



Römer (midden in de driekhoek tussen de boogsegmenten), Ettringer (linker boogsegment) en Weiberner tuf (rechter boogsegment aan de Sint Amelbega in Susteren).

Tufsteen uit de Eifel

TIMO G. NIJLAND
TNO
POSTBUS 49
2600 AA DELFT
TIMO.NIJLAND@TNO.NL

In verschillende perioden zijn diverse tufstenen uit de Eifel in Nederland ingevoerd om te dienen als bouw materiaal: de zogenaamde Römer tuf, in de Romeinse tijd en in de periode van Romaanse architectuur in de Middeleeuwen, Weiberner tuf, in de late Middeleeuwen en opnieuw vanaf halverwege de 19e eeuw en Ettringer tuf, eveneens vanaf halverwege de 19e eeuw. Tezamen vormen ze een niet onaanzienlijk deel van de bouw-massa in Nederlandse monumenten: Een succesverhaal voor een steen die erg poreus en niet al te sterk is.

Eifel vulkanisme

De Eifel maakt net als het Zevenge-bergte deel uit van een min of meer oost-west lopende gordel van vulkaan-gebieden in Duitsland. Het vulkanis-me begint in het Tertiair en is nu sluimerend, met als laatste grote uit-barsting die van de Laacher See vul-kaan 11.900 v. Chr. Het vulkanisme is

uitgebreid beschreven in talloze boe-ken en artikelen (b.v. Frenchen, 1971, Schmincke, 1988, 2000, 2009), zodat hier volstaan wordt met een kort overzicht.

Het Eifel vulkanisme leverde een reeks gesteenten op die voor de bouw en aanverwante sectoren van belang

zijn (geweest): Poreuze basaltlava's uit de Oost-Eifel die sinds de Steentijd de grondstof waren voor een uitgebreide maal- en molensteenindustrie. Deze basalten (Mayen, Mendig) werden lokaal ook als bouwsteen gebruikt en zijn na de Tweede Wereldoorlog in Nederland toegepast ter vervanging van zandsteen (een gevolg van het Zandsteenbesluit). De zuilenbasalt uit de West-Eifel werd gebruikt voor waterbouwkundige werken en de gemalen tufsteen (tras) als puzzolane toevoeging aan mortels en beton. De alkalirijke fonoliet van Brenk vond zijn toepassing in de glasindustrie, de bims als grondstof voor drijfsteen, etc. (Secker, 2008). De trachiet uit de West-Eifel (Reimerath) werd toegepast als vervangende steen bij restauraties (Nijland, 2008), maar men gebruikte toch vooral de tot tufsteen verkitte vulkanische assen uit de Riedener caldera en van de Laacher See eruptie als bouwsteen.

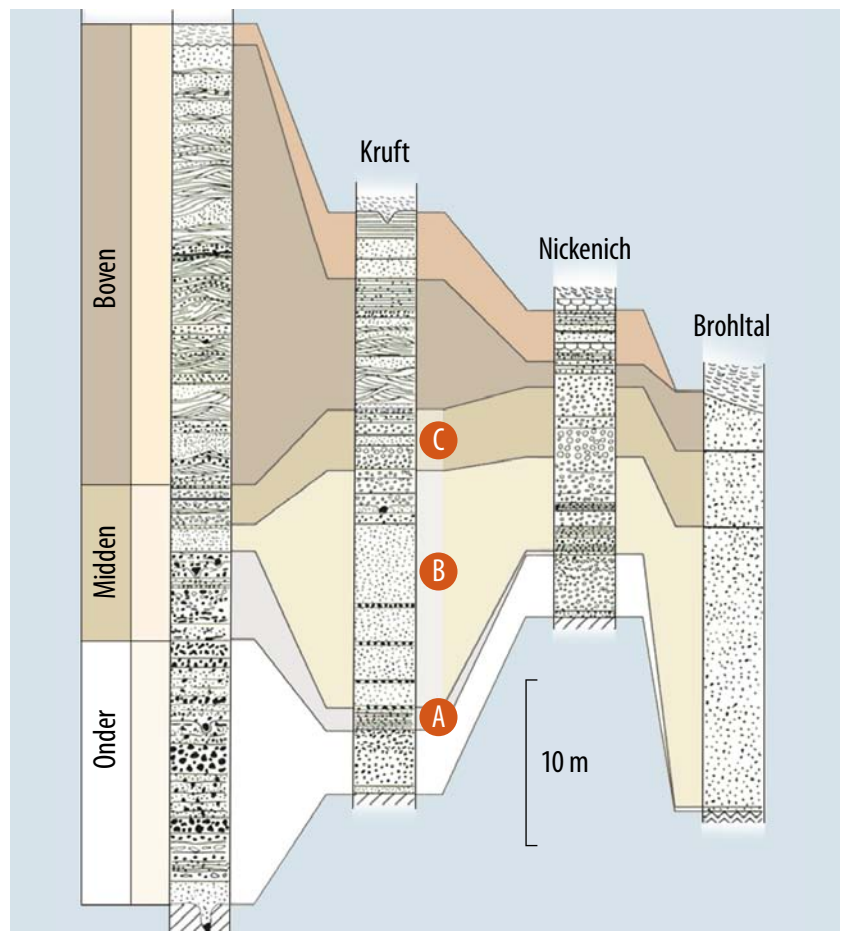
Tufsteen van de Laacher Seevulkaan

De grote uitbarsting van de Laacher See vulkaan in 11.900 v. Chr. was een klassieke Pliniaanse eruptie waarin de Pliniaanse stadia afgewisseld werden met phreatomagmatische fasen. Het was een eruptie van grote omvang, waarbij circa 6,3 km³ materiaal uitgestoten werd, terwijl de eruptiekolom een hoogte van circa 30 km bereikte. Een groot deel van de eruptieproducten kwam terecht in het Neuwieder Bekken direct ten oosten van de Laacher See, maar assen van de eruptie zijn over grote afstand in Europa verspreid: in een brede band richting de Baltische Zee, een brede band richting de Alpen en Turijn, en een minder ver strekkende band naar het westen vanuit de Laacher See. Aan het eind van de eruptie ontstond de huidige Laacher Seekrater (2 bij 2,5 km), gevormd door erosie van de uitbarstingspijp en het instorten van de vulkaan (Afb. 1). De eruptie had voor decennia een grote impact op het toenmalige klimaat (Litt *et al.*, 2003).

De eruptie bestond vooral uit fonolitische magma's. Gloedwolken, troebelstromen, phreatomagmatische afzettingen en enkele lahars vormden te samen de Laacher Seetefra, die in drie hoofdeenheden (Boven, Midden en Onder Laacher See Tefra) onderverdeeld wordt (Afb. 2). Zowel uit de



AFBEELDING 1. | De Laacher See met de abdij Maria Laach. Frontispiece van *Hibbert's History of the extinct volcanos of the basin of Neuwied, on the lower Rhine* uit 1832.



AFBEELDING 2. | Stratigrafie van de Laacher See tefra (naar Schmincke, 2000). De Römer tuf is afkomstig uit het middelste deel (B) van de Midden Laacher See tuf.

afzettingen ten zuiden van de Laacher See, in de Pellenz rond Kruft (de Römer tuf), als ten noorden in het Brohltal, is tufsteen gewonnen als bouwsteen en voor de trasproductie. In de groeves bij Kruft, aan ten zuiden van de Laacher See, werd het pakket vulkanische afzettingen onderverdeeld in: de Onderste bims, Onderste tuf, Tauch, Römer tuf en Bovenste bims. Hiervan zijn de Römer tuf en de Onderste tuf onder invloed van respectievelijk regen- en grondwater verkit, maar de samenhang van de Tauch is veel minder. De zogenaamde Römer tuf dankt zijn naam aan het gebruik door de Romeinen (Afb. 3, 4). De Römer tuf is afkomstig uit het middelste deel van wat geologen nu de Laacher Seetefra noemen; een deel dat wordt gevormd door ignimbrieten.

De Römer tuf is een macroporeus, rosig-beige gesteente met talrijke insluitsels van witte puimsteen (Afb. 5). De holtes zijn niet alleen achtergelaten door de





AFBEELDING 3. | *Restanten van een Romeinse tufsteengroeve, nu museum, in Kruf.*

ontweken gassen, maar ontstaan ook door verwerking van de vele puimsteen-insluitsels. In de klassieke bouwstenen zijn weinig vreemde gesteentefragmenten aanwezig, en de fragmenten die aanwezig zijn, zijn veelal niet meer dan een paar millimeter groot. Veel van de blokken die de afgelopen decennia bij restauraties gebruikt zijn, laten grotere en meer xenolieten zien. Zij zijn afkomstig uit het onderste deel van de banken. Microscopisch wordt het gesteente gekenmerkt door een ogenschijnlijk amorfe matrix met veel holtes. Van de kristallen in de matrix is niet altijd duidelijk of het om magma-eigen fenokristen of xeno-

kristen gaat. Onder meer kaliveldspaat (sanidien, soms microklien), kwarts (altijd xenokrist), Mg-rijke olivijn, Al-rijke augiet, biotiet en sporadisch andere fyllosilicaten (pyrophylliet, paragoniet, illiet) komen voor. Het mengsel van vulkanische as met feno- en xenokristen dat uit de

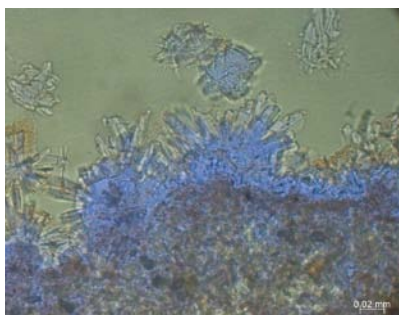


AFBEELDING 4. | *Romeins muurwerk uit Römer tuf onder Domplein 4 in Utrecht (voor de herinrichting). De foto links toont een stuk muur waarvan het onderste, regelmatige deel oorspronkelijk Romeins metselwerk is en het hogere, onregelmatig en deels van afwerking voorziene deel later opnieuw is opgetrokken met secundair materiaal. De rechter foto toont een doorsnede van het muurwerk.*



AFBEELDING 5. | Karakteristiek voorbeeld van Römer tuf, links aan de Sint Pancras in Castricum, rechts aan de Pandhof van Sinte Marie in Utrecht.

vulkaan kwam, is hard geworden door interactie met regen- en grondwater. Bij dit proces wordt het vulkanisch glas onder invloed van (grond) water en opgeloste alkaliën (natrium, kalium) omgezet in zeolieten. Dit proces is zeer complex en niet alleen afhankelijk van de oorspronkelijke samenstelling van het vulkanisch glas en de beschikbaarheid van water en alkaliën, maar ook van de toegankelijkheid van het gesteente voor dat water en de temperatuur (Höller *et al.*, 1974). In één verticale sectie kunnen wel en niet-gezeolitiseerde lagen elkaar afwisselen, terwijl ook de omzetting van de matrix en puimsteenfragmenten niet in dezelfde mate hoeft te hebben plaatsgevonden (Bernhard & Barth-Wirsching, 2002). In de Laacher See tefra is het deel dat als Tauch aangeduid wordt, in de regel slecht verkit. In de Römer tuf zijn zowel de matrix als de puimsteen gezeolitiseerd (Afb. 6). Als zeolietassemblages komen analciem + chabaziet en analciem + chabaziet + phillipsiet voor (Nijland *et al.*, 2005a).



AFBEELDING 6. | Microfoto van zeolieten op de rand van de matrix van Römer tuf en een puimsteenfragment.

De tuf van de Laacher See werd van oudsher gewonnen in zowel de Pellenz, rond Kruft, ten zuiden van de Laacher See, als in het Brohltal ten noorden daarvan. De laatste werd als bouwsteen, maar vooral voor de productie van tras gebruikt; tras is in feite fijn gemalen tufsteen, die aan kalkmortels werd (en wordt) toegevoegd om deze waterhardend te maken. De eigenlijke Römer tuf komt uit de Pellenz. Het oudst bekende gebruik van tufsteen hier is een steenkist uit de Jonge Steentijd (Schumacher & Müller, 2011). De Romeinen ontgonnen de Römer tuf vanaf de jaren veertig van de eerste eeuw na Christus in de Pellenz (en vanaf circa 100 n. Chr. in het Brohltal; Schaaff, 2000). Zij kenden tufsteen uit hun eigen land, en wonnen de tuf ondergronds in een stelsel van kamers en overblijvende pilaren om het dak te stutten. De klassieke Römer tuf vormt een pakket van circa 4 meter dik, waarin ze de beste delen uitkozen en die met veel bims of xenolieten vermeden. Bij Kruft zijn de restanten van een Romeinse groeve nu in een museum ondergebracht (Afb. 3). Al in de Romeinse tijd werd Andernach een belangrijke handels- en overslagplaats voor tufsteen en andere natuursteen. Hiervandaan wordt de Römer tuf over grote afstanden verhandeld. In Nederland is de Römer tuf, zoals al gezegd, al in de Romeinse tijd onder meer in Utrecht, Leiden en Nijmegen (Afb. 4) gebruikt. De Romeinen gebruikten de steen (op kleinere schaal) ook in België in Tongeren, Belgisch Limburg (Dreesen *et al.*, 2001), maar ook verder naar het westen zoals het castellum van Oudenburg in West-Vlaanderen (Vanhoutte, 2008).



AFBEELDING 7. | Tufsteengrafkist uit de opgraving Weissenthurm in Andernach.





AFBEELDING 8. | Westbouwen en torens in Römer tuf: links de Bergkerk in Deventer, midden de de Sint Walfridiskerk in Bedum en rechts de Martinuskerk in Warnsveld (oudste deel toren ca. 1100).

In de Middeleeuwen wordt de Römer tuf opnieuw gebruikt. Aanvankelijk betreft het vooral (lokaal) hergebruik van Romeins materiaal, later volgt nieuwe import. Andernach, tussen Bonn en Koblenz aan de Rijn, wordt een belangrijke handelsplaats voor steen uit de Eifel. De steen wordt verhandeld onder de naam *duifsteen* en varianten daarop. De Römer tuf vindt allerlei toepassingen, variërend van grafkisten (Afb. 7) tot beeldhouwwerken (zoals bijvoorbeeld aan de Kornpforte in Andernach) en weefgewichten, maar raakt vooral wijd verbreid als parementsteen (d.w.z. steen voor opgaand metselwerk). De Römer tuf is in

Nederland de bouwsteen van de Romaanse architectuur. De steen wordt gebruikt voor grote kerken in bijvoorbeeld Utrecht, Zutphen en Deventer, maar ook voor talrijke kleinere kerken, verspreid over heel Nederland (Afb. 8). Zo reisde de eerste abt, Frederik van Hallum, van het door hem in 1163



AFBEELDING 9. | De grotendeels met Römer tuf beklede Dom van Ribe in Denemarken uit 1110-1134. Foto: D.J. Liefink.



AFBEELDING 10. | Römer tuf in Vlaanderen: links een groot, secundair gebruikt blok aan het restant van de 10e-eeuwse muur van de Sint Baafs abdij in Gent, rechts in het parement (samen met restauratie-Ettringer tuf) van de 13e-eeuwse Onze Lieve Vrouwe kerk in Damme. Foto: G.J.L.M. de Haas.

gestichte klooster Mariëngaarde in Friesland met enkele broeders naar Deventer. *‘In die tijd werd immers de steensoort die men gewoonlijk tufsteen noemt in grote hoeveelheid via de Rijn naar Deventer en Utrecht vervoerd om daar verkocht te worden.’* zo vertelt zijn Middeleeuwse levensbeschrijving (Lambooy & Mol, 2001). Utrecht en Deventer waren stapelplaatsen. Via de IJssel en Zuiderzee kwam de Römer tuf in Groningen en Friesland terecht,

waar hij nog steeds aan veel Romaanse kerken aanwezig is. Dat geldt ook voor talrijke plaatsen langs de kust in Oost-Friesland en langs de Deense westkust; bijvoorbeeld de Dom van Ribbe (Von Fissene, 1991, 1992; afb. 9). Via kleinere rivieren werd de steen vervolgens landinwaarts vervoerd. In Nederland wordt de Römer tuf aangetroffen van Texel (een geringe hoeveelheid aan de NH Kerk te Den Burg) tot in Noord-Limburg (b.v. aan de H.H. Wiro, Plechelmus & Otgerus basiliek in Sint Odiliënberg en de Sint Amelberga in Susteren). Via de Rijn en vervolgens buitengaats, belandde de tufsteen ook in plaatsen als: Damme (Debonne & Dreesen, 2015; afb. 10), Gent en Brugge in het westen van België. Niet alleen kerken werden uit tufsteen opgetrokken, ook huizen, zoals de Proosdij aan de Sandrasteeg in Deventer en verdedigingswerken zoals de Burcht in Leiden of de verdwenen tufsteenstadsmuren van Deventer en Groningen.



AFBEELDING 11. | Laacher tuf uit de 18e eeuw aan de viering van de Sint Janskathedraal te 's-Hertogenbosch. De linker foto geeft een overzicht, waarin de oranje blokken Laacher tuf zijn en de beige blokken in de ronding van de blindnissen Römer tuf; rechts een detail van een blok Laacher tuf uit de jaren 1730.



Eruptie-fase	Ouderdom (x 103 jaar)	Petrografische benaming	Voorkomen t.o.v. Rieden	Type eruptie	Macroscopisch herkenbare kristallen	Benaming als bouwsteen	Gebruik	
							Duitsland vroeger	Nederland nu
RLPT 5	415 ± 10	Riedener leuciet-fonoliet-tuf 5	Noord-zuidoost	Pliniaans & phreato-magmatisch	Lc, Nos, Vsp, Cpx, Gl		xx	x
	440 ± 20							
	450 ± 40							
RLPT 4	510 ± 40	Riedener leuciet-fonoliet-tuf 4	Rondom	Preatomagmatisch ± Plinaans	Lc, Nos, Vsp, Cpx, Gl, Grt	Riedener tuf	x	?
RFT 2		Riedener foïd-tuf 2	Rondom	Phreatomagmatisch	Cpx, Phl, Nos, Vsp, Ol	Basalttefra of lavazand		
RLPT 3		Riedener leuciet-fonoliet-tuf 3	Rondom	Preatomagmatisch (± Plinaans)	Nos, Vsp, Cpx, Gl			
WLPT 1		Weiberner leuciet-fonoliet-tuf 1	Noordwest	Pliniaans & phreato-magmatisch	Nos, Vsp, Cpx, Bt	Weiberner tuf	xxx	x xx
RLPT 2		Riedener leuciet-fonoliet-tuf 2	Zuidoost	Pliniaans & phreato-magmatisch	Lc, Nos, Vsp, Cpx, Gl	Ettringer tuf	xxx	x xx
RFT 1		Riedener foïd-tuf 2	Oost-zuid	Phreatomagmatisch & Stromboli-type	Cpx, Phl, Ol	Lavazand of basalttefra		
RLPT 1	620 ± 50	Riedener leuciet-fonoliet-tuf 1	Oostzuidoost	Pliniaans (± phreato-magmatisch)	Lc, Nos, Vsp, Cpx, Gl	Beller bakovensteen	x	(x)

Mineralen: Bt – biotiet, Cpx – clinopyroxen, Gl – glimmer, Grt – titaangraanaat (melaniet, schrolomiet) Lc – leuciet, Nos – noseaan, Ol – olivijn, Phl – phlogopiet, Vsp – veldspaat.

TABEL 1. | Stratigrafische indeling, vulkanologische karakteristieken en ouderdom (Ar-Ar en K-Ar methodes) van afzettingen in de Riedener caldera (Viereck, 1984), hun benaming als bouwsteen en gebruik in Duitsland (Schumacher & Müller, 2011) met daarbij gegevens over Nederland.

Met de herintroductie van baksteen en de invoering van tol op de belangrijkste aanvoertracé, de Rijn, neemt het gebruik in de loop van de 13e eeuw sterk af. De geschiedenis van het al genoemde klooster Mariëngaarde is wat dit betreft typisch. Onder de 2e abt van Mariëngaarde, Ento (1175-1184) werd nog tufsteen aangevoerd. Abt Ulbo (1252-1256) van het klooster Lidlum (in 1182 vanuit Mariëngaarde gesticht), liet echter 'ovens bouwen om tichels te bakken en klei steken' (Lambooy & Mol 2001). Dit betekende niet dat Römer tuf geheel verdween. Lokaal bleef de steen nog lang in gebruik. Zo werd Römer tuf rond 1400 nog toegepast aan de Broederkerk in Deventer (Hogenstijn 1981) en vermelden de kerkmeestersrekeningen in Zutphen veel later nog, in 1570, de aankoop van *duifsteen*, waarmee Römer tuf werd bedoeld (RA Zutphen, inv. nrs. 278 en 285).

Behalve de Römer tuf heeft de eruptie van de Laacher See vulkaan nog een tufsteen opgeleverd. Het is een oranje gesteente, dat minder poreus is dan de Römer tuf. De steen is slechts op beperkte schaal gebruikt en werd oorspronkelijk gewonnen in de groeve Am Verbrannten, aan de oostzijde van de Laacher See. Tufsteen uit deze groeve is onder meer gebruikt voor de kloosterkerk van de abdij Maria Laach uit 1093-1177. Later is de steen af en toe opnieuw gewonnen. In Nederland komen enkele blokken voor aan de Sint Janskerk in 's-Hertogenbosch (Afb. 11). Deze zijn helaas niet vanaf straatniveau te zien. Rond 1900 werd de Laacher tuf voor het laatst voor enkele lokale toepassingen ontgonnen (Schumacher & Müller, 2011).

Tufsteen uit de Riedener caldera

Uit de zogenaamde Riedener caldera komen verschillende tufstenen die als bouwsteen gebruikt zijn (Tabel 1). Hiervan zijn de Weiberner en de Ettringer tuf en hun varianten de voornaamste. Het gebruik van Riedener tuf is in Nederland vooralsnog niet gedocumenteerd. Vanwege de aanwezigheid van

leuciet werden de tuffen uit de Riedener caldera in het verleden in de (Duitse) literatuur als *Selbergitische tuf* aangeduid (Frenchen 1971), een uitbreiding van de oorspronkelijke gesteentenaam selbergiet voor een donker, fijnkorrelig gesteente met vele leucietfenokristen (Brauns, 1921). Naast de als bouwsteen gebruikte tufsteen is de Beller bakovensteen uit deze serie afkomstig. De caldera heeft een doorsnede van circa 1,5 x 2,5 kilometer. De belangrijkste afzettingen in de caldera zijn leuciet-fonolitische gloedwolkaafzettingen, naast fall-out tefra en dikke meersedimenten. De afzettingen zijn gedateerd tussen 415.000 en 620.000 jaar geleden (Viereck, 1984).

De Weiberner tuf is afkomstig uit de Weiberner leuciet-fonoliet-tuf 1 (WLPT 1) eenheid in de Riedener caldera (Tabel 1). Deze komt vooral ten noordwesten van Rieden voor, rond het plaatsje Weibern waaraan de eenheid en tuf hun naam ontleent. De opbouw van deze eenheid wordt

gegeven in tabel 2. Deze tuf vormt fijnkorrelige, massieve banken van variabele dikte (Afb. 12). Het gesteente heeft weinig macroscopische holtes en bevat meestal weinig gesteente-fragmenten, terwijl de puimsteeninsluitels typisch ca. 1 cm groot zijn. De tuf zelf is zacht geel, soms wat groenig van kleur (Afb. 13). De meest fijne variant van de Weiberner tuf, Hoheleie (of Hohen Ley), die in de Middeleeuwen vaak voor heel fijn beeldhouwwerk gebruikt is, is meer bruinig.

De Ettringer tufsteen is afkomstig uit de Riedener leuciet-fonoliet-tuf 2 (RLPT 2), direct onder de Weiberner tuf (Tabel 1). Deze eenheid komt vooral voor ten zuidoosten van Rieden en bedekt een oppervlak van circa 0,8 km² (Viereck, 1984). Tabel 3 geeft een overzicht van de opbouw van de RLPT 2 eenheid. Ettringer tufsteen is in de regel veel rijker aan gesteente-fragmenten dan de Römer en Weiberner tuf. De fragmenten zijn, net als de puimsteeninsluitels typisch 1 a 1,5 cm groot (Afb. 14). Karakteristiek voor een deel van de Ettringer tuf (een variëteit die vaak als Hasenstoppler aangeduid wordt) is de aanwezigheid van oranje gesteentefragmenten, waarvan de macroscopische holtes opgevuld zijn met witte zeolieten.

Hoewel zowel Weiberner als Ettringer tufsteen beschouwd worden als leuciethoudende gesteentes, is leuciet lang niet altijd aanwezig, omdat het vaak is omgezet naar analciem (Nijland *et al.*, 2005). Identificeerbare feno- en/of xenokristen zijn kaliveldspaat (sanidien, orthoklaas), titaanau-giet, kwarts, biotiet, magnetiet, tita-niet, apatiet, biotiet en muscoviet. Net als de Römer tuf zijn ook de tuffen uit de Riedener caldera gezeo-litiseerd. Weiberner kent de zeolietas-semblages analciem en analciem + chabaziet + phillipsiet, Ettringer tuf de assemblages analciem, phillipsiet, analciem + chabaziet + phillipsiet, analciem + phillipsiet, phillipsiet + merlinoiet en chabaziet + phillipsiet + merlinoiet (Nijland *et al.*, 2005a); in de Weiberner komt soms ook gismondien voor (Nijland & Van Hees, 2003).

Het gebruik van Weiberner tuf door de Romeinen lijkt beperkt geweest te zijn; er zijn slechts enkele fragmenten met inscripties etc. bekend (Müller-

Dikte (m)	Eenheid	Omschrijving	Mediale en maximale korrelgrootte (mm)
25		Massieve, bimsrijke tuf	
		Matrixarme, goed gesorteerde lapilli-afzetting met kris-krasgelaagdheid	med. 20, max. 65
20		Massieve, slecht gesorteerde tufbanken met xenolietrijke basis; bims en xenolieten laten respectievelijk een normale en inverse korrelgradering zien	med. < 10, max. 10, xenolieten 250
		Matig tot goed gesorteerde lapilli	bims 2-5, xenolieten < 10
15			
10		Massieve, slecht gesorteerde geelbruine tufsteen met vage gelaagdheid door aanrijking van bims, soms xenolietrijkere banden	med. < 0,6, max. 30
5			

TABEL 2. | Vereenvoudigd overzicht van de opbouw van de eenheid WLPT 1 waaruit de Weiberner tuf afkomstig is (naar Viereck, 1984).

Dikte (m)	Eenheid	Omschrijving	Max. korrelgrootte xenolieten (mm)
15		bodem op verstoorde zone met fluviatiele kris-krasgelaagdheid	30
		zeer xenolietrijke tuf	1000
		fijnkorrelige basis	
10		massieve slecht gesorteerde tuf met aan de basis; een zone rijk aan xenolieten, die ook groter zijn	160
5		fijnkorrelige, massieve slecht gesorteerde tuf met aan de basis een nog fijnkorreliger deel	60
			10
		fijnkorrelige, massieve en slecht gesorteerde tuf met aan de basis kris-krasgelaagdheid	bims 100
			xenolieten, bims 10
		fijnkorrelige, massieve slecht gesorteerde tuf	30

TABEL 3. | Vereenvoudigd overzicht van de opbouw van de eenheid RLPT 2 waaruit de Ettringer tuf afkomstig is (naar Viereck, 1984).

Bentz, 2007) en geen grotere, in Weiberner opgetrokken bouwdelen. In Duitsland is het 12e-eeuwse klooster van Maria Laach één van de eerste grote bouwwerken met deze tufsteen. Zowel middeleeuwse tol- als bouwrekeningen laten de import in Nederland zien (Jappe Alberts, 1967, Tenhaeff, 1946). Het gaat dan vooral om het allerlaatste deel van de 14e en met name de 15e en 16e eeuw. De steen wordt als *godelsceide* en allerlei varianten daarop aangeduid. De huidige naam, Weiberner tuf, raakte pas in de 18e eeuw in zwang (Müller-Betz, 2007).





AFBEELDING 12. | Groevefront in één van de groeves in Weiberner tuf bij het plaatsje Weibern.

De steen wordt in deze periode gebruikt voor parement, zoals bijvoorbeeld aan de Grote Kerk in Zwolle (Afb. 15), voor tracteringen en veelvuldig voor fijn beeldhouwwerk (Afb. 16).

Qua gebruik als bouwsteen is Ettringer tuf de jongste; voor 1870 waren er geen groeves met deze steen (Jacobs, 1914). De aanwezigheid ervan aan een gevel

van voor die periode betekent dus per definitie; nieuwbouw of restauratie.

In de 18e eeuw was de ontginning van tufsteen in de Eifel volledig tot stilstand gekomen (Hoss, 1922). Onder invloed van industrialisatie, de aanleg van spoorwegen en de weer ter hand genomen bouw van de Keulse Dom, kwam ook de tufsteenwinning weer op gang. Oude groeves in de Weiberner tuf werden weer in gebruik genomen en nieuwe in de Ettringer tufsteen geopend. In Nederland werden aanzienlijke hoeveelheden van beiden gebruikt, zowel voor nieuwbouw als voor restauraties. In de eerste decennia van de 20e eeuw was Nederland de belangrijkste (en vrijwel enige) exportmarkt voor Ettringer tuf (Hoss, 1922).



AFBEELDING 13. | Net geplaatste Weiberner tufsteen aan de Laurenstoren in Rotterdam uit 2011.

Karakteristiek is het gebruik van Ettringer tufsteen in combinatie met (meestal rood) baksteenmetselwerk, vaak als ornamenten, soms als heel forse blokken, in zowel de jaren '30 als '50 van de vorige eeuw (Afb. 17). Mooie voorbeelden zijn onder meer het huis aan de Hogehuisstraat 13 in Eindhoven (1939), Lange Nieuwstraat



AFBEELDING 14. | Ettringer tufsteen aan de sokkel van het Willibrord standbeeld in Utrecht.

40-42 in Utrecht en de Rabobank in Ruurlo (1953). Interessant is ook het gebruik van Ettringer tuf voor groot monumentaal beeldhouwwerk, zowel vrijstaand als aan gevels. Voorbeelden van het eerste zijn het beeld *De oude en de nieuwe stad* van Paul Grégoire in Delft uit 1939 (Afb. 18) en het monument voor de gevallen van Jac. Maris in Nijmegen uit 1951. Een saillant voorbeeld van het tweede zijn de beelden van Pieter Biesiot aan de Cornelius Musius school in Delft uit 1926 (Afb. 18). Van de klassiek gemetselde blokken ging men in de jaren '50 en '60 over op platen, eerst ingemetseld, later op ankers. Voorbeelden zijn het pand Rechtstraat 56 in Eindhoven (1954), de Twentse



AFBEELDING 16. | Kraagsteen uit 1425 in de Pieterskerk in Leiden uit Weiberner tuf.

		Römer	Weiberner	Ettringer
Schijnbare dichtheid	g cm ⁻³	1,13 – 1,58	1,27 – 1,63	1,45 – 1,66
Porositeit	vol. %	34,8 – 53,9	35,8 – 47,4	29,9 – 42,6
Druksterkte (droog)	N mm ⁻²	3,4 – 7,6	10,6 – 15,8	22,2 = 23,2

TABEL 4. | Overzicht van enkele fysische eigenschappen van verschillende tufstenen (Nijland et al., 2005b).

Schouwburg in Enschede (1965), de entree van het flatgebouw aan het Burge-meester Loeffplein 199 in 's-Hertogenbosch (1964, architecten A.G. & J.D. Postma), het raadhuis van Tubbergen (1968, architect F.P.J. Peutz) en het schoolgebouw aan Phebenstraat 1 in Groningen. Daarna neemt het gebruik af, ook in de restauratie.



AFBEELDING 15. | De Grote of Sint Michaëlskerk in Zwolle uit 1406-1466. Het parement bestaat grotendeels uit Weiberner tuf.





AFBEELDING 17. | Ettringer tuf werd in de jaren '30 en '50 regelmatig gebruikt in combinatie met baksteenmetselwerk, zoals op de foto links aan de absis van de Sint Jacobus de Meerdere kerk in Enschede van de architecten H.W. Valk en J.H. Sluijmer uit 1933 en rechts aan het voormalige stadhuis van Medemblik van de architect Kropholler uit 1939.

Verwerking en vervanging van tufsteen

Tufstenen zijn door hun wijze van ontstaan hele lichte en poreuze bouwmaterialen met een lage druksterkte (Tabel 4). Het verweringsgedrag van tufsteen is complexer dan dat van veel andere natuursteensoorten. Dat komt mede omdat er zoveel bronnen van variatie zijn die zich vertalen in de eigenschappen van de steen: variaties in de samenstelling van het magma, gravitatieve en andere processen tijdens de afzetting uit gloedwolken, effecten van onder meer compactie en variabele interactie met het grondwater die resulteren in verschillen in omzetting van het vulkanisch glas in zeolieten, zowel qua hoeveelheid als type zeolieten. Dat geldt zowel tussen de tufstenen onderling, als binnen één groep tufsteen. Dit uit zich onder meer in de porositeit en poriegrootteverdeling. Deze eigenschappen bepalen in belangrijke mate de snelheid waarmee een gesteente water opneemt (grote poriën lopen snel vol) of droogt (fijne poriën

houden langer water vast) of de weerstand tegen de kristallisatie van zouten of ijs (want in kleinere poriën is de kristallisatiedruk groter en ontstaat eerder schade). De duurzaamheidservaring, met name met de Ettringer tuf, is wisselend; een deel van het naoorlogse werk is al weer aan vervanging toe. Daar staat echter een aanzienlijke hoeveelheid middeleeuws werk in Römer en Weiberner tuf in redelijke tot goede conditie tegenover. Al gebiedt de eerlijkheid te zeggen, dat de steen in veel gevallen in het verleden werd beschermd door een pleisterlaag. De vervanging van Römer tuf vormt bij toekomstige restauraties wel een uitdaging. Weiberner en Ettringer tuf zijn niet echt gelijkend (openingsafbeelding), maar de beschikbare hoeveelheden van de oorspronkelijke steen zijn de laatste jaren zeer gering.

Dankwoord

D.J. Liefink en G.J.L.M. de Haas stelden respectievelijk de foto in afbeelding 9 en de rechter foto in afbeelding 10 beschikbaar.

Alle afbeeldingen in dit artikel zijn van T.G. Nijland, tenzij anders vermeld.



AFBEELDING 18. | Monumentaal beeldhouwwerk in Ettringer tuf. Links het beeld van de non Geertruyt van Oosten van de hand van Pieter Biesiot aan de gevel van de Cornelius Musius school in Delft (1926), rechts het vrijstaande beeld De oude en de nieuwe stad van de beeldhouwer Paul Grégoire (1939), eveneens in Delft.

LITERATUUR

Voor de verwijzing naar de literatuuroppgave bij dit artikel, zie het colofon op de binnenomslag onder 'Literatuurlijsten'.