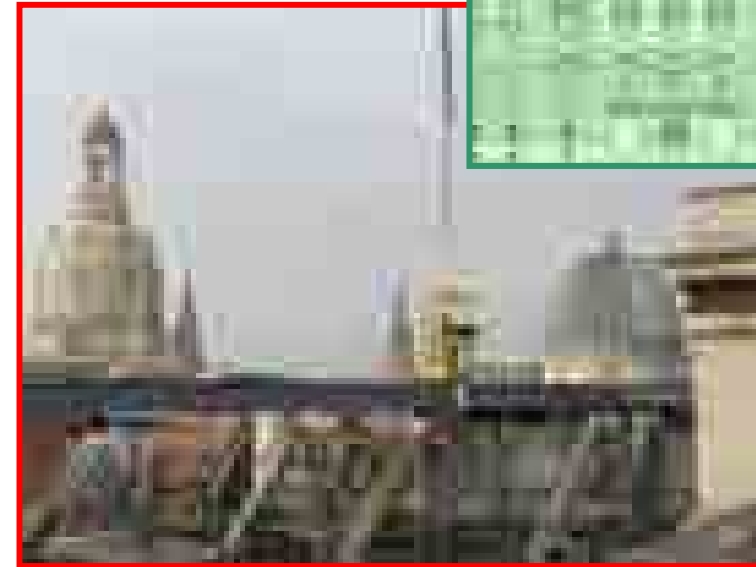




# Präzise digitale Gebäudeinnenaufnahmen für komplexen Umbau und Sanierung

## Schwerpunkte:

1. Bedarf an digitalen Gebäudedaten für Baumaßnahmen
2. Fassadenansichten und räumliche Schnitte als Standardleistungen
3. Anlass und Besonderheiten spezieller Bauwerksmessungen
4. Hoheitliche Messungen und hochgenaue Georeferenzierung
5. In-Door-Navigation, Galileo, Facility-Management und City-GML



**Horst Lilienblum**  
**Prof. Dr. sc. techn. Dr.-Ing.**  
**Vorstandsvorsitzender GDI Sachsen e.V.**

# 1. Bedarf an digitalen Gebäudedaten für Baumaßnahmen



(1) Justizzentrum Lothringer Straße

(2) Polizeidiensstellen Schießgasse

>> Komplettaufnahme | Lage und Höhe | innen und außen | Fassadenaufnahme

>> Gebäudeinnenaufnahmen von jeweils ca. 33 00 m<sup>2</sup> nutzbarer Gebäudefläche

>> ca. 800 m Fassadenaufnahmen, Höhe 25 m, Straßenansichten und Innenhöfe

>> ingenieurgeodätische Betreuung von Abriß und Teilneubau

(3) Ministerialgebäude Carolaplatz

>> gesonderte Betrachtung

(4) Staatsschauspiel Kleines Haus Glacisstraße

>> Details folgen

*Justizzentrum Lothringer Straße*

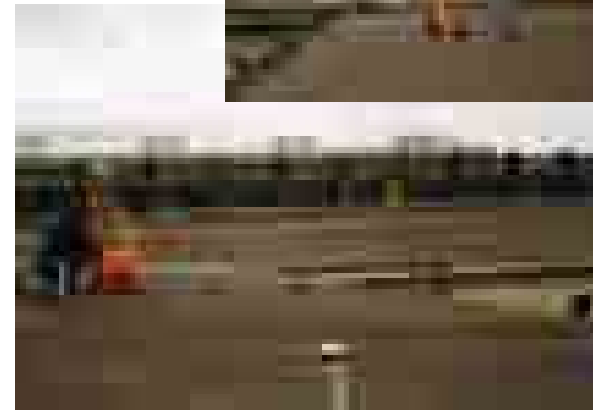
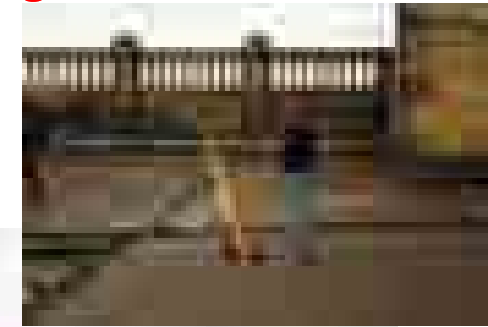


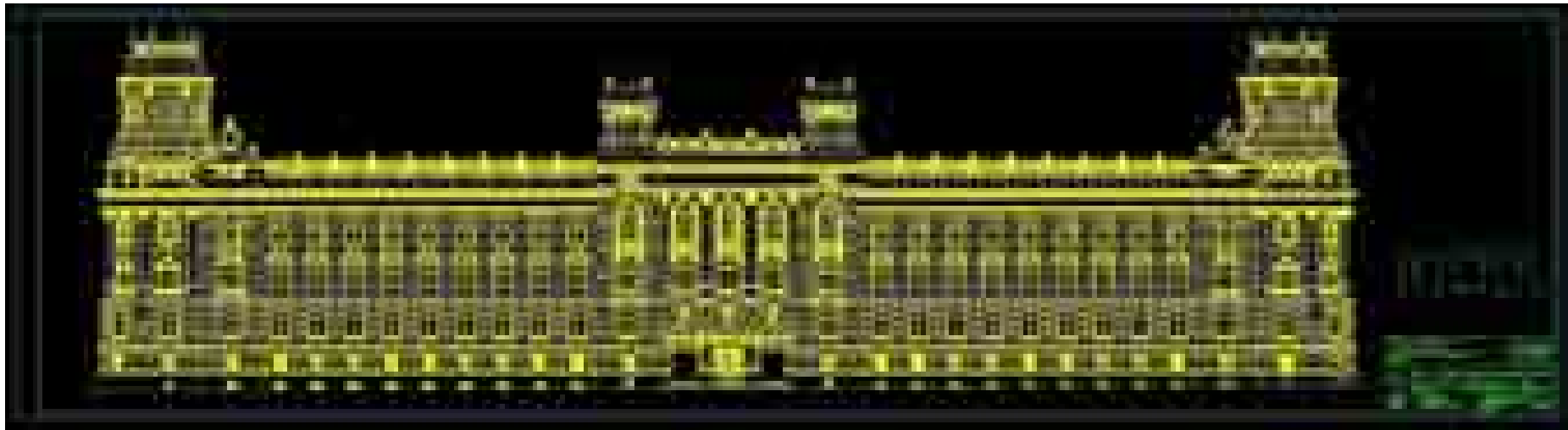
*Polizeidiensstellen Schießgasse*

# Komplexe Digitalaufnahmen und Bauwerksmessungen

## (1) Justizzentrum

- satellitengestützte Georeferenzierung mit GPS
- Anschluss an Landes -Systeme (RD 83 | DHHN)
- Gebäudebezogene Festpunkte für Lage und Höhe
- Genauigkeit 3D-Punktlage +/- 1 - 3 mm (Festpunkte)
- vermessungstechnisches Aufmaß Gebäudekomplex
- Genauigkeit für Objektpunkte +/- 1- 2 cm
- Photogrammetrische Fassadenaufnahmen für Sanierung der Sandsteinflächen - Denkmalschutz
- Baubegleitung für Grundsanierung und Dachgeschossneubau





## **(2) Polizeidiensstellen**

- **Katastervermessung und Abmarkung,**
  - **Erstellung baurechtlicher Grundlagen**
  - **Schaffung hochgenauer Netzgrundlagen in allen Ebenen des Gebäudes**
  - **Anschluss an Landesnetz und lokalen Koordinatenrahmen**
  - **Einsatz von Laserscannern für Fassade und 3D-Innenraum-Modellierung**
  - **digitale Gebäudeinnenaufnahmen und Fassadenabwicklung mit Innenhöfen**
  - **Baubegleitung für Abriss, Teilneubau und Gebäudeschlussvermessung**
- >> **Denkmalgeschütztes Gebäude**
  - >> **Alter: über einhundert Jahre**
  - >> **komplexe Aufnahme**
  - >> **Grundlage für Projektierung**
  - >> **Entscheidungshilfe für Teilabriss JVA und Anbauten der 70er Jahre**
  - >> **Komplettsanierung**
  - >> **Neubau für Gebäudeteile JVA**
  - >> **Grenzwiederherstellung für Bau und Verkauf großer Abrissflächen des Altneubaus ohne Denkmalschutz**

### **(3) Ministerialgebäude, Carolaplatz (MGC)**

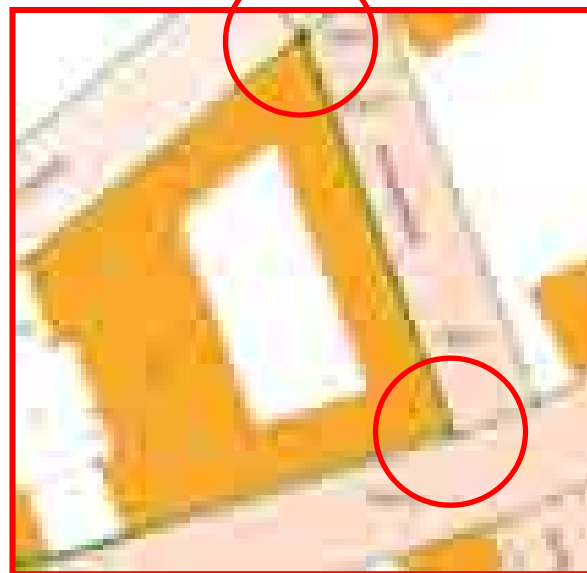


**Mindestabstand  
Hochhaus- MGC**

**Geforderte  
Straßenbreite  
20 m (lichte Weite)**



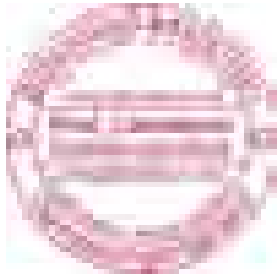
- **Sicherstellung des notwendigen Baugrundstücks**
- **Untersuchung baurechtlicher Besonderheiten**
- **hoheitliche Messung >> Anpassung Bau-Projekt**
- **Gebäudeform widerspricht Baugrundstück**
- **gemäß Auslobung >> Aufnahme Gebäudeflucht der Staatskanzlei zum Carolaplatz**
- **Ostseite >> Straßenbegrenzung Archivstraße**
- **Mittelachse Staatskanzlei >> Gebäudeachse MGC**
- **lichte Weite Wiegardstraße mindestens 20 m**
- **Berücksichtigung katastertechnischer Details**
- **Besonderheit >> Überbauung im Sockelbereich**
- **Verschiebung des MGC nach Nord**
- **Grunderwerb Wilhelm-Buck-Straße / Archivstraße**
- **Baubegleitung, Kontrollen, Bestandsmessung**



**Zusätzlicher  
Grunderwerb:**

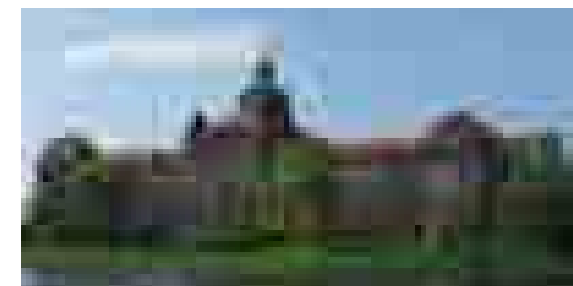
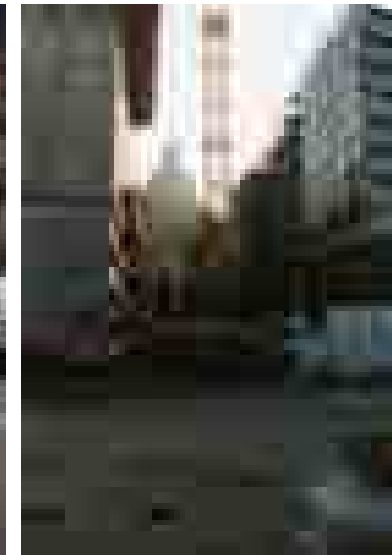
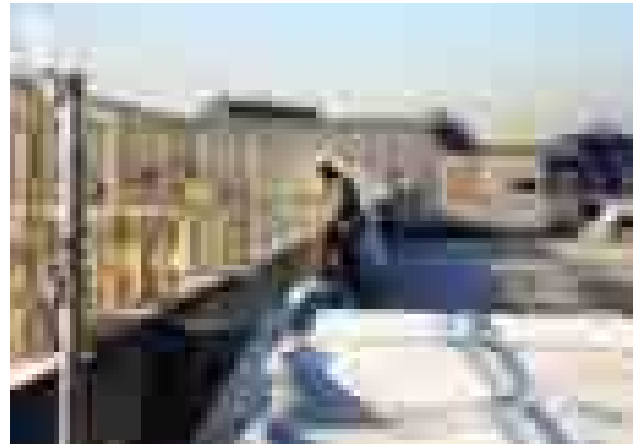
**innerstädtischer  
Bereich ca. 8 T € / m<sup>2</sup>**

- **Gebäudeflächen  
Archivstraße  
Wilhelm-Buck-Straße**
- **Mindestbreite  
Wiegardstraße**



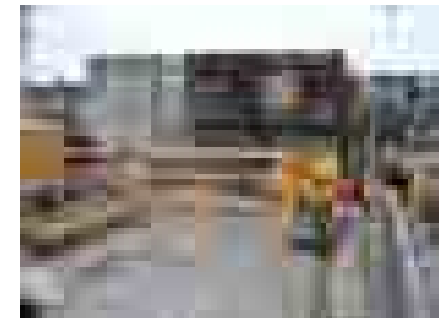
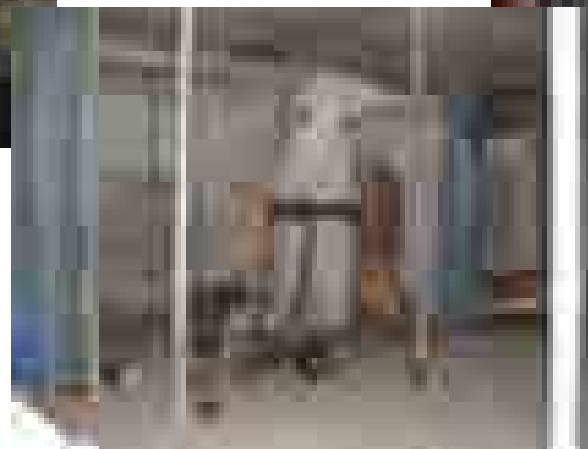
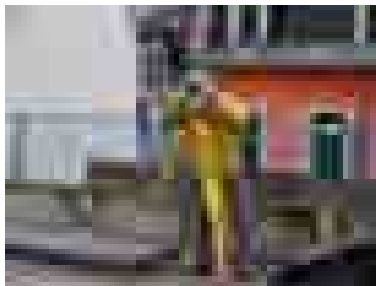
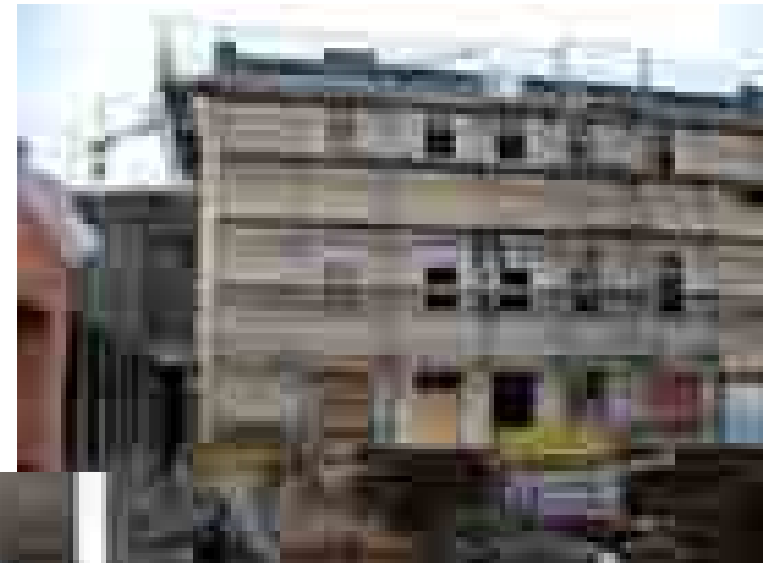
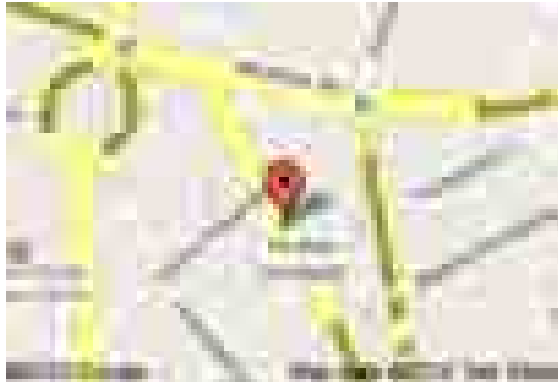
## **MGC**

- Erfassung geometrischer Vorgaben
- Giebflecht , Mittelachse Staatskanzlei
- Aufmaß Umring Staatskanzlei
- punktweise Bildung der Symmetrieachse
- Bestimmung Lage , Gebäudeform MGC

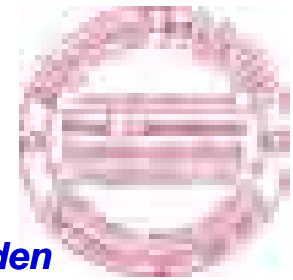


#### **(4) Staatsschauspiel Kleines Haus**

- **Bestandserfassung**
- **Umbau und komplexe Sanierung**
- **notwendiger Teilabriss und Teilneubau**
- **Ermittlung von Abstandsflächen**
- **Verlust Bestandsschutz nach Abriss**
- **Grenzwiederherstellung**
- **Lageplan zum Bauantrag**



# Ingenieurgeodätische Gebäudemessung hoher Präzision



## (5) Zwinger

- Glockenspielpavillon - mm-Genauigkeitene
- Fahrstuhlbau, Aufmaß für Zuschnitt Marmorfußboden

## (6) Schloss

- Ursache Rissbildung, Gebäudebrücke-Taschenbergpalais
- Deformationsmessungen innen und außen

## (7) Semperoper

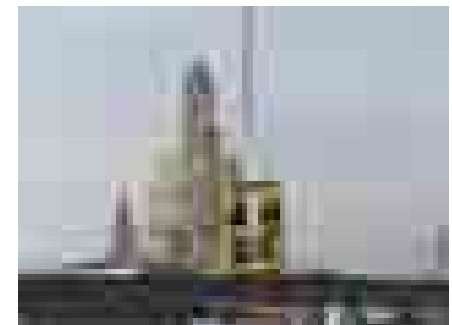
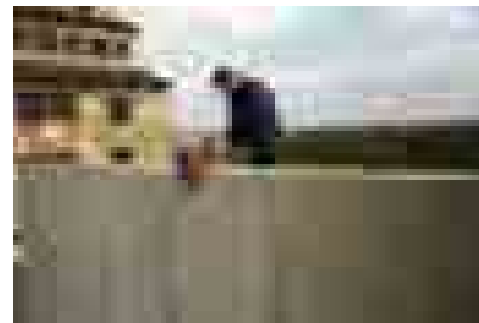
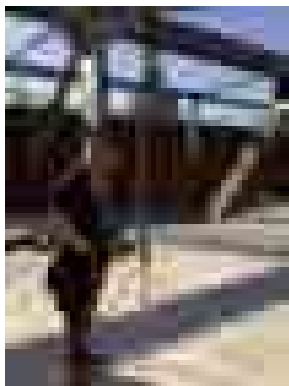
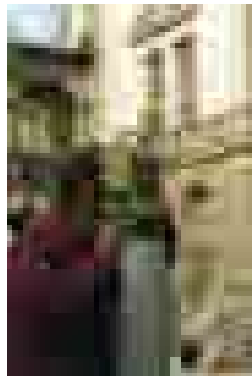
- Erweiterung Orchestergraben, Präzisionsaufmaß Bestand
- Absteckung Verschalung Bogenmauer vor Teilabriss

## (8) Landtag

- Gutachtermessung >> Betonwand nicht lotrecht
- Fertigteile >> Stahl-Glas-Aufzug nicht passgenau
- Klärung Sachverhalt >> Abweisung von Regressforderungen

## (9) Albertinum

- Einbau 75-m-Stahlbrücke "Arche" über Innenhof
- Schaffung von Raumkapazität für Bildarchiv und Werkstatt
- Präzisionsmessungen für Baustatik und Fahrstuhlbau



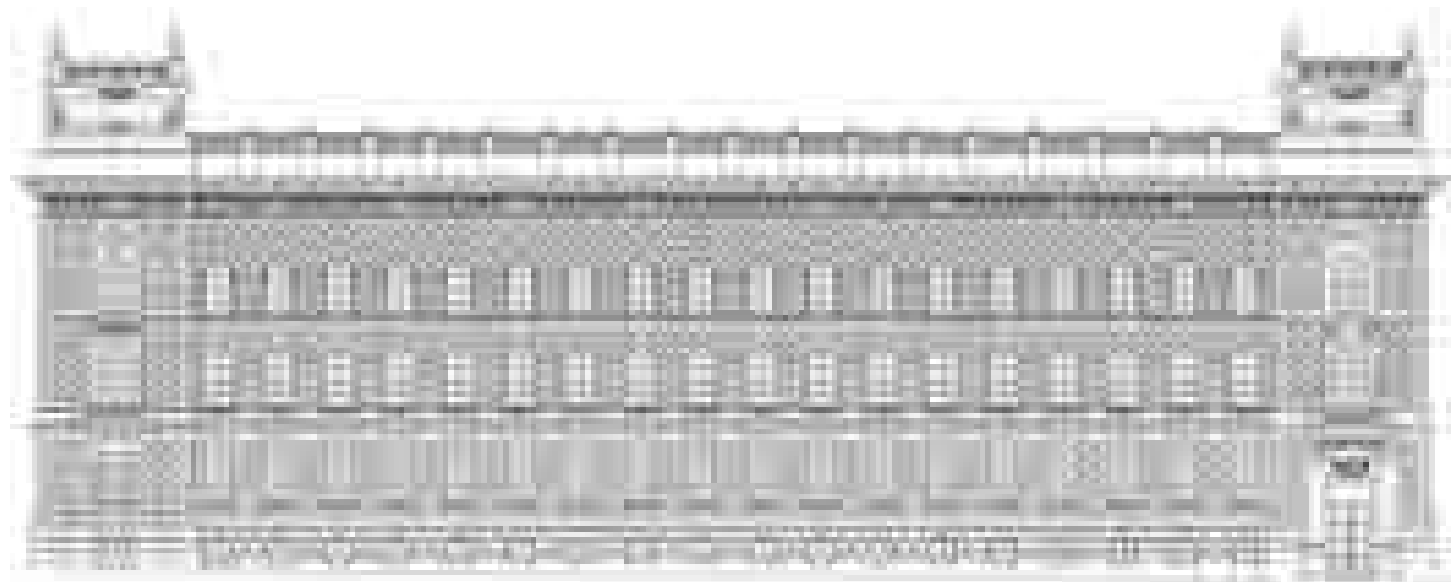
## Komplett- und Teilaufnahmen öffentlicher Gebäude

- (1) Justizzentrum
- (2) Polizei
- (3) MGC
- (4) Kleines Haus
- (5) Zwinger
- (6) Schloss
- (7) Oper
- (8) Landtag
- (9) Albertinum

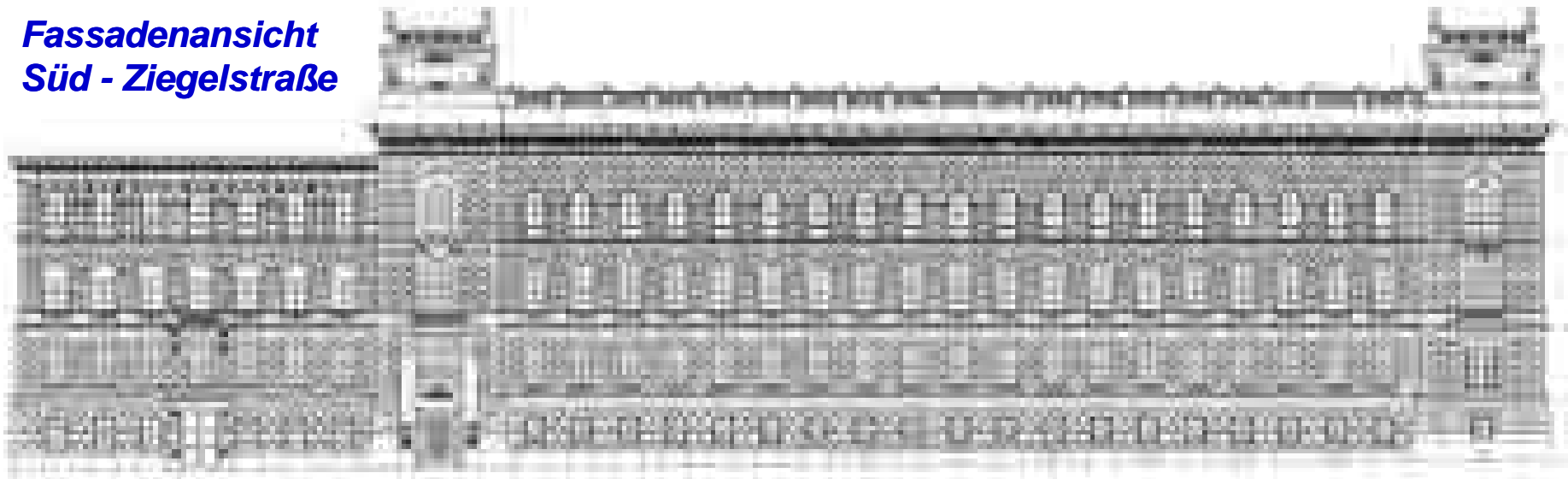


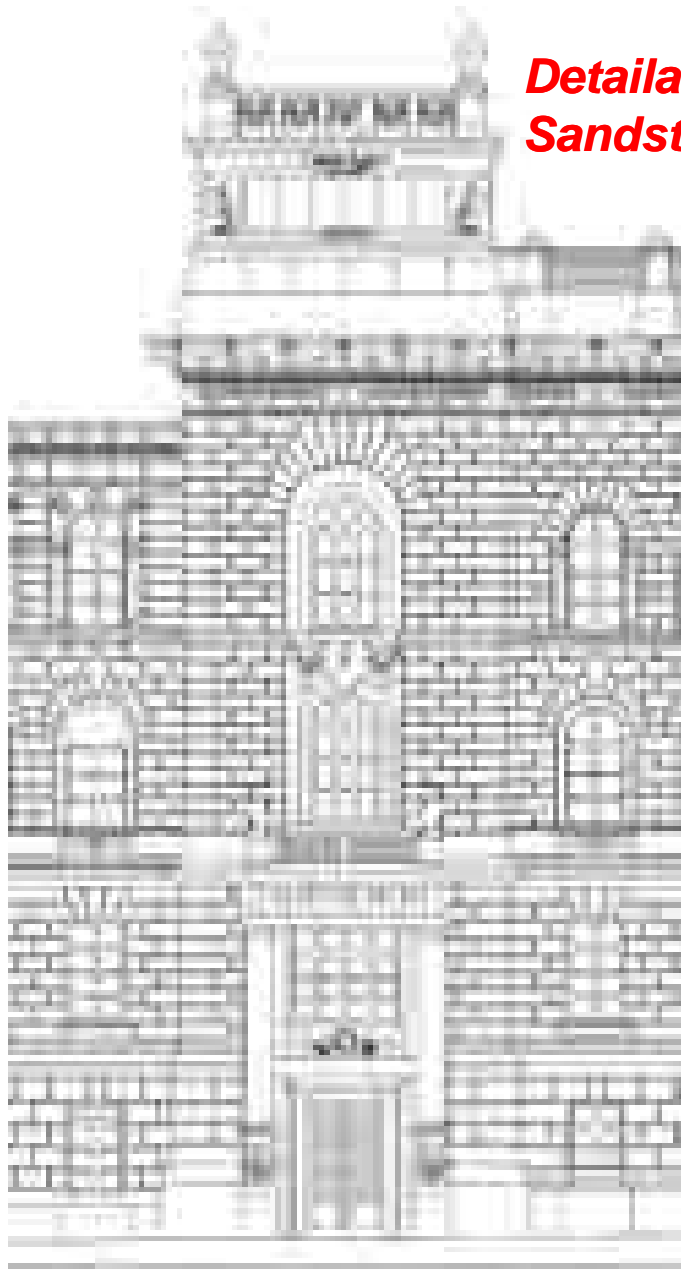
## **2. Fassadenansichten und räumliche Schnitte als Standardleistungen**

**Justizzentrum  
Fassadenansicht  
Florian-Geyer-Str.  
Nord-Flügel**

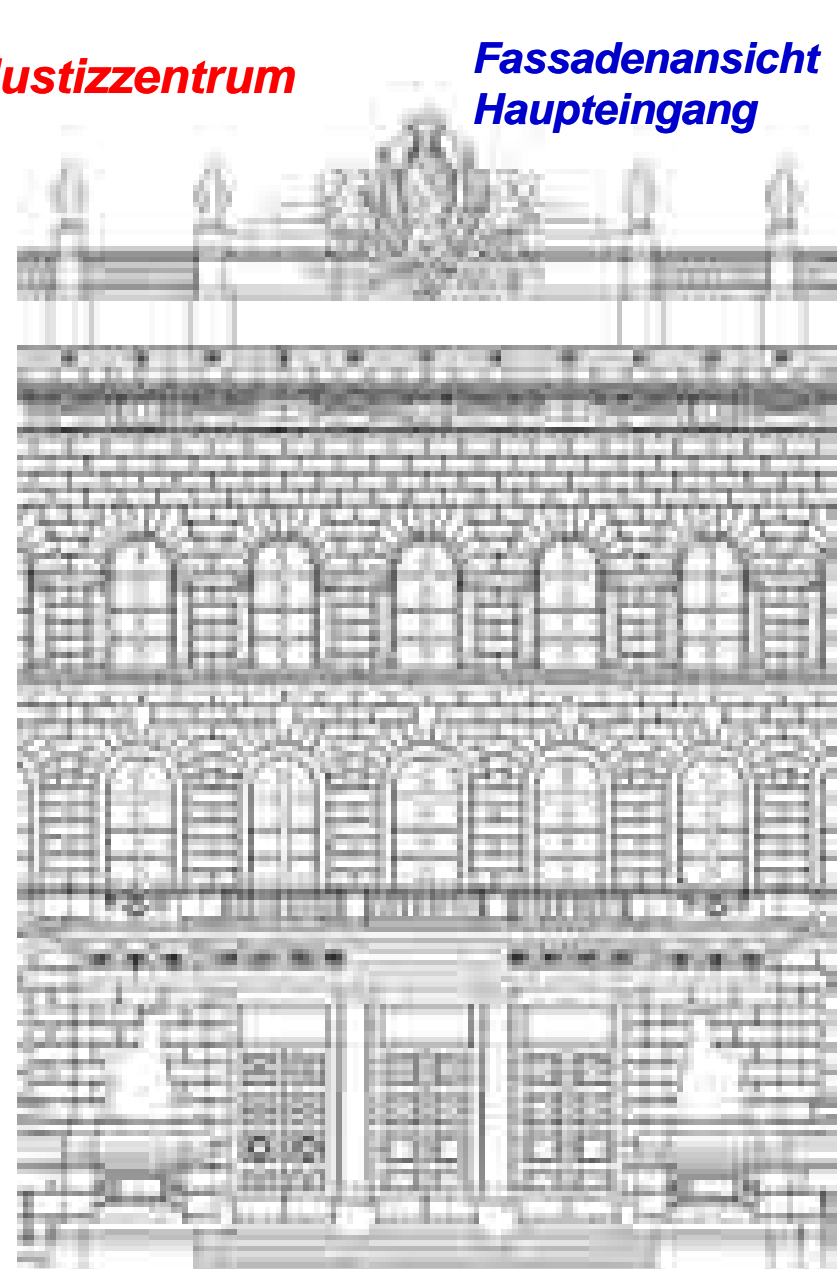


**Fassadenansicht  
Süd - Ziegelstraße**





**Detailaufnahmen Justizzentrum  
Sandsteinfassade**

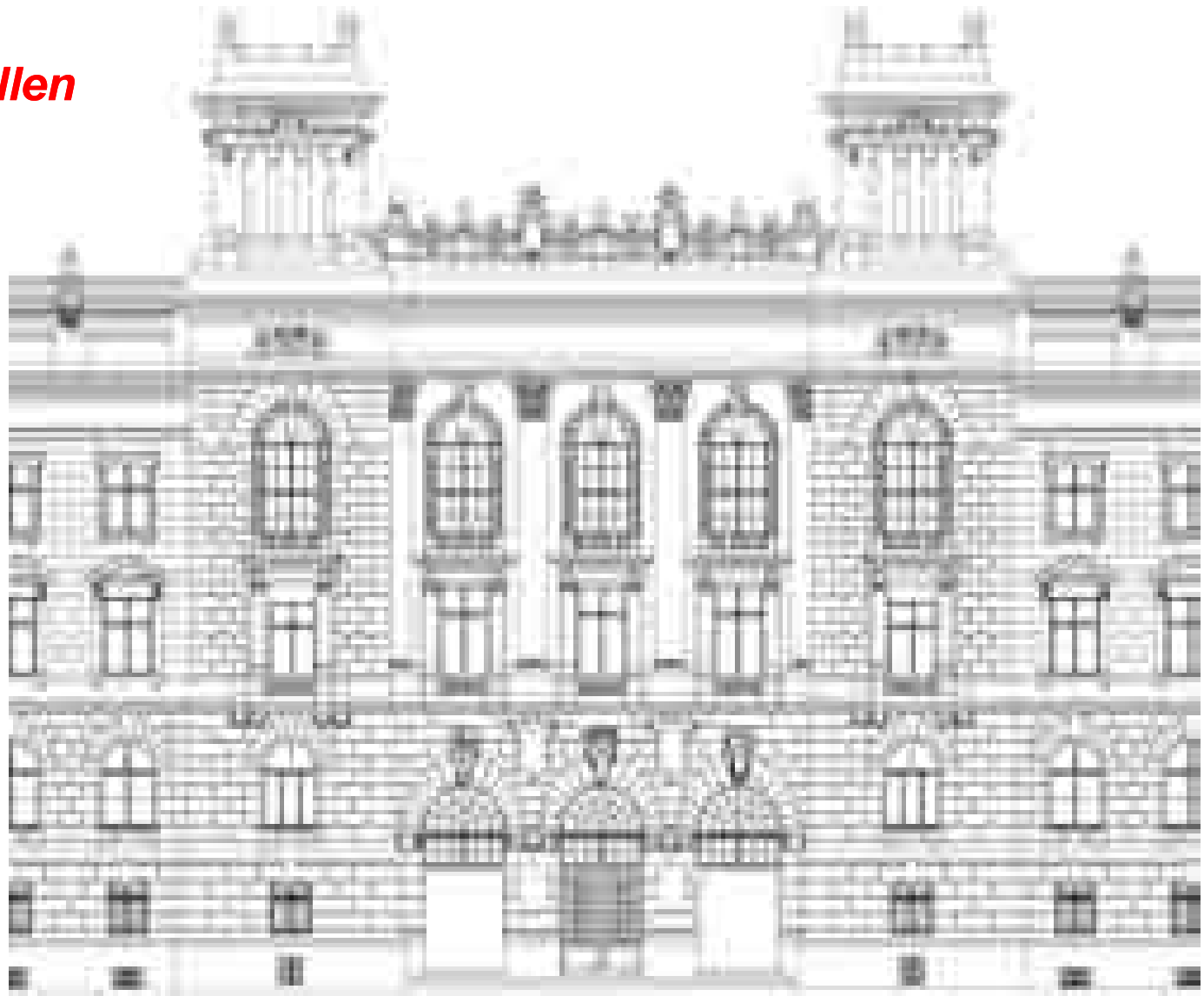


**Fassadenansicht  
Haupteingang**

**Fassadenansicht - Eingang Ziegelstraße**

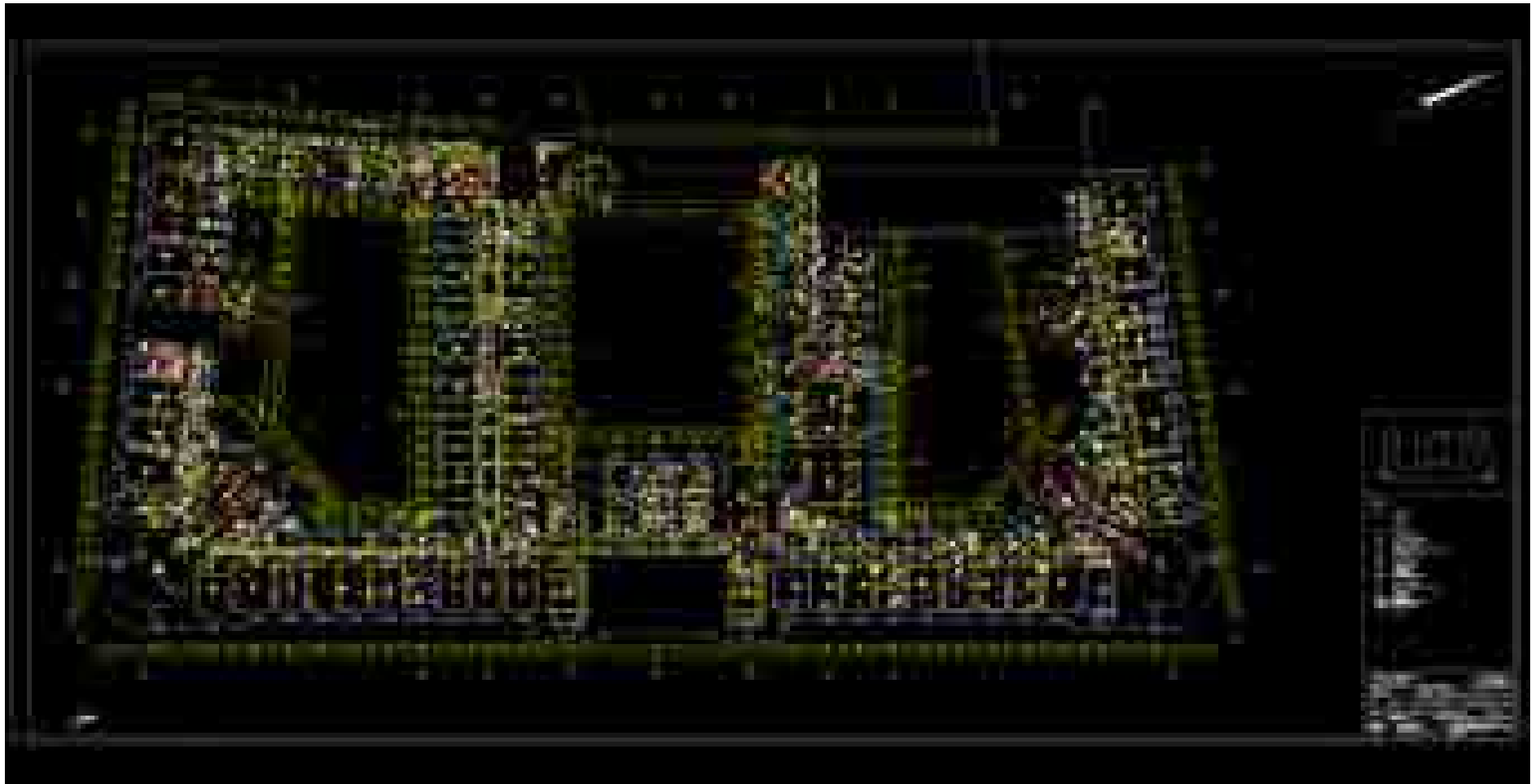
## ***Polizeidiensstellen***

***Ausschnitt  
Fassadenfront >>  
hohe Genauigkeit,  
Detailtreue,  
Grundlage für  
Rekonstruktion der  
Sandsteinfassade***



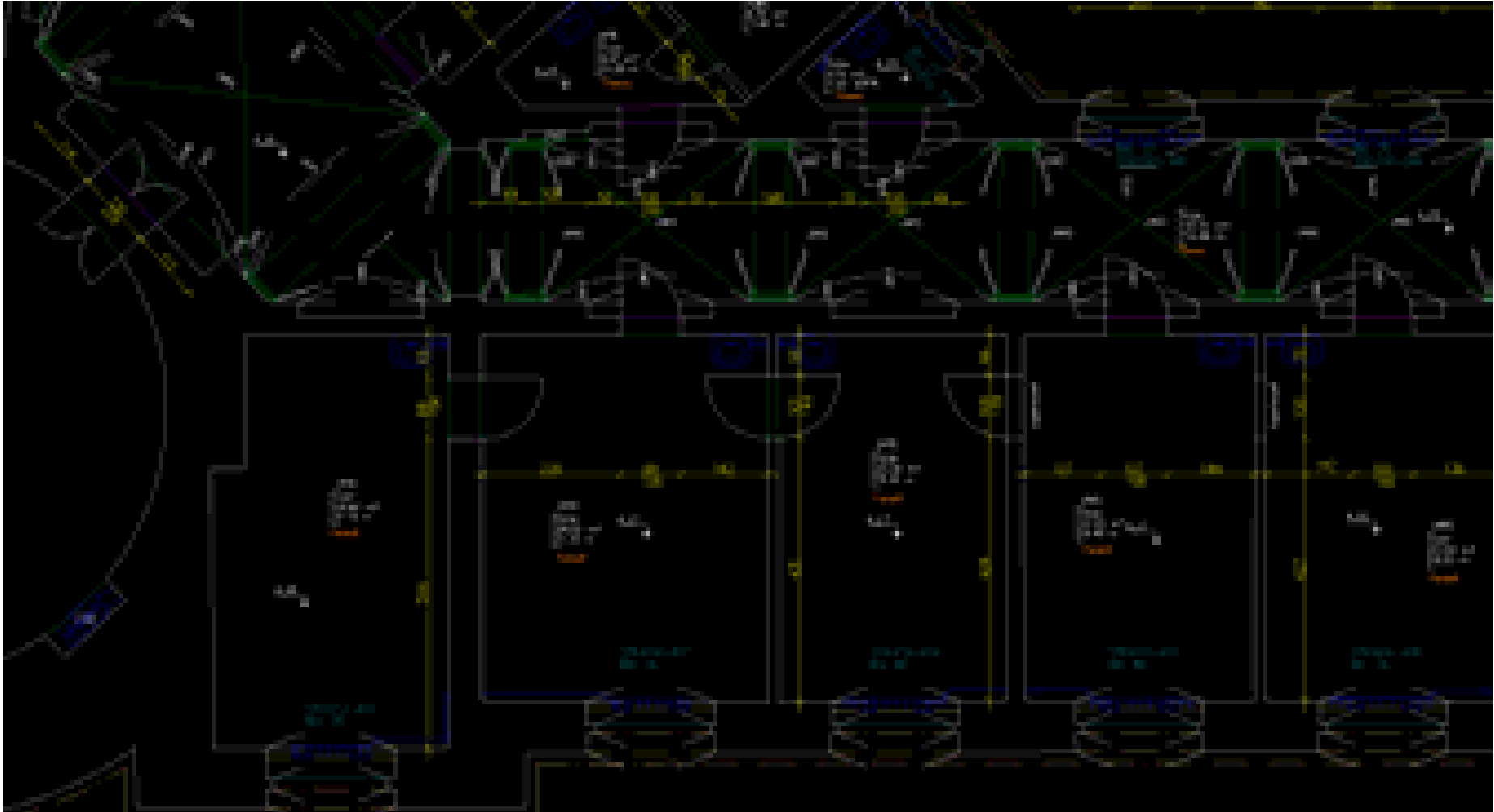
## **Horizontalschnitte**

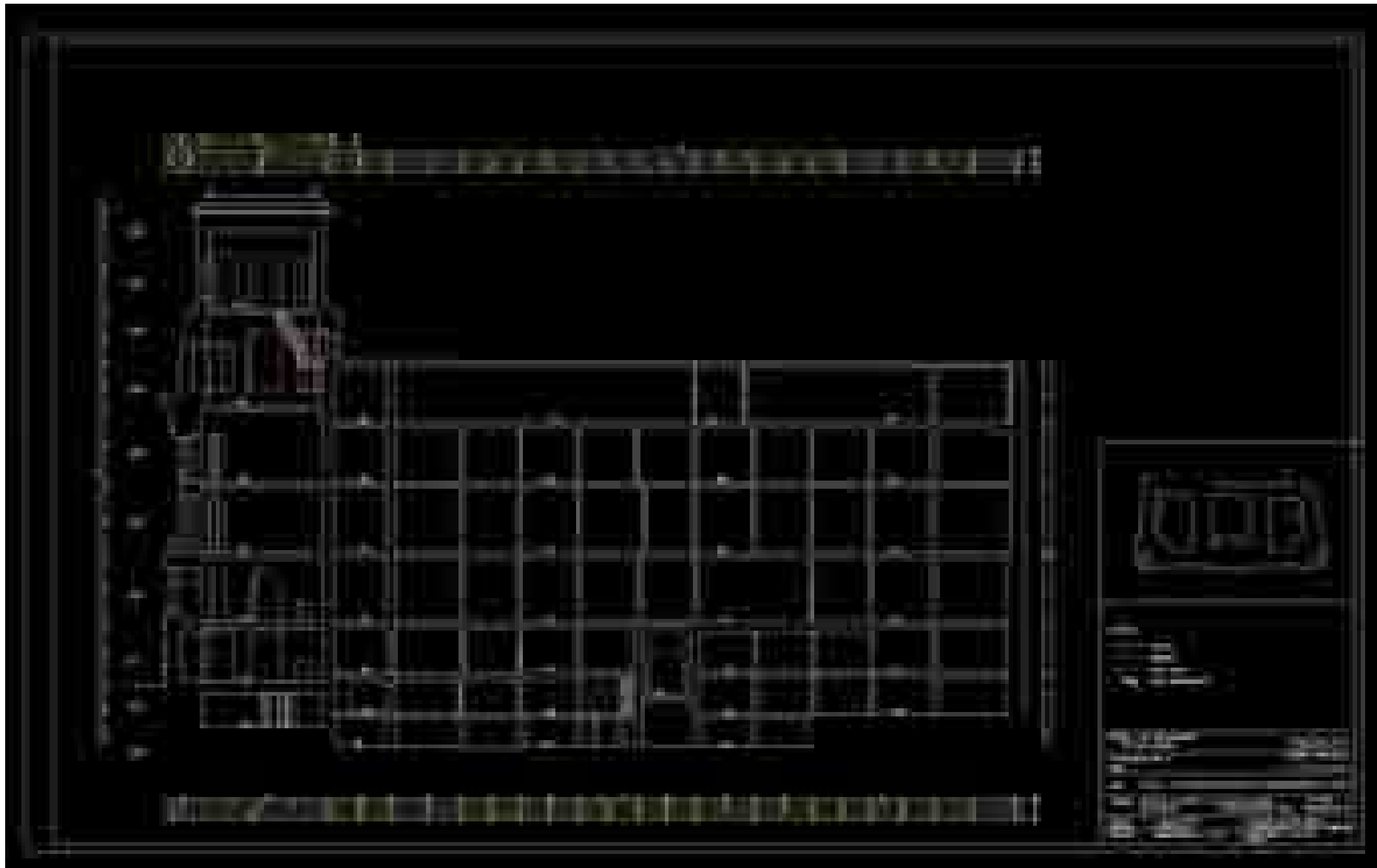
## **Polizei, Altbau - 1. Obergeschoss**



# Horizontalschnitt- Details

# Polizei, Erdgeschoss



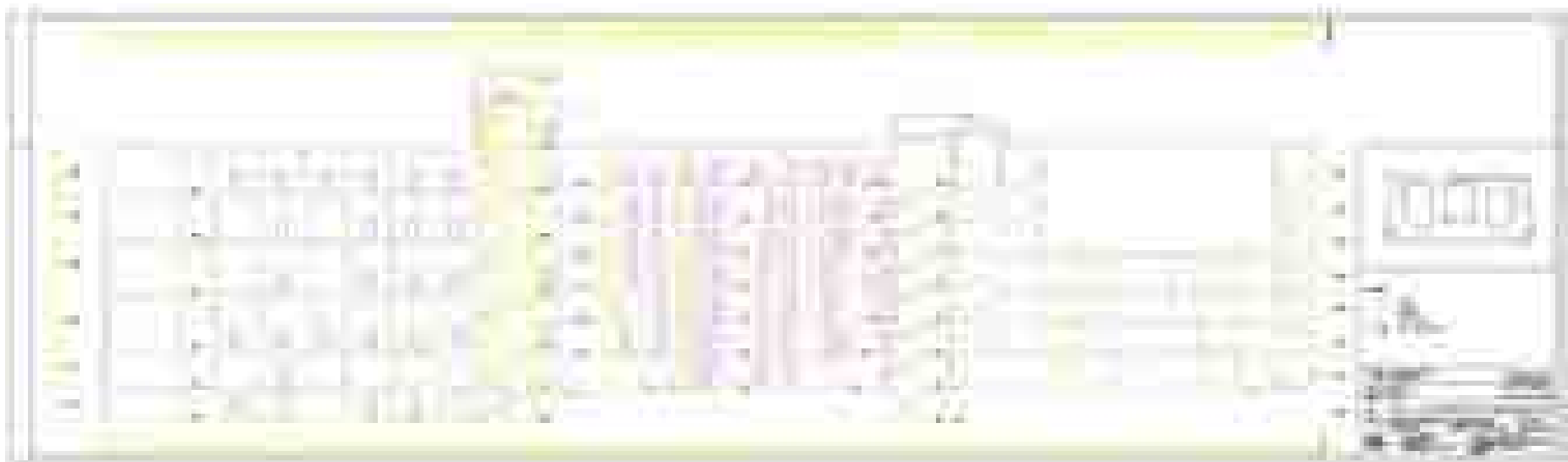


## **Polizei**

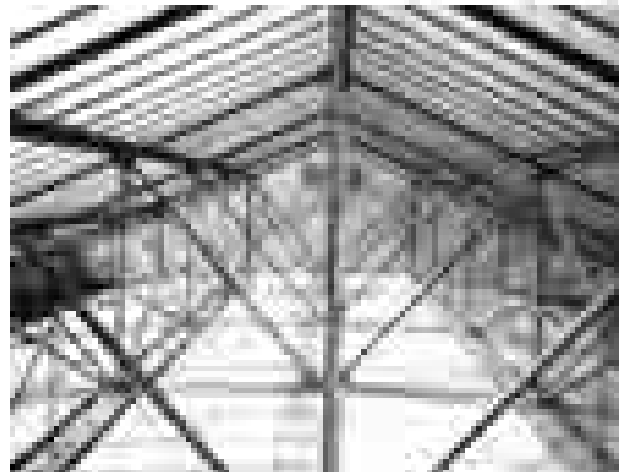
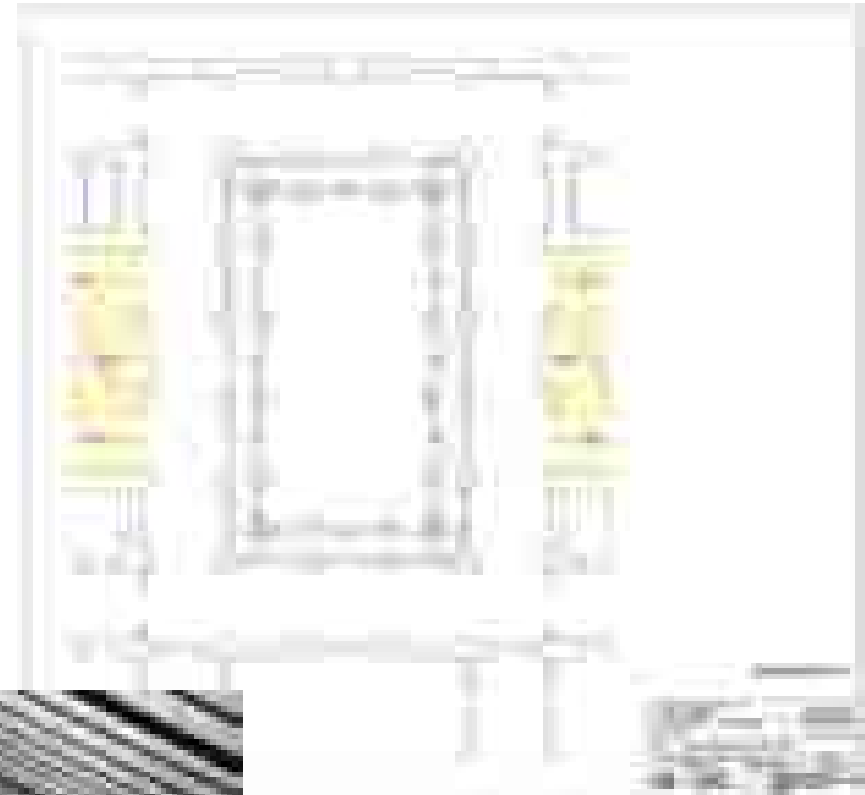
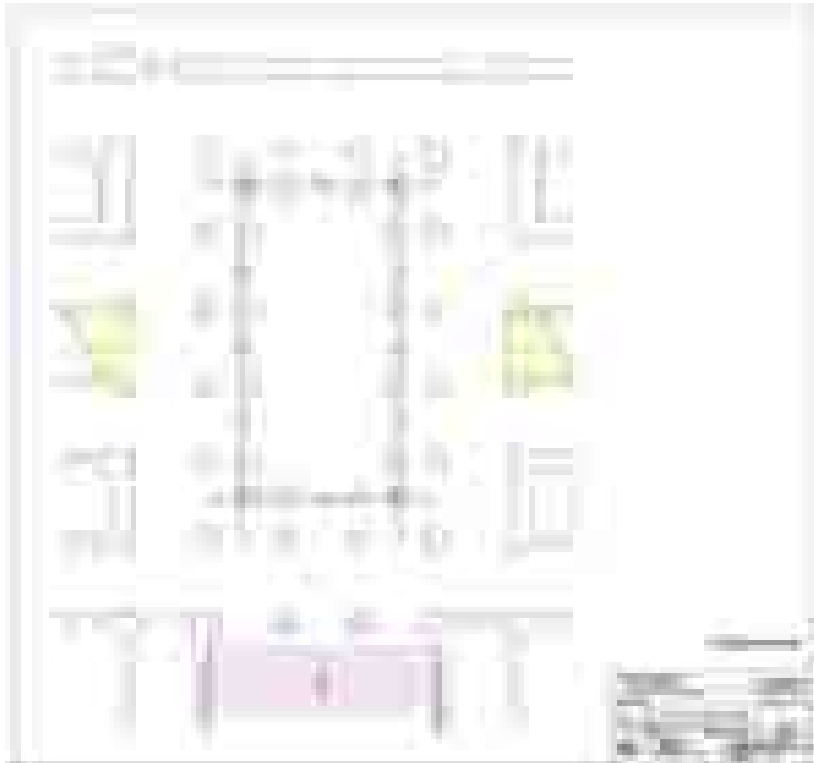
**Vertikalschnitt zwischen Altbau und Altneubau – jetzt Gebäuderückseite**

**>> Grenze zwischen Komplettsanierung und Abriss JVA für Neubau**

**>> dahinter (nördlich) Abriss und Entsorgung für Grundstücksverkauf**



**Justizzentrum  
Zentrale Halle, EG und 1. OG**



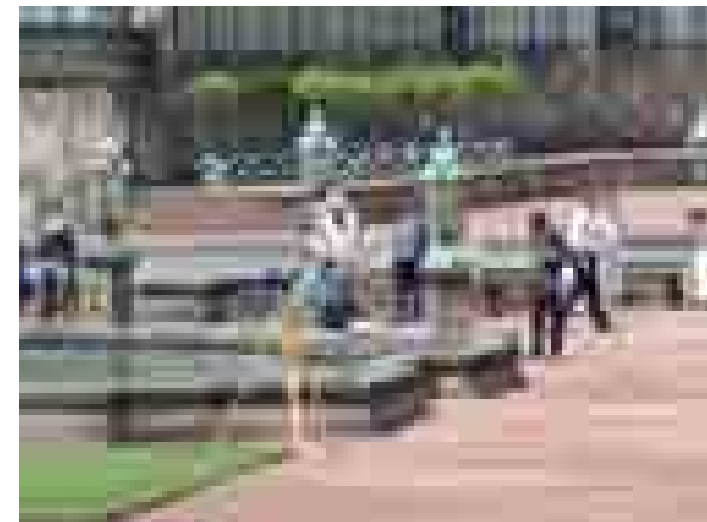
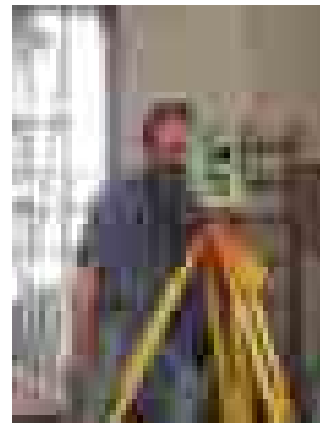
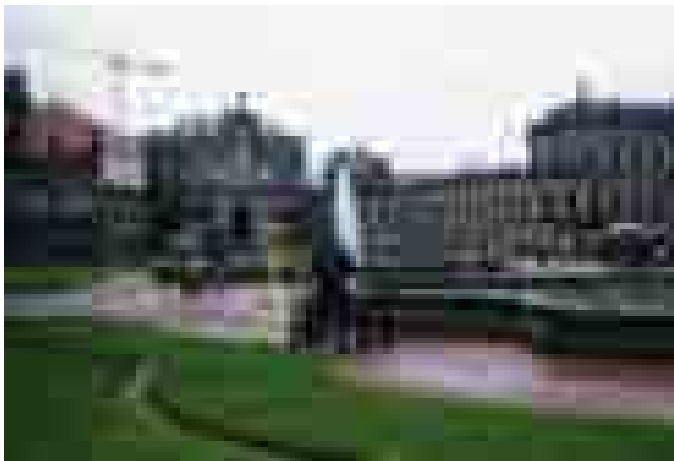
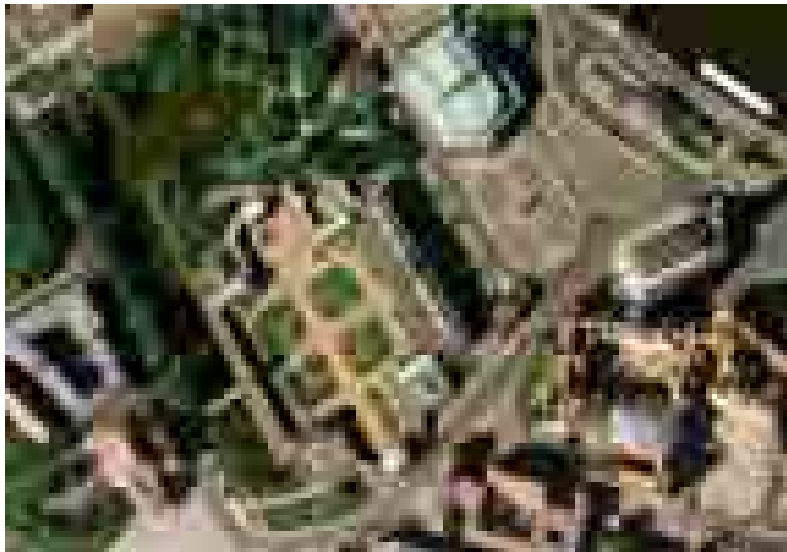
**Feinauflaß Stabtragwerk  
Oberlicht Zentrale Halle  
>> Statische Berechnung  
>> Konstruktion, Neubau**

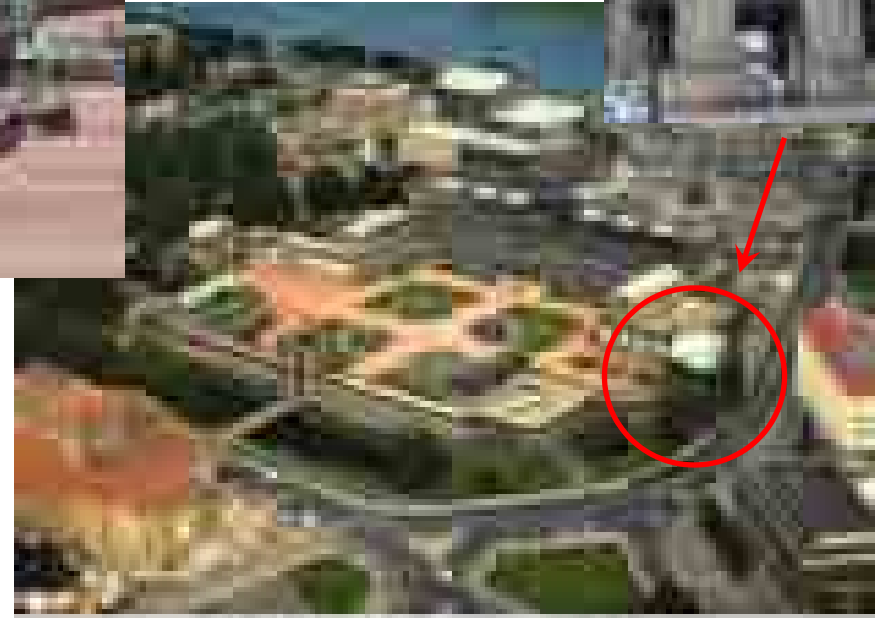
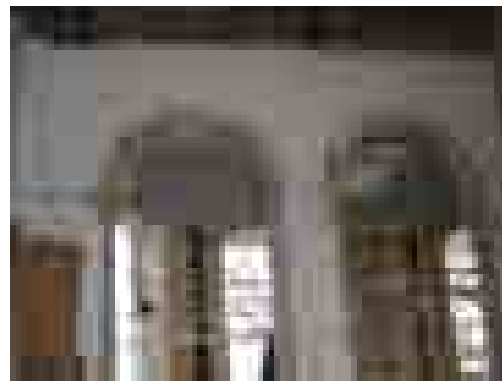
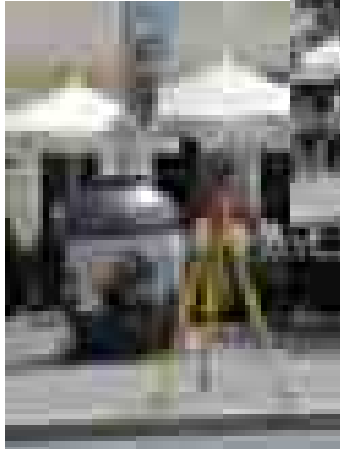
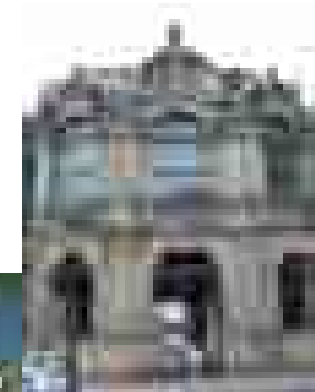
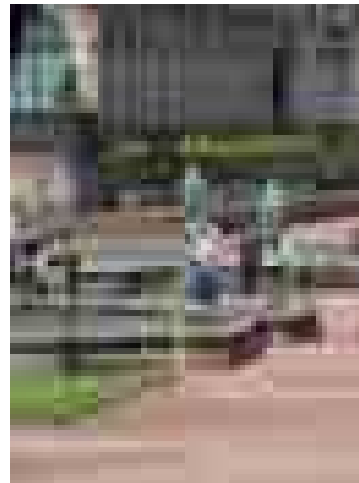
**Eingangshalle - Polizei | Detailaufnahme 1:1 | alle Linien mit Abstand > 5 mm**  
**Ausschreibung für künstlerische Rekonstruktion - Vermeidung späterer Nachtragsforderungen**



### **3. Anlass und Besonderheiten spezieller Bauwerksmessungen**

#### **Modernisierung, Umbau und Sanierung Dresdner Zwinger**



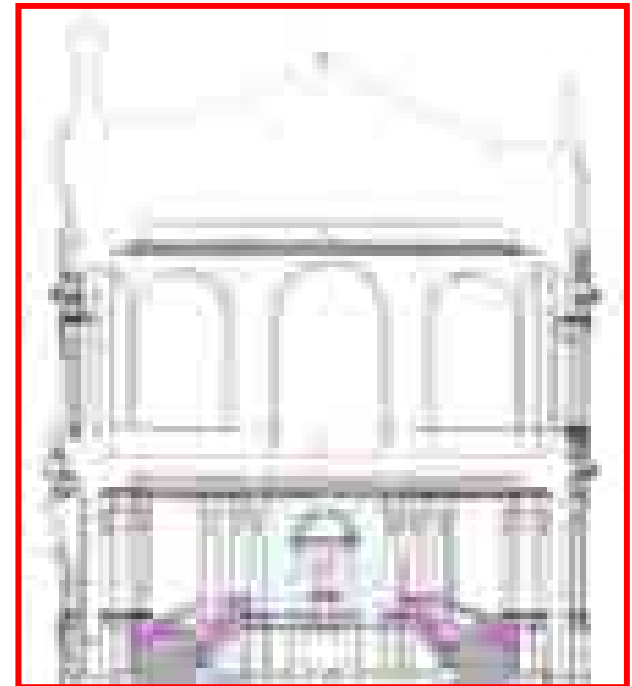
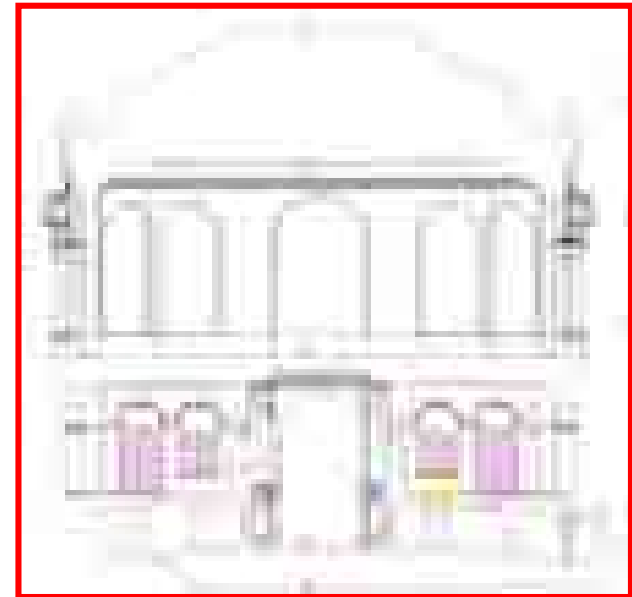


***Dresdner Zwinger | Glockenspielpavillon***  
***Komplettsanierung, behindertengerechter Umbau,***  
***Fahrstühle, Komplettinstallationen***  
***>> Aufmaß Räume, Außenbereich, Treppen***  
***>> Feinaufnahme Marmorfußboden***  
***>> exakter Entwurf für Fugenbild und Vorfertigung***

## Zwinger

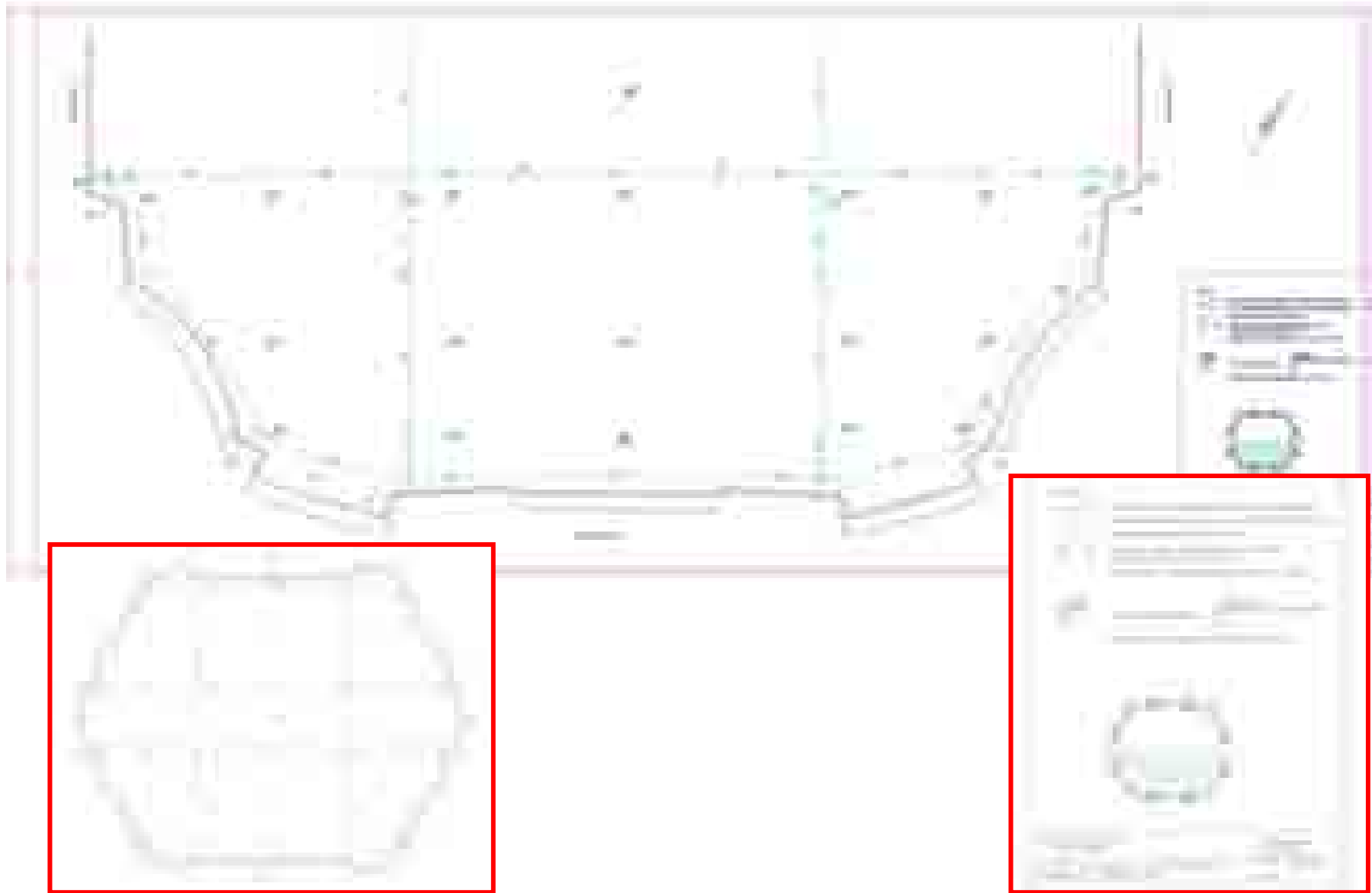
>> Grundriss EG

>> Vertikalschnitte



# 1. Obergeschoss

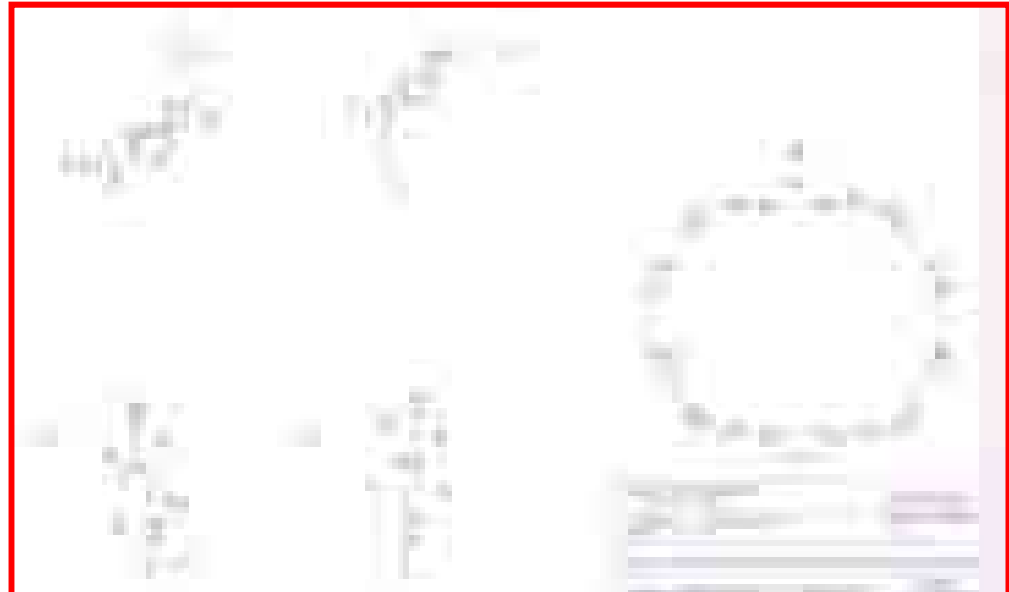
# Wand-Fußboden-Feinaufmaß

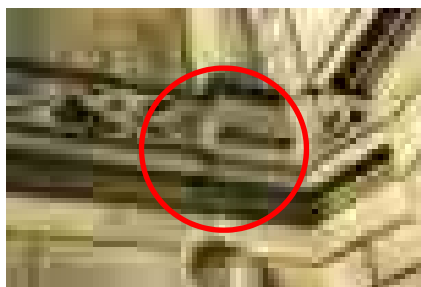
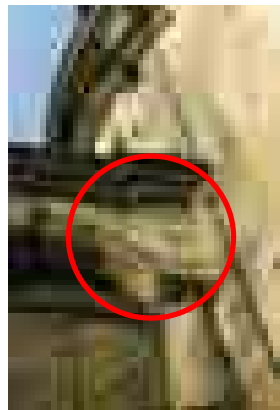
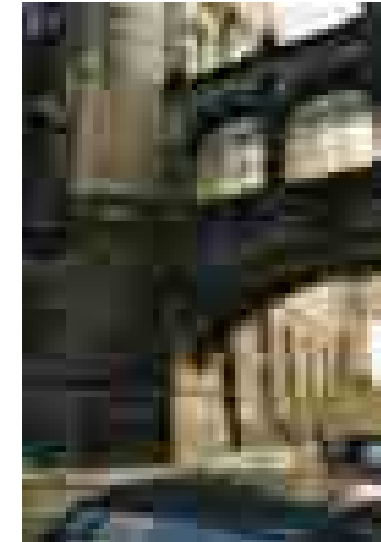
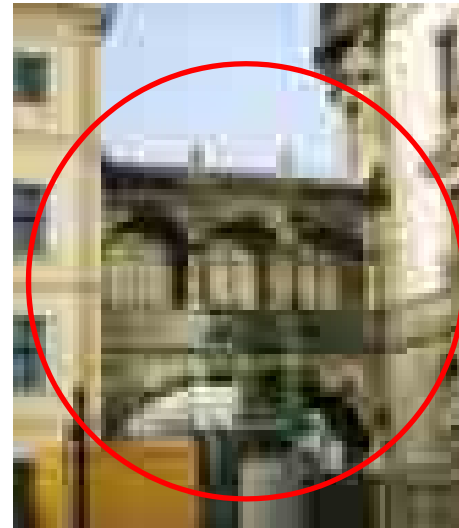


**Fußboden-Feinstaufmaß**

**>> Detailzuschnitt Marmor**

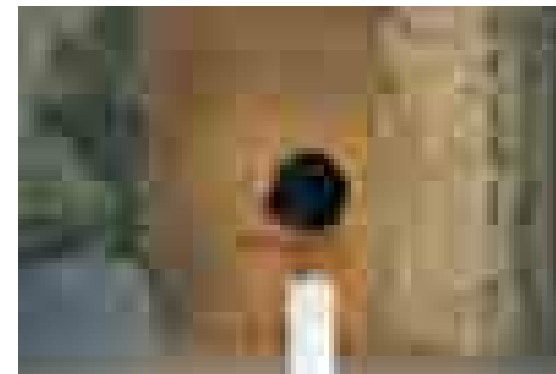
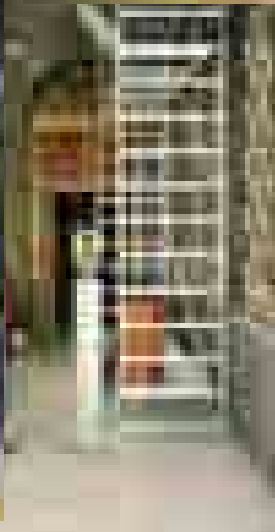
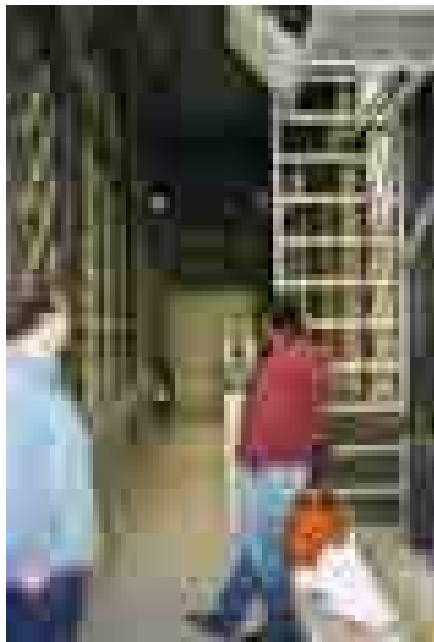
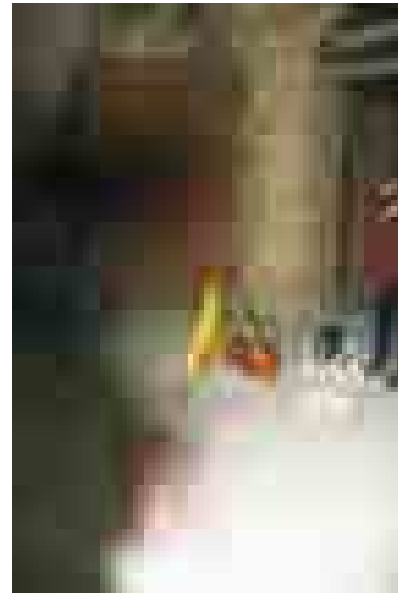
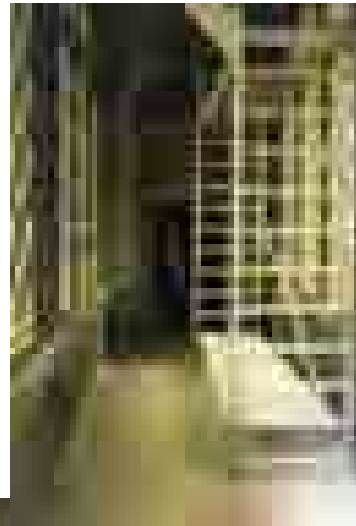
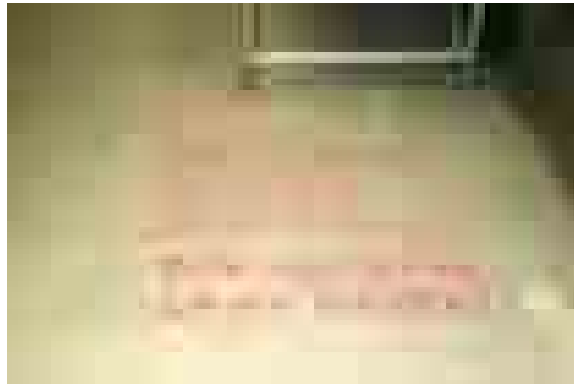
**>> Plan im Maßstab 1 : 5**



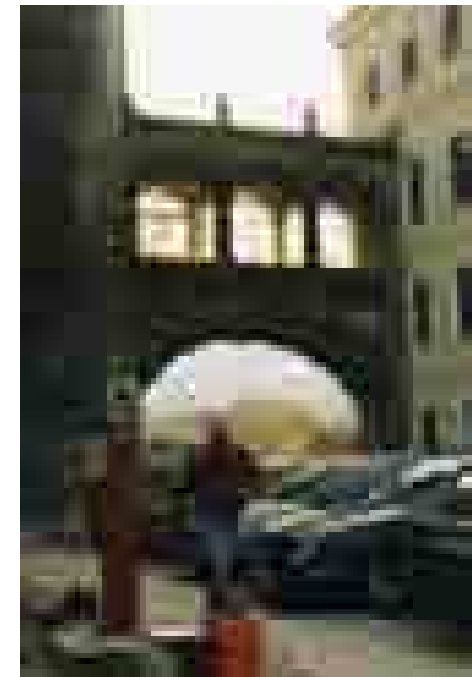
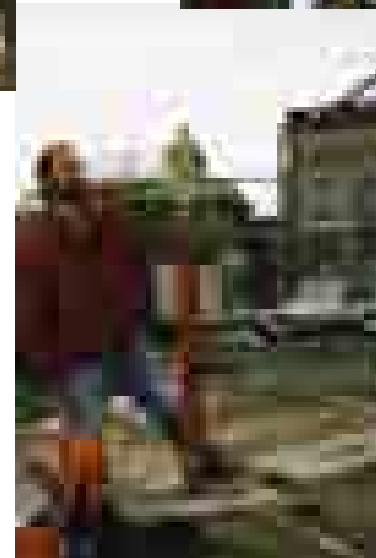
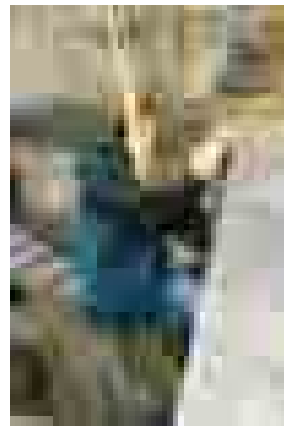
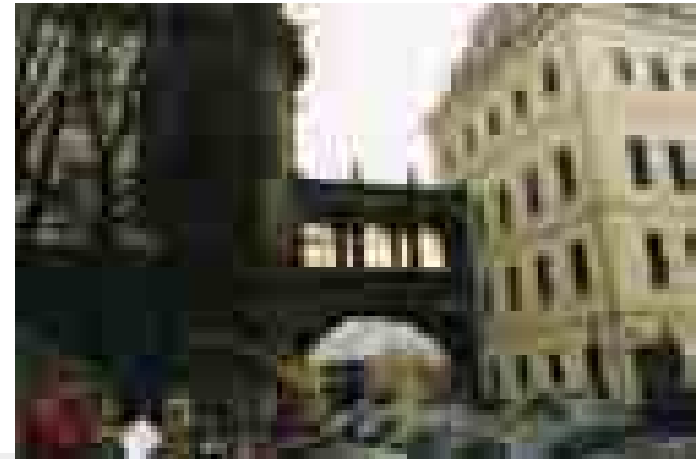


## ***Dresdner Schloss / Brücke zum Taschenbergpalais***

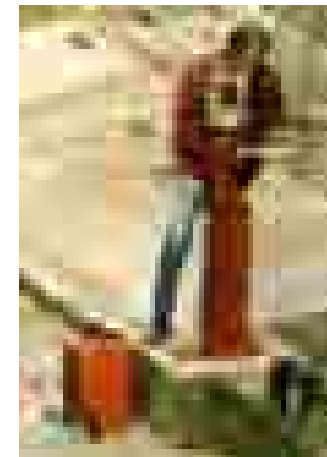
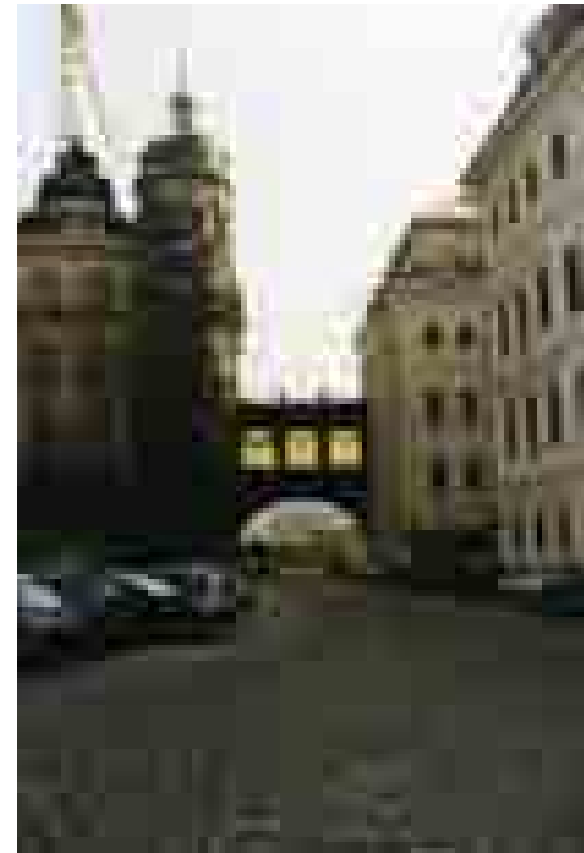
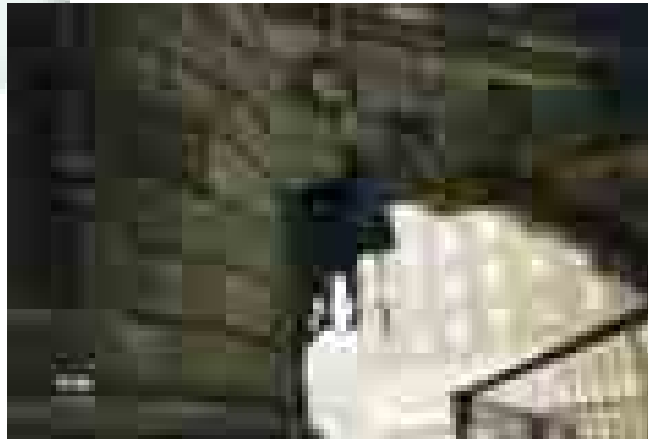
- Risse auf beiden Seiten, die immer wieder auftraten***
- >> Deformationsmessungen nach Lage und Höhe***
- >> Untersuchung thermischer und anderer Einflüsse***
- >> Dauer: ein Jahr - mit gutem Erfolg - millimetergenau***



***Einrichtung eines speziellen Präzisionsnetzes im Gebäudeinneren  
>> massive Beobachtungspfeiler / Ausschluss von Eigenbewegungen  
>> konkrete Anweisungen zur Fertigung vor Ort >> Sichtbedingungen  
>> feste reflektierende Zielmarken zur Dauerbeobachtung***



- >> **Zusätzliche Beobachtungspfeiler auf beiden Seiten**
- >> **Geräteaufstellung mit Zwangszentrierung**
- >> **Anbringen spezieller Zielmarken für millimetergenaue Richtungs- und Entfernungsmessung**
- >> **Kontrolle der äußeren Geometrie der Gebäudebrücke**

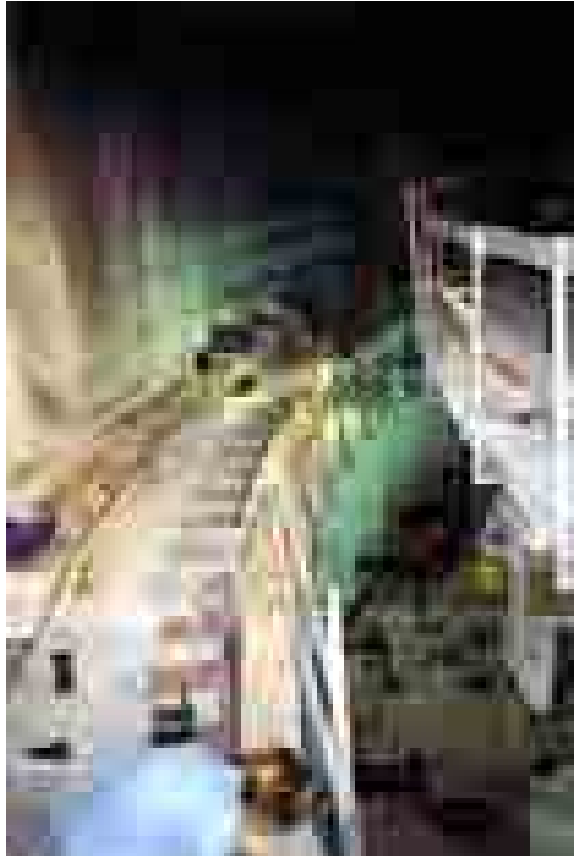


**elektronische  
Hochleistungstechnik  
mit Messgenauigkeiten  
bezogen auf 1 km:**

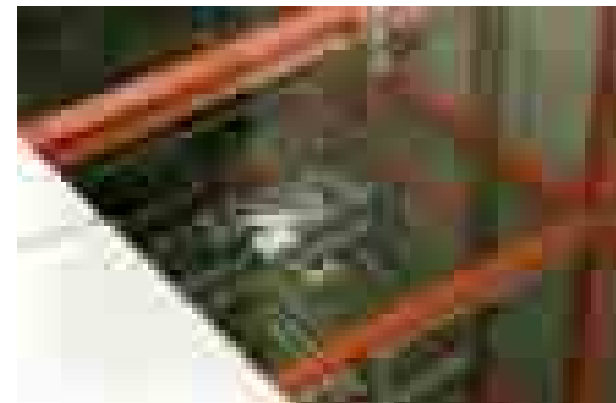
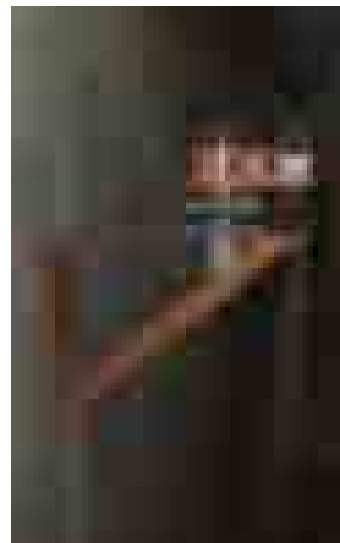
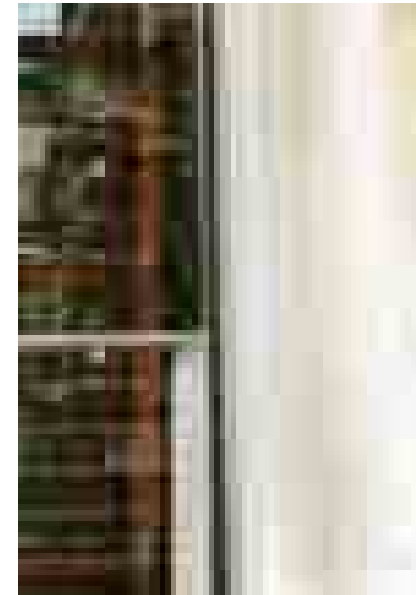
- >> Richtung  $\pm 5$  mm**
- >> Strecke  $1 \text{ mm} \pm 1 \text{ ppm}$**

## **Semperoper**

**Komplexer Umbau Orchestergraben**  
**Bestandsaufmaß und Absteckung Verschalung Bogenmauer +/- 5 mm**  
**in genutzten Räumen - vor Teilabriss**

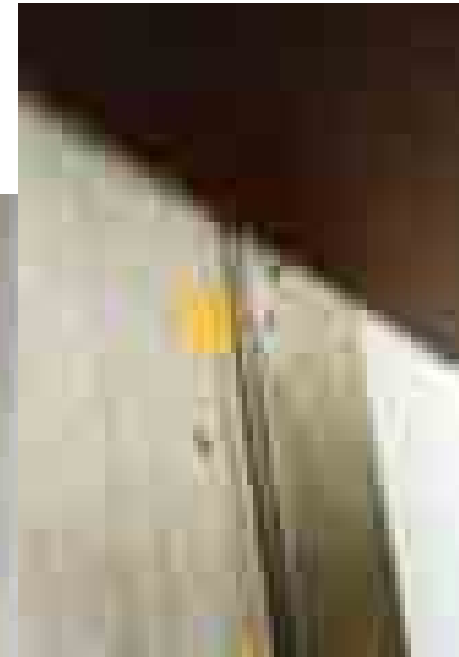
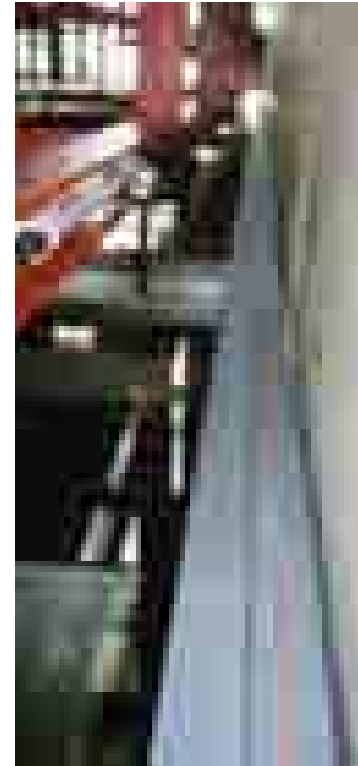


**Landtag** Gutachtermessung Fahrstuhlbau  
geometrische Qualität zur Bauausführung der Betonwand



## Präzisionslotung Betonmauer

>> Überprüfung senkrechter Bauausführung | Zenit-Nadir-Lot

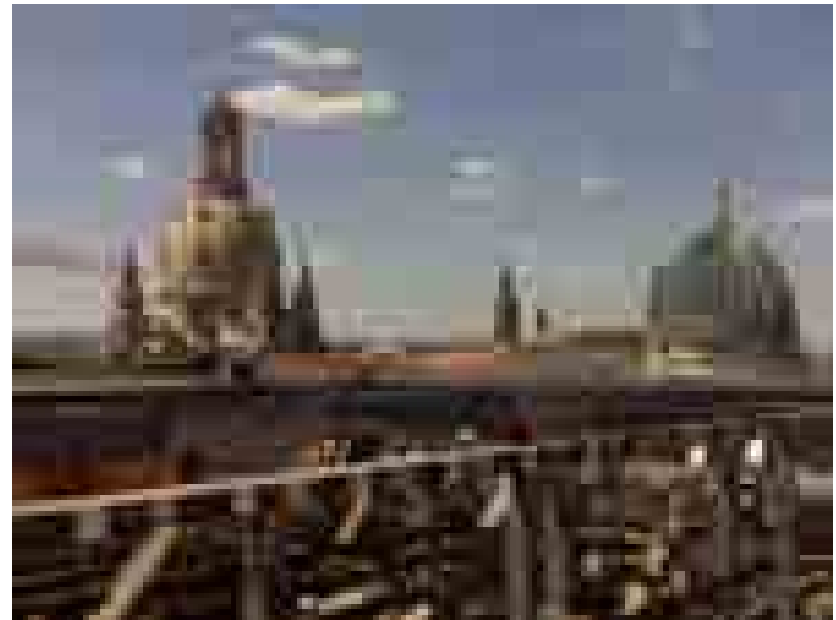
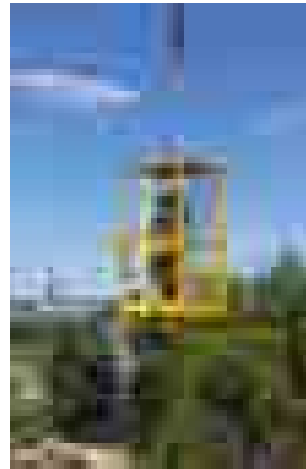


**nach aufwendiger Untersuchung  
der Sachverhalte gelingt  
>> einfachste Beweisführung  
>> rote Lotschnur  
>> und Zollstock**

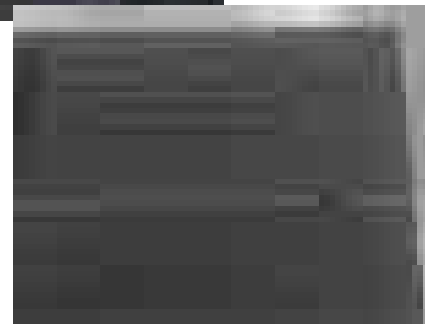
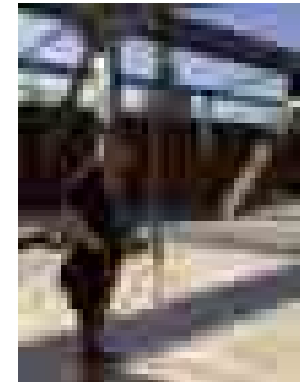
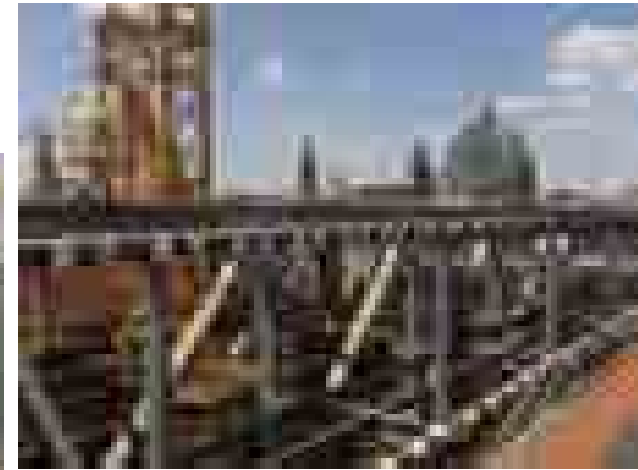
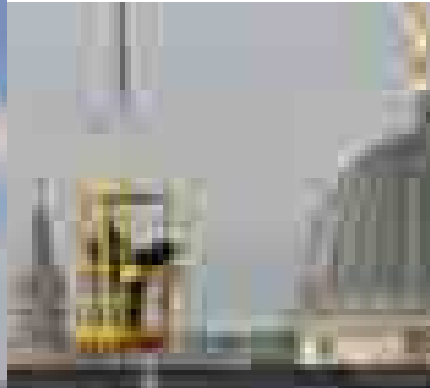
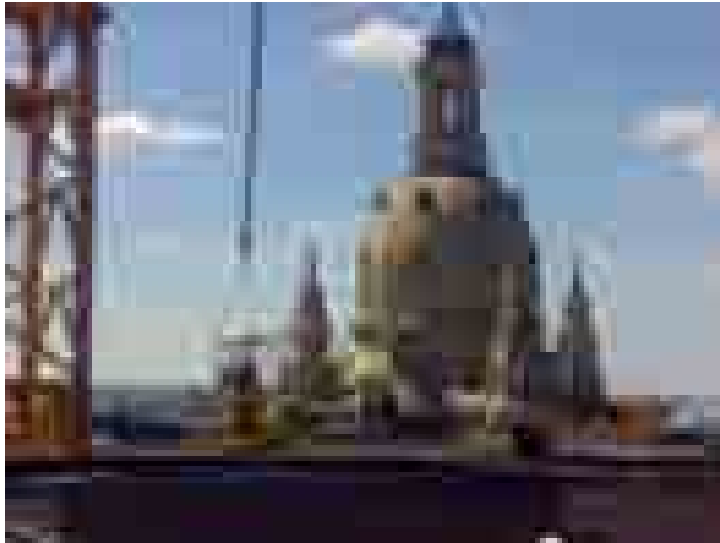
## **Albertinum**

- >> **Um- und Erweiterungsbau**
- >> **Überwachung 75-m-Brückenkonstruktion**
- >> **Zentrales Depot für Gemälde**
- >> **Werkstattgebäude**

*künftig: Neue Meister und Skulpturensammlung*



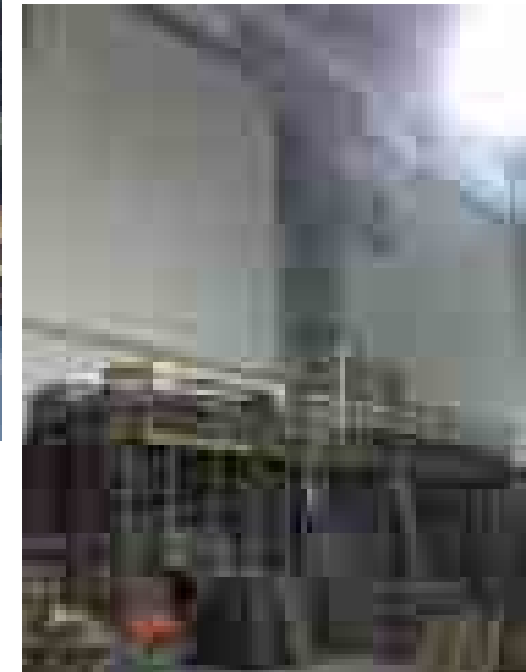
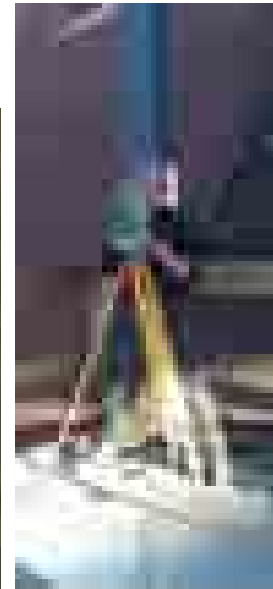
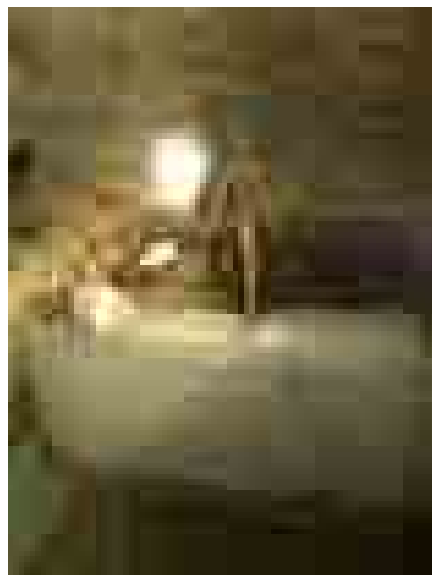
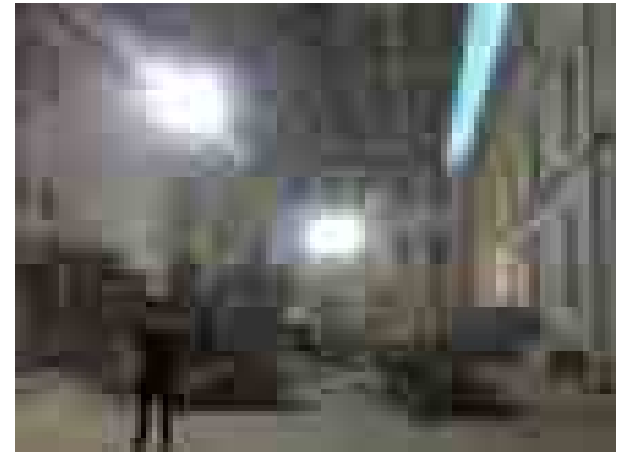
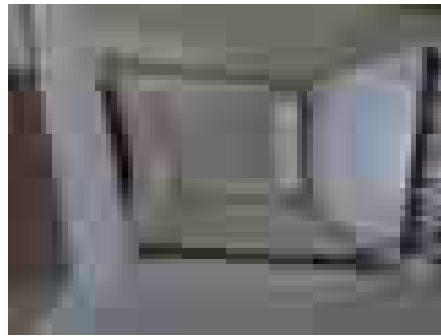
## ***“Arche“ über Innenhof Albertinum***



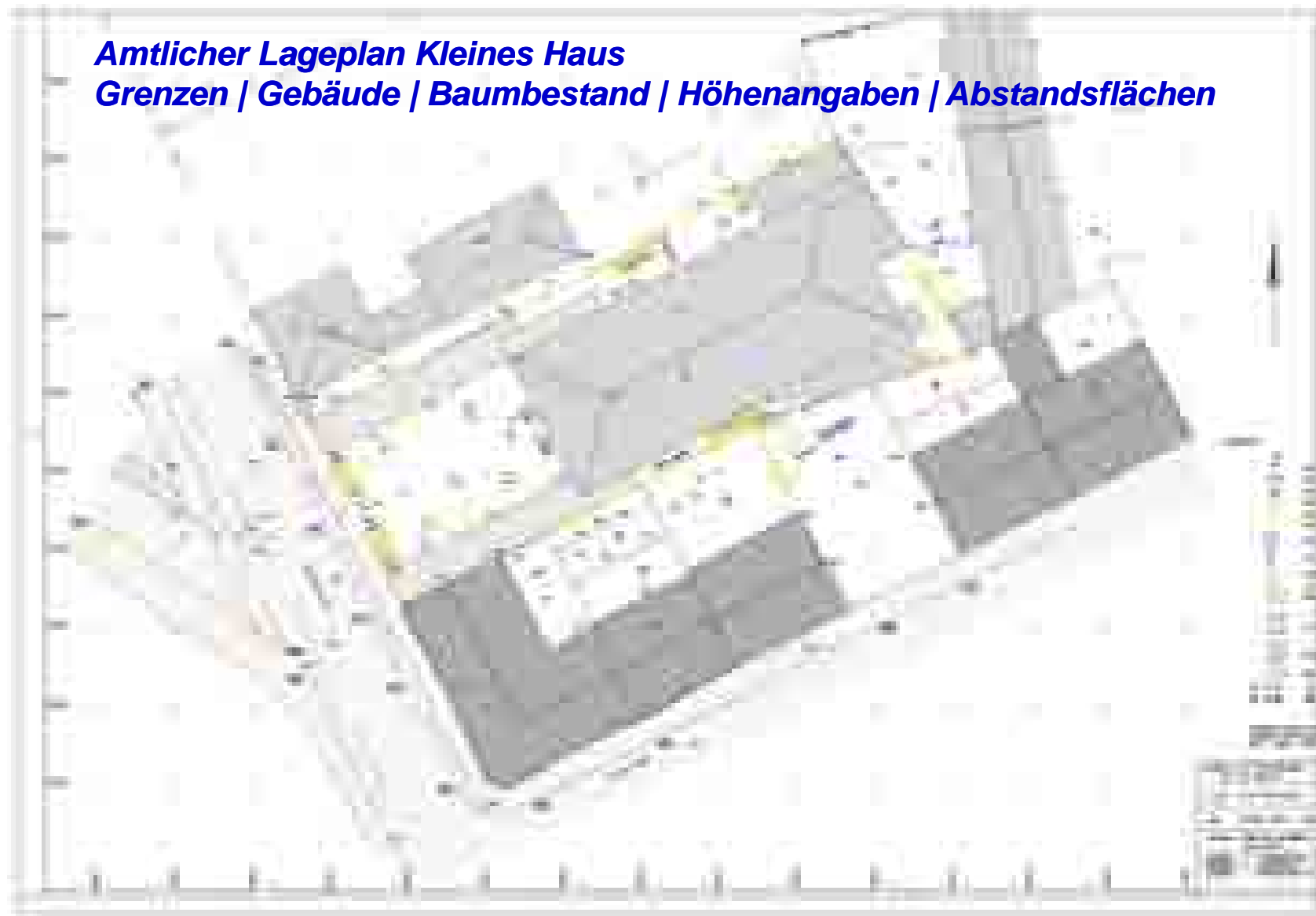
- ***Aufmaß von Geometrien der Stahlbrücke***
- ***Beweissicherung und statische Kontrollen***
- ***Deformationsmessungen für schrittweises Absetzen der Stahl-Brücken-Konstruktion***
- ***Überwachung von Setzungen am Gebäude***
- ***Präzisionsnivellements in allen Ebenen***
- ***Wiederholungsbeobachtungen in der “Arche“***
- ***Ebenheitsmessung von Wänden***
- ***direkte und indirekte Lotungen***
- ***Überwachung der Installation von Fahrstühlen***



**Direkte / indirekte Lotung an kritischen Gewölbedecken  
Vorbereitung Fahrstuhlbau**



## **4. Hoheitliche Messungen und hochgenaue Georeferenzierung**



***Erforderlicher Teilabriss >> Verlust Bestandsschutz >> Abstandsflächen  
rechtliche / gerichtliche Folgen >> Entschädigungszahlungen***





**Amtlicher Lageplan Polizei  
Planung und Vorbereitung  
für Archäologie und  
Vergabeverfahren für**

- >> Abriss und**
- >> Neubauten**

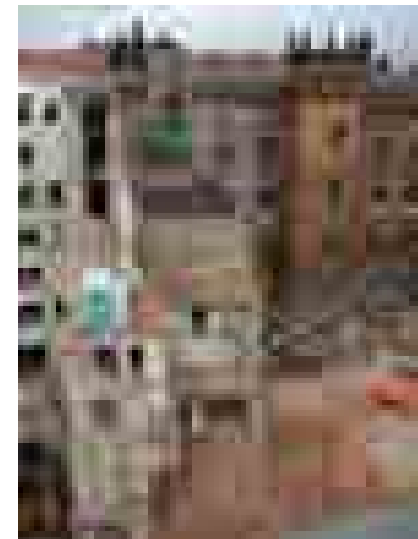
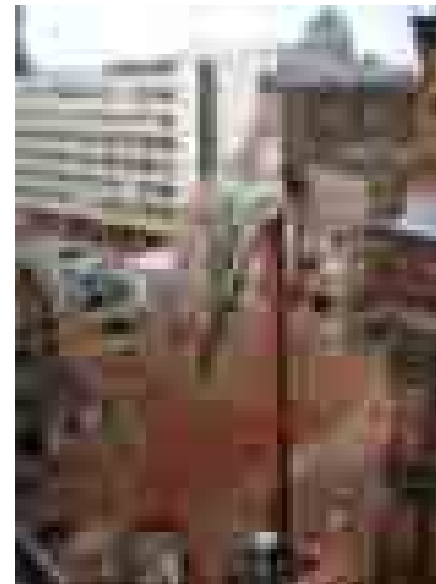
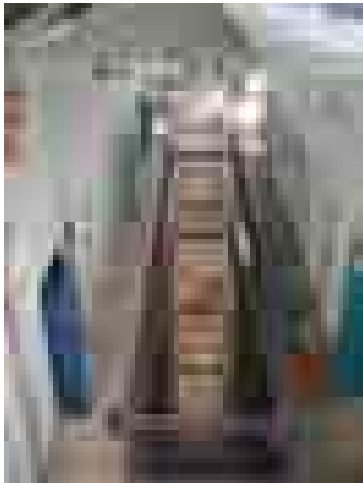
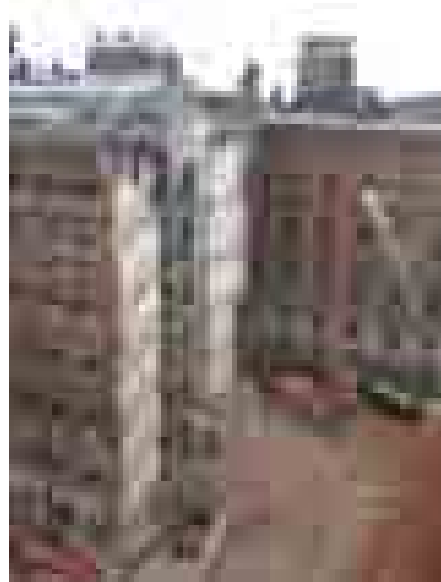
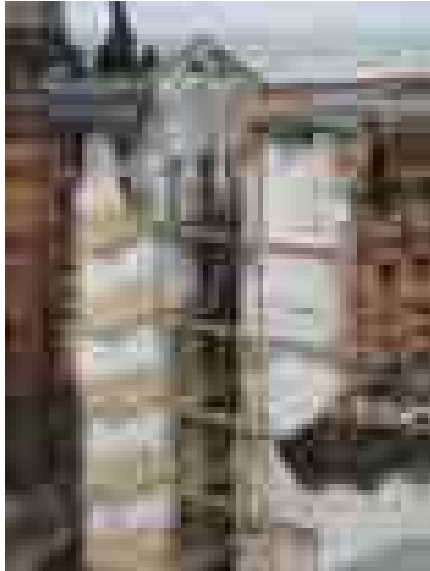
**Lageplan zum Bauantrag >> Genehmigungsverfahren Abriss und Neubau**



## ***Vermessungstechnische Begleitung von Abbrucharbeiten / GPS-Festpunkte***

***>> Absteckung von Sollstellen***

***>> Kontrolle des Abbruchs von Gebäudeteilen***



***Beispiel ehemalige JVA / Polizei***

## Wichtigste geodätische Grundlage >> GPS / GNSS

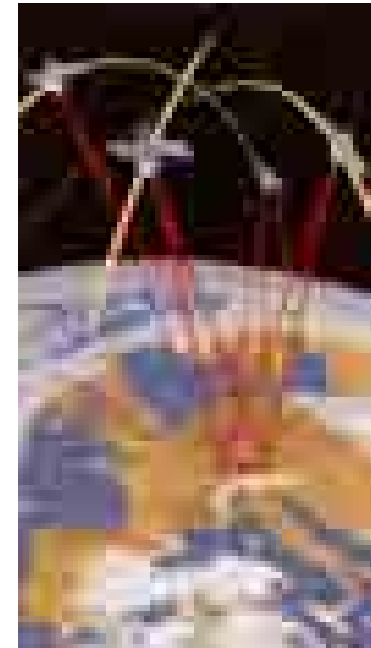
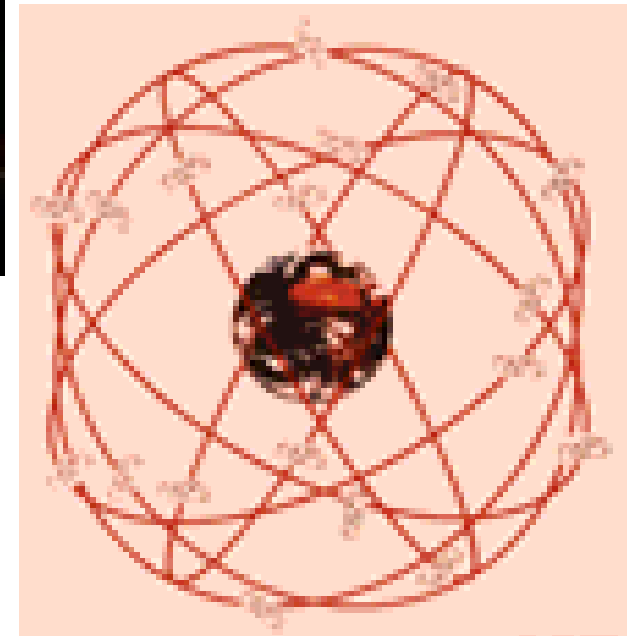
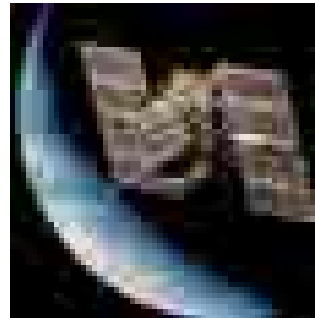
**Ing.-Büro "Satellitengeodäsie" seit März 1990 >> 20 jähriges Jubiläum  
Juli 1990 erste großräumige GPS-Messungen in Dresden und Umgebung**

- >> satellitengestützte Messungen mit Festpunktnetz und RTK
- >> Anschlussmessungen an amtliche Landessysteme (RD 83 | DHHN)
- >> rechtverbindliche Gewährleistung für Lage und Höhe
- >> Beglaubigung von Sachverhalten (amtliche Messung / ÖbV)
- >> spezielle hoheitliche Vermessungsaufgaben
- >> genaue, schnelle und komplexe Gebäudeaufnahmen

## NAVSTAR GPS

**Navigation System with Time and Ranging - Global Positioning System**

- weltraumgestütztes funktechnisches **Positions-, Navigations- und Zeit-System**
- Systemkonzept 1973 -1979
- aktuelle **3D-Koordinaten + Geschwindigkeit**
- weltweite, sicht- und wetterunabhängige Ortung
- Betreiber USA / **DoD** (Department of Defense)
- Erster Satellit SV 4 (space vehicle) **22. 2. 1978**
- Beginn **GPS-Systemzeit** am **5. 1. 1980**
- Voller Ausbau 90er Jahre mit 18 / 24 Satelliten
- offizielle Inbetriebnahme >> 17. 7. 1995
- derzeit **27 SV** (Block II) **in 6 Bahnebenen >> 55° Neigung**
- Bahnhöhe 20 200 km, Umlaufzeiten **12 Stunden**
- Position +/- 10 m | **dGPS >> cm / mm** / hochpräzise Zeit
- Zeitangaben in GPS-Zeit mit Abweichung zu UTC >> +/- 1 µs
- Ersatz GPS-II-System >> 3. Baureihe / 32 Satelliten ab 2014



## Grundlage für Anschluss an Landessystem >> GeoSN-Raumbezugsfestpunkte

alle GPS-Beobachtung erfolgen im System WGS 84 >> Transformation erforderlich  
Gebrauchskoordinatensystem prinzipiell beliebig >> Bedingung ist wechselseitige Zuordenbarkeit

nötig sind:

Bezugspunkte in  
beiden Systemen  
lokal und global

Raumbezugspunkte  
liegen vor in  
RD 83 | DHHN  
(Landessystem)  
lokales System  
und ETRS 89  
identisch >> WGS 84

Zuordnung über  
Raum-Transformation  
(7-Parameter-Helmert-  
Transformation)

gesuchte Parameter:  
3 Translationen  
3 Rotationen  
1 Maßstab



**Austausch von Gebäudedaten >> verschiedene Systeme bei Koordinaten und Höhen**  
**Grundsätzlich: Trennung Lage - Höhe / geometrische bzw. physikalische Zuordnung (Höhe)**  
**Frage von Definition und Bequemlichkeit >> ebene lokale Systeme (Ausrichtung Gebäudeachse)**  
**amtliche / räumliche Zuordnung >> Landessystem >> verebnete Gauss-Krüger-Koordinaten**  
**„RD 83“ >> nur Sachsen >> DDR-System “42/83“ mit Reichsdreieckspunkten transformiert**

Nutzung globaler / lokaler Rotationsellipsoide und Systeme >> „Geodätisches Datum“

**global** - Gesamt-Erde optimiert << oder >> **lokal** bestanschiemend  
**Kompromiss** >> Approximation Erde >> handhabbare Rechenfläche

**NAVSTAR GPS >>> WGS 84**

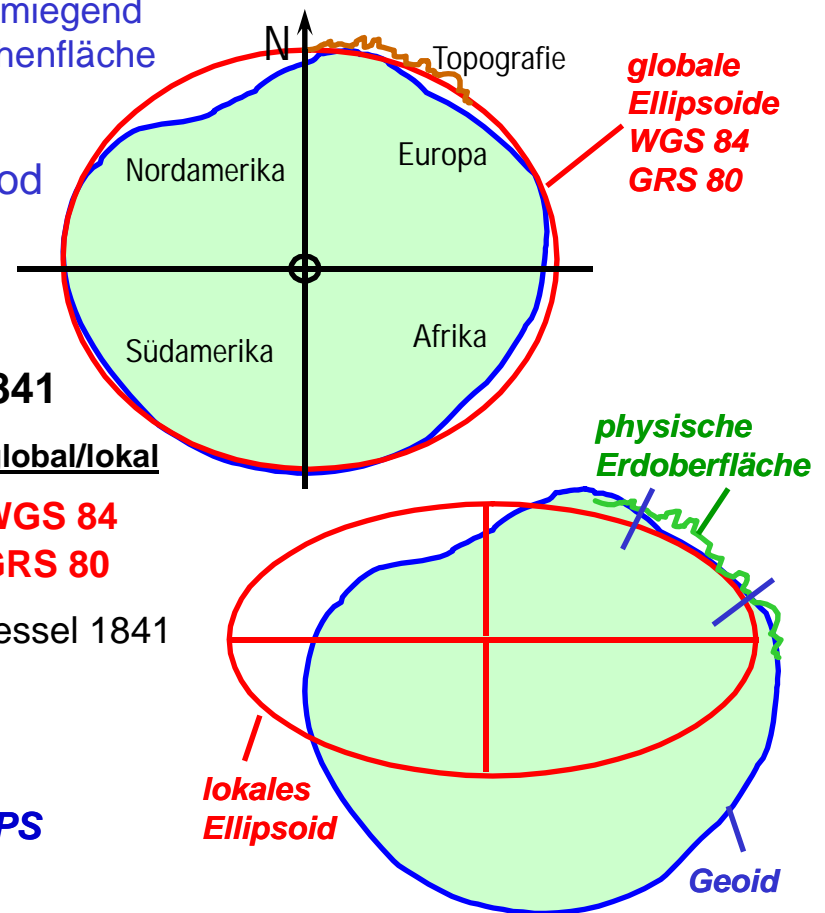
geod. Datum / Fundamentalsystem / Referenzellipsoid

**Galileo >>> GRS 80** globales Referenzellipsoid  
 für europäisches System **ETRS 89**

**Ellipsoid-Parameter WGS 84 / GRS 80 / Bessel 1841**

große Halbachse	kleine Halbachse	Abplattung	Ell./global/lokal
6 378 137,000 m	6 356 752,315 m	1 : 298,257 223 6	<b>WGS 84</b>
6 378 137,000 m	6 356 752,3141 m	1 : 298,257 222 1	<b>GRS 80</b>
6 377 397,155 m	6 356 078,965 m	1 : 299,15281	Bessel 1841

- **beste Übereinstimmung von GRS 80 und WGS 84**
  - **für Praxis jederzeit problemloser System-Wechsel**
- Problemloser Wechsel der Referenzsysteme Galileo - GPS**

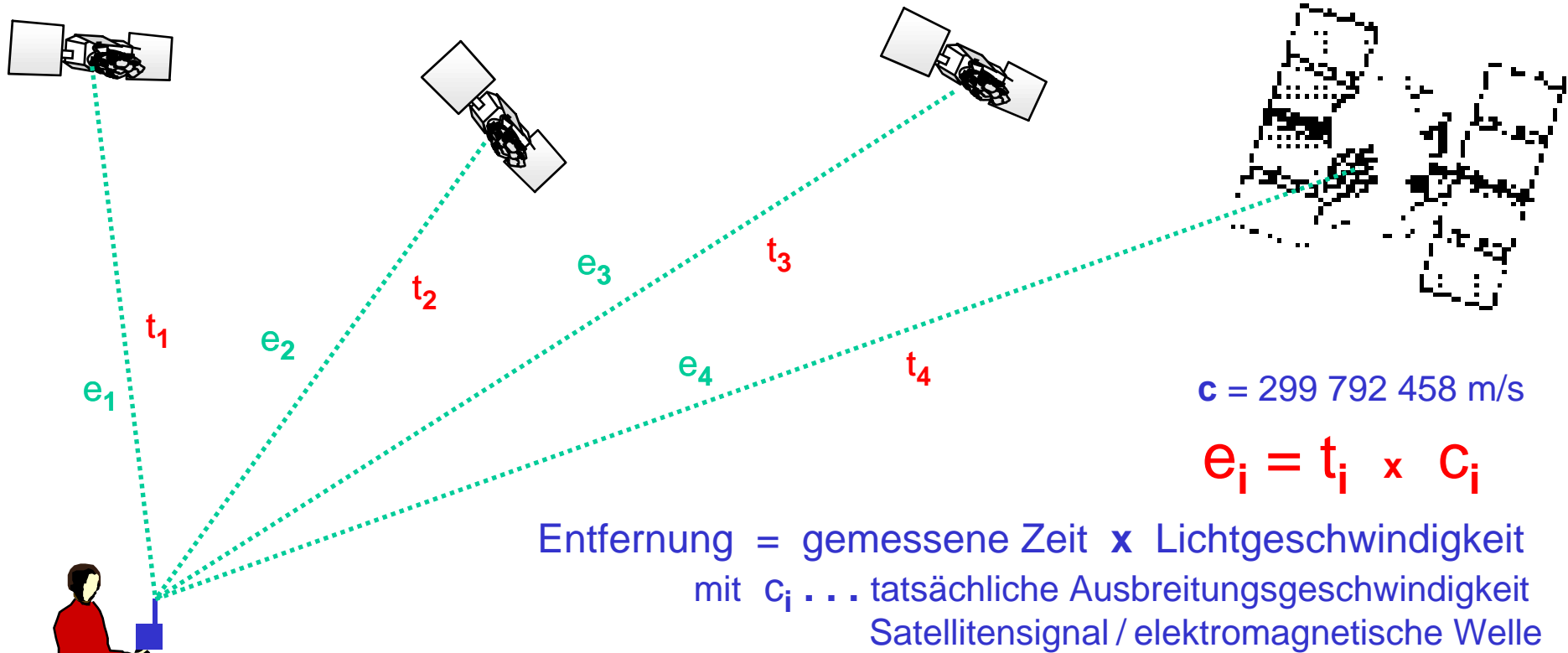


**Höchste Genauigkeit** >> **differentielles GPS und netzweise Beobachtung**

>> **Schaffung dauerhafter Festpunkte | Bezugspunkte auf und neben Gebäude**

>> **Messung mit Stativaufstellung (Zwangszentrierung)**

>> **Postprozessing mit Anschluss an SAPOS-Stationen → Genauigkeit wenige mm**



**Positionsbestimmung** >> **Gleichung mit 4 Unbekannten**

Navigationslösung >> 4 simultane Satelliten für **Raum-** und **Zeit-**Bestimmung

- unkomplizierte handliche Technik >> Armbanduhr, Handy, Auto, Handheld-Gerät

- Genauigkeit: einige Meter

**DGPS in Echtzeit** → für Objektpunkte auf bzw. im Gebäudeumfeld

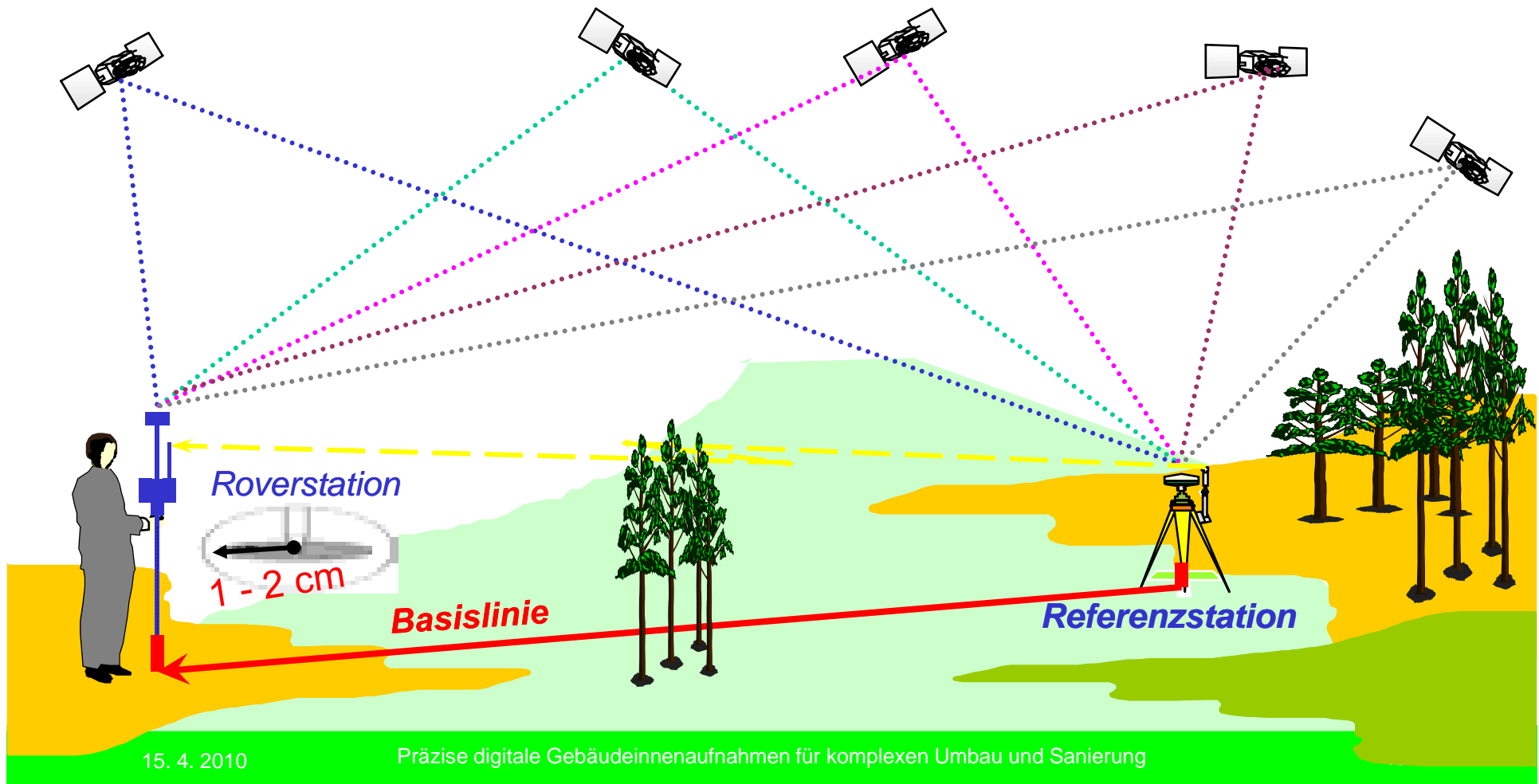
>> Real-Time-Kinematik mit eigener temporärer Referenzstation

>> Nutzung des SAPOS-HEPS-Dienstes über GSM und Ntrip

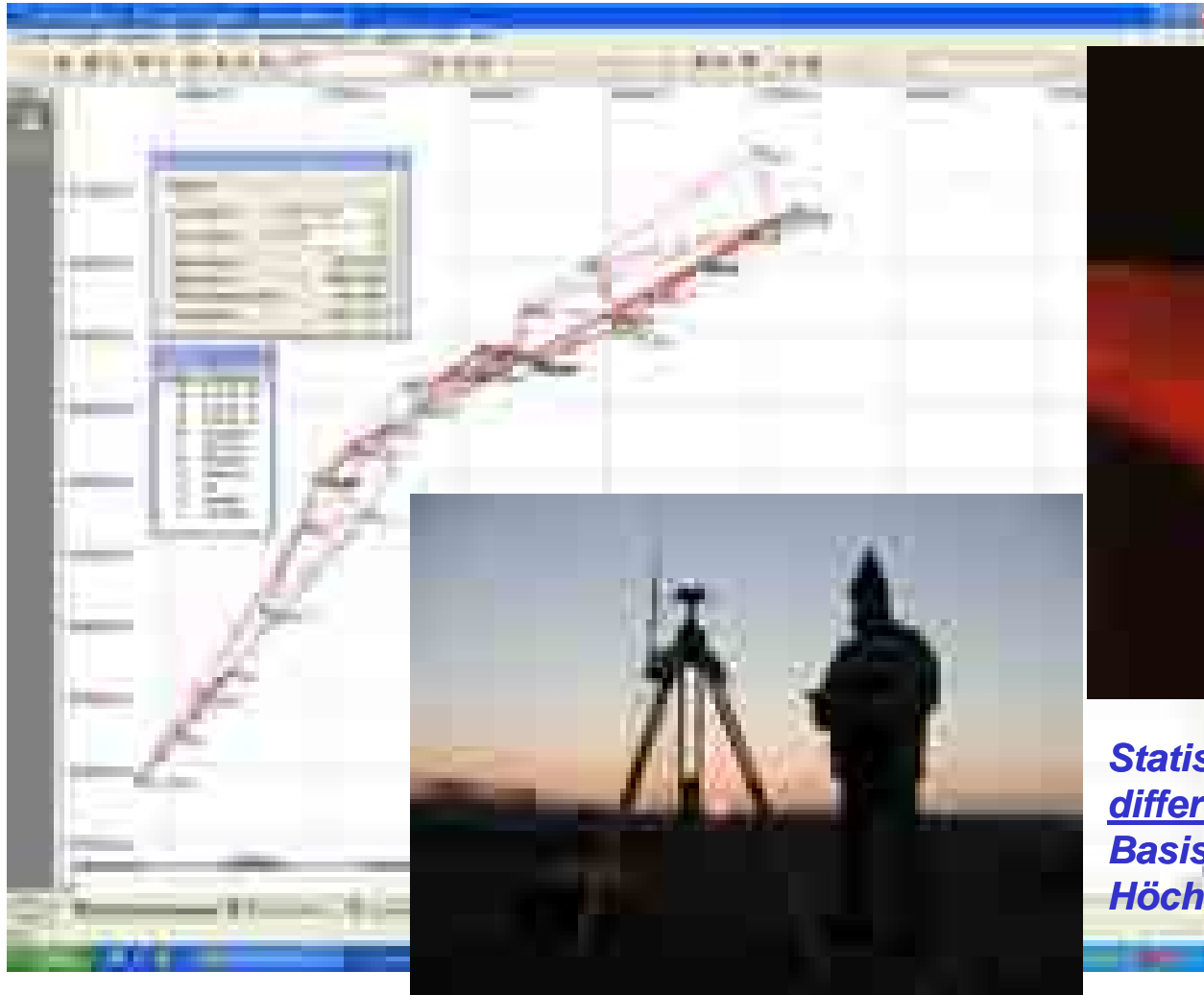
5 synchrone **Satelliten**-Beobachtungen >> L1 / L2 >> Echtzeit-Korrektur mit Festpunkt-Position

1 - 2 cm 3D-Genauigkeit

Verbindung über Funkmodem



Präzise GPS-Grundlagennetze >> Schaffung staatlicher Festpunkte / AP (HAP / Brandenburg)  
diverse Ingenieurgeodätische Netze für Bundesbahn und Autobahn / Auslandsprojekte  
Netzausdehnungen bis 100 km / Einzelfall DB >> 250 km >> Anschluss Teilnetzen an ETRS 89

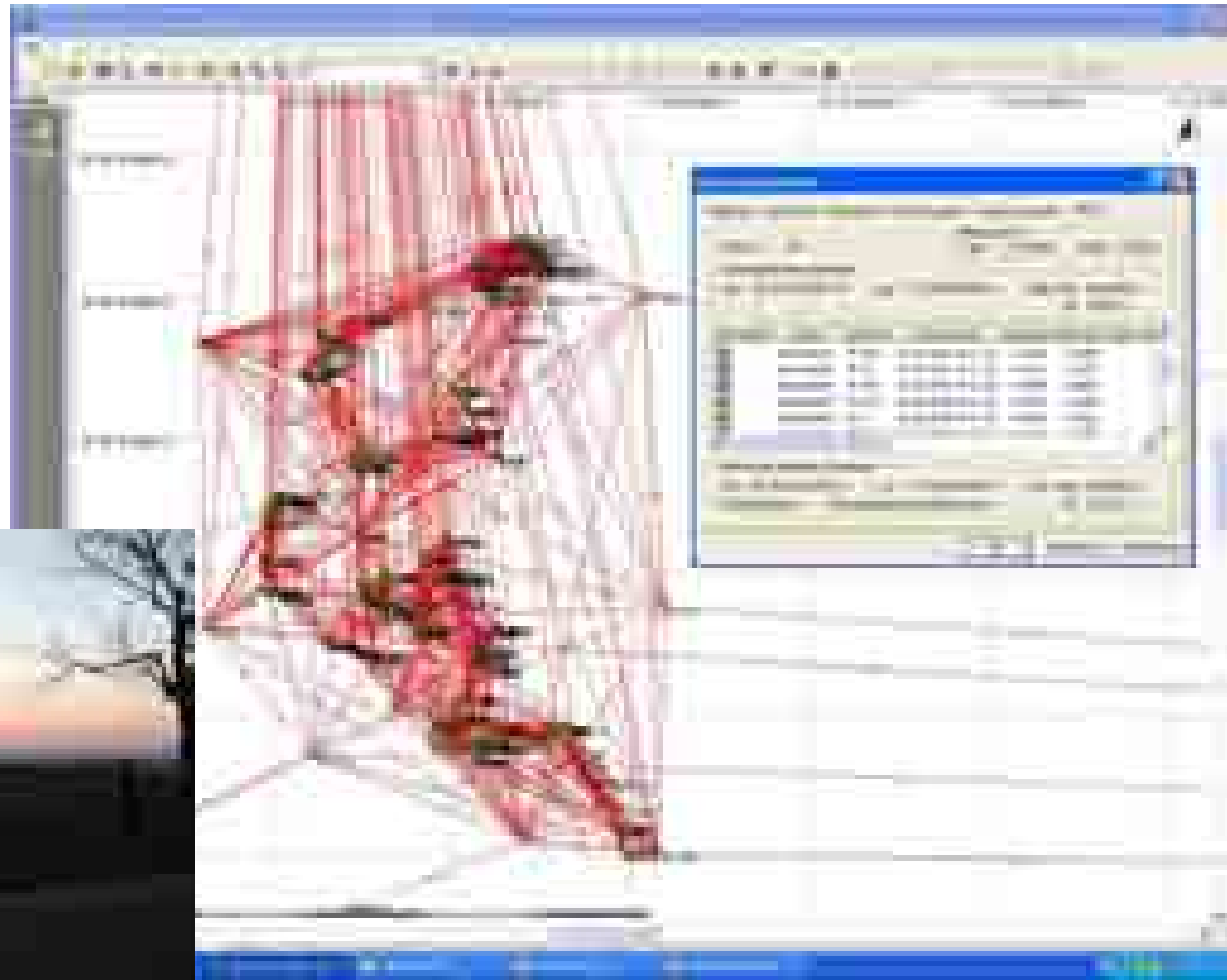


**Statische Netz-Beobachtungen**  
**differentielle Verfahren >> DGPS**  
**Basislinien-3D-Netzausgleichung**  
**Höchste Präzision >> mm-Genauigkeit**

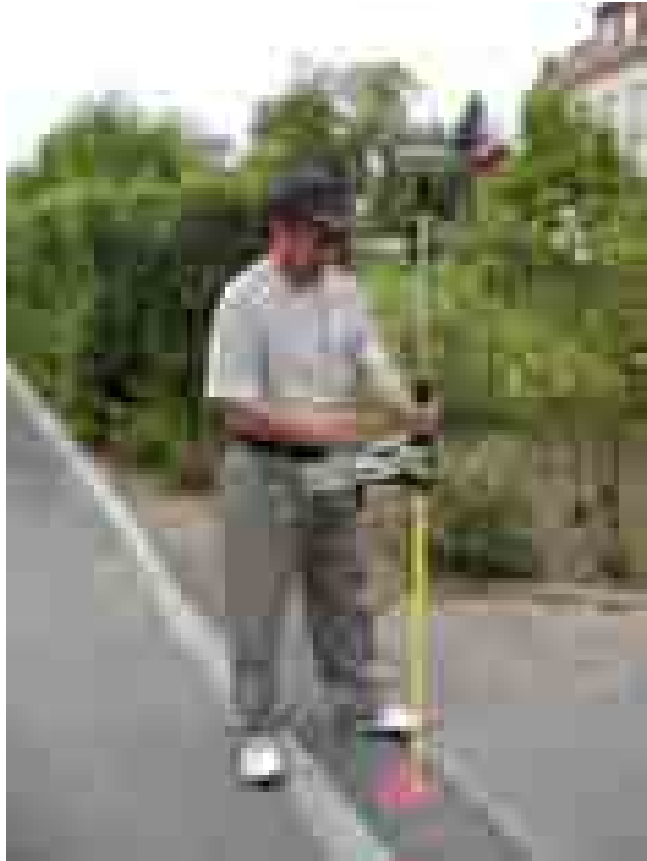
**Ingenieurgeodätische Lagenetze hoher Präzision (mm-Bereich) für Gebäudemessungen >> statische GPS-Beobachtungen, Postprozessing, Anschluss an Permanentstationen**

**Netzanschlüsse:**

- SAPOS-Stationen
- DREF-Punkte
- SNREF Sachsen
- BRAREF Brandenburg
- TP-Netze Bundesländer
- Anschluss an Höhenfestpunkte
- Trigonometrische-Netze anderer Länder
- >> Auslandsprojekte



**Echtzeitmessungen im einheitlichen europäischen System ETRS 89  
mit GPS, GLONASS und Galileo (in Vorbereitung)**



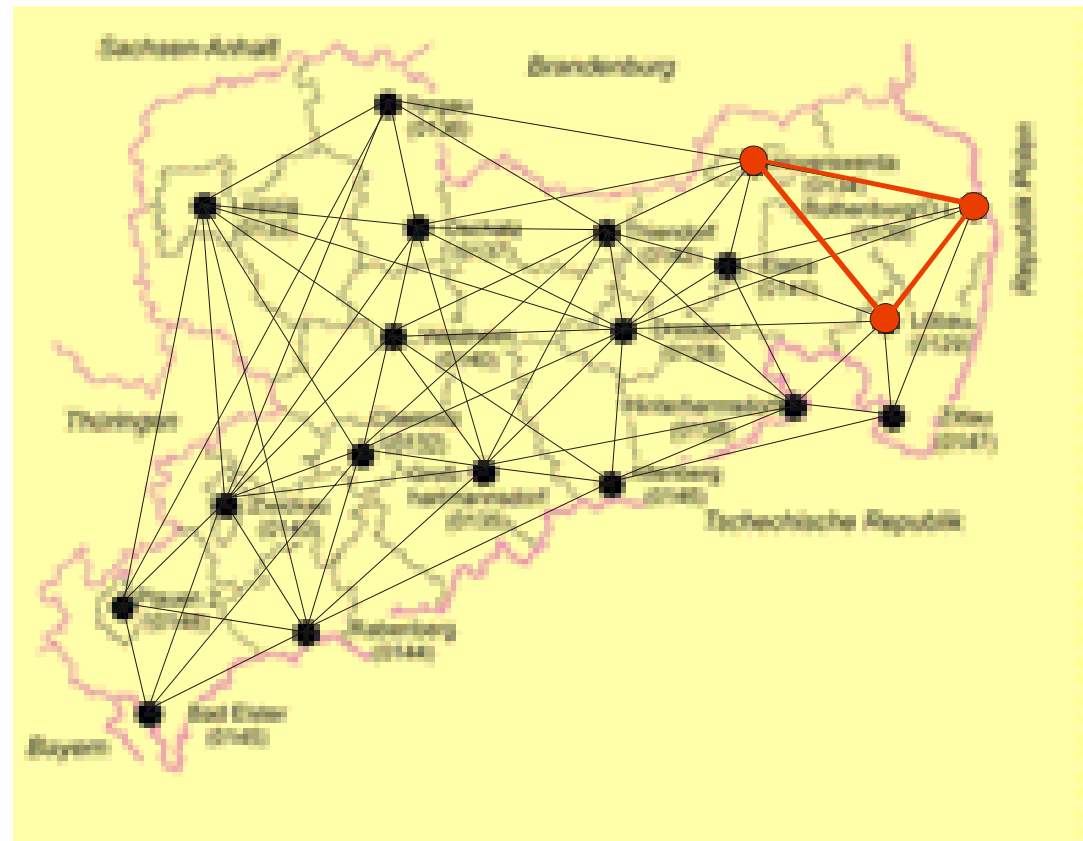
**Real-Time-GPS mit SAPOS-HEPS**

- >> Hochpräziser-Echtzeit-Positionierungs-Service
- >> cm-Genauigkeit in Echtzeit / vernetzte Gebiete 1-2 cm
- >> für jeden offener und nutzbarer Dienst / in ETRS 89
- >> Exportartikel für Auslandsobjekte

**Grundlage besteht mit bundesweit installierten Permanentstationen**  
**Fundamentale infrastrukturpolitische Basisfunktion >> Satellitenpositionierungsdienst**  
**SAPOS >> „hoheitliches Fundament“ präziser räumlicher Positionierung**



## SAPOS - Referenzstationen



## Betrieb mit allen operablen GNSS >> GPS / GLONASS / Galileo vorbereitet



## 5. In-Door-Navigation, Galileo, Facility-Management und City-GML

Georeferenzierung mit neuen „terrestrischen“ Diensten und **G a l i l e o**

- >> Satellitentechnik versagt im Gebäudeinneren | GPS / GLONASS >> Militärsysteme
- >> parallele Entwicklung neuer physikalischer Wirkprinzipien innerhalb der Gebäude
- >> zivile Nutzung / Unterstützung durch lokale Systeme / LBS >> Ziel von Galileo
- >> neue Anforderungen und Ideen sind gefragt >> Lösungen für Breitband-Handys
- >> RFID, Infrarot, Bluetooth, Ultraschall, HF-Funkortung, Durchgangsmelder, Lichtschrankensysteme, Verfeinerung der Mobilfunkortung, Trägheitsnavigation
- >> Kombination verschiedener Prinzipien
- >> Multisensorik für City und Gebäudesystemen
- >> Nutzung präziser Gebäudeinnenaufnahmen und Bestandsdaten öffentlicher Bauwerksbereiche

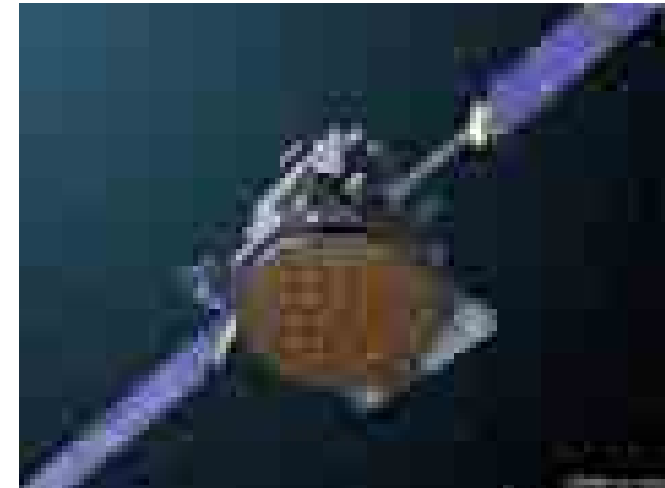


**Europäisches  
Satelliten-  
System**

## **Start Europas GNSS am 28. 12. 05, 6:19 Uhr MEZ**

### **2. Generation GNSS-2**

- erster **Testsatellit Giove-A**
- Baikonur >> 23.222 km Höhe | 13:51 Uhr planmäßiger Betrieb
- Galileo >> vorwiegend **zivile Zwecke** | **kein** militär. System wie GLONASS und NAVSTAR GPS
- ursprünglich für 2008 Probebetrieb - 4 Satelliten
- Frequenzen gemeinsam mit GPS >> L1 und L5  
L2 nur GPS | Galileo dafür E6 (1278,75 MHz)
- **2010 voller Betrieb - 30 Satelliten**
- Netz von **Bodenstationen** - Kontrolle Satelliten
- **komfortable terrestrische Zusatz-Dienste**
- Taschenempfänger / **Handy** / **Armbanduhr**
- Positionsgenauigkeit wenige Meter
- Gesamtkosten >> ca.6 Mrd €
- Gesamt-Ertrag ca. 74 Mrd € / Faktor 12
- Schaffung ca. 150 000 Arbeitsplätze
- >> Entwicklungen, Produkte, Dienstleistungen



# Zeitverzug der EU mit ernststen Problemen

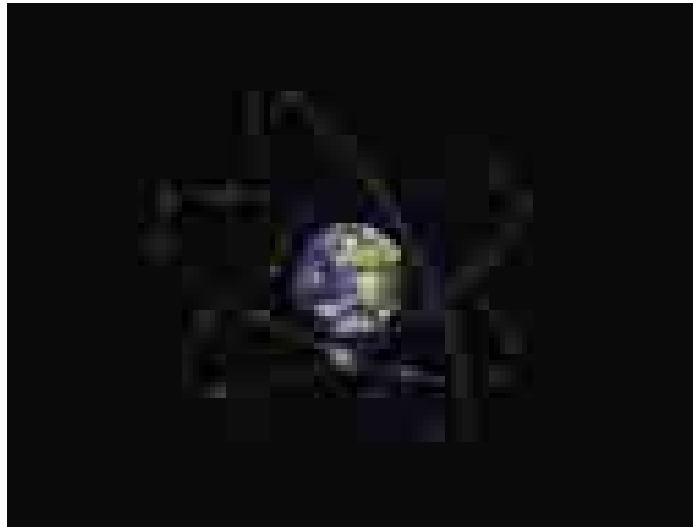
## Galileo-Bahndaten

- 3 Bahnebenen
- Inklination 56°
- Höhe 23.616 km
- je 10 Satelliten
  - >> 9 + 1 (Reserve)
- Abstand 40° >> 1 100 km
- 10 Tage / 17 Umläufe
  - >> gleiche Konstellation

## volle Kompatibilität mit GPS

- >> dadurch ca. 60 Satelliten ständig verfügbar
- >> Abdeckung in Städten verbessert auf 95%
- Bau von 14 Satelliten >> 566 Mio € bis 2014
- OHB-System AG Bremen (mittelständ. Untern.)
- >> Vertrag vom 26. 1. 10 mit ESA-Direktor
- >> paarweiser Start mit Sojus-Raketen ab 2012

**China:** 10 Raketen „Langer Marsch“ >> 2009/10  
>> 30 Beidou-2-Satelliten bis 2015 (3 verfügbar)  
30.10.2000 – 16.1.2010 >> 7 Satelliten im Orbit



## erste Missionsziele 12/05

- Erprobung Rubidium-Atomuhr
- Test Signalgenerator
- Strahlungsmessung
- **Sicherung Frequenzrechte**  
1164–1214 MHz / 1563–1591 MHz



Chinesisches  
Satellitensystem

## Compass

nutzt fast gleiche  
Frequenzbereiche  
(>>andere Modulation  
Teilweise gewollt  
für Interoperabilität)

Konstellation mit  
35 Satelliten  
davon 5 Satelliten  
geostationär  
GSO-MEO-Satelliten



## Neue „terrestrische“ Dienste mit Galileo

>> Innovationen, Schlüsseltechnologien, F/E-Themen, EU-Fördermittel

>> neue technisch-technologische Möglichkeiten >> neue Geschäftsfelder

- **Offener Dienst >> OS** (*Open Service*)
  - für Nutzer frei und kostenlos >> zwei Sendefrequenzen verfügbar (Troposphären- / Ionosphärenkorrektur)
  - liefert Position, Uhrzeit, Geschwindigkeit bewegter Empfänger | Receiver-Hersteller mit Lizenzgebühren
  - Genauigkeit ca. +/- 4 m | Zeit wie Atomuhr >>  $10^{-13}$  || ohne Garantie ständiger Verfügbarkeit
- **Kommerzieller Dienst >> CS** (*Commercial Service*)
  - zusätzliche Frequenzen (codiert) | kostenpflichtige Navigationsdaten | Übertragungsrate (500 Bit/sec)
  - Korrekturdaten besserer Positionierung (1-2 Größenordnungen) >> sicherheitskritische Nutzung möglich
  - mit Garantie ständiger Verfügbarkeit >> für Flugsicherung, Schienen- und Autoverkehr u. ä. unabdingbar
  - Frequenzbänder: 1164–1214 MHz, 1260–1300 MHz und 1563–1591 MHz
- **Safety-of-Life-Dienst >> SoL**
  - speziell für sicherheitskritische Bereiche mit Garantie ständiger Verfügbarkeit >> kommerzielle Nutzung
  - warnt Nutzer innerhalb von sechs Sekunden, wenn System wegen Positionierungsfehler nicht genutzt werden sollte / Frequenzbänder: 1164–1214 MHz und 1563–1591 MHz
- **Staatliche Dienst >> PRS** (*Public Regulated Service*)
  - ausschließlich hoheitliche Dienste >> Polizei, Küstenwache, Geheimdienst >> Dual-Use-System >> speziell für militärischen Bereich | verschlüsselte Signale | hohe Störungs- und Verfälschungssicherheit
  - Frequenzbänder: 1260–1300 MHz und 1563–1591 MHz
- **Such- und Rettungsdienst >> SAR** (*Search And Rescue*)
  - erlaubt weltweite Ortung von Hilfsanfragen und Notsendern in Flugzeugen und Schiffen | erstmals auch Rückantwort und einfache Dialoge der Rettungsstelle mit Notsender >> hohe Genauigkeit / Schnelligkeit
  - mit COSPAS-SARSAT / MEOSAR (Medium-Earth Orbit Search-and-Rescue) >> bestmögliche Position

**Beispiel: GNSS in Kombination mit luftgestützten Verfahren  
Pilotprojekt Bautzen / GDI Sachsen e.V.**



**Bildflug >> digitale Luftbildkammer / Aero-Scanner mit  
Inertialtechnik / satellitengestützter Echtzeitpositionierung**

**Massenprodukt  
großflächige  
Bearbeitung,  
hohe Effektivität**

**Digitale  
Bildflugdaten  
in WGS84**

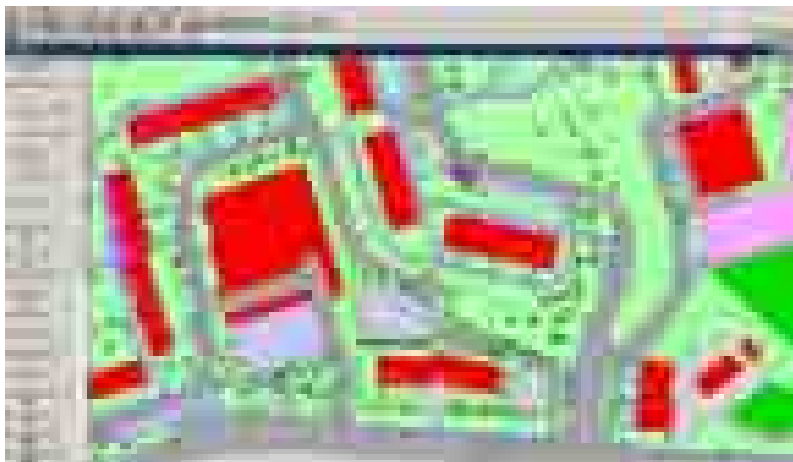
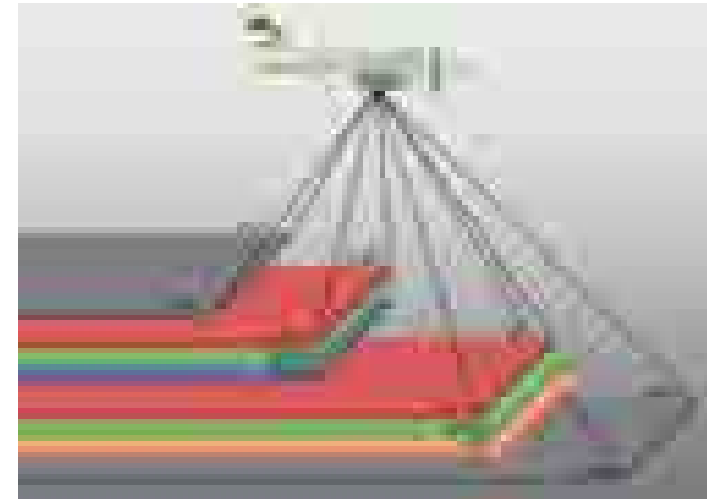
**Bereitstellung  
AFIS- / ALKIS-  
Daten durch LV**

**7-Parameter-  
Helmert-  
Transformation**

**bedarfsweiser  
Systemwechsel  
>> WGS 84  
>> ETRS 89  
>> RD 83 / DHHN**

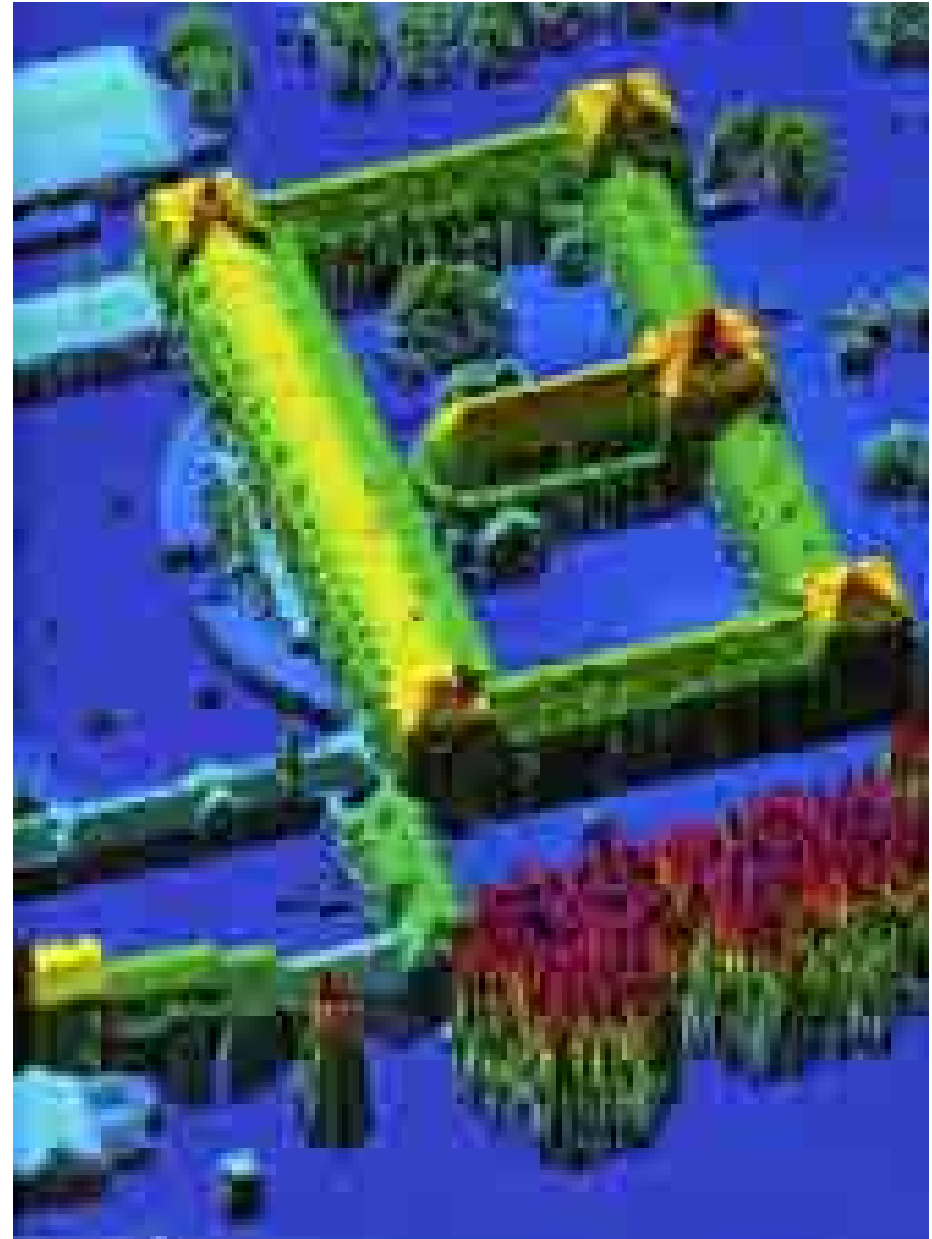
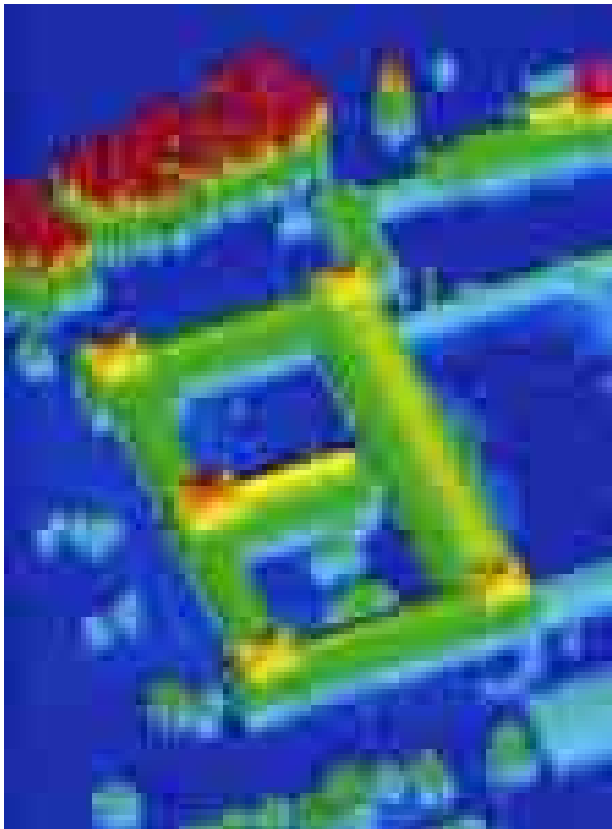


**Automatisch erzeugte Flächenelemente und 3D-Visualisierungen**  
**Lösung von Tagesaufgaben >> Kontrolle / Ergänzung von Gebäuden**



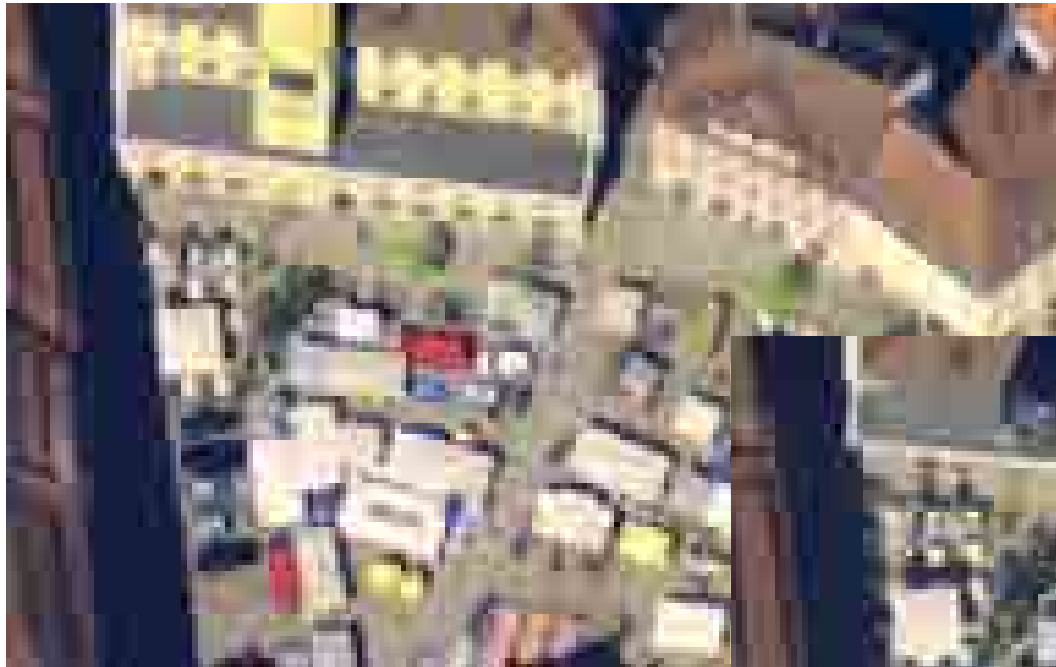
## ***Laserscannerdaten***

- >> unterschiedliche Perspektive***
- >> wahlweise Auflösung***



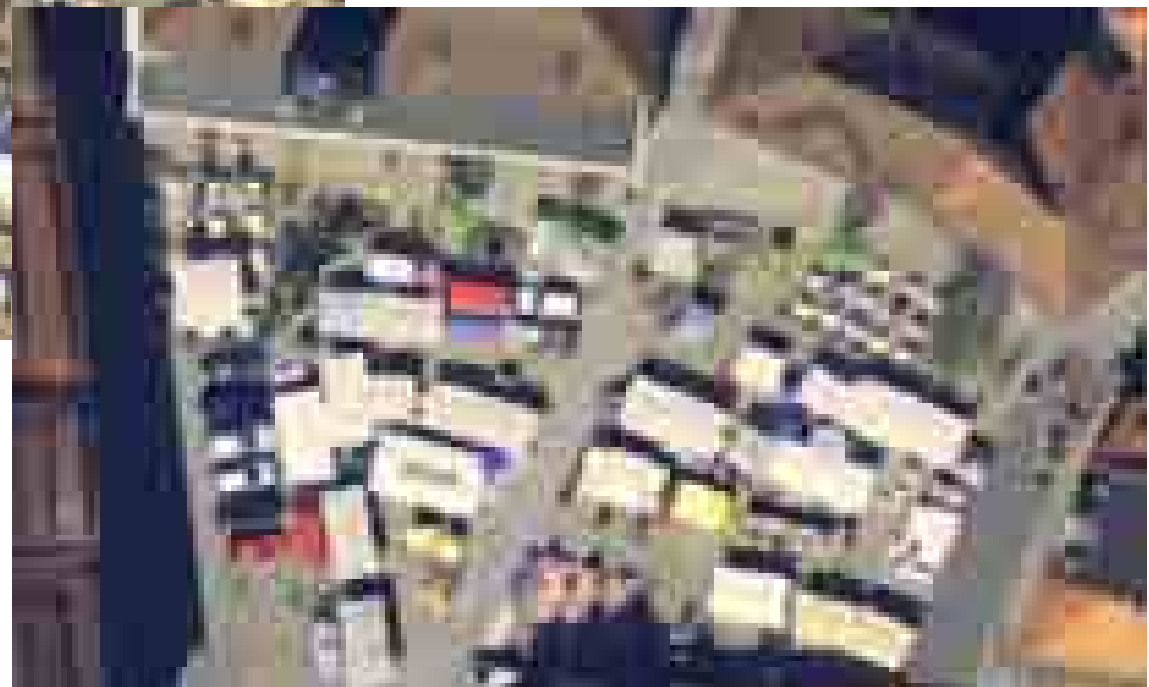
**Hohe Auflösung und Kombination mit Aero-Laserscanning:**

**>> Gebäudemodellierung, digitales Stadtmodell bzw. Geländemodell - DGM**



**<<< DOP 0,12**

**Beispiel Hauptmarkt Bautzen**



**>>> Gebäudedetails  
Straßenmöblierung  
messbar, modellierbar**

**True DOP 0,12 >>>**

**3D-Darstellung und ganze Stadtmodelle** >> automatische Bearbeitung  
>> Geoinformationswirtschaft, Immobilienwirtschaft, Touristik, City-Marketing

**Beispiel Bautzen:** räumliche Flächen | 3D-Visualisierung | keine Strichkarten  
großmaßstäbige topografische Rauminformationen >> Geometrie | Topologie  
>> **CityGML | Facility-Management**



**SatNav Saxony >> Impulse - Innovationen - F/E-Förderung  
Nutzung von Schlüsseltechnologien im Galileo-Umfeld**

**für GDI-Anwendungen >> völlig neue Nutzungsbereiche und Produkte  
>> Galileo stimuliert hunderte von Vorhaben >> lokale Komponenten**

➤ **Elektronischer Tempobegrenzer**

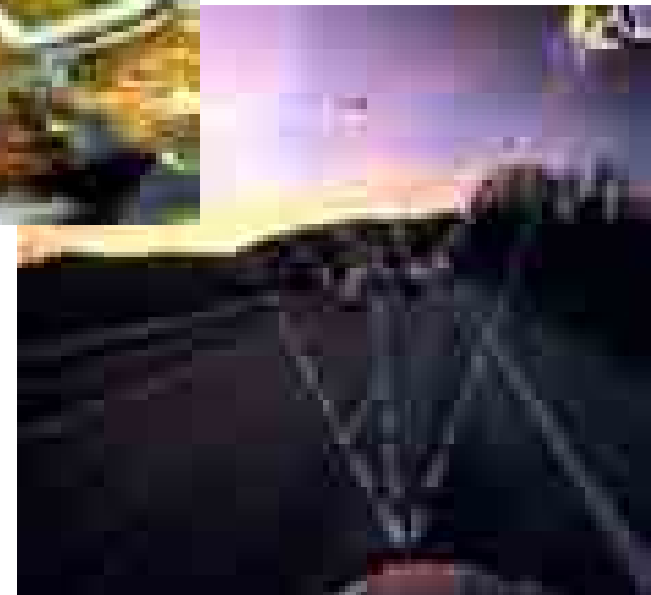
- EU-Verkehrssicherheitsrat ETSC plant
- **ISA** – Intelligent Speed Adaption
- Fahrzeug >> per Chip in ISA integriert
- via Satellit >> Position und Tempolimit
- „**Zwangsbremse**“ >> sanft oder rigoros

➤ **Vorsorge-Gefahrenabwehrung**

- **Radarwarnanlage** mit **Navi-System**
- Crashesensoren >> Position an Dienst
- **System warnt** im Gefahrenbereich
- **automatisches Abbremsen** des Kfz.
- **aktive Baken** >> **Straßenzustand**

➤ **Handy-Ortung / regionale Funkdienste / lokale Dienste LBS**

- „Notruf in Not“ > schnelle Hilfe möglich
- USA, andere EU-Länder bereits weiter
- Geo-Dienste GSM / WLAN-Internet
- Projekt **Die Digitale Stadt** >> **Netzwerk SatNav Saxony**
- **In-Door-Navigation** >> **neue kommerzielle Anwendungen**
- **Nutzung von Daten der Gebäudeinnenaufnahmen**





### **Bestand von Geo- und Gebäudedaten**

- >> **hoher Fundus**
- >> **bessere Verfügbarmachung**
- >> **hoher volkswirtschaftlicher Nutzen**
- >> **ökonomische Reserven**
- >> **Erschließung auf höherem  
technisch-technologischen Niveau**
- >> **Schlüsseltechnologien**
- >> **Innovations- und Motivationsschub**
- >> **im Verbund mit Galileo vorgezeichnet**
- >> **neue Dienstleistungsfelder**
- >> **Mehrwertschöpfung**



### >> **Schlussfolgerung des 5. IFM Symposium könnte u. a. sein:**

- **Nutzung vorhandener Netzwerke**
- **Erweiterung mit Trägern neuer Ideen**
- **Analyse von Bedarf und Möglichkeiten**
- **Komplettierung und Anpassung an  
künftige Anforderungen**
- **Verbindung bestehender mit neuen Netzwerken**

