# Eine kleine Einführung in die

# Panoramafotografie

# Beispiel eines Panoramabildes



**Panaramabild bestehend**

**aus 32 Einzalaufnahmen**

Foto: Jens Mellis

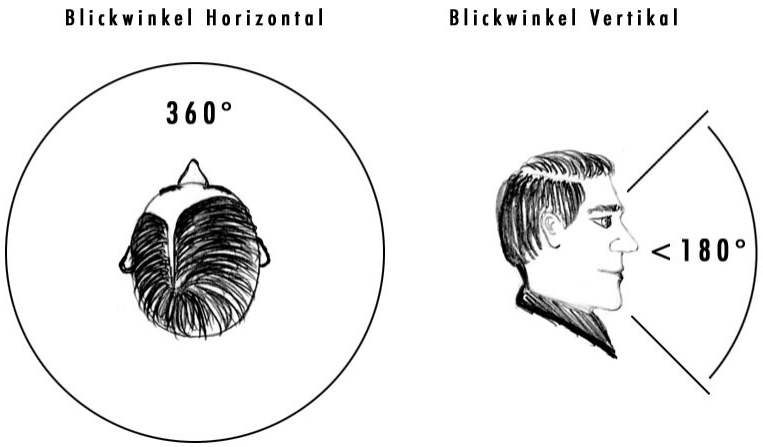
# Entstehung des Panoramabildes

- **Durch das Zusammensetzen sich teilweise überlappender Einzelbilder werden die Bildausschnitte zum Panoramabild zusammengesetzt.**
  - **Man bezeichnet dieses Zusammensetzen als Stitching (englisch für „Zusammennähen“).**

- **Die Darstellungen können als verschiedene Panoramaprojektionen erfolgen:**
  - **Planare Projektion (zylindrisch und sphärisch)**
  - **Mercator-Projektion (**achsen- und winkelgenau**)**
  - **Equirectangulare Projektion (**bilden in der vertikalen Bildachse 180° Bildwinkel ab**)**

# Planare, zylindrische Projektion






**Je nach Objektiv und Format besteht ein zylindrisches Panorama aus ca. 10 bis 20 in einer Reihe nebeneinander liegender Bilder, die im Hochformat oder im Querformat aufgenommen werden.**

# Planare, zylindrische Projektion

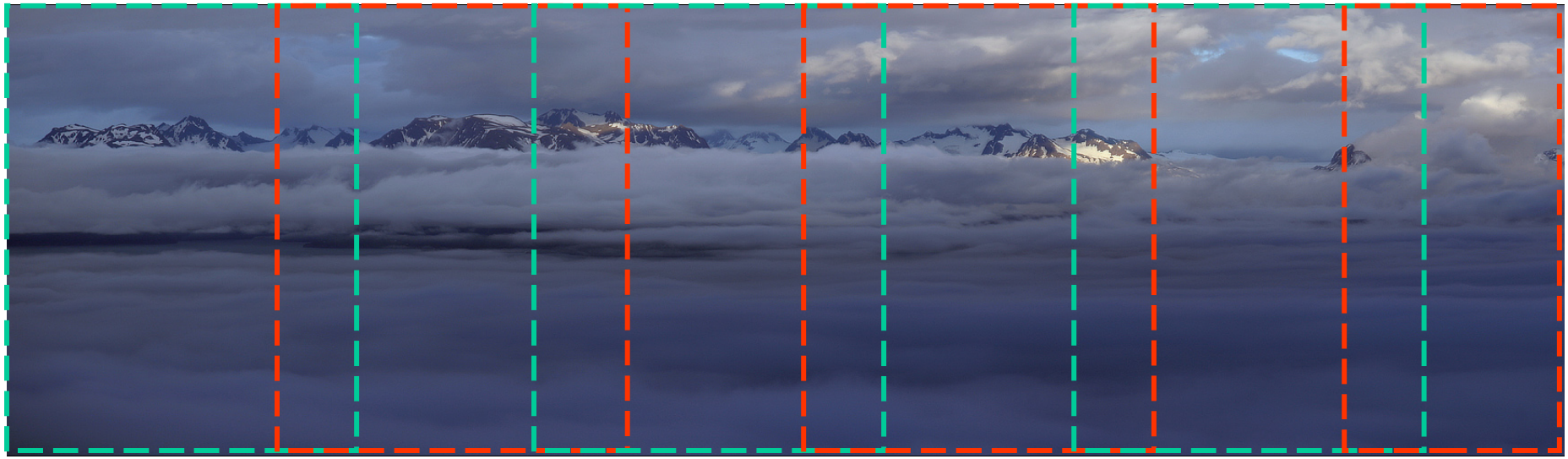
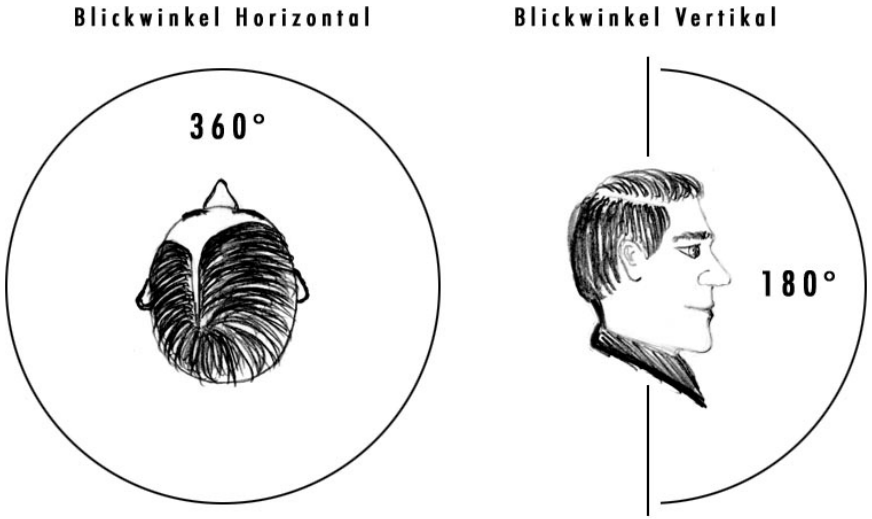
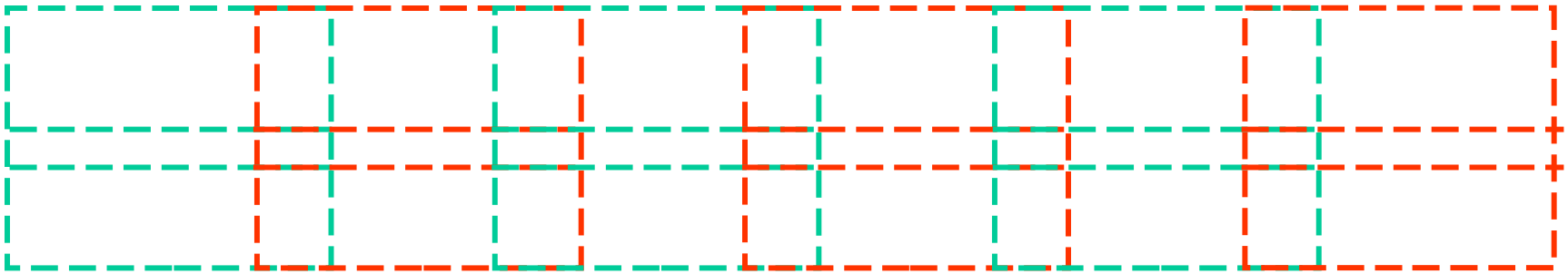


Foto: Oliver Koller

Einzelbilder in einer Reihe (ca. 120°)

# Sphärische Projektion



Einzelbilder in x Reihen (n° Kugelausschnitt)

# Sphärische Projektion



Foto: Arne Rönsch

Einzelbilder in drei Reihen (ca. 180° Kugelausschnitt => equirectangulare Projektion)

# Mercator-Projektion

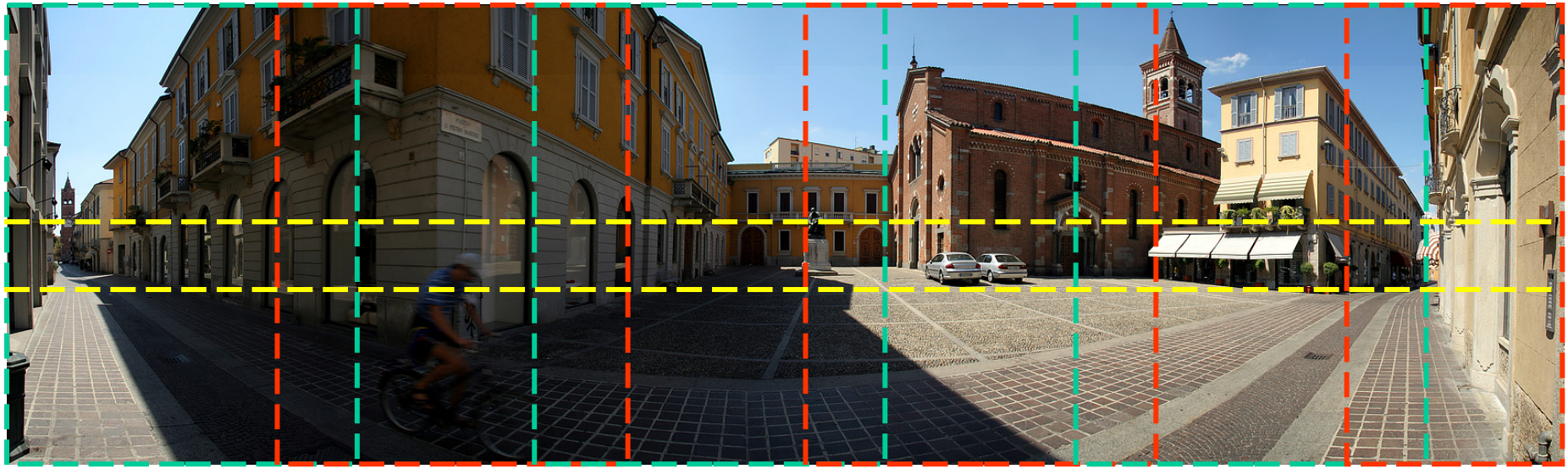


Foto: Oliver Koller

Einzelbilder in zwei Reihen (ca. 260°)

# Vergleich der Projektionen

- **Verzerrungen entstehen durch Abbildung eines Kugelausschnittes auf einer Ebene (Problem der Land- und Seekarten-Projektion)**
- **Je kürzer die Brennweite des Objektivs, desto größer die „Gefahr“ der Verzerrung**
- **Faustregel: „So lang wie möglich, so kurz wie nötig“**

| Brennweite (bezogen auf kb) | Blickwinkel Objektiv | Winkel ab Horizont | Equirectangular | Mercator | Cylindrical |
|---|---|---|---|---|---|
| 16mm | 98° | 74° | mangelhaft | befriedigend | mangelhaft |
| 24mm | 74° | 56° | ausreichend | gut | ausreichend |
| 35mm | 54° | 41° | befriedigend | sehr gut | gut |
| 50mm | 40° | 30° | gut | sehr gut | sehr gut |
| 100mm | 20° | 15° | sehr gut | sehr gut | sehr gut |

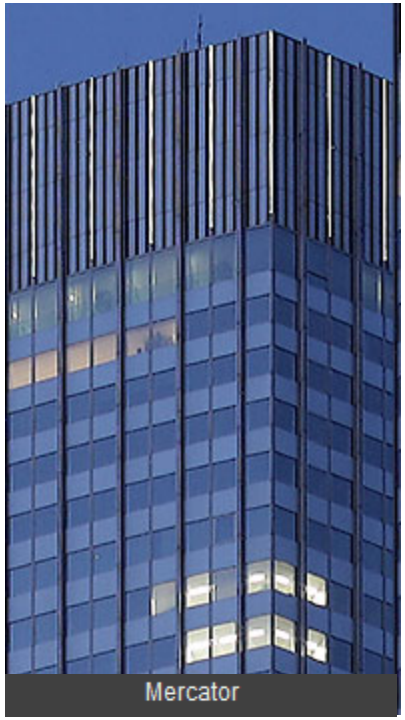
# Vergleich der Projektionen




**Brennweite 52 mm**
**Hochformat**
**Blickwinkel ab Horizont 52° nach oben**

# Vergleich der Projektionen


Cylindrical


Mercator


Equirectangular

# Anzahl der Teilbilder

- **Ermittlung der notwenigen Anzahl der Teilbilder einer Panorama-Zeile:**
  - **Querformat:** $$HFOV = 2 \cdot \tan^{-1}\left(\frac{18}{\text{Brennweite}}\right)$$
  - **Hochformat:** $$HFOV = 2 \cdot \tan^{-1}\left(\frac{12}{\text{Brennweite}}\right)$$
  - **Anzahl Teilbilder** $$Tb = \left(100 \cdot \frac{A}{(100 - B) \cdot HFOV}\right)$$

**A = Panorama-Abdeckungswinkel (z.B. 360°)**
**B = Überlappung in Prozent (z.B. 30 %)**
**HFOV = horizontaler Bildwinkel (horizontal field of view) des Objektivs**

# Anzahl der Teilbilder

Number of pics for 360° For these ***Focal Length*** values the actual focus is set to infinity (∞)

| Focal Length Lens Type | crop factor 1.5/1.6 | | | | Full Frame | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Portrait | | Landscape | | Portrait | | Landscape | |
| | pics/360° | rotate | pics/360° | rotate | pics/360° | rotate | pics/360° | rotate |
| 8mm fisheye | 4 | 90° | | | 3 | 120° | 3 | 120° |
| 10.5mm fisheye | 6 | 60° | | | 3 | 120° | | |
| 16mm fisheye | | | | | 6 | 60° | 4 | 90° |
| 10mm rectilinear | 6 | 60° | 4 | 90° | | | | |
| 14mm rectilinear | 8 | 45° | 6 | 60° | | | | |
| 18mm rectilinear | 10 | 36° | 8 | 45° | | | | |
| 24mm rectilinear | 12 | 30° | 8 | 45° | 8 | 45° | 6 | 60° |
| 28mm rectilinear | 15 | 24° | 10 | 36° | 12-8 | 30°-40° | 8-6 | 40°-60° |
| 35mm rectilinear | 18 | 20° | 12 | 30° | 18-12 | 20°-30° | 12-8 | 30°-40° |
| 50mm rectilinear | 24 | 15° | 18 | 20° | 18 | 20° | 12 | 30° |
| 70mm rectilinear | 36 | 10° | 24 | 15° | 24 | 15° | 15 | 24° |

**Quelle:** http://wiki.panotools.org/Entrance_Pupil_Database

# Ausrüstung

- Kamera (möglichst mit Fernauslöser)
- Stativ
- (Raster-)Drehschreibe oder drehbarer Kugelkopf mit Grad-Einteilungs-Scala
- Libellen zum Austarieren (da Drehebene absolut „im Wasser“ liegen sollte)
- Ggf. Nodalpunkt-Adapter
- Software für die Zusammensetzung der Einzelbilder zum Panorama-Bild (Stitching-Programme)

# Drehpunkt (Nodalpunkt)

- **Um eine möglichst genau Übereinstimmung der Einzelbilder zu gewährleisten, müssen sich die Lichtstrahlen, die im selben Winkel zur optischen Achse auf die Abbildungsebene fallen, in einem Punkt treffen („optisches Zentrum“ oder „Drehpunkt“) und zwar unabhängig vom Drehwinkel und von der Entfernung der Objekte zur optischen Ebene:**



Abb. 1 Abb. 2

# Drehpunkt (Nodalpunkt)

- **Um eine möglichst genau Übereinstimmung der Einzelbilder zu gewährleisten, müssen sich die Lichtstrahlen, die im selben Winkel zur optischen Achse auf die Abbildungsebene fallen, in einem Punkt treffen („optisches Zentrum“ oder „Drehpunkt“) und zwar unabhängig vom Drehwinkel und von der Entfernung der Objekte zur optischen Ebene:**



Abb. 3 Abb. 4

# Nodalpunkt (Drehpunkt)

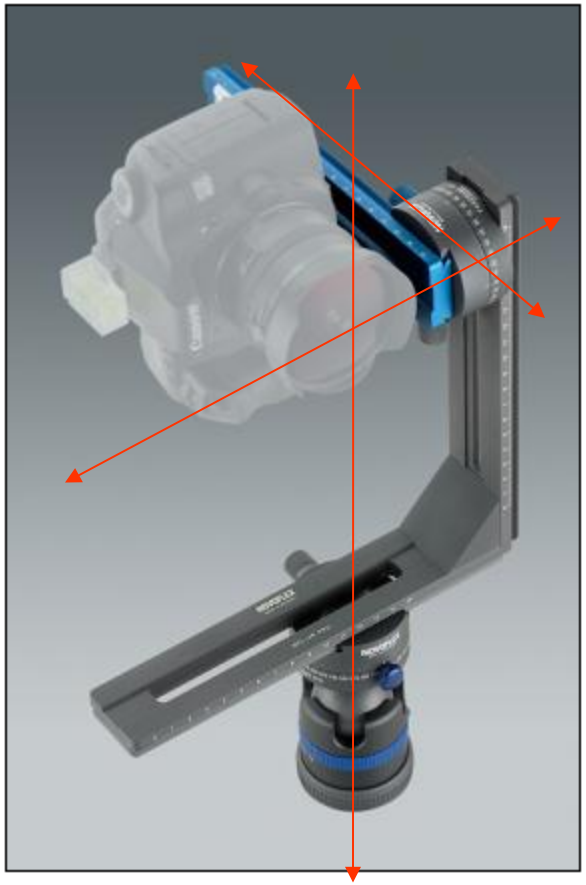
- => Wenn es keine Objekte im „Vordergrund“ gibt, kann auf die exakte Ausrichtung des Nodalpunktes verzichtet werden.
- Nodalpunkt-Adapter:




Adapter für planare, zylindrische Panoramen (Quer- und Hochformat)

# Nodalpunkt (Drehpunkt)

- => Wenn es keine Objekte im „Vordergrund“ gibt, kann auf die exakte Ausrichtung des Nodalpunktes verzichtet werden.
- Nodalpunkt-Adapter:

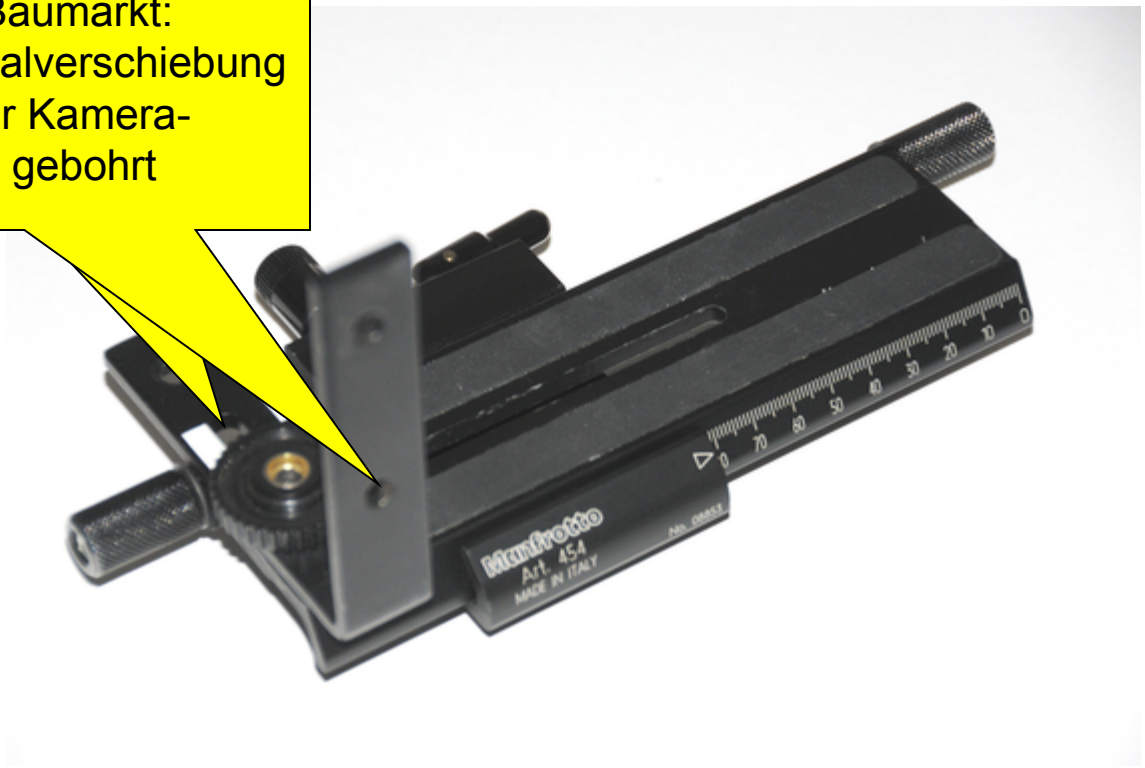


Adapter für Mulirow oder sphärische Panoramen

# Nodalpunkt (Drehpunkt)

- **Nodalpunkt-Adapter (Halb-Eigenbau):**

Winkel aus Baumarkt:
Langloch für Vertikalverschiebung und Löcher für Kamera-Befestigung gebohrt

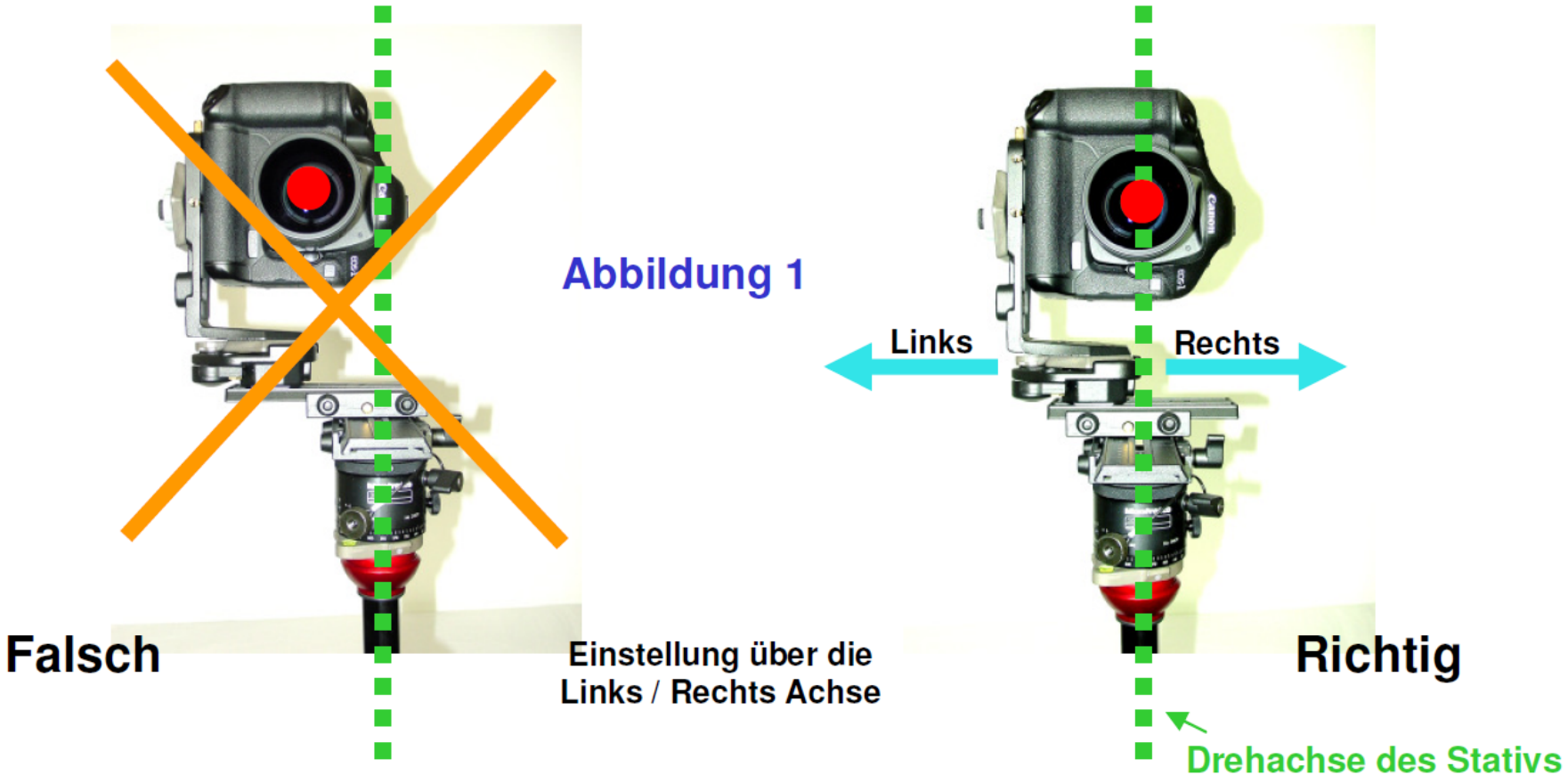



**Adapter für planare, zylindrische Panoramen**

**(nur Hochformat)**

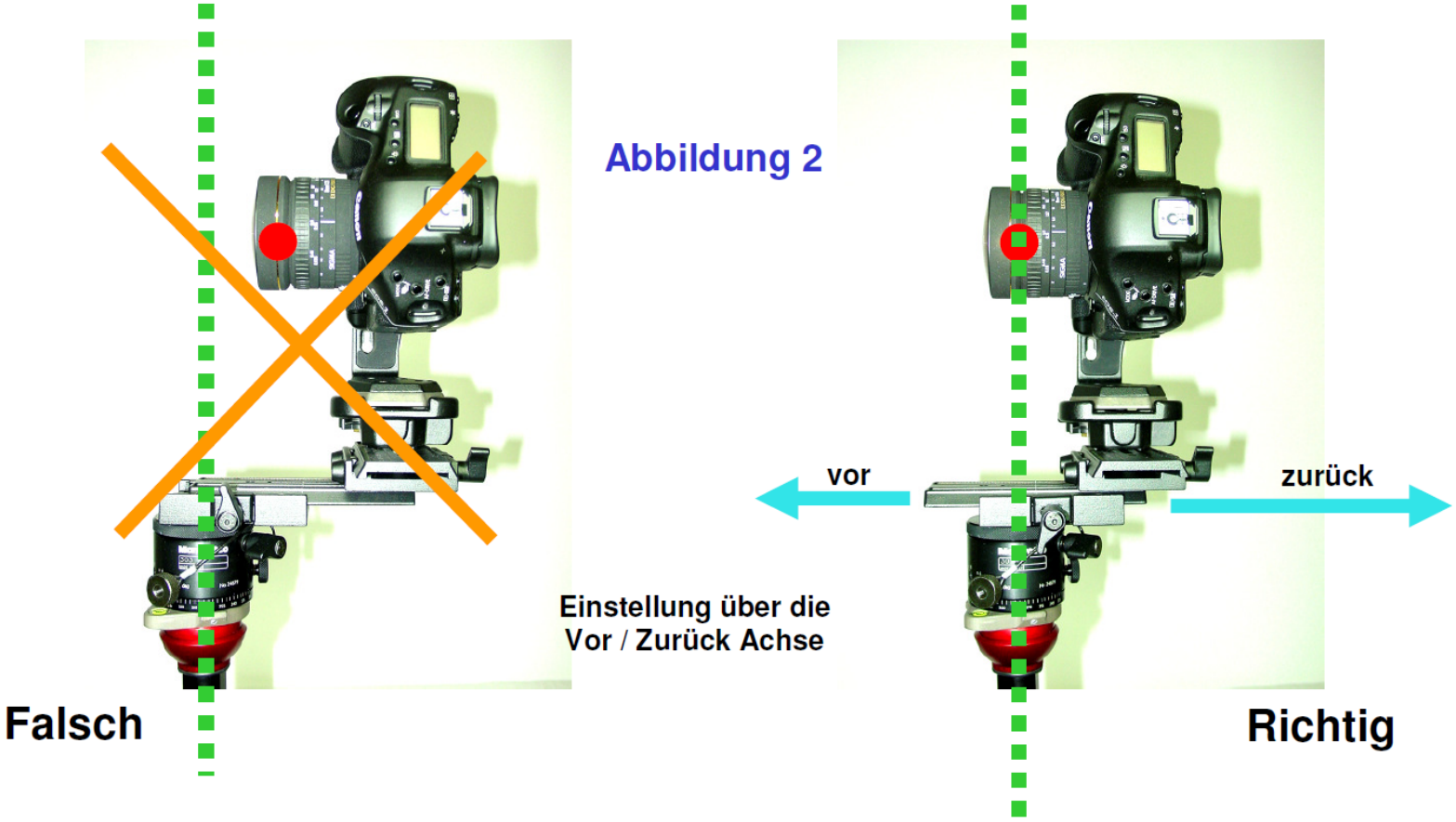
# Ausrichten auf Drehpunkt

- **Schritt 1: Linsenmittelpunkt einstellen**



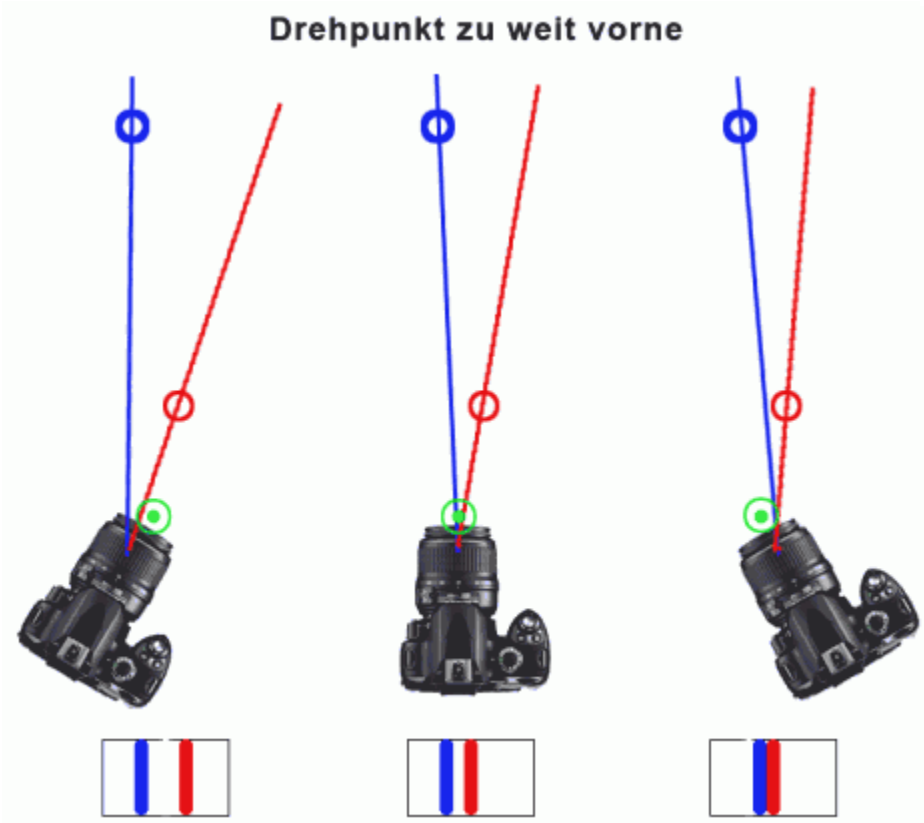
# Ausrichten auf Drehpunkt

- **Schritt 2: Drehpunkt einstellen (ggf. mit Probeaufnahmen)**



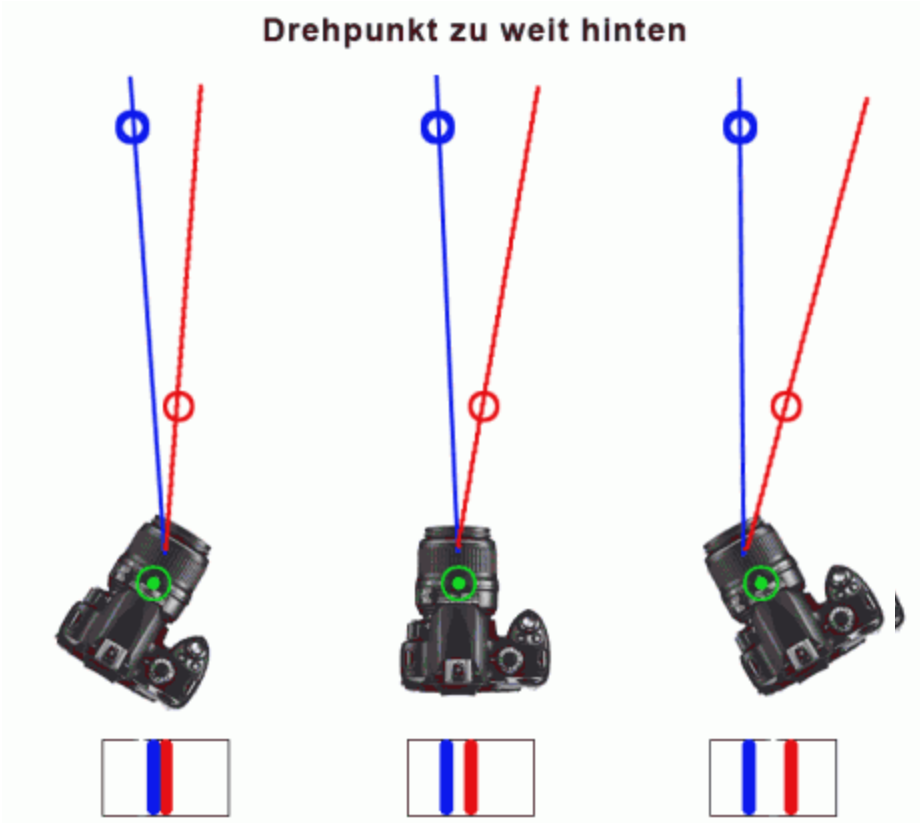
# Ausrichten auf Drehpunkt

- **Schritt 2: Drehpunkt einstellen (ggf. mit Probeaufnahmen)**



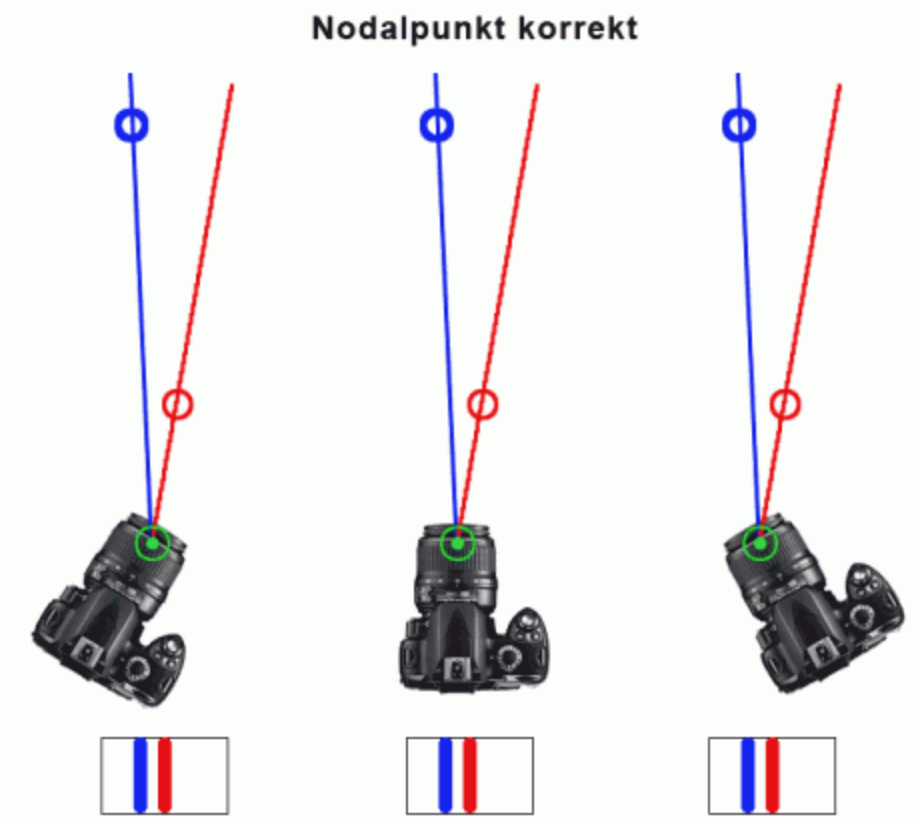
# Ausrichten auf Drehlpunkt

- **Schritt 2: Drehpunkt einstellen (ggf. mit Probeaufnahmen)**



# Ausrichten auf Drehpunkt

- **Schritt 2: Drehpunkt einstellen (ggf. mit Probeaufnahmen)**



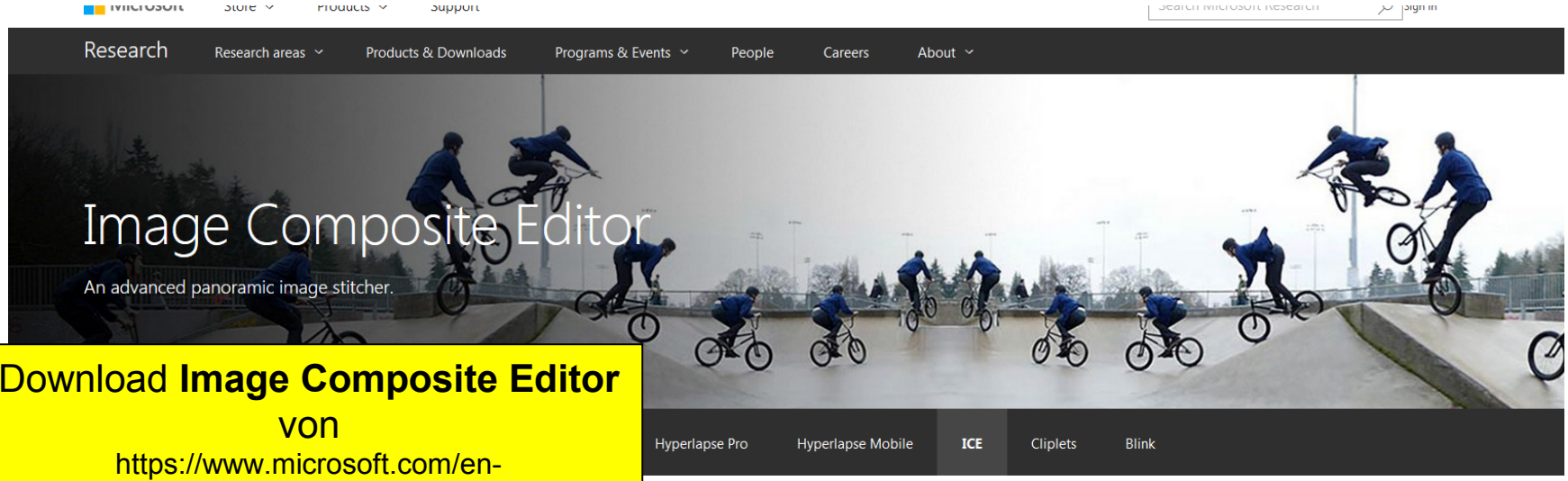
# Ausrichten auf Drehpunkt

- Drehpunkt- (Nodalpunkt-) Tabellen z.B. auf

http://www.dr-clauss.de/de/home-3/itemlist/category/57-nodal-punkt

# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)




Download **Image Composite Editor** von https://www.microsoft.com/en-us/research/product/computational-photography-applications/image-composite-editor/

created by the Microsoft Resea ...otography Group. Given a set of overlapping pho... shot from a single camera location, the app creat... panoramas that seamlessly combine original i... also create panoramas from a panning video, includi... n action overlaid on the background. Finished panora... saved in a wide variety of image formats, including JPE... d Photoshop's PSD/PSB format, as well as the multiresolution... rmat used by HD View and Deep Zoom.

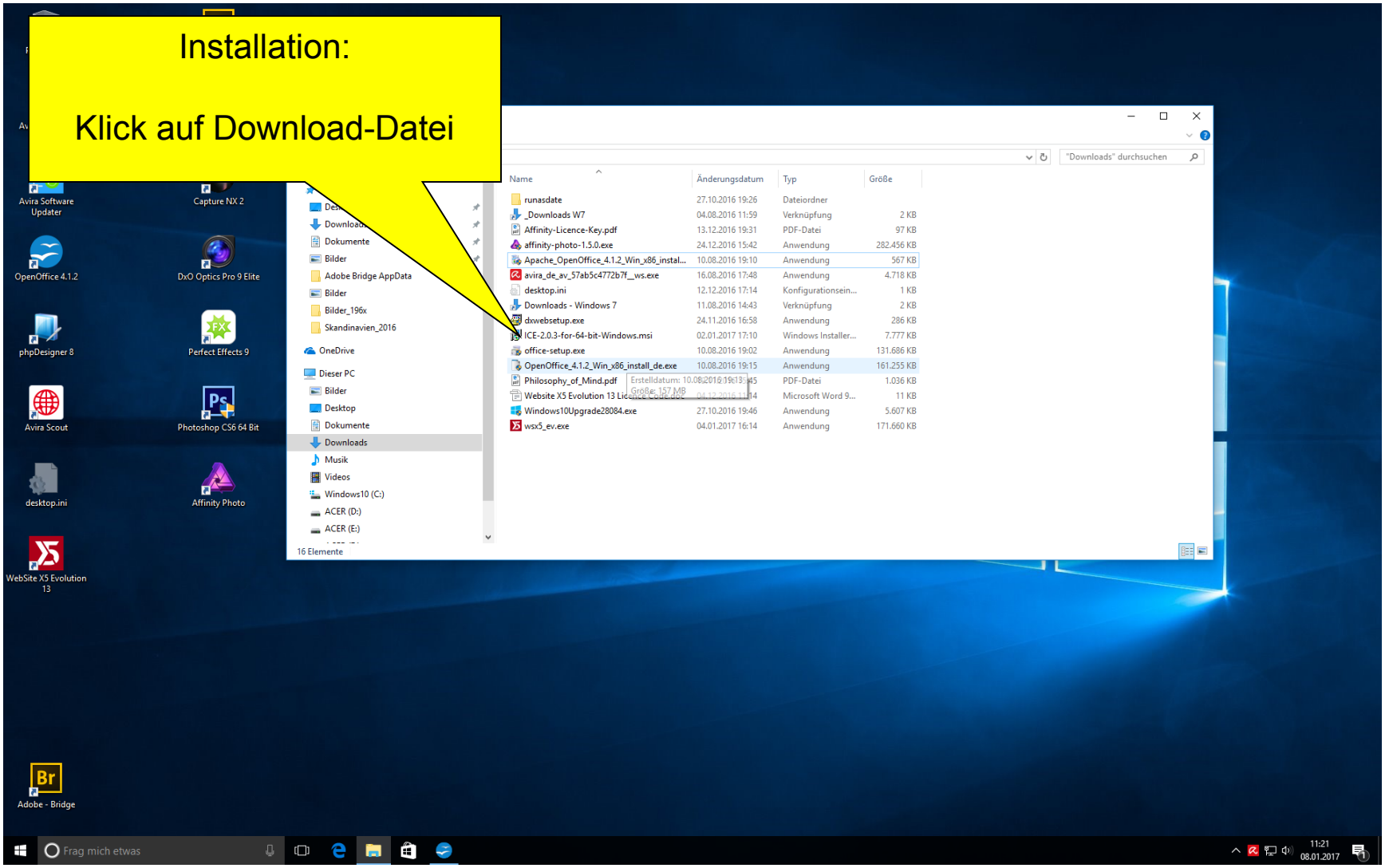
**Download ICE 2.0**

64-bit Windows | 32-bit Windows



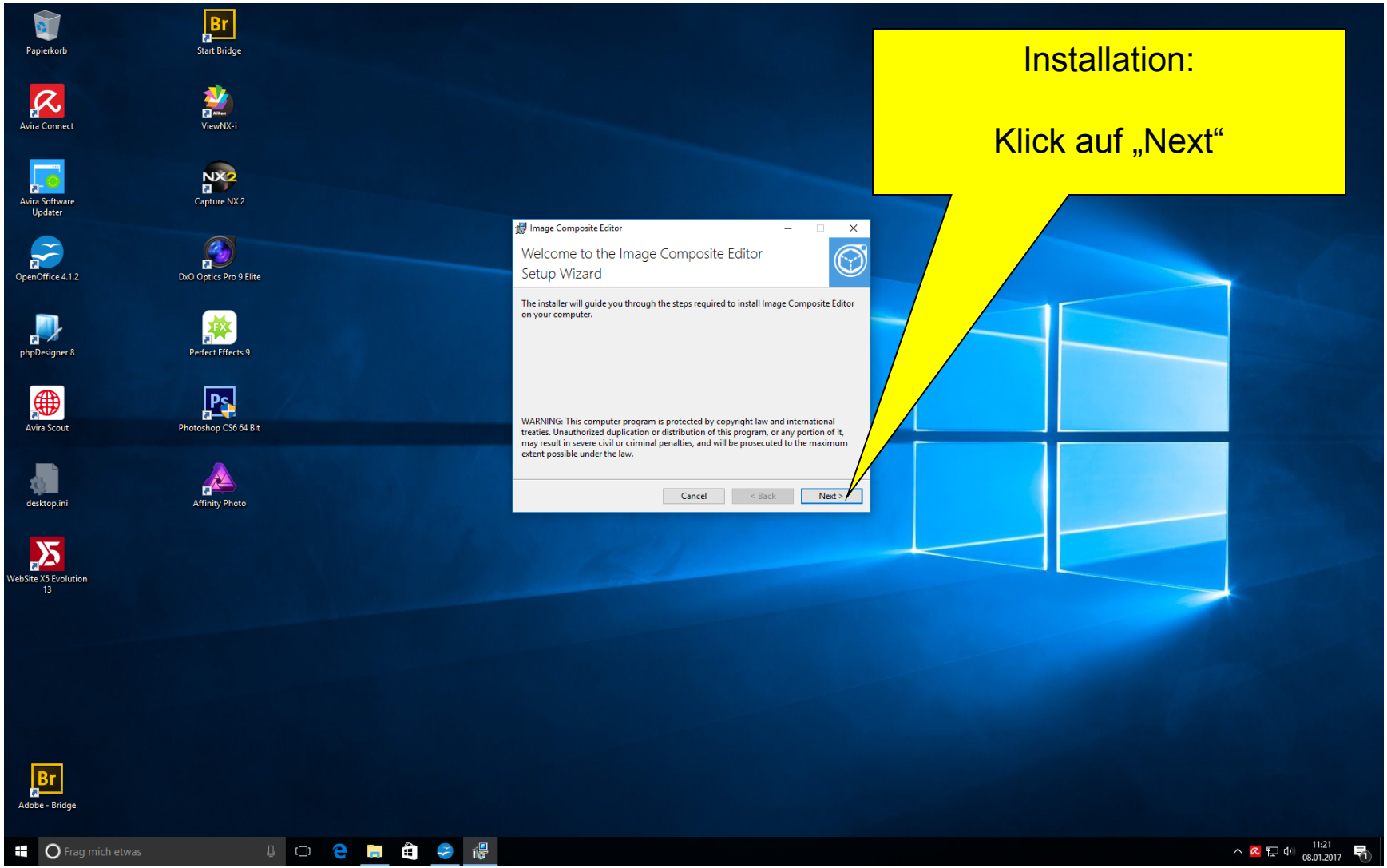
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



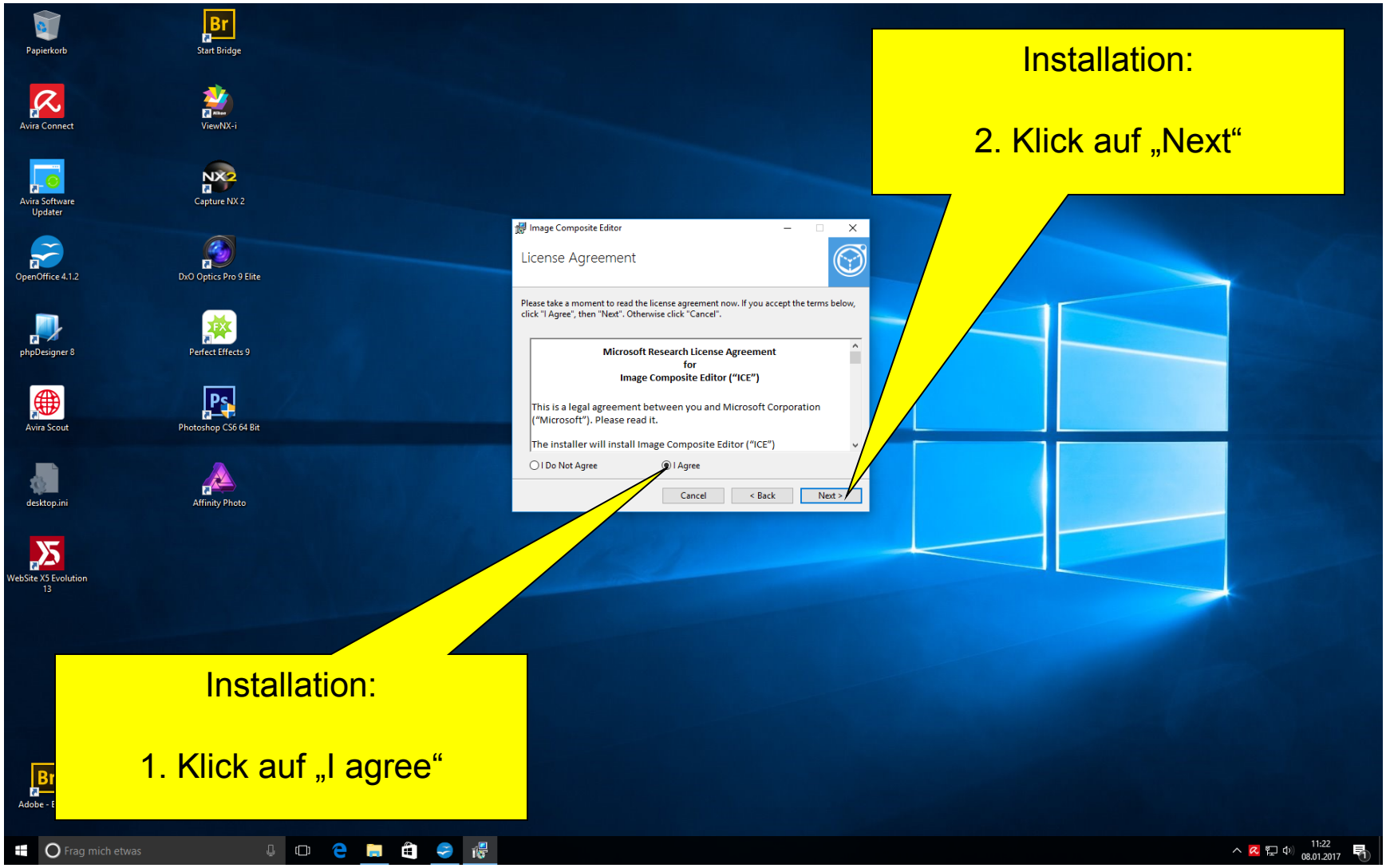
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



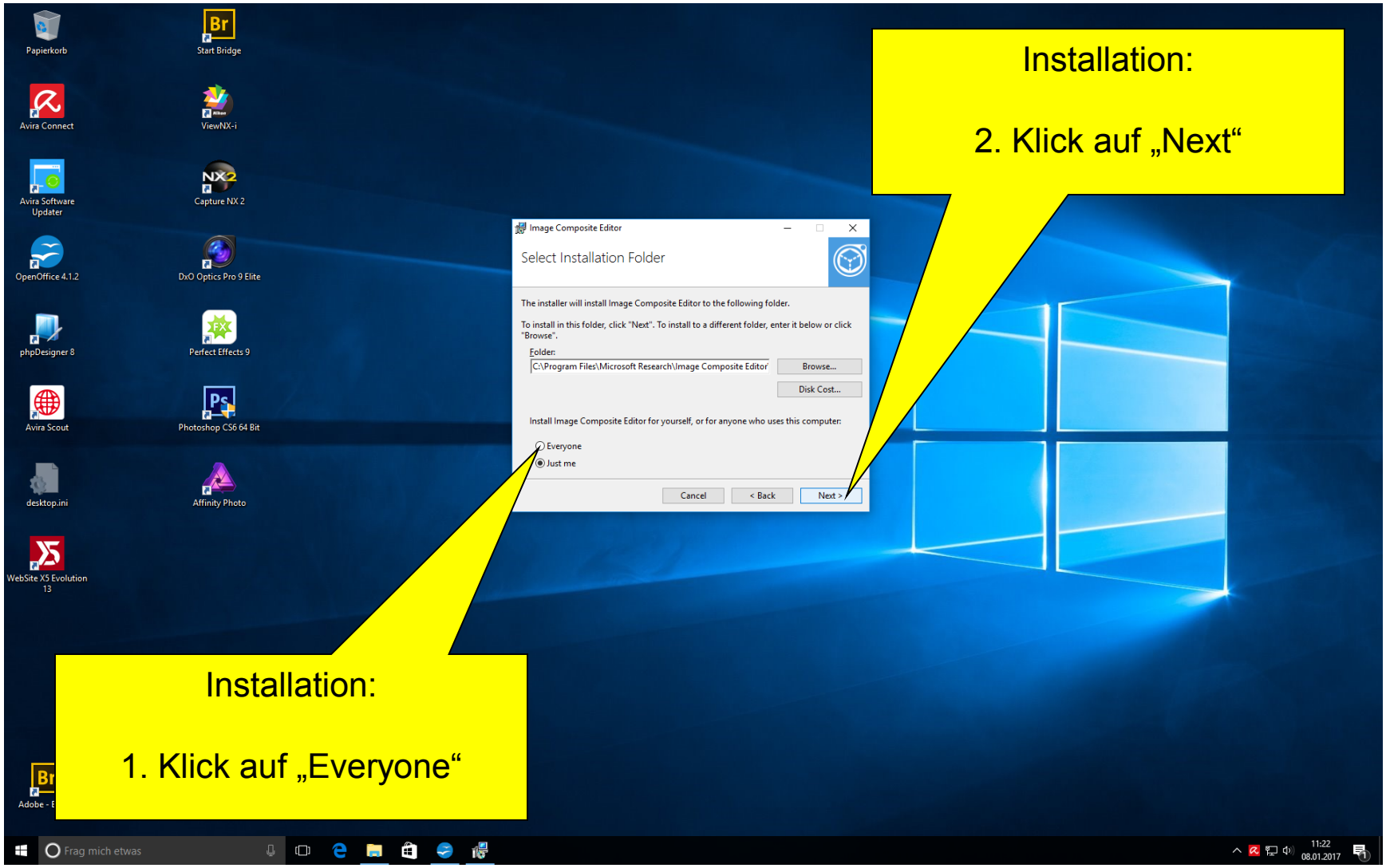
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



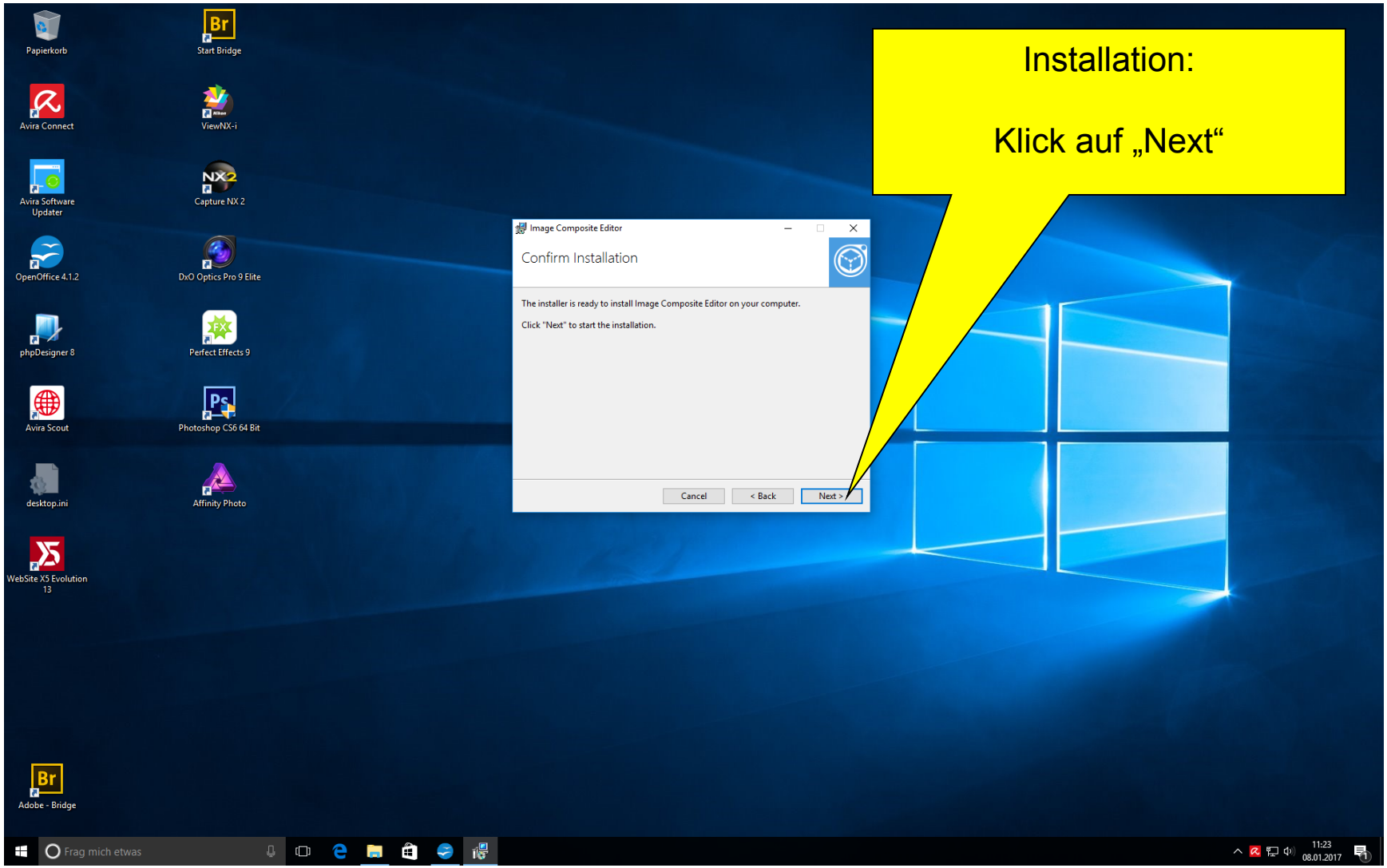
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



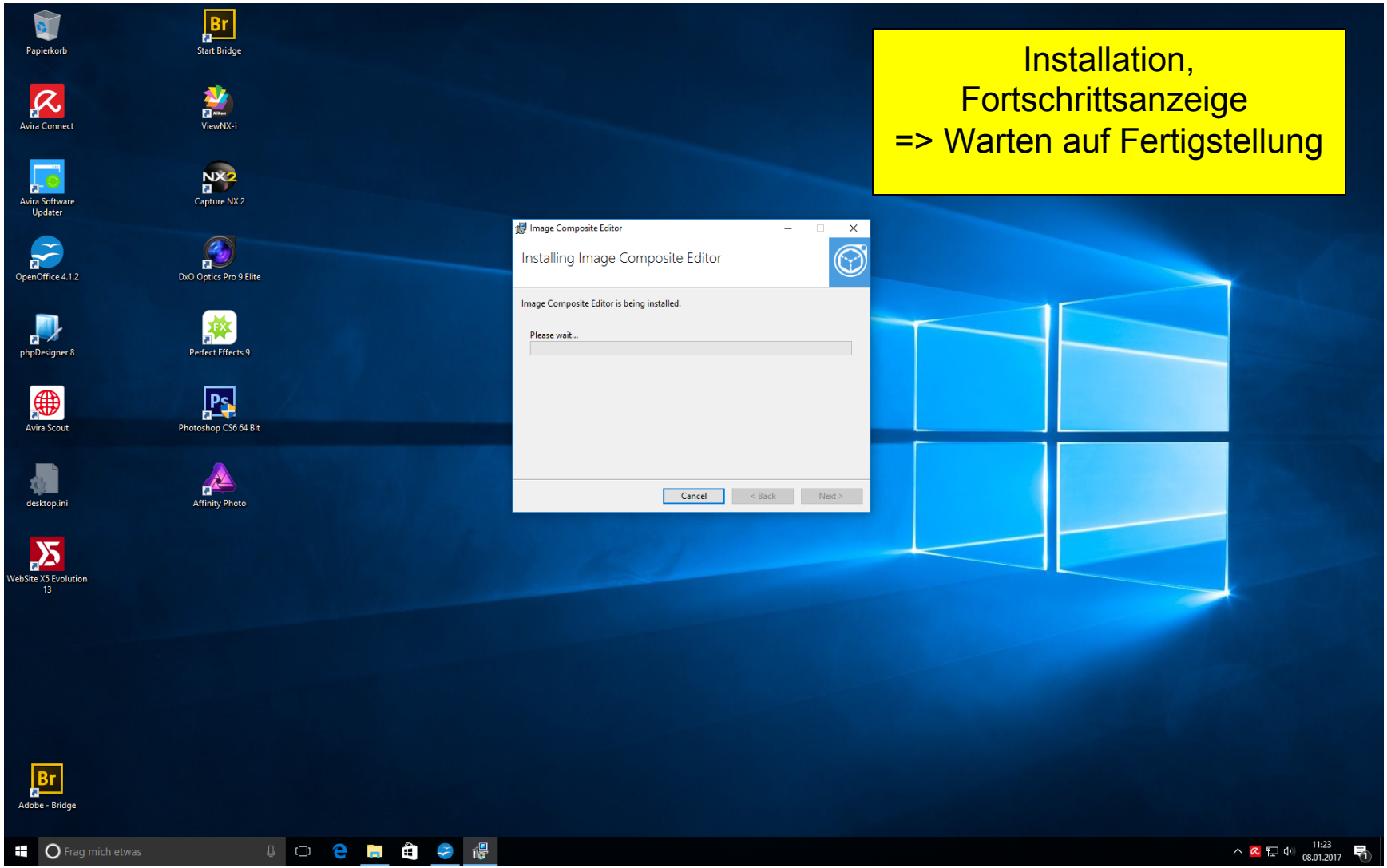
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



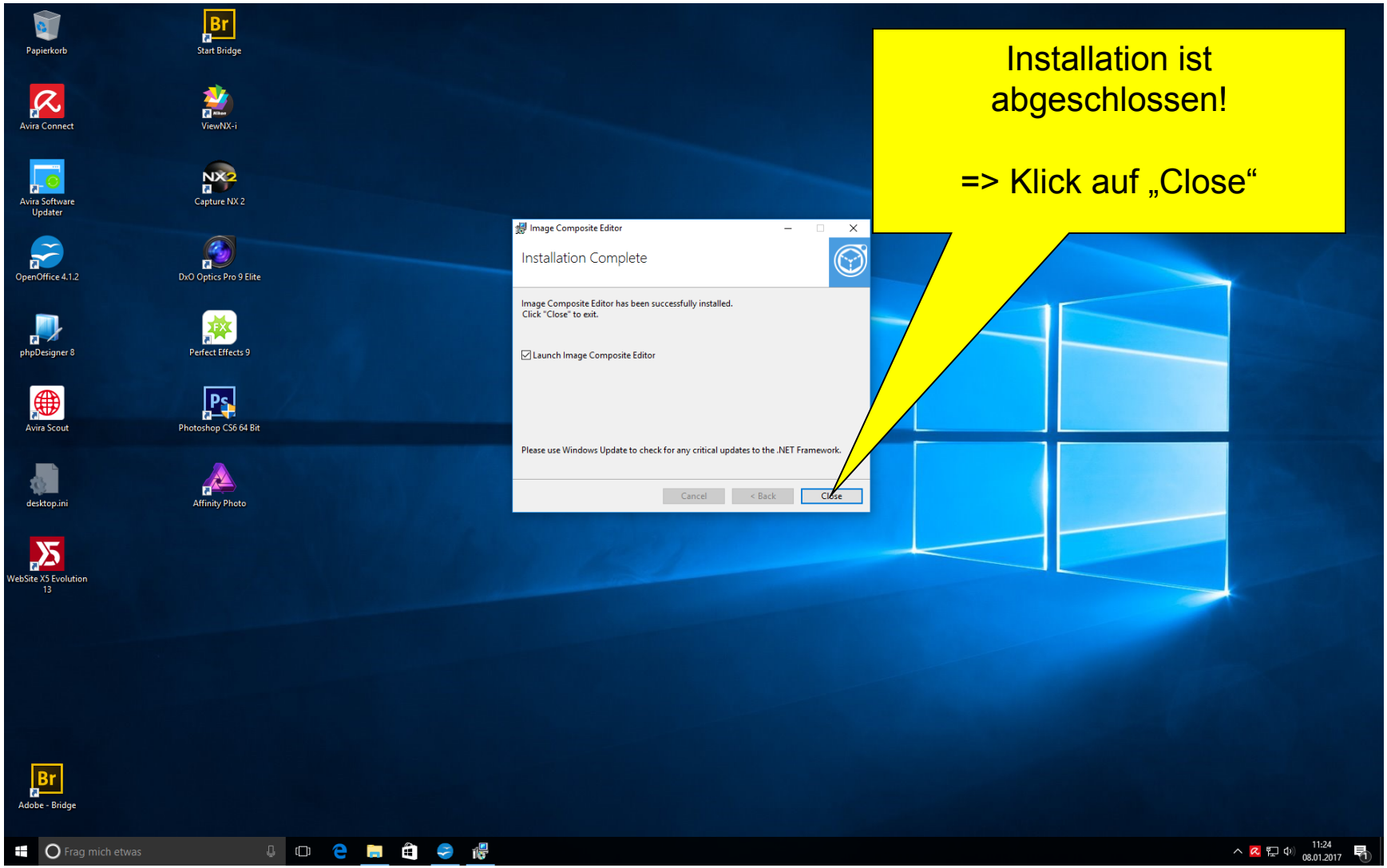
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



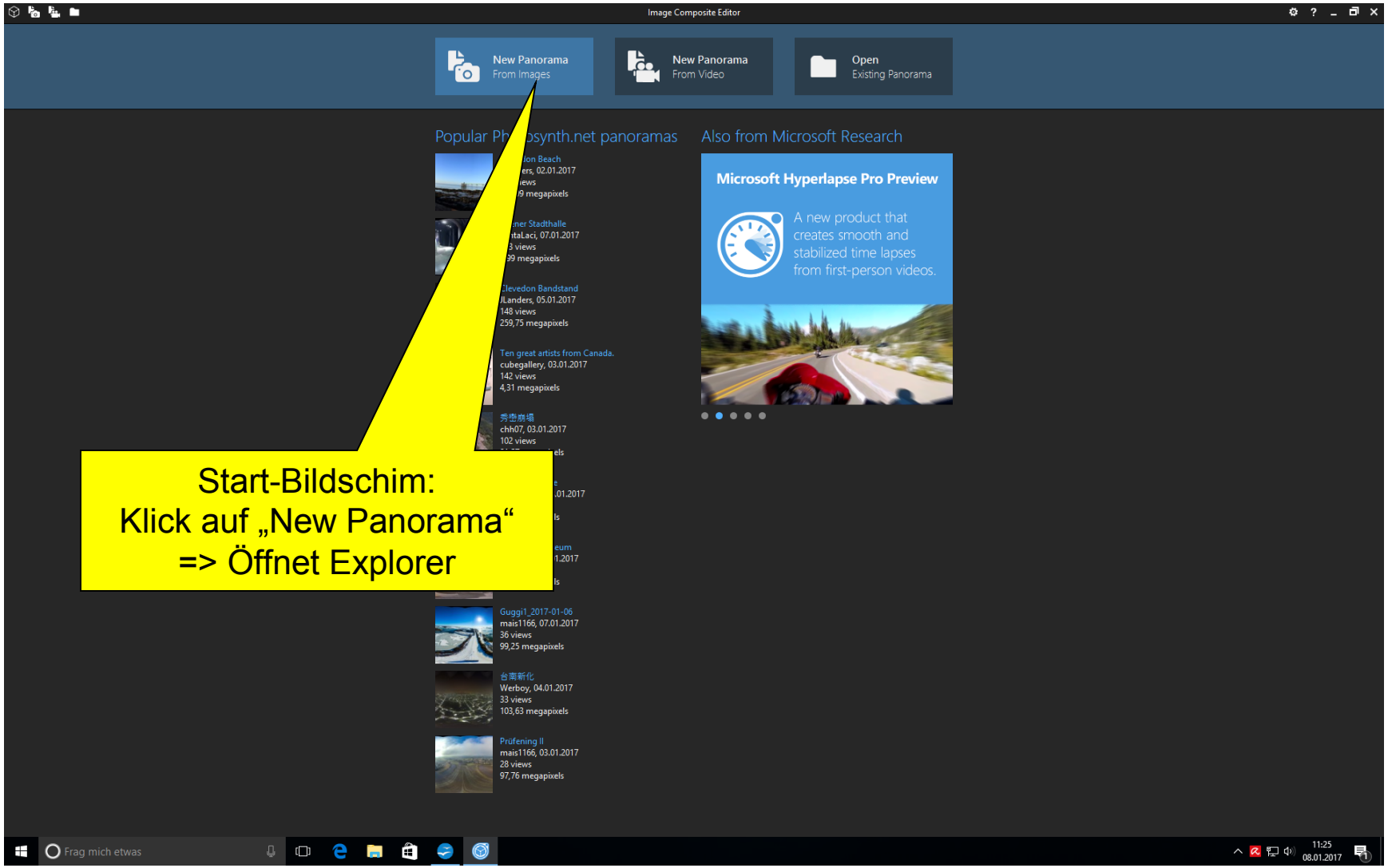
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



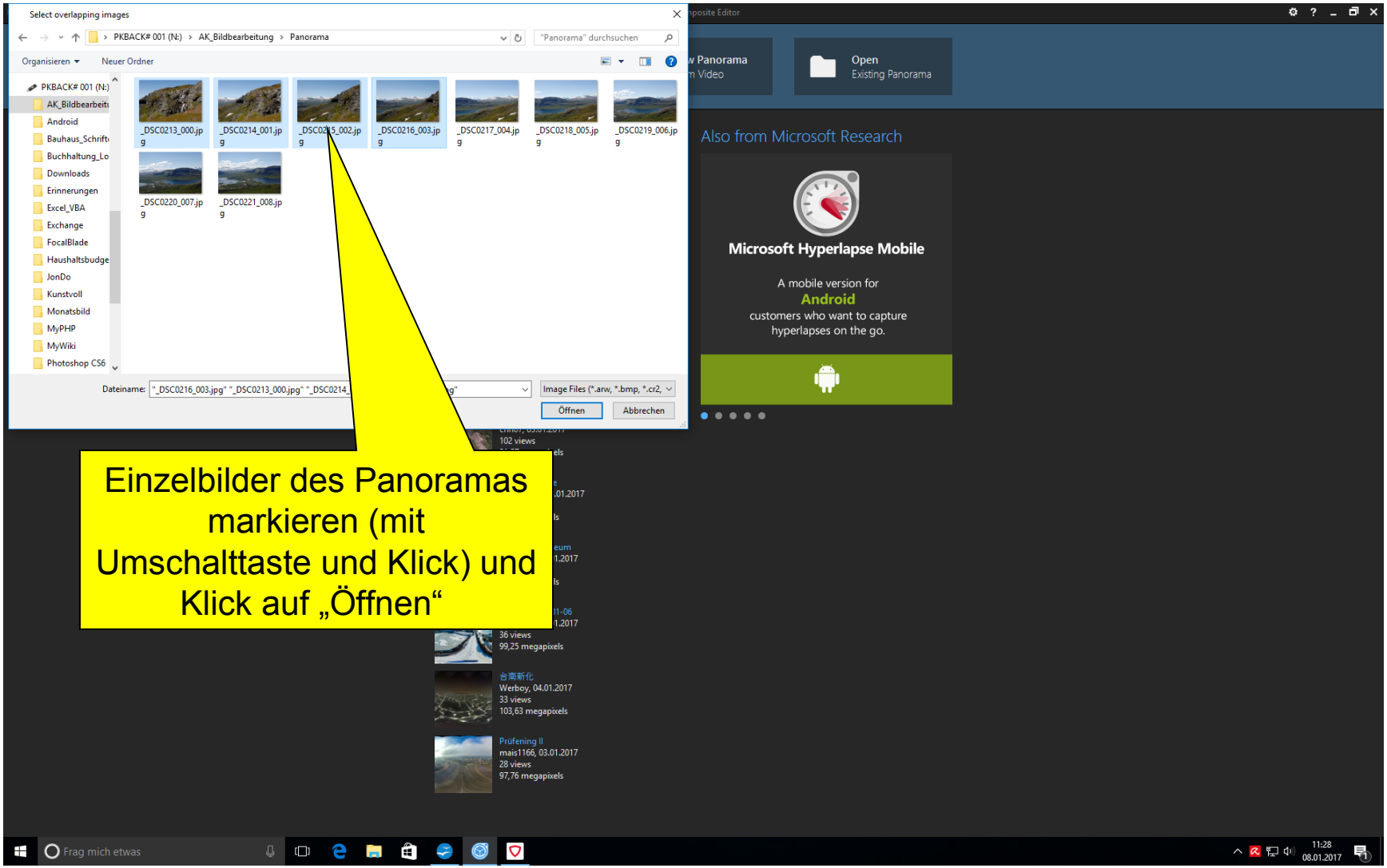
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



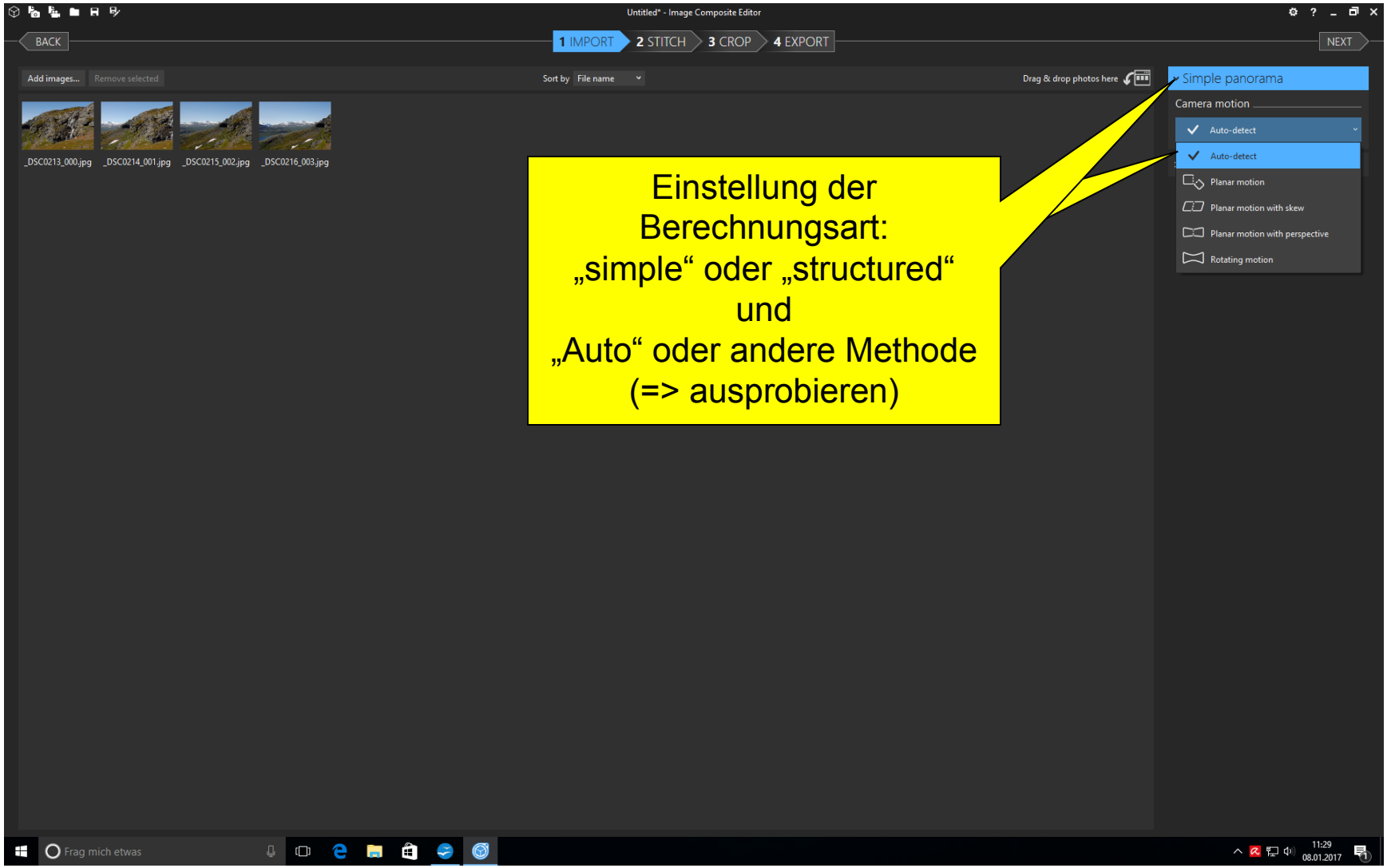
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



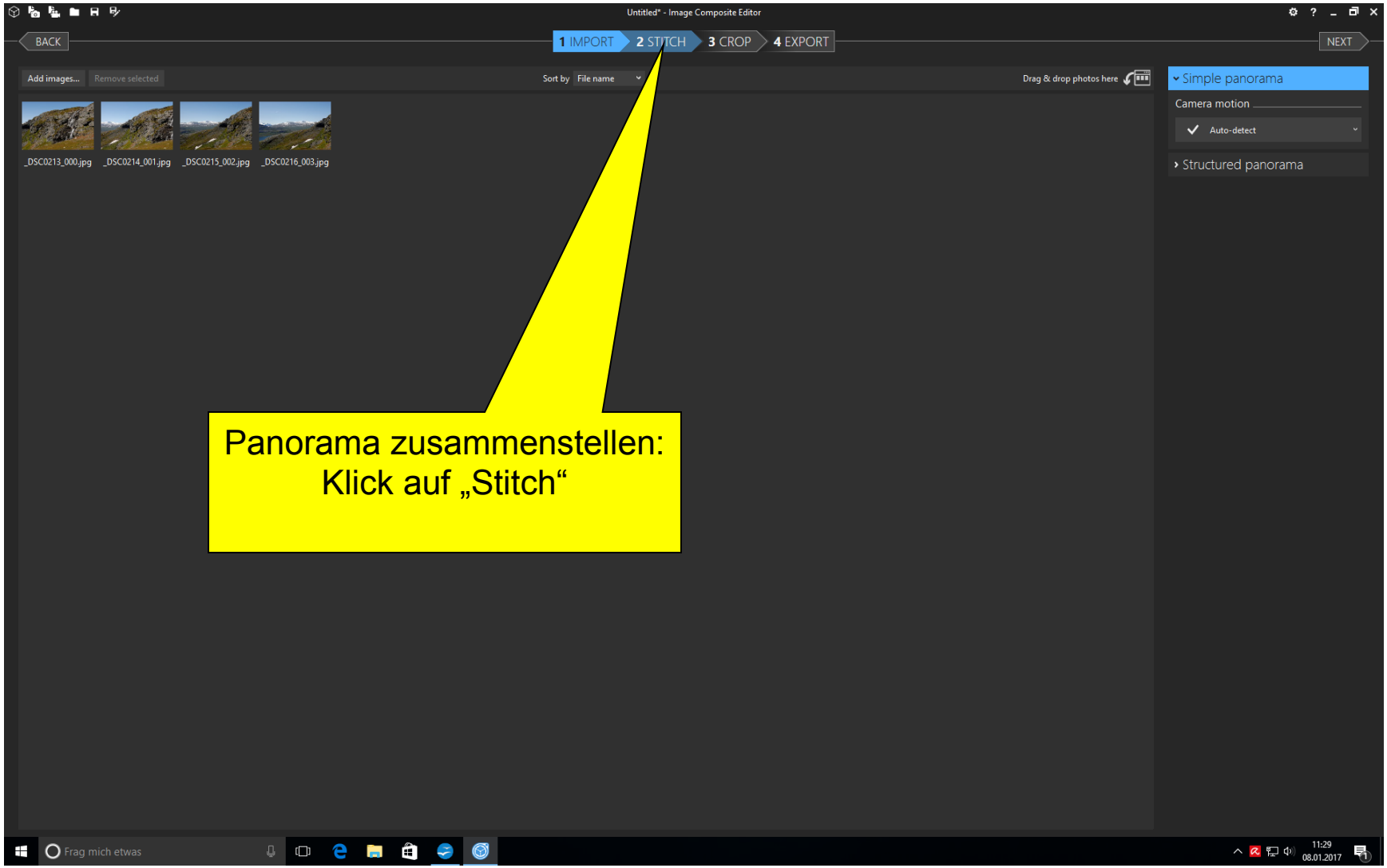
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



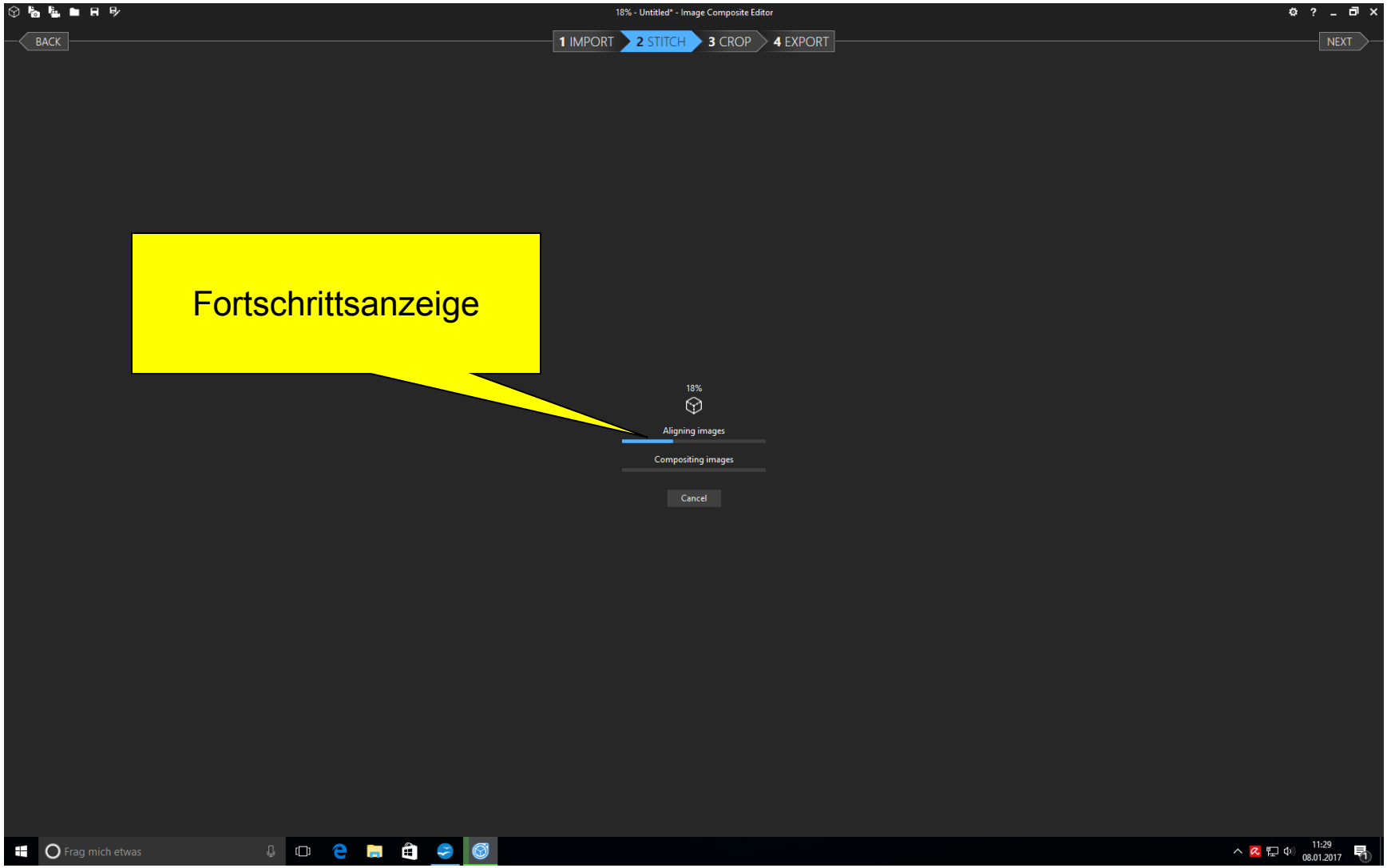
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



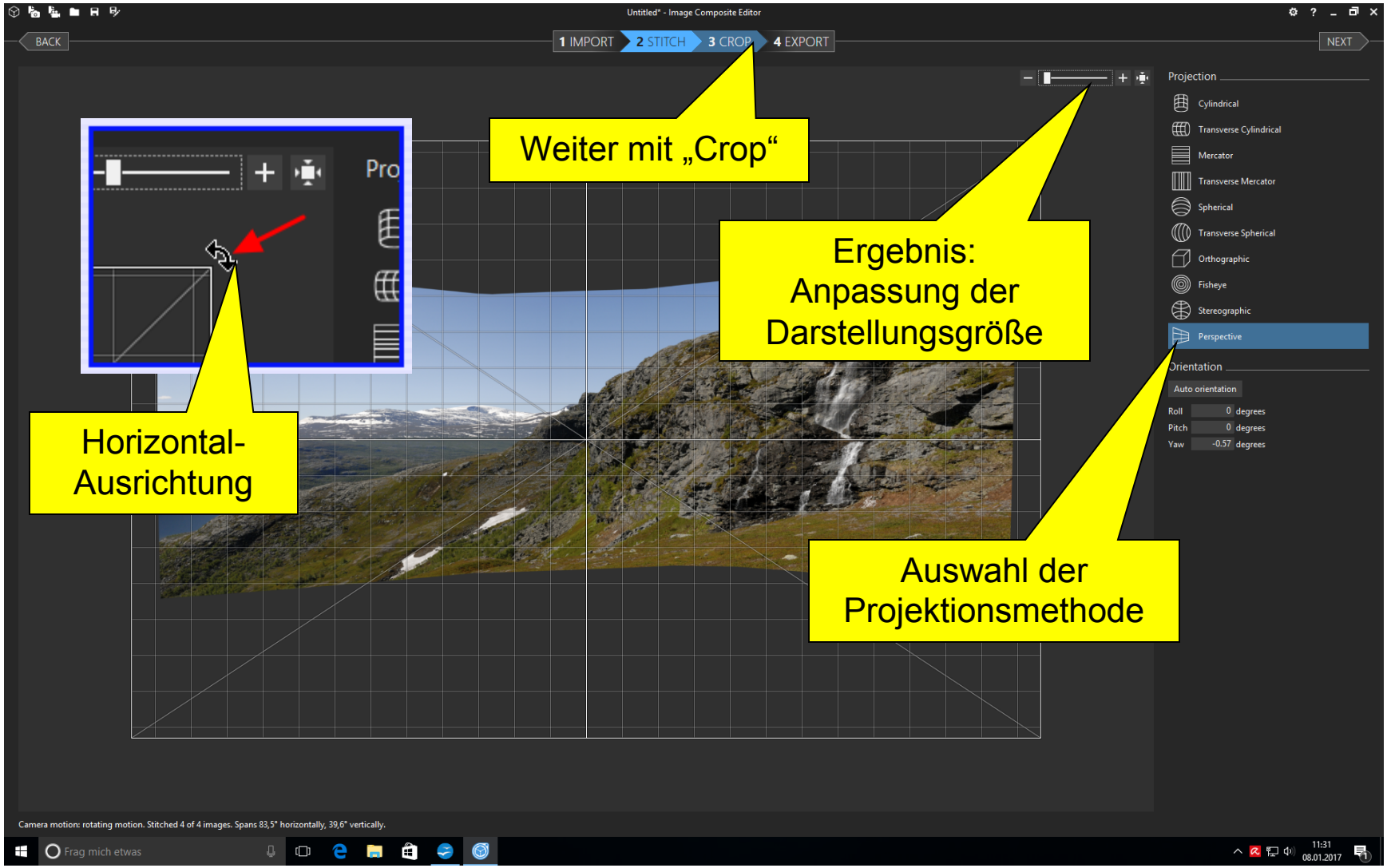
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



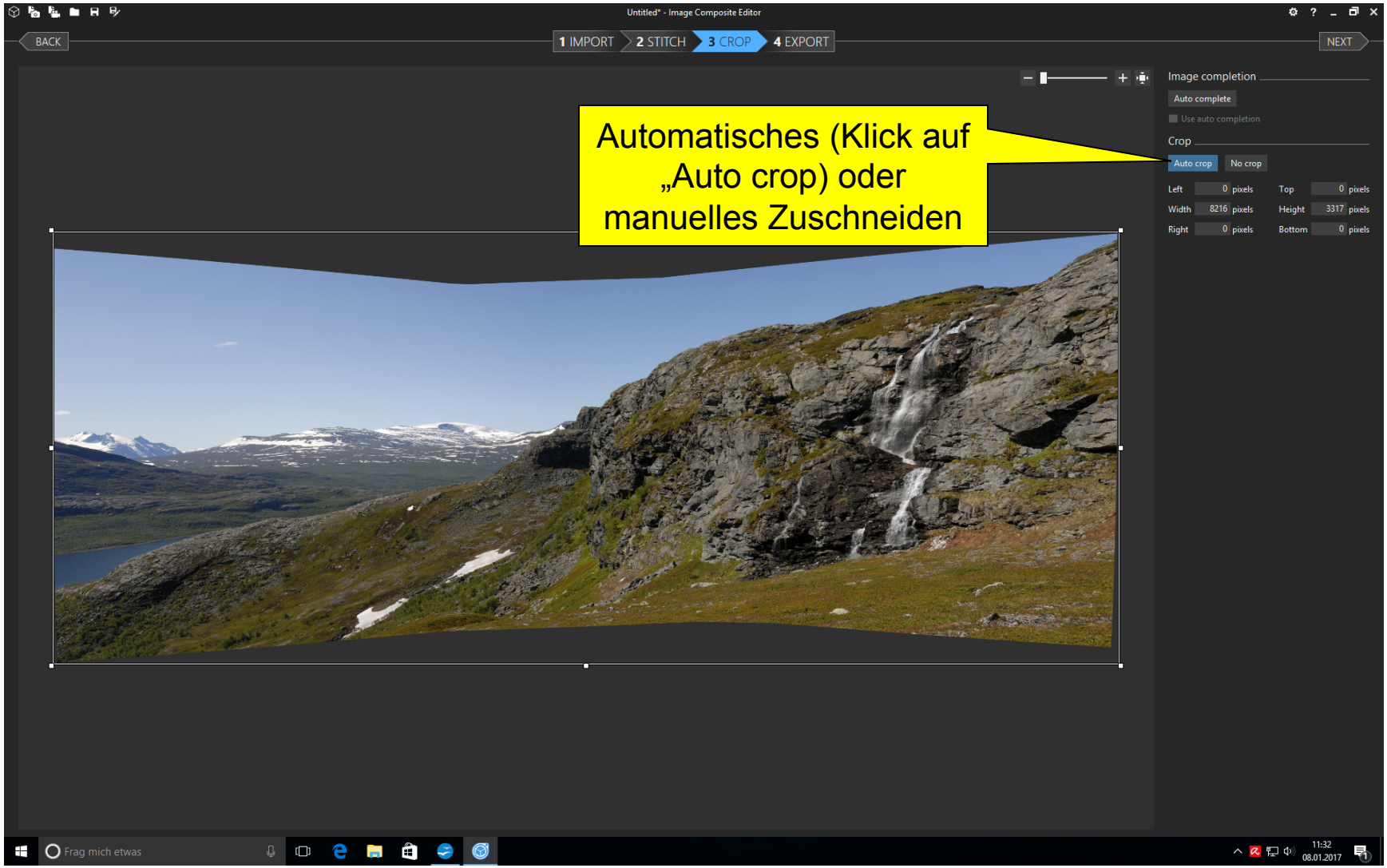
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



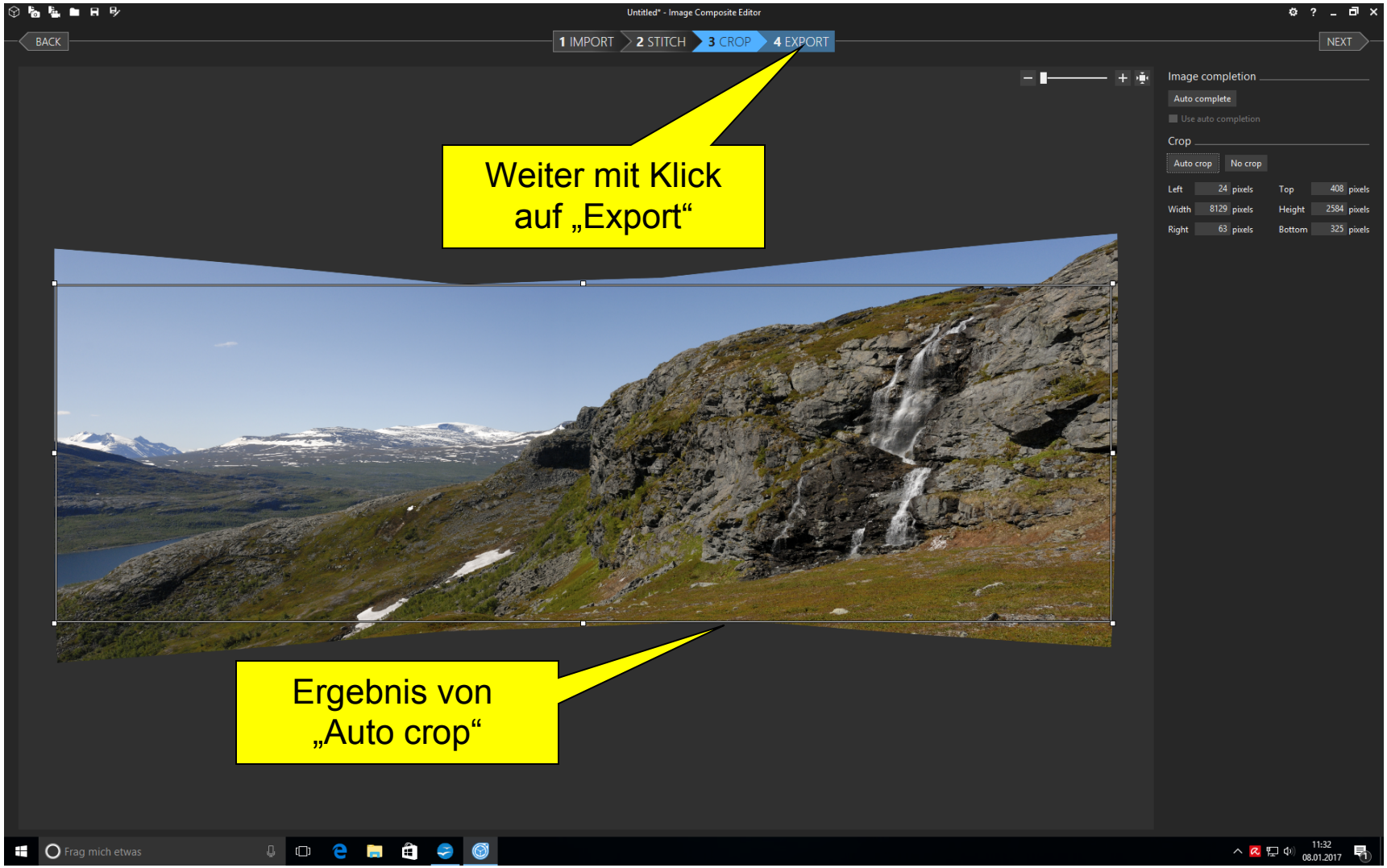
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



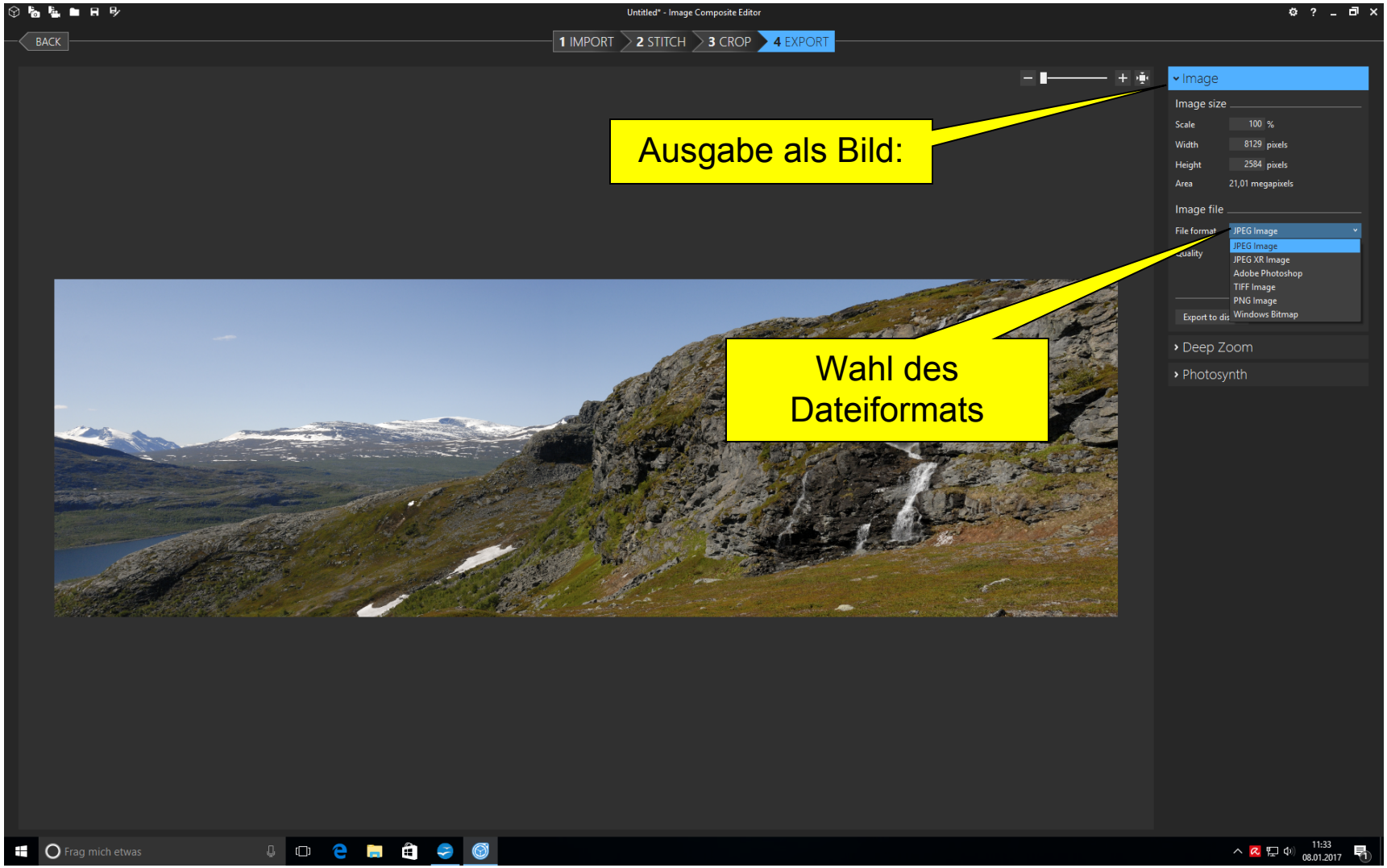
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



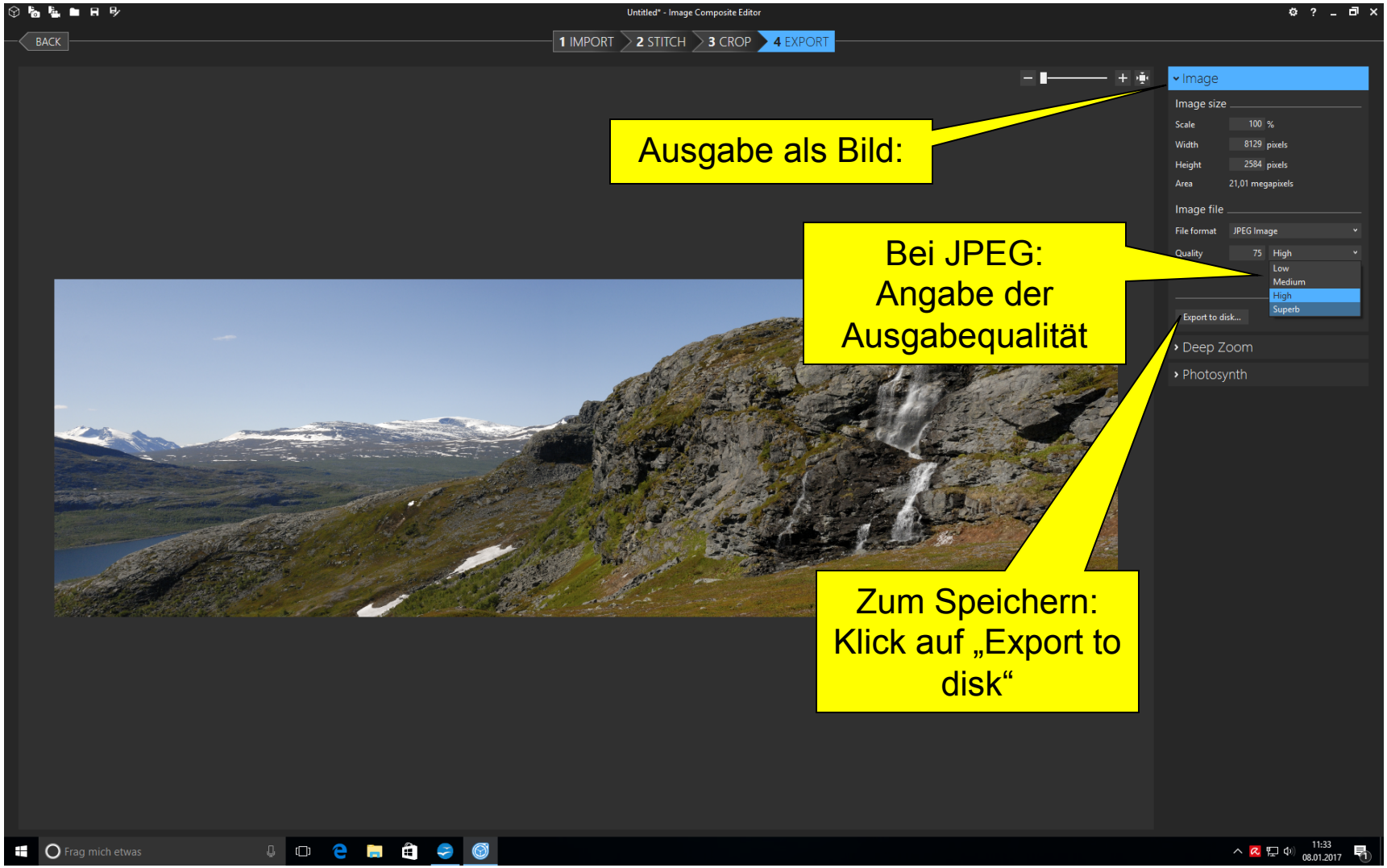
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



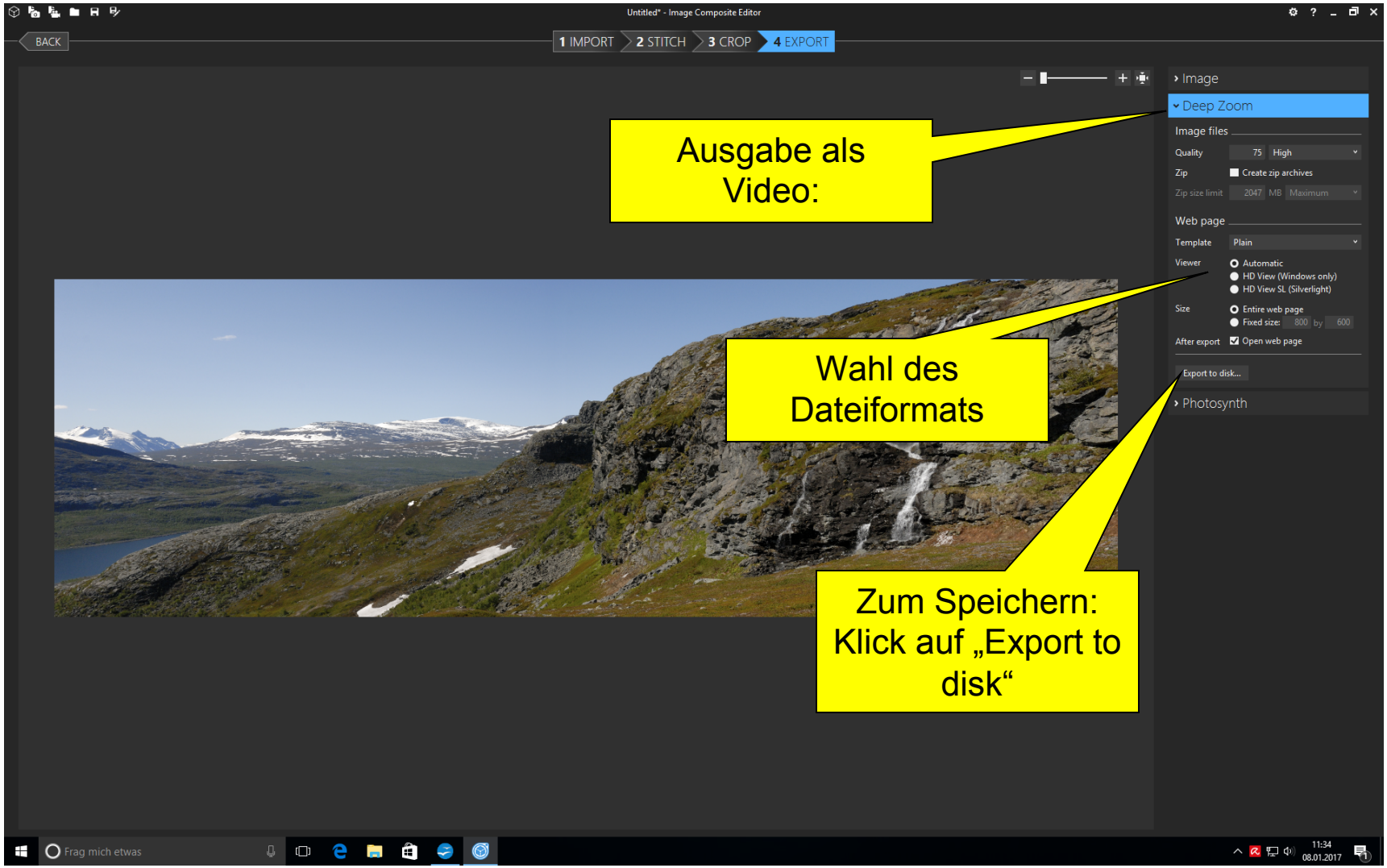
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



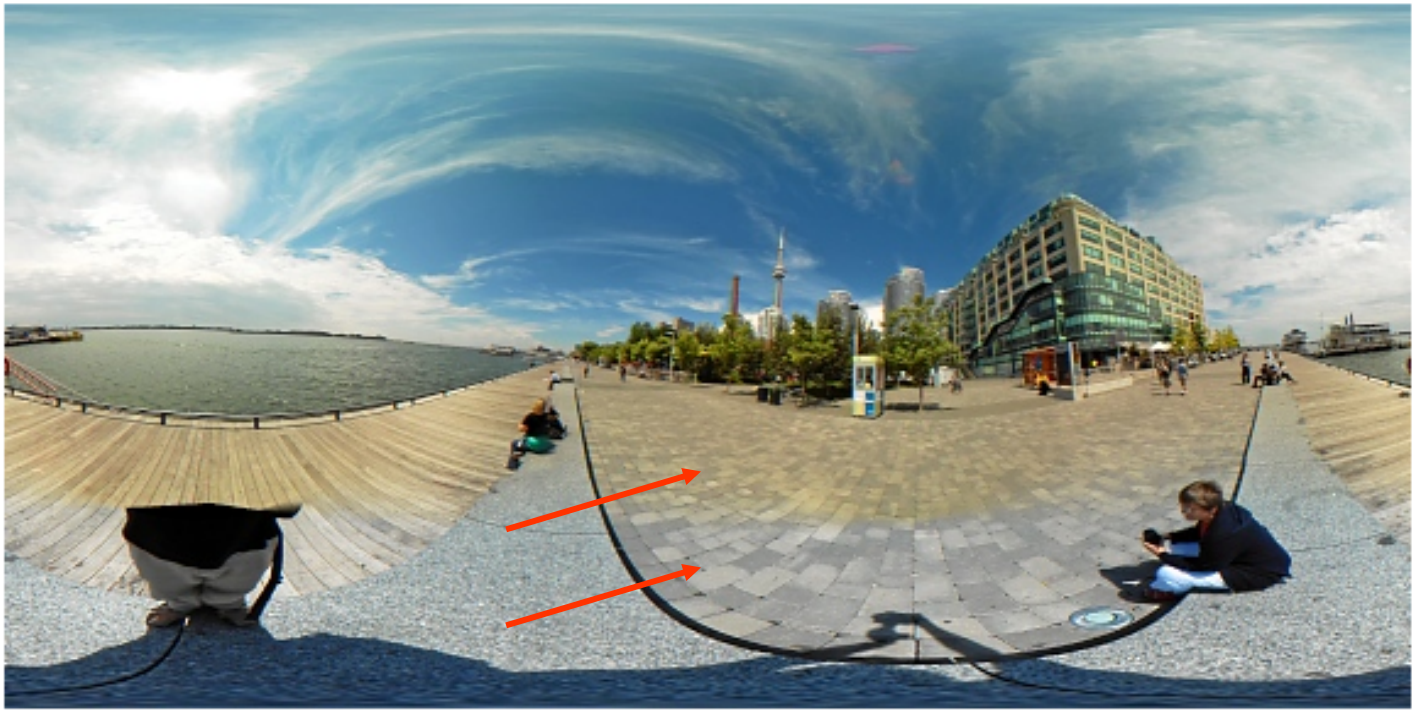
# Panoramen erstellen (mit MS ICE

## Image Composite Editor)



# Beliebte Fehler I

- Fehler (automatischer) Weißabgleich: Teilbilder haben verschiedene Weißpunkte



# Beliebte Fehler II

- **Unterschiedliche Belichtung der Teilbilder =>** ggf. manuelle Belichungs-Steuerung
- **Einzelne Teilbilder sind unscharf =>** ggf. auf Autofokus verzichten
- **Die Bildüberlappung ist zu gering =>** einige Programm benötigen mindestens 20 % Überlappung je Bildkante
- **Geisterbilder =>** Geisterbilder können immer dann entstehen, wenn sich z.B. Objekte in einem Panorama (im Bereich einer Überlappung) bewegen. (Können ggf. in der entsprechenden Ebene mit einer Maske entfernt werden).
- **Vordergrund-Objekte sind mehrfach abgebildet (Pseudo-Geisterbilder) =>** Entstehen durch falschen Nodalpunkt.

# Einige interessante Links

- http://de.wikipedia.org/wiki/Stitching#Stitch-Software

  Übersicht über Stitching-Software

- http://www.pixelrama.de/panorama/home/home-index.html

  Siehe Ausdrucke

- http://www.netzwelt.de/news/81932-software-anleitung-panoramabilder-erstellen-microsoft-ice.html

  Software-Anleitung: Panoramabilder erstellen mit Microsoft ICE

- http://wiki.panotools.org/Entrance_Pupil_Database

  Nodalpunkt-Datenbank

# Einige interessante Links

- http://www.heiliger-net.de/panphoto/hardware.htm

  Übersicht über Panorama-Hardware u.a. mit Links zu Eigenbau-Nodal-Adaptern

- http://www.fotocommunity.de/info/Nodalpunktadapter

  Links zu Nodal-Adaptern, u.a. auch Eigenbau

**Und natürlich „googlen“ zum Thema „Panorama Fotografie“**

# Ende der Einführung