



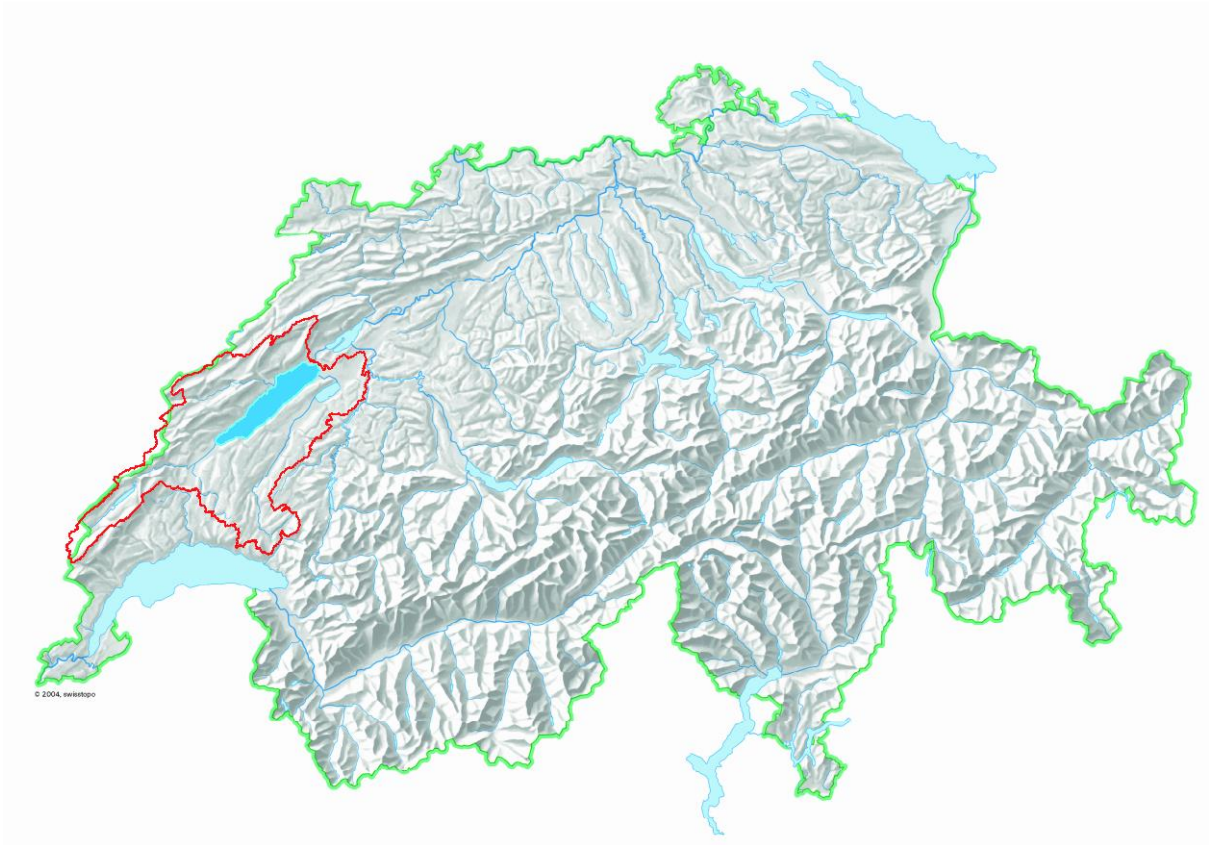
# Faktenblatt

Datum

1. Juli 2016

## Der Neuenburgersee

### Zustand bezüglich Wasserqualität



*Lage des Neuenburgersees (blau) und seines Einzugsgebiets (rot)*

## 1 Entstehung, Morphologie und Kenndaten

Nach dem Rückzug des Rhonegletschers staute sich in der vom Gletscher gebildeten Mulde hinter der Stirnmoräne bei Wangen a. A. das Wasser zum sogenannten Solothurner See, welcher sich über eine Länge von 100 km erstreckte. Dieser See reichte von Wangen a. A. bis nach Payerne und La Sarraz. Ca. 4000 Jahre später brach der Damm bei Wangen a. A. und der Solothurnersee lief aus. Zurück blieben Bieler-, Neuenburger- und Murtensee (Nast 2006). Der Lac de Neuchâtel ist mit einer Seefläche von 242 km<sup>2</sup> der grösste vollständig in der Schweiz liegende See.

Aufgrund von häufigen Überschwemmungen folgten im 19. und 20. Jahrhundert die erste und zweite Juragewässerkorrektur (Tabelle 1). Nach der ersten Korrektur wurde der Seespiegel um 3 m abgesenkt und die Seefläche verminderte sich um 23.7 km<sup>2</sup> (Liechti 1994; BVE 2014; Périat & Vonlanthen 2013). Nach der zweiten Korrektur hat sich der Seespiegel um nochmals 50 cm abgesenkt. Diese Korrekturen bewirkten, dass die Flachwasserzone am Südufer teilweise verlandete. Es entstand die „Grande Cariçaie“, eines der grössten Feuchtgebiete der Schweiz. Die Grande Cariçaie umfasst eine Fläche von fast 3'000 Hektaren und ist heute ein Naturschutzgebiet von nationaler und internationaler Bedeutung.

Die Hauptzuflüsse des Lac de Neuchâtel sind die Areuse, die Zihl und der aus dem Murtensee stammende Broyekanal. Der Abfluss – die Zihl – mündet in den Bielersee. Zusammen mit dem Murtensee dient der Lac de Neuchâtel als Ausgleichsbecken für die in den Bielersee mündende Aare. Wenn der Seespiegel des Bielersees steigt, kommt der Abfluss des Murtensees zum Stillstand und fliesst zeitweise sogar rückwärts.

Der Lac de Neuchâtel erstreckt sich parallel zur ersten Bergkette des Juras. Bise und Westwinde werden auf einer Bahn längs der Seeachse kanalisiert. Zudem bläst der Joran, ein abendlicher zuweilen auch stürmischer Fallwind am Südrand des Jura, der heftig auf den Lac de Neuchâtel niedergehen kann. Aufgrund dieser günstigen Windexposition zirkuliert der Lac de Neuchâtel regelmässig jedes Jahr (Liechti 1994).

Das hydrologische Einzugsgebiet des Lac de Neuchâtel umfasst 2'464 km<sup>2</sup> und erstreckt sich im Vallée du Joux bis in französisches Staatsgebiet. Die Landwirtschaft macht den grössten Teil der Nutzung des Einzugsgebietes aus (Abbildung 1). Der Lac de Neuchâtel nimmt von rund 211'330 Einwohnern das gereinigte Abwasser auf und dient 100'000 Einwohnern als Trinkwasserreservoir (Die3Seen 2014).

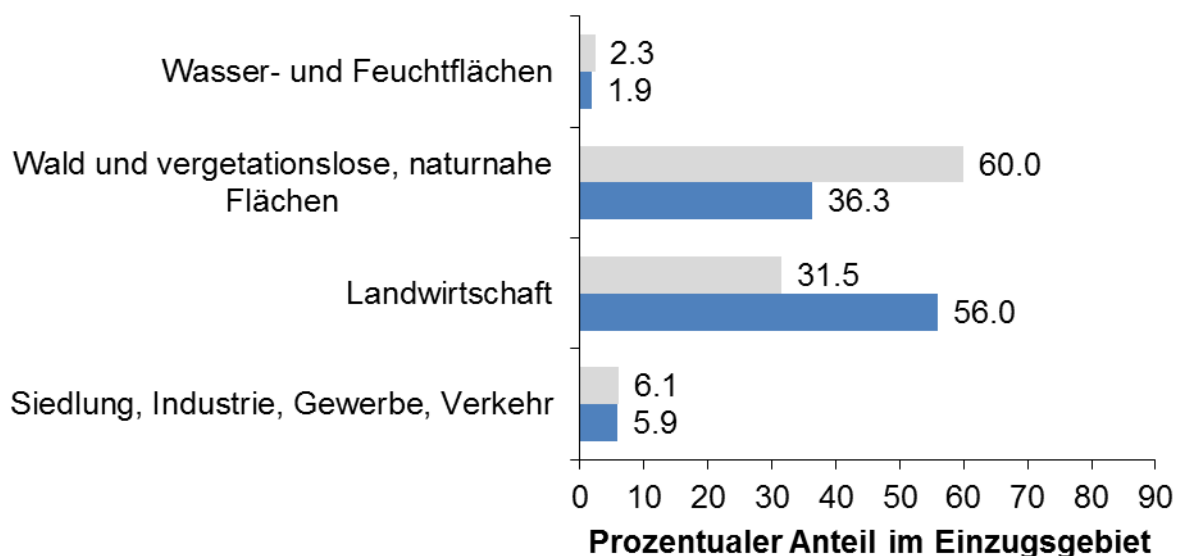


Abbildung 1: Bodennutzung im Einzugsgebiet des Lac de Neuchâtel (blaue Balken) und Bodennutzung als Mittelwert der grössten Schweizer See-Einzugsgebiete (graue Balken) (Stand 2006, Datengrundlagen: EEA (2010), BAFU (2013)).

Eine Tabelle mit detaillierten Angaben zur Seenmorphologie und zu den Einzugsgebietsparametern befindet sich im Anhang.

## 2 Die Entwicklung des Seezustandes

### 2.1 Phosphorgehalt und -frachten

Die ersten gemessenen P-Konzentrationen im Lac de Neuchâtel im Jahre 1960 betrug weniger als 20 µg/l (Sollberger 1974). Infolge der zunehmenden Nährstoffbelastung aus der Landwirtschaft und Siedlungsentwässerung stiegen die P-Konzentrationen bis 1980 auf rund 60 µg/l an (Abbildung 2). Der Lac de Neuchâtel befand sich in einem eutrophen Zustand.

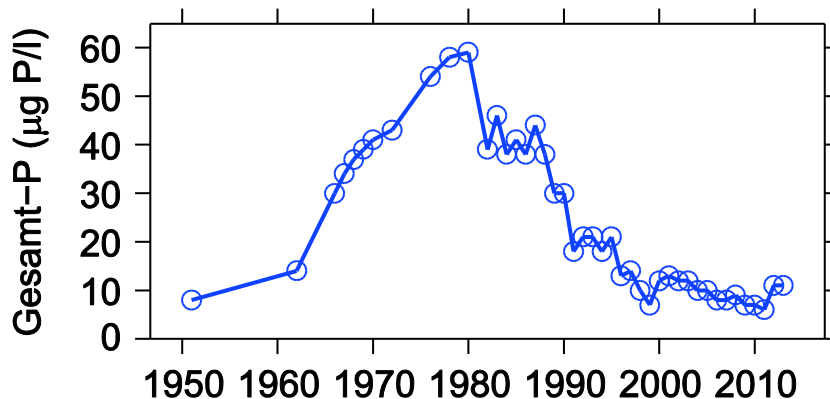


Abbildung 2: Jahresmittelwerte der Phosphorkonzentrationen im Lac de Neuchâtel.

Aufgrund der verschiedenen Sanierungsmassnahmen – Ausbau der Siedlungsentwässerung, Verbesserung der Reinigungsleistung der ARAs, Verbot von phosphathaltigen Waschmitteln und verminderter Düngereinsatz in der Landwirtschaft – sanken die P-Konzentrationen im Lac de Neuchâtel seit 1980 wieder auf tiefere Werte ab (Tabelle 1). Die P-Konzentrationen im Lac de Neuchâtel betragen seit 1994 weniger als 20 µg/l bzw. seit anfangs der 2000er Jahre weniger als 10 µg/l (Abbildung 2). Der Lac de Neuchâtel befindet sich heute basierend auf den P-Konzentrationen in einem oligotrophen Zustand.

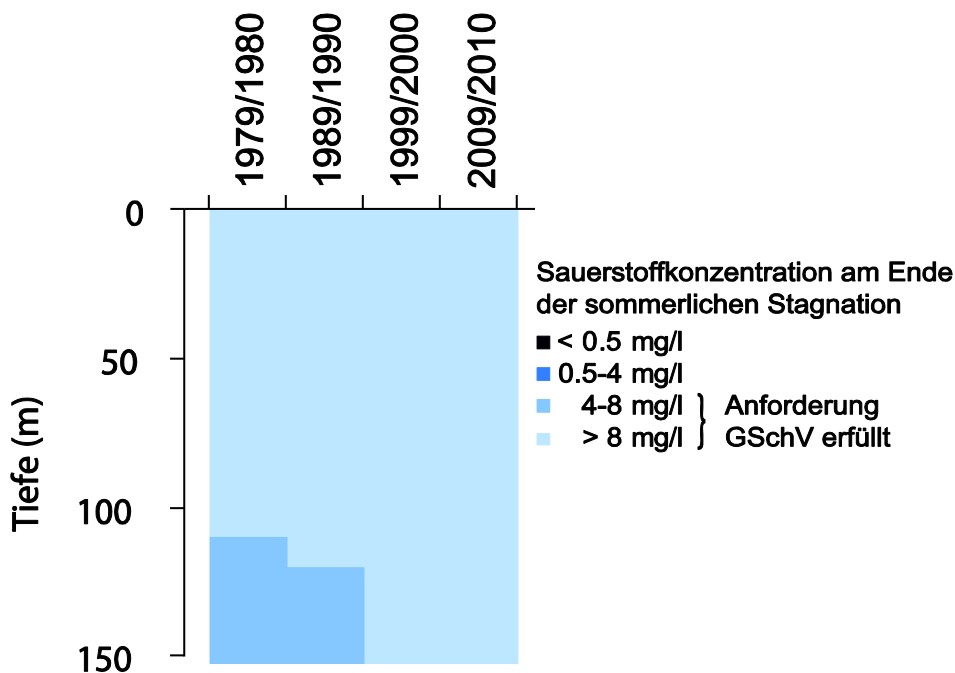


Abbildung 3: Sauerstoffkonzentrationen im Lac de Neuchâtel

Heute sind 97% der Einwohner auf Waadtländer Gebiet, 94% der Einwohner auf Freiburgischem Gebiet und mehr als 95% der Einwohner auf Neuenburgischem Gebiet an eine ARA angeschlossen. Nicht an eine öffentliche ARA angeschlossene Haushaltungen verfügen über eine eigene kleine ARA

oder leiten ihre Abwässer in abflusslose Gruben oder Güllegruben ein (SESA 2014, AfU FR 2014, SENE 2014).

Die Algenbiomasse im Lac de Neuchâtel hat seit 1999 trotz sinkender P-Konzentrationen nicht wesentlich abgenommen, jedoch hat sich die Algenzusammensetzung wesentlich geändert (Guthruf et al. 2009). Auch die Zusammensetzung der gefangenen Fische im oberen Bereich des Lac de Neuchâtel hat sich verändert. Die Artenverteilung entspricht wieder derjenigen, welche vor der Eutrophierungsphase in den 1940er Jahren beobachtet wurde (Périal & Vonlanthen 2013). Diese beobachteten Verschiebungen in der Artenzusammensetzung beim Plankton und bei den Fischen bestätigen den im Lac de Neuchâtel ablaufenden Reoligotrophierungsprozess.

## 2.2 Sauerstoffgehalt

Die Sauerstoffverhältnisse im Lac de Neuchâtel waren aufgrund seiner guten Durchmischung auch während der eutrophen Phase Mitte der 1960er bis Ende der 1980er Jahre nie kritisch (Abbildung 3). Die Sauerstoffkonzentrationen waren immer grösser als 6 mg/l (Liechti 1994). Seit 1982 schwanken die Sauerstoffkonzentrationen über Grund zwischen 7 und 12 mg/l und widerspiegeln die saisonale Entwicklung: Sättigung Ende Winter und kontinuierliche Abnahme bis zur nächsten Winterzirkulation (Guthruf et al. 2009).

*Tabelle 1: Die Geschichte des Lac de Neuchâtel im Überblick (Nast 2006, Périal & Vonlanthen 2013, SESA 2014, Die3Seen 2014).*

Chronik	
1868 – 1891	1. Juragewässerkorrektur mit Tieferlegung und Kanalisierung der Broye. Absenkung des Seespiegels um 2.7 m
Bis 1955	Absenkung des Kulturlandes um 1 – 1.5 m mit mehreren Überschwemmungen
1962 – 1973	2. Juragewässerkorrektur zwecks Regulierung des noch ungünstigen Verhältnisses zwischen Zu- und Abfluss der drei Juraseen und Ausgleich der abgesetzten Torfböden im Umland. Absenkung des Seespiegels um nochmals ca. 0.5 m
Ab 1960er	Bau von 94 ARAs im Einzugsgebiet des Lac de Neuchâtel
1961	ARA Yverdon (33'775 Einw.)
Ab 1967	Erlass von Schutzbestimmungen für einzelne südliche Uferbereiche
1973	ARA Chavornay (5'576 Einw.)
1975	ARA Echallens (7'231 Einw.)
1977	ARA Orbe (17'228 Einw.)
1982	Genehmigung des interkantonalen Richtplans für das Südufer des Lac de Neuchâtel (VD, FR)
1985	ARA Bex (6'442 Einw.)
1990	Die ganze Grande Cariçaie wird zum Ramsar-Gebiet erklärt
Ab 1990	In Kraft treten verschiedener eidgenössischer Verordnungen zum Schutz der Feuchtgebiete von nationaler Bedeutung.
Ab 1992	Erweiterung und Ausbau diverser ARAs
2010	Gründung des Vereins Association de la Grande Cariçaie, welcher für Schutz und Pflege der Naturgebiete zuständig ist.

### 3 Fazit

Die Massnahmen zur Reduktion der P-Belastung im Einzugsgebiet des Lac de Neuchâtel waren erfolgreich und dank der günstigen Mischungsverhältnisse erfüllt der Lac de Neuchâtel heute bezüglich der Sauerstoffverhältnisse die gesetzlichen Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2).

Ein Problem stellen die aus der Landwirtschaft und aus der Siedlungsentwässerung in den See eingetragenen Mikroverunreinigungen insbesondere die Pestizide dar. Im unteren Teil des Lac de Neuchâtel, welcher stärker anthropogen belastet ist, wurden vermehrt Fische mit Parasitosen beobachtet (Périerat & Vonlanthen 2013). Dies könnte im Zusammenhang mit einer höheren Belastung durch Mikroverunreinigungen aber auch durch Qualitätsverlust der Fischhabitats stehen.

Im Fokus des zukünftigen Gewässerschutzes im Lac de Neuchâtel stehen deshalb einerseits die Aufwertung der Ufer und Flachwasserzonen sowie der Zuflüsse, welche aufgrund ihrer Verbauung und mangelnden Vernetzung von Lebensräumen Defizite aufweisen. Andererseits müssen die Mikroverunreinigungen und deren Auswirkungen sowohl auf die Wasser- und Trinkwasserqualität als auch auf die Flora und Fauna erfasst werden (Pokorny-Aebi 2002). Es gilt, den Lac de Neuchâtel sowohl als wertvollen Lebensraum für Pflanzen und Tiere und als auch als Trinkwasserreservoir langfristig zu erhalten (Tabelle 2).

*Tabelle 2: Für den Lac de Neuchâtel gültige Qualitätsziele.*

Kriterium	Ziel	Grundlage
O <sub>2</sub> -Konzentration	> 4 mg/l zu jeder Zeit an jedem Ort	Anhang 2 GSchV

#### 4 Literatur

- AfU FR 2014: Abwasserreinigung. Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.  
<http://www.fr.ch/eau/de/pub/entwaesserung/abwasserreinigung.htm> (abgerufen am 2.7.2014).
- BAFU, 2013: Einzugsgebietsgliederung Schweiz EZGG-CH, Bundesamt für Umwelt, Bern.  
<http://www.bafu.admin.ch/hydrologie/01835/11452/index.html>.
- BFS, 2010: Betriebszählung 2008. Branchenporträt Landwirtschaft. BFS Aktuell. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 18 S.  
[www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen\\_quellen/blank/blank/bzs1z/01.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen_quellen/blank/blank/bzs1z/01.html)
- BFS, 2011: Statistik der Bevölkerung und der Haushalte 2011 (STATPOP2011), Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz GSchG) vom 24. Januar 1991. SR 814.20.
- BVE 2014: Juragewässerkorrektion. Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern.  
<http://www.bve.be.ch/de/index/wasser/wasser/gewaesserunterhalt.html> (abgerufen am 20.6.2014).
- Die3Seen 2014: Trinkwasser. Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, République et Canton de Neuchâtel, Amt für Umwelt des Kantons Freiburg, Canton de Vaud.  
<http://www.die3seen.ch/nutzung/trinkwasser/> (abgerufen am 26.6.2014).
- EEA, 2010: CORINE Land Cover Project, Europäische Kommission, Kopenhagen.
- Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998. SR 814.201.
- Guthruf K., Maurer V., Pokorni B., Zeh M., 2009: Entwicklung des Phyto- und Crustaceenplanktons, Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, Bern, 123 S.
- Liechti P., 1994: Der Zustand der Seen in der Schweiz. Schriftenreihe Umwelt Nr. 237. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 163 S.
- Nast M., 2006: überflutet – überlebt – überlistet: Die Geschichte der Juragewässerkorrekturen, Verein Schlossmuseum Nidau, Biel.
- Périat G., Vonlanthen P., 2013: Etude du peuplement pisciaire du Lac de Neuchâtel, Projet Lac, Eawag, Kastanienbaum, 48 S.
- Pokorny-Aebi B., 2002: Suivi de la qualité des eaux du lac de Neuchâtel, Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles 125: 135 – 143.
- SENE 2014: Eaux usées, Service de l'énergie et de l'environnement.  
<http://www.ne.ch/autorites/DDTE/SENE/eaux/Pages/Eaux-usees.aspx> (abgerufen am 8.7.2014).
- SESA 2014: Eaux usées, Service des Eaux, Sols et Assainissement.  
<http://www.vd.ch/themes/environnement/eaux/eaux-usees/>. (abgerufen am 2.7.2014).
- Sollberger H., 1974: Etude sanitaire du lac de Neuchâtel, première partie 1958 – 1962, Laboratoire Cantonal, Neuchâtel.

#### 5 Auskünfte

[wasser@bafu.admin.ch](mailto:wasser@bafu.admin.ch)

#### 6 Internet

<http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13483/14095/index.html>

## 7 Anhang: Charakterisierung des Lac de Neuchâtel und seines Einzugsgebietes.

### *Morphologie See*

Seefläche .....	242.0	km <sup>2</sup>
Volumen .....	13.9	km <sup>3</sup>
Meereshöhe Seespiegel .....	429.0	m
Uferlänge.....	130.5	km
maximale Länge .....	37.8	km
maximale Breite.....	8.2	km
maximale Tiefe .....	153	m
mittlere Tiefe.....	57.4	m
mittlerer Abfluss.....	55.23	m <sup>3</sup> /s
theoretische Aufenthaltszeit .....	8.0	Jahre
Anteil Wasserfläche des Sees im Ausland .....	0.00	%

### *Physiogeographie des Einzugsgebiets*

Mittlere Meereshöhe .....	813	m
Maximale Meereshöhe.....	1678	m

### *Bodenbedeckung und -nutzung im Einzugsgebiet (Stand: 2006, EEA 2010, BAFU 2013)*

Gesamtfläche ohne Seefläche .....	2464	km <sup>2</sup>
Flächenanteil des EZG in der Schweiz .....	96.5	%
Siedlungsfläche, Städte, Parks .....	5.6	%
Industrie, Verkehr, Gewerbe .....	0.3	%
Ackerfähiges Land .....	46.4	%
Dauergrünland.....	6.4	%
Dauerkulturen, Reben, Obst .....	3.2	%
Wälder, Strauchvegetation.....	36.3	%
Vegetationslose naturnahe Flächen .....	0	%
Wasser- und Feuchtflächen <sup>1</sup> .....	1.9	%

### *Einwohner (Stand: 2011, BFS 2011)*

Einwohner im EZG in Tausend .....	322.6
-----------------------------------	-------

### *Landwirtschaft (Landw. Betriebsstrukturerhebung, BFS 2010)*

Talzone .....	51.5	%
Hügelzone .....	9.0	%
Bergzone I.....	6.6	%
Bergzone II.....	15.9	%
Bergzone III.....	0.7	%
Bergzone IV.....	0.0	%
Sommerungsgebiet.....	13.7	%
GVE im Einzugsgebiet (ohne See).....	0.083	ha <sup>-1</sup>

<sup>1</sup> Fläche Neuenburgersee ausgenommen