Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79 (1961)
Heft: 51

Artikel: Tiefenschärfe bei technischen und Architekturaufnahmen
Autor: Althann, Herbert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-65654

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Als Temperaturfühler wurden Pt-Widerstandselemente verwendet. Ein massives Stahlrohr, in dem das Element mit Kabelausgussmasse eingebettet liegt, schützt dieses vor Zerstörungen, Bild 2a. Als Zuleitungen dienen dreiadrige verstärkte Motorenkabel, die am Rande der Fahrbahnplatte in einen Messkasten oder, bei Anordnung des Ableseinstrumentes im Maschinenhaus, in einem Anschlusskasten münden. Die Kabel weisen alle den gleichen Zuleitungswiderstand auf. Die Temperaturablesungen erfolgten über eine leichte, tragbare Schleifdrahtmessbrücke oder ein fest eingebautes Messinstrument. Die Kabel aller Messstellen wurden in der untersten Kiesschicht in ein Sandbett eingelegt und an der Messstelle selber direkt in den Kies. Es liegen jeweils 2 bis 3 Messelemente im Umkreis von 1 m in der gleichen Ebene. Die Lage der Messebenen ist aus dem Verlegungsschema, Bild 2b, und den Bildern 3 bis 11 ersichtlich. Die aufgezeichneten Temperaturwerte wurden aus den 2 oder 3 Ablesewerten der auf gleicher Höhe liegenden Elemente gemittelt. Auf Grund einer Anzahl Versuche auch mit andersartigen Einbaumethoden und Geberelementen hat sich die oben beschriebene Anordnung als die einfachste und sicherste erwiesen.

3. Messergebnisse

In den Bildern 3 bis 11 ist der Temperaturverlauf der einzelnen Messelemente in Funktion der Betriebsdauer aufgezeichnet, wobei die negativen Temperaturen nach oben aufgetragen wurden.

Die Elemente der Messebene unmittelbar unter der Fahrbahnplatte spiegeln praktisch den langfristigen Kühlzyklus der Platte wider. Die an der Grenze Kieskoffer-Filter liegenden und die im Untergrund eingebetteten Geber zeigen die stetige Abkühlung des Materials, wobei kurze Temperaturschwankungen in der Fahrbahnplatte im Koffer bereits stark gedämpft erscheinen.

Die für eine Betriebsdauer von 100 bis 120 Tagen berechneten Eindringtiefen von 2,00 bis 2,20 m stimmen mit den nachträglich gemessenen Werten recht gut überein. Die verlängerten Betriebszeiten drückten fast bei allen Bahnen die 0° Grenze in den Filter und zum Teil noch etwas in den Untergrund. Die aufgezeichneten Temperaturen beziehen sich alle auf eine Messstelle, die etwa in der Mitte der Platte lag. Die in einem Fall auch gegen den Rand hin gemessenen Temperaturen zeigen, dass die 0°-Isotherme an diesen Stellen etwas höher liegt. Es ist dies eine Folge der Wärmezufuhr aus dem ungekühlten umliegenden Boden.

4. Schlussfolgerungen

Wie wir aus den Messungen ersehen, sind die auf Grund der Berechnung für eine Betriebsdauer von 100 bis 120 Tagen ermittelten Frosteindringtiefen von 2 m bis 2,20 m als ein Minimum zu betrachten, da diese Kofferstärken für einen forcierten Betrieb keine Reserven aufweisen.

Die Betriebserfahrungen zeigen, dass die für die Projektierung zu Grunde gelegten Angaben der Betriebsdauer von 100 bis 120 Tagen meistens etwas zu knapp bemessen sind. Im allgemeinen besteht schon im Interesse eines günstigen Betriebsabschlusses die Neigung, die Anlage so früh als möglich zu eröffnen und möglichst lange in Betrieb zu halten. Das führt zu einem Ueberschreiten der Betriebsdauer um 20 bis 30 Tage gegenüber der für die Berechnung bisher angegebenen. Zudem wird gegen Ende der Betriebszeit mit einer wesentlich tieferen Temperatur gefahren als das während der Wintersaison nötig ist.

Der projektierende Ingenieur tut gut daran, diesen zwei Faktoren Rechnung zu tragen, um bei der Dimensionierung der Frostschutzschicht eine genügende Sicherheit gegen das Eindringen der 0°-Isotherme in den frostgefährdeten Untergrund zu haben. Ferner sollten von den Kühlmaschinenlieferanten verbindliche Angaben über die mittlere Betriebstemperatur der Kühlplatte verlangt werden, um den Frostindex genügend genau bestimmen zu können.

Literaturverzeichnis

[1] *Balduzzi F.:* Die Dimensionierung der Strassen gegen Frostschäden «Strasse und Verkehr» 1961, Nr. 9.

[2] *Aldrich H.* jr. and *Paynter H.:* Analytical Studies of Freezing and Thawing of Soils. Corps of Engineers US Army: Frost Investigations June 1953.

[3] *Schnitter G.* Prof. und *Zobrist R.:* Freezing Index and Frost Penetration in Switzerland. Proceedings of the 5th Int. Conf. of Soil Mechanics and Foundation Engineering, 1961, Paris, Division 4 P 315.

[4] *Vereinigung* Schweiz. Strassenfachmänner: SNV 70 005 Klassifikation der Lockergesteine, SNV 70 120 Kiessand für die Fundationsschicht, SNV 70 125 Filtermaterial.

[5] *Bendel L.:* Die Fundation von Kunsteisbahnen, «Schweiz. Bauzeitung» 1961, Nr. 18, 19, S. 293 und 309.

Nachsatz der Redaktion. Dr. L. Bendel, Luzern, macht uns auf die grosse, im Aufsatz von G. Amberg angegebene Kieskofferstärke von 2,0 bis 2,2 m aufmerksam, während nach der in [5] angegebenen Berechnungsweise unter gleichen klimatologischen Bedingungen 1,5 bis 1,8 m genügen würden. Er bemerkt hiezu, dass nach Amberg das Koffermaterial aus Kies mit 25 bis 40 % Sandzusatz von der Körnung 0,02 bis 6 mm bestehe und ein Raumgewicht von 1,9 bis 2,0 t/m³ aufweise (Bild 1), so dass nach [5] Bild 12 mit einer Wärmeleitzahl von 0,5 bis 1,0 kcal mh°C gerechnet werden müsse, gegenüber 0,3 bis 0,5 kcal/mh°C bei reinem Kies mit einer Körnung von 50/70 bis 60/120 mm. Die beträchtliche Verringerung der Kofferstärke, die das besser isolierende Kiesmaterial erlaubt, ergibt wesentliche Einsparungen an Aushub und Koffermaterial, wobei die Eignung dieses Materials durch Bewährung im praktischen Betrieb und durch Temperaturmessungen nachgewiesen werden konnte.

Tiefenschärfe bei technischen und Architekturaufnahmen

DK 77

Belichtungszeit und Tiefenschärfe, das sind die Grenzpfähle des technisch Möglichen, die den Lichtbildner immer wieder in seine Schranken verweisen. Wissenschaft und Industrie sind ständig bemüht, diese Grenzen zu erweitern. Aber es gelingt meist nur, eins mit dem anderen zu erkaufen. Die optische Industrie liefert lichtstärkere Objektive, die kürzere Belichtungszeiten gewähren, doch wir müssen dafür mit Tiefenschärfeverlust bezahlen. Wollen wir umgekehrt Tiefenschärfe erkaufen, so heisst die Währung, mit der wir zu zahlen haben, Blendenwert. Und dieser ist nicht unbegrenzt; meist geht er nur bis 1:32.

Die Tiefenschärfe ist abhängig von zwei Faktoren: Erstens von der Blende und zweitens vom Abbildungsmasstab. Nicht die kürzere Brennweite, sondern der kleinere Abbildungsmasstab ist es, der den kleineren Aufnahmeformaten tiefenschärfemässig zugute kommt. Kritische Tiefenschärfeverhältnisse treten also überall da auf, wo das Objektiv gross im Negativ erscheint, sei es zum Zweck einer Makroaufnahme, oder um ein leistungsfähiges Aufnahmeformat zu füllen. Wo beides gleichzeitig zutrifft, reicht das Abblenden oft nicht mehr aus, um den nötigen Tiefenschärfebedarf zu decken, und wir stehen vor den eingangs erwähnten Schranken. Vor den gleichen Grenzen befinden wir uns auch, wenn wir bewegte Objekte mit grossem Tiefenschärfebedarf scharf abbilden wollen.

Bei einer modernen Grossbildkamera sind gewisse Teile verstellbar und können dadurch besonderen Aufnahmebedingungen angeglichen werden. Wenn auch die Tiefenschärfeverhältnisse bei einer Grossbildkamera aus den erläuterten Gründen von Haus aus ungünstiger liegen, so sind trotzdem die Fälle nicht selten, in denen sich durch Anwendung der Verstellbarkeiten allein schon eine weit grössere Tiefenschärfe ergibt, als mit der stärksten Blende. Kombiniert man nun noch Blende und Kameraverstellung einer Grossbild-

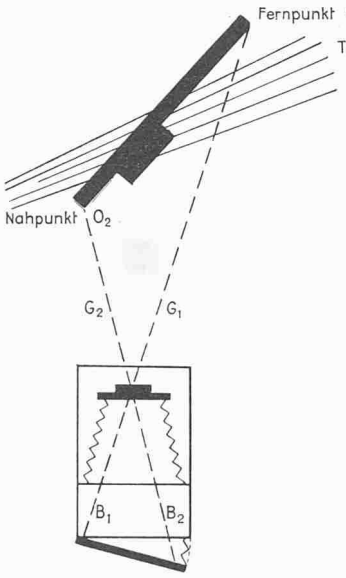

Bild 1. Durch Verschwenken des Kamerarückteils neigt sich die Tiefenschärfenzone der Lage des Objektes zu

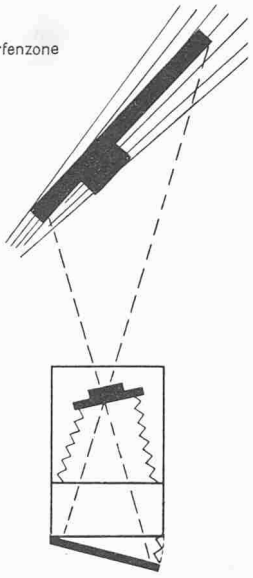

Bild 2. Durch Gegenschwenken der Objektivstandarte kommt das in steilem Winkel zur Aufnahmeaxe liegende Objekt fast völlig in die Schärfenzone zu liegen.

kamera, so lässt sich in geeigneten Fällen eine noch grössere Tiefenschärfe als mit einer Kleinbildkamera erreichen.

Wie erklärt sich dieser Zuwachs an Tiefenschärfe? Jeder Objektpunkt braucht zu seiner scharfen Abbildung eine bestimmte Bildweite, z. B. der Objektpunkt O_1 die Bildweite B_1 (Bild 1). Objektpunkte mit verschiedenen Gegenstandsweiten G_1, G_2 brauchen für ihre scharfe Darstellung auch entsprechend verschiedene Bildweiten: Der Objektpunkt O_1 die Bildweite B_1, Objektpunkt O_2 die Bildweite B_2. Dabei verhält sich die Gegenstandsweite zur Bildweite umgekehrt proportional. Mit einer gewöhnlichen Kamera können wir immer nur *einen* von verschiedenen Objektpunkten, O_1 oder O_2, scharf einstellen. Objektpunkte mit anderen Gegenstandsweiten als die eingestellten werden gewöhnlich durch Abblenden zu einer scharfen Abbildung gebracht; dies ist jedoch nur — wie wir gesagt — innerhalb gewisser Grenzen möglich. Mit dem schwenkbaren Kamerarückteil aber können wir nun die normalen technischen Grenzen überschreiten. Nachdem wir auf den Fernpunkt O_1 auf gewohnte Weise scharf eingestellt haben, stellen wir auch den Nahpunkt O_2 durch entsprechendes Ausschwenken der Mattscheibe scharf ein. Dann sind nicht nur Nah- und Fernpunkt, sondern auch alle Punkte zwischen diesen, die auf der zugehörigen Ebene liegen, ohne Abblendung scharf abgebildet. Dadurch bleibt trotz Bewältigung der Tiefenschärfe noch die Möglichkeit zu Momentaufnahmen. Voraussetzung ist, dass die Tiefenstaffelung des Aufnahmeobjektes halbwegs regelmässig von einer Bildseite zur gegenüberliegenden verläuft.

Praktisch wird das Verfahren folgendermassen durchgeführt: Die Ebene des Kamerarückteils wird unter gleichzeitiger Kontrolle des Mattscheibenbildes entgegengesetzt zur Ebene der Tiefenstaffelung des Aufnahmeobjektes verschwenkt, bis der Schärfeausgleich erzielt ist (Bild 1). Dabei ist Schwenken um die horizontale und vertikale Axe sowie Kombination beider Bewegungen möglich. Reicht bei grossem Tiefenschärfebedarf die Verschwenkung des Kamerarückteils allein nicht aus, um eine Schärfe bis zur vollen Tiefe zu erreichen, so macht man zusätzlich von der Verschwenkungsmöglichkeit der Objektivstandarte Gebrauch. Diese wird entgegengesetzt zum Kamerarückteil verschwenkt (Bild 2). Bei voller Ausnutzung der Objektivverschwenkung deckt man den doppelten Tiefenschärfebedarf, als mit dem ausgeschwenkten Kamerarückteil allein. Objektteile, die von der Ebene der Tiefenstaffelung abweichen und daher aus der Schärfenzone herausragen, erhält man durch mässiges Abblenden scharf.

Auch wenn die Tiefenstaffelung eines Objektes nicht so

Bild 3. Nicht nur, wenn die kleinste Blende nicht mehr reicht, bedient man sich der Kamera-Verstellung zum Tiefenschärfengewinn. Auch dann, wenn bei grossem Tiefenschärfenbedarf Bewegung im Bilde ist, greift man gern auf die Möglichkeit der Kamera-Verstellung, um die Lichtstärke des Objektives zu einer genügend kurzen Belichtungszeit zur Verfügung zu behalten. Hier wurde vom Abbildungsmasstab 1:1 bis Unendlich volle Schärfe über den ganzen Raum erzielt und auch der Fahrzeug- und Fussgängerverkehr scharf wiedergegeben. Solche Aufnahmen erlaubt nur die Grossbildkamera mit ihren Verstellmöglichkeiten

gross ist, dass sie durch Abblenden allein nicht zu erzwingen wäre, empfiehlt es sich, durch entsprechendes Verschwenken des Kamerarückteils für die Tiefenschärfe vorzuarbeiten. Man wird dabei mit geringeren Blenden schon eine ausreichende Tiefenschärfe erhalten und dadurch eine bessere Allgemeinschärfe bewirken. Starkes Abblenden gefährdet durch Streuwirkung der Lichtstrahlen bei ihrem Durchtritt durch kleine Blendenöffnungen die Allgemeinschärfe. Dagegen empfiehlt es sich, von der Verschwenkung der Objektivstandarte nur in dringenden Fällen Gebrauch zu machen, weil dadurch eine Dezentrierung der optischen Axe eintritt. Besitzt das verwendete Objektiv einen genügend grossen Schärfekreis (wie z. B. das Schneider-Symmar), so besteht keine Gefahr, wohl aber dann, wenn bei kleinerem Schärfekreis hierdurch unkorrigierte Randbezirke in den Bildecken beteiligt werden und dort zu Unschärfen und Lichtabfall führen.

Wer sich der kleinen Mühe unterzieht, sich mit dieser Technik vertraut zu machen, kann in vielen Fällen seinem Objektiv eine 16fache Lichtstärke bei gleichzeitiger Verbesserung der Tiefenschärfe verleihen, nämlich dann, wenn durch Verschwenkung des Kamerarückteils statt mit Blende 1:32 mit Blende 1:9 gearbeitet werden kann. Wahrlich, das ist geschenkte Tiefenschärfe, ein Geschenk der Grossbildaufnahmetechnik (Bild 3).

Herbert Althann, Linhof KG., München