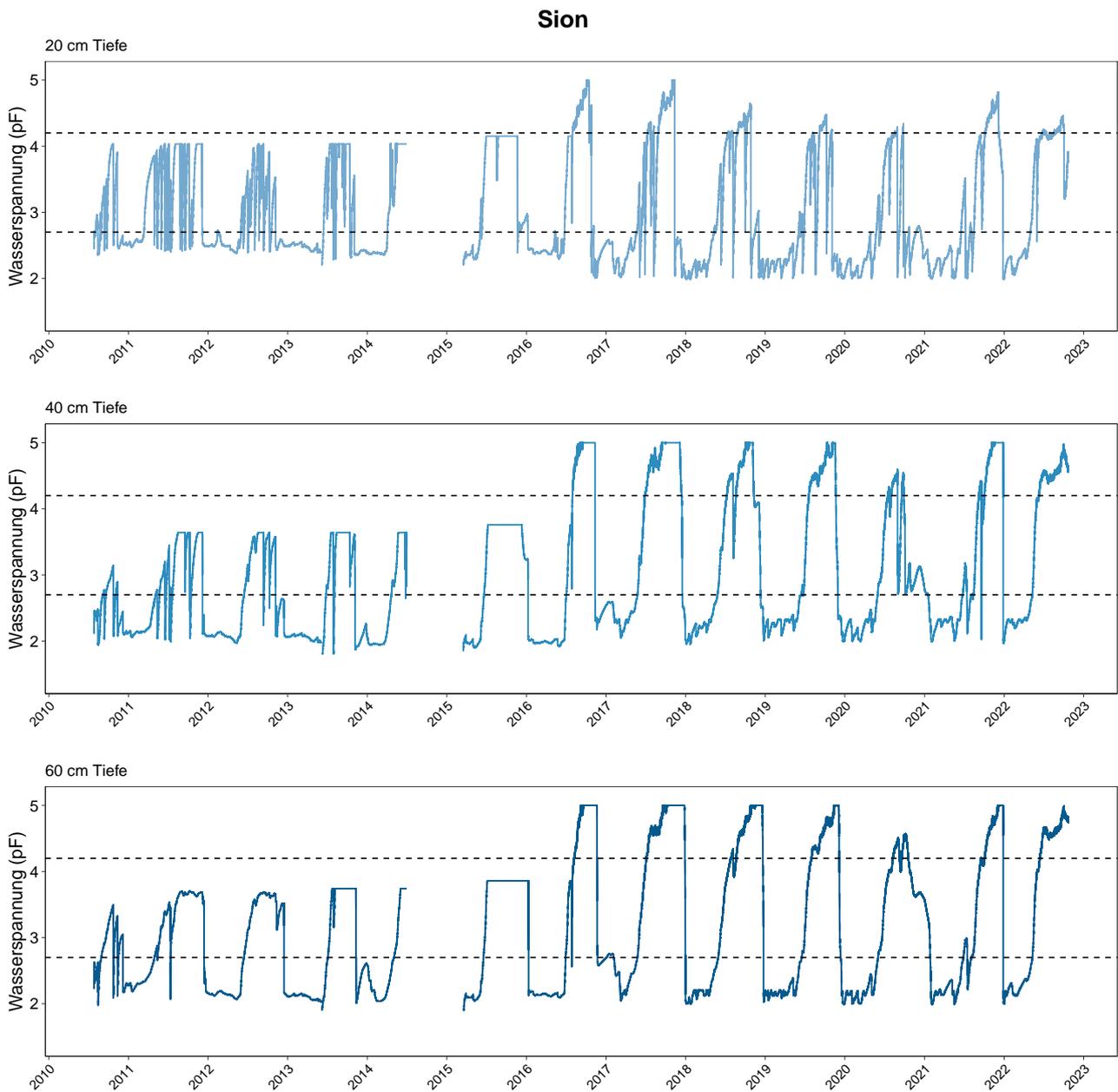


**Abb. 452.** Bodenwasserspannung in Scheidwald in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

### 16.9.13 Sion (VS)

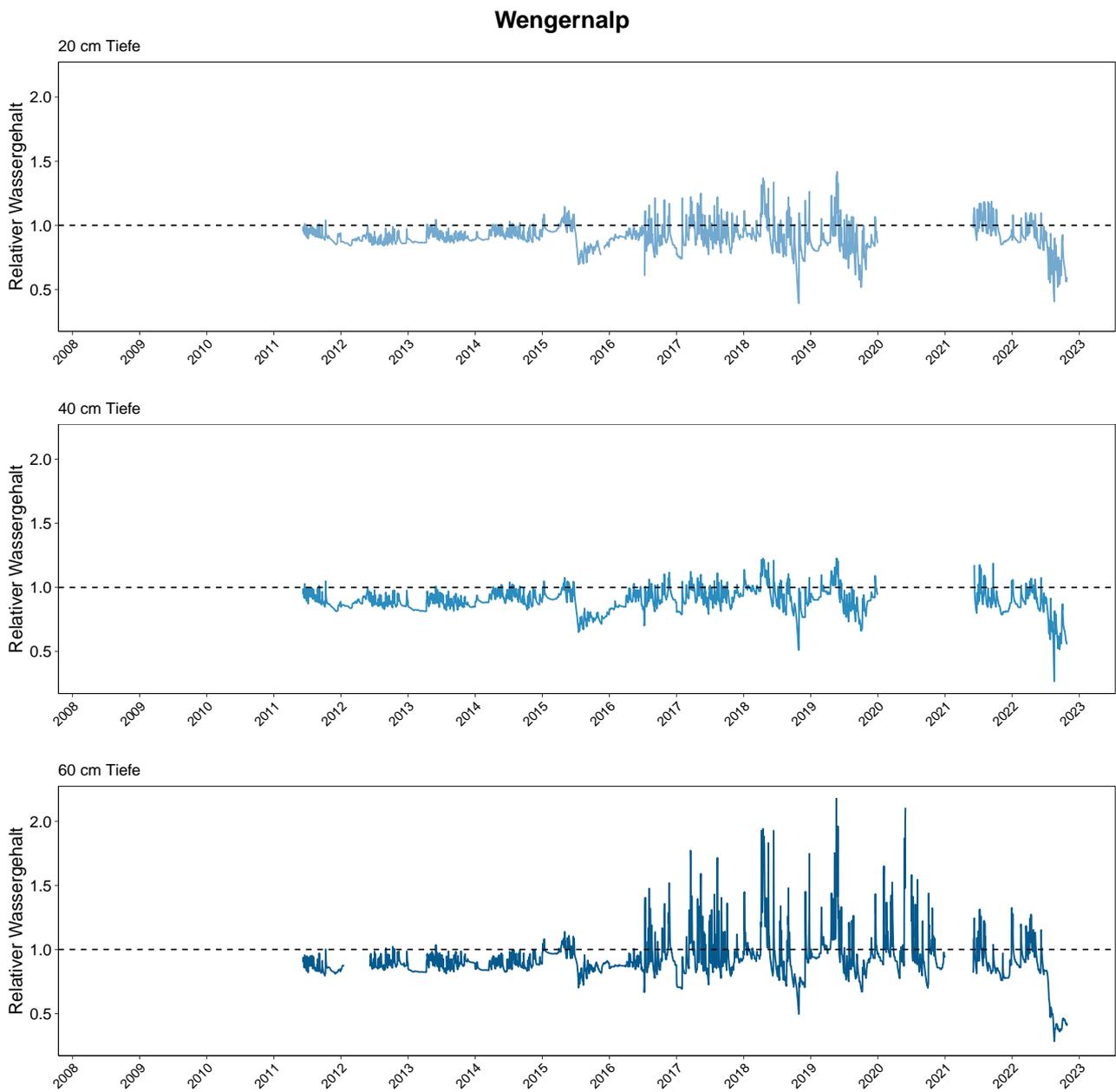


**Abb. 453.** Relativer Bodenwassergehalt in Sion. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



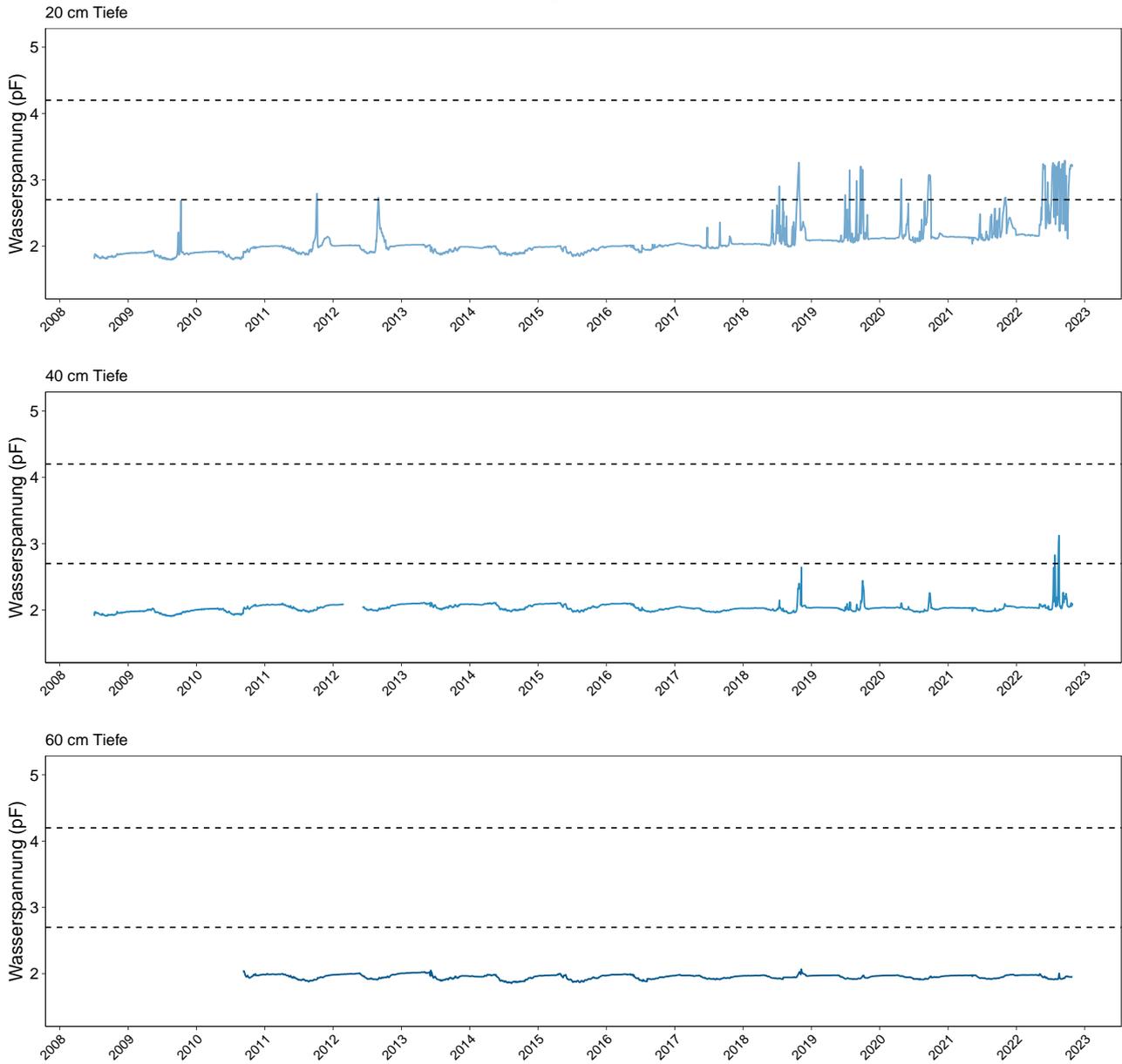
**Abb. 454.** Bodenwasserspannung in Sion in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwelter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.14 Wengernalp (BE)



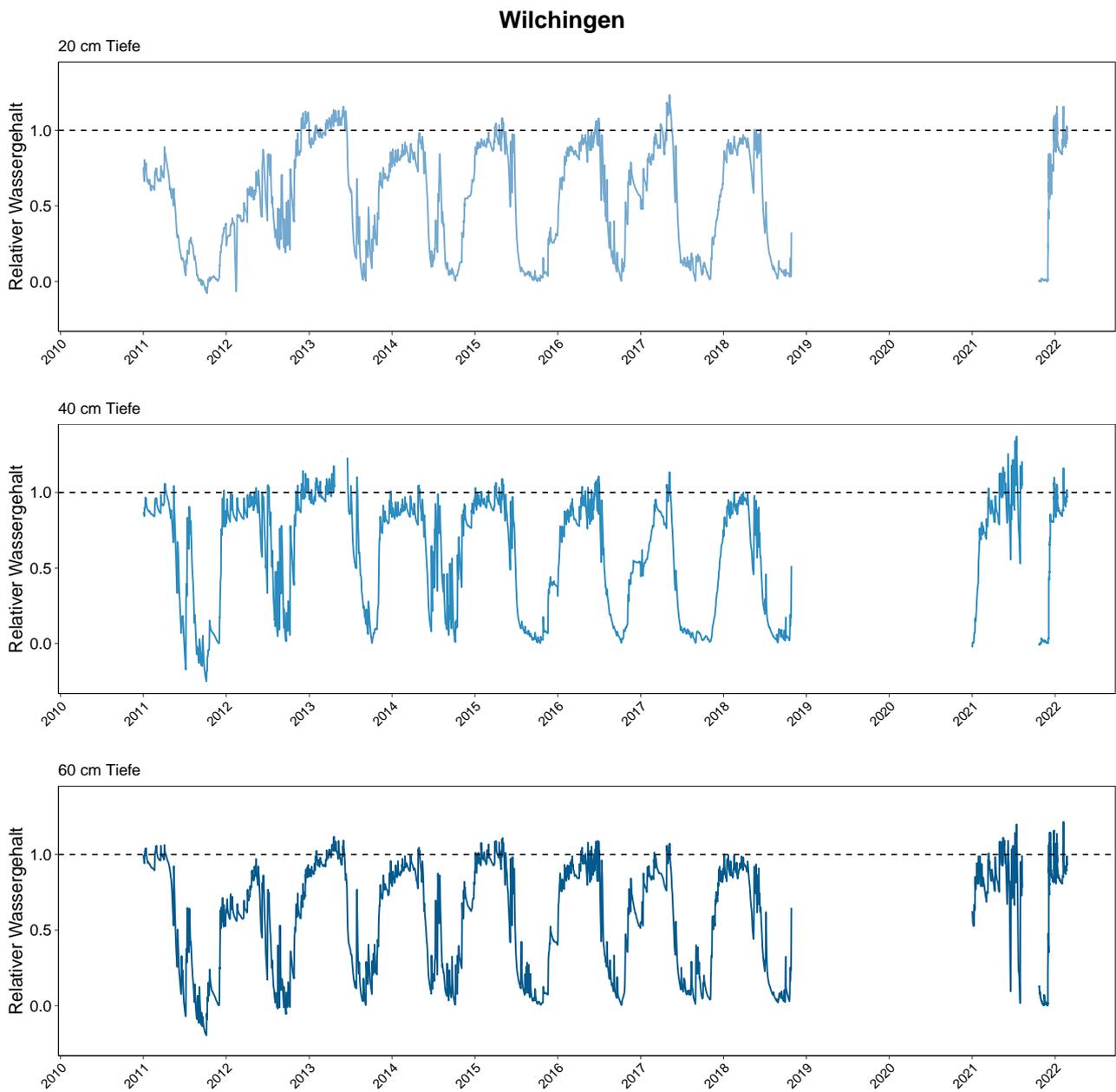
**Abb. 455.** Relativer Bodenwassergehalt auf der Wengernalp. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.

## Wengernalp

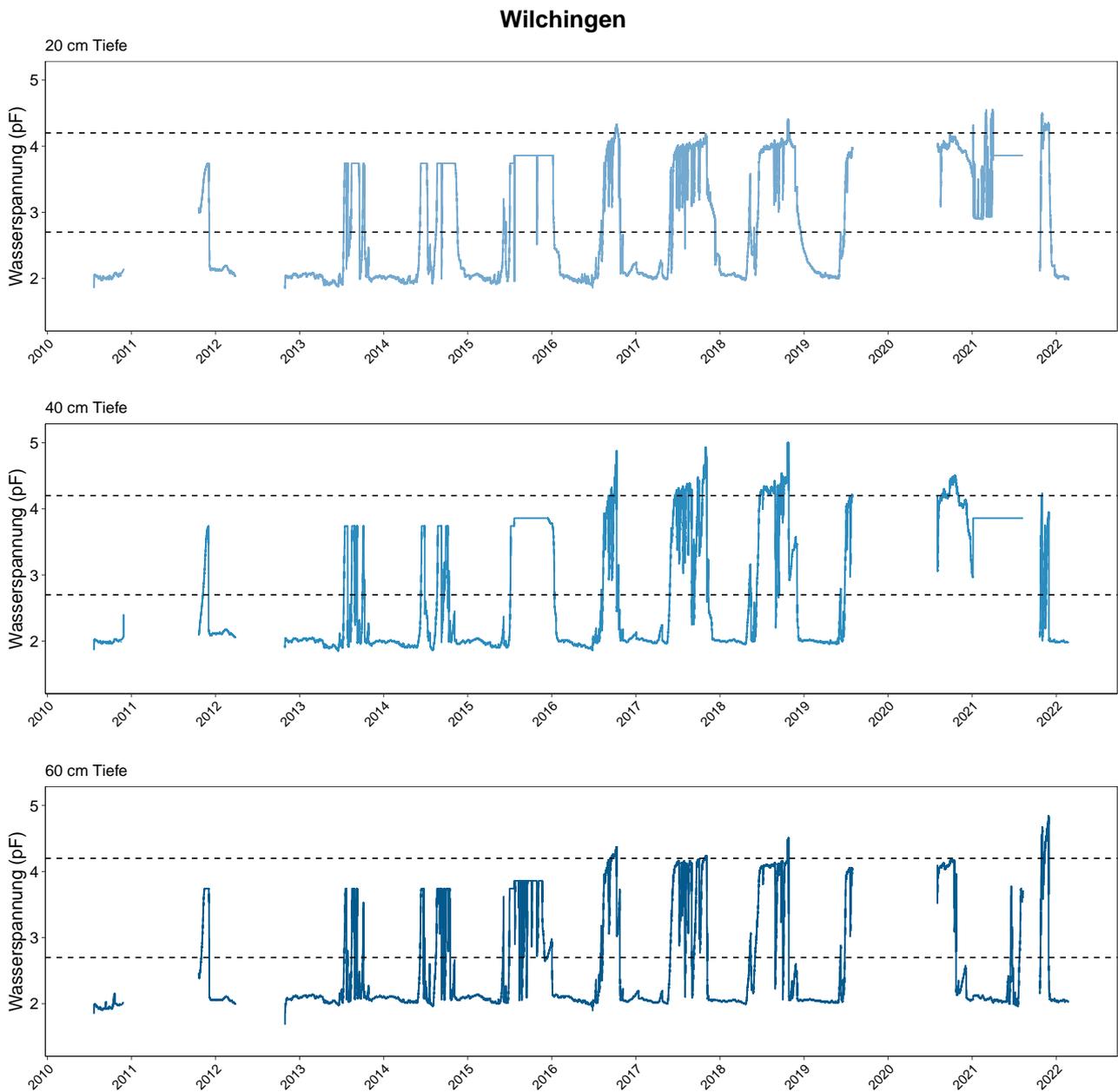


**Abb. 456.** Bodenwasserspannung auf der Wengernalp in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

## 16.9.15 Wilchingen (SH)



**Abb. 457.** Relativer Bodenwassergehalt in Wilchingen. 0=Permanenter Welkepunkt, 1= Feldkapazität. Die Peaks mit Werten über 1 weisen auf Stauwasserereignisse hin.



**Abb. 458.** Bodenwasserspannung in Wilchingen in  $\log_{10}$  hPa (=pF). 1.8: Feldkapazität (alle Mittel- und Feinporen mit Wasser gefüllt). Die gestrichelten Linien zeigen Grenzwerte zu erschwerter Wasseraufnahme an (pF 2.7) und den permanenten Welkepunkt (pF=4.2), oberhalb dem nach aktuellem Kenntnisstand keine Wasseraufnahme durch die Bäume mehr stattfindet.

---

# Literaturverzeichnis

- Auf der Maur, B., Brännhage, J., Prospero, S., and Gross, A. 2021. Plötzlicher Eichentod. *Factsheet Neomyceten*, (March):4.
- BAFU. 2022. Die biogeografischen Regionen der Schweiz. *Umwelt-Wissen*, (2214):28.
- BMEL, 2023. Waldzustandserhebung 2022. Technical report.
- Bobbink, R., Loran, C., and Tomassen, H. 2022. Review and revision of empirical critical loads of nitrogen for Europe. *Texte Umweltbundesamt*, 110:1–358.
- Braun, S. and Tresch, S., 2021. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Bodenlösung in Standorten der Interkantonalen Walddauerbeobachtung Bericht Periode 2017-2020. Technical report, Institut für Angewandte Pflanzenbiologie AG, Witterswil.
- Braun, S., Schindler, C., and Rihm, B. 2017. Growth trends of beech and Norway spruce in Switzerland: The role of nitrogen deposition, ozone, mineral nutrition and climate. *Sci. Total Environ.*, 599-600: 637–646.
- Braun, S., Schindler, C., and Rihm, B. 2020. Foliar Nutrient Concentrations of European Beech in Switzerland: Relations With Nitrogen Deposition, Ozone, Climate and Soil Chemistry. *Front. For. Glob. Chang.*, 3(March):1–15.
- Braun, S., Hopf, S.-E., Tresch, S., Remund, J., and Schindler, C. 2021. 37 Years of Forest Monitoring in Switzerland: Drought Effects on *Fagus sylvatica*. *Front. For. Glob. Chang.*, 4(October):1–10.
- Braun, S., Hopf, S., and Tresch, S. 2022a. Ein Baum mit verfrühtem Laubfall kann sich wieder erholen. *Wald und Holz*, 11:18–20.
- Braun, S., Rihm, B., and Schindler, C. 2022b. Epidemiological Estimate of Growth Reduction by Ozone in *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* Karst.: Sensitivity Analysis and Comparison with Experimental Results. *Plants*, 11(6):777.
- Braun, S., Rihm, B., Tresch, S., and Schindler, C. 2023. Uprooting and stem breakage in beech and Norway spruce : a 37 year's time series. *Agric. For. Meteorol.*, submitted.
- Brown, N., Inward, D. J. G., Jeger, M., and Denman, S. 2015. A review of *Agrilus biguttatus* in UK forests and its relationship with acute oak decline. *Forestry*, 88(1):53–63.
- Crampton, B. G., Plummer, S. J., Kaczmarek, M., McDonald, J. E., and Denman, S. 2020. A multiplex real-time PCR assay enables simultaneous rapid detection and quantification of bacteria associated with acute oak decline. *Plant Pathol.*, 69(7): 1301–1310.
- Denman, S., Kirk, S., and Webber, J., 2010. Managing acute oak decline. Technical Report 15.
- Ferrez, Y. and Royer, J.-M. 2010. LE GENRE RUBUS EN FRANCHE-COMTÉ, RÉSULTATS DES PREMIÈRES INVESTIGATIONS. *Les Nouv. Arch. la Flore Jurassienne*, 8.
- Forest Research. Acute oak decline (AOD): Incidence and distribution, 2022.
- Gasparrini, A. 2011. Distributed Lag Linear and Non-Linear Models in R : The Package dlnm. *J. Stat. Softw.*, 43(8):2–20.
- Göttlein, A. 2015. Grenzwertbereiche für die ernährungsdiagnostische Einwertung der Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Eiche, Buche. *Allg. Forst- und Jagdzeitung*, 186(5-6):110–116.
- Hoch, G. and Cech, T. 2021. Altbekanntes und neue Schadinsekten und Pathogene an Eichen. *BFW-Dokumentation*, (53):22–24.
- Klesse, S., Wohlgemuth, T., Meusburger, K., et al. 2022. Long-term soil water limitation and previous tree vigor drive local variability of drought-induced crown dieback in *Fagus sylvatica*. *Sci. Total Environ.*, 851:157926.
- MeteoSchweiz, 2022. Klimabulletin Sommer 2022. Technical report, Meteo Schweiz, Zürich.
- Neycken, A., Scheggia, M., Bigler, C., and Lévesque, M. 2022. Long-term growth decline precedes sudden crown dieback of European beech. *Agric. For. Meteorol.*, 324(August):109103.
- Schulla, J., 2019. Model description WaSiM-ETH. Technical report, Zürich.

- 
- Sverdrup, H. and Warfvinge, P. 1993. *The effect of soil acidification on the growth of trees, grass and herbs as expressed by the (Ca+Mg+K)/Al ratio*. Lund University, Department of Chemical Engineering II, Lund.
- Sverdrup, H. 1995. Modelling recent and historic soil data from the Rothamsted Experimental Station, UK using SAFE. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 53(2): 161–177.
- Tresch, S., Hopf, S.-E., Braun, S., and Herzig, T. 2023a. Faktenblatt Akutes Eichensterben (AOD) in der Schweiz - Erkennung der Symptome und Massnahmen. In *Stakehold. Meet. Waldschutzd. Beauftr. der Kantone Basell. und Baselstadt*.
- Tresch, S., Roth, T., Schindler, C., et al. 2023b. The cumulative impacts of droughts and air pollutants on Norway spruce (*Picea abies*) in Switzerland based on 37 years of forest monitoring. *Sci. Total Environ.*, page in Review.
- Wellbrock, N., Lauer, A., Eickenscheidt, N., et al. 2016. Bodenversauerung und Nährstoffverfügbarkeit. In Wellbrock, N., Bolte, A., and Flessa, H., editors, *Dynamik und räumliche Muster Forstl. Standorte Deutschl. Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008*, chapter 4, pages 75–134. Johann Heinrich von Thünen-Institut, 43 edition.