Bundesgericht
Tribunal fédéral
Tribunale federale
Tribunal federal

{T 0/2}

1C 589/2014

Urteil vom 3. Februar 2016

I. öffentlich-rechtliche Abteilung

Besetzung
Bundesrichter Fonjallaz, Präsident,
Bundesrichter Merkli, Karlen, Chaix, Kneubühler,
Gerichtsschreiberin Gerber.

Verfahrensbeteiligte
1. A._____,
2. B.C._____ und C.C._____,
3. D._____,
Beschwerdeführer,
alle vertreten durch Rechtsanwalt Dr. Peter Ettler und Rechtsanwalt Martin Looser,

gegen

Tiefbauamt des Kantons Zug,
Aabachstrasse 5, 6300 Zug,
Baudirektion des Kantons Zug,
Aabachstrasse 5, Postfach 857, 6301 Zug.

Gegenstand
Umweltrecht (Lärmsanierung Grabenstrasse),

Beschwerde gegen das Urteil vom 28. Oktober 2014
des Verwaltungsgerichts des Kantons Zug, Verwaltungsrechtliche Kammer.

Sachverhalt:

A.
Die Grabenstrasse in der Stadt Zug (zwischen Artherstrasse im Süden und Kolinplatz im Norden) soll als letztes Teilstück der Stadtkerndurchfahrt Zug lärmsaniert werden. Mit Verfügung vom 13. Januar 2009 gewährte die Baudirektion des Kantons Zug Erleichterungen für die Überschreitung der Immissionsgrenzwerte (IGW) für Strassenverkehrslärm an 9 Gebäuden auf der Ost- und 20 Gebäuden auf der Westseite der Grabenstrasse (Empfindlichkeitsstufe [ES]III).
Die dagegen erhobene Beschwerde von A._____, Miteigentümer der Parzelle Nr. 1215 (Grabenstrasse 11/St. Oswalds-Gasse 18), wies das Verwaltungsgericht Zug am 30. November 2009 ab. Das Bundesgericht hiess die dagegen erhobene Beschwerde am 9. September 2010 gut und wies die Vorinstanzen an, die Auswirkungen einer Geschwindigkeitsreduktion auf die Lärmimmissionen entlang der Grabenstrasse zu prüfen (Urteil 1C 45/2010).

B.

Das Tiefbauamt des Kantons Zug beauftragte die G._____ AG und das Ingenieurbüro H._____, eine abweichende Höchstgeschwindigkeit zu untersuchen. Das Verkehrsgutachten vom 7. Februar 2012 kam zum Ergebnis, dass mit der Signalisation einer reduzierten Geschwindigkeit auf der Graben- und Artherstrasse keine Verbesserung der Umweltbelastung erreicht werden könne. Dies gelte sowohl für eine permanente Signalisation als auch für eine zeitliche Beschränkung während den Hauptverkehrszeiten.
Gegen die neu aufgelegten Projektunterlagen erhoben A._____, B.C._____ und C.C._____ und E.F._____ und F.F._____ (alle Miteigentümer der Parzelle Nr. 1215; Grabenstrasse 11/St. Oswalds-Gasse 18) sowie D._____ (Bewohner der Liegenschaft Grabenstrasse 44, Parzelle Nr. 1180) Einsprache. Am 16. April 2013 wies die Baudirektion die Einsprachen ab und erliess zwei Verfügungen betreffend Teilabschnitt 1 (Ost) und Teilabschnitt 2 (West). Auf der Ostseite wurden Erleichterungen für 9 und auf der Westseite für 20 Liegenschaften gewährt. Der Einbau von Schallschutzfenstern wurde bei insgesamt 18 Gebäuden mit Alarmwertüberschreitung angeordnet, nicht aber für die Liegenschaften der Einsprecher: Hier sind zwar die Immissionsgrenzwerte um 2-3 dB (A) tags und 6-7 dB (A) nachts überschritten sind, die Alarmwerte werden aber nicht erreicht.
Gegen die Verfügungen der Baudirektion erhoben die Einsprecher am 27. Mai 2013 gemeinsam Beschwerde ans Verwaltungsgericht des Kantons Zug. Dieses wies die Beschwerde am 28. Oktober 2014 ab.

C.
Dagegen haben die im Rubrum genannten Einsprecher am 5. Dezember 2014 Beschwerde in öffentlich-rechtlichen Angelegenheiten beim Bundesgericht erhoben.
Sie beantragen, der angefochtene Entscheid sei aufzuheben und die Baudirektion sei anzuweisen, auf der Graben- und der Artherstrasse als zulässige Höchstgeschwindigkeit Tempo 30 zu signalisieren, auch dann, wenn damit keine erhebliche Reduktion des äquivalenten Dauerschallpegels Leq erreicht werde. Eventuell sei die Sache an die Vorinstanz, subeventuell an die Baudirektion zurückzuweisen, damit zusätzliche Sachverhaltsabklärungen gemäss den von den Beschwerdeführern vor Vorinstanz gestellten Rechtsbegehren 4 bis 7 vorgenommen und gestützt darauf neu über die Sache entschieden werden könne. Sofern durch die beantragten Massnahmen kein ausreichender Schutz der Anwohner vor frühmorgendlichen Aufwachreaktionen gewährleistet werde, seien die Liegenschaften der Beschwerdeführer unabhängig von einer Unterschreitung des Alarmwerts zu Lasten des Kantons mit Schallschutzfenstern und Schalldämmlüftern auszustatten. Wo dies von den Einsprechern bereits auf eigene Kosten veranlasst worden sei, seien ihnen die Kosten vom Kanton zu erstatten.

D.
Die Baudirektion und das Verwaltungsgericht beantragen die Abweisung der Beschwerde, soweit darauf einzutreten sei.
Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) äussert sich in seiner Vernehmlassung kritisch zum Verkehrsgutachten und geht davon aus, dass die geforderte Reduktion der Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h nachts zu einer wahrnehmbaren Lärmreduktion von rund 2 dB (A) führen würde. Die Verhältnismässigkeitsprüfung müsse daher durchgeführt werden. Dagegen bestehe keine Rechtsgrundlage für die beantragte Übernahme der Kosten von Schallschutzfenstern unterhalb der Schwelle der Alarmwerte.
Die Beteiligten halten im weiteren Schriftenwechsel an ihren Anträgen und Begründungen fest und äussern sich kontrovers zur Vernehmlassung des BAFU.

Erwägungen:

1.
Gegen den kantonal letztinstanzlichen Endentscheid des Verwaltungsgerichts steht grundsätzlich die Beschwerde in öffentlich-rechtlichen Angelegenheiten ans Bundesgericht offen (Art. 82 lit. a, 86 Abs. 1 lit. d und 90 BGG). Die Beschwerdeführer sind als Eigentümer und Bewohner von lärmbelasteten Liegenschaften an der Grabenstrasse zur Beschwerde legitimiert (Art. 89 Abs. 1 BGG). Auf die rechtzeitig erhobene Beschwerde ist daher einzutreten.

2.
Streitig ist, ob die Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h die Lärmimmissionen an der Graben-

strasse wahrnehmbar vermindern würde, und diese Massnahme deshalb zur Lärmsanierung angeordnet oder zumindest näher geprüft werden muss. Einschlägig sind einerseits die Bestimmungen des Umweltrechts zur Sanierung bestehender Anlagen und andererseits die Vorgaben des Strassenverkehrsrechts zur Herabsetzung der allgemeinen Regelgeschwindigkeit.

2.1. Bestehende Anlagen, die den gesetzlichen Vorgaben nicht entsprechen, müssen saniert werden (Art. 16 USG), und zwar so weit, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist: dabei müssen grundsätzlich die Immissionsgrenzwerte eingehalten werden (Art. 13 Abs. 2 LSV). Würde die Sanierung unverhältnismässige Betriebseinschränkungen oder Kosten verursachen oder stehen ihr überwiegende Interessen entgegen, können Erleichterungen gewährt werden (Art. 17 USG; Art. 14 LSV). Dies setzt eine gesamthafte Interessenabwägung voraus (vgl. SCHRADE/WIESTNER, Kommentar zum Umweltschutzgesetz, N. 19 zu Art. 17). Die Gewährung von Erleichterungen zur Überschreitung der Immissionsgrenzwerte in einer bestimmten Situation ist eine Ausnahmebewilligung, deren Erteilung nur in Sonderfällen erfolgen soll und restriktiv gehandhabt werden muss (SCHRADE/WIESTNER, a.a.O., N. 2 und 14 zu Art. 17; Urteil 1C 496/2009 des Bundesgerichts vom 16. Juli 2010 E. 3.1, in: URP 2010 S. 729; RDAF 2011 I S. 468).

2.2. Die allgemeine Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h innerorts kann von der zuständigen Behörde für bestimmte Strassenstrecken auf Grund eines Gutachtens herabgesetzt werden (Art. 32 Abs. 3 SVG). Gemäss Art. 108 Abs. 2 lit. d der Signalisationsverordnung vom 5. September 1979 (SSV; SR 741.21) ist dies insbesondere zulässig, wenn dadurch eine im Sinne der Umweltschutzgesetzgebung übermässige Umweltbelastung (Lärm, Schadstoffe) vermindert werden kann; dabei ist der Grundsatz der Verhältnismässigkeit zu wahren. Vor der Festlegung von abweichenden Höchstgeschwindigkeiten wird durch ein Gutachten abgeklärt, ob die Massnahme nötig, zweck- und verhältnismässig ist oder ob andere Massnahmen vorzuziehen sind; zu prüfen ist auch, ob die Massnahme auf die Hauptverkehrszeiten beschränkt werden kann (Art. 108 Abs. 4 SSV). Auch diese Prüfung setzt die Abwägung von allen im konkreten Fall berührten Interessen voraus (Urteil 1C 411/2010 vom 1. April 2011 E. 4.3, in: URP 2011 S. 326; RtiD 2011 II S. 220; RDAF 2012 I S. 509).

3.
Das Verkehrsgutachten vom 7. Februar 2012 kommt zum Ergebnis, dass die mit der Signalisation von Tempo 30 (ohne flankierende Massnahmen) erzielbare Lärmreduktion von 0.1 bis 0.2 dB[A]akustisch unbedeutend und lärmrechtlich irrelevant wäre. Auch mit flankierenden Massnahmen sei eine Abnahme des Beurteilungspegels von nur 0.3 bis 0.8 dB (A) zu erwarten. Dies liege unter der Schwelle der Wahrnehmbarkeit von 1 dB (A) und sei auch lärmrechtlich nicht bedeutsam, weil die Immissionsgrenzwerte bei den exponiertesten Gebäuden weiterhin deutlich überschritten blieben. Die Gutachter folgern daraus, dass eine Geschwindigkeitsreduktion (sei es dauerhafter Art oder auf die Hauptverkehrszeiten beschränkt) nicht zu einer Verbesserung der Umweltbelastung führen würde.
Gestützt auf dieses Gutachten verneinte die Baudirektion die Voraussetzungen für eine Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h und gewährte Sanierungserleichterungen im bisherigen Umfang.

3.1. Das Verwaltungsgericht ging davon aus, dass das Gutachten den relevanten Sachverhalt umfassend geprüft und die Bewertungen nach anerkannten Regeln vorgenommen habe; die Ergebnisse seien schlüssig. Es sei plausibel, dass aufgrund der kleinräumlichen Verhältnisse keine Verkehrsverstetigung erreicht werden könne und die Lärmbelastung deshalb nur unerheblich reduziert würde. Zusätzliche Abklärungen - namentlich zur Senkung der Maximalpegel - seien nicht erforderlich, weil nach Anh. 3 LSV für den Strassenverkehrslärm die gemittelten Lärmwerte (Mittelungspegel Leq bzw. Beurteilungspegel Lr) und nicht die Maximalwerte (Lmax) massgeblich seien. Führe die Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit nicht zur gewünschten wahrnehmbaren Lärmreduktion an der Grabenstrasse, habe die Baudirektion die Verhältnismässigkeit einer solchen Anordnung nicht mehr prüfen müssen. Die streitigen Sanierungserleichterungen seien daher rechtmässig.

3.2. Die Beschwerdeführer rügen in formeller Hinsicht, das Verwaltungsgericht habe sich mit zentralen Aspekten der Beschwerdebegründung nicht oder nur scheinbar auseinandergesetzt, was eine Verletzung des rechtlichen Gehörs bedeute. Sie teilen die Einschätzung der Vorinstanz, dass Massnahmen der Verkehrsberuhigung oder -verstetigung während der Hauptverkehrszeiten, zu denen stockender bis stehender Kolonnenverkehr herr-

sche, den Lärm kaum beeinflussen würden. Dagegen könnten durch Temporeduktionen ausserhalb der Hauptverkehrszeiten die besonders lästigen Lärmspitzen (Maximalpegel) reduziert werden, die durch Beschleunigungs- und Bremsmanöver verursacht werden. Dadurch könnten die Anwohner während den nächtlichen Ruhezeiten vor gesundheitsschädlichen Aufwachreaktionen geschützt werden. Eine solche Verbesserung genüge, um eine Geschwindigkeitsreduktion nach Art. 108 Abs. 2 lit. d SSV zu rechtfertigen. Die Vorinstanzen hätten die gebotene umfassende Interessenabwägung (unter Berücksichtigung der Auswirkungen von Tempo 30 auch auf die Luftbelastung und die Verkehrssicherheit) nicht vorgenommen.

3.3. Das BAFU teilt den Ansatz der Vorinstanzen, wonach eine Massnahme nur dann als geeignete Emissionsbegrenzung zu betrachten sei, wenn sie eine wahrnehmbare Wirkung erziele. Es geht aber davon aus, dass das Verkehrsgutachten das Lärmminderungspotenzial unterschätzt habe: Das BAFU gelangt aufgrund einer vereinfachten Berechnung mit dem Modell SonRoad, basierend auf den Angaben des Verkehrsgutachtens (insbesondere zu der von 85 % der Verkehrsteilnehmer gefahrenen Geschwindigkeit V85, Verkehrsmenge und Schwerverkehrsanteil) zu einer Reduktion des Berteilungspegels Lr nachts um ca. 2 dB (A). Jüngst durchgeführte Messungen in den Kantonen Aargau und Zürich hätten ein Lärmminderungspotenzial in dieser Grössenordnung bestätigt, wobei der Maximalpegel noch deutlich stärker reduziert worden sei als der Mittelungspegel (Studie der Grolimund + Partner AG, "Potential von Temporeduktion innerorts als Lärmschutzmassnahme" vom 16. Januar 2015; im Folgenden: Studie Grolimund + Partner).

3.4. Der Kanton Zug widerspricht der Kritik des BAFU am Verkehrsgutachten, er legt eine eigene Kontrollrechnung mit dem Berechnungsmodell SonRoad vor, welche die Ergebnisse des Verkehrsgutachtens bestätige. Diese Berechnung wird von den Beschwerdeführern bestritten.

4.
Vorweg ist zu den prozessualen Rügen des Kantons Stellung zu nehmen. Dieser macht geltend, dass die vom BAFU eingereichten Unterlagen (E-Mail der EMPA vom 21. April 2015; Studie Grolimund + Partner) als echte Noven nicht berücksichtigt werden könnten.

4.1. Nach Art. 99 Abs. 1 BGG dürfen neue Tatsachen und Beweismittel nur so weit vorgebracht werden, als erst der Entscheid der Vorinstanz dazu Anlass gibt. Echte tatsächliche Noven, d.h. Tatsachen, die erst nach dem Ergehen des angefochtenen Entscheids aufgetreten sind, sind grundsätzlich unzulässig (BGE 139 III 120 E. 3.1.2 S. 123; 133 IV 342 E. 2.1 S. 343 f.; je mit Hinweisen). Allerdings gibt es gewisse Ausnahmen von dieser Regel.
Bereits im Entscheid BGE 126 II 522 (E. 3b/bb S. 535 mit Hinweisen) wurde angenommen, das Bundesgericht könne - jedenfalls im Rahmen einer freien Sachverhaltsprüfung gemäss Art. 105 Abs. 2 OG (heute: Art. 105 Abs. 2 BGG) - auch Änderungen des Sachverhalts Rechnung tragen, die erst nach Erlass der angefochtenen Verfügung eingetreten seien, sofern das materielle Recht und Rechtsschutzerwägungen nicht entgegenstünden (E. 3b/bb S. 535 mit Hinweisen). Dies gelte erst recht, wenn es nicht um einen feststehenden Sachverhalt gehe, sondern um Immissionsprognosen, d.h. eine künftige Situation: Es wäre sinnwidrig, eine nach damaligem Kenntnisstand korrekt erstellte Prognose weiterhin als Entscheidungselement übernehmen zu müssen, obschon sie sich mittlerweile als unrichtig erwiesen habe (Urteil 1E.17/1999 vom 25. April 2001 E. 2b, in: ZBl 103/2002 S. 375).

4.2. Hinzu kommt im vorliegenden Fall, dass es sich um Eingaben des BAFU handelt. Anders als die übrigen Parteien, die sich bereits am kantonalen Verfahren beteiligen können und müssen (Art. 89 Abs. 1 lit. a BGG), kann sich das BAFU als zur Beschwerde befugte Bundesbehörde i.d.R. erst vor Bundesgericht äussern, sei es durch Beschwerde gegen den kantonal letztinstanzlichen Entscheid (Art. 89 Abs. 2 BGG i.V.m. Art. 56 Abs. 1 USG), sei es im Rahmen seiner Vernehmlassung (Art. 102 Abs. 1 BGG).
Dabei erwarten Gericht und Parteien, dass sich das BAFU als Umweltschutzfachstelle des Bundes umfassend zu den sich stellenden Rechts- und Fachfragen äussert, wenn nötig methodische Kritik übt (z.B. zur Handhabung von Vollzugshilfen und Berechnungsmodellen des Bundes; vgl. dazu Urteil 1A.118/2005 vom 12. Dezember 2005 E. 3.3) und über den aktuellen Stand von Wissenschaft und Forschung in den betroffenen Umweltbereichen informiert, d.h. auch über laufende oder gerade erst abgeschlossene Forschungsprojekte. Bei den Stel-

lungnahmen der Bundesämter ist somit auf die Unterscheidung von echten und unechten Noven zu verzichten, soweit es um Fachfragen und nicht um die Tatsachen des konkreten Falls geht (so schon Urteil 1C 134/2007 vom 24. Januar 2008 E. 5 zu einem informellen Augenschein des Bundesamts für Kultur). Dem BAFU ist es insbesondere auch gestattet, für seine Vernehmlassung spezialisierte Bundesstellen zu konsultieren, wie z.B. die Abteilung Umweltakustik der EMPA im Bereich Lärmschutz.

5.
Nach ständiger bundesgerichtlicher Rechtsprechung darf das Gericht in Fachfragen nicht ohne triftige Gründe von Sachverständigengutachten abweichen (BGE 132 II 257 E. 4.4.1 S. 269; 130 I 337 E. 5.4.2 S. 345 f. mit Hinweis). Das Gericht hat zu prüfen, ob sich aufgrund der übrigen Beweismittel und der Vorbringen der Parteien ernsthafte Einwände gegen die Schlüssigkeit eines Gutachten aufdrängen. Erscheint dem Gericht die Schlüssigkeit eines Gutachtens in wesentlichen Punkten zweifelhaft, hat es nötigenfalls ergänzende Beweise zur Klärung dieser Zweifel zu erheben (BGE 136 II 539 E. 3.2 S. 548 mit Hinweisen).
Für die Beurteilung von Gutachten im Bereich des Umweltrechts stützt sich das Bundesgericht massgeblich auf die Stellungnahmen des BAFU. Diesen kommt aufgrund der besonderen Sachkunde des BAFU als Umweltschutzfachinstanz des Bundes (Art. 42 Abs. 2 USG) erhebliches Gewicht zu (z.B. Urteil 1C 211/2011 vom 20. Februar 2012 E. 5.2.1, in URP 2012 S. 325; RDAF 2013 I S. 502 betr. Lärmbericht). Dies gilt insbesondere für methodische Fragen in Bereichen, in denen das BAFU Messempfehlungen, Berechnungsprogramme oder andere Vollzugshilfen erlässt. Überzeugende Kritik des BAFU stellt daher einen Grund dar, vom Ergebnis eines in den Akten liegenden Fachgutachtens abzuweichen oder weitere Abklärungen zu verlangen (vgl. z.B. Urteil 1C 482/2012 vom 14. Mai 2014 E. 2.6 und 2.7 in: URP 2014 S. 637; RDAF 2015 I S. 370 betr. ein hydrogeologisches Gutachten).

5.1. Das BAFU legt dar, dass das vom Verkehrsgutachten verwendete Berechnungsprogramm StL-86 + nicht für Geschwindigkeiten unter 50 km/h konzipiert ist und zu einer klaren Unterschätzung des Pegelminderungspotenzials bei einer Geschwindigkeitsreduktion von 50 auf 30 km/h führt.
Es beruft sich hierfür auf die Auskunft von Kurt Heutschi (Abteilung Umweltakustik der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA) : StL-86 + beruhe auf Untersuchungen aus den 70er und 80er Jahren. Zwischenzeitlich habe sich die relative Bedeutung des Antriebs- bzw. Rollgeräuschs eines Fahrzeugs in Folge von Lärmbekämpfungsmassnahmen am Motor und der Auspuffanlage stark in Richtung Rollgeräusch hin verschoben. Da das Rollgeräusch einer anderen Geschwindigkeitsabhängigkeit folge als das Antriebsgeräusch, dürfe beim heutigen Fahrzeugpark nicht erwartet werden, dass StL-86 + die Geschwindigkeitsabhängigkeit zuverlässig abbilde. Die damit berechneten Pegeldifferenzen bei konstanter Fahrweise mit 50 km/h und 30 km/h lägen deutlich tiefer, sowohl im Vergleich zu anderen Berechnungsprogrammen (insbesondere SonRoad und dem in den EU-Staaten verwendeten Programm CNOSSOS) als auch zu jüngst in Zürich und im Aargau durchgeführten Messungen. Diese hätten für Personenwagen Pegeldifferenzen für die Reduktion von 50 km/h auf 30 km/h von 4 bis 5 dB (A) im Mittelungspegel und von 6 bis 8 dB (A) im Maximalpegel ausgewiesen.
Tatsächlich stammt das Berechnungsmodell StL-86 aus den frühen 80er Jahren und Mitte der 90er Jahre leicht modifiziert (StL-86 +). Es ist aufgrund der Entwicklung von Wissenschaft und Technik in vielerlei Hinsicht nicht mehr aktuell, weshalb die EMPA im Auftrag des Bundesamts das neue Berechnungsmodell SonRoad entwickelt hat. Darin wurde insbesondere die Quellenbeschreibung wesentlich verfeinert, indem die Antriebs- und Rollgeräuschkomponenten getrennt für Personenwagen (PW) und Lastwagen (LW) in Abhängigkeit der Geschwindigkeit, der Strassenlängsneigung, des Belagstyps und der Verkehrsstärke beschrieben werden (KURT HEUTSCHI, SonRoad - Berechnungsmodell für Strassenlärm, BUWAL, Bern 2004 S. 7; Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung EKLB, Tempo 30 als Lärmschutzmassnahme, Grundlagenpapier zu Recht - Akustik - Wirkung, 2015, S. 17 ff. insbes. S. 24 [www.eklb.admin.ch/de/dokumentation/berichte]).
Die Ausführungen der EMPA und des BAFU sind daher grundsätzlich geeignet, erhebliche Zweifel an der Richtigkeit des Verkehrsgutachtens zu wecken.

5.2. Allerdings geht der Kanton davon aus, dass auch die mit dem Modell SonRoad berechnete Lärmreduktion im nicht wahrnehmbaren Bereich liegen würde. Insbesondere sei zu berücksichtigen, dass die mittlere gefahrene Geschwindigkeit an der Grabenstrasse schon heute sehr tief liege.

5.2.1. An der Grabenstrasse wurden verschiedene Messungen mittels Induktionsschlaufe vorgenommen. Dabei ergab sich eine durchschnittliche Geschwindigkeit (VØ) von 30 km/h tagsüber (von 06.00 bis 22.00 Uhr) und 40 km/h nachts (zwischen 22.00 und 06.00 Uhr); das von 85 % der Teilnehmer gefahrene Tempo (V85) betrug 41 km/h tagsüber und 48 km/h nachts. In den Spitzenstunden am Morgen und am Abend betrug die mittlere Geschwindigkeit dagegen nur rund 25 km/h und am Mittag 30 km/h. Ähnliche Werte (± 1-2 km/h) ergaben sich bei Kontrollmessungen mittels Radarpistole.
Das Verkehrsgutachten stellte für die Berechnung des Lärmminderungspotenzials auf die mittlere gefahrene Geschwindigkeit tags bzw. nachts ab. Hierfür wurde ein gewichteter Mittelwert gebildet, der 28.9 km/h tags und 38.5 km/h nachts beträgt und damit tiefer liegt als V85 und VØ.

5.2.2. Das BAFU kritisiert dieses Vorgehen, weil damit die schnellen und somit lauten Durchfahrten fehlten. Dies seien jene Durchfahrten, die sich aufgrund der Logarithmierung der Dezibel-Skala überproportional stark auf den Mittelungspegel auswirkten und diesen anhöben. Das systematische Fehlen der lauten Durchfahrten sei umso gravierender, als gerade einzelne, laute Ereignisse die grösste Störwirkung aufwiesen.
Der Kanton hält dem entgegen, dass nach Anh. 3 LSV der Mittelungspegel Leq massgeblich sei, d.h. es gerade nicht auf einzelne laute Durchfahrten ankomme. Im Übrigen sei die Verwendung der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeit für das Modell SonRoad ausdrücklich vorgesehen.

5.2.3. Der Leitfaden SonRoad ist allerdings in diesem Punkt nicht eindeutig. Einerseits wird ausgeführt, dass die tatsächlich gefahrene Geschwindigkeit in die Quellenformel einzusetzen sei, ohne diese aber näher zu definieren (VØ, V85 oder eine gewichtete mittlere Geschwindigkeit?). Andererseits wird darauf hingewiesen, dass die Emissionsformel für freie Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit gelte, d.h. Abbrems- und Beschleunigungsvorgänge nicht explizit modelliere. Für "Innerorts Tempo 30" und "Innerorts Tempo 50" wird daher empfohlen, auch bei deutlich tieferer mittlerer Geschwindigkeit mindestens einen Wert von 30 km/h bzw. 50 km/h einzusetzen, d.h. auf die signalisierte Höchstgeschwindigkeit abzustellen (HEUTSCHI, a.a.O., Ziff. 3.3.5 S. 30). Das BAFU geht in seiner Kontrollrechnung von V85 aus.
Da das Lärmminderungspotenzial stark von der eingesetzten Ausgangsgeschwindigkeit abhängt, besteht auch in diesem Punkt weiterer Klärungsbedarf.

5.3. Streitig ist schliesslich die Prognose der nach Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit gefahrenen Geschwindigkeiten auf der Grabenstrasse:

5.3.1. Das Gutachten geht davon aus, dass die Signalisation von Tempo 30 allein (ohne flankierende Massnahmen) nur zu einem geringfügigen Rückgang der mittleren Geschwindigkeit von ca. 2 km/h führen würde (auf 26.9 km/h tags und 36.5 km/h nachts). Mit flankierenden Massnahmen sei eine Reduktion der mittleren Geschwindigkeit um 5 bis 9 km/h zu erwarten; allerdings seien flankierende Massnahmen aufgrund der Hauptverkehrsstrassenfunktion der Graben- und Artherstrasse sowie der darauf verkehrenden Buslinien nicht realisierbar. Aufgrund der Simulation habe auch keine Verstetigung des Verkehrs festgestellt werden können.

5.3.2. Das BAFU verweist dagegen auf neuere Untersuchungen, die gezeigt hätten, dass die Geschwindigkeit allein durch Signalisation um erheblich mehr als die im Gutachten angenommenen 0 bis 2 km/h gesenkt werden könne. Ein Pilotversuch an der Kalchbühlstrasse in der Stadt Zürich (Infoblatt 2/2010; www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/ taz/publikationen u_broschueren/IB 2_2010.html) habe die gefahrene Geschwindigkeit allein durch Signalisation um 11 bis 13 km/h reduziert. Ohnehin müsse eine angeordnete Geschwindigkeitsreduktion auch durchgesetzt werden; notfalls seien flankierende Massnahme anzuordnen.

5.3.3. Der Kanton wendet ein, dass es sich bei der Kalchbühlstrasse in Zürich um eine kommunale Quartierstrasse handle, die sehr übersichtlich sei und ein Verkehrsaufkommen von weniger als 4'000 Fahrzeugen pro Tag aufweise. Folglich sei dort im Ausgangszustand eine relativ hohe Geschwindigkeit gefahren und dementsprechend eine grössere Reduktion durch die Signalisation von Tempo 30 erreicht worden. Auf der Grabenstrasse sei die gefahrene Geschwindigkeit aufgrund der verkehrstechnisch anspruchsvollen innerstädtischen Situation und der hohen Verkehrsbelastung (DTV 20'000) bereits im Ausgangszustand relativ tief, so dass eine Signalisation von Tempo 30 eine deutlich geringere Wirkung hätte. Nach Auffassung des Kantons können an

der Grabenstrasse auch keine wirkungsvollen flankierenden Massnahmen realisiert werden, insbesondere weil die Strasse von mehreren Buslinien der Zugerland Verkehrsbetriebe (ZVB) befahren werde; das kantonale Amt für öffentlichen Verkehr lehne bauliche Massnahmen auf Strassen, welche vom ÖV befahren werden, mit Hinweis auf Komforteinbussen für die Bus-Passagiere grundsätzlich ab.

5.3.4. Wie die Beschwerdeführer zu Recht rügen, wurden flankierende Massnahmen im vorinstanzlichen Verfahren nicht näher geprüft. Auch wenn der Handlungsspielraum aufgrund der örtlichen Verhältnisse (Wohnüberbauungen, Einfriedungen) begrenzt ist und Komforteinschränkungen für Buspassagiere möglichst zu vermeiden sind, ist noch nicht belegt, dass keinerlei Massnahmen in Betracht fallen (z.B. visuelle Umgestaltung des Strassenraums; Geschwindigkeitsindikatoren/Dialogdisplay "Speedy"). Notfalls müsste die Einhaltung der Geschwindigkeitsbegrenzung durch Radargeräte kontrolliert werden.

5.4. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass aufgrund der Kritik des BAFU und der EMPA erhebliche Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass das Verkehrsgutachten das Lärmminderungspotenzial von Tempo 30 unterschätzt hat. Ob das Potenzial bei 2 dB (A) liegt, wie das BAFU annimmt, oder aufgrund der konkreten örtlichen Verhältnisse tiefer liegt (wie der Kanton Zug meint), lässt sich aber nicht zuverlässig beurteilen. Immerhin erscheint es plausibel, dass an der Grabenstrasse ausserhalb der Spitzenstunden, vor allem nachts, ein Potenzial für Geschwindigkeits- und Lärmminderungen besteht, liegt doch die von 85 % aller Verkehrsteilnehmer gefahrene Geschwindigkeit von 22 bis 06 Uhr bei 48 km/h, d.h. nur knapp unter der Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h. Unter diesen Umständen rechtfertigt es sich, die Sache zu ergänzender Abklärung an die Baudirektion des Kantons Zug zurückzuweisen.

5.5. Die damit verbundene Verlängerung des Verfahrens ist im Interesse der Gesundheit der Anwohner in Kauf zu nehmen: Diese sind schon seit Jahrzehnten übermässigem Strassenverkehrslärm ausgesetzt. Im Sanierungsverfahren wird angestrebt, zumindest die Immissionsgrenzwerte einzuhalten. Die Erteilung von Erleichterungen, die zur Folge haben, dass die Anwohner auch künftig, auf unabsehbare Zeit hinaus, mit gesundheitsschädlichem Lärm leben müssen, ist ultima ratio. Sie setzt voraus, dass alle möglichen und zumutbaren Sanierungsmassnahmen ausgeschöpft worden sind.
Bestehen Zweifel an der Wirksamkeit einer Massnahme, wie namentlich die Einführung von Tempo 30, kann sich ein zeitlich begrenzter Versuch aufdrängen. Dabei darf der Versuchszeitraum nicht zu kurz gewählt werden, nimmt doch der Einhaltungsgrad von tiefen Geschwindigkeiten erfahrungsgemäss mit dem Alter und dem Bekanntheitsgrad der Massnahme zu (Grolimund + Partner, a.a.O., S. 19). Es sind keine erheblichen Gründe (insbesondere der Verkehrssicherheit) ersichtlich, die einem solchen Versuch (z.B. beschränkt auf die Zeit nach 22 Uhr) entgegenstehen würden. Ein solcher Versuch hätte den Vorteil, dass die (allfällige) Lärmreduktion gemessen werden könnte.
Sollte ein Versuch aus wichtigen Gründen nicht möglich sein, wäre jedenfalls ein ergänzendes Verkehrsgutachten zur Neuberechnung der Lärmauswirkungen von Tempo 30 in Auftrag zu geben. Dieses müsste sich auf das Berechnungsprogramm SonRoad stützen und der Kritik des BAFU Rechnung tragen; im Zweifelsfall sollte die Abteilung Umweltakustik der EMPA konsultiert werden.

6.
Zu prüfen ist noch die Forderung der Beschwerdeführer, wonach im Verkehrsgutachten (bzw. in der Versuchsanordnung) auch die Wirkung von Tempo 30 auf die Maximalpegel abgeklärt werden müsse. Dieses Ansinnen wurde vom Kanton abgelehnt, weil nach Anh. 3 LSV für den Strassenverkehrslärm der Mittelungspegel Leq massgeblich sei und es nicht auf die Lärmspitzen von Einzelereignissen (L max) ankomme.

6.1. Das BAFU räumt in seiner Vernehmlassung ein, dass im Bereich der Lärmwirkungsforschung Klärungsbedarf bestehe. Die in der LSV festgelegten Belastungswerte beruhten zum Teil auf Grundlagen der sechziger Jahre und würden gegenwärtig im Rahmen eines Forschungsvorhabens überprüft. Ziel sei es, die notwendigen Grundlagen für die Beurteilung der Wirkungen von Lärm auf den Menschen für sämtliche Verkehrsträger (Strasse, Schiene, Luftverkehr) zu aktualisieren. Geprüft werde auch die Frage des störungsgerechten Indikators, wie Mittelungspegel oder Maximalpegel. Die Projektergebnisse sollten im Laufe des Jahres 2017 öffentlich zugänglich sein. Danach könne geprüft werden, wie weit die heute geltenden Grenzwerte die Störwirkung

von Lärm genügend abbildeten. Zurzeit lägen noch keine ausreichenden wissenschaftlichen Befunde vor, die es rechtfertigen würden, von den geltenden Belastungswerten gemäss Anh. 3 LSV für Strassenverkehrslärm abzuweichen.

6.2. Den Beschwerdeführern ist einzuräumen, dass die Lärmspitzen (Maximalpegel) für die Beeinträchtigung der Schlafqualität eine wichtige Rolle spielen, da laute Einzelereignisse zu Aufwach- oder Stressreaktionen führen können, auch wenn sie sich im Mittelungspegel kaum niederschlagen (vgl. Urteil BGE 137 II 58 E. 5.3.4 und 5.3.5 S. 91 ff. zum Einfluss von abendlichem und frühmorgendlichem Fluglärm auf den Schlaf). Ein weiterer wichtiger Faktor für die Beeinträchtigung des Schlafs ist die Anstiegsgeschwindigkeit bzw. Flankensteilheit des Schallpegels: Je schneller der Schalldruckpegel eines Lärmereignisses ansteigt, umso ausgeprägter sind die physiologischen Reaktionen einer schlafenden Person und umso störender wird der Lärm empfunden (EKLB, a.a.O., S. 26, mit Hinweis auf M. BRINK/P. LERCHER/ C. SCHIERZ, Influence of slope of rise and event order of aircraft noise events on high resolution actimetry parameters, 2008, Somnologie 12[2]S. 118-128; vgl. dazu bereits BGE 137 II 58 E. 5.3.4 S. 92). Messungen bei Pilotversuchen in der Schweiz wie auch im Ausland haben gezeigt, dass die Temporeduktion von 50 auf 30 km/h zu einer deutlichen Senkung der Maximalpegel führt; insbesondere treten die kritischen Pegelbereiche oberhalb von 65
dB (A) weniger häufig auf. Gleichzeitig steigen die Schalldruckpegel einer Fahrzeugvorbeifahrt weniger steil an, wodurch sich eine geringere Belästigung ergibt (EKLB, a.a.O., S. 26).
Wie im Folgenden darzulegen sein wird, kann diesen Erkenntnissen aber bereits unter der geltenden Rechtslage Rechnung getragen werden, ohne dass eine Änderung oder ein Abweichen von den geltenden Beurteilungspegeln der LSV notwendig ist.

6.3. Art. 13 USG beauftragt den Bundesrat, Immissionsgrenzwerte für die Beurteilung der schädlichen oder lästigen Einwirkungen festzulegen. Diesem Auftrag kam der Bundesrat in der LSV nach, in deren Anhängen Belastungsgrenzwerte (Planungswerte, Immissionsgrenzwerte und Alarmwerte) und die dazugehörenden Beurteilungspegel für verschiedene Lärmarten und Empfindlichkeitsstufen festgelegt wurden. Für den Strassenverkehrslärm (Anh. 3) gilt der Beurteilungspegel Lr, der auf dem A-bewerteten Mittelungspegel Leq beruht. Dieser wird für den durchschnittlichen Tages- und Nachtverkehr ermittelt, d.h. den stündlichen Verkehr von 06 bis 22 Uhr und von 22 bis 06 Uhr im Jahresmittel. Dieser Mittelungspegel ist somit massgeblich, wenn es um die Frage geht, ob eine im Sinne der Umweltschutzgesetzgebung übermässige Umweltbelastung besteht, zu deren Verminderung die Höchstgeschwindigkeit herabgesetzt werden kann (Art. 108 Abs. 2 lit. d SSV) bzw. muss (gemäss Art. 16 USG).
Vorliegend ist unstreitig, dass der Beurteilungspegel (Mittelungspegel) an der Grabenstrasse erheblich über den geltenden Immissionsgrenzwerten der ES III für Strassenverkehrslärm liegt, d.h. eine übermässige Lärm- und damit Umweltbelastung besteht. Unstreitig ist ferner, dass die Anordnung von Tempo 30 eine (gewisse) Reduktion des Beurteilungspegels und damit der Umweltbelastung bewirken wird (oben E. 3). Damit liegen die gesetzlichen Voraussetzungen für eine Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit nach Art. 108 Abs. 1 und Abs. 2 lit. d SSV vor, verlangen diese Bestimmungen doch keine erhebliche Senkung der übermässigen Umweltbelastung mehr (anders als die bis zum 31. Mai 1998 geltende frühere Version von Art. 108 SSV [AS 1989 450]; vgl. zur Änderung Entscheid des Bundesrates vom 27. November 2000 E. 4b, in VPB 65.87).

6.4. Zusätzlich verlangen die Art. 108 Abs. 2 lit. d und Abs. 4 SSV jedoch, dass die Massnahme verhältnismässig ist. Für diese Prüfung wird eine gesamthafte Interessenabwägung verlangt, unter Einbezug aller relevanten Umstände des Einzelfalls (vgl. oben E. 2.2). Dazu gehören alle zu erwartenden positiven oder negativen Auswirkungen einer Geschwindigkeitsbegrenzung in allen Bereichen (Lärm, Luft, Verkehrssicherheit, Verkehrsfluss usw.), unabhängig davon, ob sie in Anh. 3 LSV, im USG oder in anderen Normen verankert sind. In diesem Zusammenhang sind deshalb - neben der Reduktion des Mittelungspegels - auch Veränderungen der Maximalpegel oder der Flankensteilheit des Schallpegels zu berücksichtigen, die sich auf das Wohlbefinden der Anwohner auswirken. Dies ist jedenfalls dann der Fall, wenn mit einer Verbesserung der Schlafqualität oder -dauer zu rechnen ist.
Dies entspricht der Rechtsprechung zur Beschwerdelegitimation wegen Lärmimmissionen (Art. 89 Abs. 1 BGG) : Nach ständiger Rechtsprechung sind Personen, die an einer lärmvorbelasteten Strasse wohnen, durch den Zusatzverkehr einer neuen Anlage besonders betroffen und haben ein schutzwürdiges Interesse an der An-

fechtung der Bewilligung oder Planung, wenn sie die Verkehrszunahme deutlich wahrnehmen können. Hierfür darf nicht ausschliesslich und schematisch auf quantitative Kriterien (wie namentlich die Veränderung des Mittelungspegels) abgestellt werden, sondern es sind auch qualitative Aspekte zu würdigen (BGE 136 II 281 E. 2.3.2 S. 285/286; Urteil 1C 204/2012 vom 25. April 2013 E. 4, in: URP 2013 749; ZBl 115/ 2014 391). So kann ausnahmsweise eine besondere Betroffenheit gegeben sein, obwohl die Lärmzunahme rein rechnerisch unter 1 dB (A) liegt, wenn sich die Verkehrszusammensetzung erheblich verändert (BGE 136 II 281 E. 2.5.4 S. 289: Erhöhung des Lastwagen-Anteils). Im Urteil 1C 405/2008 vom 18. März 2009 E. 2.5 (in: URP 20010 S. 295) wurde geprüft, ob die zu erwartende Zunahme der Verkehrsimmissionen in den kritischen Nachtstunden als eigenständige Belastung feststellbar sein werde.
Nehmen aufgrund der Einführung von Tempo 30 in der Nacht die Schallpegel von Einzelereignissen markant ab (wesentlich weniger laute Vorbeifahrten) oder sinken die Schallpegelanstiege derart, dass die Anwohner in ihrem Schlaf erheblich weniger beeinträchtigt werden, so bedeutet dies eine spürbare Verbesserung. Dies ist im Rahmen der Verhältnismässigkeitsprüfung zu berücksichtigen und kann dazu führen, dass die Verhältnismässigkeit der Einführung von Tempo 30 zu bejahen ist, selbst wenn die Reduktion des Mittelungspegels gering ausfällt.

6.5. Insofern rechtfertigt es sich, im neuen Verkehrsgutachten bzw. bei der Versuchsanordnung (mit Messungen) neben dem Mittelungspegel auch eine Senkung der Maximalpegel zu berücksichtigen.

7.
Unbegründet sind dagegen die Rügen der Beschwerdeführer betreffend Schallschutzfenster: Die Beschwerdeführer bestreiten nicht, dass es sich bei der Grabenstrasse um eine schon bei Inkrafttreten des USG bestehende öffentliche Anlage handelt, die seither nicht wesentlich geändert worden ist. Anwendbar sind daher die Art. 20 USG und Art. 15 LSV, die den Einbau von Schallschutzfenstern auf Kosten des Eigentümers der lärmigen Anlage nur bei Erreichen des Alarmwerts vorschreiben.
Aus dem Urteil BGE 137 II 58 E. 7.4 S. 114 ff. lässt sich nichts anderes ableiten: Das Verfahren betraf eine wesentlich geänderte ortsfeste Anlage (Flughafen Zürich), mit der Folge, dass bereits ab Überschreiten der Immissionsgrenzwerte Schallschutzfenster auf Kosten des Anlageninhabers eingebaut werden mussten (Art. 8 Abs. 2 i.V.m. Art. 10 f. LSV). Darin liegt ein wesentlicher Unterschied zum vorliegenden Fall, der eine unterschiedliche Behandlung rechtfertigt.
Fraglich könnte daher allenfalls sein, ob die Alarmwerte nach Anh. 3 LSV zu hoch angesetzt wurden oder ergänzungsbedürftig sind. Dies wird jedoch von den Beschwerdeführern nicht substanziiert geltend gemacht. Eine solche Annahme drängt sich auch mit Blick auf die örtlichen Verhältnisse nicht auf, werden doch die Alarmwerte bei praktisch allen Wohnbauten an der Grabenstrasse erreicht, ausgenommen die - von der Strasse etwas zurückversetzten - Häuser der Beschwerdeführer.

8.
Nach dem Gesagten ist die Beschwerde betreffend Tempo 30 gutzuheissen, der angefochtene Entscheid aufzuheben und die Sache zur Vornahme der Verhältnismässigkeitsprüfung nach Art. 17 USG, Art. 14 LSV und Art. 108 SSV (allenfalls nach weiteren Sachverhaltsabklärungen) an die Baudirektion des Kantons Zug zurückzuweisen. Dagegen ist die Beschwerde abzuweisen, soweit die Beschwerdeführer die Übernahme der Kosten von Schallschutzfenstern beantragen, auch dort, wo die Alarmwerte gemäss Anh. 3 LSV nicht erreicht werden.
Bei diesem Ausgang des Verfahrens haben die Beschwerdeführer Anspruch auf eine reduzierte Parteientschädigung und tragen einen Viertel der Gerichtskosten. Im Übrigen sind keine Kosten zu erheben (Art. 66 Abs. 4 BGG) und keine Parteientschädigungen zuzusprechen (Art. 68 Abs. 3 BGG). Das Verwaltungsgericht wird die Kosten des kantonalen Verfahrens dementsprechend neu zu verlegen haben.

Demnach erkennt das Bundesgericht:

1.
Die Beschwerde wird teilweise gutgeheissen und der Entscheid des Verwaltungsgerichts des Kantons Zug vom 28. Oktober 2014 aufgehoben. Die Sache wird zu neuer Beurteilung im Sinne der Erwägungen an die Baudirektion des Kantons Zug zurückgewiesen. Im Übrigen wird die Beschwerde abgewiesen.

2.
Die Sache wird zur Neuverlegung der Kosten des vorangegangenen Verfahrens an das Verwaltungsgericht zurückgewiesen.

3.
Den Beschwerdeführern werden reduzierte Gerichtskosten von Fr. 1'000.– auferlegt.

4.
Der Kanton Zug hat die Beschwerdeführer für das bundesgerichtliche Verfahren mit insgesamt Fr. 3'000.– zu entschädigen.

5.
Dieses Urteil wird den Beschwerdeführern, dem Tiefbauamt und der Baudirektion sowie dem Verwaltungsgericht des Kantons Zug, Verwaltungsrechtliche Kammer, und dem Bundesamt für Umwelt schriftlich mitgeteilt.

Lausanne, 3. Februar 2016

Im Namen der I. öffentlich-rechtlichen Abteilung
des Schweizerischen Bundesgerichts

Der Präsident: Fonjallaz

Die Gerichtsschreiberin: Gerber