

BGer 1C_64/2024 vom 1. Mai 2026

Bundesgericht, 2026-05-01, DE

Quelle: https://mcp.opencaselaw.ch/entscheid/bger_1C_64_2024

FR: TF 1C_64/2024 du 1 mai 2026

IT: TF 1C_64/2024 del 1 maggio 2026

Erwägungen

E. 1

Angefochten ist ein kantonale letztinstanzliche Endentscheid betreffend ein Hochwasserschutz- und Renaturierungsprojekt, d.h. eine öffentlichrechtliche Angelegenheit. Dagegen steht die Beschwerde an das Bundesgericht gemäss Art. 82 lit. a, Art. 86 Abs. 1 lit. d und Art. 90 BGG grundsätzlich offen.

Die Beschwerdeführenden sind als gesamtschweizerisch tätige Natur- und Umweltschutzorganisationen sowohl nach Art. 55 Abs. 1 lit. a des Bundesgesetzes über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983 (SR 814.01; USG) als auch nach Art. 12 Abs. 1 lit. b des Bundesgesetzes vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (NHG; SR 451) zur Beschwerde befugt: Das streitige Projekt unterliegt einer formellen Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP; vgl. Art. 10a USG i.V.m. Ziff. 30.2 des Anhangs zur Verordnung vom 19. Oktober 1988 über die Umweltverträglichkeitsprüfung [UVPV; SR 814.011]) und die Projektbewilligung stützt sich in weiten Teilen auf unmittelbar anwendbares Bundesrecht zum Schutz von Natur und Gewässern, die eine Bundesaufgabe i.S.v. Art. 78 Abs. 2 BV und Art. 2 NHG begründen.

Auf die rechtzeitig erhobene Beschwerde (Art. 100 Abs. 1 BGG) ist grundsätzlich einzutreten.

E. 2

Mit der Beschwerde in öffentlich-rechtlichen Angelegenheiten kann insbesondere die Verletzung von Bundesrecht - einschliesslich Überschreitung oder Missbrauch des Ermessens - gerügt werden (Art. 95 lit. a BGG). Das Bundesgericht wendet das Bundesrecht grundsätzlich von Amtes wegen an (Art. 106 Abs. 1 BGG). Die Verletzung von Grundrechten prüft es dagegen nur insoweit, als eine solche Rüge in der Beschwerde vorgebracht und genügend begründet worden ist (Art. 106 Abs. 2 BGG ; BGE 133 II 249 E. 1.4.2 mit Hinweisen).

Das Bundesgericht legt seinem Urteil den Sachverhalt zugrunde, den die Vorinstanz festgestellt hat, sofern dieser nicht offensichtlich unrichtig ist oder auf einer Rechtsverletzung im Sinne von Art. 95 BGG beruht (Art. 105 und Art. 97 Abs. 1 BGG). Neue Tatsachen und Beweismittel können nur so weit vorgebracht werden, als erst der Entscheid der Vorinstanz dazu Anlass gibt (Art. 99 Abs. 1 BGG).

Im Folgenden sind zunächst die Rügen betreffend die Renaturierung der Reuss im Gebiet Studeschachen zu prüfen (E. 3 und 4), bevor die Fragen im Zusammenhang mit dem Geschiebetransport der Reuss (E. 5 ff.) behandelt werden.

E. 3

Aufweitung der Reuss im Gebiet Studeschachen

E. 3.1

Im Konzept und im Vorprojekt des Kantons war eine durchgehende Aufweitung der Reuss im Gebiet Studeschachen vorgesehen. Das genehmigte Projekt sieht dagegen zwei Aufweitungen von 500 resp. 700 m Länge vor, welche durch eine 400 m lange Engstelle voneinander getrennt sind, um die dort befindliche Trinkwasserfassung der Gemeinde Root zu erhalten. Im Einspracheverfahren sowie vor Kantonsgericht verlangten die Beschwerdeführenden die Verlegung der Trinkwasserfassung, z.B. nach Pfaffwil oder in den Perler Schachen. Mit einer durchgehenden Ausweitung könnte der Zustand der Reuss, wie er auf der Karte von 1888 abgebildet sei, wiederhergestellt werden, mit einem periodisch überschwemmten Auengebiet und einem Seitengewässer. Damit könne ein insgesamt 1,8 km langes und 28 ha grosses eigendynamisches Auengebiet geschaffen werden, in welchem die Teilgerinne sowie die Inseln und Bänke frei migrierten und sich die auentypischen Lebensräume durch Erosion und Anlandung wiederkehrend erneuerten. Nur auf diese Weise könne für Pionierarten (Rote-Liste-Arten Amphibien und Vögel) sowie kieslaichende Fische (Äsche, Forelle, Nase) langfristig und nachhaltig eine Lebensgrundlage geschaffen werden. Die im Projekt vorgesehenen Aufweitungen seien dafür entweder zu kurz (Schiltwald) oder zu wenig breit (Perlen) und die geplanten Teiche könnten die für Amphibien notwendigen, periodisch austrocknenden Gewässer nicht ersetzen.

E. 3.2

Das Kantonsgericht erwog, der Regierungsrat sei zum Schluss gekommen, das Areal Pfaffwil sei als Ersatzstandort ungeeignet, einerseits aufgrund des verminderten Sauerstoffgehalts des Grundwassers, andererseits weil der Zuströmbereich einen deutlich erhöhten Anteil an landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen aufweise und in diesem das Trasse der Autobahn A14 liege, was gegenüber dem bestehenden Standort eine deutlich höhere Gefährdung und eine weitere Verschlechterung der Wasserqualität (z.B. durch Strassensalz) bedeuten würde. In Bezug auf den Alternativstandort "Schutzareal Perler Schachen" habe der Kanton in seiner Vernehmlassung auf die bestehenden Konzessionen und Nutzungen der Papierfabrik Perlen und die Beeinflussung des Flachmoors Unterallmend Perlen durch die zusätzlichen Entnahmen hingewiesen und die Kosten der Verlegung auf 4 - 5 Mio. Franken geschätzt. Die von den Beschwerdeführenden vorgeschlagene Aufweitung bedinge zudem die Verlegung eines Starkstrommasts sowie den Abbruch der Brücke und die Aufhebung des Reit- und Wanderwegs. Das Kantonsgericht erwog, gemäss Art. 38a GSchG seien wirtschaftliche Auswirkungen der Revitalisierung zu berücksichtigen; auch § 2 Abs. 5 des kantonalen Wasserbaugesetzes vom 17. Juni 2019 (kWBG; SRL Nr. 760) fordere explizit eine wirtschaftliche Verwendung der Mittel in Bezug auf den Hochwasserschutz und die Renaturierung. Die Fassung Studeschachen sei das wichtigste Standbein der Wasserversorgung im unteren Luzerner Reusstal und Rontal (Gemeinden Root, Gisikon, Inwil). Wenn der Regierungsrat bereits aufgrund geringer Risiken von einer Verlegung der Fassung absehe, sei dies zum Schutz der Grundwasserversorgung nachvollziehbar und nicht zu beanstanden, zumal auch im genehmigten Projekt Inseln für einen ungestörten Lebensraum für Vögel, Reptilien, Amphibien und andere Lebewesen geplant seien.

E. 3.3

Die Beschwerdeführenden rügen vor Bundesgericht eine offensichtlich unrichtige bzw. unvollständige Sachverhaltsfeststellung und eine Verletzung des rechtlichen Gehörs, weil

das Kantonsgericht den beantragten Augenschein nicht durchgeführt, keine unabhängige Expertise zur Möglichkeit eines Ersatzes für die Grundwasserfassung Studeschachen eingeholt und auch die von ihnen beantragte Edition der Konzession der Papierfabrik Perlen abgelehnt habe.

In rechtlicher Hinsicht machen sie eine Verletzung von Art. 4 des Bundesgesetzes vom 21. Juni 1991 über den Wasserbau (WBG; SR 721.100) und Art. 37 Abs. 2 GSchG (SR 814.20) geltend. Nach diesen Bestimmungen müsse (ausserhalb überbauter Gebiete) der natürliche Verlauf des Gewässers "möglichst" wiederhergestellt werden, d.h. dies sei geboten, soweit keine zwingenden Gründe dagegen sprechen. Im historischen Zustand (1742) habe die Reuss im Bereich Studeschachen ein bis zu 240 m breites Kiesbett aufgewiesen, mit mehreren Seitengerinnen, teilweise bewachsenen Inseln und Auenwald entlang der Ufer und einem dynamischen Geschiebebetrieb. Die Beschwerdeführenden betonen, dass kein weiterer Abschnitt auf der 13 km langen Projektstrecke bestehe, der eine eigendynamische Aue ermöglichen würde, weil die Aufweitungen zu kurz oder zu schmal seien. Auch der Kanton räume ein, dass mit dem angefochtenen Projekt im Bereich Studeschachen lediglich Überflutungsflächen ohne morphologische Dynamik entstehen könnten.

Nicht berücksichtigt worden seien auch die bestehenden Risiken für die Grundwasserfassung Studeschachen: Auch diese weise einen tiefen Sauerstoffgehalt auf; die Fassung liege zu nahe bei der Reuss und es bestehe eine untersuchungsbedürftige Altlast/Deponie im Zuströmbereich. Der Starkstrommast müsse nicht verlegt werden, sondern könne am bestehenden Standort gesichert werden. Die Kosten von 4 - 5 Mio. für die Verlegung der Wasserfassung seien nicht belegt. Im Übrigen würden wirtschaftliche Gründe in Art. 4 Abs. 2 WBG und Art. 37 Abs. 2 GSchG (anders als bei Art. 38a GSchG) nicht als Beurteilungskriterium genannt. Ohnehin werde ein Grossteil der Kosten vom Bund getragen.

E. 3.4

Der Kanton wendet ein, mit der Variante der Beschwerdeführenden würden nur 7.1 ha (und nicht 28 ha) zusätzliches Auengebiet geschaffen. Die Verlegung der Grundwasserfassung Studeschachen sei im Projekt eingehend geprüft worden (mit Verweis auf den Bericht der Geotest AG vom 26. September 2012, Bericht Nr. 2310007.1, Root - Verschiebung der Trinkwasserfassung Studeschachen vom 26. September 2012; nachfolgend: Bericht Geotest). Auch der Umgang mit dem Starkstrommast sei in einem Variantenstudium abgeklärt worden (Kurzbericht Projektanpassung Studeschachen, 2021). Irrelevant sei schliesslich, ob der Kanton oder der Bund die Verlegungskosten trage. Der Mehrwert einer durchgehenden Aufweitung gegenüber dem genehmigten Projekt sei nicht eindeutig, weil sich der Abschnitt in einer ausgeprägten Linkskurve befinde, weshalb die morphologische Dynamik, d.h. Laufverlagerungen und verzweigte Strukturen, sehr reduziert sei. Es gebe im Übrigen zahlreiche Beispiele, die zeigten, dass auch mit kürzeren Aufweitungen ein grosser Mehrwert geschaffen werde (Emme, Thur, Kleine Emme). Art. 4 Abs. 2 WBG und Art. 37 Abs. 2 GSchG verlangten eine Interessenabwägung im Einzelfall, bei der insbesondere die in den letzten zweihundert Jahren entstandenen Nutzungsinteressen, wie namentlich Trinkwasserversorgungen, Infrastrukturanlagen und Landwirtschaft zu berücksichtigen seien. Dabei dürften selbstverständlich auch wirtschaftliche Interessen berücksichtigt werden. Die Trinkwasserfassung Studeschachen liefere rund die Hälfte des Trinkwassers der Gemeinde Root und funktioniere seit rund 50 Jahren einwandfrei. Bei einer Verlegung des Standorts Richtung Norden wäre eine schlechtere Trinkwasserqualität zu erwarten. Auf

das Grundwasserareal Pfaffwil solle im überarbeiteten kantonalen Richtplan aufgrund der sehr tiefen Sauerstoffkonzentration und der Nutzungskonflikte (Kantonsstrasse, Gärtnerei, Schmutzwasserleitungen) verzichtet werden. Bei einer Verlegung in das Areal Perler Schachen seien die bestehenden Konzessionen und Nutzungen der Papierfabrik Perlen und die Beeinflussung des Flachmoors Unterallmend Perlen durch die zusätzlichen Entnahmemengen kritisch zu betrachten.

E. 3.5

Das BAFU hatte in seiner Stellungnahme zum Projekt vom 20. März 2019 eine landseitige Aufweitung des Profils im Bereich Studeschachen zur Verbesserung der Flusssdynamik angeregt. In seiner Vernehmlassung vor Bundesgericht hält es fest, der Kanton habe in der Folge das Projekt überarbeitet und die notwendige Interessenabwägung vorgenommen. Diese sei aus Sicht des BAFU nicht zu beanstanden. Die Grundwasserfassung Studeschachen versorge rund 10'000 Einwohner in den Gemeinden Root, Gisikon und Inwil, weshalb ihr regionale Bedeutung zukomme. Es gebe keine Anhaltspunkte, welche auf eine schlechte Qualität des Trinkwassers hindeuteten. Insbesondere bedeute ein tiefer Sauerstoffgehalt nicht zwingend, dass das Grundwasser von schlechter Qualität sei, sondern lediglich, dass es für die Trinkwassernutzung künstlich belüftet werden müsse (was schon heute der Fall sei). Die Argumentation des Kantons, wonach ein Verbund mit potenten Nachbarversorgungen unter Verzicht auf das Pumpwerk Studeschachen zu einer Verschlechterung der Versorgungssicherheit wegen langen Verbundleitungen führen würde, erachtet das BAFU allerdings als nicht nachvollziehbar, mit Hinweis auf das von der Wasserversorgung Emmen betriebene Grosspumpkraftwerk Oberer Schiltwald, welches sowohl die Trinkwasserversorgung von Emmen als auch der Agglomeration Luzern sowie die überregionale Versorgung bis ins Suhrental gewährleiste. Hingegen zeige ein Blick auf die kantonale Grundwasserkarte, dass der Grundwasserleiter im Bereich Studeschachen mit mehr als 20 m Höhe am mächtigsten sei. Im Vergleich dazu habe der Grundwasserstrom Pfaffwil lediglich eine Mächtigkeit von 10 - 20 m im Süden und von 5 - 10 m im Norden. Insofern habe der Weiterbestand der Grundwasserfassung Studeschachen gegenüber der geprüften Alternative Pfaffwil quantitativ und qualitativ wesentliche Vorteile. Ein Ersatz durch die Fassung Perlen würde grössere Entnahmemengen an diesem Standort und möglicherweise eine Vergrösserung der Grundwasserschutzzone S2 und S3 bedingen, die in Konflikt zum Revitalisierungsprojekt stehen könnten. Zur Verlegung des Starkstrommasts führt das BAFU aus, sowohl die von den Beschwerdeführenden favorisierte "Insel"-Variante als auch die gewählte Lösung "Uferanschluss" seien machbar.

E. 3.6

In ihrer Replik verweisen die Beschwerdeführenden auf den Bericht der Geotest AG (S. 14), wonach die Fassung Studeschachen gegenüber der Reuss "stark exponiert" und die Anforderung der Verweilzeit des Grundwassers von 10 Tagen zwischen Infiltration und Förderung" nicht erfüllt sei. Insofern sei die bestehende Schutzzone S2 und damit auch die Grundwasserfassung nicht rechtskonform; dies sei zu Unrecht nicht berücksichtigt worden. Sie bestreiten, dass eine Anpassung der Gewässerschutzzone im Bereich Perler Schachen erforderlich wäre, weil die dort heute bereits gesicherten Grundwasserreserven bei weitem ausreichen würden, um die Fassung Studeschachen zu ersetzen. Gemäss Umweltverträglichkeitsbericht (UVB, S. 53) handle sich um ein grosses Grundwasser, das 10 - 20 m mächtig sei, mit einer Durchlässigkeit (k-Wert) von 0.005 - 0.01 m/s, einer mittleren Porosität von 8 % und einer Fliessgeschwindigkeit von 10 - 20 m/Tag. Dies seien

sehr hohe Werte, die eine hohe Schöpfmenge ermöglichen. Die Perlen Papier AG betreibe dort 5 Heberbrunnen und verfüge über eine Konzession von 9 Mio. m³ /Jahr (UVB S. 57). Es bestünden rechtskonforme Schutzzonen. Ein Teil des Wassers werde an die Einwohner des Dorfes Perlen (Gemeinde Buchrain) abgegeben, was beweise, dass das Wasser im Perler Schachen Trinkwasserqualität aufweise. Die Perlen Papier AG verfüge zudem über weitere Brauchwasserkonzessionen in der Höhe von jährlich 5.35 Mio. m³ (Rooter Weid) und 1.75 Mio. m³ (Brunnen G2). Dies ergebe ein Total von 16.1 Mio. m³ /Jahr. Der Wasserverbrauch habe 2019 10 Mio. m³ / Jahr betragen und sei seither weiter gesunken; 2023 habe die gesamte CHP-Gruppe (11 Standorte weltweit), zu welcher die Papierfabrik Perlen gehöre, nur noch 8,7 Mio. m³ Grundwasser verbraucht (CHP Geschäftsbericht 2023). Selbst wenn in dieser Menge nur das Grundwasser am Standort Perlen enthalten wäre, betrügen die Reserven somit mindestens 7,3 Mio. m³ und reichten aus, um das Siebenfache der heute mit der Fassung Studeschache versorgten 10'000 Einwohner mit einwandfreiem Trinkwasser zu versorgen. Es sei daher schlechterdings unbestreitbar, dass eine Ersatzwasserversorgung für die aufzuhebende Fassung Studeschache mit Grundwasser aus dem Perler Schachen bzw. der Perler Allmend möglich sei. Bei einem Anschluss an die bestehende Heberbrunnenanlage der Papierfabrik Perlen müsste lediglich eine 1.4 km lange Leitung nach Root erstellt werden, d.h. die Kosten betrügen weniger als 1 Mio. Franken. Weder dazu, noch zu den weiteren Lösungsvarianten gemäss Bericht Geotest, sei eine vertiefte Prüfung ausgeführt worden.

E. 4

Gemäss Art. 38a GSchG sorgen die Kantone für die Revitalisierung von Gewässern. Sie berücksichtigen dabei den Nutzen für die Natur und die Landschaft sowie die wirtschaftlichen Auswirkungen, die sich aus der Revitalisierung ergeben. Die Kantone erarbeiten die Grundlagen, die für die Planung der Revitalisierungen der Gewässer notwendig sind (Art. 41d GSchV).

E. 4.1

Gemäss Art. 4 Abs. 2 WBG müssen Eingriffe in ein Gewässer die Anforderungen nach Art. 37 GSchG erfüllen. Danach muss der natürliche Verlauf des Gewässers möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden (Abs. 2). Dieser wird charakterisiert durch seine Lage im Talquerschnitt, sein Längsgefälle, seine Gerinneform, seine Gerinnesohlenbreite sowie seine morphologischen Strukturen und dynamischen Prozesse, d.h. diese sind möglichst beizubehalten oder wiederherzustellen (Art. 41c ter der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 [GSchV; SR 814.201]. Art. 37 Abs. 3 GSchG sieht vor, dass oberirdische Gewässer und der Gewässerraum so gestaltet und unterhalten werden müssen, dass sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können (lit. a), die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern so weit als möglich erhalten bleiben (lit. b) und eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann (lit. c). Standorttypische Lebensräume beruhen gemäss Art. 41c quater Abs. 1 GSchV auf einer Vegetation, die sich natürlich entwickelt und selbst verjüngt (lit. a), charakteristischen dynamischen Prozessen (lit. b) sowie charakteristischen Strukturen wie Kiesbänken, natürlichen und variablen Ufern sowie Totholz (lit. c).

E. 4.2

Art. 37 Abs. 2 und 3 GSchG sind zwingend, als "Muss-Vorschrift", formuliert; Ausnahmen sind nur im überbauten Gebiet zulässig (Abs. 3). Die in Art. 37 Abs. 2 GSchG verwendete Formulierung "möglichst" lässt jedoch einen Spielraum für eine Interessenabwägung im Einzelfall hinsichtlich des Umfangs und der Art und Weise einer Wiederherstellung des natürlichen Gewässerverlaufs (CHRISTOPH FRITZSCHE, in: Hettich/Jansen/Norer, Kommentar zum Gewässerschutzgesetz und zum Wasserbaugesetz, 2016 [nachfolgend: Kommentar GSchG/WBG), N. 45 zu Art. 37 GSchG), unter Berücksichtigung insbesondere von vorbestehenden Infrastrukturanlagen (vgl. PETER M. KELLER, Nutzungskonflikte in Auengebieten, URP 1998 119 ff., insbes. S. 126).

Im Urteil 1C_410/2012 vom 11. Juni 2023 (publ. in URP 2013 507 und RDAF 2014 I 387 mit Anmerkung THOMAS B. EGLOFF, Eine Aue ist standortgebundener als eine Trinkwasserfassung, in: URP 2017 S. 572 ff.) standen sich das Interesse an der Erhaltung von zwei bestehenden Trinkwasserfassungen und das Interesse an der Schaffung eines zusammenhängenden dynamischen Auengebiets von rund 20 ha am Reussegger Schachen (Kanton Aargau) gegenüber. Das Bundesgericht hielt fest, es sei eine Interessenabwägung im konkreten Fall vorzunehmen, wobei die Standortgebundenheit ein wichtiges Beurteilungskriterium bilde (E. 3.1). Im erwähnten Fall fiel die Interessenabwägung zugunsten der Revitalisierung aus, weil dafür kein anderes, ebenso geeignetes Gebiet entlang der Flüsse Aare und Reuss sowie ihrer Zuflüsse bestand. Dagegen konnte mit dem ausserhalb des geplanten Auenschuttparks gelegenen Pumpwerk Reussegg Süd eine hochwertige Trinkwasserversorgung sichergestellt werden, so dass sich die beiden bestehenden Pumpwerke ersetzen liessen. Diese waren damit nicht absolut standortgebunden (E. 3.5).

E. 4.3

Zu prüfen ist, wie es sich im vorliegenden Fall verhält.

E. 4.3.1

Die Beschwerdeführenden legen mit Verweis auf die Fachliteratur plausibel dar, dass für die Schaffung einer eigendynamischen Aue eine Aufweitung von mindestens 1.6 km Länge und 150 m Breite erforderlich sei. Diese Werte werden im bewilligten Projekt unstrittig nicht erreicht, weshalb die Flusssohle in den Aufweitungsabschnitten mit Leitwerken und Inseln vorstrukturiert werden soll (Bericht 1.012-I Morphologie, Teil I, S. 17 unten). Im Bericht der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich (VAW) vom 18. Mai 2020 (Beurteilung Geschiebehaushalt und -bewirtschaftung des Bauprojektes Hochwasserschutz und Renaturierung Reuss [nachfolgend: Beurteilung VAW], S. 18 f.) wird festgehalten, das Potenzial für eigendynamische Entwicklungen und grossräumige Umlagerungen der Sohle sei im Projekt, aufgrund der beschränkten Aufweitungslängen und -breiten sowie der Strukturierung der Aufweitungen mittels diverser Strukturelemente, gering. Damit sich im Projektabschnitt eine merklich vielfältigere Morphologie ausbilden könne, wären deutlich breitere und längere Aufweitungen nötig.

E. 4.3.2

Der Kanton bestreitet dies nicht, macht aber geltend, der Abschnitt Studeschachen sei ungeeignet für die Schaffung einer eigendynamischen Aue, weil die Reuss dort eine Linkskurve beschreibe, auf deren Innenseite die Dynamik stark beeinträchtigt sei. Eine zusätzliche Aufweitung würde daher lediglich eine Vergrösserung des im Projekt bereits

vorgesehenen Aufweitungs- und Überflutungsgebiets um 7.1 ha. bewirken. Die Beschwerdeführenden verweisen dagegen auf die Möglichkeit der Schaffung eines tangentialen Flussarms zur Kurve (Seitengerinne von 1.5 km Länge), in dem sich die Dynamik sehr gut entfalten könne, weil das Wasser eine kürzere Strecke mit grösserem Gefälle durchströme.

E. 4.3.3

Das Bundesgericht hat das BAFU angefragt, ob mit einer durchgehenden Ausweitung im Bereich Studeschachen, evtl. in Kombination mit einem Nebengerinne, eine eigendynamische Aue geschaffen werden könne, trotz der Linkskurve der Reuss im fraglichen Abschnitt. Das BAFU bejaht die Frage grundsätzlich. Die Reuss sei auch früher im Studeschachen in einer ausgeprägten Linkskurve verlaufen, weshalb sich das Hauptgerinne auf der Aussenseite der Kurve befunden habe. Auf der Innenseite habe sich eine Auenlandschaft mit einem Seitengewässer und einer grossen Überflutungszone ausgebildet. Es sei davon auszugehen, dass sich morphologische Strukturen wie Kiesbänke auch in Zukunft vermehrt in der Innenkurve bildeten, so wie es auch im naturnahen Zustand der Fall gewesen sei. Ohne die Grundwasserfassung könne sich, in Abhängigkeit von der konkreten Projektausgestaltung (Leitwerke, Design Gerinne, Bodenniveau der Uferbereiche), wieder eine dynamische Aue entwickeln, welche bei grösseren Hochwassern überflutet würde. Im Gerinne selbst würde sich bei einer aufgeweiteten Gerinnesohle wieder Kies ablagern, welches sich bei Hochwasser dynamisch umlagere. Die Linkskurve sei somit kein Grund gegen eine durchgehende Aufweitung; diese würde auch in der Kurve die Bildung naturnaher Strukturen und Dynamik fördern. Die Wiederherstellung einer zusammenhängenden eigendynamischen Aue wäre aus ökologischer Sicht zu begrüssen, da die Qualität von natürlichen Lebensräumen unmittelbar mit ihrer Grösse und Dynamik zusammenhänge.

E. 4.3.4

Aufgrund dieser Stellungnahme ist davon auszugehen, dass mit einer durchgehenden Aufweitung eine eigendynamische Aue und damit ein ökologisch äusserst wertvoller und selten gewordener Lebensraum für auentypische Lebewesen geschaffen werden könnte.

Eine durchgehende Aufweitung (mit oder ohne Nebengerinne) hätte auch Vorteile für den Hochwasserschutz, weshalb sie von der kantonalen Dienststelle Umwelt und Energie (UWE) befürwortet wurde ("Argumentarium Realisierung Nebengerinne Studeschachen", Bericht 1.002/Anh. 15.1 zum Technischen Bericht), S. 9 Ziff. 4.1 und Einleitung S. 4 Ziff. 1) : Durch die Aufweitung würden der Wasserspiegel und die Fliessgeschwindigkeit der Reuss abgesenkt; beides reduziere die Überflutungsgefahr. Der zitierte Bericht geht davon aus, dass damit auch die Projektziele in den Bereichen Ökologie und Erholung optimal erfüllt werden könnten (Ziff. 5.3 und 5.4 S. 10 ff.).

E. 4.4

Streitig ist dagegen, ob eine Verlegung der Grundwasserfassung Studeschachen möglich ist bzw. ob dies ausreichend geprüft wurde. In diesem Zusammenhang dürfen auch die in der Replik der Beschwerdeführenden nachgeschobenen Argumente berücksichtigt werden: Diese stützen sich im Wesentlichen auf den UVB und den Bericht Geotest und sind insoweit keine unzulässigen Noven; zudem reagierten die Beschwerdeführenden damit auf verschiedene, erstmals vom BAFU vorgebrachten Argumente, wozu sie aufgrund des rechtlichen Gehörs berechtigt waren.

E. 4.4.1

Zur Verlegung der Grundwasserfassung wurde 2012 der Bericht Geotest AG eingeholt, der neun Lösungsmöglichkeiten zur weiteren Prüfung empfahl (Ziff. 7.1 S. 30), darunter auch der Ausbau der Heberbrunnen in der Perler Allmend. Dieser Studie kann daher nicht entnommen werden, dass eine Verlegung nicht möglich sei. Weitere Studien zu dieser Frage werden im UVB nicht erwähnt (vgl. Ziff. 4.5 Grundwasser, S. 53 ff. und Anh. A1.1 Grundwasser).

E. 4.4.2

Der Kanton hat dargelegt, dass eine Verlegung der Grundwasserfassung ins nahegelegene Gebiet Pfaffwil aufgrund des deutlich erhöhten Anteils an landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen und der im Zuströmbereich liegenden Autobahn A14 nachteilig wäre. Dies wurde vom Kantonsgericht bestätigt. Eine offensichtlich unrichtige Sachverhaltsfeststellung (Willkür) ist nicht ersichtlich, zumal auch das BAFU diese Auffassung teilt.

E. 4.4.3

Dagegen erscheinen die Abklärungen zur Möglichkeit einer Verlegung in das Gebiet Perler Schachen bzw. Perler Allmend ungenügend. Zwar wies der Regierungsrat auf die Nutzung durch die Papierfabrik und die Möglichkeit der Beeinflussung des Flachmoors hin; nähere Abklärungen zu Quantität und Qualität des dortigen Grundwassers und den bestehenden Reserven, unter Berücksichtigung des aktuellen und künftigen Wasserverbrauchs der Papierfabrik, wurden jedoch nicht durchgeführt.

E. 4.4.4

Auch die Möglichkeit, auf das Pumpwerk Studenschachen zu verzichten und sich dem Verbund potenter Nachbarversorgungen (Emmen, Ebikon) anzuschliessen, wurde nicht näher geprüft. Die von der Dienststelle UWE im Bericht vom 18. November 2021 zur Beurteilung des UVB (S. 8 Ziff. 5.2 in fine) genannten Nachteile (Verschlechterung der Versorgungssicherheit wegen langer Verbundleitungen, Verschlechterung der Wasserqualität wegen hoher Standzeiten) konnten vom BAFU nicht nachvollzogen werden.

E. 4.4.5

Zur heutigen Fassung kann als erstellt gelten, dass diese bisher einwandfreies Trinkwasser liefert. Allerdings entspricht die aktuelle Schutzzone S2 nicht der Vollzugshilfe des BAFU (Bericht Geotext Ziff. 4.4.4. S. 13). Zudem kann eine künftige Gefährdung durch die im Zuströmbereich liegende Altlast nicht von vornherein ausgeschlossen werden. Insofern bestehen auch bei Beibehaltung der heutigen Trinkwasserfassung gewisse Risiken.

E. 4.4.6

Die Kosten der Verlegung der Grundwasserfassung (die überwiegend vom Bund getragen würden) hängen stark von der gewählten Variante ab. Deren Bedeutung ist jedoch zu relativieren: Im Projekt wurde grösstenteils von einer Wiederherstellung des natürlichen Verlaufs der Reuss abgesehen, mit Rücksicht auf bestehende Nutzungen, insbesondere die Trinkwasserfassungen Oberer Schiltwald, Rooten Weid und Perler Allmend (vgl. Projektbewilligung Ziff. 2.5.13). Damit wurden auch Verlegungskosten in erheblicher Höhe eingespart. Wenn zumindest an einem Projektabschnitt der natürliche Verlauf (annähernd) wiederhergestellt und damit ein besonders wertvoller Lebensraum (eigendynamische Aue) geschaffen werden kann, besteht daran ein überragendes öffentliches Interesse. Ob der

Hochstrommast verlegt oder am bestehenden Standort gesichert wird, liegt im Ermessen des Kantons und erscheint für die Interessenabwägung von untergeordneter Bedeutung.

E. 4.5

Unter diesen Umständen ist die Sache an den Regierungsrat zurückzuweisen, um die nötigen ergänzenden Abklärungen zu treffen und allenfalls das Projekt zu überarbeiten und neu aufzulegen.

E. 5

Geschiebehaushalt

Streitig ist weiter, ob das Projekt den gesetzlichen Vorgaben zum Geschiebehaushalt entspricht.

E. 5.1

Als Geschiebe werden Steine, Kies und Grobsand bezeichnet, die bei erhöhtem Abfluss über die Gewässersohle transportiert werden. In der Vollzugshilfe des BAFU (Geschiebehaushalt - Massnahmen, Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer, Bern, 2024; Ziff. 1.2 S. 9) wird ausgeführt, es handle sich um das Baumaterial unserer Flüsse, aus dem das Wasser immer wieder neue Strukturen und damit vielfältige Lebensräume modelliere. Kies diene etwa kieslaichenden Fischen zur Laichablage und die Randzonen von Kiesbänken mit geringen Abflusstiefen böten Lebensräume für Jungfische. Die Oberfläche und der Porenraum der Kiessohle sei der Lebensraum für Insektenlaven, welche Fischen als Nahrung dienen. Kiesbänke, die bei Niedrig- und Mittelwasser trockenfallen, bildeten Standorte für Pioniervegetation und Kleinlebewesen. Eine ausgeprägte Geschiebedynamik, also die Erosion, Umlagerung und Ablagerung von Sand, Kies und Steinen, sei typisch für die Auen kiesführender Flüsse und sei Grundlage für deren aussergewöhnliche Vielfalt heimischer Tier- und Pflanzenarten. In Flüssen mit ungenügender Geschiebezufuhr könnten der Talweg und Kiesbänke erodieren, das Hauptgerinne tiefe sich ein und die seitlich angrenzenden Gerinne und Bänke würden weniger häufig überflutet und verbuschten. Infolge des Geschiebedefizits werde das Substrat gröber, die Sohle pflästere sich ab und kolmatiere zunehmend. All diese Veränderungen seien mit einer Abnahme der morphologischen Dynamik verbunden. Dies habe zur Folge, dass sich der Gewässerlebensraum grundlegend verändere und führe zu einem Verlust der natürlichen Artenzusammensetzung und -vielfalt.

E. 5.2

Ende 2014 erstellte der Kanton Luzern eine Strategische Planung zur Sanierung des Geschiebehaushalts u.a. der Reuss (Flussbau AG, Bericht im Auftrag des BUW Luzern vom Dezember 2014 [nachfolgend: Strategische Planung]). Darin wird festgehalten, die Reuss sei nach der Aare der zweitgrösste Mittellandfluss der Schweiz. Nach dem Zusammenfluss mit der Kleinen Emme am Reusszopf weise sie bis zum Kraftwerk Bremgarten-Zufikon (Kanton Aargau) eine Fliessstrecke von mehr als 30 km ohne bedeutende Anlagen und gegebener Geschiebedurchgängigkeit auf, was für die Schweiz einzigartig sei. Im natürlichen Zustand sei die Reuss im Luzerner Abschnitt ein dynamischer Fluss mit grosser Geschiebeführung gewesen. Im 19. und 20. Jahrhundert sei die Reuss umfassend korrigiert und verbaut worden; sie sei heute über weite Strecken begradigt und weise eine einheitliche Sohle von ca. 60 m Breite auf. Sohlenstrukturen wie Kiesbänke und Kolke (strömungsbedingte Vertiefungen) seien nur noch selten und wenig

ausgeprägt vorhanden. Infolge der umfangreichen Kiesentnahmen am Reusszopf und weitere Entnahmen aus dem Gerinne, beispielsweise für den Autobahnbau, habe sich die Sohle der Reuss seit 1950 kontinuierlich eingetieft. Die zur Erneuerung der Bänke und zur Gewährleistung lockerer Kiesablagerungen minimal erforderliche Geschiebefracht der Reuss betrage bei der Mündung der Kleinen Emme in die Reuss rund 9'500 m³ /a und nehme (aufgrund des Abriebs) kontinuierlich ab auf rund 8'000 m³ /a an der Grenze zum Kanton Aargau (Dietwil) und 6'000 m³ /a (zwischen Ottenbach und dem Kraftwerk Bremgarten-Zufikon), mit einer Unsicherheit von ± 30% (S. 70 f.). Aufgrund der verschiedenen Kiesentnahmen im Einzugsgebiet der Kleinen Emme sei die Geschiebefracht flussabwärts des Reusszopfs heute erheblich geringer, d.h. der Geschiebehaushalt sei wesentlich beeinträchtigt. Zur Sanierung wurde empfohlen, auf Kiesentnahmen beim Reusszopf nach Möglichkeit zu verzichten (S. 72).

E. 5.3

Das Hochwasser- und Revitalisierungsprojekt Reuss verfolgt die Strategie, so viel Geschiebe durchzulassen wie nötig, um die Flusssohle zu strukturieren und das Sohlsubstrat zu verfeinern, aber genügend zu entnehmen, um aus Sicht von Hochwasserschutz und Nutzungen unerwünschte Auflandungen zu verhindern. Günstige Bedingungen für eine Neubildung des Sohlsubstrats sollen in erster Linie durch die lokalen Gerinneaufweitungen in den Abschnitten Schiltwald, Grossmatt, Perlen, Studenschache und Gisikon-Honau geschaffen werden. Der Einfluss der Aufweitungen auf den Geschiebehaushalt und die Sohlenlagen wurden im Bericht Nr. 1.012-II (Hunziger, Zarn & Partner (HZP), Morphologie und Geschiebemanagement Teil II, Geschiebehaushalt, vom 30. September 2019 [nachfolgend: Bericht Geschiebehaushalt]) untersucht, ausgehend von einem Geschiebeeintrag der Kleinen Emme von 18'000 m³ /a (durchschnittliche Periode) bis 20'000 m³ /a (nasse Periode). Wegen der grösseren Gerinnebreiten sei in den Aufweitungen mit einer Abnahme der Transportkapazität zu rechnen, mit der Folge, dass es zu Auflandungen kommen werde, die zu einem leicht steileren Längsgefälle führten. Diese seien aus ökologischer Sicht sehr erwünscht. Im Hinblick auf den Hochwasserschutz dürften die Auflandungen jedoch einen bestimmten kritischen Grenzwert nicht überschreiten, denn ein Hauptziel des Projekts sei auch, die Wasserspiegel aus Sicherheitsgründen zu senken und Dammerhöhungen, wenn immer möglich, zu vermeiden. Mittels eines Modells wurden daher verschiedene Geschiebebewirtschaftungsszenarien im Hinblick auf ihre Wirkung auf die Sohlenlage über 125 Jahre geprüft. Die Simulation des Projektzustands ohne Entnahmen (Szenario 3.3) ergab eine wesentliche Auflandung der Sohle in den Aufweitungen sowie im Abschnitt Reusszopf bis Rathausen. Im Bericht wurde ausgeführt, dafür müssten die Dämme in den Abschnitten Rathausen und Perlen erhöht werden und es sei mit Auswirkungen auf die Unterwasserkanäle der Kraftwerke Rathausen und Perlen sowie einem Einstau des Auslaufs der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Rathausen zu rechnen, ohne dass eine grössere Strukturvielfalt in der Sohle oder ein besseres Substrat an der Sohlenoberfläche zu erwarten sei. Das Szenario 4.1 (Entnahmen von durchschnittlich je 4000 m³ /a am Reusszopf und im Schiltwald) wurde als Optimum zwischen Hochwasserschutz, Landbedarf und Ökologie beurteilt, mit einer erwünschten und den ökologischen Zielvorgaben genügenden Auflandung von rund 0.5 m in den Aufweitungen. Die Abfolge von breiten und engen Abschnitten führe infolge einer Rückwärtserosion zwischen Rathausen und Schiltwald zu Vertiefungen von bis zu 0.9 m; diese lokalen Erosionen seien aber aus ökologischer Sicht unkritisch, weil sie einen nicht aufgeweiteten Abschnitt ohne grosses ökologisches Potenzial betreffen. Die tiefe Sohlenlage

in den Einengungen sei kein Projektziel, stelle aber aus Sicht der Hochwassersicherheit in Emmen einen positiven Nebeneffekt dar (vgl. IG Reuss-Auen, Vernehmlassung Bauprojekt 2016, Teil 2: Variantenvergleich Geschiebemanagement vom 30. September 2019, Beilage 1.005-II [nachfolgend: Variantenvergleich Geschiebemanagement], Ziff. 4.1.2 S. 11). Als Projektsohle wurde daher die Sohlenlage nach 125 Jahren des Szenarios 4.1 definiert. Diese liegt in den Aufweitungen bis zu 70 cm über der heutigen Sohlenlage, in den Engstellen betragen die Erosionen bis zu 90 cm (Bericht Geschiebemanagement Ziff. 5.7.1 S. 22 f.).

Das Projekt sieht ein Geschiebemanagement vor, mit dem Ziel, möglichst viel Geschiebe durchzulassen, aber genügend zu entnehmen, um die für den Hochwasserschutz kritischen Auflandungen zu verhindern. Das Bewirtschaftungskonzept beruht auf einem Monitoring, einem Interventionskonzept und einer kontrollierten Entnahme im Bedarfsfall (HZZ, Geschiebemanagementplan, 30. September 2019, Bericht 1.022, S. 3). Entnahmen seien abhängig von der Geschiebezufuhr der Kleinen Emme sowie der Sohlenveränderungen in der Reuss situativ zu definieren, d.h. die im Szenario 4.1. angegebenen mittleren Entnahmemengen von je 4'000 m³ /Jahr am Reusszopf und im Schiltwald stellten lediglich eine Anfangsgrösse dar, mit welcher auf einen ersten Auflandungstrend reagiert werden könne. Bei einem Eintrag von 20'000 m³ /a und einer Entnahme von 8'000 m³ /a verbleibe ein Geschiebetransport von rund 12'000 m³ /a; damit werde ausreichend Geschiebe in den Kanton Aargau transportiert (Bericht Geschiebemanagement Tab. 5 S. 27).

E. 5.4

Die für die Beurteilung des Umweltverträglichkeitsberichts zuständige Dienststelle UWE beauftragte (mangels genügender eigener Fachkompetenzen zu Geschiebefragen) die VAW mit der Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Projekts bezüglich Geschiebemanagement. Diese prüfte insbesondere, ob die durch die projektierten Kiesentnahmen reduzierte Geschiebefracht im unterliegenden Flussabschnitt zu einer nachteiligen Veränderung der morphologischen Strukturen oder der morphologischen Dynamik des Gewässers führe. Sie kam zum Ergebnis, massgebender Parameter für die Mächtigkeit des Sohlenversatzes in den Aufweitungen sei die Aufweitungsbreite und nicht die Geschiebefracht. Das Potenzial für eigendynamische Entwicklungen und grossräumige Umlagerungen sei aufgrund der beschränkten Aufweitungslängen und -breiten sowie der Strukturierung der Aufweitungen mittels diverser, erfahrungsgemäss relativ stabiler Strukturelemente gering. Damit sich (bei Verzicht auf Entnahmen) die morphologische Wirkung einer erhöhten Geschiebefracht entfalten könne, wären deutlich breitere und längere Aufweitungen nötig als im Projekt vorgesehen. Da die Transportkapazität die Geschiebezufuhr in den nicht aufgeweiteten Abschnitten deutlich übersteige, sei in diesen auch bei einer erhöhten Geschiebezufuhr mit einem latenten Erosionszustand und damit mit einer ebenen Gerinnesohle ohne morphologische Strukturen zu rechnen. Die zu erwartenden Eintiefungen würden zwar durch die Geschiebeentnahmen verstärkt, seien jedoch zu einem gewissen Grad auch ohne Entnahmen zu erwarten. Das Szenario 3.3. ohne Geschiebeentnahmen wäre daher hinsichtlich des ökologischen Potenzials der Reuss nur unwesentlich besser. Die Beeinträchtigung des Gewässers durch das Bauprojekt und die adaptiven Geschiebeentnahmen nach Szenario 4.1. seien somit als nicht wesentlich i.S.v. Art. 42a GSchV zu werten. Ausgehend von einer Geschiebezufuhr von 18'000 m³ /a durch die Kleine Emme könne die gemäss Strategischer Planung erforderliche Geschiebefracht von

9'500 m³ /a am Reusszopf bzw. 8'000 m³ /a an der Kantonsgrenze gewährleistet werden. Voraussetzung dafür sei allerdings, dass der zu erwartenden Sohlenversatz in den Aufweitungen vorweggenommen werde, um zu verhindern, dass die aufgeweiteten Abschnitte bis zum Erreichen der Projektsohle als Geschiebefalle wirkten und somit im unterstrom liegenden Abschnitt der Reuss ein Geschiebedefizit mit fortschreitender Sohlenerosion auslösten. Aus Sicht des Hochwasserschutzes brächten anpassbare Geschiebeentnahmen zur Gewährleistung einer dynamischen, aber bezüglich Hochwasserständen unkritischen Projektsohle eine erhöhte Kontrolle von Unsicherheiten und des verbleibenden Risikos mit sich. Die VAW räumte ein, dass die Abschätzung der mittleren Geschiebefracht der Kleinen Emme mit grossen Unsicherheiten verbunden sei und von zahlreichen Randbedingungen, wie beispielsweise dem Auftreten und dem Ausmass von Hochwasser, abhängig sei. Unsicherheiten in der mittleren jährlichen Kubaturen könnten jedoch durch die adaptive Geschiebebewirtschaftung berücksichtigt werden. Für den Fall, dass die Geschiebefracht der Kleinen Emme kleiner ausfalle als die im langjährige Mittel berücksichtigten 18'000 m³ /a, sollte die Sohle weniger auflanden als prognostiziert und somit auch die Geschiebeentnahmen kleiner ausfallen als die durchschnittlich geplanten 8'000 m³ /a. Die VAW empfahl daher dem Regierungsrat, den Geschiebebewirtschaftungsplan nach Szenario 4.1 mit gewissen Auflagen festzusetzen (adaptive Geschiebeentnahme im Bedarfsfall, Vorwegnahme des in den Aufweitungen zu erwartenden Sohlenversatzes während der Bauphase, zeitlich unbegrenzte Erhebung gewisser ökologischer Indikatoren, Ergänzung der Indikatoren der Wirkungskontrolle um die Indikatoren "Habitatvielfalt" und "Dynamik", Ersatzmassnahmen zur Kompensation der Kiesausbaggerungen; vgl. dazu Projektbewilligung Auflagen Ziff. 7.72 ff.).

E. 5.5

Die Beschwerdeführenden rügten vor Kantonsgericht, die vorgesehenen Geschiebeentnahmen verletzten Art. 43a GSchG. Mit ihnen solle die heutige, durch jahrzentelange Geschiebeentnahmen stark unter das natürliche Niveau abgesenkte Sohlenlage erhalten bleiben. Dies entspreche nicht dem natürlichen Zustand (Referenzzustand) und verhindere die Wiederherstellung wertvoller ökologischer Strukturen.

Das Kantonsgericht erwog, es sei zwar vom natürlichen bzw. naturnahen Zustand auszugehen; dieser müsse jedoch nicht vollständig wiederhergestellt werden; erforderlich sei eine Interessenabwägung. Vorliegend sei eine vollständige Wiederherstellung des Referenzzustandes bezüglich Geschiebehaushalt schon deshalb kaum möglich, weil dazu - ebenfalls dem ursprünglichen Zustand entsprechend - breitere und längere Aufweitungen nötig wären, als nun im Projekt vorgesehen. Das Projekt strebe daher einen naturnahen, an den projektierten Gewässerraum angepassten Zustand an, der insbesondere den Hochwasserschutz sicherstelle. Die im Projekt vorgesehene adaptive Geschiebebewirtschaftung, wonach Geschiebeentnahmen nur bei ausgewiesenem Bedarf vorgenommen würden, erübrige die Überprüfung des umstrittenen Geschiebeeintrags durch die Kleine Emme. Falle dieser kleiner aus als angenommen, würde die Sohle voraussichtlich weniger stark auflanden und somit auch die Entnahmemenge angepasst. Überdies würden im vorgesehenen Monitoring auch ökologische Indikatoren erhoben. Falls darauf gestützt ökologische Defizite in Bezug auf die Quantität und Qualität des Substrates festgestellt würden, müsste eine Anpassung der Entnahmestrategie erfolgen. Zudem seien in der Projektbewilligung auch in Bezug auf die Geschiebebewirtschaftung

Wirkungskontrollen vorgesehen (INGE Reuss, Konzept Wirkungskontrolle, Bericht 3.002 vom 30. September 2019, S. 13 [nachfolgend: Konzept Wirkungskontrolle]; Projektbewilligung S. 217 Ziff. 7.72). Für die Festlegung der Projektsohle seien neun Varianten bzw. Szenarien mit unterschiedlichen Entnahmemengen (einschliesslich Entnahmeverzicht) untersucht worden, gestützt auf das bestehende Geschiebetransportmodell der Reuss und unter Berücksichtigung ihrer Auswirkung auf den Hochwasserschutz, die Wasserkraftnutzung sowie die Anpassung von Infrastrukturanlagen (z.B. Dammerhöhungen, Brückenanpassungen). Das Szenario 4.1 mit adaptivem Geschieberegime sei aufgrund einer umfassenden Interessenabwägung festgesetzt worden. Dem Regierungsrat stehe dabei ein Ermessensspielraum zu, den das Kantonsgericht zu respektieren habe. Die Projektbewilligung stütze sich auf den Bericht der VAW; zudem seien weitere Gutachten und Fachberichte eingeholt worden, die alle zum gleichen Schluss gelangt seien. Auch das BAFU habe sich in seinen Stellungnahmen nicht gegen die vorgesehenen Geschiebeentnahmen ausgesprochen. Zu verweisen sei weiter auf die im kantonsgerichtlichen Verfahren vom Kanton eingereichten Stellungnahmen der Geotest AG, der HZP, der Dienststelle UWE und der VAW, in denen begründet werde, weshalb auf die Ausführungen der Beschwerdeführenden bzw. der Flussbau AG nicht abgestellt werden könne. Angesichts der vielen Stellungnahmen und involvierten Fachpersonen seien keine sachverhaltlichen oder beweismässigen Weiterungen erforderlich. Ein Augenschein, ein Experten-Hearing oder die Anordnung eines Obergutachtens seien entbehrlich.

E. 5.6

Die Beschwerdeführenden machen vor Bundesgericht geltend, das Projekt widerspreche den gesetzlichen Vorgaben zum Geschiebehaushalt gemäss Art. 43a GSchG und Art. 42a GSchV, weil aufgrund der vorgesehenen Kiesentnahmen weiterhin eine wesentliche Beeinträchtigung des Geschiebehaushalts vorliege. Sie werfen dem Kantonsgericht vor, den Sachverhalt offensichtlich unrichtig bzw. unvollständig und unter Verletzung des rechtlichen Gehörs festgestellt zu haben, indem es unkritisch die Vorbringen des Kantons übernommen habe, unter Ignorierung der substanziierten und gutachterlich belegten Vorbringen der Beschwerdeführenden und unter Abweisung sämtlicher Beweisangebote. Damit habe es seine Kognition im Ergebnis unzulässigerweise beschränkt. In rechtlicher Hinsicht habe das Kantonsgericht Art. 43a GSchG falsch ausgelegt: Dieser verlange nicht lediglich die Verhinderung "schwerer Beeinträchtigungen" bzw. die Vermeidung "schwerwiegender Schäden", sondern verbiete schon eine "wesentliche", d.h. mehr als nur geringe Beeinträchtigung der Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt.

Die Beschwerdeführenden gehen davon aus, dass durchschnittlich nur 12'500 m³ Geschiebe pro Jahr von der Kleinen Emme in die Reuss eingetragen werde; dies hätten sie mit dem im vorinstanzlichen Verfahren eingereichten Gutachten der Flussbau AG (Hochwasserschutz und Renaturierung Kleine Emme und Reuss, Bewilligungsprojekt Reuss, Prüfung des Projektdossiers aus flussbaulicher Sicht, Zürich 30. Juni 2022 [nachfolgend: Gutachten Flussbau AG] und Studie Kleine Emme, Geschiebeaufkommen und Geschiebezufuhr in die Reuss, 16. September 2022 [nachfolgend Studie Kleine Emme]) nachgewiesen. Dieses Ergebnis passe gut zu den in älteren Studien angenommenen Geschiebefrachten. Das dem Projekt zugrundeliegende Modell habe eine zu kleine mittlere Korngrösse des Geschiebes eingesetzt, was zu einer Überschätzung der Geschiebefracht führe (Gutachten Flussbau AG S. 13 f.). Die Entnahme von durchschnittlich 8'000 m³ /a Geschiebe sei nur deshalb erforderlich, weil im Projekt angestrebt werde, die heute

bestehende, unnatürliche, durch jahrzentelange Geschiebeentnahmen stark (um 50 - 100 cm) abgesenkte Sohlenlage zu erhalten. Dafür müsse weiterhin Kies im bisherigen Umfang (durchschnittlich 7'800 m³ /a im Zeitraum 1980 - 2013) entnommen werden. Die Geschiebefracht werde durch die Entnahmen auf 4'500 m³ /a reduziert. Dies liege deutlich unter der erforderlichen Geschiebefracht von 9'500 m³ /a gemäss Strategischer Planung. Gemäss der Vollzugshilfe Geschiebehaushalt-Massnahmen (BAFU 2024, Ziff. 3.3.8 S. 46; nachfolgend: Vollzugshilfe) betrage die erforderliche Geschiebefracht 70 - 75 % des Geschiebes im naturnahen Zustand. Die bei Kiesentnahmen von 8000 m³ /a verbleibende Fracht entspreche jedoch nur 36 % des Geschiebeeintrags. Selbst wenn man von einem Eintrag von 18'000 bis 20'000 m³ /a ausginge, verblieben lediglich 55,5 - 60 %. Die Naturnähe des Geschiebetransports und der Sohle bildeten ein zentrales gesetzliches Ziel für Renaturierungen. Die Kiesentnahmen führten zu einer starken Beeinträchtigung der Morphologie der Reuss: Das Gerinne würde ausgeräumt, die Sohle würde gröber und kolmatiert, Bänke würden abgetragen und das Gerinne würde seitlich einwachsen. In den aufgeweiteten Abschnitten käme es zwar zu einer Anhebung der Sohle gegenüber dem heutigen Zustande; diese falle jedoch geringer aus, so dass sich wertvolle Sohlenformen wie Kiesbänke und Teilgerinne viel schwächer ausbildeten als dies ohne Entnahmen der Fall wäre. Das Kantonsgericht habe die negativen ökologischen Auswirkungen der geplanten Geschiebeentnahme auf die Tier- und Pflanzenwelt nicht behandelt und die diesbezüglichen Beweisanträge pauschal abgewiesen. Sie beantragen, das Bundesgericht möge eine Expertise zu den Auswirkungen der geplanten Geschiebeentnahmen auf die einheimischen Tiere und Pflanzen und ihre Lebensräume in der Reuss von Emmenbrücke bis zum Flachsee bei Bremgarten einholen, oder die Sache an den Kanton zurückweisen, damit dieser die Prüfung vornehme.

Die Beschwerdeführenden bestreiten, dass eine Geschiebebewirtschaftung für den Hochwasserschutz erforderlich sei. Eine stabile Sohlenlage der Reuss (dynamisches Gleichgewicht) sei ebenso auf höherem Niveau mit reduzierten bzw. keinen Geschiebeentnahmen möglich. Bereits geringe Dammerhöhungen (von 15 - 40 cm, nur punktuell 60 cm) würden einen vollständigen oder weitgehenden Verzicht auf Geschiebeentnahmen erlauben; dafür wäre kein zusätzlicher Landerwerb nötig, sondern die Dämme könnten gewässerseitig verbreitert werden. Die Vorinstanz habe sich geweigert, die Konzession für das Kraftwerk Rathausen edieren zu lassen, mit der hätte aufgezeigt werden können, dass keine oder nur geringe Ausgleichszahlungen für allfällige Stromproduktionseinbussen bezahlt werden müssten.

Schliesslich rügen die Beschwerdeführenden, die Reuss werde in den ersten 10 Jahren praktisch kein und danach nur eine minime Menge Geschiebe flussabwärts in den Kanton Aargau transportieren, weil es Jahrzehnte dauern werde, bis sich in den Aufweitungen ein Gleichgewichtszustand herstelle. Diese wirkten damit als "Geschiebefalle". Damit werde auch der Geschiebehaushalt der Reuss im Kanton Aargau stark beeinträchtigt, mit einer massiven Verschlechterung der aquatischen Lebensräume. Auch diese Rüge habe das Kantonsgericht ausser Acht gelassen und sei auf den dazu gestellten Beweisantrag nicht eingegangen.

E. 5.7

In seiner Vernehmlassung wirft der Kanton den Beschwerdeführenden vor, von falschen Zahlen zur zu erwartenden Geschiebefracht auszugehen. Mit dem Projekt würden jährlich 10'000 bis 15'000 m³ Geschiebe in den Kanton Aargau transportiert; damit sei der Wert

gemäss Strategischer Planung (8'000 bis 9'500 m³ /a) gesichert (mit Verweis auf Technischen Bericht Ziff. 9.6.1.1 S. 132). Mehr Geschiebe sei aus Sicht des Kantons Aargau nicht erwünscht, weil zwischen der Kantonsgrenze und der Stauhaltung Bremgarten-Zufikon schon heute eine Auflandungstendenz bestehe und periodisch Kiesentnahmen durchgeführt werden müssten. Das Kantonsgericht habe keine Veranlassung gehabt, dazu ein unabhängiges Gutachten einzuholen, weil das Projekt bereits von der VAW als anerkannte, führende und unabhängige Forschungsinstitution geprüft worden sei. Die Vollzugshilfe des BAFU sei nach dem angefochtenen Entscheid publiziert worden und sei im Übrigen keine Rechtsnorm. Das BAFU habe das Projekt, das massgeblich vom Bund finanziert werde, begleitet und das Geschiebemanagementkonzept nicht beanstandet.

In der Sache verweist der Kanton auf die Stellungnahme des Büros HZD vom 29. März 2023. Die gewählte Projektsohle sei das Produkt einer Interessenabwägung. Sie sei über lange Strecken höher als die heutige Sohlenlage und nur in den engen Abschnitten tiefer. Es gebe aus morphologischer Sicht keinen Grund, die Sohlenlage von 1938 als Zielzustand zu wählen. Falls eine ausreichende Geschiebemenge zugeführt werde, seien für die morphologischen Strukturen und für die Dynamik nicht die Sohlenlage, sondern das Längsgefälle massgebend. Das Gefälle der Projektsohle sei nur wenig flacher als das Längsgefälle ohne Entnahmen. Dementsprechend bestehe keine Beeinträchtigung der morphologischen Strukturen und der Dynamik (mit Verweis auf Bericht Geschiebehaushalt Abb. 23). Auch die Kritik an der gegenüber heute um 0.4 m tieferen Sohlenlage in Rathausen sei nicht haltbar. Dort sei wegen des Übergangs vom engen zum breiten Gerinne mit einer lokal tieferen Sohlenlage zu rechnen; dieser Prozess des Sohlenversatzes sei aus zahlreichen Aufweitungen in der Schweiz bekannt und stelle keine Beeinträchtigung der Morphologie dar. Zu den Geschiebefrachten verfolge das Projekt den Ansatz, dass die Zufuhr genau so gross sein müsse, wie die Reuss im aufgeweiteten Zustand bei einem definierten Längsgefälle (Projektsohle) transportieren könne. In diesem Fall befinde sich die Sohle in einem dynamischen Gleichgewichtszustand und erfülle damit die Forderungen von Art. 43a Abs. 2 GSchG optimal. Mehr Geschiebe sei aus ökologischer Sicht nicht notwendig und hätte zur Folge, dass die Hochwassersicherheit nicht mehr gewährleistet wäre. Ein Vergleich mit den früheren Kiesentnahmen sei unzulässig, da mit der Aufweitung des Gerinnes und der Anpassung der Sohlenlage der Geschiebehaushalt im Vergleich zum heutigen, kanalisierten Zustand der Reuss massgeblich verändert werde. Das Konzept der Beschwerdeführenden, auf Kiesentnahmen zu verzichten, sei nicht robust, weil diesfalls die Dämme erhöht werden müssten. Dies sei unerwünscht, u.a. aus Sicherheitsgründen (Versagen im Überlastfall).

E. 5.8

Das BAFU verweist in seiner Vernehmlassung auf die Strategische Planung, in der die zur Vermeidung einer wesentlichen Beeinträchtigung erforderliche Geschiebefracht festgelegt worden sei. Diese betrage rund 9'500 m³ /a bei der Mündung der Kleinen Emme in die Reuss und nehme kontinuierlich ab auf 8'000 m³ /a an der Grenze zum Kanton Aargau. Ob diese Fracht erreicht werde, hänge u.a. von der Geschiebelieferung aus der Kleinen Emme ab. Im Projekt gehe man von einer Geschiebelieferung von ca. 20'000 m³ /a aus; die Beschwerdeführenden dagegen nur von 12'500 m³ /a. Da die Prognose der tatsächlichen Geschiebelieferung und der davon abhängigen Entwicklung der Sohlenlage, der Strukturen und der Dynamik der Reuss unsicher sei, sei ein Geschiebemanagement- und

Monitoringkonzept entwickelt worden. Ziel sei es, stets mindestens 12'000 m³ Geschiebe pro Jahr in der Reuss zu transportieren; diese Fracht sei grösser als die gemäss Strategischer Planung festgelegte Fracht für die Beseitigung der wesentlichen Beeinträchtigung des Geschiebehaushalts. Die Behauptung, dass beim Reussprojekt aufgrund der geplanten adaptiven Geschiebeentnahmen lediglich 36 % der Geschiebefracht im Referenzzustand im Gewässer verbleibe, sei irreführend, denn es würden auf unterschiedlichen Annahmen basierende Szenarien miteinander verglichen (Szenario mit minimaler Geschiebelieferung versus Szenario mit maximaler Ausbaggerung).

Das BAFU erachtet allerdings das VAW-Gutachten als unvollständig, weil nicht thematisiert werde, inwiefern das bei einer erhöhten Geschiebefracht zu erwartende steilere Gefälle in den Aufweitungen zu einem ökologisch besseren Zustand führe und die Naturnähe des Geschiebetransports nicht als Kriterium für die Beurteilung herangezogen wurde, obwohl dies ein zentrales gesetzlich verankertes Ziel für Renaturierungen sei, das auch für den Geschiebebetrieb gelte (Anh. 1 Ziff. 1 Abs. 2 GSchV). Das BAFU geht grundsätzlich davon aus, dass die Höhe der Geschiebefracht einen wesentlichen Einfluss auf die morphologische Strukturen habe. Sei, wie im vorliegenden Projekt, die Breite vorgegeben, könne die Geschiebefracht einen Einfluss darauf haben, wie dynamisch die entstehenden Strukturen seien und ob die zur Verfügung stehende Breite vom dynamischen Gewässer genutzt werde. Jedoch seien die gemäss Vollzugshilfe zur Ermöglichung naturnaher Strukturen und Dynamik erforderlichen 70 % der naturnahen Geschiebefracht von etwa 14'000 m³ /a (gemäss Strategischer Planung, S. 59), d.h. etwa 9'800 m³ /a, gewährleistet. Die vorgesehene Projektsohle sei massgebend für die Wasserspiegellagen bei Hoch- und bei Niederwasser und sei in Abwägung aller Interessen, wie Höhe der Dämme, Verbrauch von Landwirtschaftsland, Energieverluste beim Kraftwerk Rathausen, Probleme beim Auslauf der ARA Rathausen, Rückstauprobleme in den Rotbach, etc. definiert worden. Zwar wäre rein aus Sicht Geschiebehaushalt die Variante ohne Entnahmen besser, da sich durch die Erhöhung der Geschiebefracht in der Reuss ab Schiltwald die morphologische Dynamik erhöhe und sich ökologisch wichtige morphologische Strukturen tendenziell stärker, schneller und häufiger ausbilden könnten. Die Interessenabwägung des Kantons, der u.a. die höheren Kosten, die Beeinträchtigung der Energieproduktion, den Landbedarf und diverse Risiken durch höhere Hochwasserspiegel berücksichtigt habe, sei gemäss Art. 43a Abs. 2 GSchG erfolgt und sei gesetzeskonform.

Die Kritik an der gegenüber heute um 0.4 m tieferen Sohlenlage auf der 3 km langen Strecke Rathausen bis Schiltwald sei unzutreffend. Dort sei wegen des Übergangs vom engen zum breiten Gerinne mit einer lokal tieferen Sohlenlage zu rechnen. Es handle sich dabei um eine Rückwärtserosion, einem bekannten, wissenschaftlich nachgewiesenen morphologischen Prozess, der auch ohne Entnahmen eintreten würde. Zudem sei die Sohlenlage im Projekt über weite Strecken nahe bei der Sohlenlage vor 1938.

E. 5.9

Die Beschwerdeführenden entgegnen, zwar sei die Höhendifferenz zwischen der Sohlenlage in der Aufweitung und im nicht aufgeweiteten Abschnitt im Oberwasser physikalisch vorgegeben (sog. hydraulischer Versatz); zu der vom BAFU und vom Kanton erwähnten "Rückwärtserosion" komme es aber nur bei einem Geschiebedefizit. Die Vollzugshilfe des BAFU sei zwar erst nach der vorliegend streitigen Projektbewilligung publiziert worden; ihre Anforderungen seien jedoch mindestens seit 2019 bekannt, zumal der Kanton Luzern in der Begleitgruppe zur Vollzugshilfe vertreten gewesen sei. Das im

Projekt gewählte Verfahren entspreche dem Ansatz "Sättigungsgrad 1", wonach es genüge, einen Gleichgewichtszustand zwischen zugeführter und transportierbarer Geschiebefracht herzustellen. Dieser Ansatz dürfe jedoch nur angewandt werden, wenn sowohl die Gerinnebreite als auch die Sohlenlage, insbesondere das Gefälle, einem naturnahen Zustand entsprächen, denn ansonsten könnte, bei entsprechender Sohlenabsenkung, praktisch alles Geschiebe aus dem Wasser entnommen werden und Art. 43a GSchG wirkungslos gemacht werden (vgl. Vollzugshilfe S. 47). Die Beschwerdeführenden präzisieren, dass sie keinen Verzicht auf jegliche Interventionsmassnahmen verlangten. Sollte sich bei einem verbesserten Projekt mit erhöhter Sohle und erhöhten Dämmen eine unerwartete Sohlenlage einstellen, sei gegen Geschiebeentnahmen zur Herstellung der Ziel-Sohlenlage nichts einzuwenden.

E. 5.10

In seiner Duplik betont der Kanton, dass die Reuss schon 1938 kanalisiert gewesen sei, d.h. auch die damalige Sohlenlage entspreche nicht dem natürlichen Zustand. Dieser sei nicht mehr erreichbar. Eine Rückkehr zur Sohlenlage 1938 hätte keinen wesentlichen ökologi-schen Mehrwert.

E. 6

Im Folgenden sind zunächst die Rechtsgrundlagen darzulegen.

E. 6.1

Gemäss Art. 43a GSchG darf der Geschiebehaushalt durch Anlagen nicht so verändert werden, dass die einheimischen Tiere und Pflanzen, deren Lebensräume, der Grundwasserhaushalt und der Hochwasserschutz wesentlich beeinträchtigt werden. Die Inhaber der Anlagen treffen dazu geeignete Massnahmen (Abs. 1). Diese richten sich nach dem Grad der Beeinträchtigung des Gewässers (Abs. 2 lit. a), dem ökologischen Potenzial des Gewässers (lit. b), der Verhältnismässigkeit des Aufwandes (lit. c), den Interessen des Hochwasserschutzes (lit. d) und den energiepolitischen Zielen zur Förderung erneuerbarer Energien (lit. e). Dort wo ein Fliessgewässer bereits durch einen unausgeglichene Geschiebehaushalt beeinträchtigt ist, muss dieses saniert werden (Art. 83a i.V.m. Art. 43a GSchG). Zu den für Art. 43a Abs. 1 GSchG relevanten Anlagen zählen insbesondere auch (bestehende oder neue) Kiesentnahmen sowie Wasserbauvorhaben zum Hochwasserschutz und zur Revitalisierung (Vollzugshilfe S. 9).

E. 6.2

Art. 42a GSchV definiert, wann eine wesentliche Beeinträchtigung der einheimischen Tiere und Pflanzen sowie von deren Lebensräumen durch einen veränderten Geschiebehaushalt i.S.v. Art. 43a Abs. 1 GSchG vorliegt. Dies ist der Fall, wenn Anlagen wie Wasserkraftwerke, Kiesentnahmen, Geschiebesammler oder Gewässerverbauungen die morphologischen Strukturen oder die morphologische Dynamik des Gewässers nachteilig verändern.

Im Erläuternden Bericht vom 20. April 2011 zur Parlamentarischen Initiative Schutz und Nutzung der Gewässer (Ziff. 2.3.1 S. 23 zu Art. 42a GSchV) führte das BAFU dazu aus, der Geschiebehaushalt habe Auswirkungen auf die morphologischen Strukturen (Gestalt der Gewässersohle und der Ufer, inkl. Zusammensetzung des abgelagerten Materials) und die Dynamik (Veränderung der morphologischen Strukturen in Raum und Zeit), welche die Lebensraumverhältnisse (Ökomorphologie) des Gewässers bestimmten. Seien diese

Parameter in einem Gewässer nicht wesentlich verändert, so könne davon ausgegangen werden, dass auch die Pflanzen und Tiere und ihre Lebensräume durch einen veränderten Geschiebebetrieb nicht wesentlich beeinträchtigt seien. Aus diesen Gründen werde in Art. 42a GSchV auf die Definition von biologischen Kriterien für die Beurteilung von Beeinträchtigungen verzichtet. Ein Geschiebedefizit äussere sich z.B. darin, dass sich der Fluss eintiefe, dass Kiesinseln erodierten und die Restbank mit grobem Kies abgepflästert werde, dass feiner Kies auf der Sohle fehle und dass bei Hochwasserereignissen keine neuen Kiesbänke und Uferanlandungen gebildet werden könnten.

E. 6.3

Art. 43a Abs. 1 GSchG und Art. 42a GSchV verbieten, wie erwähnt, grundsätzlich ein "wesentliche" Beeinträchtigung ("

sensibile pregiudizio" im italienischen Wortlaut), d.h. es genügt nicht jede geringfügige Änderung. Dagegen ist den Beschwerdeführenden zuzustimmen, dass keine schwerwiegende Schäden an Fauna und Flora und ihren Lebensräumen erforderlich sind, wie dies der französischsprachige Wortlaut der Bestimmung ("

atteintes graves") nahelegt, sondern es genügen muss, wenn die Auswirkungen spürbar bzw. nennenswert sind (so die ursprüngliche französischsprachige Fassung der ständerätlichen Kommission: "

atteintes notables"; vgl. Parlamentarische Initiative Schutz und Nutzung der Gewässer, Bericht der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerats vom 12. August 2008 [nachfolgend: Bericht UREK-S], FF 2008 7307 ff., insbes. 7325), d.h. nicht unwesentlich sind. Davon geht auch Art. 42a GSchV aus, wonach jede "nachteilige Veränderung" genügt ("

modifiant durablement"; "

alterate in modo pregiudizievole"). Auch die Gesetzessystematik spricht für diese Auslegung: Die Schwelle der Massnahmenpflicht gemäss Art. 43a Abs. 1 GSchG darf nicht zu hoch angesetzt werden, da die Abwägung zwischen den verschiedenen Schutz- und Nutzinteressen erst bei der Bestimmung der Massnahmen zur Verbesserung des Geschiebehaushalts stattfindet (Bericht UREK-S, BBl S. 8062 zu Art. 43a GSchG). Aus dem Urteil 1C_693/2017 vom 26. Februar 2020 E. 6.1, in welchem lediglich der französischsprachige Gesetzestext wiedergegeben wurde, ergibt sich nichts anderes.

E. 6.4

Ziel der Sanierung des Geschiebehaushalts ist es, die von Anlagen verursachte wesentliche Beeinträchtigung zu beseitigen und die naturnahen morphologischen Strukturen und die Dynamik wiederherzustellen (Vollzugshilfe Geschiebehaushalt, S. 11 f.). Dies ergibt sich bei Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten, die mit einem baulichen Eingriff in ein Gewässer verbunden sind, auch aus Art. 4 Abs. 2 WBG und Art. 37 Abs. 2 und 3 GSchG i.V.m. Art. 41c ter und 41c quater GSchV (vgl. oben, E. 4.1).

Die Vollzugshilfe Geschiebehaushalt enthält verschiedene Ansätze zur Bestimmung der minimalen Geschiebefracht, mit der sich naturnahe morphologische Strukturen ausbilden können. Die Hauptmethode "Gerinneform" definiert einen prozentualen Anteil der Fracht im naturnahen Zustand, der - je nach Gerinneform - 65 bis 80 % beträgt (Vollzugshilfe, Ziff. 3.3.8 S. 46 und Anh. E). Die Sanierungsziele werden reduziert, wenn sich ein

naturnaher Geschiebehaushalt und eine naturnahe Morphologie nicht einstellen kann, z.B. weil ausreichend breite Gewässerabschnitte fehlen.

Bei der Auswahl der Sanierungsmassnahmen sind entgegenstehende Schutz- und Nutzungsinteressen zu berücksichtigen (vgl. Art. 43a Abs. 2 GSchG). Insbesondere dürfen Massnahmen zur Sanierung des Geschiebehaushalts nicht zu Hochwasserschutzproblemen führen. Dies muss, wo notwendig, mit begleitenden Hochwasserschutzmassnahmen oder aber der Reduktion der Geschiebefracht sichergestellt werden (Vollzugshilfe S. 12). Die verschiedenen Massnahmen sind zu koordinieren (Art. 46 Abs. 1 GSchV). Widersprechen sich die Interessen des Hochwasserschutzes und des Geschiebehaushalts, ist eine Interessenabwägung durchzuführen (ANNE-CHRISTINE FAVRE, in: Kommentar GSchG/WBG, Art. 43a GSchG , N. 28 S. 800; Vollzugshilfe Geschiebehaushalt Ziff. 2.3 S. 17). Diese kann im Ergebnis dazu führen, dass ein Gleichgewichtszustand zwischen zugeführter und transportierbarer Geschiebefracht (Sättigungsgrad 1) auf einem tieferen als dem naturnahen Niveau hergestellt wird.

E. 6.5

Wie das BAFU überzeugend darlegt, wäre aus ökologischer Sicht ein vollständiger Verzicht auf Kiesentnahmen die beste Lösung, weil die Geschiebefracht einen wesentlichen Einfluss auf die Dynamik und die morphologischen Strukturen eines Gewässers sowie darauf hat, ob die zur Verfügung stehende Breite eines Gewässers genutzt wird. Bei der Festlegung der Massnahmen sind jedoch die Interessen des Hochwasserschutzes (Art. 43a Abs. 2 lit. d) sowie der Produktion erneuerbarer Energie (lit. e) und die Verhältnismässigkeit des Aufwands (lit. c) zu berücksichtigen. Vorliegend gelangte der Kanton aufgrund eines Variantenvergleichs zum Ergebnis, dass eine Geschiebebewirtschaftung mit Kiesentnahmen am Reusszopf und im Schiltwald erforderlich sei, um einen nachhaltigen und langfristig sicheren Hochwasserschutz zu gewährleisten, der allen Interessen im Sinne einer angemessenen Abwägung gerecht werde. Ohne Geschiebebewirtschaftung komme es einerseits zu Auflandungen, die höhere Dammbauten für den Hochwasserschutz verlangten, und andererseits zu Konflikten mit bestehenden Infrastrukturen (u.a. Energieverluste beim Kraftwerk Rathausen, Probleme beim Auslauf der ARA Rathausen, Rückstauprobleme in den Rotbach).

Die Beschwerdeführenden zeigen auf, dass sich diese Konflikte mit begleitenden Hochwasserschutzmassnahmen (insbesondere einer massvollen Erhöhung der Dämme) vermeiden liessen und daher auf Kiesentnahmen verzichtet werden könne. Damit belegen sie, dass die Interessenabwägung auch anders hätte ausfallen können, nicht aber, dass diejenige des Kantons, welche die entgegenstehenden Interessen höher gewichtet, gesetzeswidrig ist. Die dem Projekt zugrundeliegende Interessenabwägung erscheint jedenfalls dann mit Art. 43a GSchG vereinbar, wenn die Geschiebebewirtschaftung die ökologischen Ziele des Revitalisierungsprojekt nicht gefährdet, insbesondere keine wesentliche Beeinträchtigung i.S.v. Art. 43a GSchV i.V.m. Art. 42a GSchV herbeiführt bzw. perpetuiert.

E. 6.6

Die zur Vermeidung einer wesentlichen Beeinträchtigung mindestens erforderliche Geschiebefracht wurde in der Strategischen Planung auf 9'500 m³ /a bei der Mündung der Kleinen Emme in die Reuss festgelegt. Aufgrund des Abriebs (d.h. des Massenverlusts des transportierten Geschiebes infolge mechanischer Beanspruchung beim Transport) nimmt

die Geschiebefracht kontinuierlich ab, weshalb die minimal nötige Fracht an der Grenze zum Kanton Aargau nur noch 8'000 m³ /a und 6'000 m³ /a beim Kraftwerk Bremgarten-Zufikon beträgt. Diese Werte werden von keiner Seite bestritten. Streitig ist dagegen, ob sie im Projekt eingehalten werden.

E. 6.6.1

Dies hängt massgeblich von der Geschiebelieferung aus der Kleinen Emme ab. Das Projekt geht von einem Geschiebeeintrag von 18'000 m³/a in durchschnittlichen Perioden bis 20'000 m³ /a in nassen Perioden aus. Für die Simulation der Varianten wurde eine nasse Periode, d.h. 20'000 m³ /a zugrundegelegt. Bei der gewählten Variante (mit Kiesentnahmen von 8'000 m³ /a) verbleibt ein Geschiebetransport von 12'000 m³ /a (Wert am Reusszopf), der deutlich grösser ist als die gemäss strategische Planung mindestens erforderliche Geschiebefracht von 9'500 m³ /a. Dagegen schätzen die Beschwerdeführenden den Geschiebeeintrag auf maximal 12'500 m³ /a. Bei einer Entnahme von 8'000 m³ /a blieben damit nur 4'500 m³ /a in der Reuss, was unstreitig eine wesentliche Beeinträchtigung des Geschiebehaushalts bewirken würde.

E. 6.6.2

Die Ermittlung des Geschiebeeintrags der Kleinen Emme ist mit grossen Unsicherheiten verbunden, wie das BAFU bestätigt. Die Vorbringen der Beschwerdeführenden, wonach die Schätzung HZP sehr hoch liege, im Vergleich sowohl zu bisherigen Studien als auch zum (bekannten) Geschiebeeintrag der (Grossen) Emme von 16'000 m³ /a, sowie die von ihnen eingereichte, alle Zuflüsse der Kleinen Emme umfassende Studie der Flussbau AG, sind grundsätzlich geeignet, Zweifel an dem im Projekt zugrundegelegten Geschiebeeintrag zu wecken. Die Vorinstanz liess die Frage indessen offen, weil aufgrund des adaptiven Geschiebemanagements Geschiebe nur bei Bedarf entnommen werde, wenn und soweit aus Hochwasserschutzgründen erforderlich. Sei der Geschiebeeintrag geringer als angenommen, würden geringere Auflandungen stattfinden und damit auch weniger bis kein Kies entnommen. Diese Annahme, von der auch die VAW ihrem Bericht ausging, erscheint plausibel.

E. 6.6.3

Allerdings handelt es sich um Berechnungen und Prognosen anhand eines Modells, welche naturgemäss vereinfacht und mit zahlreichen Ungewissheiten behaftet sind. Die Beschwerdeführenden befürchten, dass Kiesentnahmen in der Grössenordnung von 8'000 m³ /a in jedem Fall (d.h. auch bei einem geringeren Geschiebeeintrag am Reusszopf) erforderlich sein werden, um die Projektsohle auf dem Niveau der heutigen, durch jahrzehntelange Kiesentnahmen unnatürlich eingetieften Flusssohle zu halten. Sollte die in der Reuss belassene jährliche Geschiebefracht die gemäss Strategischer Planung mindestens notwendige Mengen (9'500 m³ /a am Reusszopf und 8'000 m³ /a an der Grenze zum Kanton Aargau) unterschreiten, läge weiterhin eine wesentliche Beeinträchtigung i.S.v. Art. 43a GSchG vor. Damit würde ein wichtiges Ziel des Revitalisierungsprojekts verfehlt.

Die Bedenken der Beschwerdeführenden sind nicht aus der Luft gegriffen, sondern stützen sich auf ein detailliertes Gutachten der Flussbau AG, d.h. des Fachbüros, welches zuvor die Strategische Planung verfasst hatte, die dem Hochwasser- und Revitalisierungsprojekt zugrundeliegt. Unter diesen Umständen erscheint es geboten, nicht einzig auf die Modellberechnungen und -simulationen zu vertrauen, sondern ergänzende Überwachungs-

und Kontrollmassnahmen vorzusehen.

E. 6.7

Das Projekt sieht denn auch ein Monitoringkonzept vor, um die Entwicklung der morphologischen Strukturen und Dynamik zu verfolgen. Hervorzuheben sind die Indikatoren C (Qualität und Korngrössenverteilung des Substrates), D (hydromorphologischer Index der Diversität), H (Sohlenstruktur), I (Laichhabitat Äsche/Nase) und K (Fotografische Dokumentation). Diese Indikatoren werden im Rahmen des Geschiebebewirtschaftungsplans und damit zeitlich unbegrenzt erhoben (Projektbewilligung Auflage 7.74). Als Begleitgremium für die Geschiebebewirtschaftung ist eine Kommission vorgesehen, in der neben den betroffenen kantonalen Dienststellen auch das BAFU, die Unterliegerkantone Aargau, Zug und Zürich sowie Umweltorganisationen vertreten sind (Geschiebebewirtschaftungsplan, S. 17 f.). Für die fachliche Unterstützung werden Fachpersonen aus den Gebieten Vermessung, Flussbau/Morphologie und Ökologie beigezogen. Bei ökologischen Defiziten muss eine Anpassung der Entnahmestrategie (wo, wie, wann, wieviel und welches Material) diskutiert werden (Geschiebebewirtschaftungsplan Ziff. 4.3.2). Die erhobenen Indikatoren fliessen auch in die Wirkungskontrolle ein, die 5 und 10 Jahre nach Bauabschluss vorgenommen wird (vgl. Konzept Wirkungskontrolle, Bericht 3.002). Werden in diesem Rahmen Mängel entdeckt, sind Nachbesserungsmassnahmen zu definieren und vorzusehen (Projektbewilligung, Auflage 7.80).

E. 6.7.1

Auf Nachfrage des Bundesgerichts erachtet das BAFU die im Geschiebebewirtschaftungsplan enthaltenen ökologischen Indikatoren als genügend. Insbesondere der Indikator K "Fotographische Dokumentation" sei geeignet, die Entwicklung morphologischer Strukturen und deren Dynamik zu bewerten. Im weiteren Projektverlauf müsse allerdings noch präzisiert werden, welche konkreten Merkmale aus der photographischen Dokumentation abgeleitet und zur Beurteilung herangezogen würden. Das BAFU empfiehlt dafür die Indikatoren "Gerinneform" und "Ausdehnung von Geschiebeablagerungen" (Vollzugshilfe Geschiebehaushalt, S. 25 ff.) sowie "Dynamik" und "Habitatvielfalt" (BAFU, Wirkungskontrolle Revitalisierung - Gemeinsam lernen für die Zukunft, 31. Januar 2025, Set 1 und 2). Letzteres wird in Auflage 7.75 der Projektbewilligung ausdrücklich angeordnet.

E. 6.7.2

Die Beschwerdeführenden wenden ein, zur korrekten Bewertung der Indikatoren müsse der Referenzzustand bzw. naturnahe Zustand (nicht eingeschränkte Breite und naturnahe Geschiebefracht) bekannt sein. Dies trifft zwar zu, erscheint aber unvermeidlich, wenn - wie vorliegend - der Referenzzustand aus Gründen des Hochwasserschutzes sowie bestehender Infrastrukturen nicht vollständig erreicht wird. Diesfalls muss ein Quervergleich mit naturnahen Abschnitten anderer Flüsse vorgenommen werden. Wird eine zusätzliche Aufweitung im Studenschachen vorgenommen, um eine eigendynamische Aue zu ermöglichen (oben, E. 3 und 4), kann auch deren Entwicklung (oder ihr Ausbleiben) als wichtiger Indikator für die Beurteilung des Geschiebehaushalts beigezogen werden.

E. 6.8

Neben dem qualitativen Monitoring bedarf es aber auch eines quantitativen Monitorings des Geschiebeeintrags.

E. 6.8.1

Das Bundesgericht hat dem BAFU die Zusatzfrage unterbreitet, ob die Möglichkeit eines Monitoring des Geschiebeeintrags der Reuss im Kanton Aargau bestehe, insbesondere ob es möglich sei, durch Messungen im Stauraum des Kraftwerks Bremgarten-Zufikon abzuschätzen, ob die erforderliche Geschiebefracht gemäss Strategischer Planung eingehalten wird (dieses Kraftwerk ist für Geschiebe undurchlässig, weshalb es regelmässig ausgebaggert werden muss; vgl. Berner et al., Strategische Planung Sanierung Geschiebehaushalt Kanton Aargau, 24. Dezember 2014, S. 88 Ziff. 7.4.1).

Das BAFU bestätigt, dass im Kanton Aargau bereits unabhängig vom Hochwasserschutzprojekt Reuss Messungen vorgenommen werden, die geeignet seien, den Kieseintrag in den Kanton Aargau zu quantifizieren. So bestehe ein Geschiebemonitoring durch regelmässige Sohlvermessungen der Reuss; diese könnten (z.B. bei Sohlenerosionen oder anderen Veränderungen) helfen, Geschiebedefizite zu erkennen und auch den Geschiebetransport abzuschätzen. Sodann werde das Volumen des Geschiebes beim Kraftwerk Bremgarten-Zufikon im Rahmen eines Sanierungsprojekts regelmässig vermessen. Damit könne direkt gezeigt werden, ob Geschiebe in Höhe der erforderliche Geschiebefracht regelmässig eingetragen werde. Da der Kanton Aargau in der Geschiebe-Kommission des vorliegend streitigen Projekts vertreten sei, sei der Informationsaustausch gewährleistet.

E. 6.8.2

Der Kanton stimmt den Ausführungen des BAFU bezüglich Indikatoren und Monitoring zu; insbesondere könnten die Messungen des Kantons Aargau berücksichtigt werden. Dafür seien im vorliegenden Verfahren keine weiteren Auflagen oder Massnahmen erforderlich.

E. 6.8.3

Die Beschwerdeführenden wenden ein, eine Vermessung der Querprofile der Reuss werde im Kanton Aargau nur alle 10 Jahre vorgenommen. Seit 2013 entnehme dieser in unregelmässigen Abständen Geschiebe aus Kiesbänken zwischen der Kantonsgrenze LU/AG und der Stauwurzel des KW Bremgarten-Zufikon, welche durch die Querprofilvermessungen nur zufällig und ungenügend erfasst würden. Hinzu komme, dass die Materialentnahmen beim Kraftwerk Bremgarten-Zufikon nicht nur Geschiebe, sondern auch Feinsedimente umfassten. Für eine belastbare Bilanzierung der Geschiebefracht müssten die Querprofile häufiger vermessen und in den Strecken mit Geschiebeentnahmen verdichtet werden. Zudem müssten bei der Entnahme, insbesondere am KW Bremgarten-Zufikon, Geschiebe und Feinmateriel konsequent und nachvollziehbar unterschieden werden. Eine Auswertung müsse zweijährlich und über mindestens 10 Jahre erfolgen, wobei die Interpretation in Relation zum Abflussaufkommen (Nassjahr, Durchschnittsjahr, Trockenjahr) vorzunehmen sei. Zudem seien verbindliche Massnahmen festzulegen, wenn die Geschiebefracht kleiner sei als gemäss Strategischer Planung. Diesfalls seien die Geschiebeentnahmen in der Aufweitung Schiltwald (1. Priorität), am Reusszopf (2. Priorität) sowie im Einzugsgebiet der Kleinen Emme (3. Priorität) zu reduzieren; soweit erforderlich seien die Hochwasserdämme soweit anzuheben, dass das Schutzziel ungeschmälert erhalten bleibe. Die Beschwerdeführenden werfen sodann die Frage auf, wie der Kanton Aargau, der nicht Prozesspartei sei, verpflichtet werden könne, die nötigen Daten zur Geschiebefracht zu erheben.

E. 6.8.4

Im Grundsatz besteht somit Einigkeit zwischen den Parteien, dass ein Geschiebemonitoring im Kanton Aargau, insbesondere im Stauraum des Kraftwerks Bremgarten-Zufikon, geeignet ist, die in der Reuss transportierte Geschiebefracht zu quantifizieren und sicherzustellen, dass diese das vom Projekt angestrebte Ziel (12'000 m³ /a am Reusszopf), mindestens aber die minimale Geschiebefracht gemäss Strategischer Planung (9'500 m³ /a bzw. 6'000 m³ /a beim KW Bremgarten-Zufikon) einhält. Dies setzt geeignete (Ver-) Messungen in genügender Frequenz, Dauer und Güte (Unterscheidung Geschiebe und Feinabrieb) voraus. Falls die bereits im Kanton Aargau durchgeführten Massnahmen nicht genügen, müssten zusätzliche Massnahmen, in Absprache mit dem Kanton Aargau und auf Kosten des Kantons Luzern, festgelegt werden. Dies ist in Auflage 7.73 dem Grundsatz nach festzuhalten und auf Stufe Detailplanung zu konkretisieren. Die so gewonnenen Erkenntnisse zum Geschiebeeintrag fliessen in die Wirkungskontrolle ein, d.h. sofern Defizite auftreten, sind zwingend Nachbesserungsmassnahmen zu definieren und vorzusehen (so bereits Auflage 7.80 der Projektbewilligung). Wird die minimale Geschiebefracht gemäss Strategischer Planung unterschritten und liegt damit eine wesentliche Beeinträchtigung des Geschiebehaushalts vor, müssen die Kiesentnahmen reduziert bzw. eingestellt werden. Dagegen erscheint es sachgerecht, den diesbezüglichen Entscheid den Fachbehörden und der Geschiebekommission zu überlassen, in der auch die Umweltverbände vertreten sind, und nicht schon im Voraus durch das Bundesgericht festzulegen.

Auflage Ziff. 7.73 ist daher wie folgt anzupassen:

"Der Geschiebebewirtschaftungsplan (GBP) soll sich nach dem Grundsatz der adaptiven Geschiebebewirtschaftung im Bedarfsfall (keine periodisch fixen Entnahmemengen) richten. Die erforderlichen Geschiebefrachten gemäss der strategischen Planung zur Sanierung des Geschiebehaushalts der Reuss (Berner et al. 2014; Flussbau AG 2014)

sollen dabei gewährleistet werden sind zu gewährleisten. Die nötigen Massnahmen zur Quantifizierung der Geschiebefracht der Reuss im Kanton Aargau sind in Absprache mit dem Kanton Aargau vorzusehen und in das Geschiebemonitoring und die Wirkungskontrolle zu integrieren."

E. 6.9

Unter diesen Kautelen bedarf es keiner zusätzlichen Gutachten zum Geschiebehaushalt. Die Durchführung eines Augenscheins erscheint von vornherein ungeeignet, Aufschluss über die sich in diesem Zusammenhang stellenden Fragen zu geben. Die entsprechenden Beweisanträge werden abgewiesen.

E. 7

Die weiteren Rügen der Beschwerdeführenden erweisen sich als unbegründet.

E. 7.1

Soweit sie geltend machen, die Aufweitungen würden jahrzehntelang als Geschiebefälle wirken, bevor sich ein Gleichgewichtszustand herstellen werde, ist auf Auflage Ziff. 7.3 der Projektbewilligung zu verweisen. Darin ist ausdrücklich vorgesehen, den zu erwartenden Sohlenversatz (d.h. die Sohlenerhöhung) in den geplanten Aufweitungen schon während der Bauphase vorwegzunehmen. Diese Auflage wurde vom Regierungsrat auf Antrag der VAW aufgenommen, um die Bedenken der Beschwerdeführenden auszuräumen, dass die aufgeweiteten Abschnitte als Geschiebefälle wirken und somit in den unterstromliegenden

Abschnitten der Reuss ein Geschiebedefizit mit verstärkter Kolmation und fortschreitender Sohlenerosion auslösen. Soweit (wie die Beschwerdeführenden in Replik, Rz. 48 ff. geltend machen) die Projektunterlagen (z.B. Querprofile) noch nicht in diesem Sinne angepasst worden sein sollten, wird dies im Detailplanungsverfahren nachzuholen sein.

E. 7.2

Soweit die Beschwerdeführenden fehlende Abklärungen und Ersatzmassnahmen zu den Auswirkungen der Geschiebebewirtschaftung auf die Lebensbedingungen der aquatischen Fauna und Flora geltend machen und rügen, dies sei von der Vorinstanz zu Unrecht nicht geprüft worden, ist zu differenzieren:

Für die Beeinträchtigung durch im Rahmen der Geschiebebewirtschaftung vorzunehmende Kiesentnahmen müssen Ersatzmassnahmen festgelegt werden (so ausdrücklich Auflage 7.76 der Projektbewilligung). Dies geschieht jedoch in den jeweiligen Bewilligungen, mit denen Menge, Ort und Zeit der Entnahmen bestimmt wird (vgl. Auflage 7.77) und nicht im vorliegenden Verfahren.

Soweit es dagegen um die in Art. 43a Abs. 1 GSchG erwähnte Beeinträchtigung der Lebensbedingungen infolge veränderten Geschiebehaushalts geht, fällt diese Prüfung mit derjenigen der morphologischen Strukturen und Dynamik zusammen (vgl. Art. 42a GSchV und dazu oben, E. 6.2) und musste daher nicht selbstständig geprüft werden.

E. 8

Nach dem Gesagten ist die Beschwerde teilweise gutzuheissen. Die Sache ist an den Regierungsrat zurückzuweisen, um ergänzende Sachverhaltsfeststellungen zur Möglichkeit der Verlegung bzw. des Ersatzes der Trinkwasserfassung Studeschachen zu treffen und anschliessend erneut über den Antrag der Beschwerdeführenden auf eine durchgehende Aufweitung im Bereich Studeschachen zu entscheiden. Sodann ist Auflage 7.73 im dargelegten Sinne abzuändern. Ergänzende Massnahmen zum Monitoring der Geschiebefracht der Reuss im Kanton Aargau sind mit diesem zu vereinbaren und auf Stufe Detailplanung festzulegen. Im Übrigen ist die Beschwerde abzuweisen.

Bei diesem Ausgang des Verfahrens tragen die Beschwerdeführenden einen Teil der Kosten (Art. 66 Abs. 1 BGG) und ist ihnen eine gekürzte Parteientschädigung zuzusprechen (Art. 68 Abs. 1 und 2 BGG). Die Kosten und Entschädigungen des vorinstanzlichen Verfahrens sind entsprechend anzupassen (Art. 67 und 68 Abs. 5 BGG). Dem Kanton sind weder Kosten aufzuerlegen (Art. 66 Abs. 4 BGG) noch eine Entschädigung zuzusprechen (Art. 68 Abs. 3 BGG).

Export aus OpenCaseLaw (CC0). Verbindlich ist allein der vom erlassenden Gericht veröffentlichte Originaltext. Quellen-URL siehe oben.