

Dokumentation og datering af teglmurværk

Om iagttagelser og deres samspil i bygningsarkæologien

Af Jens Christian Holst

1. Teglstensmurværk

I såvel Nordtyskland som i Danmark er langt de fleste arkitekturmonumenter af teglsten og ikke sjældent er kun selve murværket tilbage, mens stilistiske træk er udsløttet og kilderne er gået tabt (fig. 1). Det gælder ikke blot bevarede bygninger eller ruiner, men også skjulte mure under jorden; hyppigst genfindes ældre mure tilmed ved ombygninger. Mere eller mindre uventet står vi overfor historisk teglstensmurværk, som skal dokumenteres og vurderes.

Hvordan man bedst undersøger og dokumenterer bindingsværk, jordaflejringer eller farvelæg diskuteres blandt etnografer, arkæologer og konservatorer.¹ Men hvad er med murværk?

2. Dokumentation

Før undersøgelsen

Så nøjagtigt som nødvendigt, så rationelt som forsvarligt, så anskueligt som muligt for at fastholde murværkets væsentlige karakteristika – det skal en dokumentation yde. Hensigten må være, at dokumentationen skal redegøre for de beslutninger der træffes, så vore efterkommere forstår, hvad vi har set, og hvorfor vi har tolket, som vi har gjort.

De afgørende iagttagelser som vi støtter os til, skal derfor kunne fastholdes. Hvordan det bedst sker, i tegninger, fotografier, beskrivelser, må afgøres fra

sag til sag, men en tilstrækkelig dokumentation består næsten altid af alle tre indgangsvinkler.² Dokumentationen skal endelig være langtidsholdbar. Elektronisk arkivering giver mange muligheder, men risikoen for datatab er til stede på lang sigt; der kan gå hundrede år før en undersøgelse bliver relevant og genoptages!

Angives opmålingssystemet med de vigtigste mål, har tegninger samtidig en indlagt målestok. Så får eftertiden indsigt i, hvad man kan stole på, og dette er tilmed værdifuldt, når tegninger kopieres.



Fig. 1. Et i Østtyskland ikke længere almindeligt syn: Et senmiddelalderligt adeligt stenhus (engang familien Wencksterns sæde, i Kietz ved Elben, upubliceret), skjult gennem århundreder i en afsides flodeng. Nu skal det vurderes. Ejernes ønske om at nedrive er afvist, og ruinen er igen under tag. Men hvilken af de mangfoldige detaljer vil overleve en restaurering? Dokumentationen bliver om få år deres eneste levn. Hvad skal altså laves?

Om en summarisk skitse er tilstrækkeligt eller om der skal udføres en detaljeret opmåling er ikke bare et spørgsmål om tid, lyst og penge. Indviklede forhold kræver en mere nøjagtig dokumentation, som først kan defineres, når der er tilstrækkelig overblik. Det er afgørende, om de fremkomne bygningsspor skal bevares eller slettes for altid. Derfor skal bygningsarkæologen inddrages når fremgangsmåden afgøres, og før undersøgelsens omfang fastlægges.

Skiftehøjdeskitser

På første studieår har alle arkitekter vel lært at gengive teglstensmurværk med vandrette streger, der markerer de enkelte fuger. Stregene standser kun ved hjørner, revner eller områder »hvor der sker noget«. Mindre detaljeret kan det vel næppe gøres. Navnlig hvis dokumentationen sker under tidspres, tegnes der hyppigt kun teglskifterne (fig. 2a). At fremhæve de vigtigste strukturtræk på denne måde er også hensigtsmæssig i publikationer, hvor figurer gengives i lille målestok (fig. 2b, 2c). Men reduceres gengivelsen stærkt, må man være meget sikker på, at der ikke gemmer sig noget væsentligt imellem linjerne. I denne situation er en god fotografisk dokumentation³ af særlig betydning; navnlig hvis muren går tabt, bliver det den eneste mulighed vore efterfølgere har for at kontrollere undersøgelsen.

Skiftehøjdeskitser sammenfatter overflader der er af samme murværkstype, og fremhæver deres grænser. De supplerer derved beskrivelser af murpartier som karakteriseres ved bestemte træk, eksempelvis højden af 10 samlede skifter, et statistisk tal som ofte karakteriserer byggefaser.

Skiftehøjdetegninger ses i dansk såvel som for eksempel hollandsk bygningsarkæologi; C.M. Smidt og H.H. Engqvist, foruden deres elever, har lige så tit brugt dem som kollegerne i f.eks. Utrecht. I tysk,

polisk eller svensk litteratur findes de sjældent, hvilket kan tillægges, at dokumentationen her i højere grad udføres af kunsthistorikere og arkæologer.

Forbandtstegninger

Registreres stødfugerne tæt på hjørnerne og kanter, kan det afgøres, om murpartier og arkitekturdetaljer er samhörende med omgivelserne. Vurderingen kræver sammenligning med andre hjørner fra samme byggefase; hjørneforbandtsmønstre karakteriserer et byggeskik.

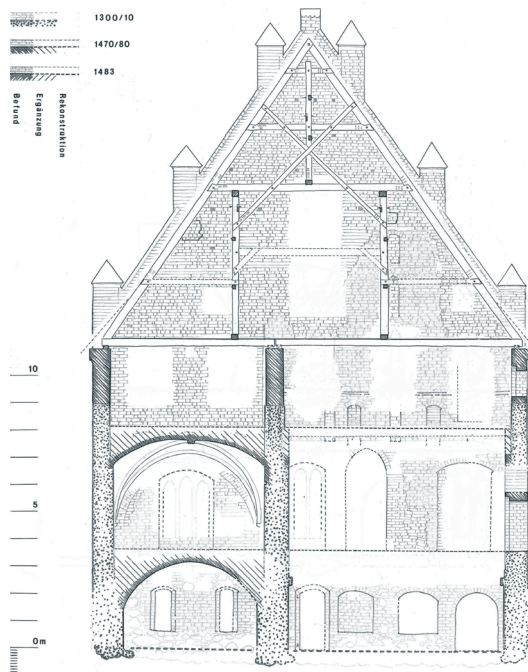
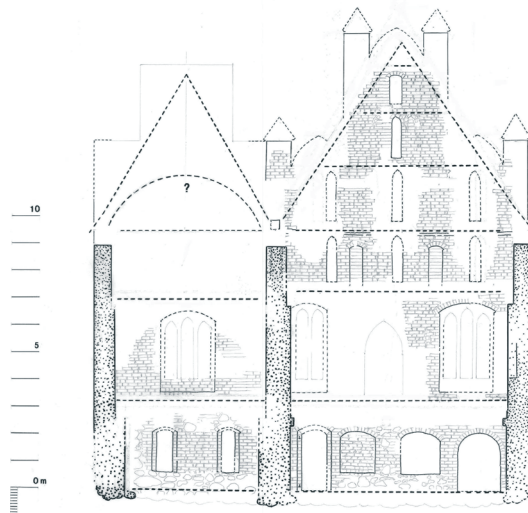
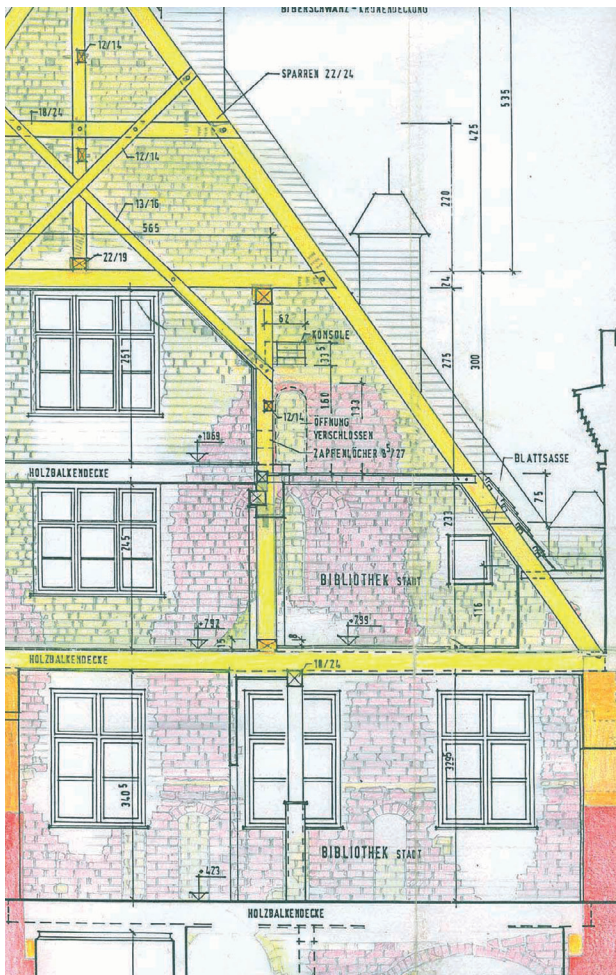
Først ved en fuldstændig opmåling af stødfugerne opnår man en tilstrækkelig registrering af murforbandtet, systemet i fordelingen af løbere, bindere og kvart- eller trekvartsten, især overgangsmønstre mellem fladen og kanter. På samme måde afklares forholdene ved sokler, gesimser og murkroner, langs buerne og hvælv.

Hvis man i en sådan forbandtstegning registrerer forbandtsfunktionen, eksempelvis blå for kopper og rød for afkortede løbere, fremhæves murværkets indbyrdes systematik (fig. 10, 12).⁴ Dette hjælper med til at skelne byggeetaper i et tilsyneladende ensartet murværk.⁵ Hvor to murere mødtes, ses forstyrrelser i forbandtet, og det kan deraf anslås, hvor mange murere der arbejdede på muren samtidig.

Hvis overfladen er plan kan en sådan registrering nemt udføres på vinkelrettede fotografier i 1:50. Hvis muren har dybere niveauforskelle, kræver det en opmåling; en fotogrammetri eller laser-scanning som grundlag. De forskellige optiske opmålingsteknikkers muligheder og betingelser skal ikke omtales nærmere her, men ét skal slås fast: de skal udføres før stilladset opsættes.

Også forbandtstegninger kræver en ledsagende beskrivelse. Der må redegøres for opmuringsteknikken og byggefaserens afgrænsning og begreberne må

Fig. 2a-c. Som oftest når en bygning skal dokumenteres, har arkitekterne allerede opmålt den, og nu er der hverken tid eller penge til andet end at bruge planerne til en registrering af de blottede mure. Hvis bare forbandtet fastholdtes, må senere undersøgelser uddrages af rapporten – som f.eks. ved disse to rekonstruktioner af husets tilstand omkring 1300/10 og efter 1483 (Brandenburg, »Ordonnanzhaus«; jfr. Holst 2008).



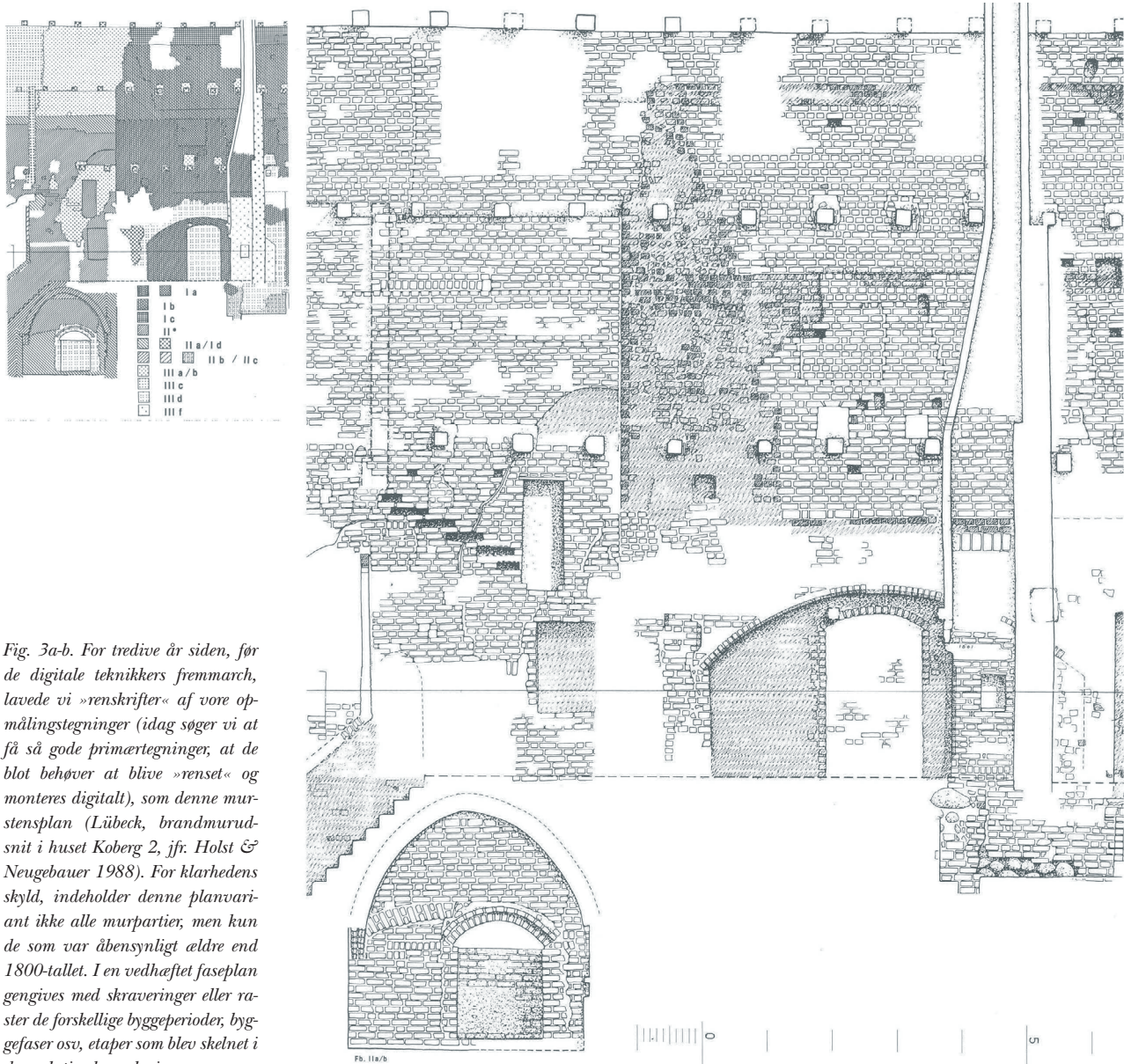


Fig. 3a-b. For tredive år siden, før de digitale teknikkers fremmarch, lavede vi »renskriftet« af vore opmålingstegninger (idag søger vi at få så gode primærttegninger, at de blot behøver at blive »renset« og monteres digitalt), som denne murstensplan (Lübeck, brandmurudsnit i huset Koberg 2, jfr. Holst & Neugebauer 1988). For klarhedens skyld, indeholder denne planvariant ikke alle murpartier, men kun de som var åbensynligt ældre end 1800-tallet. I en vedhæftet faseplan gengives med skraveringer eller raster de forskellige byggeperioder, byggefaser osv., etaper som blev skelnet i den relative kronologi.

forklares. Desværre er det hverken i Tyskland eller i nabolandenes litteratur lykkedes at blive enige om forbandtsmønstrenes betegnelser;⁶ tværtimod introduceres stadig flere fantasifulde navne.⁷ At bygningsarkæologer er »lusede amatører«, ses særlig klart ved vort babylonske sprogvirvar.

Murstenstegninger

Hvor stenstørrelsen i en mur er stærkt varierende, anbefales en registrering af de enkelte sten i deres fulde omrids, som en slags parallelsnit bag overfladen (fig. 3). Mørtlen på overfladen ignoreres i denne sammenhæng. Et uklart omrids gengives med stiplede streg. Hele mursten adskilles fra brudsten med retningen af brudet; et væsentligt redskab til at opdage skjulte byggespor. Hvis der også kan registreres grænser mellem forskellige opmuringsmørtler angives disse så vidt muligt også.⁸ En sådan murstensregistrering kræver en præcis opmåling som underlag, som regel en fo-

togrammetri, pantografi eller laserscan. Målestokken kan næppe blive mindre end 1:25, hellere 1:20.

Murstensplanen bruges til grafisk registrering af teglenes oprindelige karakter – f.eks. formater eller brændingsfarver, overfladebehandling som rifling eller glasur. Hertil kommer gengivelse af genbrug, sod, mørtel, malerirester eller behugningsspor. Sådanne opmålinger er velegnede som udgangspunkt for rekonstruktionstegninger foruden til planlægning og dokumentation af fysiske indgreb. Ved murstensregistrering angives kun stenene, mens der ses bort fra fugerne. En parallel er fugeregistrering, der især bruges til alderskortlæggelse, f.eks. til registrering af oprindelige murværkspartier (fig. 4), – grundlaget i en bygningsarkæologisk bevisførelse.

Murportræt

Hvis vi er mere interesseret i bygningens overflade, i resterne af puds, indridsninger, farvespor eller i

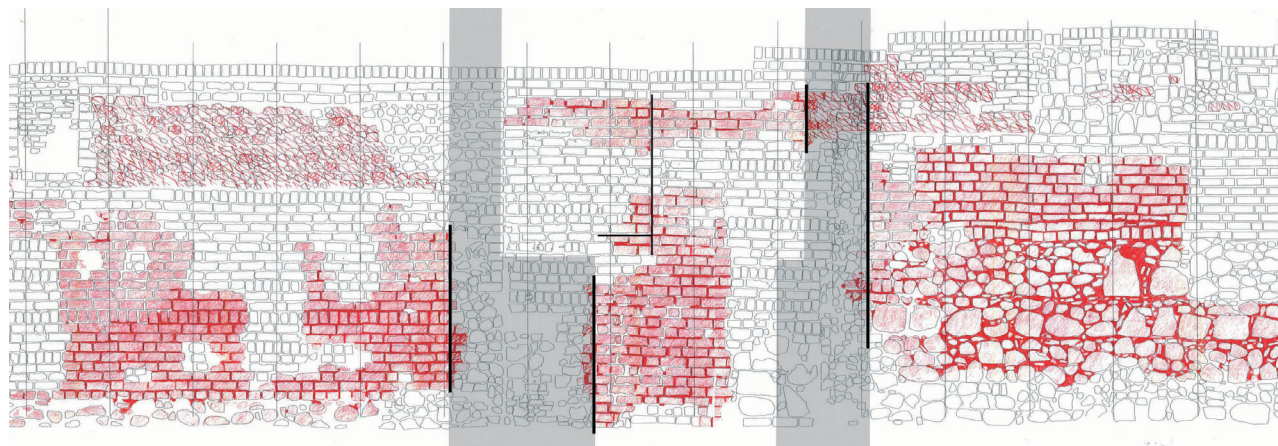


Fig. 4. En fotogrammetrisk murstensplan er velegnet til registrering af mørteltyper sammen med de tilhørende mursten, her f.eks. kun den ældste byggeperiode (udsnit af bymuren i Berlin, med antydelse af et oprindeligt »vighus«, upubliceret). Med gennemløbende »lynskravering« kortlægges murpartier hvor murbeklædningen er gået tabt; enkelte skader er vist med lokal »lynstreg«. Fotogrammetri Denkmalamt Berlin.



Fig. 5a. I en aldersplan lavet på grundlag af »murportrættet« skelnes alle synlige byggematerialer med hensyn til de forskellige byggefaser (jfr. farveskemaet ved fig. 6). Her f.eks. Burg Stargard (udsnit af den øvre borgports facade – i senmiddelalderen ombygget til kapel, siden 1700-tallet brugt som lade, upubliceret) hvor der i stort omfang synliggøres bevaret renaissancepuds (gul). Fokus er på en tidsperiode der hidtil ikke har været værdiget meget opmærksomhed på stedet, selvom det drejer sig om et af de tidligste eksempler i landet.

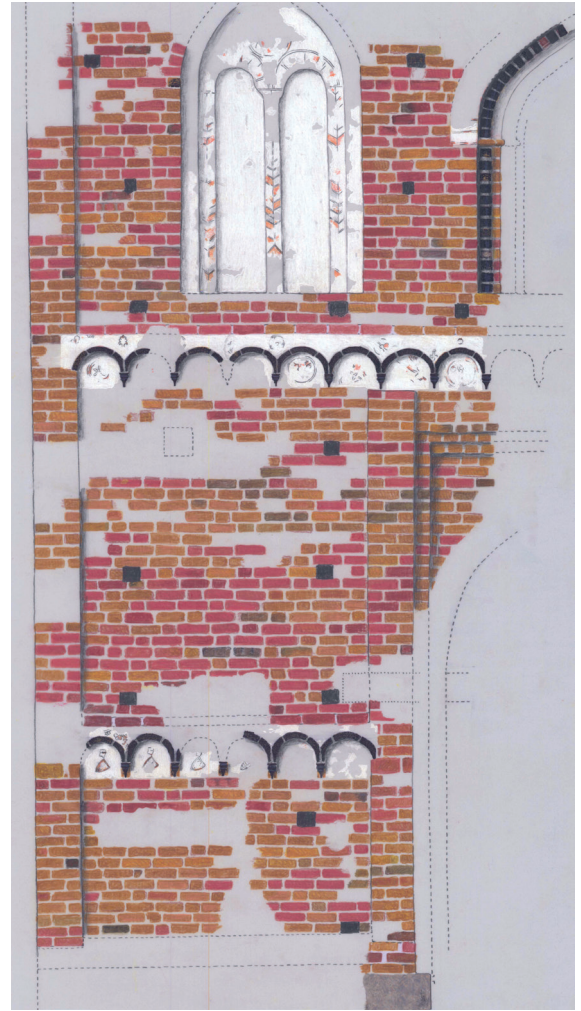


Fig. 5b. »Murportrættet« er ligeledes grundlag for de synlige, oprindelige (dvs. den ældste byggeperiodes) murstens brandfarveregistrering, samt ridsningerne og farvespor på synlige oprindelige pudsoverflader. Det er nærliggende at angive rekonstruktionsforslag i en sådan plan. Så får vi tilnærmelsesvis et indtryk af den oprindelige arkitekturs udseende, som oftest synliggøres på stedet, og undgår eksperimenter med en real rekonstruktion, som betød tabet af væsentlige yngre bygge-læg.

opmuringsmørtlens afstrygning hen over stenene, laves et »murportræt«. Kun underordnede detaljer, eksempelvis et espalier eller andre genstande foran overfladen, udelades.

Gengivelse af så mange forskellige strukturer på én gang kræver en vist kunstnerisk evne til at skelne væsentlige spor fra uvæsentlige. Nøjagtigheden i registreringen skal ikke være mindre end præcisionen i den opmålte arkitektur. Målestokket er derfor 1:25 eller 1:20, undtagelsesvis 1:10.

Som tegningsstandard i tysk bygningsarkæologi udvikledes murportrættet især af Gert Thomas Mader i 1970«erne, inspireret af dokumentationerne som siden 1920«erne tegnedes af kunstnerisk uddannede arkitekter, f.eks. Armin von Gerkan, Paul Clemen eller Mogens Clemmensen.⁹

Brugbarheden af »murportrætter« til en arkæologisk vurdering af teglstensmurværk er dog tvivlsom, især hvis der mangler oplysninger om murforbandtet eller mørtelgrænser. Overfladeregistrering er derimod konservatorernes »pleasureground«. Herigennem kan der kortlægges utallige iagttagelser – materialenes alder (fig. 5a), deres skader samt planlagte eller udførte indgreb.

Når det står klart, hvilke sten og pudslag som tilhører en bestemt byggefase, kan det på grundlag af murplanen eller murportrættet blive en fornøjelse at registrere denne fases farvesæt – teglenes oprindelige brændingsfarve, farvespor eller pudsens grafiske og maleriske behandling. Uden at fremhæve andet end det åbenlyste, ved at udelade alt som ikke tilhører den enkelte fase, opnår man et billede som nærmer sig arkitekturens oprindelige udseende. Og hvorfor skulle vi egentlig ikke af og til lave noget folk kan også lide? (fig. 5).

3. Historien fremkommer

Relativ kronologi

Byggefaserens kronologi, der har resulteret i bygningsens nuværende skikkelse, er det første vi leder efter i en bygningsarkæologisk undersøgelse. Her sammenfattes levenerne i hver fase ved at definere deres indbyrdes sammenhæng og ydre afgrænsninger. Hvor to forskellige murværkspartier mødes, må ét være det ældre; det ses ved murværkets forbandt og især ved mørtlens karakter såvel ved de påførte puds- og farvelag. Resultatet af puslespillet benævnes »relativ kronologi« (fig. 3).

Den relative kronologi opdeles i byggeperioder (betegnet med romertal), i byggefaser (betegnet med små bogstaver), og tilsidst i byggetaper (betegnet med symboler). To byggetaper adskilles hvis byggematerialet eller teknikken er forskellig eller hvis de afgrænses af fortandinger. To byggefaser adskilles, hvis også byggekonceptet forandredes. To forskellige byggeperioder adskilles, hvis en betydelig brugsperiode påvises imellem dem.

Om ikke før kommer arkæologen og konservatoren nu ind i spillet. Næsten alle mure står med fødderne i jorden og de fleste har spor på overfladen. Både spor i jorden og på murene skal samles i et fælles stratigrafisk system.¹⁰ Så længe der er stratigrafiske modsætninger, skal alle iagttagelser gennemprøves igen og igen, indtil fejlen er fundt. Derfor er det meget vigtigt, at man ikke venter med tværfaglig konfrontation. Tiden er som regel knap!

Absolut kronologi

Selvfølgelig nøjes vi ikke med at udrede rækkefølgen i byggefaserne. Vi vil også vide hvornår byggeaktiviteten

skete. Så åbnes de historiske kilder og vi må spørge: hvem byggede, hvorfor blev der bygget og på hvilken historisk baggrund?

En præcis datering er nøglen til en historisk vurdering af arkitekturen: Var den ved opførelsen ny-modens, gammeldags, u- eller sædvanlig? I bedste tilfælde kan hele byggeforløbet dateres, fra fundamentpælene til tagtømmer, endog til stuens udmaling: Udførtes de enkelte byggefaser så hurtigt efter hinanden eller trak opførelsen ud?

Alle dateringer, uanset deres karakter, skal indføres i den relative kronologi. Modsigelser skal efterprøves, indtil resultatet er overbevisende. Derefter kan der tales om en absolut kronologi, som kan afspejles på et tegningssæt (*aldersplanen*) ledsaget af kommentarer.

4. Datering

Kun få naturvidenskabelige metoder muliggør en direkte datering af teglmurværk, dvs. af tegl eller mørtel. Nogle flere kan inddrages gennem stratigrafisk tilknytning af eksempelvis tømmer.

Termoluminescens

Metoden baseres på keramiske materials evne til at opsummere energi fra omgivelingsstråling, der målbart afgives igen, når materialet opvarmes til over en bestemt temperatur. Hvis man kender materialets specifikke følsomhed, muliggør TL-metoden at angive tidspunktet for den sidste relevante opvarming, almindeligvis tidspunktet for teglstenenes brænding. Dateringen leveres med usikkerhedsberegning og den skal tages alvorligt, da usikkerhedsmargen kun i de heldigste tilfælde opnås på under $\pm 4\%$.

Ved inddragelse af TL-metoden skal man være opmærksom på to faktorer som kan føre til alvorlige fejl. For det første fugtigheden. Lokalstrålingsinten-

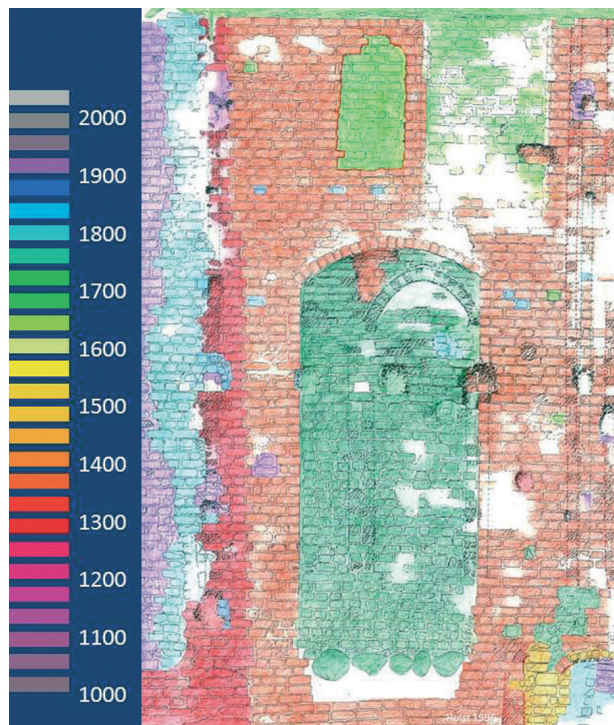


Fig. 6. I en aldersplan registreres de forskellige byggefaser; i dette tilfælde på grundlag af en blyandstegnet murstensplan (Rostock, kloster Heilig Kreuz; udsnit af vestfløjens sydgavl, upubliceret). Farverne af den absolute kronologi svarer til de antagede dateringer – de er selvfølgelig ikke alle sikre og nøjagtige. Dette lader sig dog ikke gengive nærmere i en sådan plan; derfor skal planen altid leveres sammen med en skriftlig redegørelse. Der bruges samme farver for samme byggetider i vores tegnestue – og nu også andre steder.

siteten påvirkes af vandindholdet i porerne, så måles den på et tidspunkt med atypisk fugt eller tørhed, får man enten for gamle eller for unge dateringer. Derfor vælges et sted og tidspunkt, hvor og når fugtigheden i prøven kan forventes at svare til langtidsgennemsnittet.

En anden alvorlig fejl opstår, hvis teglet senere end dets brænding er blevet påvirket af stærk varme. I nogle tilfælde er lidt mere end 250°C nok til at helt eller delvist slette den opsummerede dosis. I sådanne tilfælde bliver dateringen for ung (fig. 7).

Dateringer som åbenlyst er for gamle kan dog antyde genbrug. Tegl fra ældre byggerier anvendes hellere i murkernen end i facaden – dér hvor prøverne helst skal tages, men det er svært at kende genbrug.

Teglsten som er brændt ved for høj varme skal ikke anvendes, fordi sindrungen sletter følsomheden. For lavt brændte tegl kan modsat indeholde rester af deres geologiske dosis, som giver for høje alder. At vælge det rigtige sted og tidspunkt for prøvetagelsen, såvel som at udvælge de rigtige brokker er bygningsarkæologens ansvar. Det er laboratoriets ansvar at sørge for fugt- og strålingstæt indpakning umiddelbart efter prøvetagelsen.

På trods af de mange vanskeligheder kan metoden dog anbefales.¹¹ Den har givet gode resultater når prøverne tages dybt ud af murkernen under istandsættelsesarbejder, bedst i sensommer eller tidlig efterår.

Fotoluminescens

Beslægtet er den yngre fotoluminescens-analyse (PL eller OSL), der tages usgangspunkt i det optagne lys i materialet. Metoden er ikke rettet mod tegl, men mod sandet som brugtes i mørtlen. Ved metodens anvendelse beregnes tidsrummet mellem hvornår bestemte mineralier i sandkornene sidst var udsat stærkt sollys, hvilket må antages at være sket under fremstillingen af mørtlen.¹² Dermed er den fri for genbrugsproblematikken. Kun prøver som har været fuldstændig adskilt fra lyset i murens

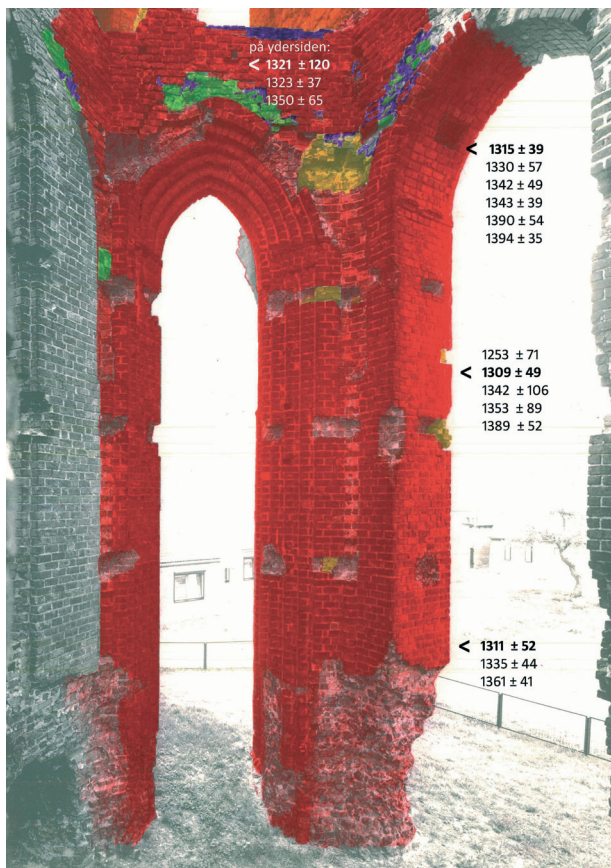


Fig. 7. Ved sikringsarbejder af denne kompliceret ruïn (forhen præmonstratenserkirkens vestkapel, i Granzow / Uckermark; jfr. Holst 2001) kunne der ikke betales for en opmåling. Men vi fik dygtige fotografiske stereopåtagelser, som var anvendelige for faserregistreringen. En senere fotogrammetrisk udnyttelse er stadig mulig. Ved TL-datering af forskellige sten i fire prøvehuller i det oprindelige murværk fremgår der tydeligt indflydelsen af ildebranden i 1714/17 – de fleste sten er meget unge. Kun en eneste prøve stammer muligvis fra forgængeren fra 1200-tallets midte. Hvis man, uden sidstnævnte, kun medtager de ældste prøver, der ikke synes påvirket af branden, viser der sig en rimelig rækkefølge o. 1310-20, der passer med de stilistiske træk og historiske kilder. Med hensyn til fejlstørrelserne ville man ellers ikke have været at betragte dem som en troværdig datering. Foto: Meßbildstelle GmbH.

indre er brugbare; de skal stadig beskyttes fra lys indtil analysen er foretaget. Problematikken med vandindhold og brændingsforhold er de samme som ved TL-metoden.

Metoden er ung så der er stadig ikke gjort mange erfaringer med den, men med tiden vil den kunne være gavnlige i mange hidtil uløselige tilfælde. Foreløbig må der gennemføres flere testforsøg i sikkert daterede bygninger.



Fig. 8. Selvom mørtelprøver til pollenanalyser kun er udtaget enkelte steder, fremgår det, at de åbensynlige spring i mørtelkvaliteten hver svarer til en vinterpause (muligvis en afbrydelse over flere år). Hele tårnet synes at være bygget i løbet af fem byggefaser (Stolpe/Oder, Uckermark; jfr. Holst 2009).

Kulstof 14-analyse

I mørtlen findes der hyppigt trækulstykker eller andre organiske levn, som er blevet tilført under fremstillingen. De lader sig datere med den kendte ¹⁴C-metode, der tager udgangspunkt i dette kulstof-isotops tidstypiske andel i levende organismer, men metoden er forbundet med store usikkerhedsfaktorer. Særlig mange kulpartikler findes i middelalderlig gipsmørtel der anvendtes ved hvælv- eller bueslagning, som råstof for konsoler eller lignende. Omend kalkmørtel indeholder kulstof i langt større omfang, er den på grund af kemiske omdannelser vanskeligere at underkaste metoden, som da vil resultere i alvorlige fejlbestemmelser.¹³

Pollenanalyse

At regne pollenanalyse til dateringsmetoderne synes umiddelbart at være forfejlet – selvfølgelig får vi ad denne vej ingen aldersbestemmelse.¹⁴ Men faktisk er der ofte pollen nok i mørtlen til at bestemme årstiden hvor den blev blandet og anvendt (fig. 8). En prøverække som udtages af en mur, som er kontinuerligt opmuret, kan således levere »årstidsdateringer«, baseret på de pågældende planters blomstringsvarighed. Derved får vi ikke bare socialhistoriske oplysninger, om man eksempelvis arbejdede i så- eller høsttiden, men også teknikhistoriske, f.eks. hvor tæt på frost- eller hedeperioden man vovede at mure. Denne slags tolkninger kræver selvfølgelig stor fortrolighed med klima- og vegetationshistorisk forskning. Vigtigere for selve bygningshistorien er spørgsmålet om, hvor mange forskellige byggeår der kan adskilles. Disse byggefaser behøver dog ikke nødvendigvis at ligge i umiddelbart forlængelse af hinanden. Mere eller mindre tydelige forvitringsspor ud for en byggefase kan tyde på en pause på flere år i opførelsen. Sådanne indicier kan få afgørende betydning i dateringsdiskussionen.

Dendrokronologi

Flere muligheder kan opnåes gennem stratigrafisk inddragelse af andre bygningsdele til murens aldersbestemmelse; her skal blot dendrokronologien omtales. At datere murværk ved brug af tømmerdateringer kræver bygningsarkæologisk sikkerhed angående den arbejdstekniske rækkefølge, så der er klarhed, om de giver »termini ante quos«, »post quos«, eller hvis dateringen af tømmeret i det mindste kan bruges som murværkets ankerdato.¹⁵

Som regel resulterer en dendrokronologisk datering blot i et årstal, »huggeåret«. Normalt er træet fældet i den følgende vinter og først i det følgende år kan tømret være forarbejdet. Hvor vi får hele dateringsserier fremgår det ofte, at tømmer med forskellige fældeår er blandet i ét tømmerværk. Dette optræder ofte i byer med egen tømmerhandel, især ved fyrretræer som fragtedes langvejs fra.

I enkelte tilfælde opnås dateringer som »forår 1321«, hvis ét eller flere stykker tømmer huggedes netop i de få uger, hvor det nye vårved var under opbygning. Er der intet yngre tømmer indblandet, må man antage, at det er anvendt samme forår eller sommer.

Når forskellige dateringer i en byggeperiode svarer til rækkefølgen i bygningens faser, må man stole på dem. Det gælder især på landet, hvor der som regel blev skovet efter behov (fig 9).

Men der skal dog advares. Genbrugt tømmer er ikke altid kendelige ved første blik. Især ved egetræ er det vel muligt at se, om træet var grønt eller tørt, da det blev hugget eller bearbejdet. For at øge sikkerheden må man tage flere prøver.

Nogle kolleger sparer penge ved at udborer prøverne selv. Dette fører dog ofte til at der kun opnås dateringer som lyder: »omkring ...« eller alene angiver »omkring eller efter ...«, da disse prøver ofte mangler

de yderste årsringe eller hele splintvedet. Jeg anbefaler at der indkaldes en professionel dendrokronolog, en som leder efter det rigtige sted med botanikkerens øje.

Endelig skal det ikke glemmes, at dendrokronologi baserer sig på sandsynlighedsregning. Med meget stor sandsynlighed er en datering korrekt. Men en meget lille andel er det ikke.

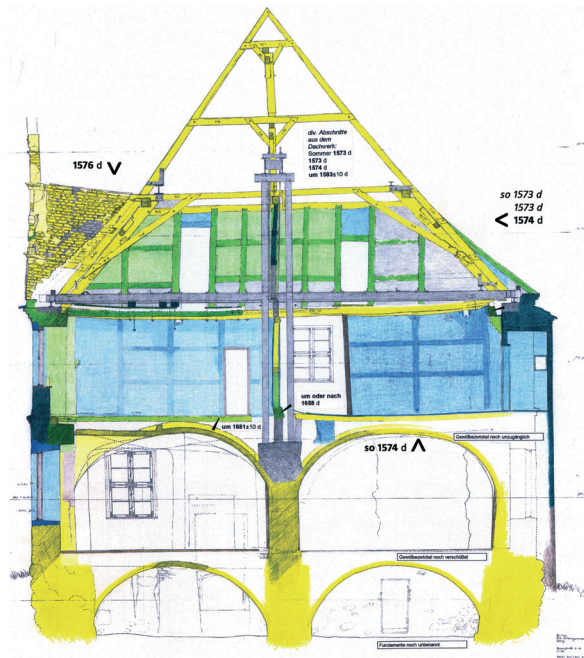


Fig. 9. Dendrokronologiske dateringer som følger hinanden i kort afstand, kan sagtens angive byggeetapperne. Dette er formodentligt tilfældet ved dette renessanseslot (Quilow / Peene i Førpommern, upubliceret), hvor der i sommeren 1574 huggedes egetræer for ankerbjælkene over stuehvælvet, vinteren derefter huggedes det sidste tagtømmer til taget (i hvilken der også indgik tømmer som hentedes sommeren 1573 og vinteren derefter), men først i vinteren efter 1576 blev træet til kvistene fældet. Hvis vi ikke havde taget så mange prøver, kunne vi aldrig bevise, at bygherren Roloff van Owstin lod slotets planer ændre ca. 1575 i takt med Hertug Ernst Ludwigs nybyggeri på slotsøen i Wolgast.

5. Kronologier

I den bygningsarkæologiske hverdag står naturvidenskabelige metoder dog kun undtagelsesvis til rådighed; laboratoriernes ydelser er ikke gratis. Som regel er der kun mulighed for at sammenligne det ukendte murværk med kendte paralleller.

Her tales om typologier¹⁶ og kronologier, som selvfølgelig er mere pålidelige og nuancerede, hvis mange daterede bygningsværker kan inddrages.¹⁷ Metoden indebærer dog fare for at konklusionerne med tiden bliver uoverskuelige. Stilkritikken advarer om, at resultaterne til sidst bliver et torneroseslot, omslynget af cirkelslutninger.¹⁸

Teglstensformat

At opmåle teglstensformater, sammenligne dem med andre bygningers, og drage konklusioner, er ofte forsøgt;¹⁹ selv har jeg gjort det i årevis, men der mangler en fælles database som virkelig repræsenterer materialet. Dirk Schumann har for nyligt forsøgt at skabe overblik over romanske teglformater fra Italien til Danmark, baseret på mange bygninger, men stikprøverne er endnu alt for spinkle.²⁰

Først må vi blive enige om statistiske regler.²¹ Muligheden for at datere teglformater er begrænset til steder og perioder, hvor formatet endnu ikke var standardiseret, og hvor og hvornår lokale teglværker producerede i overflod til et lukket marked, så import kan udelukkes. Hvis vi der kender de store byggeriers historie, er sandsynligheden større for at kunne tilknytte en mindre udateret bygning til de kendte. Dette gælder f.eks. Lybeck fra 1100-1300-tallet.²²

På landet er det vanskeligere, men det må understreges, at under det tidlige teglstensbyggeri i Norden i 1100-tallets anden halvdel var der stor over-

ensstemmelse fra Italien til Danmark. Teglstenene var først flade og små, men blev trinvis større (fig. 10). Imod 1200 begyndte en regional differenciering, men op mod ca. 1300 slog standardiseringen igennem. Senmiddelalderlige teglsten varierer kun lidt i størrelse over lang afstand. Med renæssancens opkomst møder vi en rig og uoverskuelig variation, mens de standardiserede formater atter vandt frem i barokken.

Fig. 10. Hvis opmuringsteknikken er så klar som det ses i mange tårne (her tårnborgen Stolpe/Oder i Uckermarken, formodentlig bygget ca. 1202-14), der er muret med meget regelmæssige skifter, bliver det spændende at følge stenformaternes udvikling i histogrammer. Klart adskilles tre forskellige formaters brug i løbet af kun få år. Men deres afgrænsning passer hverken med veksle af mørteltyper eller med forvitringsspor i fugerne, der både støttes af pollenanalyseres resultater (jfr. fig. 8) og tolkes som afbrydelser i byggeforløbet. Dette må tages som udtryk for, at de nye stenformaters indførelse næppe havde noget at gøre med det eksakte byggeforløb. Denne konklusion stemmer overens med antagelsen om, at teglværket ikke tilhørte bygningen, men lå rimelig langt væk – en antagelse som støttes af, at lerfarven er usædvanlig i området, og ved at der findes næsten udelukkende er brugt hele sten og meget få brokker.

Sådan opnås der ud fra forskellige registreringer af byggematerialet et billede af et forsvarsvæk der er opført ved det daværende danske kongerigets yderste grænse, under mangfoldige trusler (Holst 2009). Det første format svarer f.eks. til Valdemarsmuren i Danevirket, men også klosterkirkens ældste partier i Kolbatz, anden format ligner de ældste sten i klostret Eldena.

Forbandsregistrering (blå: kopper, rød: tilpassede sten) på grundlag af rettede fotografier, viser venstred stigende spor de steder, hvor en muremand stødte på sin sidemands værk. Derfra kan ikke bare skønnes, hvor mange muremand der stod på muren samtidig, men også hvor længe arbejdet gik fremad, og hvor det afbrydtes. At der overhovedet findes gennemløbende spor af 'røde' sten hhvs. kopperpar over ti skifter eller mere, er overraskende med hensyn til arbejdstakten: Efter hvert fjerde teglskifte udfyldtes murkernen med kamp, som overhældtes med mørtel. En skarp byggeledelse synes at have sørget for kontinuitet. Dette ses også ved brugen af teglmaterialet: Først brugtes de gamle sten op, før de nye måtte anvendes. Rettet foto: Meßbildstelle GmbH.

Teglstensoverflade

Kronologiske overvejelser gælder også andre af teglstenenes egenskaber, f.eks. de berømte rifliger eller marmorlignende farveblandinger. Ligeledes registreres strygningen af teglene, måden hvorpå de blev stablet under brændingen, stempler, glasering og brænding. Dette sker alt sammen i håb om, at det lykkes at finde daterede paralleller andetsteds, der kunne tolkes som tegn på samtidighed. Men mosaikken af oplysninger skaber kun langsomt et helhedsbillede; kun i enkelte områder og perioder er der endnu skabt et konkret overblik.

Teglstensfarve

Teglsten kom ikke ud af ovnen med så ens lysrød farve, som vi ser dem på de tidligste teglmure. Selvom nogle af de ældste teglovne kendt herhjemme var af udviklet romersk typus med fastmurede luftningsskakter for at opnå gennemgående oxyderede sten, var det dog nødvendigt at foretage en nøje sortering af teglene; de lysrøde brændte anvendtes som beklædning; ofte dybere rød på ydersiden. Senere byggedes langt enklere ovne, hvori de ubagte sten selv stabledes i skakter, hvorved mange sten blev forsintrede eller mørkbrændte.²³ I de første årtier blev de som regel skjult i murkernen, mens fra ca. 1200/10 begyndte murere at dreje de mørke bindere udad; de tidligste eksempler findes i dansk byggeri. Derved fremhævedes forbandtet i muren, og denne mønsterglæde blev til et kendetegn i senromansk teglarkitektur. Senere brug af mønstermuring i Den tyske Ordens byggeri,²⁴ spredt over Østersøområdet efter 1410, er et emne for sig.

Formsten

Ved at præfabrikere formsten, stryge leret i en profileret form eller skære ubrændte sten over en skabelon, lykkedes det allerede omkring 1200 at sætte arki-

tekturen af brændt ler i spidsen for den teknologiske udvikling hen til en byggeindustri. Teglbrænderne brugte formsten til vigtige kronologiske kendemærker. Især kirkernes teglværker solgte normale mursten såvel som formsten til andre byggepladser. Registrerer man ikke blot de forskellige typer af formsten, men opmåler dem præcist, er det muligt at finde ud af, hvilken storbyggeri, der har leveret dem.

Formstenkronologier er under opbygning flere steder.²⁵ Her kan navnlig fremhæves Greifswald, hvor André Lutze i næsten tyve år har indhentet formsten fra udgravninger og ombygninger til den muligvis største kendte lokale samling.²⁶

Formstenene betragtes ofte kun som en detalje i teglarkitekturens stillhistoriske puslespil, men der er tegn på, at særlige forme var tilknyttet enkelte personer, muligvis deres ejendom, og de dukker op når han startede på et nyt byggeri. En serie af pragtportaler med identiske formsten, i hver kirke kun repræsenteret med én portal, kan f.eks. følges i årene omkring 1300 fra Greifswald over Altentreptow til Angermünde og tilsidst til Brandenburg. Tilsvarende udbredelsesmønster har nogle »værktegl« såvel som terrakotta-plader, hvis værkstedsforhold i de seneste år har fundet større opmærksomhed i kunsthistorien.²⁷

Teglstempel

I fire forskellige perioder og områder har teglstempler været anvendt så hyppig, men samtidig kort, at de kan bruges som indicier for en samtidig opførelse med kendte bygninger. I 1200-tallets sidste årtier anvendtes store stempler ved domkirkerne i Slesvig og Lybeck; muligvis som bispernes ejendomsmarkering. Imellem 1361 og 1575 fandtes der hundredvis af mindre teglmærker i Lüneburg og byens område, fra Hamborg til Brandenburg, især imellem 1420 og 1480 i Altmarken

og stedvis også i Østfrisland og Danmark. Disse tolkes hverisær som tilhørende én teglværksforpagter.²⁸ Fra 1660«erne indtil 1800-tallets midte dukker stempler med symboltegn op igen, nu i Lybeck og spredt over hele Østersøen, men med en længere levetid. Teglstempler blev fra slutningen af 1700-tallet almindelige mange steder i Nordtyskland, hyppigst omkring Berlin, men også i Danmark (såvel som f.eks. i Østsig). Ofte var de nu udført som indskrifter, flest med gudernes navne, hvor arbejdere under lavkonjunktur i landbruget brugtes til teglmanufaktur.

Murteknik

Stenenes karakter skal principielt adskilles fra murværkets. Det drejer sig om et andet erhvervs spor.

Tydeligt iagttager vi vekslende idealer i murteknikken, f.eks. fra højromansk til senromansk byggeri – når en ældre, »skiftede« murværkstype fortrængtes af en yngre, »stablede«, sagt med Dieter Kimpels ord.²⁹

I begrebet »murteknik« sammensmelter teglarbejdernes og murernes æstetik. Hvorvidt og hvor længe de to erhverv overhovedet var ens vides ikke, men endnu i 1400-tallet er murere ikke sjældent nævnt som teglværksforpagtere. Forholdene mellem teglbyggeriets murere og stenhuggere er heller ikke afklaret; hvorfra de kom og hvor mobile de var.

I modsætning til stenenes egenskaber kan murteknik næppe kvantificeres. Hvis man skelner eller sammenligner eksempler, så er det ofte baseret på indtrykket, ren fænomenologi. Men det synes videreførendt at samle fotografier af velbevarede murværksudsnit, helst præcis en kvadratmeter hver, under moderat strejflys (fig. 11).³⁰ En fælles database, som den Klaus Endemann påbegyndte, ville hjælpe meget.

Til den murtekniske undersøgelse regnes ligeledes bygningsdetaljer i natursten; sokler, hjørnekvad-



Fig. 11. Med dette fotomateriale kan hver én kvadratmeter af murværket undersøges og sammenlignes i strejflys. At få lyset til at falde ind i samme vinkel hver gang man står overfor et overbevisende eksempel, er svært at opnå. Muligvis står murværket klart på disse eksempler, hvordan den »skiftede« murværkskarakter i 1100-tallet står overfor den »stablede«, som blev så karakteristisk for 1200-tallet (Holst 1999).

re, gesimser eller bare isprængte kampesten i teglstensmure. Selvom disse elementer bidrager markant til bygningens karakter, er systematisk registrering af dem kun lige begyndt.³¹

Forbandt

Valget af forbandt er et af de træk, som tidligst blev underkastet undersøgelse. Allerede for mere end hundrede år siden blev f.eks. brugen af det polske skifte anvendt som argument for, at en bygning skulle tidsfæstnes til senmiddelalderen. Hvis man noterer forbandtet i mange bygninger, bliver billedet dog mere nuanceret. Hen imod 1200 ses der f.eks. en principiel forandring i byggeriet, som jeg plejer at tolke som overgangen fra »italiensk« til »nordisk«

byggeskik (fig 12). I det tidligste byggeri blev forbandtsmønstre bevidst undgået ligesom farveforskelle i murværket. I tiden efter ses modsat en åbenlyst mønsterglæde, fremtonet ved sintrede kopper. Dette skifte i murteknikken har vel et geografisk såvel som et tidsmæssigt tilhørsforhold; »perifere« steder findes den ældre type stadig årtier efter at den yngre er blevet indført i »centret«. På samme måde spredtes eksempelvis det polske forbandt nord- og vestpå i løbet af senmiddelalderen, især efter 1410 med preussiske murers udvandring til nabolandene.

Mørtel, fuger, murbehandling og puds

Valget af råstoffer, bindemidler og sand, såvel som forarbejdningen af dem, rensning, brænding og læskning, blanding og røring og tilsidst mørtlens oplægning og beskæring, kan veksle fra periode til periode. Tilgængelighed af f.eks. engkalk, sand, muslingeskaller, gipssten samt fjernhandlet kalksten har dog lokalt bestemt byggeskikken gennem lange tider. Om murkernen er opsat i samme mørtel som murbeklædningen, om selve opmuringsmørtlen er beskåret på overfladen eller fugningen er udført separat, denne slags iagttagelser kan hjælpe ved at tidsfæstne et murværk.

At fugeprofilen, som bidrager væsentligt til murværkets udseende, betegnes »romansk«, »unggotisk«, »sengotisk« osv. har i bygningsarkæologiske sammenhænge en lang tradition. Andre træk, som mørtlens konsistens (eksempelvis den karakteristiske finkornede, hvide »rådhusmørtel« omkring 1300-1350 i østersøbyerne eller den fede, grovkornede »renaissancemørtel« i Pommern i 1500-tallet) anvendes endnu sjældent i kronologisk øjemed.³² Selvom sikurven og bindemidternes karakter ved laborundersøgelser er blevet til en standard i de sidste tyve år, er kredsen af brugere stadig meget begrænset. Det er hensigtsmæs-

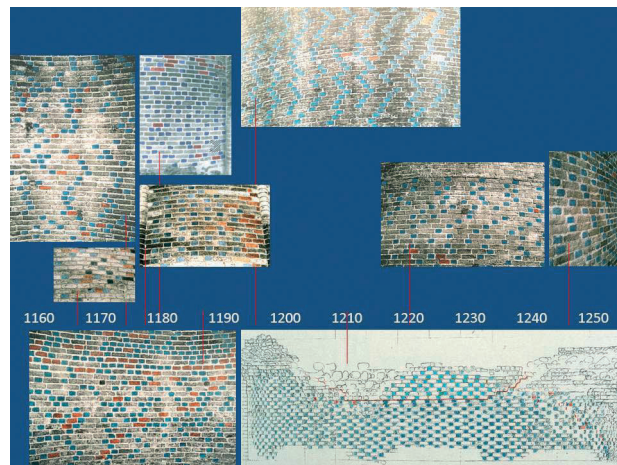


Fig. 12. Murværksforbandt på runde mure, tårne såvel som apsider, fra teglkunstens første hundrede år herhjemme. Eksempler af forbandsregistrering på fotografier, sammenstillet på en tidslinje. Tydeligt fremgår overgangen fra den »hensynsløse« (eller hensynsfuldt uregulære) »italienske« forbandtstype i de første årtier, til de forskellige typer af »nordiske« forbandtsmønstre omkring 1200.

sigt at inddrage konservatorerne i dette arbejde, med deres erfaring i materialers egenskaber og deres tekniske udstyr.

Det gælder selvfølgelig alle slags spor efter tidligere farvesætning, som eksempelvis rød lasur på fugeskyggen på 1200-tallets teglmure eller lys fugemaling på rødfarvet mur omkring 1300 og senere.³³

6. Resultatet

Aldersplan

På en aldersplan sammenføres endeligt alle byggefaseres dateringer, såvel absolutte som relative. I en medfølgende rapport kommenteres for alle overvejelser, og selvfølgelig om tvivlene og usikkerheder i

forbindelse med dateringerne. Aldersplaner kan laves på forskellige typer forlæg. Selvom tiden er knap, skal aldersplanen ikke fravælges, da den kan rumme udsagn som vil være vanskelig at formidle kun i tekst.

Aldersplaner i sort-hvidt kan være vanskelige at lave og forstå, hvis de indeholder mange byggefaser. Hvis der bruges farver er det muligt at gengive langt flere trin. På planen er det dog næppe muligt at uddybe dateringernes nøjagtighed eller troværdighed. Den slags informationer må henlægges til selve rapporten, der ikke omtales nærmere her. Et uløst

problem med navnlig digitale aldersplaner er gengivelsen af tvivlsomme situationer. I en håndtegnet registrering anvendes gråtoner eller nærmere skravering. Lignende signaturer mangler i de fleste digitale tegningsprogrammer, hvilket desværre leder til forenkling og derved til misforståelser.

Med aldersplanen kan bygningsarkæologen aflevere stafetten til arkitekturhistorikeren (fig. 13a). Er det ham selv er det jo kun godt, da han så kan svare på de mange spørgsmål der altid opstår når rapporten læses. Husk: Nobody is perfect!



Fig. 13a. Fasekortlæggelse på grundlag af murstensregistrering (nederste borgport på Burg Stargard, Mecklenborg-Strelitz, upubliceret) danner sammen med beskrivelsen og fotodokumentation en optimal grafisk bevisførelse for den relative bygningskronologi. En så nøjagtig gengivelse synes nødvendig med hensyn til ruinens dårlige tilstand – selvom det nu lykkedes at få den nænsomt sikret. Hvem ved, hvor meget vil stå tilbage om hundrede år?

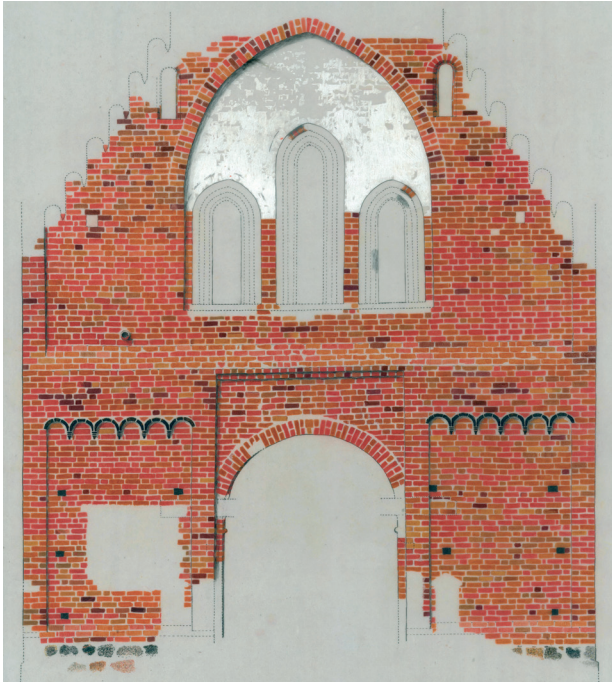


Fig. 13b. Rekonstruktionen (oprindelig tilstand efter tre byggefaser omkring 1260-90) bygger på registrering af stenenes oprindelige brandfarver og pudstresterne med spor af ridsninger og farver (omkring kapellets vinduesbuer), på grundlag af overfladeregistreringen. Tilføjelserne antydes kun.

Rekonstruktion

Grafiske eller malede gengivelser af den undersøgte bygnings oprindelige udseende udgør bygningsregistreringens afslutning. Mulighederne rækker fra en simpel skiftehøjdeskitse (fig. 2b, 2c) til et detaljeret murportræt (fig. 13b). Under alle omstændigheder skal rekonstruktionen ledsages af en redegørelse, som fortæller om grundlaget for det færdige resultat. Det, der rekonstrueres udover det bevarede, skal dog gengives tilbageholdt og klart adskilt.

7. Slutning

Hvis der stadig kan tales om nye opdagelser i vort fag i dag, sigtes der næppe til nye uopdagede bygninger. Men vi ser på dem vi kender med nye øjne; »with a little help of our friends«.

Noter

1. I artiklen henvises næsten udelukkende til litteratur udgivet i Tyskland hvor jeg arbejder.
2. Großmann 1993 s. 69-103; Petzet & Mader 1993, s. 145-209.
3. Gode råd angående dokumentation af fredede bygninger optræder i Petzet & Mader 1993 s. 152-155.
4. Den første der brugte grafisk forbandtsanalyse i bygningsarkæologien, synes at have været Sven Rosborn i Malmö o. 1970; dengang dog kun i sort-hvid og uden fremhævelse af kvart- og trekvartsten.
5. Eks. Breitling 2004.
6. Forbandtet der i Danmark benævnes »polsk skifte« kaldes »gotisk skifte« i Polen og Østtyskland. I Vesttyskland omtales det som »vendisk skifte«. I Kruse 1982 blev der for første gang foreslået nye standardiserede begreber.
7. F.eks. Perlich 2002 foruden hendes senere publikationer.
8. Holst & Neugebauer 1988.
9. Schmidt 1986, s. 33-43; Petzet & Mader 1993, s. 156-168.
10. *Compatibility* mellem bygningsarkæologiske og arkæologiske metoder diskuteredes for nyligt i bl.a. Scholkmann 2000, Bariswyl 2000, Altwasser 2000.
11. Goedicke & Holst 1993; Holst 2002. Kun spredt omtales også konservatorenes bidrag set fra bygningsarkæologens side, eks. Petzet & Mader 1993, s. 168-179.
12. En endnu skeptisk omtale af metoden optræder i Goedicke 2000, 294-297.
13. Goedicke 2000, s. 285-286.
14. Om den fremtidige mulighed for at knytte mørtelprøver til en absolut pollenkronologi baseret på klimarelateret årevis svajende pollenforhold taler Masuch 2001. Så vidt jeg kan bedømme, er der dog stadig lang vej til den praktiske anvendelse.
15. De »faktiske« dateringers fascination frister mange kolleger til at tidsfæstne bygninger til et eksakt årstal, eksempelvis Frommhagen & Heussner & Schöfbeck 2000 m.fl..

16. Eks. Harley 1974 er et tidligt forsøg på at kategorisere teglsten til dateringsbrug. Hans typologi er oftest baseret på målene, men inddrager også form, farve, struktur og tekstur. Pittaluga & Valeriani 2003 såvel som Quirós Castillo 2003 vover derimod alene at datere tegl ud fra lokale formatkronologier.
17. Af forsøgene at skitsere en lokal hhvs. regional »teglarkitektur-historie« nævnes Neumann 1959, Noah 1986, Naumann 1993, Holst 1999, Müller 2003, Quirós Castillo 2004, Gabbrielli 2004, Goll 2004, Perlich 2004, van der Hoeve 2004, Andrews 2004, Perlich 2007, Hermann 2007 m.fl..
18. Jf. det kritiske overblik over »teglgotikkens« historieskrivning hos Boeck 2001.
19. Jf. Stiehl 1898, Clemmensen 1921, Neumann 1959 m.fl.
20. Schumann 2000.
21. Man skal være sikker på, at alle målte sten er opsat i samme omgang. Hvis målenes fordeling viser flere toppe, brugtes sandsynligvis flere forskellige teglforme. Der måles kun hvor teglene er intakte og helt synlige. Målene skal tages i millimeter; ellers svækkes statistikken. For at opnå en tilstrækkelig stikprøve skal mindst ti højder, bredder og længder opmåles; optimalt skal tyve sten indgå. Resultatet fremstilles som et gennemsnit samt gennemsnitlig afvigelse, anført i mm. Helst fremstilles resultatet i et histogram. Hvis disse regler ikke overholdes, er resultatet næppe sammenligneligt.
22. Gläser 1988. Der mangler dog endnu en metodisk redegørelse, og de nævnte dateringer af referencebygningerne er delvis tvivlsomme. Mine egne registreringer på ca. 100 daterede bygninger i byen er upublicerede.
23. Jf. artikler af Claudia Hennrich, eks. Hennrich 2002; Maurer 2003, Wolf 2003.
24. Torbus 1998, Hermann 2004.
25. I Brandenburg især behandlet af Dirk Schumann, eks. Schumann 2003 og 2005. I Lüneburg har Hansjörg Rümelin forsøgt at klassificere forskellige formstentyper i et numerisk system (Rümelin 2001, fig. 4).
26. Materialet er desværre upubliceret og i privateje. De fleste formstentyper er publiceret i polsk litteratur, især ved Jerzy Frycz; jfr. Frycz 1987.
27. Busjan 2001; Pospieszny 2003. Sidstnævnte er en af flere artikler vedrørende især Marienborg og dets forhold til f.eks. brandenborgsk byggeri).
28. Rümelin 2002. Desuden sammes videre artikler om emnet: Noah & Noah 1992.
29. Kimpel 1983. Hans analyse af ungotisk murværksteknik i franske kvaderbygninger er senere delvist revideret, men princippet, at der muligvis er en vekselvirkning med teglstensbyggeriet, er stadig aktuelt.
30. Pursche 2000, Holst 1999. Den mellemeuropæiske murværk-skronologi som Klaus Endemann planlægger at udgive med hjælp fra konservatorer, er stadig under opbygning.
31. Holst 2007.
32. En skeptisk holdning overfor mørtelkronologier optræder flere steder, f.eks. i Arnold 2000.
33. At det var murerne som malede fremgår ikke kun af brugen af teglmel som pigment, men også af den hyppigt freskale forbindelse med mørtlen. En 1600-tals rådsdom fra Lybeck fortæller, at murere havde tilladelse til maleri med rød, sort og gul. Andre farver forbeholdtes derimod malerne.

Litteratur

Udvalg, mest tysk litteratur for at vejlede den danske læser. Monografier nævnes kun undtagelsesvis, som eksempler.

Altwasser, Elmar: Archäologie im Obergeschoß. *Bauforschung und Archäologie* (red. Dirk Schumann). Berlin 2000, s. 44-60.

Andersson, Karin & Agneta Hildebrand [født Rosenqvist]: Byggnadsarkeologisk undersökning. Det murade huset. Stockholm [1980] ²1988.

Andrews, David: The use and manufacture of brick in eastern England in the Middle Ages. *Technik des Backsteinbaus im Europa des Mittelalters* (red. Barbara Perlich & Gabri van Tussenbroek, ed. Johannes Cramer & Dorothee Sack) (Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege bd. 2). Petersberg 2004, s. 139-150.

Arnold, Bärbel: Probleme der Datierung mit Putzen und Mörteln. *Bauforschung und Archäologie* (red. Dirk Schumann). Berlin 2000, s. 244-256.

Arzyński, Marian: Einige Gedanken zum Problem der Materialbedingtheit des Backsteinbaubetriebes. *Mittelalterliche Backsteinbaukunst. Romanische und gotische Architektur ihre Rezeption und Restaurierung* (Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald. Gesellschafts- und sprachwissenschaftliche Reihe, 29. årgang) Greifswald 1980, s. 63-65 [tysk resumé af dennes dissertation: *Technika i organizacja budownictwa ceglanoego w Prusach w końcu XIV i w pierwszej połowie XV wieku*. Wrocław/Warszawa/Kraków 1970].

- Baeriswyl, Armand: Wo ist die Höhe Null? – Über die angebliche Grenze zwischen Bauforschung und Bodenarchäologie. *Bauforschung und Archäologie* (red. Dirk Schumann). Berlin 2000, s. 21-31.
- Boeck, Urs: Fragen zum Wissens- und Forschungsstand in der Geschichte des Backsteinbaus. *Backsteinarchitektur in Mitteleuropa* (red. Ernst Badstübner & Uwe Albrecht) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 3). Berlin 2001, s. 12-19.
- Breitling, Stefan: Die Franziskaner-Klosterkirche in Berlin. Zur Rekonstruktion der Bauabschnitte. *Technik des Backsteinbaus in Europa des Mittelalters* (red. Barbara Perlich & Gabri van Tussenbroek, ed. Johannes Cramer & Dorothee Sack) (Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege bd. 2). Petersberg 2004, s. 113-124.
- Busjan, Béatrice: Die figürlichen Formziegel der Wismarer Nikolaikirche. *Backsteinarchitektur in Mitteleuropa* (red. Ernst Badstübner & Uwe Albrecht) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 3). Berlin 2001, s. 34-51.
- Clemmensen, Mogens: Slægtskabet mellem Lombardisk og Dansk Teglstensarkitektur. *Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie*. 3. række, 11. bd, 1921, s. 267-312.
- Donath, Matthias: Zur Außenfarbigkeit mittelalterlicher Backsteinbauten. *Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit* (red. Ernst Badstübner & Dirk Schumann) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 4). Berlin 2003, s. 178-206.
- Eckstein, Günter: *Empfehlungen für Baudokumentationen. Bauaufnahme – Bauuntersuchung* (Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Arbeitsheft 7). Stuttgart 1999.
- Eißing, Thomas: Dendrochronologie – Dendroprovenancing. Zu den Wechselbezügen zwischen Natur- und Kulturwissenschaften. *Mittelalterliche Architektur. Bau und Umbau, Reparatur und Transformation* (red. Barbara Perlich & Gabri van Tussenbroek) (Festschrift für Johannes Cramer zum 60. Geburtstag). Petersberg 2010, s. 31-44.
- Ellger, Dietrich: Der Ratzeburger Dom und die Frage nach der Farbigkeit romanischer Backsteinkirchen zwischen Niedersachsen und Seeland. *Nordelbingen* bd. 39, Heide 1970, s. 9-34.
- Frommhagen, Ulf & Karl-Uwe Heussner & Steffen-Tilo Schöfbeck: Dendrochronologie und Bauforschung in Nordostdeutschland – Möglichkeiten und Probleme. *Bauforschung und Archäologie* (red. Dirk Schumann). Berlin 2000, s. 202-243.
- Frycz, Jerzy: Bemerkungen über mittelalterliche Ziegelformsteine in den Gebieten Nordpolens. *Mittelalterliche Backsteinarchitektur und bildende Kunst im Ostseeraum. Spezifik – Rezeption – Restaurierung* (Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald. Gesellschafts- und sprachwissenschaftliche Reihe, 36. ärgang) Greifswald 1987, s. 85-89
- Gabbrielli, Fabio: Finishing techniques for exposed brickwork in 12th- to 15th-century Tuscan architecture. *Technik des Backsteinbaus in Europa des Mittelalters* (red. Barbara Perlich & Gabri van Tussenbroek, ed. Johannes Cramer & Dorothee Sack) (Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege bd. 2). Petersberg 2004, s. 50-56.
- Gläser, Manfred: Die Lübecker Backsteinchronologie. *25 Jahre Archäologie in Lübeck* (Lübecker Schriften zur Archäologie und Kulturgeschichte bd. 17). Bonn 1988, s. 210-212.
- Goedicke, Christian & Jens Christian Holst: Thermolumineszenzdatierung an Lübecker Backsteinbauten. Probleme und Datierungen. *Wege zur Erforschung städtischer Häuser und Höfe. Beiträge zur fächerübergreifenden Zusammenarbeit am Beispiel Lübecks im Spätmittelalter und in der frühen Neuzeit* (red. Rolf Hammel-Kiesow). Neumünster 1993, s. 251-271.
- Goedicke, Christian: Thermolumineszenzdatierungen am Backstein. *Bauforschung und Archäologie* (red. Dirk Schumann). Berlin 2000, s. 283-297.
- Goll, Jürg: Backsteinbau im zentralen Alpenraum. *Technik des Backsteinbaus in Europa des Mittelalters* (red. Barbara Perlich & Gabri van Tussenbroek, ed. Johannes Cramer & Dorothee Sack) (Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege bd. 2). Petersberg 2004, s. 62-76.
- Großmann, G[eorg] Ulrich: *Einführung in die Historische Bauforschung*. Darmstadt 1993.
- Harley, L S : A Typology of Brick, with Numerical Coding of Brick Characteristics. *The Journal of the British Archaeological Association*. Ser. 3, bd. 37, 1974, s. 63-87.
- Hennrich, Claudia: Ziegelbrennöfen im Mittelalter. *Historischer Hausbau zwischen Elbe und Oder* (red. Jens Christian Holst) (Jahrbuch für Hausforschung bd. 49), Marburg 2002, s. 205-232.
- Hermann, Christofer: Beobachtungen zur Verwendung des Backsteins in der mittelalterlichen Architektur des Preußenlands. *Technik des Backsteinbaus in Europa des Mittelalters* (red. Barbara Perlich & Gabri van Tussenbroek, ed. Johannes Cramer & Dorothee Sack) (Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege bd. 2). Petersberg 2004, s. 99-112.
- Hermann, Christofer: *Mittelalterliche Architektur im Preussenland*. Petersberg 2007

- Holst, Jens Christian & Manfred Neugebauer: Bauarchäologische Untersuchungsmethoden. *25 Jahre Archäologie in Lübeck* (Lübecker Schriften zur Archäologie und Kulturgeschichte bd. 17). Bonn 1988, s. 203-207.
- Holst, Jens Christian: Dar umme is se noch so ordeliken buwet – Früher Backsteinbau in Lübeck. *Festschrift für Günther Kokkelink* (red. Stefan Amt) (red. Stefan Amt) (Schriften des Instituts für Bau- und Kunstgeschichte der Universität Hannover bd. 12), Hannover 1999, s. 41-50.
- Holst, Jens Christian: *Der Westbau der Prämonstratenserkerche Gramzow*. Berlin 2001 [også: *Architektur der Zisterzienser im Kontext weltlicher Macht* (red. Dirk Schumann) (Studien zur Geschichte, Kunst und Kultur der Zisterzienser). Berlin 2001, s. 110-189].
- Holst, Jens Christian: Erfahrungen mit der bauhistorischen Anwendung der Thermolumineszenzdatierung. *Historischer Hausbau zwischen Elbe und Oder* (red. Jens Christian Holst) (Jahrbuch für Hausforschung bd. 49). Marburg 2002, s. 241-259.
- Holst, Jens Christian: Und nahmen Ziegel als Stein. Baumaterialien mittelalterlicher Architektur an der Ostsee. *Backstein-Baukunst. Zur Denkmalkultur des Ostseeraums* (Dokumentation der Tagung zum 75. Geburtstag von Gottfried Kiesow). Bonn 2007, s. 116-128.
- Holst, Jens Christian: Ein Patrizierhaus an der Havel. Der Umbau des »Ordonnanzhauses« in Brandenburg gegen 1480. *Hausbau im 15. Jahrhundert* (red. Klaus Freckmann m.fl.) (Jahrbuch für Hausforschung bd. 58). Marburg 2008, s. 257-294.
- Holst, Jens Christian: The Tower named »Grüttpott« at Stolpe upon Oder. *Expansion – Integration? Danish-Baltic contacts 1147-1410 AD* (red. Birgitte Fløe Jensen & Dorthe Wille-Jørgensen). Vordingborg 2009, s. 95-118.
- Holst, Jens Christian & Joachim Müller: Die Johanniskirche der Franziskaner in der Altstadt Brandenburg. *Brandenburgische Franziskanerklöster und norddeutsche Bettelordensbauten. Architektur – Kunst – Denkmalpflege* (red. Dirk Schumann). Berlin 2010, s. 291-368.
- Hædersdal, Ebbe: *Om att förstå ett hus. Den dynamiska modellen*. Delar 1 och 2. Lund 1999.
- Kimpel, Dieter: Die Entfaltung der gotischen Baubetriebe. *Architektur des Mittelalters. Funktion und Gestalt* (red. Friedrich Möbius & Ernst Schubert). Weimar 1984, s. 246-272.
- Koller, Manfred: »Steinfarbe« und „Ziegelfarbe« in der Architektur und Skulptur vom 13.-19. Jahrhundert. *Restauro* 109. årgang, München 2003, s. 32-38, 123-129, 188-193
- Kruse, K[arl] Bernhard: Zu Untersuchungs- und Datierungsmethoden mittelalterlicher Backsteinbauten im Ostseeraum. *Archäologisches Korrespondenzblatt* bd. 12, Mainz 1982, s. 555-562.
- Masuch, Horst: Pollenchronologie – eine Methode zur jahrgenauen Altersbestimmung von Mauerwerk. *Deutsche Kunst und Denkmalpflege* 58. årgang München 2000, s. 133-136.
- Maurer, Christine: Die Herstellungstechnik der Backsteinwerkstücke des Zisterzienserklusters St. Urban. *Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit* (red. Ernst Badstübner & Dirk Schumann) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 4). Berlin 2003, s. 227-238.
- Möller, Roland: Oberflächenstrukturen und Farbigkeit durch Steinbearbeitung, Putz und Farbe an mittelalterlichen Wehrbauten in Thüringen. *Putz und Farbigkeit an mittelalterlichen Bauten* (red. Hartmut Hofrichter) (Veröffentlichungen der Deutschen Burgenvereinigung e.V., række B: Schriften). Stuttgart uden år [1993], s. 36-50.
- Müller, Hellmut: Zur Technik des romanisch-frühgotischen Backsteinbaues in der Altmark. *Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit* (red. Ernst Badstübner & Dirk Schumann) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 4). Berlin 2003, s. 53-97.
- Naumann, Rolf: Romanische Backsteinkirchen im Jerichower Land. [Genthin 1989] Perleberg 21993
- Neumann, Eberhard G, Die Backsteintechnik in Niedersachsen während des Mittelalters. *Lüneburger Blätter* bd. 10, Lüneburg 1959, s. 21-44.
- Noah, Robert: Der Backstein. Herstellung und Verbreitung in Ostfriesland im Mittelalter. *Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen* 6. årgang 1986, s. 38-42.
- Noah, Robert & G Noah, Die mittelalterlichen Ziegelmarken in Ostfriesland. *Emdener Jahrbuch* bd. 72, Emden 1992, s. 69-79.
- Perlich, Barbara: Wandlung von Backsteinverbänden in Mittelalter und Neuzeit. *Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit* (red. Ernst Badstübner & Dirk Schumann) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 4). Berlin 2003, s. 98-108.
- Perlich, Barbara: Backstein in Nordostdeutschland. *Technik des Backsteinbaus im Europa des Mittelalters* (red. Barbara Perlich & Gabri van Tussenbroek, ed. Johannes Cramer & Dorothee Sack) (Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege bd. 2). Petersberg 2004, s. 89-98.
- Perlich, Barbara: *Mittelalterlicher Backsteinbau in Europa. Zur Frage nach der Herkunft der Backsteintechnik* (Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege bd. 5). Petersberg 2007
- Petzet, Michael & Gert Mader: *Praktische Denkmalpflege*. Stuttgart/Berlin/Köln 1993.
- Pittaluga, Daniela & Simona Valeriani: Chronologie der Backsteinmaße. Eine Möglichkeit zur Datierung von Bauten in spe-

- zifischen geographischen Bereichen. *Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit* (red. Ernst Badstübner & Dirk Schumann) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 4). Berlin 2003, s. 370-387.
- Pospieszny, Kazimierz: Die Backsteinwerkstatt der Marienburg in Preußen. *Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit* (red. Ernst Badstübner & Dirk Schumann) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 4). Berlin 2003, s. 207-226.
- Pursche, Jürgen: Die Datierung von Putz aus der Sicht des Restaurators. *Bauforschung und Archäologie* (red. Dirk Schumann). Berlin 2000, s. 257-282.
- Quirós Castillo, Juan Antonio: Mattoni nella Toscana medievale. Dimensioni e cronologia. *Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit* (red. Ernst Badstübner & Dirk Schumann) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 4). Berlin 2003, s. 388-402.
- Quirós Castillo, Juan Antonio: Building archaeology and social change: Medieval tiles and bricks in Spain. *Technik des Backsteinbaus im Europa des Mittelalters* (red. Barbara Perlich & Gabri van Tussenbroek, ed. Johannes Cramer & Dorothee Sack) (Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege bd. 2). Petersberg 2004, s. 39-49.
- Raue, Jan: *Architekturfarbigkeit des Backsteinbaus*. Eine vergleichende Studie an Stadt- und Klosterkirchen in der Mark Brandenburg (Forschungen und Beiträge zur Denkmalpflege im Land Brandenburg bd. 9). Worms 2008.
- Rümelin, Hansjörg: Zur Geschichte der Ziegelproduktion in Lüneburg. *Backsteinarchitektur in Mitteleuropa* (red. Ernst Badstübner & Uwe Albrecht) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 3). Berlin 2001, s. 273-289.
- Rümelin, Hansjörg: Norddeutsche Ziegeleistempel des Spätmittelalters. *Historischer Hausbau zwischen Elbe und Oder* (red. Jens Christian Holst) (Jahrbuch für Hausforschung bd. 49). Marburg 2002, s. 233-240.
- Schmidt, Hartwig: Bauaufnahme. Die Entwicklung der Methoden im 19. Jahrhundert. *Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke*. (Sonderforschungsbereich 315. Universität Karlsruhe. Jahrbuch), Berlin 1986, s. 23-69.
- Scholkmann, Barbara: Bau und Boden – Zur Zusammenarbeit zwischen Archäologie des Mittelalters und Historischer Bauforschung. *Bauforschung und Archäologie* (red. Dirk Schumann). Berlin 2000, s. 12-20.
- Schumann, Dirk: Möglichkeiten einer Chronologie von Backsteinformaten. *Bauforschung und Archäologie* (red. Dirk Schumann). Berlin 2000, s. 298-317.
- Schumann, Dirk: Die Berliner Franziskanerkirche und ihr Dekor. Formsteinsysteme im märkischen Backsteinbau des 13. Jahrhunderts. *Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit* (red. Ernst Badstübner & Dirk Schumann) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 4). Berlin 2003, s. 109-128.
- Schumann, Dirk: Mauerwerk und Dekor. Die ornamentale Aufwertung der märkischen Architektur um 1300. *Licht und Farbe in der mittelalterlichen Backsteinarchitektur des südlichen Ostseeraums* (red. Ernst Badstübner m.fl.) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 7). Berlin 2005, s. 326-347.
- Stiehl, O[tto]: *Der Backsteinbau romanischer Zeit besonders in Oberitalien und Norddeutschland*. Leipzig 1898.
- Torbus, Tomasz: *Die Konventsburgen im Deutschordensland Preußen* (Schriften des Bundesinstituts für ostdeutsche Kultur und Geschichte bd. 11). München 1998
- van der Hoeve, Jan: Backstein in den Niederlanden. *Technik des Backsteinbaus im Europa des Mittelalters* (red. Barbara Perlich & Gabri van Tussenbroek). Johannes Cramer & Dorothee Sack) (Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege bd. 2). Petersberg 2004, s. 125-138.
- Visser, Hendrik & Bittmann, Felix & Frechen, M: ¹⁴C-Datierung an Gipsmörtel aus der ältesten Kirche Schleswig-Holsteins, St. Jacobi Bornhöved – Abweichungen vom historischen Alter und daraus resultierende Erkenntnisse. *Archäometrie und Denkmalpflege 2009* (ed. Hauptmann, Andreas & Stege, Heike). München 2009, S. 156-158
- Wolf, Sophie: Naturwissenschaftliche Untersuchungen zur Herstellungstechnik der Backsteine von St. Urban. *Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit* (red. Ernst Badstübner & Dirk Schumann) (Studien zur Backsteinarchitektur bd. 4). Berlin 2003, s. 239-258.
- Zahn, Matthias: Mittelalterliche Backsteinfarbigkeit und Oberflächenstrukturen an Beispielen in Nordostdeutschland. *Technik des Backsteinbaus im Europa des Mittelalters* (red. Barbara Perlich & Gabri van Tussenbroek, ed. Johannes Cramer & Dorothee Sack) (Berliner Beiträge zur Bauforschung und Denkmalpflege bd. 2). Petersberg 2004, s. 29-38.