

DE MUURHAGEDIS EN RESTAURATIE: KONFLIKT OF KOMPROMIS?

RAYMOND PRICK, BERT KRUYNTJENS p/a postbus 642, 6200 AP Maastricht

Onder natuurbeschermers is het thans gemeengoed dat oude muren naast grote kulturhistorische en bouwkundige waarden óók belangwekkende natuurwaarden bezitten. Vele, vaak zeldzame plante- en diersoorten vinden op zulke muren een geschikt leefgebied. De enige grote predator die in onze streken exclusief aan dit milieu is gebonden, is de Muurhagedis (*Podarcis muralis* (LAURENTI, 1768)). Door afbraak en restauratie van oude vestingmuren in Maastricht – de enige plaats in Nederland waar dit reptiel met zekerheid is waargenomen – zijn in de loop van de jaren echter vele leefgebieden verloren gegaan. Veelal had men geen notie van de grote ekologische betekenis van zulke oude muren. Maar zelfs wanneer dit wél het geval was, zoals bij de restauratiewerken in de Hoge Fronten tussen 1977-'83, werden deze biotopen vernietigd. Dit is vooral te wijten aan een schrikbarend gebrek aan inzicht bij de restaurateurs in de ekologische verhoudingen.

Binnenkort worden in de Hoge Fronten weer enkele vestingmuren gerestaureerd en andere gekonsolideerd. Dit vindt plaats in het kader van een beheersplan, dat is opgesteld naar aanleiding van de aanwijzing van het gebied als beschermd natuurmonument (MINISTERIE VAN LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ, 1991 a, b). Dat betekent dat herstel van muurwerk "muurhagedisvriendelijk" dient te gebeuren. Dat restauratiewerken en behoud van de Muurhagedis en zijn leefgebied samen kunnen gaan, bewijzen enkele geslaagde projecten in Duitsland. In dit artikel worden onder meer aan de hand van zowel gewraakte als geslaagde restauraties richtlijnen voor ecologisch herstel van muurwerk geformuleerd.

STATUS

De Muurhagedis is in Nederland en Duitsland de laatste decennia zowel kwantitatief als kwalitatief zo sterk achteruit gegaan, dat de soort in diverse Rode Lijsten is opgenomen. Volgens de 'Rode lijst van amfibieën en reptielen' is de soort in Nederland "zeer ernstig bedreigd" (BERGMANS & ZUIDERWIJK, 1985, 1986). In de regionale 'Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Kriechtiere (Reptilien) und Lurche (Amphibien)', is de soort terug te vinden onder de categorie "vom Aussterben bedroht" (FELDMANN & GEIGER, 1986). De Muurhagedis is volgens de 'Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland' echter in het hele gebied

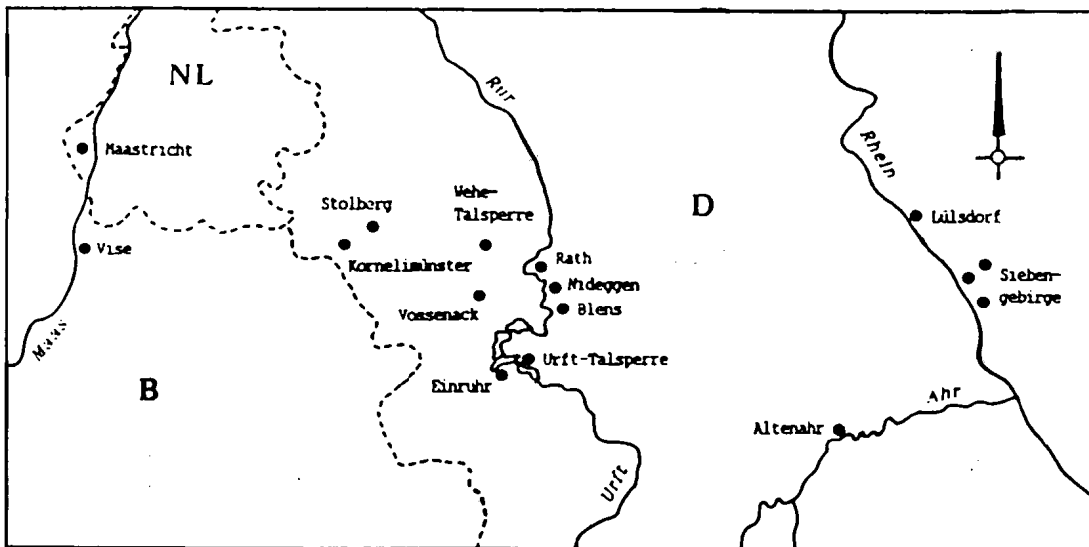
van de (voormalige) Bondsrepubliek "stark gefährdet" (BLAB *et al.*, 1984). Wat zijn de oorzaken van deze bedreigende ontwikkeling?

Binnen Nederland is de Muurhagedis met zekerheid alleen in Maastricht aangetroffen (BERGMANS, 1984). De soort werd vooral gesignaleerd op oude vestingmuren (KRUYNTJENS, in prep.), die zich vroeger in een stervormige linie om de stad uitstrekten. In de loop van de vorige, maar vooral deze eeuw zijn vele muren gesloopt om plaats te maken voor (spoor)wegen, woningen, industrie e.d. (MARTIN, 1989). Andere vestingmuren werden ongeschikt door beschaduwning door vegetatie, verstoring en wegvangen (stadsparken, speeltuinen e.d.). Op dit moment resteren alleen nog de popula-

ties in de Hoge en Lage Fronten (PRICK & KRUYNTJENS, 1992). Zoals al gezegd, zijn door restauratie diverse muren in de Hoge Fronten als biotoop inmiddels verloren gegaan of sterk gedegradeerd.

Ook in Duitsland is de achteruitgang van het bestand toe te schrijven aan biotoopverlies en kwaliteitsdaling van de resterende leefgebieden door veranderd grondgebruik. Zeer nadelig is de grootschalige, machinale landbouw in de wijnbouwgebieden; in het kader van ruilverkavelingen (Rebflurbereinigung) zijn 'Weinbergsmauern' over een lengte van vele duizenden kilometers afgebroken, vervangen door betonnen muren of zijn voegen, gaten en spleten met specie volgespoten of dichtgesmeerd. Andere menselijke activiteiten die hier de Muurhagedis bedreigen zijn het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen, bebouwing van zonnige rotshellingen, wegeaanleg, kultivering van braakliggende terreinen, storten van afval in voormalige steengroeves en, niet in de laatste plaats restauratie van oude muren (BLAB *et al.*, 1984; BLAB, 1986; FELDMANN & GEIGER, 1986; RICONO & GEIGER, 1986; FRITZ, 1987; HAESE, 1988).

Het hierboven geschetste beeld geeft aan dat het noodzakelijk is om bij restauratie en (of) consolidatie van oud muurwerk speciale maatregelen te nemen om de Muurhagedis en zijn biotoop te beschermen. Daartoe zetten we de huidige kennis en feiten op een rij, te beginnen met de verspreiding, de leefwijze en de essentiële elementen van het biotoop van de Muurhagedis. Daarna worden voorbeelden gegeven van restauratiewerken van Muurhagedisbiotopen in Maastricht en enkele plaatsen in het voormalige West-Duitsland.*) Naast geslaagde restauratieprojecten gaat het daarbij ook om voorbeelden van slechte restauraties, aangezien ook daaruit waardevolle aanwijzingen zijn af te leiden voor het opstellen van concrete beschermingsmaatregelen (KRUYNTJENS, 1987). Verder worden de recent bekend geworden resultaten over uitzettingen van Muurhagedissen in vervangende of ge-



Figuur 1. Verspreiding van de Muurhagedis aan de noordrand van zijn areaal (uit HAESE, 1988; n.b. inmiddels zijn meerdere vindplaatsen bekend, die te zijner tijd worden gepubliceerd in KRUYNTJENS, in prep.).

restaureerde biotopen samengevat. Op basis van deze informatie worden tenslotte richtlijnen geformuleerd voor ekologisch herstel van oude muren, waarbij tevens aandacht wordt besteed aan andere belangwekkende natuurelementen die we op de oude vestingmuren aantreffen.

VERSPREIDING EN LEEFWIJZE

Het zwaartepunt van de verspreiding van de Muurhagedis in Europa ligt in het Mediterrane gebied: de soort is talrijk in de Balkan, Italië, het noorden en midden van Spanje, Frankrijk en ten zuiden van de Alpen in Oostenrijk en Zwitserland. Naar het noorden toe beperkt het voorkomen zich vooral tot de warmere rivierdalen van de Maas, Roer en Rijn en hun zijrivieren en zijn de vindplaatsen geïsoleerde stippen op de landkaart met Maastricht als noordelijkste plaats van voorkomen (ARNOLD *et al.*, 1978; PARENT, 1985; GRUSCHWITZ & BÖHME 1986; HAESE, 1988; KRUYNTJENS, in prep.) (fig. 1).

Het belang van het behoud van de huidige populaties ligt vooral in het feit dat de Muurhagedis gebonden is aan zeldzaam (wordend) substraat en de grote mate van isolatie. De huidige populaties zijn ruimtelijk gescheiden waardoor uitwisseling van individuen wordt verminderd of verhinderd. Sterft een populatie uit, dan is herkolonisatie door individuen vanuit een naburige populatie uitgesloten. Met name de populaties in Maastricht en Noordrijn-Westfalen zijn extreem geïsoleerd.

Zoals alle reptielen zijn Muurhagedissen koudbloedig. Dat wil zeggen dat

hun lichaam de temperatuur van de omgeving aanneemt. Om actief te kunnen zijn, zijn ze afhankelijk van de zonnearmte. Dat is van belang om de dag- en jaarritmiek te begrijpen en heeft consequenties voor de wijze waarop oude muren gerestaureerd of gekonsolideerd moeten worden.

Hagedissen trachten via actieve thermoregulatie hun lichaam op een vrij constante en relatief hoge temperatuur te handhaven. Dit is van belang voor het verrichten van allerlei levensnoodzakelijke processen en activiteiten.

Hoewel de periode waarin de dieren aangetroffen kunnen worden ruwweg tussen de maanden februari en november valt, kan dit afhankelijk van de weersituatie van jaar tot jaar verschillen. Zo strekte de activiteitsperiode in Maastricht in 1990 – het warmste jaar van deze eeuw tot nu toe – zich uit tussen half januari en half november. Echt actief zijn de dieren doorgaans gedurende de maanden april – september. 's Ochtends warmen de hagedissen zich op in de zon. Hebben de hagedissen hun voorkeurstemperatuur bereikt, dan proberen ze die te handhaven door afwisselend zonbeschenen en beschaduwde plekken op te zoeken. Dit gedrag staat bekend als thermoregulatie. De aldus verkregen energie gebruiken ze voor, bijvoorbeeld, de jacht op prooidieren, de voortplanting of territoriumverdediging. Op koude dagen en 's nachts blijven ze onbeweeglijk in hun holletjes zitten.

Gedurende het koude jaargetijde verblijven ze in hun winterhol en zijn ze inactief. Hun stofwisseling hebben ze in die periode sterk teruggebracht. Als winterverblijfplaatsen worden diepe, vorstvrije spleten en holen gebruikt. Op

enkele plaatsen stelden we vast dat de dieren gezamenlijk overwinterden.

BIOTOOP

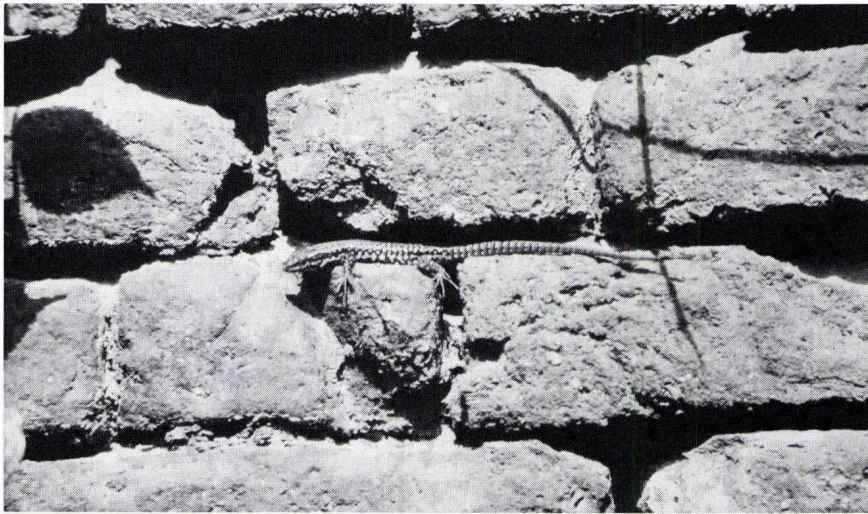
Verder is voor het opstellen van beschermingsmaatregelen noodzakelijk dat we bekend zijn met de essentiële elementen van het biotoop. Het is daarbij van belang het typische leefgebied – de muren – aan de noordgrens van het areaal te bekijken. Zo komt de soort in mediterrane streken ook voor in grazige vegetaties.

De noordelijkste leefgebieden van de Muurhagedis vertonen ondanks de grote verscheidenheid diverse overeenkomsten (vgl. WERNER & KNEITZ, 1978; BONNEMAYER & DIETVORST, 1979a,b; STRIJBOSCH *et al.*, 1980a-c; HAESE, 1983, 1988; DEXEL, 1984, 1985, 1986a,b; KRUYNTJENS, 1984a; RUTSCHKE *et al.*, 1984; HABERBOSCH & MAYSTÜRMER, 1985, 1987; PARENT, 1985; WAITZMANN, 1986; FRITZ, 1987):

■ Droge, stenige substraten van menselijke of natuurlijke oorsprong

Opvallend is de gebondenheid van de Muurhagedis aan stenige substraten, zoals oude muren met diepe voegen, ruïnes, rotsen etc. De steensoort is niet belangrijk.

Diverse auteurs veronderstellen dat deze mediterrane soort alleen op steen de relatief schaarse zonnearmte voldoende kan benutten om het lichaam op de voorkeurstemperatuur te brengen. Inderdaad suggereren temperatuurmetingen dat de vindplaatsen gekenmerkt worden door een warm tot zeer warm mikroklimaat: het zijn zg. "warmte-eilanden" in een voor het



Figuur 2. Uitgesleten voegen tussen de bakstenen zijn uitstekende zon- en schuilplaatsen voor de Muurhagedis. Hoge Fronten, Maastricht (foto: B. Kruyntjens, 1981).

overige relatief koude omgeving. Daar staat echter tegenover dat de voorkeurslichaamstemperatuur van hagedissoorten in zowel de gematigde als mediterrane zone rond de 32 à 33° C ligt (REICHLING, 1957; zie ook LICHT *et al.*, 1969; SAINT GIRONS & DUGUY, 1970; AVERY, 1978).

■ Zonnige exposities

Bij voorkeur ZW, Z of ZO (FRITZ, 1987), maar ook andere exposities volstaan, in elk geval nooit N. In de Hoge Fronten, bijvoorbeeld, vinden we de grootste deelpopulatie zelfs op een W-geëxponerde muur.

■ Geringe tot matige muurbegroeiing

Wanneer een muur beschaduwd wordt door muurvegetatie en (of) bomen en struiken kan deze onvoldoende opwarmen en verdwijnen geschikte zonplaatsen. Volgens HABERBOSCH & MAY-STÜRMER (1987) is een bedekingsgraad van de vegetatie tussen de 10 en 40% optimaal, tussen de 40 en 70% suboptimaal, terwijl een muur die voor méér dan 70% begroeid is niet door Muurhagedissen wordt bevolkt. Ook uit eigen ervaring weten we dat een surplus aan beschaduwende vegetatie de Muurhagedis doet verdwijnen. In de Lage Fronten is een individuenrijke deelpopulatie in enkele jaren tijds te gronde gegaan door opslag van bomen en struiken direkt vóór de muur (vgl. BONNEMAYER & DIETVORST, 1979a en PRICK & KRUYNTJENS, 1991).

■ Talrijke schuil-, slaap- en zonplaatsen: spleten, gaten, holletjes, uitstekende randjes, richeltjes, uitgespoelde voegen e.d.

Deze structuren zijn absoluut onmisbaar. HABERBOSCH & MAY-STÜRMER (1985, 1987) constateerden dat Muurhagedissen op een gladde muur ontbreken, maar dat hun aantal toeneemt naarmate er meer, grotere en diepere spleten, gaten en voegen e.d. aanwezig zijn. Ze fungeren als slaapplek en als schuilplaats tegen predatoren, de mens en ongunstige weersomstandigheden. Uitstekende randjes en voegen worden gebruikt als zonplaatsen (fig. 2). Zo'n gevarieerd mikoreliëf biedt bovendien goede mogelijkheden voor thermoregulatie; op korte afstand zijn zowel zonbeschenen als schaduwrijke plekken voorhanden.

Bovendien worden spleten in oude muren en rotsen gebruikt door nisbewonende evertrebraten, die de

Muurhagedis als voedsel dienen (WERNER & KNEITZ, 1978; LEFEBER, 1983a, b, 1984a, b).

■ Diepe, vorstvrije winterholen

Vorstvrije winterholen zijn van levensbelang (diepte: 60 cm (?); vgl. DEXEL, 1984, 1985, 1986a). In de buurt van de winterholen zijn vaak zonplaatsen aanwezig; vóór of in de directe nabijheid van de winterholen liggen de hagedissen op min of meer horizontale vlakjes, uitstekende randjes of voegen vroeg in het voorjaar – vaak al februari – na de winterrustperiode de eerste zonnearmte op te doen (fig. 3). Ook zonnen de hagedissen op deze plaatsen tot laat in het najaar – eind november – vóórdat ze de "winterslaap" ingaan.

■ Strook met overwegend lage, structuurrijke vegetatie met vele insecten, spinnen, slakken e.d.

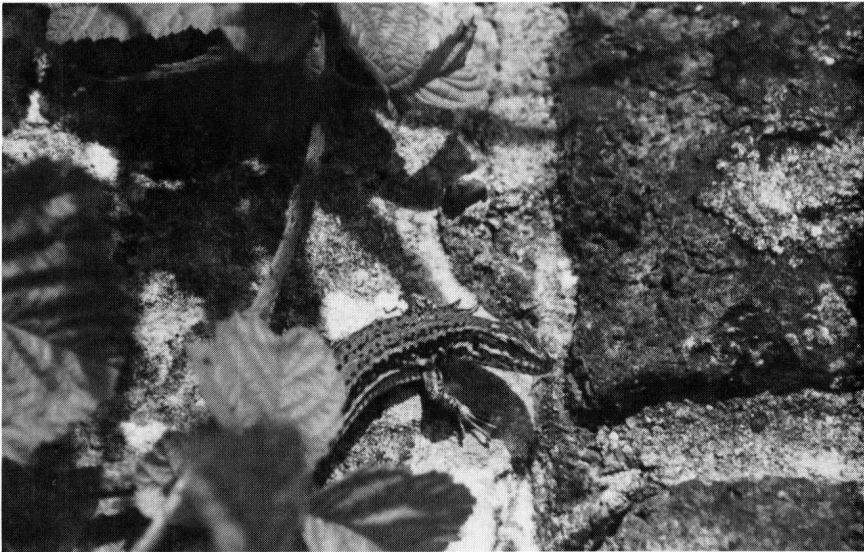
Op of in de directe nabijheid van de muur is een strook overwegend lage vegetatie aanwezig, die zowel horizontaal als vertikaal gevarieerd is in structuur. De belangrijkste functie is jachtterrein. Een structuurrijke vegetatie waarborgt een rijke evertrebratenfauna, zowel kwalitatief als kwantitatief. Daarnaast wordt de vegetatie gebruikt als (tijdelijke) schuilplaats (fig. 4) en als aanvullende mogelijkheid voor thermoregulatie.

■ Open plaatsen met losse bodemstructuur voor eiafzetting

Voor de eierleggende Muurhagedis moeten er plaatsen zijn met mogelijkhe-



Figuur 3. Een Muurhagedis-♂ ligt vroeg in het voorjaar op een horizontaal vlakje vóór zijn winterhol de eerste zonnearmte op te doen. Hoge Fronten, Maastricht (foto: R. Prick, 1989).



Figuur 4. Dit Muurhagedis-♀ vindt in deze braamstruik aan de voet van de muur een geschikte schuilplaats tegen predatoren en de mens. De hagedissen bezoeken de vegetatie verder voor de jacht op prooidieren en als extra mogelijkheden voor thermoregulatie. Hoge Fronten, Maastricht (foto: R. Prick, 1989).

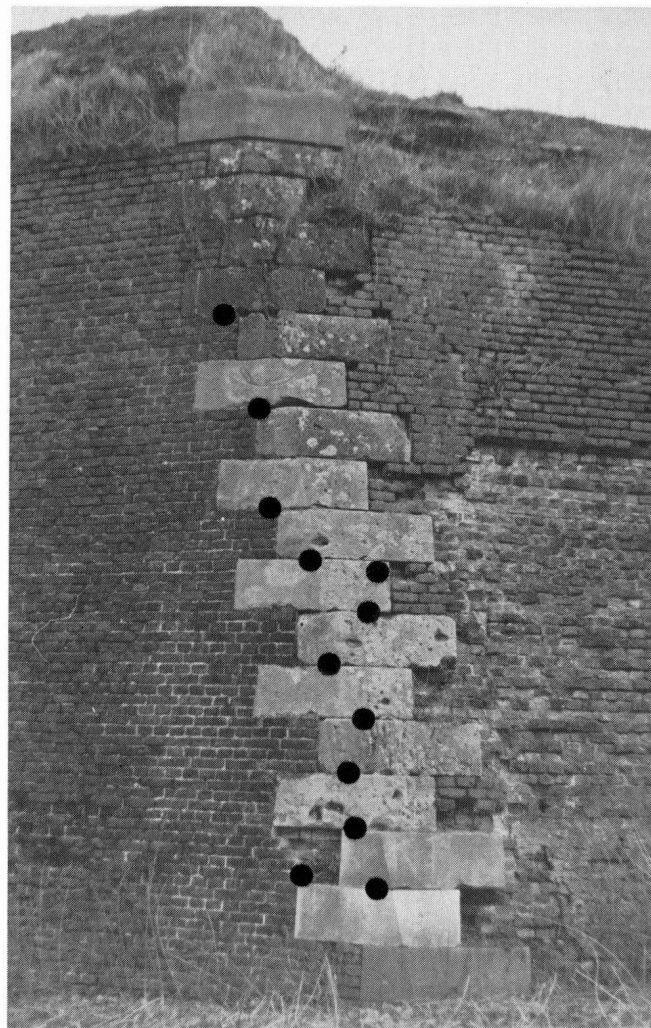
den voor een goede ei-ontwikkeling (i.v.m. lokale temperatuur en vochtigheid). Uit de literatuur is bekend, dat Muurhagedis-♀♀ de eieren afzetten op open plaatsen met een losse bodemstructuur (bijv. aan de voet van de muur). In een recent artikel vermeldt ZIMMERMANN (1989) de vondst van eilegels in met aarde opgevulde voegen.

■ **Minimum-oppervlakte leefgebied**
FRITZ (1987) wijst erop dat bij restauratie of nieuwbouw van een muur de minimale oppervlakte leefgebied – minimumareaal – in stand moet blijven. Hij stelde vast dat een geïsoleerde populatie van ca. 20 dieren tenminste 200m² "versteckreiches Mauerwerk" nodig heeft, voor ca. 40 dieren bedraagt dit 350 m². Naarmate het gebied minder geschikt is voor de Muurhagedis, heeft een geïsoleerde populatie meer m² nodig om te kunnen overleven.

■ **Geringe verstoring**
Voorts is het van belang dat er een zekere mate van rust aanwezig is. Bij te frequente verstoringen mislukt de thermoregulatie, waardoor processen als groei en voortplanting stagneren. Vooral aan de noordrand van het areaal is verstoring negatief, omdat de dieren vanwege het klimaat veel tijd in thermoregulatie moeten investeren.

■ **Seizoensgebonden verplaatsing**
Tenslotte moet nog vermeld worden,

dat Muurhagedissen een bescheiden, seizoensgebonden verplaatsing ken-

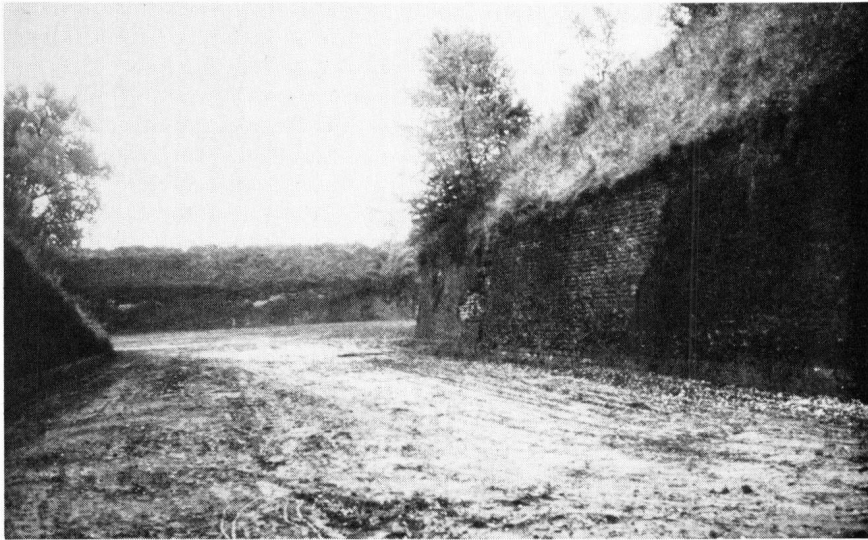


Figuur 5

HET BIOTOOP IN DE HOGE FRONTEN, MAASTRICHT

De Hoge Fronten bestaan uit aarden wallen, deels bekleed met muren die zijn opgetrokken uit mergel (zachte kalksteen), baksteen (veldbrand) en hardsteen met daartussen droge grachten. Winterholen worden alleen aangetroffen in de voegen van de mergelblokken in de onderbouw (plint) of op de hoekpunten (stijlen of "kettingen"; fig. 5) van de muren. Het is onduidelijk of de Muurhagedissen in de aarde achter de muren of ergens tussen de mergelblokken overwinteren. Muurhagedissen leven voornamelijk op de oude, verweerde muren met een uitgesproken en gevarieerd mikroreliëf. Het jachtgebied omvat, naast de muren zelf, ook de vegetatie in de droge grachten en het talud bovenop de vestingmuren. Naast de holletjes, uitgespoelde voegen e.d. gebruikt de Muurhagedis ook de (braam-)struiken onderaan de muur als schuilplaats tegen predatoren en de mens. Er zijn geen waarnemingen bekend van eiafzetting van hagedissen in Maastricht. Opmerkelijk is dat open plaatsen met losse bodemstructuur aan de voet van de muren vrijwel ontbreken. Het aarden talud bovenop de muren en aarde op uitspringende randjes van bakstenen komen in aanmerking als alternatieve eiafzettingplaatsen.

Figuur 5. Vertikale "mergelkettingen" worden veelvuldig door de Muurhagedissen gebruikt vanwege de aanwezigheid van een groot aantal (winter-)holletjes (rechts van de stippen zijn de meest gebruikte hopen te vinden). Hoge Fronten, Maastricht (foto: J. Bank, 1980).



Figuur 6. Als voorbereiding op de restauratie werden in 1974 de droge grachten in de Hoge Fronten in Maastricht met een bulldozer van alle begroeiing ontdaan en geëgaliseerd (archief Stichting Maastricht Vestingstad, datum foto 1974).

nen. Vroeg in het voorjaar houden ze zich vooral op in de directe omgeving van de winterholen. In de zomer verspreiden ze zich over grotere delen van het gebied. In het najaar keren ze meestal weer naar hun vaste winterverblijfplaatsen terug (BONNEMAYER & DIETVORST, 1979a; HAESE, 1988; PRICK & KRUYNTJENS, 1992).

SLECHTE VOORBEELDEN VAN RESTAURATIE

Hier komen enkele slechte voorbeelden van restauratie van oude muren aan bod, die als leefgebied van de Muurhagedis fungeerden: de Hoge Fronten in Maastricht, de burcht in Nideggen en de ruïne in Badenweiler. Daarbij is, voorzover mogelijk, aangegeven welke nadelige gevolgen de verschillende bouwactiviteiten voor de verschillende populaties van de Muurhagedis en (of) het leefmilieu hadden. Uiteraard zijn er in het verleden veel meer slechte restauraties geweest, maar deze zijn niet gedocumenteerd. Overigens geeft FRITZ (1987) in zijn artikel een zeer uitgebreide lijst van actuele leefgebieden die onder meer door restauratie bedreigd worden.

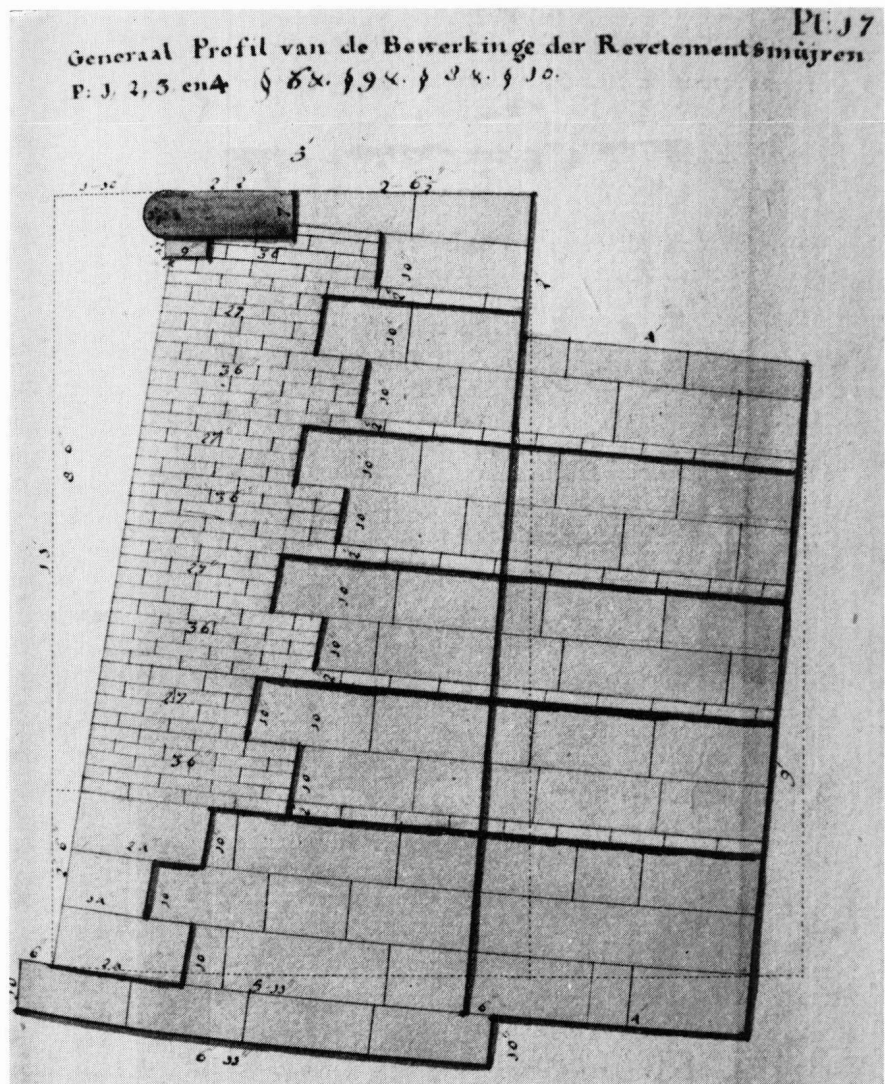
DE HOGE FRONTEN, MAASTRICHT

Opschoning

Feitelijk startte de restauratie met de "opschoning" van juli t/m december (!) 1974. In dat jaar is als voorbereiding met een bulldozer de vegetatie in de

Figuur 7

Deze figuur laat een dwarsdoorsnede zien van het algemene bouwprincipe van de vestingmuren in de Hoge Fronten uit de originele bestektekeningen van DU MOULIN (1773). De muur vormt een stenen versterking van de daarachter gelegen aarden wal (niet zichtbaar) en is uit drie verschillende steensoorten opgebouwd. Onderaan de muur vinden we een uit drie lagen opgebouwde "plint" van mergelblokken (kalksteen). Daarboven volgt een bakstenen (veldbrand) gedeelte. De muur wordt afgedekt met zogenaamde "cordonblokken" (donker gekleurd), die oorspronkelijk van hardsteen waren en als afwateringsgoot dienen. Ook de rechterhelft van de muur bestaat uit mergelblokken. De extra versterking aan de rechterkant treffen we alleen aan bij muren die naar het schootsveld waren gekeerd, de zogenaamde escarpe muren. Bij muren die naar de stadzijde zijn gericht, de contrescarpe muren, ontbreekt dit ruggesteuntje.



Figuur 7. Dwarsdoorsnede van een vestingmuur in de Hoge Fronten, Maastricht. Uit: DU MOULIN (1773) (foto: C. Evers, 1989).

droge grachten alvast verwijderd en de bodem geëgaliseerd (ANONYMUS, 1974). Na deze ingreep hadden de grachten het aanzien van een omgeploegde akker (fig. 6).

Deze ingreep moet voor de populatie zeer nadelig zijn geweest (TER HORST, 1975; COOLSMA & ELZENGA, 1976). Waarom de opschoning zo schadelijk was, is nu, 15 jaar later, niet meer exakt te achterhalen. Het gaat waarschijnlijk om een combinatie van schadelijke gevolgen:

- Het verdwijnen van alle begroeiing is in meerdere opzichten schadelijk. Om te beginnen werden de Muurhagedissen van een belangrijk deel van hun jachtterrein beroofd, zodat er mogelijk sprake was van voedselgebrek. Daarnaast verdween schuilgelegenheid, wat weer een verhoogde predatie met zich gebracht kan hebben. Ook extra mogelijkheden tot thermoregulatie in de vegetatie verdwenen, waardoor processen als groei en voortplanting stagneerden.
- Mogelijk zijn door de bulldozer en (of) door grondverschuivingen Muurhagedissen gedood, onder meer doordat ingangen van holletjes in de plint van mergelblokken door grond bedolven raakten.
- Door de verdichting van de bodem zijn wellicht eilegels vernield en geschikte eiafzetplaatsen verloren gegaan, hetgeen een verlaging van de nataliteit (geboortecijfer) betekende.

Restauratie

Tussen 1977 en 1983 is een deel van de vestingmuren gerestaureerd (MORREAU, 1979, 1980). Bij de restauratie zijn verschillende muren plaatselijk tot een diepte van circa 50 cm vernieuwd. Voor het plaatsen van nieuwe mergelblokken in de basis van de muren moesten sleuven gegraven worden. Om nieuwe cordonblokken – van trilbeton i.p.v. de oorspronkelijk gebruikte hardsteen – aan te brengen werd de aarde bovenop de muren (tijdelijk) verwijderd. Ook de mergelstenen op de hoekpunten van de muren zijn grotendeels vernieuwd. De gerestaureerde muren worden, vrijwel zonder uitzondering, gekenmerkt door een gave muurstructuur, waarbij alle voegen, gaten, spleten, holletjes etc. volledig zijn dichtgesmeerd met het keiharde Portland-cement. Grachtbodems werden geëgaliseerd en waren tijdens de werkzaamheden kaal, verdicht en be-

zaaid met puin. Er werd grootschalig gewerkt met gebruik van zwaar materieel: pneumatische boren, laadschop, bouwliften, vrachtauto's etc.

De gevolgen voor de Muurhagedis zijn onder meer door BONNEMAYER & DIETVORST (1979a,b) en KRUYNTJENS (1984a) op een rij gezet:

- Muurhagedissen (en andere dieren) zijn gedood, direct door puin en machines, indirect doordat hagedissen zijn ingemetseld bij het opvullen van gaten, spleten en holletjes met cement; bij sterke verontrusting vluchten de hagedissen namelijk hun holletjes in.
- Migratie naar geschikte, niet-gerestaureerde muren is ernstig bemoeilijkt doordat in één keer grote stukken muur zijn gerestaureerd (fig. 8). Overigens hebben Muurhagedissen, evenals andere reptielen, de neiging om naar hun oorspronkelijke verblijfplaats terug te keren (pers. obs. Kruyntjens).
- Bij de restauratie zijn alle voegen, gaten, spleten, etc. volledig glad dichtgesmeerd met harde specie. Zulke muren zijn volstrekt ongeschikt als leefgebied voor de Muurhagedis, andere dieren en planten (fig. 9).
- Het verdwijnen van begroeiing vóór en op de muren leidde tot een verlies aan prooidieren, schuilplaatsen en extra mogelijkheden voor thermoregulatie.
- Door verdichting en verharding van de bodem zijn geschikte eiafzet-

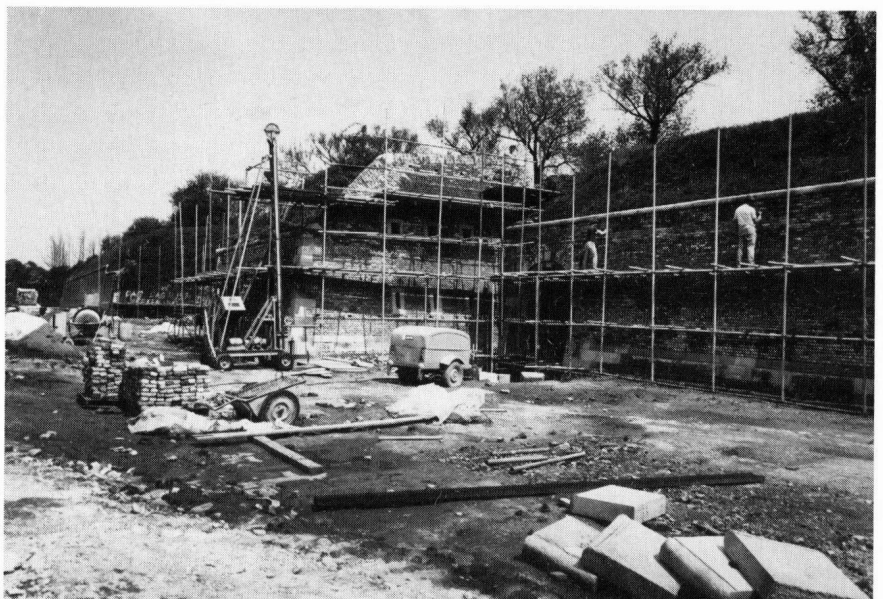
plaatsen verdwenen en mogelijk eilegels vernietigd. Bovendien duurde het enkele jaren voordat zich weer een natuurlijke, structuurrijke graslandvegetatie had ontwikkeld.

- Door restauratiewerkzaamheden tijdens het koude jaargetijde uit te voeren, zijn dieren in hun winterholten ingemetseld. Daarnaast zijn dieren uit de muur gebroken op het moment dat ze inactief zijn en dus niet kunnen vluchten. Het is zeer waarschijnlijk dat restauratie in het koude jaargetijde de oorzaak is van het uitsterven van drie deelpopulaties (BONNEMAYER & DIETVORST, 1979a; KRUYNTJENS, 1984a).

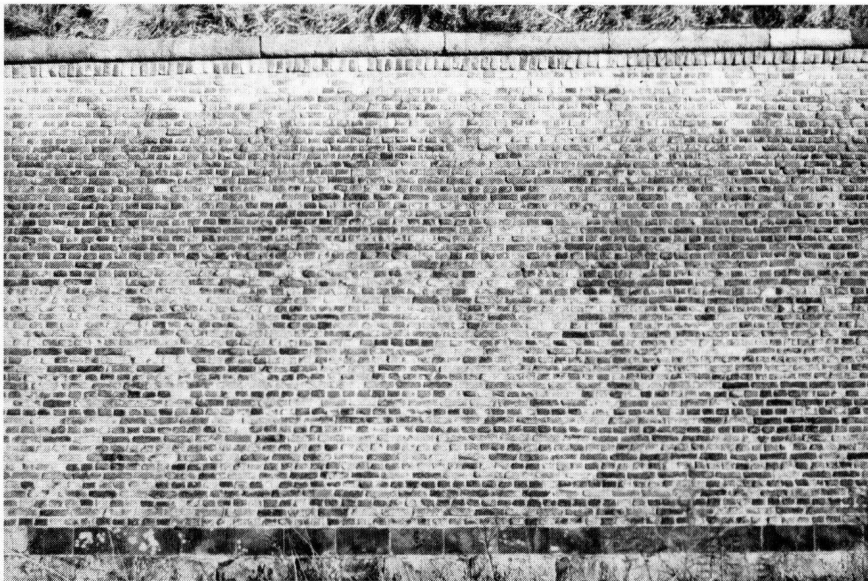
Beschermingsmaatregelen

Een uitzondering op deze lijst van kwalijke ingrepen vormt de restauratie van de linkerflank van het verdedigingswerk "Erfprins". Hier zijn, zij het in beperkte mate, enkele beschermingsmaatregelen doorgevoerd (overigens een partikulier initiatief van een van ons, B.K.):

- Om te vermijden dat er weer Muurhagedissen gedood of verstoord zouden worden, zijn ze, met onthefing van het toenmalige Ministerie van Landbouw en Visserij, weggevangen en elders in het gebied uitgezet.
- Voorts zijn een aantal oude mergelblokken in de plint gehandhaafd, zodat enkele winterholletjes bewaard zijn gebleven (fig. 10). De meeste mergelblokken in de flank alsmede het bakstenen deel is echter weer ri-



Figuur 8. De restauratie in de Hoge Fronten in Maastricht werd grootschalig uitgevoerd. Daarbij werden grote stukken muur met zwaar materieel in één keer hersteld en was er een kale, verdichte bodem bezaaid met puin (op instigatie van de firma die de auteursrechten bezit blijft bronvermelding achterwege, datum foto 1982).



Figuur 9. Slecht voorbeeld van restauratie: met keiharde Portlandcement gerestaureerde muur in de Hoge Fronten. Hier kunnen geen Muurhagedissen of andere diere- en plantensoorten leven (foto: B. Kruyntjens, 1990).

goreus hersteld en volledig gevoegd. De dieren van de huidige populatie houden zich noodgedwongen op in een smalle strook mergelblokken van circa 45 m lengte; deze strook bedraagt slechts 2% van het totale muurwerk van de westzijde van het bastion.

BURG NIDEGGEN, NIDEGGEN (Dld.)

Al in 1900 werd melding gemaakt van het voorkomen van de Muurhagedis op deze plek (GLANDT, 1975). In de zeventiger jaren is Burg Nideggen in de Noord-Eifel dermate intensief en grondig gerestaureerd, dat de daar aanwezige populatie Muurhagedissen als uitgestorven te boek stond (JAHNKE *et al.*, 1980; HAESE, 1983). Hier zijn alle gaten, spleten en voegen in het merendeel van de burchtmuren volledig met cement opgevuld en is de begroeiing verwijderd. Zulke muren zijn absoluut ongeschikt voor de Muurhagedis (en andere diersoorten).

In de tachtiger jaren zijn er toch weer Muurhagedissen op Burg Nideggen gesignaleerd (HAESE, 1988; pers. obs. 1981 - 1989). De dieren zijn aangetroffen op één van de weinige geschikte muren, die nog resteren; het betreft een zuidmuur, die in het kader van de restauratie niet gevoegd, maar alleen van muurbegroeiing ontdaan is (fig. 11). Aangezien de burcht is opgetrokken uit grote blokken zandsteen komen hier zeer diepe voegen voor. Bovendien is dit gedeelte van de burcht niet openbaar toegankelijk. Over deze dieren schrijft HAESE (1988): "Diese Tiere sind

möglicherweise keine übersehenen Relikte sondern Neuzuwanderungen von den in unmittelbare Nähe der Burg befindlichen Felsen."

RÜINE BADENWEILER, BADENWEILER (Dld.)

Eén van de belangrijkste bedreigingen voor de Muurhagedis in de deelstaat Baden-Württemberg is volgens FRITZ (1987) "Sanierung des Gemäuers, (vor allem) Verfugen". Als voorbeeld noemt hij Ruïne Badenweiler in het Zwarte Woud. In de laatste jaren zijn alle voegen, spleten en gaten in de meeste 'Bruchsteinmauern' van deze ruïne ge-

voegd met cement en is over grote oppervlakten de vegetatie verwijderd. Aangenomen moet worden dat Muurhagedissen zijn ingemetseld. Andere zijn gevlucht naar het nabijgelegen Kurpark of naar de weinige, suboptimale delen van de ruïne die zijn overgebleven. Later vermeldt Fritz (schrift. med., 1989) dat de ruïne als leefgebied voor de Muurhagedis "völlig unbrauchbar" geworden is.

BETERE VOORBEEDEN VAN RESTAURATIES

Dat het ook anders kan bewijzen de restauraties in Kornelimünster, Stolberg en Tübingen. Ondanks aanmerkelijke verschillen hebben deze drie voorbeelden één zaak gemeen: vóór de uitvoering van de bouwactiviteiten zijn de aanwezige Muurhagedissenpopulaties bestudeerd en zijn vervolgens beschermingsmaatregelen voorgesteld.

KORNELIMÜNSTER (Dld.)

Het voorkomen van Muurhagedissen in Kornelimünster, nabij Aken, is ten minste sinds de 70er jaren bekend (HAESE, 1983). Hier leeft de soort op 'Bruchsteinmauern' – gemetselde muren van breuksteen – die een afbakening vormen tussen het plaatselijke kerkhof en diverse privé-tuinen. Ook vinden we hagedissen op soortgelijke muurtjes die kleine terrassen in de tuinen zelf begrenzen.

In 1982 is het deel van de muur grenzend aan de tuin van de pastorie ge-



Figuur 10. Beter voorbeeld van restauratie: tijdens de restauratie in de Hoge Fronten werden slechts bij één enkele muur hier en daar oude mergelblokken gehandhaafd, waardoor enkele winterholletjes gespaard bleven (foto: B. Kruyntjens, 1981).



Figuur 11. Zuidmuur van de burcht in Nideggen die in het kader van restauratie in de 70er jaren alleen van overmatige begroeiing is ontdaan (foto: R. Prick, 1989).

restaurereerd. Ten behoeve van de Muurhagedis en het biotoop is daarbij een aantal voorzorgsmaatregelen genomen (HAESE, 1988):

- Vóór de restauratie zijn de Muurhagedissen weggevangen en later teruggezet. In de tussentijd zijn de dieren in een terrarium gehouden, waar bovendien nog enkele jongen zijn geboren (mond. med. HAESE, 1989).
- Het oorspronkelijke restauratieplan is op essentiële punten aangepast. Aanvankelijk zou de muur worden gezandstraald en alle gaten, spleten en holletjes met beton worden geïnjecteerd. Deze maatregelen beperkten zich uiteindelijk tot de noordzijde en de bovenkant (t.b.v. waterafdichting) van de muur. Aan de zuidkant zijn enkel loszittende stenen opnieuw ingemetseld en zijn de loodrechte stootvoegen waar mogelijk niet gevoegd.
- Tijdens de herstelwerkzaamheden is de muurflora zoveel mogelijk gespaard.
- In enkele muren zijn afwateringspijpjes aangebracht om te voorkomen dat deze door inwatering vanuit de terrassen te nat en dus ongeschikt voor de Muurhagedis worden (mond. med. HAESE, 1989).

Fig. 12 toont deze muur ná de restauratie.

STOLBERG (Did.)

In het oude stadscentrum van Stolberg, eveneens in de directe nabijheid van Aken, leeft de Muurhagedis vooral op steunmuurtjes ('Hangstutzmauer') van

kalksteen op de overgangen van door de mens aangelegde terrassen op een oorspronkelijk glooiende helling. Het gaat hier om zogenaamde 'Troockenmauer', muren bestaande uit gestapelde breukstenen zonder gebruik van mortel. Zulke muren vormen een ideaal leefgebied omdat er vele holletjes, spleten en diepe voegen aanwezig zijn (zie ook WERNER & KNEITZ, 1978; BLAB, 1986). De winterholen bevinden zich waarschijnlijk in de aarde achter de muren.

Recent (tussen 1986 en 1988) is hier een groenvoorziening aangelegd, waarbij enkele van deze muurtjes zijn

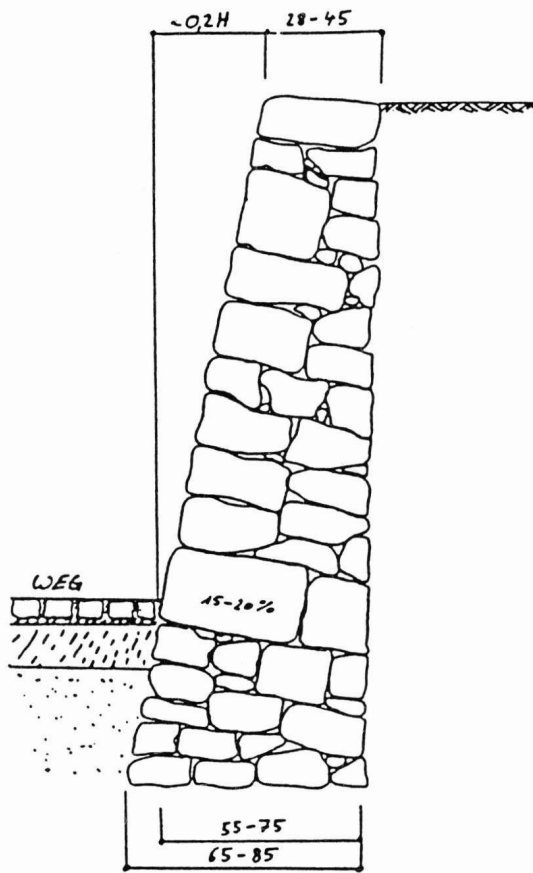
gerestaureerd. Ook zijn er nieuwe 'Troockenmauer' gebouwd (zie figs. 13a, b en c).

Na bestudering van de populatie (aantallen, ruimtegebruik en leeftijdsopbouw) door een bioloog hebben particuliere en ambtelijke natuurbeschermers in overleg met de gemeente Stolberg en de architect bereikt, dat er tal van beschermingsmaatregelen zijn genomen (zie voor een uitvoerige beschrijving van dit project HAESE, 1988):

- Vóór de restauratie is het terrein opgeschoond (verwijderen van bomen en vegetatie). Dit is niet gebeurd bij oude muren, die niet gerestaureerd zouden worden. Gedurende de restauratie fungeerde dit niet-opgeschoonde terreindeel als refugium.
- Aangezien het 'Troockenmauer' betrof, werd het niet nodig geacht de dieren weg te vangen. Door kleinschalig te werken en slechts kleine delen na elkaar te restaureren was er in de directe omgeving altijd voldoende muurwerk met vele schuilplaatsen aanwezig, waarnaar de hagedissen konden uitwijken.
- Het tijdstip van de werkzaamheden is zodanig aangepast dat deze ruim ná de winterrustperiode aanvingen (mei) en ruim ervóór (september) eindigden. De bouwactiviteiten vonden dus plaats gedurende het midden van de activiteitsperiode, waardoor de dieren in staat waren uit te wijken naar andere muurtjes.
- Voorzichtigheidshalve is het muurwerk dat in het nabije verleden het



Figuur 12. Goed voorbeeld van restauratie: deze gerestaureerde (!) 'Bruchsteinmauer' — een met breukstenen gemetselde muur — in Kornelimünster met vele holletjes en muurvegetatie vormt nog steeds een ideaal leefgebied voor een populatie Muurhagedissen (foto: R. Prick, 1989).



Figuur 13a. Dit bouwplan van een nieuw te maken 'Trockenmauer' – muren gestapeld van breukstenen zonder gebruik van mortel – in Stolberg, is gemaakt in samenwerking met natuurbeschermers (uit: HAESE, 1988).



Figuur 13b. De nieuw gebouwde 'Trockenmauer' direkt na nieuwbouw; nog niet geschikt voor kolonisatie (foto: U. Haese, 1986).

Figuur 13c. De nieuw gebouwde 'Trockenmauer' drie jaar na nieuwbouw; een ideaal biotoop voor Muurhagedissen en andere organismen (foto: R. Prick, 1989).

kerngebied van een deelpopulatie vormde, niet gerestaureerd.

SCHLOSS HOHENTÜBINGEN, TÜBINGEN (Dld.)

De Muurhagedis is rond 1870 op Schloss Hohentübingen nabij Tübingen, ca. 35 km ten zuiden van Stuttgart, uitgezet (RUTSCHKE et al., 1984). De populatie heeft zich tot op de dag van vandaag weten te handhaven, ondanks de recent uitgevoerde restauratie.

Na het bekend worden van de plannen tot restauratie hebben drie biologen een populatiestudie verricht. Daarnaast werd de overige fauna alsmede de flora globaal geïnventariseerd. Op basis van deze studie stelden de onderzoekers een "Gutachten mit Schutzvorschlägen" op voor de aanstaande restauratie (RUTSCHKE et al., 1984; zie ook DEICHSEL, 1984).

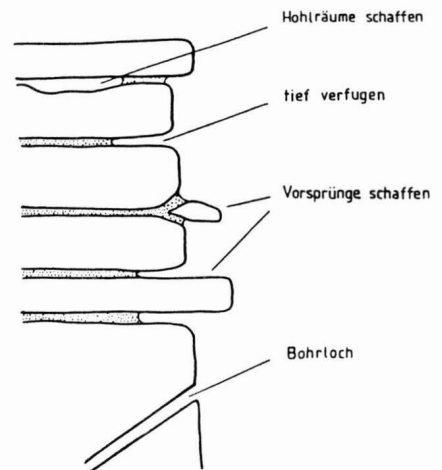
Samengevat zien die aanbevelingen voor muurhagedisvriendelijke restau-

ratie er als volgt uit, zie daarbij fig. 14:

- Vóór het begin van de werkzaamheden moeten de Muurhagedissen van de te restaureren muren worden weggevangen en later weer worden uitgezet. Tussentijds worden ze in een buitenterrarium gehouden.
- Zodanig voegen dat er tussen de grote stenen diepe voegen (tenminste 10 cm diep) ontstaan. Zulke diepe voegen zijn hier mogelijk omdat het slot uit grote steenblokken is opgetrokken.
- Per vierkante meter moeten tenminste twee horizontale of verticale voegen opengelaten worden.
- Per vierkante meter moeten er in de stenen tenminste twee boorgaten (maximale doorsnede 3 cm) aangebracht worden, die tot in de aarde achter de stenen reiken. Het doel is tweeledig. Zulke gaten fungeren als ventilatiegaten, waardoor vocht kan verdampen. Ook vormen ze

goede mogelijkheden voor winterholen.

- Uitspringende stenen handhaven



Figuur 14. Schematische weergave van muurhagedisvriendelijke maatregelen bij de restauratie (of nieuwbouw) van muurwerk (Uit: FRITZ, 1987).

waar deze op dit moment bestaan of nieuw creëren, vooral daar waar diepe, brede voegen zijn.

- Welke maatregelen op welke plaats moeten worden uitgevoerd dient ter plekke met de uitvoerder afgesproken te worden.
- Niet restaureren tijdens de winterrustperiode van de Muurhagedissen om te vermijden dat hagedissen worden ingemetseld en om niet-weggevangen hagedissen de mogelijkheid te geven actief te vluchten naar niet-gerestaureerde delen van het slot.

Volgens C. Deichsel en J. Rutschke (mond. en schrift. med.) worden de werken konform deze aanbevelingen uitgevoerd en is de muurhagedisvriendelijke restauratie een succes. Ondanks alle goede voorzorgen zijn toch enkele dieren doodgegaan.

UITZETTINGEN

Met uitzettingen van Muurhagedissen op gerestaureerde muren of in vervangende biotopen is nog relatief weinig ervaring opgedaan. Vanzelfsprekend dient het gebied alle essentiële elementen van het biotoop te bevatten, dus naast muurwerk met vele spleten ook muurvegetatie met een gevarieerde fauna. Tenminste twee vragen zijn van belang: 1. Is de overwintering in het gerestaureerde of nieuwe biotoop succesvol? 2. Komt het tot een succesvolle voortplanting? De bevindingen met uitzettingen zijn tegenstrijdig, zoals uit onderstaand overzicht blijkt.

MAASTRICHT

In de Hoge Fronten te Maastricht zijn in 1983 enkele dieren overgeplaatst naar een 2 jaar daarvoor gerestaureerde muur, waar diverse diepe, vorstvrije spleten tussen de mergelblokken waren gehandhaafd (KRUYNJTJENS, 1984; zie ook fig. 10). Ook waren reeds enkele hagedissen spontaan naar deze (voormalige) habitat gemigreerd. In 1988 en 1989 werden op deze plaats resp. 21 en 14 individuen geteld. Het is daarmee de best bezette deelpopulatie in Maastricht.

Tevens is in 1989 een kweekproject gestart, dat tot doel heeft de populaties in Maastricht aan te sterken (zie voor een gedetailleerde beschrijving van dit project KRUYNJTJENS & BIARD, 1991). De eerste in gevangenschap geboren dieren zijn in 1990 uitgezet en

enkele daarvan zijn door ons later in het jaar weer waargenomen. Pas in 1991 kan worden vastgesteld of deze dieren ook met succes de winter zullen doorstaan en of zij aan de voortplanting deelnemen. Verder moet hier vermeld worden dat ca. 15 minuten na het terugzetten van een kweekkoppeltje gevechten tussen 2♂♂ werden vastgesteld. Deze waarneming duidt erop dat ernaar gestreefd moet worden, dat dieren niet worden uitgezet in reeds bestaande territoria van ♂ dieren; niet alleen kosten deze gevechten veel energie, ook veroorzaken ze stress die de algehele konditie van de dieren fors kan aantasten (zie verder).

KORNELIMÜNSTER

In Kornelimünster zijn de dieren tijdens de restauratie in 1982 met succes in een terrarium gehouden, waar zelfs juvenielen geboren werden (mond. med. U. Haese). Zodoende werd voorkomen dat de jaarklasse van 1982 zou ontbreken. Dit is belangrijk omdat de doorgaans kleine populaties aan de rand van het verspreidingsgebied problemen hebben met de voortplanting, waardoor aanwas van nature slechts gering is. Ook de herkolonisatie van de gerenoveerde muur slaagde. De Muurhagedissen hebben opeenvolgende winters goed doorstaan en er zijn regelmatig juveniele dieren gezien.

TÜBINGEN

In Tübingen zijn op de 'Bruchsteinmauern' van Park König in 1982 10 Muurhagedissen afkomstig van Schloss Hohentübingen uitgezet met ontheffing van de Duitse Natuurbeschermingswet. Het vervangende biotoop bleek geschikt. Niet alleen werd vastgesteld dat een deel van de uitgezette adulte dieren de daaropvolgende winters goed doorstond, ook werden regelmatig subadulten waargenomen – dus juveniele dieren die overwinterd hebben. In 1986 zijn wegens succes nog eens 50 Muurhagedissen uitgezet. Het ziet er naar uit dat de populatie zich duurzaam gevestigd heeft in dit nieuwe biotoop (DEICHEL & RUTSCHKE, 1983, 1985; RUTSCHKE & DEICHEL, 1987; alsmede schrift. med. van beide auteurs).

WEINSBERG

De herintroductie van Muurhagedissen op nieuw aangelegde 'Trockenmauern' in Weinsberg, nabij Heilbronn, ca 40 km ten noorden van Stuttgart, lijkt daarentegen mislukt. In de herfst van 1986 en het voorjaar van 1987 werden hier

meer dan 100 Muurhagedissen van een individuenrijke populatie weggevangen van een in het kader van ruilverkaveling afgebroken 'Weinbergsmuur'. Uitzetting, inclusief de in gevangenschap geboren juvenielen, geschiedde in september 1987 (zie voor een uitvoerige beschrijving van het project EHRL & WOLF, 1987). Een jaar later werden bij controles nog slechts 5 à 6 Muurhagedissen waargenomen (SCHLÜTER, 1988).

Over de oorzaken van deze achteruitgang, vooropgesteld dat de aantallen een redelijk beeld geven van de populatiegrootte, kan slechts gespekuleerd worden. Mogelijk hebben gebrekkige voedselreserves tijdens de winterrust en (of) verhoogde predatie een rol gespeeld; de uitgezette dieren die tussentijds in een terrarium gehouden werden vertoonden in het vrije veld een minder uitgesproken jacht- en vluchtgedrag dan de Muurhagedissen die de muur spontaan bevolkt hadden (EHRL & WOLF, 1987). Voorts heeft de relatief hoge dichtheid van individuen mogelijk aan de extreem hoge mortaliteit bijgedragen.

ZIMMERMANN (1989) zegt over de oorzaken van deze achteruitgang het volgende: "Durch die hohe Stressbelastung während der Umsiedlung und der Revierneubildung und die dadurch verminderte Nahrungsaufnahme werden ältere und sehr junge Individuen so stark geschwächt, daß sie kurz nach dem Aussetzen sterben oder die kalte Jahreszeit aufgrund verminderter Fettreserven nicht überstehen können." Daarnaast meldt deze auteur: "...daß der Reproduktionserfolg durch Revierkämpfe und Revierbildung einige Jahren vermindert wird..."

KNITTLINGEN

In Knittlingen, ca. 25 km ten oosten van Karlsruhe, zijn 567 'Weinbergsmauern' afgebroken in het kader van een ruilverkaveling. De 'Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe' heeft daarbij de aanleg van voor de populatie voldoende m² nieuw muurwerk geëist (ZIMMERMANN, 1989). Een deel van de populatie werd eind 1987 gevangen en in de nazomer van 1988 uitgezet op de nieuw gebouwde muren. Tussentijds werden de dieren in buitenterria gehouden en overwinterden ze in een vorstvrije gewelvenkelder en in een tuinbouwkas. Bij de uitzetting werd erop gelet dat de dieren niet in bestaande territoria terecht kwamen, om zodoende gevechten en

daarmee gepaard gaande stress te vermijden.

Het voorbeeld van Weinsberg (Heilbronn) geeft aan dat met (her)introductie omzichtig te werk gegaan moet worden. Zelfs wanneer een gebied door Muurhagedissen bewoond is, en er dus sprake is van een op het oog geschikt biotoop, is dit op zich onvoldoende garantie dat uitgezette dieren overleven c.q. tot voortplanting komen.

BESCHERMINGSMAATREGELEN

Uitgangspunten voor herstel van door Muurhagedissen bewoonde muren zijn:

- de nadelige gevolgen voor de populatie c.q. levensgemeenschap als geheel dienen tot het uiterste beperkt te blijven;
- het herstel van leefgebieden van Muurhagedissen c.q. de levensgemeenschap moet op een natuurtechnische wijze worden uitgevoerd.

Natuurtechniek kan worden opgevat als een complex van doelbewuste handelingen die zijn gericht op het scheppen, herstellen, ontwikkelen of handhaven van de levensvoorwaarden van de (inheemse) flora, fauna en levensgemeenschappen in hun onderlinge samenhang.

ONDERZOEK

Het biotoop, biotoopgebruik en de populatiedynamiek van de Muurhagedis in Maastricht en andere plaatsen in het noordelijke verspreidingsgebied zijn vrij goed gedocumenteerd. Niettemin blijft monitoring belangrijk. Alleen dan is het mogelijk een inzicht te krijgen in (veranderingen van) de populatiegrootte, de verspreiding over het gebied, uitbreidingen, de leeftijdsopbouw, de sex-ratio etc. Bij het opstellen van restauratieplannen dienen de bevindingen van zo'n veldsituatie als uitgangspunt genomen te worden. Verder zal moeten worden nagegaan of de dieren de gerenoveerde muren als habitat aannemen.

MAATREGELEN TER BESCHERMING VAN DE LEVENSGEMEENSCHAPPEN

Muurhagedissen

Bij grote ingrepen aan het muurwerk dienen de Muurhagedissen te worden

weggevangen. Bij konsoliderende maatregelen dient van geval tot geval bekeken te worden of de mate van verstoring, de duur van de werken, de mate waarin het leefmilieu zal veranderen e.d. wegvangen noodzakelijk maken. Methoden voor het vangen van Muurhagedissen zijn o.a. door DEXEL (1984) en RUTSCHKE *et al.* (1984) beschreven. De laatste auteurs maakten gebruik van een automatische vang-installatie. Vang-akties dienen plaats te vinden wanneer zowel $\sigma\sigma$, $\varphi\varphi$ als subadulte individuen echt actief zijn. De laatste leeftijdsgroep verlaat de winterholten doorgaans pas eind maart – begin april.

Opgemerkt moet worden dat incidentele waarnemingen in de regel leiden tot onderschatting van de omvang van de (deel)populatie. Soms is dit aanzienlijk: HAESE (1988) meldt in Kornelmünster 24 dieren gevangen te hebben op muren waar slechts een tiental werd vermoed.

Hoewel goede resultaten zijn bereikt met het houden van Muurhagedissen in terraria (zie vorige paragraaf), gaat onze voorkeur uit naar uitzetting van de weggevangen hagedissen elders in het gebied. Op dit moment is namelijk niet bekend of, en zo ja, welke nadelige gevolgen de dieren ondervinden van langdurige gevangenschap. Middels een adequaat beheer van de gerenoveerde habitat dienen vervolgens de omstandigheden gekreëerd te worden die het de dieren mogelijk maakt deze op eigen kracht te herkoloniseren.

Overige fauna

Naast de Muurhagedis dient ook de overige fauna en flora (zie fig. 15) die op of in de directe nabijheid van de muren leeft zoveel mogelijk te worden ontzien. Voor de meeste ongewervelden (insekten, spinnen e.d.), het voornaamste voedsel van de Muurhagedis, zijn slechts maatregelen ter bescherming van het biotoop en niet voor de organismen zelf te geven. Grotere diersoorten kunnen worden overgeplaatst, waarvan in de Hoge Fronten o.a. zijn aangetroffen (de eerste 3 soorten zijn bovendien wettelijk beschermd): Wijngaardslak (*Helix pomatia*), Bruine kikker (*Rana temporaria*), Hazelworm (*Anguis fragilis*), Huissspitsmuis (*Crocidura russula*), Rosse woelmuis (*Clethrionomys glareolus*), Veldmuis (*Microtus arvalis*), Dwergmuis (*Microtus minutus*) en Konijn (*Oryctolagus cuniculus*).

Muurplanten

Muurvegetaties kunnen niet of nauwelijks gekreëerd worden en dienen dus waar mogelijk gehandhaafd dan wel overgeplaatst te worden. Met overplaatsing is op diverse plaatsen in Nederland met succes geëxperimenteerd (zie WERKGROEP HERSTEL LEEFBAARHEID OUDE STADSWIJKEN TE UTRECHT, 1985).

Vermeldenswaard is het voorkomen van Brede ereprijs (*Veronica austriaca* ssp. *teucrium*) in de Hoge Fronten (fig 16). Juist één van de muren die op korte termijn gerestaureerd zal worden



Figuur 15. Oude muren vormen een geschikt leefmilieu voor vele plante- en diersoorten waarmee tijdens restauratie rekening gehouden moet worden, zoals Muurvaren (*Asplenium ruta-muraria*) en Wijngaardslak (*Helix pomatia*) (foto: R. Prick, 1989).



Figuur 16. De in Zuid-Limburg zeer zeldzame Brede ereprijs (*Veronica austriaca* ssp. *teucrium*) groeit op de oude vestingmuren in de Hoge Fronten in Maastricht (foto: R. Prick, 1990).

vormt één van de weinige groeiplaatsen in Zuid-Limburg (WEEDA, 1985).

Enkele andere interessante soorten die waar mogelijk behouden dienen te worden (de eerste 2 soorten zijn wettelijk beschermd): Grasklokje (*Campanula rotundifolia*), Wilde marjolein (*Origanum vulgare*), Muurleeuwebek (*Cymbalaria muralis*), Muurpeper (*Sedum acre*), Muurvaren (*Asplenium ruta-muraria*), Grote zandkool (*Diplotaxis tenuifolia*), Kandelaartje (*Saxifraga tri-dactylites*), Knolsteenbreek (*S. granulata*), Gewoon slangekruid (*Echium vulgare*), Ruige weegbree (*Plantago media*) en IJzerhard (*Verbena officinalis*). Deze soorten worden overigens ook in de vegetatie vóór en bovenop de muren aangetroffen.

Tijdstip en wijze van restauratie

■ Tijdstip van restauratie

Werkzaamheden dienen in principe slechts uitgevoerd te worden in de tijd dat Muurhagedissen echt actief zijn, i.e. tussen april en september. Enerzijds geeft dit gelegenheid tot het tijdig wegvangen van hagedissen. Anderzijds kan zodoende beter vermeden worden dat (eventueel niet-weggevangen) Muurhagedissen in de muur

worden ingemetseld. Ook wordt voorkomen dat dieren uit de muur worden gebroken in de winterrustperiode wanneer ze inactief zijn en dus niet kunnen vluchten.

Uitvoering van de werken in het warme jaargetijde is tevens belangrijk voor diersoorten die in de bodem vóór of bovenop de muren overwinteren (zie hierboven) en mogelijk ook voor overwinteraars in de muren en/of galerijen, w.o. de dagvlinders Kleine vos (*Aglais urticae*) en Dagpauwoog (*Inachis io*) en de (wettelijk beschermde) vleermuizen Baardvleermuis (*Myotis mystacinus*), Watervleermuis (*Myotis daubentonii*) en Grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*).

■ Uitzonderingen

Voor bepaalde ingrepen, zoals grondverplaatsingen, is het daarentegen juist van belang deze gedurende het koude jaargetijde uit te voeren om nadelige gevolgen voor de populatie Muurhagedissen te vermijden (zoals in 1974 met de "opschoning" het geval was; vgl. TER HORST, 1975; COOLSMAN & ELZENGA, 1976). Ook hier geldt dat bodembewonende fauna (o.a. Wijngaardslak, Hazelworm) vóór het koude jaargetijde veiliggesteld moet worden.

■ Kleinschalig werken

Teneinde schade aan flora, fauna en de levensgemeenschappen tot een minimum te beperken, dient er kleinschalig gerestaureerd te worden. Dat wil zeggen dat kleine delen ná elkaar – bijv. over een muurlengte van 10 m – worden gerestaureerd en dat zoveel mogelijk met handgereedschap wordt gewerkt. Kleinschalig restaureren is noodzakelijk om eventueel niet-weggevangen hagedissen in staat te stellen te kunnen vluchten. Dit geldt ook voor andere diersoorten (m.n. Bruine kikker en kleine zoogdieren).

MAATREGELEN TER BESCHERMING VAN HET BIOTOOP IN MAASTRICHT

Konsolidatie

De meest gunstige restauratiemethode is consolidatie van de bouwkundige toestand door permanent onderhoud, waarbij het niet nodig is om aan een muur grote ingrepen te doen. Er treden geen grote veranderingen op in de oorspronkelijke leefomstandigheden.

In de beheersvisie voor het aan te wijzen beschermde natuurmonument Hoge Fronten (MINISTERIE VAN LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ, 1991 a) wordt opgemerkt dat er naast enkele restauratiewerken gestreefd wordt naar handhaving van de huidige bouwkundige toestand van deze vestingwerken. Op enkele plaatsen kan volstaan worden met consolidatie, elders zullen grotere ingrepen moeten plaatsvinden.

■ Voorbeelden van consoliderende maatregelen

Voorbeelden van consoliderende maatregelen zijn het opnieuw inmetselen van enkele loszittende stenen, plaatselijk voegen en het verwijderen van houtige gewassen, die met hun wortelstelsels de oude muren kunnen ontwrichten en met hun kronen beschaduen. Tegenaan van bodemvorming (ophoping van dood plantaardig materiaal) is belangrijk om de muren als droog-schraal biotoop te behouden. De eerder beschreven restauratie in Kornelmünster is een voorbeeld van consolidatie (zie fig. 12).

■ Beheer van muurvegetatie

Kruidige planten schaden het muurwerk niet. Ze vormen interessante plantengemeenschappen op droge en voedselarme substraten. Muurplanten alleen gedeeltelijk verwijderen, wanneer meer dan 30 à 40% van de muur be-

Figuur 17

VAN HET MAEKEN VAN DEN MORTEL

- 1) Tot het maeken van den Mortelkalk sal soo van Kalk als drifzand van ieder eene gelyke quantiteyt genoomen worden, hetzy dat het anders zal geordonneert worden.
- 2) Tot het maeken van den Basterd-Tras worden genoomen 3 Deelen Kalk, 2 Deelen Tras en 1 Deel drifzand.
- 3) De Aanneemers mogen geen Mortel doen beslaen als int' byweesen of met voorkennisse der Ingenieurs.
- 4) De Mortel mag niet met water verlengd worden sonder speciale permissie der Ingenieurs.
- 5) De Mortel moet op houte Vloeren onder strooi-Dakken beslaen worden, dog het omsetten kan ook wel op steene Vloeren verrigt worden.
- 6) In ieder Kalkhok moet een expresse Commissijs zijn, ten genoegen der Ingenieurs.

Van het maeken van den Mortel. P. 1. s. 49,

1) Tot het maeken van den Mortel Kalk sal soo van Kalk als Drifzand van ieder eene gelyke quantiteyt genoomen worden, hetzy dat het anders zal geordonneert worden.

2) Tot het maeken van den Basterd-Tras worden genoomen 3 Deelen Kalk, 2 Deelen Tras en 1 Deel drifzand.

3) De Aanneemers mogen geen Mortel doen beslaen als int' byweesen of met voorkennisse der Ingenieurs.

4) De Mortel mag niet met water verlengd worden sonder speciale permissie der Ingenieurs.

5) De Mortel moet op houte Vloeren onder Strooi-Dakken beslaen worden, dog het omsetten kan ook wel op steene Vloeren verrigt worden.

6) In ieder Kalkhok moet een expresse Commissijs zijn, ten genoegen der Ing.

Figuur 17. De originele bestekken van DU MOULIN (1773) leveren uitsluitend over de oude mortelsamenstelling die bij restauratiewerken gebruikt dient te worden (foto: C. Evers, 1989).

groeid is (gevaar van beschaduwning), waardevolle muurflora (zie boven) niet verwijderen. Muurvegetaties lokken talrijke ongewervelden die de Muurhagedis tot voesel dienen. Daarnaast vormen diverse muurplanten een geschikte schuilplaats tegen predatoren en te sterke zonnestraling. Met name klimplanten (o.a. *Hedera helix* en *Clematis vitalba*), alsmede braam (*Rubus fruticosus* s.l.) en houtopslag (vooral *Sambucus nigra*, *Ulmus minor* en *Cornus sanguinea*) dienen daarentegen teruggezet te worden wanneer deze de muren te sterk beschaduwen.

Restauratie

Er zijn echter ook situaties waarin muren door verval zo slecht zijn dat ingrijpend herstel onvermijdelijk is. In het geval van de Hoge Fronten speelt nog een tweede argument een rol. De op korte termijn uit te voeren restauratiewerken zullen zich voornamelijk beperken tot de noordzijde van het gebied (MINISTERIE VAN LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ, 1991 a, b).

Hier zijn al enkele restauraties uitgevoerd, zodat na de voltooiing van de huidige plannen de bezoekers straks een "dwarsdoorsnede" van het gebied getoond kan worden, waarin alle kenmerkende elementen van de verdedigingslinie aanwezig zijn (bastion met galerijen en kazemat, droge gracht, lunet, bedekte weg en glacis).

Voor de lange termijn verwachten we echter dat uitsluitend zwaarwegende bouwkundige argumenten een rol spelen om muurwerk te restaureren. Het vangen en weer uitzetten van hagedissen dient namelijk tot het uiterste beperkt te wor-

den, omdat de stress die dit met zich brengt kan leiden tot sterfte onder de uitgezette dieren (ZIMMERMANN, 1989). Overigens dienen ook die muren waar momenteel géén Muurhagedissen zijn aangetroffen, maar die een geschikt potentieel leefgebied vormen op een ekologisch verantwoorde manier hersteld te worden. Zodoende moet worden vermeden dat potentieel biotoop verloren gaat en dat gerestaureerde muren barrières tussen de diverse deelpopulaties gaan vormen.

Ten aanzien van restauratie van muurwerk kunnen de volgende beschermingsmaatregelen genoemd worden, zie daarbij ook fig. 14:

■ Natuurtechnische begeleiding

De rol van de natuurbescherming stopt niet bij het opstellen van voorstellen. De uitvoering van de restauratiewerken zal in goed overleg met opdrachtgever, aannemer, opzichter en bouwvakkers moeten plaatsvinden (RUTSCHKE et al., 1984; HAESE, 1988). Belangrijk is dat een restauratie onder deskundige natuurtechnische begeleiding plaatsvindt. Zo'n deskundige kan ter plekke belangrijke aanwijzingen geven over de te behouden structuren, zoals holletjes en waardevolle vegetaties.

■ Het ongemoeid laten van delen van muren

Voor zover mogelijk moet het oorspronkelijke metselwerk en de muurvegetatie intact gelaten worden (vgl. de omvangrijke mergelrestauratie van Kasteel Neercanne, ANONYMUS, 1988, 1989; BERKERS, 1990). Winterverblijfplaatsen van de Muurhagedis

niet restaureren (vgl. HAESE, 1988); er bestaan momenteel onvoldoende gegevens over het verloop en de diepte van deze holletjes in de mergelfundering. De te behouden gedeelten dienen te worden aangegeven op de opmetingstekening van de te herstellen muur. Soms zullen bepaalde delen daarbij tijdelijk gestut moeten worden.

■ Diepe holletjes creëren

In nieuw metselwerk moeten diepe holletjes gekreëerd worden door het geheel openlaten van een aantal voegen, vooral tussen de mergelblokken, of door het aanbrengen van boorgaten (ca. 2 cm doorsnede). Per m² tenminste 4 open voegen/holletjes aanbrengen (RUTSCHKE et al., 1984). Bij wijze van experiment kunnen diepe (60 cm of meer), vorstvrije winterholen nieuw gekreëerd worden, vooral in de bovenste twee lagen mergelblokken in de onderbouw van de muren. Ideaal zijn winterholen in de zg. "mergelkettingen" op hoekpunten van de muren.

■ Voegen niet volzetten

Waar mogelijk voegen niet volzetten, zodat een gevarieerd mikroreliëf ontstaat. De tenminste 2 tot 3 cm diepe voegen tussen de bakstenen zijn ideale zonplaatsen en tevens schuilplaatsen voor de kleine juveniele dieren. Plaatselijk kunnen open voegen worden opgevuld met in het gebied aanwezige fijne aarde, die als mogelijke afzetplaats voor eieren kan fungeren (zie ZIMMERMANN, 1989) en als vestigingsplaats voor planten. Het volzetten van voegen komt de muur niet of nauwelijks ten goede (HAESE, 1988).

■ Bodemverdichting vermijden

Verdichting van de bodem langs de muren moet worden vermeden, dus geen zware machines gebruiken, zodat de natuurlijke vegetatie ná de restauratie snel(ler) opkomt. Voor herstel van funderingen is uitgraven echter onvermijdelijk. De bodem moet in dat geval zo snel mogelijk in de oorspronkelijke toestand teruggebracht worden. Eventueel kan teruggebrachte grond tot een diepte van enkele tientallen cm gewoeld worden.

■ Cordonblokken

Specifiek voor de Hoge fronten kan het aanbrengen van (hardstenen) cordonblokken genoemd worden, die de top van de muur afdekken en als goot fungeren. Dit zal het verval van de oude vestingmuren vertragen doordat de muren minder nat worden. Bovendien voorkomt de cordonlaag afspoeling van bodemmateriaal vanaf het bovenliggende talud, hetgeen behoud van de muren als een droog en schraal biotoop ten goede komt. Voor het aanbrengen van de cordonblokken die de top van de muur afdekken zullen de aarden taluds vergraven moeten worden. Ook deze dienen zo snel mogelijk in de oorspronkelijke toestand te worden teruggebracht. Wil het bovenliggende talud voor de Muurhagedis bereikbaar blijven dan dient er rekening mee gehouden te worden dat de cordonblokken een ruw oppervlak moeten hebben; bijvoorbeeld gescharreerde hardsteen gebruiken.

■ Bouwmaterialen

Voor nieuw metselwerk moeten de oude of ambachtelijke bakstenen (ruw oppervlak, porositeit, sterkte) gebruikt worden. Bovendien moeten ze verwerkt worden met kalkmortel of, beter nog, een mortel die de oorspronkelijke samenstelling zo goed mogelijk benaderd (zie DU MOULIN, 1773; fig. 17). Het mengsel van zand en kalk als bindmiddel speelt een rol voor de kolonisatie door nisbewonende fauna (FRITZ, 1987) en vestiging van planten (MINISTERIE VAN LANDBOUW EN VISSERIJ, 1988); kalkmortels worden minder hard dan Portland-cement en leveren minder gladde en diepere voegen op waardoor voor flora en fauna betere vestigingsmogelijkheden ontstaan. Er bestaan ook zwaarwegende bouwtechnische argumenten vóór het gebruik van kalkmortels en oude bouwmaterialen (zie voor uitvoerige beschrijvingen en argumentatie bijv.

JANSSEN, 1980; SLINGER *et al.*, 1980; VAN DER KLOOSTER, 1989). Metselwerk bestaande uit (oude) ambachtelijke bakstenen en kalkspecie is vrij zacht en elastisch. Zulk metselwerk neemt de enorme spanningen die als gevolg van temperatuurverschillen tussen zomer en winter en dag en nacht ontstaan zonder problemen op. Het wantrouwen van bouwers tegen kalkmortels – het zou te zacht zijn – is volgens bovengenoemde deskundigen op het gebied van restauratietechnieken voor monumenten volledig misplaatst. "Portland-cement", aldus bouwhistorika en consultant architectuurconservatie VAN DER KLOOSTER (l.c.), "is absoluut schadelijk en daarom uit den boze aangezien de bakstenen, wanneer ze uitzetten, zichzelf kapotdrukken tegen de keiharde voegen". Ook JANSSEN (l.c.) veroordeelt het gebruik van Portland-cement: "Men kieze òf een cementspecie (maar dan restaureert men niet) of een kalkspecie".

Overigens heeft juist het misplaatste gebruik van het harde Portland-cement tijdens de restauraties tussen 1977 en 1983 op de wat langere termijn gunstig uitgedrukt. Met name waar dit verwerkt is voor het dichtsmen van voegen tussen oude mergelblokken heeft dit geleid tot een versnelde verwerking van de kalksteen. Het gevolg is dat voegspecie op tal van plaatsen inmiddels (6-8 jaar na restauratie) weer heeft losgelaten. Daardoor zijn diepe spleten weer beschikbaar gekomen voor de Muurhagedis.

Ook vanuit cultureel-historisch oogpunt verdient gebruik van de oorspronkelijke mortels en bouwsteen de voorkeur, zodat herstellingen een zo groot mogelijk verwantschap vertonen met het bestaande werk. De gerestaureerde muren in de Hoge Fronten zijn en zien er uit als nieuw metselwerk en hebben hun oorspronkelijke karakter en "oude sfeer" volledig verloren.

■ Geen waterafstotende middelen gebruiken

Geen waterafstotende laag aanbrengen (hydrofoberen) of middelen met waterafstotende eigenschappen (bijv. Ceresit) onder de (voeg)specie mengen. Dit verstoort de vochtthuishouding van de muren, waarbij het water afkomstig uit de achterliggende aarden wallen wordt ingesloten en niet meer kan verdampen aan het muuroppervlak. De muren worden te vochtig en er bestaat een grotere kans op stukvriezen (VAN DER KLOOSTER, 1989). Indien

metselwerk absoluut waterdicht moet zijn komt tras in aanmerking als alternatief (o.m. vanwege de grotere spanningen die dit materiaal kan verdragen (zie JANSSEN, 1980).

"RESTAURATIEFILOSOFIE"

Kultuurhistorisch belangrijke bouwwerken worden veelal zodanig gerestaureerd dat de ecologische functie van de muren verloren gaat. Restauratie is duur en dus moeten gerestaureerde muren tenminste tientallen jaren meegaan. Daarom wordt – overigens volledig onnodig – de muurvegetatie verwijderd en worden gaten, spleten, holletjes e.d. met cement opgevuld. Het leefgebied van de Muurhagedis en vele andere diere- en plantesoorten gaat zodoende te gronde. Ook de grootschaligheid van restauraties is ingegeven door economische motieven. Tijd is geld, en met zwaar materieel kunnen grote stukken muur in korte tijd hersteld worden. Daarnaast speelt het probleem van veiligheid. De eigenaar van de bouwwerken is wettelijk aansprakelijk voor de veiligheid van de bezoekers. Wellicht kan dit probleem, zoals FRITZ (1987) al aangeeft, omzeild worden door het plaatsen van waarschuwingsborden met het opschrift "VALLENDE STENEN. BETREDEN OP EIGEN RISICO" of soortgelijke teksten. Gelukkig is de "restauratiefilosofie", zoals SCHAGEN (1989) constateert, in beweging. Betekende een restauratie vroeger bijna altijd het in oude stijl nieuw maken van wat vervallen was, de filosofie die tegenwoordig bij kunsthistorici opgang doet, is het verlengen van de levensduur van oud materiaal en het handhaven van delen in de oude toestand. In deze filosofie past ook de aanwending van oude bouwmaterialen voor herstel. Alleen op deze manier kan het typische karakter van oude bouwwerken bewaard worden.

Bemoedigend is verder dat thans ook door belangenverenigingen op cultureel-historisch gebied de waarde van interessante muurplanten wordt onderkend (zie bijv. DE KROON, 1975; LITTEL, 1978). Ook zijn waardevolle muurvegetaties met succes behouden bij omvangrijke restauraties van oude bouwwerken (WERKGROEP HERSTEL LEEFBAARHEID OUDE STADSWIJKEN TE UTRECHT, 1985; ANONYMUS, 1988, 1989; BERKERS, 1990) en worden zulke initiatieven van overheidswege ondersteund (MINISTERIE VAN LANDBOUW EN VISSERIJ,

1988; PROVINCIE NOORD-HOLLAND, 1990). Muurplanten dragen wezenlijk bij aan een kleurig en levendig aanzien van muren en veel bouwwerken danken er een deel van hun schoonheid aan.

Wij hopen dat dit artikel niet alleen een positieve bijdrage zal leveren aan de hierin geschetste Maastrichtse problematiek maar ook een aanmoediging vormt voor restaurateurs om bij toekomstige restauratieprojecten rekening te houden met muur-gebonden flora en fauna.

*) Ook de populaties van de Muurhagedis in België staan te boek als ernstig tot zeer ernstig bedreigd (PARENT, 1985). Ongetwijfeld hebben ook hier de gebruikelijke onderhoudswerkzaamheden aan c.q. restauraties van muren hun tol geëist, maar helaas ontbreken gedocumenteerde voorbeelden.

SUMMARY

WALL LIZARDS (*PODARCIS MURALIS*) AND RESTORATION: CONFLICT OR COMPROMISE?

It is common knowledge among conservationists that old walls do not only have great historical and architectural value, but are often also of great natural importance. Many plant and animal species, including many rare ones, find a suitable habitat on such walls. The only large predator in our country which is entirely limited to this habitat is the Wall Lizard (*Podarcis muralis* (LAURENTI 1768)). Demolition and restoration of old fortifications in Maastricht – the only place in the Netherlands with confirmed reports of the presence of this reptile – have meant that many of the habitat sites have been lost in the course of the years. The restorers usually had no idea of the ecological importance of such walls, and even if they had – as with the restoration of the "Hoge Fronten" in 1979-83 – many biotopes were still destroyed. The cause is mainly the alarming lack of ecological insight on the part of the restorers.

Shortly, some further fortifications at the Hoge Fronten will be restored or consolidated, within the context of a management plan drawn up after the area was designated a protected nature reserve. This means that the restorations will have to be carried out in a "lizard-friendly" way. A number of successful projects in Germany have shown that restoration and the protection of the Wall Lizards and their habitat can go hand in hand. This article formulates guidelines for the ecological repair of old walls, using successful as well as poorly executed restorations as examples.

DANKWOORD

Op deze plaats willen we G. Deichsel en J. Rutschke, R. Dexel, K. Fritz, U. Haese, A. Schlüter en P. Zimmermann bedanken voor hun mondelinge en (of) schriftelijke mededelingen en toezending van manuscripten omtrent diverse projecten die in dit artikel worden beschreven; H. Strijbosch (Kath. Univ. Nijmegen) bedanken we voor zijn commentaar op het manuscript; C. Evers voor het maken van foto's van de originele bestektekeningen van Du Moulin en U. Haese en J. Notermans voor het beschikbaar stellen van fotomateriaal.

LITERATUUR

- ANONYMUS, 1974. Jaarverslag Openbare Werken Maastricht. Maastricht; gemeente Maastricht.
- ANONYMUS, 1988. Kasteel Neercanne met terrassen in de steigers. Limburgs Landschap 15(3) : 20-21.
- ANONYMUS, 1989. Donateurswandeling op Landgoed Neercanne. Limburgs Landschap. 16(3) : 15.
- ARNOLD, E.N., J.A. BURTON & D.W. OVENDEN, 1978. A field guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe. London/Glasgow; Collins.
- AVERY, R.A., 1978. Activity patterns, thermoregulation and food consumption in two sympatric lizard species (*Podarcis muralis* and *P. sicula*) from Central Italy. J. Anim. Ecol. 47 : 143-158.
- BERGMANS, W., 1984. De verspreiding van de Muurhagedis *Lacerta muralis* (Laurenti, 1768). In Nederland. (Reptilia, Squamata, Lacertidae). Natuurhistorisch Maandblad 73 (1) : 12-22.
- BERGMANS, W. & A. ZUIDERWIJK, 1985. Amfibieën en reptielen in Nederland bekend en bedreigd. Natuur en Milieu 10 : 7-11.
- BERGMANS, W. & A. ZUIDERWIJK, 1986. Atlas van de Nederlandse amfibieën en reptielen, Hoogwoud; Bibliotheek K.N.N.V. nr. 39.
- BERKERS, M., 1990. Kasteel Neercanne, een omvangrijke mergelrestauratie voltooid. Heemschut 67(1) : 16-17.
- BIAB, J., 1986. Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Bonn-Bad Godesberg; Schr.-R. Landschaftspflege 24.
- BIAB, J., E. NOWAK, W. TRAUTMANN & H. SUKOPP, 1984. Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland, 4e dr. Greven; Kilda - Naturschutz aktuell 1.
- BONNEMAYER, J.J.A.M. & P.J.M. DIETVORST, 1979a. De Muurhagedis (*Lacerta m. muralis*) in Maastricht. Een auto-ecologisch onderzoek naar de essentiële criteria voor zijn bescherming. Rapport no. 160, Afd. Dieroecologie, Kath. Univ. Nijmegen.
- BONNEMAYER, J.J.A.M. & P.J.M. DIETVORST, 1979b. De Hoge Fronten. Landschapsoecologisch onderzoek in de Hoge Fronten ten behoeve van het behoud van de Muurhagedis. Rapport no 167, Afd. Dieroecologie, Kath. Univ. Nijmegen.
- COOLSMAN, C.C.M. & E.F. ELZENGA (red.), 1976. Inventarisatierapport "De Bossche Fronten". Maastricht; Werkgroep Bossche Fronten (Ms.).
- DEICHEL, G., 1984. Gutachten zur Erhaltung des Vorkommens der Mauereidechse (*Podarcis muralis*) im Bereich des Schlosses Hohentübingen. (Ongepubliceerd).
- DEICHEL, G. & J. RUTSCHKE, 1983. Bericht über die Umsiedlung von Mauereidechsen in Tübingen 1982. (Ongepubliceerd).
- DEICHEL, G. & J. RUTSCHKE, 1985. Umsiedlung von Mauereidechsen im Stadtgebiet Tübingen. (Ongepubliceerd).
- DEXEL, R., 1984. Untersuchungen zur Populationsökologie der Mauereidechse, *Podarcis muralis* (LAURENTI, 1768), im Siebengebirge. Univ. Bonn.
- DEXEL, R., 1985. Status und Schutzproblematik der Mauereidechse, *Podarcis muralis* LAURENTI, 1768. Natur und Landschaft 60(9) : 348-350.
- DEXEL, R., 1986a. Zur Ökologie der Mauereidechse, *Podarcis muralis* (LAURENTI, 1768), an ihrer nördlichen Arealgrenze (Sauria: Lacertidae). I. Verbreitung, Habitat, Habitus und Lebensweise. Salamandra 22(1) : 63-68.
- DEXEL, R., 1986b. Zur Ökologie der Mauereidechse, *Podarcis muralis* (LAURENTI, 1768), an ihrer nördlichen Arealgrenze (Sauria: Lacertidae). II. Populationsstruktur und -dynamik. Salamandra 22(4) : 259-271.
- EHRL, A. & M. WOLF, 1987. Zur Wiederansiedlung von Mauereidechsen im Gewann Ranzenberg in Weinsberg, Landkreis Heilbronn (Ongepubliceerd).
- FELDMANN, R. & A. GEIGER, 1986. Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere, 2e dr.; Recklinghausen. -Schr.-R. der LÖF NW (Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW), nr. 4.
- FRTZ, K., 1987. Die Bedeutung anthropogener Standorte als Lebensraum für die Mauereidechse (*Podarcis muralis*) dargestellt am Beispiel des südlichen Oberrhein- und des westlichen Hochrheintales. In: HÖLZINGER, J. & G. SCHMID (red.). Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs, Karlsruhe; Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 41 : 427-462.
- GLANDT, D., 1975. Die Amphibien und Reptilien des nördlichen Rheinlandes. Decheniana 128 : 41-62.
- GRUSCHWITZ, M. & W. BÖHME, 1986. *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768 - Mauereidechse). In: Böhme, W., Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 2/II. Wiesbaden; Aula, pp. 155-208.
- HABERBOSCH, R. & G. MAY-STÜRMER, 1985. Untersuchungen über die ökologische Ansprache der Mauereidechse (*Podarcis muralis*) (LAUR.) an Weinbergsmauern aus Schiffsandstein auf der Gemarkung Heilbronn. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Landesverband Württemberg.
- HABERBOSCH, R. & G. MAY-STÜRMER, 1987. Ökologische Ansprüche der Mauereidechse (*Podarcis muralis*) an Weinbergsmauern auf der Gemarkung Heilbronn. In: HÖLZINGER, J. & G. SCHMID (red.). Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs, Karlsruhe; Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 41 : 407-426.
- HAESE, U., 1983. Mauereidechse - *Podarcis m. muralis* (LAURENTI 1768). In: GEIGER, A. & M. NIEKISCH (red.). Die Lurche und Kriechtiere im nördlichen Rheinland. Vorläufiger Verbreitungsatlas, Neuss, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND).
- HAESE, U., 1988. Maßnahmen zum Schutz der Mauereidechse *Podarcis muralis* (LAURENTI, 1768) im nordwestlichen Rheinland mit besonderer Berücksichtigung der Grünanlage Vogelsangstrasse in der Stadt Stolberg (Rhld.). Landschaftsökologie u. Landschaftsgestaltung, R.W.T.H. Aachen.
- HORST, J. TH. TER, 1975. Gaat de laatste vindplaats van de Muurhagedis in Nederland verloren? Natuurhist. Maandbl. 64(3) : 36-39.
- JAHNIKE, J., C. JORDAN & H. WIEGEL, 1980. Eine Population der Mauereidechse, (*Lacerta muralis* LAUR. (Reptilia, Lacertidae)) in der Nordeifel (Urftalsperre). Decheniana 133 : 57-61.
- JANSEN, C.F., 1980. Behoud en herstel. Restauratietechnieken en monumentenzorg. Haarlem; Fibula-Van Dishoeck.
- KLOOSTER, O. VAN DER, 1989. Conserveringsmethoden bij monumenten. Heemschut 66 : 15.
- KROON, G.H.J. DE, 1975. Specifieke plantengroei

op oude muren. Heemschut 52 : 144-145.

KRUYNTJENS, B., 1984a. De Muurhagedis (*Podarcis muralis muralis*) in Maastricht. *Lacerta* 42(6) : 102-112.

KRUYNTJENS, B., 1984b. Muurhagedis en Hazelworm te Maastricht in 1983. *Natuurhist. Maandbl.* 73(4) : 73-74.

KRUYNTJENS, B., 1987. Korte geschiedenis over de teruggang van de Maastrichtse Muurhagedissenpopulatie en maatregelen ter vergroting van de populatie. (Ongepubl.).

KRUYNTJENS, B., 1988. De Muurhagedis te Maastricht met uitsterven bedreigd. *Natuurhist. Maandbl.* 77(7/8) : 128.

KRUYNTJENS, B., in prep. De Muurhagedis. In Atlas van de Limburgse amfibieën en reptielen. Stichting RAVON; Stichting Natuurpublicaties Limburg.

KRUYNTJENS, B., in prep. De Muurhagedis (*Podarcis muralis*) in zijn noordelijk areaal.

KRUYNTJENS, B. & H. BIARD, 1991. Kweken draagt steentje bij aan het herstel van de Maastrichtse Muurhagedispopulatie (*Podarcis muralis*). *Lacerta* 49(5) : 122-134.

LEFEBER, V., 1983a. Bijen en wespen (Hymenoptera, Aculeata) binnen de stedelijke bebouwing van Maastricht, I. *Natuurhist. Maandbl.* 72(8) : 143-146.

LEFEBER, V., 1983b. Bijen en wespen (Hymenoptera, Aculeata) binnen de stedelijke bebouwing van Maastricht, II. *Natuurhist. Maandbl.* 72(12) : 253-255.

LEFEBER, V., 1984a. Bijen en wespen (Hymenoptera, Aculeata) binnen de stedelijke bebouwing van Maastricht, III. *Natuurhist. Maandbl.* 73(2) : 27-29.

LEFEBER, V., 1984b. Bijen en wespen (Hymenoptera, Aculeata) binnen de stedelijke bebouwing van Maastricht, IV. *Natuurhist. Maandbl.* 73(4) : 74-76.

LICHT, P., H.E. HOYER & P.G.W.J. VAN OORDT (1969). Influence of photoperiod and temperature on testicular recrudescence and body growth in the lizards *Lacerta sicula* en *Lacerta muralis*. *J. Zool.* 157 : 469-501.

LITTEL, A., 1988. Beschermingsplan voor bedreigde muurplanten. Jaarboek Stichting Menno van Coehoorn 1987/88 : 77-79.

MARTIN, A.A., 1989. De ruimtelijke transformaties van Maastricht na 1800. *Bull. KNOB* 3 : 29-42.

MINISTERIE VAN LANDBOUW EN VISSERIJ, 1988. Handleiding voor de bescherming van bedreigde muurplanten. 's-Gravenhage.

MINISTERIE VAN LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ,

1991a. Beheersvisie voor het beschermde natuurmonument "De Hoge Fronten" 1992 - 2002. (september 1991). Consulentenschap Natuur, Bos, Landschap en fauna in de provincie Limburg; Roermond.

MINISTERIE VAN LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ, 1991b. Beheersplan voor het beschermde natuurmonument "De Hoge Fronten" 1992-1994, (september 1991). Consulentenschap Natuur, Bos, Landschap en Fauna in de provincie Limburg; Roermond.

MORREAU, L.J., 1979. Bij de restauratie van het Bastion Holstein te Maastricht. *Maasgouw* 98 : 6-14.

MORREAU, L.J., 1980. De restauratie van de Hoge Fronten te Maastricht I. *Maasgouw* 99 : 95-102.

MOULIN, C.D. DU, 1773. Detail van het buitenste gedeelte van het nieuwe te maakene hooge front der Buijten-werken bestaande in Couvre-face, lunettes, bedekte weegen, glacyen en geleegen tussen de Bastions Waldeck en Holsteijn voor ende buijten de Brusselse poort tot Maastricht. (Rijksarchief in Limburg, Maastricht).

PARENT, G.H., 1985. Atlas des Batraciens et Reptiles de Belgique (et du Grand-Duché de Luxembourg). *Cahiers d'Éthologie appliquée*, 4 (3) : 1-198.

PRICK, R. & B. KRUYNTJENS, 1991. De Lage Fronten: bolwerk van flora en fauna. *Natuurhist. Maandbl.* 80(10) : 175-190.

PRICK, R. & B. KRUYNTJENS, 1992. De Muurhagedis (*Podarcis muralis*) in Maastricht in 1989. *Natuurhist. Maandbl.* 81(1) : 3-12.

PROVINCIE NOORD-HOLLAND, 1990. Muurplanten in Noord-Holland: bijzonder en bedreigd. *Natuur in de stedelijke omgeving. Onderzoeksrapport no. 6.* Haarlem; Provincie Noord-Holland, Dienst Ruimte en Groen.

REICHLING, H., 1957. Transpiration und Vorzugstemperatur Reptilien und Amphibien. *Zool. Jb. (Physiol.)* 67 : 1-64.

RICONO, K. & A. GEIGER, 1986. Schützt die Kriechtiere!. Düsseldorf; Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (MURL).

RUTSCHKE, J. & G. DEICHSEL, 1987. Mauereidechsen am Parkhaus König. Bericht 1986. (Ongepubliceerd.)

RUTSCHKE, J., E. FREY & W. LÖDERBUSCH, 1984. Das Mauereidechsen-vorkommen am Schloss Hohentübingen. Vorschläge zur Erhaltung von Lebensräumen bei der Sanierung der Schlossmauern. (Ms.).

SAINT GIRONS, H. & R. DUGUY, 1970. Le cycle sexuel de *Lacerta muralis* L. en plaine et en montagne. *Bull. Mus. Hist. nat. Paris* 42 : 609-625.

SCHAGEN, K., 1989. Restauratiefilosofie in beweging: tand des tijds moet zichtbaar blijven. *De Volkskrant*, 23 september.

SCHLÜTER, A., 30 September 1988. Ingezonden brief in de Ludwigsburger Kreiszeitung.

SUNGER, A., H. JANSE & G. BERENDS, 1980. Natuursteen in Monumenten, 2e dr. Zeist; Rijksdienst voor de Monumentenzorg/Baarn; Bosch & Keuning n.v.

STRIJBOSCH, H., J.J.A.M. BONNEMAYER & P.J.M. DIETVORST, 1980a. De Muurhagedis (*Podarcis muralis*) in Maastricht (deel 1). Structuur en dynamiek van de populatie. *Natuurhist. Maandbl.* 69(11) : 210-217.

STRIJBOSCH, H., J.J.A.M. BONNEMAYER & P.J.M. DIETVORST, 1980b. De Muurhagedis (*Podarcis muralis*) in Maastricht (deel 2). Biotoop en biotoopgebruik. *Natuurhist. Maandbl.* 69(12) : 240-246.

STRIJBOSCH, H., J.J.A.M. BONNEMAYER & P.J.M. DIETVORST, 1980c. The Northernmost population of *Podarcis muralis* (Lacertilia, Lacertidae). *Amphibia-Reptilia* 1 : 161-172.

WAITZMANN, M., 1986. Untersuchungen über das Vorkommen von Mauereidechsen und weiterer Reptilien und Amphibien in Rebflurbereinigungsgebieten des Heuchselberges und des Weinsberger Tales sowie Vorschläge für die Gestaltung ihrer Lebensräume in Rebflurbereinigungen. *Zoologisches Institut, Univ. Heidelberg*.

WEEDA, E.J., 1985. *Veronica austriaca* subsp. *teucrium*. In: MENNEMA *et al.* (red.), Atlas van de Nederlandse flora; 2 Zeldzame en vrij zeldzame planten. Utrecht; Bohn, Scheltema en Holkema: 311.

WERKGROEP HERSTEL LEEFBAARHEID OUDE STADSWIJKEN TE UTRECHT, 1985. Muurbegroeiing en restauratie. Rapportage van enkele projecten en experimenten met muurbegroeiing in Nederland. Utrecht (uitgave in eigen beheer).

WERNER, W. & G. KNEITZ, 1978. Die fauna der mitteleuropäischen Weinbaugebiete und Hinweise auf die Veränderungen durch Flurbereinigungsmaßnahmen und technische Bewirtschaftsweisen. *Bayer. landwirtsch. Jb.* 55 : 582-623.

ZIMMERMANN, P., 1989. Zur Ökologie und Schutzproblematik der Mauereidechse (*Podarcis muralis*) am Beispiel einer Weinbergpopulation im Enzkreis, Gemeinde Knittlingen. *Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 64/65 : 221-236.

